

# Technische uitleg

## DC magneten

1

Productgroep

**G XX**

### Inhoudsopgave

<b>1. Gelijkstroommagneettypen</b> .....	<b>3</b>	2.2.3	Slageindpositie .....	7
<b>1.1</b> Lineaire magneten .....	3	<b>2.3</b>	Magneetkracht- slagkarakteristiek, Koppel- draaihoekkarakteristiek.....	7
1.1.1 Ontwerp .....	3	<b>2.4</b>	Aanpassing van de magneetkracht-slagkarakteristiek aan specifieke slagen (slagaanpassing).....	8
1.1.2 Bewegingstypen .....	3	<b>2.5</b>	Slagarbeid .....	8
1.1.3 Onderdelen .....	4	2.5.1	Slagarbeid .....	8
<b>1.2</b> Roterende magneten, ON/OFF (schakelend.) .....	4	2.5.2	Nominale slagarbeid.....	8
1.2.1 Ontwerpen .....	5	<b>3. Elektrische kenmerken en begrippen</b> .....	<b>8</b>	
1.2.2 Bewegingstypen .....	5	<b>3.1</b>	Nominale spanning.....	8
1.2.3 Onderdelen .....	5	<b>3.2</b>	Spanningswijziging .....	8
<b>1.3</b> Proportionele draaimagneten.....	5	<b>3.3</b>	Nominale stroom .....	8
1.3.1 Ontwerpen .....	5	<b>3.4</b>	Teststroom.....	8
1.3.2 Bewegingstypen .....	5	<b>3.5</b>	Nominaal vermogen .....	8
<b>1.4</b> Houdmagneten .....	5	<b>4. Tijdsbegrippen en bedrijfsmodi</b> .....	<b>9</b>	
1.4.1 Ontwerpen .....	6	<b>4.1</b>	Inschakelduur .....	9
1.4.2 Werkingsprincipe .....	6	<b>4.2</b>	Stroomloze pauze .....	9
1.4.3 Onderdelen .....	6	<b>4.3</b>	Cyclustijd .....	9
<b>1.5</b> Beschrijving van de onderdelen .....	6	<b>4.4</b>	Cyclusverloop.....	9
1.5.1 Veldwikkeling .....	6	<b>4.5</b>	Relatieve inschakelduur .....	9
1.5.2 Ankers.....	6	<b>4.6</b>	Werkcyclus .....	9
1.5.3 Functionele onderdelen .....	6	<b>4.7</b>	Schakelfrequentie.....	9
1.5.4 Magneetlichamen .....	6	<b>4.8</b>	Bedrijfsmodi.....	9
1.5.5 Permanent magneten .....	6	4.8.1	Continubedrijf .....	9
<b>2. Mechanische kenmerken</b> .....	<b>6</b>	4.8.2	Intermitterend bedrijf .....	9
<b>2.1</b> Kracht, koppel.....	6	4.8.3	Kortstondig bedrijf .....	9
2.1.1 Magneetkracht.....	6	<b>5. Keuze van de magneten voor de diverse nominale bedrijfsmodi</b> .....	<b>9</b>	
2.1.2 Slagkracht.....	7	<b>5.1</b>	Continubedrijf .....	9
2.1.3 Houdkracht .....	7	<b>5.2</b>	Intermitterend bedrijf .....	9
2.1.4 Resthoudkracht.....	7	<b>5.3</b>	Kortstondig bedrijf .....	10
2.1.5 Terugstelkracht, resp. terugstelkoppel.....	7			
<b>2.2</b> Slag, draaihoek .....	7			
2.2.1 Magneetslag / draaihoek.....	7			
2.2.2 Slagstartpositie .....	7			

