

Normen

Citation for published version (APA):

Hamels, D., & Vandenput, A. J. A. (1996). Normen. In *Handboek aandrijf- en besturingstechniek* (blz. C1800-1/10). Samsom Bedrijfsinformatie.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1996

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Normen

Ir. D. Hamels
Prof. dr. ir. A. J. A. Vandenput¹

1.	Bedrijfs- of omgevingsomstandigheden	C1800- 3
2	Bedrijfstoestanden	C1800- 3
3.	Beschermingsklassen	C1800- 5
4.	Koelmethoden	C1800- 6
5.	Opstellingswijzen	C1800- 7
6.	Standaardwaarden en -toleranties	C1800- 8
7.	Standaardvermogens	C1800- 9
8.	Literatuur	C1800-10

1. De tekst van dit hoofdstuk is een door de redacteur ingekorte versie van delen uit *Elektrische aandrijftechniek*, D. Hamels, Stenfert Kroese (1992).

Voor Nederland is de belangrijkste norm de NEN 3173 „Roterende elektrische machines”. Veel werk werd verricht in internationaal verband, vooral in dat van de „International Electrotechnical Commission” (IEC) en het „Comité Européen de Normalisation Electrotechnique” (CENELEC), om de normen van verschillende landen dichter tot elkaar te brengen. Veelal gaat men bij de harmonisatie uit van bestaande IEC-documenten. Soms geeft CENELEC eigen, zogenaamde Euronormen uit. De CENELEC-landen hebben in dit verband de IEC-publicatie 34 aangenomen. De belangrijkste in de normen vastgelegde aspecten, waarmee de potentiële gebruiker van een elektromotor wordt geconfronteerd bij het opstellen van een specificatie, zijn:

1. Bedrijfs- of omgevingsomstandigheden

Een motor behoeft slechts zijn nominaal vermogen te kunnen leveren wanneer de plaats van de opstelling lager is gelegen dan 1000 m en de temperatuur van de omgeving niet hoger is dan 40 °C. Wanneer aan een van beide eisen niet is voldaan, moet dit in de aanvraagspecificatie worden vermeld of moet het maximaal af te geven vermogen worden gereduceerd.

2. Bedrijfstoestanden

Het „nominaal bedrijf” van een elektromotor is de bedrijfssituatie waarvoor de fabrikant zijn motor als het ware heeft bedoeld. De toekenning van de nominale grootheden, die samen het nominale bedrijf kenmerken, aan een motor komt dus neer op het leggen van een verband tussen het ontwerp of de constructie van de motor en zijn prestaties. Het nominaal bedrijf wordt in het algemeen gerelateerd aan de thermische belasting van de motordelen. Het criterium is dat de temperatuur in de motor nergens de waarde mag overschrijden die maximaal toelaatbaar is voor de toegepaste isolatiematerialen.

Het duurt enige tijd vooraleer het thermisch evenwicht in de machine is ingetreden, met andere woorden vooraleer de verschillende delen van de machine hun eindtemperatuur hebben bereikt. Een maat daarvoor is de thermische tijdconstante: dit is de tijd die verloopt totdat de overtemperatuur (opwarming of temperatuursverhoging) ten opzichte van het koelmiddel 63% van de eindwaarde heeft bereikt. Deze thermische tijdconstante ligt in de orde van grootte van enkele tientallen minuten; de tijd die verloopt totdat thermisch evenwicht is ingetreden, is ongeveer viermaal zo lang.

In IEC 34-1 zijn een negental genormaliseerde bedrijfstoestanden gedefinieerd (tabel 1), die het mogelijk maken de nominale grootheden van de motor beter aan te passen aan de bedrijfssituatie. Ze worden aangeduid met de letter S, gevolgd door een cijfer.

