

Inhalt

	Seite
Vorwort .....	2
Einleitung .....	6
1 Anwendungsbereich .....	7
2 Normative Verweisungen .....	7
3 Begriffe und Symbole .....	7
3.1 Begriffe .....	7
3.2 Symbole .....	7
4 Allgemeines .....	8
5 Wirkungsgrad .....	9
5.1 Allgemeines .....	9
5.2 Motorverluste .....	11
5.3 Zusätzliche Motorverluste im Betrieb mit einem Frequenzumrichter .....	11
5.4 Motoren für höhere Wirkungsgradklassen .....	12
5.5 Änderungen der Motorverluste .....	12
5.6 Teillastwirkungsgrad .....	13
5.7 Verfahren zur Messung des Wirkungsgrades .....	15
5.8 Leistungsfaktor (siehe Bild 4) .....	16
5.9 Auswahl von Motoren und drehzahlveränderlichen Frequenzumrichtern .....	17
5.10 Motoren mit Bemessungen für 50 Hz und 60 Hz .....	18
5.11 Motoren mit Bemessung für unterschiedliche Spannungen oder einen Spannungsbereich .....	20
5.12 Motoren mit Bemessung für den Betrieb mit Frequenzen abweichend von 50/60 Hz .....	20
5.13 Wirkungsgrad drehzahlveränderlicher Frequenzumrichter .....	20
5.14 Leistungsfaktor von Frequenzumrichtern .....	22
6 Umgebungsbedingungen .....	22
6.1 Anlaufverhalten .....	22
6.2 Betriebs-Drehzahl und -Schlupf .....	23
6.3 Auswirkungen von Leistungsqualität und Spannungs- und Frequenz-Änderungen .....	23
6.4 Auswirkungen einer Spannungsunsymmetrie .....	24
6.5 Auswirkungen der Umgebungstemperatur .....	24
7 Anwendungen .....	24
7.1 Allgemeines .....	24
7.2 Energieeinsparungen durch Drehzahlregelung (Drehzahlstellantriebe) .....	24
7.3 Korrekte Motorauslegung .....	25
7.4 Anwendung für Dauerbetrieb .....	25
7.5 Anwendungen mit längeren Perioden geringer Belastung .....	26
7.6 Anwendungen mit durchziehender Last .....	26

# — Vornorm —

DIN CLC/TS 60034-31 (VDE V 0530-31):2011-08  
CLC/TS 60034-31:2011

	Seite
7.7 Anwendungen mit einem mit der Drehzahl ansteigenden Lastmoment (Pumpen, Lüfter, Verdichter, ...)	27
7.8 Anwendungen mit häufigen Anläufen und Abschaltungen und/oder mechanischem Abbremsen	28
7.9 Anwendungen in explosionsfähiger Gas- oder Staub-Atmosphäre	28
8 Wirtschaftlichkeit	28
8.1 Bedeutung für den Anwender	28
8.2 Anschaffungskosten	29
8.3 Betriebskosten	30
8.4 Kosten für Neuwicklung von Motoren	31
8.5 Amortisationszeit	32
8.6 Lebensdauerkosten	32
9 Wartung	33
Anhang A (informativ) Super-Premium-Wirkungsgrad (IE4)	35
Literaturhinweise	42
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	44
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Übersicht über unterschiedliche Möglichkeiten zur Energieeinsparung in Antriebssystemen	8
Bild 2 – Typische Verluste von Energiesparmotoren, Umrichtern und elektromechanischen Bremsen	9
Bild 3 – Typische Wirkungsgrad-Belastungskurven für Drehstrom-Induktionsmotoren mit Käfigläufer verschiedener Leistungsbereiche (ca. 1,1 kW, 15 kW und 150 kW)	14
Bild 4 – Typische Leistungsfaktor-/Belastungs-Kurven von Drehstrom-Induktionsmotoren mit Käfigläufer verschiedener Leistungsbereiche (ca. 1,1 kW, 15 kW und 150 kW)	16
Bild 5 – Typische Reduzierung der Energieeffizienz in %-Punkten für 4polige Niederspannungsmotoren zwischen 50 Hz und 60 Hz bei gleichem Drehmoment (bei 60 Hz 20 % höhere Leistung)	19
Bild 6 – Typische Reduzierung der Energieeffizienz in %-Punkten für 4polige Niederspannungsmotoren zwischen 50 Hz und 60 Hz bei gleicher Ausgangsleistung (bei 60 Hz 20 % höhere Leistung)	19
Bild 7 – Typischer Wirkungsgrad von Drehstrom-U-Umrichtern mit Diodengleichrichter [passive front-end] für typische Lastpunkte von Pumpen, Lüftern und Kompressoren	20
Bild 8 – Typischer Wirkungsgrad von Drehstrom-U-Umrichtern mit Diodengleichrichter [passive front-end] für typische Lastpunkte bei konstantem Drehmoment	21
Bild 9 – Typische Änderungen von Strom, Drehzahl, Leistungsfaktor und Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Spannung bei konstanter Ausgangsleistung	23
Bild 10 – Mögliche Energieeinsparungen durch Erhöhung der Wirkungsgradklasse für Motoren bei Bemessungslast	25
Bild 11 – Typische Drehmoment/Drehzahl-Abhängigkeiten von 4poligen 11 kW-Drehstrom-Induktionsmotoren mit Käfigläufer sowie Drehmoment/Drehzahlkurven von Lasten, bei denen sich das Drehmoment quadratisch mit der Drehzahl ändert	27
Bild 12 – 11 kW-IE3-Motor bei Vollastbetrieb, 4 000 Betriebsstunden pro Jahr, Gebrauchsdauer 15 Jahre (Quelle: EuP Lot 11, 2008)	29
Bild 13 – Beispieldiagramm für den Belastungsfaktor: Anteil an den jährlichen Betriebsstunden	30

	Seite
Bild 14 – Analyse der Lebensdauerkosten eines 11 kW-Motors bei Volllastbetrieb .....	33
Bild A.1 – IE4-Wirkungsgradgrenzen .....	41
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Verluste in 4poligen Drehstrom-Induktionsmotoren mit Käfigläufer .....	11
Tabelle 2 – Beispiel zur Berechnung des Wirkungsgrads eines Motors bei Betrieb an 50 Hz bzw. 60 Hz und gleichem Drehmoment auf Basis eines 50 Hz-Motors .....	18
Tabelle 3 – Verluste bei Niederspannungs-U-Umrichtern.....	21
Tabelle 4 – Beispiel für Wirkungsgrad, Drehzahl und Drehmoment für die jeweiligen Wirkungsgradklassen dreier 11 kW-50 Hz-Motoren derselben Anwendung .....	27
Tabelle 5 – Durchschnittliche Lebensdauer von elektrische Motoren.....	31
Tabelle A.1 – Interpolations-Koeffizienten.....	36
Tabelle A.2 – Nenngrenzen (%) für Super-Premium-Wirkungsgrad (IE4) .....	37
Tabelle A.3 – Standard-Leistung in kW, zugehörig zu den Drehmomenten und Drehzahlen der Tabelle für netzgespeiste Motoren.....	38
Tabelle A.4 – Nenngrenzen für Super-Premium-Wirkungsgrad (IE4) für 50 Hz netzgespeiste Motoren .....	39
Tabelle A.5 – Nenngrenzen für Super-Premium-Wirkungsgrad (IE4) für 60 Hz netzgespeiste Motoren .....	40