<b>6. Aantrek- en afvaltijden, mogelijkheden voor beïnvloeding van de aantrektijd.....</b>	<b>10</b>	<b>9.3</b>	Omgevingslucht.....	14	
<b>6.1</b>	Aantrek- en afvaltijden.....	10	<b>9.4</b>	Relatieve vochtigheid.....	14
<b>6.1.1</b>	Aantrektijd .....	10	<b>9.5</b>	Installatierichtlijnen en veiligheidsaanwijzingen .....	14
<b>6.1.1.1</b>	Responsvertraging .....	10	<b>9.6</b>	Afwijkende bedrijfscondities.....	14
<b>6.1.1.2</b>	Slagtijd .....	10	<b>10. Levensduur .....</b>	<b>14</b>	
<b>6.1.2</b>	Afaltijd.....	10	<b>11. Elektrische aansluiting van DC magneten .....</b>	<b>14</b>	
<b>6.1.2.1</b>	Responsvertraging .....	10	<b>11.1</b>	Gelijkspanningsaansluiting .....	14
<b>6.1.2.2</b>	Retourtijd.....	10	<b>11.2</b>	Wisselspanningsaansluiting.....	14
<b>6.1.3</b>	Aantrek- en afvaltijden.....	10	<b>11.3</b>	Elektrische aansluiting van gelijkstroommagneten via een elektronisch stuurapparaat.....	15
<b>6.2</b>	Mogelijkheden voor beïnvloeding van de aantrektijd. 10		<b>11.3.1</b>	Maximaliseren van de aantrekkraft .....	15
<b>6.2.1</b>	Snelle bekrachtiging .....	10	<b>11.3.2</b>	Optimaliseren van de energie-efficiëntie en reductie van de warmteontwikkeling.....	15
<b>6.2.2</b>	Overbekrachtiging .....	10	<b>12. Aanwijzing voor het elimineren van uitschakeloverspanning en vonkdoving.....</b>	<b>16</b>	
<b>6.2.2.1</b>	Voorschakelweerstand m. overbruggingsschakelaar 10		<b>12.1</b>	Elimineren van uitschakeloverspanningen.....	16
<b>6.2.2.2</b>	Voorschakelweerstand met condensator .....	11	<b>12.1.1</b>	Demping met varistoren.....	16
<b>6.2.2.3</b>	Aansturing via elektronisch stuurapparaat .....	11	<b>12.1.2</b>	Demping met netgelijkrichters.....	16
<b>7. Temperaturen, thermische klassen van isolatiematerialen en koelingstypen .....</b>	<b>11</b>	<b>12.1.3</b>	Demping met dioden.....	16	
<b>7.1</b>	Temperatuurbegrippen .....	11	<b>12.2</b>	Vonkdoving.....	16
<b>7.1.1</b>	Omgevingstemperatuur .....	11	<b>13. Elektromagnetische tijdconstante (<math>\tau</math>) en inductanties .....</b>	<b>16</b>	
<b>7.1.2</b>	Stabiele bedrijfstemperatuur .....	11	<b>14. Bestelgegevens voor gelijkstroommagneten .....</b>	<b>16</b>	
<b>7.1.3</b>	Referentietemperatuur .....	12	<b>15. Installatie richtlijnen voor gelijkstroommagneten.....</b>	<b>17</b>	
<b>7.1.4</b>	Grenstemperatuur .....	12	<b>15.1</b>	Algemeen .....	17
<b>7.1.5</b>	Overtemperatuur .....	12	<b>15.2</b>	Installatiepositie .....	17
<b>7.1.6</b>	Stabiele overtemperatuur .....	12	<b>15.3</b>	Installatie.....	17
<b>7.1.7</b>	Begrenzing temperatuurstijging .....	12	<b>15.4</b>	Eerste gebruik.....	17
<b>7.1.8</b>	Hot spot verschil.....	12	<b>15.5</b>	Externe tegenkrachten.....	17
<b>7.1.9</b>	Normale bedrijfstemperatuur .....	12	<b>15.6</b>	Elektrische afzekering.....	17
<b>7.2</b>	Thermische klassen .....	12	<b>15.7</b>	Spanningsval en kabeldoorsnede.....	17
<b>7.3</b>	Koelingstypen.....	12	<b>15.8</b>	Aanraakbescherming.....	17
<b>7.4</b>	Meting van de wikkelingtemperatuur door weerstandsmeting .....	12	<b>15.9</b>	Onderhoud.....	17
<b>7.5</b>	Beschermingsklassen .....	13	<b>15.10</b>	Demontage en verwijdering .....	17
<b>7.5.1</b>	Beschermingsklasse I – Aardleidingsstelsel .....	13	<b>16. Veiligheid .....</b>	<b>18</b>	
<b>7.5.2</b>	Beschermingsklasse II – Versterkte isolatie .....	13	<b>16.1</b>	Veiligheidsinstructies .....	18
<b>7.5.3</b>	Beschermingsklasse III – Veilige stuurspanning .....	13	<b>16.2</b>	Aanwijzing voor functionele veiligheid .....	18
<b>8. Testen van doorslagvastheid.....</b>	<b>14</b>	<b>17. Beschermingsklassen van de apparaten .....</b>	<b>18</b>		
<b>8.1</b>	Type en hoogte van testspanning .....	14	<b>17.1</b>	Aanduiding van beschermingsgraden.....	18
<b>8.2</b>	Uitvoering van de spanningstest .....	14	<b>17.2</b>	Beschermingsgraden.....	19
<b>8.3</b>	Herhaalde spanningstest.....	14	<b>17.3</b>	Magneten voor toepassing onder speciale omstandigheden .....	20
<b>9. Nominale bedrijfsomstandigheden .....</b>	<b>14</b>	<b>18. Voorschriften, normen en bepalingen .....</b>	<b>20</b>		
<b>9.1</b>	Omgevingstemperatuur .....	14			
<b>9.2</b>	Hoogte boven zeeniveau.....	14			