<i>Type</i>	<i>Benaming</i>	<i>Omschrijving</i>
S1	Continu bedrijf	Bedrijf bij constante belasting gedurende een zodanige tijd dat thermisch evenwicht wordt bereikt.
S2	Kortstondig bedrijf	Bedrijf bij constante belasting gedurende een bepaalde tijd, die korter is dan die waarin thermisch evenwicht zou worden bereikt, gevolgd door een rustperiode van voldoende duur om thermisch evenwicht met het koelmiddel te herstellen.
S3	Intermitterend bedrijf	Bedrijf, samengesteld uit een reeks gelijke cyclussen elk bestaande uit een tijd met constante belasting en een tijd van rust. Bij dit bedrijf heeft de aanloopstroom geen aanzienlijke invloed op de temperatuursverdeling.
S4	Intermitterend bedrijf met aanloop	Bedrijf ..., elk bestaande uit een belangrijke tijd van aanloop, een tijd met constante belasting en een tijd van rust.
S5	Intermitterend bedrijf met elektrisch remmen	Bedrijf ..., elk bestaande uit een aanlooptijd, een tijd met constante belasting, een tijd met snel elektrisch remmen en een tijd van rust.
S6	Ononderbroken bedrijf met intermitterende belasting	Bedrijf ..., elk bestaande uit een tijd met constante belasting en een tijd met nullast. Er is geen tijd van rust.
S7	Ononderbroken bedrijf met elektrisch remmen	Bedrijf ..., elk bestaande uit een aanlooptijd, een tijd met constante belasting en een tijd met elektrisch remmen. Er is geen tijd van rust.
S8	Ononderbroken bedrijf met periodiek veranderlijk toerental	Bedrijf ..., elk bestaande uit een tijd met constante belasting bij een bepaald toerental, gevolgd door één of meer tijden met andere belastingen, waarbij andere toerentallen horen. Er is geen tijd van rust.
S9	Bedrijf met niet-periodieke variaties in belasting en toerental	Bedrijf, waarbij in het algemeen de belasting en het toerental niet-periodiek variëren binnen het toegelaten bedrijfsgebied. Bij dit bedrijfstype is ook sprake van regelmatige overbelastingen die de vollastsituatie aanzienlijk te boven kunnen gaan.

Tabel 1. Genormaliseerde bedrijfstoestanden.

Als de besteller het bedrijfstype (Engels: duty cycle) niet specificceert, moet de fabrikant uitgaan van continu bedrijf. In het andere geval kan de fabrikant aan de motor een zo veel groter nominaal vermogen toekennen, dat bij het gespecificeerde bedrijfstype de motor uiteindelijk dezelfde temperatuur bereikt als bij continu bedrijf.

3. Beschermingsklassen

Elektrische machines moeten worden beschermd tegen schadelijke externe invloeden, dat wil zeggen tegen binnendringen van vocht en stof en tegen aanraking van vitale delen door de mens of door dieren. De eisen zijn vastgelegd in de Europese norm EN 60034-5, die grotendeels is gebaseerd op de IEC-publicatie 34-5 en integraal als Nederlandse norm is aanvaard. De mate van bescherming wordt aangegeven door een code, bestaande uit de letters IP, gevolgd door twee cijfers. Het eerste cijfer geeft de mate van bescherming aan tegen aanraking en tegen het binnendringen van vaste voorwerpen, stof, enzovoort. Het tweede cijfer geeft aan in hoeverre de motor is beschermd tegen het binnendringen van water. De beveiliging is beter naarmate het cijfer hoger is; voor het eerste cijfer zijn zeven gradaties (0 ... 6); voor het tweede cijfer negen (0 ... 8). Tabel 2 geeft een overzicht.

Tevens zijn in IEC 34-5, vooral voor motoren die de fabrikant in voorraad houdt, enkele voorkeurscodes vastgelegd, namelijk IP 12, 21, 22, 23, 44, 54 en 55.

<i>Getal</i>	<i>Betekenis van het eerste kencijfer</i>	<i>Betekenis van het tweede kencijfer</i>
0	Niet-beschermd machine.	Niet-beschermd machine.
1	Machine beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 50 mm diameter.	Machine beschermd tegen vertikaal druipend water.
2	Machine beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 12 mm diameter.	Machine beschermd tegen water druipend onder een hoek van maximaal 15° met de vertikaal.
3	Machine beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 2,5 mm diameter.	Machine beschermd tegen sproeiwater, onder een hoek van maximaal 60° met de vertikaal.
4	Machine beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 1 mm diameter.	Machine beschermd tegen water dat uit een willekeurige richting tegen de machine spoelt.
5	Stofdichte machine (er mag niet zoveel stof binnendringen dat de werking wordt geschaad).	Machine beschermd tegen binnendringen van water dat in een straal tegen de machine wordt gespoten.
6	Geheel stofdichte machine (niet officieel in IEC 34-5).	Water dat in golven over de machine komt of met kracht tegen de machine wordt gespoten mag geen schade veroorzaken.
7		Machine waarin bij onderdompeling onder een gespecificeerde druk gedurende een bepaalde tijd geen schadelijke hoeveelheid water indringt.
8		Machine die bestand is tegen voortdurende onderdompeling onder beschreven condities.

