

Colofon

MK Publishing
Fokkerstraat 39, 3905 KV Veenendaal
Telefoon: (0318) 52 42 92
E-mail: info@mkpublishing.nl
Internet: www.mkpublishing.nl

Omslag: driefase draaistroommotor
[bron: Helmke/ABB]

Deze Technische Leergang is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met onderstaande bedrijven.

Met dank aan:

ABB B.V.	www.abb.nl
Bosch Rexroth	www.boschrexroth.nl
ABI B.V.	www.abi.nl
Helmke B.V.	www.helmke.nl
Kolmer Elektromotoren B.V.	www.kolmer.nl
Lenze B.V.	www.lenze.com
Siemens	www.siemens.nl
WEG Benelux N.V.	www.weg.net/nl



Delta Press is een merknaam van MK Publishing

Eerste druk: 2016
© MK Publishing, Veenendaal
ISBN 978-94-6271-061-0

Samengesteld door Ing. R. van den Brink



Dit werk, en al zijn delen inbegrepen, is auteursrechtelijk beschermd. Ieder gebruik buiten de beperkte mogelijkheden die de auteurswet toelaat, is zonder toestemming van de uitgever ontoelaatbaar, illegaal en dus strafbaar.

De auteur/uitgever kan, ondanks de maximale inspanning om een uitstekend boekwerk samen te stellen, geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten in deze Technische leergang noch voor de gevolgen ervan.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Inhoud

Colofon	4	4	De 3~ asynchroommotor	27
		4.1	Inleiding wisselstroommotoren	27
Inleiding elektromotoren	7	4.2	Krachtstroom	28
1.1 Inleiding	9	4.3	Synchroon- en asynchroommotoren	29
		4.4	Asynchrone kooiankermotor	30
1 Theorie elektromotoren	9	4.5	Werkingsprincipe van de draai- stroommotor	33
1.2 Arbeid	10	4.6	Theorie draaistroom	35
1.3 Vermogen	10	4.7	Het typeplaatje op de elektromotor	40
1.4 Koppel	10	4.8	Motorkarakteristiek 3~ inductiemotor	42
1.5 Verband tussen mechanisch vermo- gen, koppel en toerental	11	5 Aansturing van de asynchroommotor	47	
1.6 Elektriciteit en magnetisme	12	5.1	Ster-driehoek in de praktijk	47
1.7 Principe van de elektromotor	12	5.2	Beveiligingen van een 3~ motor	47
1.8 Wisselspanning en gelijkspanning	14	5.3	Opstarten van de 3~ inductiemotor	49
1.9 De wet van Ohm	14	5.4	Ster-driehoekschakeling	49
1.10 Elektrisch vermogen	15	5.5	Soft starter	52
1.11 Tegen EMK	15	5.6	Frequentieregelaar	53
1.12 Tot slot	16	5.7	Vergelijking startmethodes	54
		5.8	Draairichting	54
2 Soorten elektromotoren	17	5.9	Regeling van het toerental	56
2.1 Indeling	17	5.10	Frequentieregelaars	57
2.2 DC motoren	17	5.11	Afremmen met de draaistroommotor	60
2.3 Verschuiving van DC motoren naar AC motoren	18	6 Bouwvormen, normen en richtlij- nen van de 3~ motor	63	
2.4 AC motoren	18	6.1	Bouwgrootte en koppel	63
2.5 Laagspanning en hoogspanning	18	6.2	Bouwvormen	64
		6.3	IE Richtlijnen en energieverbruik	65
3 DC-motoren	19	6.4	Bedrijfstype	68
3.1 Inleiding	19	6.5	Normspanning	69
3.2 Principewerking	19	6.6	Beschermingsklasse IP	69
3.3 Theorie gelijkstroommotor	20	6.7	Isolatieklasse en motortemperatuur	70
3.4 De permanent magneetmotor PMDC	21	6.8	CE-markering	72
3.5 De seriemotor	22	6.9	ATEX motoren	72
3.6 De parallel- of shuntmotor	24	6.10	Keuringsinstanties	73
3.7 De compoundmotor	24	6.11	EMC-richtlijn	73
3.8 De motor met externe veldregeling	25			
3.9 Regelen van het motortoerental	25			
3.10 Omkeren van de draairichting	25			

7	Techniek, onderhoud en inbedrijf- stelling van draaistroommotoren	75
7.1	Koeling	75
7.2	Stilstandsverwarming	76
7.3	Remmotoren	76
7.4	Lagering	76
7.5	Afdichtingen	79
7.6	Onderhoud	79
7.7	ToestandsAfhankelijk Onderhoud (TAO)	80
7.8	Onderhoud aan de draaistroommotor	80
7.9	In bedrijf stellen	81
7.10	Kosten over de levensduur	84
8	Servo-motoren	85
8.1	Stappenmotor	85
8.2	Servomotoren	86
8.3	Opbouw van een synchrone servomotor	88
8.4	Aansturing van een servomotor	88
8.5	Positieopnemers	90
8.6	Lineaire servomotor	93
9	Ontwikkelingen	95
9.1	Synchrone draaistroommotoren	95
9.2	Permanentmagneet draaistroommotoren	95
9.3	Reluctantie draaistroommotoren	97
9.4	Ontwikkelingen: alles gericht op energiebesparing	100
10	Toepassingsvoorbeelden	101

Inleiding elektromotoren

Elektromotoren zijn er in vele soorten en maten, het toepassingsgebied is zeer groot en zonder elektromotoren staat de wereld letterlijk stil. Wereldwijd wordt 70% van de industriële elektrische energie geconsumeerd door elektromotoren.

Elektromotoren zetten elektrische energie om in mechanische energie. Deze mechanische energie wordt gebruikt om iets aan te drijven. De schaal varieert enorm: een elektromotor verzorgt de aandrijving in een CD-speler en ook in een trein.

Meer dan 80% van de industriële aandrijvingen boven de 0,5 kW is uitgevoerd met 3-fase asynchrone elektromotoren. Ook elektrische servomotoren nemen een steeds belangrijkere plaats in als het gaat om de aandrijving van machineonderdelen waarbij nauwkeurigheid en dynamiek een grote rol spelen zoals bij het positioneren. In deze Technische Leergang ligt de nadruk dan ook op deze industriële toepassingen.

Deze uitgave is tot stand gekomen op verzoek van en in nauwe samenwerking met de industrie. Het doel is inzicht te geven in de wereld van de moderne en meest toegepaste industriële elektromotoren en aandrijvingen. Dit inzicht is noodzakelijk om in de praktijk op een verantwoorde en veilige manier met deze producten om te kunnen gaan.

De bij deze Technische Leergang behorende DVD bevat ondersteunend les- en studiemateriaal met onder andere:

- per hoofdstuk een presentatie met de afbeeldingen uit het boek en extra teken- en fotomateriaal;
- video's en animaties met praktijkvoorbeelden;
- aanvullende informatie.