## 1. Gelijkstroommagneettypen

Afhankelijk van het bewegingstype worden elektromagneten voor gelijkstroom binnen het MSM-programma onderscheiden in

- Lineaire magneten



Afb. 1: Lineaire magneten

- Draaimagneten



Afb. 2: Draaimagneten

Lineaire en draaimagneten zijn stuurmagneten waar de respectievelijk lineaire en roterende beweging tot stand komt door het effect van het magnetisch veld dat wordt opgewekt door de spoelbekrachtiging.

- Houdmagneten



Afb. 3: Houdmagneten

Houdmagneten creëren een magnetisch veld voor het vasthouden van ferromagnetische objecten.

## 1.1 Lineaire magneten

De DC lineaire magneten uit het MSM-programma zijn plunjer-magneten. De werkluchtspleet bevindt zich tussen de kern en het anker in de magneetspoel. Het anker wordt in de veldwikkeling getrokken.

Door de speciale vorm van anker en kern bij de luchtspleet, wordt de magnetische energie gebruikt voor de slagarbeid.

### 1.1.1 Ontwerp

Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee ontwerpen:

- a) Het magneetlichaam omsluit de magneetspoel rondom; gesloten constructie (afb. 4).



Afb. 4: gesloten stuurmagneet

- b) Het magneetlichaam omsluit de magneetspoel slechts gedeeltelijk; open constructie (afb. 5).



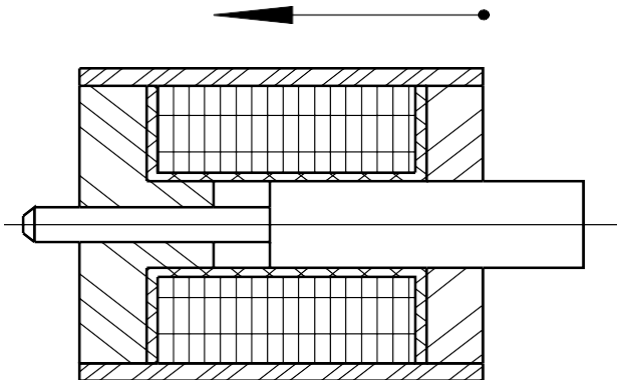
Afb. 5: Enkelwerkende magneet in open ontwerp.

Waar de gesloten constructie a) altijd wordt toegepast wanneer de hoogste technische eisen worden gesteld aan slagarbeid, beschermingsgraad en levensduur, is de open constructie b) voldoende voor minder veeleisende toepassingen.