Tabel 2. Betekenis van de getallen in de IP-code voor beschermingsklassen.

4. Koelmethode

De richtlijnen zijn vervat in de EN 60034-6, die als Nederlandse norm is overgenomen.

De vereenvoudigde code is alleen van toepassing op machines met (enkelvoudige) luchtkoeling (voor vermogens tot ongeveer 500 kW) en bestaat uit de letters IC, gevolgd door twee cijfers. Het eerste cijfer geeft de koelmethode aan, het tweede de wijze waarop het vermogen, dat nodig is voor de circulatie van het koelmiddel, wordt geleverd. Tabel 3 geeft enkele voorbeelden.

<i>Getal</i>	<i>Betekenis van het eerste kencijfer</i>	<i>Betekenis van het tweede kencijfer</i>
0	Vrije circulatie.	Vrije convectorie.
1	Voorzien van aanzuigkanaal (kanalisatie van de instromende lucht).	Eigenkoeling (door op de as gemonteerde ventilator).
2	Voorzien van uitblaaskanaal (kanalisatie van de uitstromende lucht).	Door ingebouwde ventilator die niet op de as is gemonteerd.
3	Aanzuig- en uitblaaskanaal (kanalisatie van in- en uitstromende lucht).	Door op dezelfde voeding aangesloten ventilator, gemonteerd op de machine.
4	Machine met oppervlaktekoeling door de langsstromende omgevingslucht.
5	Machine met ingebouwde warmtewisselaar (die de omgevingslucht gebruikt).	Door een ingebouwde ventilator met onafhankelijke voeding.
6	Machine met opgebouwde warmtewisselaar die de omgevingslucht gebruikt.	Door een aangebouwde ventilator met onafhankelijke voeding.
7	Machine met ingebouwde warmtewisselaar (die niet de omgevingslucht gebruikt).	Stroming van het koelmiddel komt tot stand door een afzonderlijk systeem onafhankelijk van het voedingsnet.
8	Machine met opgebouwde warmtewisselaar (die niet de omgevingslucht gebruikt).	Door relatieve verplaatsing.

Tabel 3. *Betekenis van de getallen in de vereenvoudigde IC-code voor koelsystemen.*

5. Opstellingswijzen

De verschillende opstellingswijzen zijn vastgelegd in de EN 60034-7, die inmiddels als Nederlandse norm is aanvaard. Ze worden aangeduid met een code, waarvoor twee mogelijkheden bestaan.

Code I is alleen van toepassing op machines met schildlagers en één aseinde, en bestaat uit de letters IM gevolgd door de letter B en een getal voor machines met horizontale opstelling of de letter V met een getal voor machines met verticale opstelling.

Code II is algemeen geldig en bestaat uit de letters IM, gevolgd door een combinatie van vier cijfers. Het eerste cijfer duidt aan in welke categorie de constructie valt. Er zijn negen categorieën gedefinieerd. Het tweede en derde cijfer hebben betrekking op de wijze waarop de machine moet worden gemonteerd; het vierde cijfer duidt het aantal en de vorm van de aseinden aan.

In de tabel 4 zijn enkele veel voorkomende uitvoeringsvormen genoteerd met de bijbehorende code(s).

DIN IEC34, Teil I IEC34-7Code 1	DIN 42950	IEC 34-7 Code II	B3	B14	V8
IM B3	B3	IM 1001			
IM V5	V5	IM 1011			
IM V6	V6	IM 1031			
IM B6	B6	IM 1051			
IM B7	B7	IM 1061			
IM B8	B8	IM 1071			
IM B15	B15	IM 1201			
IM B35	B3/B5	IM 2001			
IM B34	B3/B14	IM 2101			
IM B5	B5	IM 3001			
IM V1	V1	IM 3011			
IM V3	V3	IM 3031			
IM B14	B14	IM 3601			
IM V18	V18	IM 3611			
IM V19	V19	IM 3631			
IM B10	B10	IM 4001			
IM V10	V10	IM 4011			
IM V14	V14	IM 4031			
IM V16	V16	IM 4131			
IM B9	B9	IM 9101			
IM V8	V8	IM 9111			
IM V9	V9	IM 9131			
			B5	B15	V9
			B6	V1	V18
			B7	V3	V19
			B8	V5	B3/B5
			B9	V6	B 3/B14

Tabel 4. Voorbeelden van opstellingswijzen van elektrische motoren.