### 1.1.2 Bewegingstypen

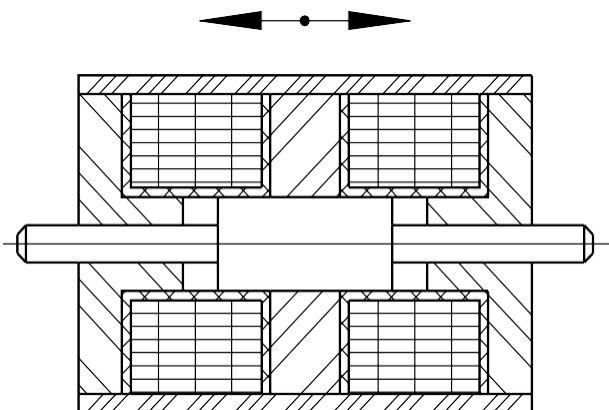
Afhankelijk van het ontwerp wordt onderscheid gemaakt tussen enkelwerkende, dubbelwerkende en omkeermagneten:

- a) **Enkelwerkende magneten** (afb. 6) zijn magneten waar de beweging van de start- naar de eindpositie gerealiseerd wordt door een elektromagnetische kracht. Om terug te keren naar de startpositie is een externe kracht vereist van bijvoorbeeld een veer of massa.



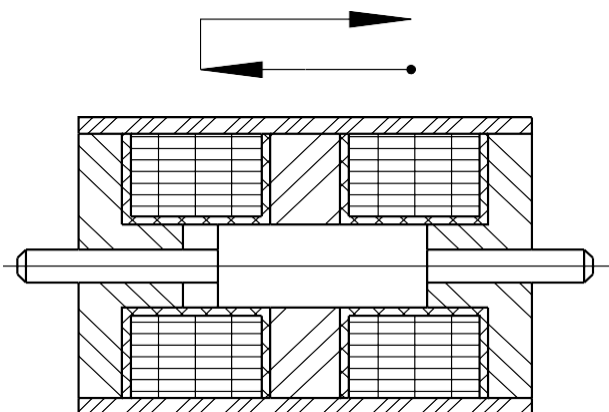
Afb. 6: Principe van een enkelwerkende magneet

- b) **Dubbelwerkende magneten** (met nulpositie) (afb. 7) zijn magneten die – na het bekrachten van de betreffende spoel – een beweging maken vanuit de nulpositie naar één van de tegenovergestelde richtingen. Terugkeren in de nulpositie gebeurt door uitschakeling mbv een externe herstelkracht. De nulpositie is dus de startpositie voor beide richtingen.



Afb. 7: Principe dubbelwerkende magneet

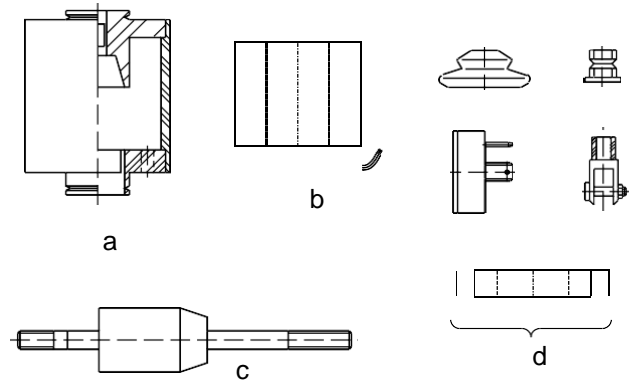
- c) **Omkeermagnetten** (zonder nulpositie) (afb. 8) zijn magneten, waarvan de beweging na bekrachting van de relevante spoel vanuit de ene eindpositie naar de andere plaatsvindt of omgekeerd.



Afb. 8: Principe omkeermagneet

### 1.1.3 Onderdelen

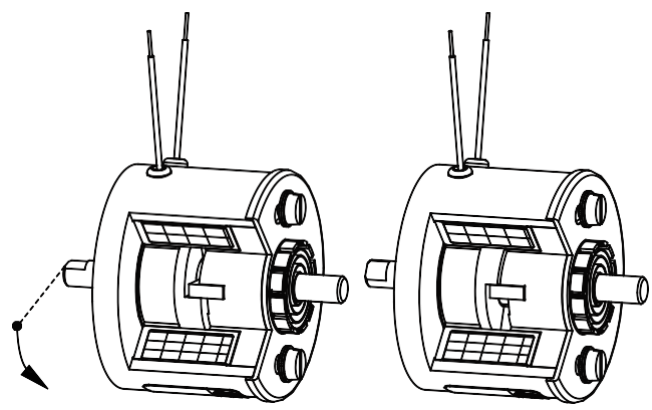
De belangrijkste onderdelen van de MSM DC stuurmagnetten zijn:



Afb. 9: Hoofdonderdelen van een lineaire magneet

- a) Magneetlichaam
- b) Magneetspoel
- c) Anker
- d) Functionele onderdelen

### 1.2 Draaimagnetten, ON/OFF (schakelend)



Afb. 10: Doorsnede schakelende draaimagneet

Bij de DC draaimagnetten uit het MSM programma wordt een axiale beweging van het anker voorkomen door een geschikte lagering. De speciale geometrie van het anker en de kern verdeelt de lineaire kracht in een radiale en een axiale component.