6. Standaardwaarden en -toleranties

IEC 34-1 geeft ook grenzen aan voor een aantal neveneffecten die invloed hebben op de bruikbaarheid van de machine, onder meer de toelaatbare geluidniveaus. Deze zijn gesteld in termen van geluidniveaus in dB(A) en toegespitst op machines met vermogens van 1 tot 400 kW en toerentallen van 600 tot 3750 omw./min in twee veel voorkomende beschermingsklassen, namelijk IP 22 en IP 44. De in de norm gestelde geluidniveaus zijn aan de hoge kant in vergelijking met de eisen die men hier te lande vaak ter beperking van hinder voor de omgeving stelt.

Voor een aantal machinegrootheden zijn behalve voorschriften voor proeven om die waarden te controleren ook standaardtoleranties aangegeven. In tabel 5, een uittreksel uit de betreffende tabel uit IEC 34-1, zijn de toleranties vermeld voor een aantal grootheden die voor elektrische machines

van belang zijn. Er moet op gewezen worden dat de toleranties voor elke grootte apart van toepassing zijn.

<i>Parameter</i>	<i>Tolerance</i>
Efficiency, by input-output test	$-0,15 \cdot (1 - \eta)$
Total losses (for machines with $P_{rated} > 50$ kW)	10 % of total losses
Power factor for induction machines	$-1,6 \cdot (1 - \cos \varphi)$ min. 0,02 ; max. 0,07
Speed of DC shunt and separate excitation motors at full load and working temperature	$p < 0,67$ $\pm 0,15 \cdot n_{rated}$
	$0,67 < p < 2,5$ $\pm 0,10 \cdot n_{rated}$
	$2,5 < p < 10$ $\pm 0,075 \cdot n_{rated}$
	$p > 10$ $\pm 0,05 \cdot n_{rated}$
$p = 60P_{rated}/n_{rated}$	
speed of DC series motors	$p < 0,67$ $\pm 0,20 \cdot n_{rated}$
	$0,67 < p < 2,5$ $\pm 0,15 \cdot n_{rated}$
	$2,5 < p < 10$ $\pm 0,10 \cdot n_{rated}$
	$p > 10$ $\pm 0,075 \cdot n_{rated}$
Slip of induction motors at working temperature	$P_{rated} < 1 \text{ kW}$ $\pm 0,3 \cdot S_{rated}$
	$P_{rated} \geq 1 \text{ kW}$ $\pm 0,2 \cdot S_{rated}$
Locked rotor current I_a of cage induction motors with short-circuited rotor and with any specified starting apparatus	$+0,2 \cdot I_a$
Locked rotor torque T_a of induction motors	$-0,15 \cdot T_a$
Pull-out torque T_k of induction motors	$-0,1 \cdot T_k$, provided that $T_k > 1,6 T_{rated}$
Variation of speed of DC shunt- and compound-wound motors from no-load to full load	$\pm 0,2$ · guaranteed value, min. $\pm 0,02 \cdot n_{rated}$
Moment of inertia J_m	$\pm 0,1 \cdot J_m$

Tabel 5. Standaardtoleranties voor bedrijfstgrootheden van elektrische machines volgens IEC 34-1.

7. Standaardvermogens

Vermits asynchrone kooianker motoren veruit de meest gebruikte motoren zijn, heeft men de afmetingen en de vermogens van deze motoren internationaal gestandaardiseerd in IEC-72. In dit document zijn een aantal reeksen van standaardvermogens vermeld en tevens standaardwaarden voor de in- en aanbouwmaten, ashoogten, en dergelijke voor kooianker motoren. Het document bevat echter geen standaardwaarden voor de elektrische parameters. Daarom kunnen de parameters van de motoren van hetzelfde type maar van verschillende fabrikanten aanzienlijk verschillen. Vooral bij

toerentalgeregelde aandrijvingen is dit belangrijk omdat de instelling van de regeling afhankelijk is van de machineparameters.

Nagenoeg alle Europese fabrikanten van kooiankermotoren houden zich aan de maten die zijn vastgelegd in IEC 72. In de USA richt men zich echter in de vermogens en de maatvoering nog steeds naar de oude „NEMA standards”. Daarom en ook omdat de frequentie en de nominale spanningen in de USA aanzienlijk verschillen zijn elektrische machines van Europese en Amerikaanse makelij onderling niet uitwisselbaar.

8. Literatuur

1. D. Hamels, *Elektrische aandrijftechniek*, Stenfert Kroese, 1992, ISBN 90-207-2166-6.
2. Diverse IEC-, CENELEC-, EN- en NEN-publikaties.