De radiale kracht zet de as in beweging en is te gebruiken als koppel.

Door het ontwerp wordt de axiale krachtcomponent niet gebruikt. Dit betekent dat slechts een deel van de magnetische energie wordt omgezet in lineaire arbeid of in dit geval: roterende arbeid.

Voor toepassingen waar een efficiënter gebruik van de magnetische kracht is vereist, kan gebruik worden gemaakt van proportionele draaimagnetten type G DR. Zij werken conform een effectiever maar wel complexer principe.

### 1.2.1 Ontwerpen



Afb. 11: Draaimagneet type G DA

Draaimagneet type G DC

ON/OFF draaimagneten (schakelende versies) zijn beschikbaar in een ronde en vierkante uitvoering. Waar het ronde type (type G DA) de meeste gebruikelijke is en hiermee de voorkeur heeft, zijn met de vierkante variant hogere koppels te realiseren. Dit als gevolg van sterkere magnetische circuit (type G DC).

### 1.2.2 Bewegingstypen

Bij schakelende draaimagneten is de enkelwerkende variant de meest gebruikte.

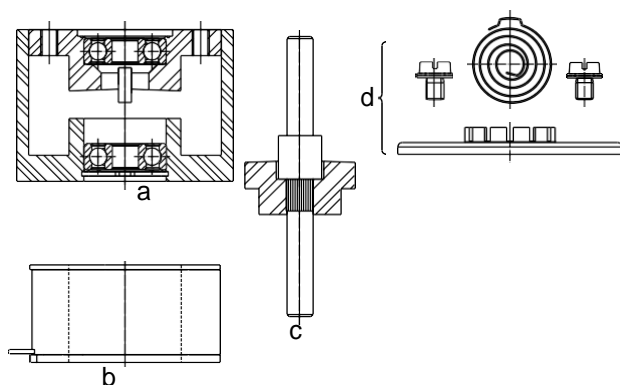
Wanneer een reset is vereist, dan zal een retourveer in een geschikte veerkooi worden toegepast.

In analogie met de lineaire magneten, is het ook mogelijk een versie samen te stellen die bestaat uit een roterende omkeermagneet met twee samenwerkende draaimagneten die zich in tegengestelde richting bewegen.

Eventueel kunt u proberen de proportionele draaimagneten van het type G DR toe te passen. Het omdraaien van de draairichting is mogelijk door de polariteit van de elektrische aansluiting om te draaien.

### 1.2.3 Onderdelen

De belangrijkste onderdelen van de MSM DC draaimagneten zijn: (afb. 12)



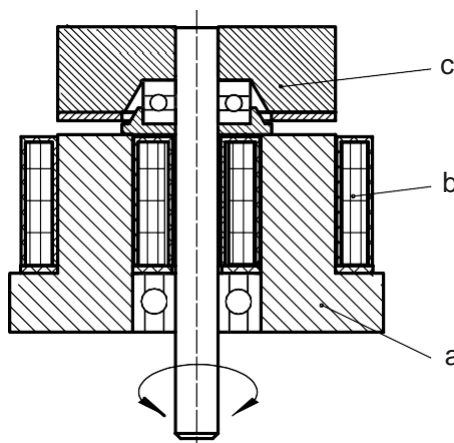
Afb. 12: Hoofdc componenten van draaimagneet

- a) Magneetlichaam met kogellagering
- b) Magneetspoel
- c) Anker
- d) Functionele onderdelen (retourveer en veerkooi)

### 1.3 Proportionele draaimagneten

Proportionele draaimagneten hebben een elektrodynamisch werkingsprincipe. Vóór het poolvlak van de magneet is een draaibaar en axiaal gefixeerde permanent magneetschijf aangebracht die met een gelijkblijvende luchtspleet is gelagerd. Het koppel is afhankelijk van de spoelstroom en praktisch constant over de hele draaihoek. De polariteit schakelen betekent de draairichting omkeren.

De belangrijkste onderdelen van MSM proportionele magneten zijn: (afb. 13)



Afb. 13: Principe van de proportionele draaimagneet G DR

- a) Magneetlichaam
- b) Veldwikkeling met kogellagering
- c) Anker met permanente magneetschijf

### 1.3.1 Ontwerpen



Afb. 14: Proportionele draaimagneet type G DR

Proportionele draaimagneten zijn uitsluitend in een ronde uitvoering beschikbaar. Bij de speciale oplossingen is het ontwerp van de behuizing af te stemmen op de applicatie.

### 1.3.2 Bewegingstypen

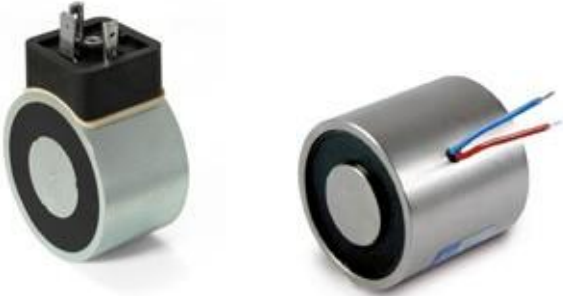
De draairichting wordt bij proportionele draaimagneten bepaald door de polariteit van de elektrische aansluiting. Wanneer een wijziging van de draairichting door ompolen niet mogelijk is, of ongewenst, dan is omkering, net als bij de schakelende draaimagneten, mogelijk door een externe kracht of een veer.

### 1.4 Houdmagneten

Houdmagneten zijn gelijkstroommagneten die doorgaans geen of slechts een geringe slag maken. Door de dubbele luchtspleet neemt bij houdmagneten de magneetkracht met een toenemende afstand

van het poolvlak tot het contradeel zeer snel af. De houdkracht werkt op alle ferromagnetische materialen. Ideaal is een contradeel dat bestaat uit een anker met een cardanische ophanging, omdat deze de richtings- en uitlijnfouten compenseert.

#### 1.4.1 Ontwerpen



Afb. 15: Houdmagneet

Permanent houdmagneet

Houdmagneten zijn standaard rond uitgevoerd. Afwijkende constructies zijn mogelijk als speciale uitvoeringen.

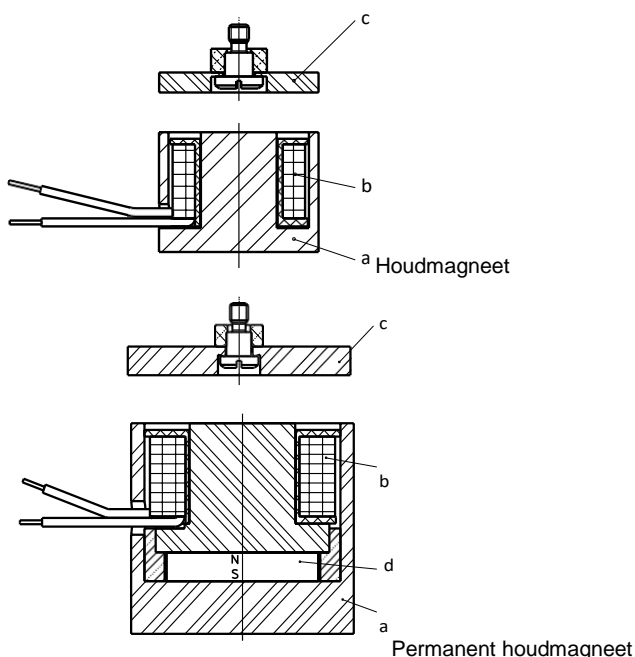
#### 1.4.2 Werkingsprincipe

Houdmagneten zijn er met en zonder permanent magneten.

- De **houdmagneet** bouwt de houdkracht op indien voedingsspanning aanwezig is. Wordt de voedingsspanning onderbroken, dan bouwt het magneetveld af en houdt de houdkracht op te bestaan.
- De **permanent houdmagneet** is voorzien van een permanent magneet en een spoel. De door de permanent magneet opgewekte houdkracht werkt continu. Wordt de spoel met de juiste polariteit bekrachtigd, dan neutraliseert het magneetveld van de spoel het magneetveld van de permanent magneet waardoor de houdkracht afneemt tot een minimum. Bij bekrachtiging met omgekeerde polariteit wordt het magneetveld van de permanent magneet versterkt en neemt de houdkracht toe.

#### 1.4.3 Onderdelen

De belangrijkste onderdelen van de MSM houdmagneet / permanent magneet zijn: (afb. 16)



Afb. 16: Onderdelen houdmagneet / permanent houdmagneet

- Magneetlichaam
- Magneetspoel
- Anker
- Permanent magneet

#### 1.5 Beschrijving van de onderdelen

**1.5.1** Het **magneetlichaam** bestaat mogelijk uit diverse losse onderdelen en is gemaakt van magnetisch geleidende materialen. Het magneetlichaam heeft afhankelijk van het apparaat en de uitvoering verschillende taken:

- Geleiding van het magneetveld binnen het magnetisch circuit.
- Mechanische behuizing voor de spoel.
- Mechanische constructie voor het opnemen van lageringen en functionele onderdelen.

**1.5.2** De **wikkeling** is een spoel van koperdraad met een lakisolatie. Hij gebruikt elektrische energie voor het opwekken van het magnetisch veld.

De kwaliteit van de toegepaste isolatiematerialen en de thermische klasse hiervan, is medebepalend voor het prestatievermogen van de elektromagneet.

**1.5.3** Het **anker** is het onderdeel dat zich door het magnetisch veld beweegt in de magneetspoel óf hierin of hierdoor wordt vast-gehouden. Over het algemeen wordt hij in onderhoudsvrije lagers met een geringe speling geleid.

**1.5.4** **Functionele onderdelen** zijn onderdelen, die niet direct noodzakelijk zijn voor het opwekken van de magneetkracht, maar desondanks aanwezig moeten zijn voor de praktische werking van de magneet. Hiertoe behoren bijv. voor het mechanisch gebruik van de magneetkracht: Slagbegrenzings, aanslagen, druk- en trekstangen, vorkdraaipunten, etc. En voor de elektrische aansluiting van de veldwikkeling: kabelaansluitingen, klemmenkasten, stekkerinrichtingen, enz.

**1.5.5** **Permanent magneten** zijn gemaakt van materialen die hun magneetveld na een eenmalige magnetisering continu (permanent) behouden.

Wanneer permanent magneten in een magnetisch circuit van een gelijkstroommagneet worden geïntegreerd, dan ontstaat een gepolariseerd systeem. In dit geval moet worden gelet op de juiste polariteit van de voedingsspanning.

#### 2. Mechanische kenmerken

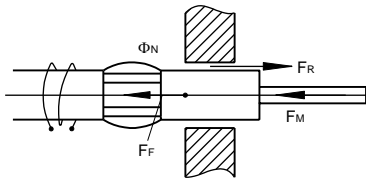
De in de databladen en bij de technische uitleg gebruikte formule-symbolen en SI-eenheden komen overeen met DIN 1304-1.

#### 2.1 Kracht, koppel

**2.1.1** De **magneetkracht FM** is de bruikbare mechanische kracht – dus verminderd met de wrijving – in de lineaire magneet die in de slagrichting wordt geleverd bij een horizontale ankerpositie. Analoog hieraan geldt voor draaimagneten het **koppel Md** als bruikbare parameter.

**Deze kracht geldt bij normale bedrijfsomstandigheden voor de magneetspoel en tot 90% van de nominale spanning.**

**Bij gebruik van de nominale waarde van de nominale spanning nemen de waarden in de lijst met ca. 20% toe.**



$$F_M = F_F - F_R$$

Afb. 17: Magneetkracht

$F_N$  = Nuttige flux

$F_R$  = Wrijvingskracht

$F_M$  = Magneetkracht

$F_F$  = kracht die het magnetisch veld uitoefent op het anker

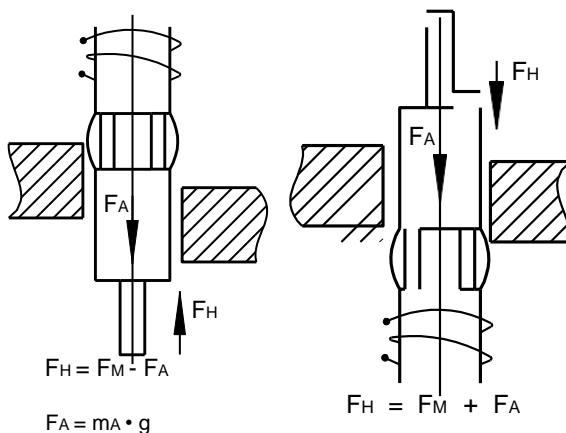
De bepaling van de stabiele bedrijfstemperatuur wordt gedaan bij de meest ongunstige, tijdens praktisch gebruik optredende omstandigheden. Wanneer de magneten in de praktijk op een ondergrond met een goede warmtegeleiding zijn gemonteerd (bijv. machinebedden, frames of plaatwerk), dan kan de magneetkracht worden verhoogd. Vooral door het bekrachtigingsvermogen van de wikkeling aan te passen aan de betreffende bedrijfsomstandigheden. Een verdere verhoging van de magneetkracht is mogelijk wanneer de omgevingstemperatuur continu onder de bovenste omgevingstemperatuur  $\vartheta_{14}$  van +35 °C ligt. Omgekeerd moet het elektrisch bekrachtigingsvermogen worden verlaagd wanneer de omgevingstemperatuur continu boven +35° C ligt; dit reduceert tevens de magneetkracht.

Een optimale afstemming van de magneet op de omgevingsomstandigheden is mogelijk door een aangepast ontwerp van de wikkeling. Deze is als speciale uitvoering op aanvraag mogelijk. Hiervoor kunt u eventueel onze checklist magneettechniek invullen.

Onze technische afdeling ondersteunt u hierbij graag.

**2.1.2** De **slagkracht**  $F_H$  (afb. 18 en afb. 19) is de magnetische kracht die naar buiten werkt met inachtneming van de bijbehorende componenten van het ankergewicht  $F_A$ .

Bij draaimagneten is dit begrip niet relevant, omdat inbouwpositie en ankergewicht geen invloed hebben op het koppel.

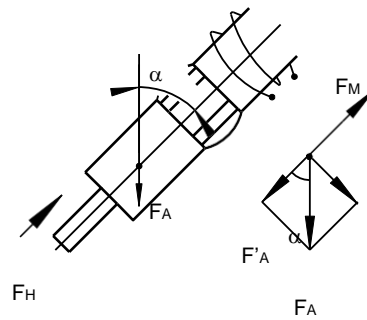


Afb. 18: Slagkracht van onder naar boven trekkend of duwend

$F_A$  = gewichtskracht van het anker

$m_A$  = ankermassa

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$



$$F_H = F_M - F'_A$$

Afb. 19: Slagkracht van onder naar boven schuin trekkend of drukkend

$$F'_A = F_A \cdot \cos \alpha$$

$F_M$  = magneetkracht

$F$  = slagkracht

**2.1.3** De **houdkracht** is de magneetkracht in de eindpositie, dus bij slag 0. Bij draaimagneten is het houdkoppel het koppel in de eindpositie (maximale draaihoek).

**2.1.4** De **resthoudkracht** is de na het uitschakelen van de stroom overgebleven houdkracht. Draaimagneten hebben door de constructie in de eindpositie een restluchtspleet die een resthoudkoppel verhindert.

**2.1.5** **Terugstelkracht**, resp. **terugstelkoppel** zijn grootheden die na een uitschakeling zorgen voor terugkeer van het anker naar de uitgangspositie.

## 22 Slag, draaihoek

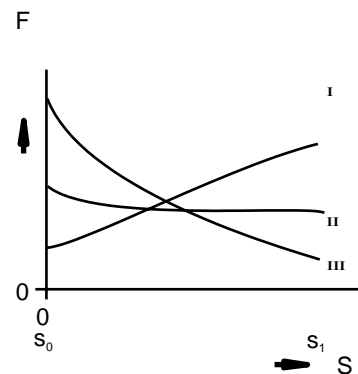
**2.2.1** De **magneetslag s / draaihoek** is de door het anker tussen startpositie en eindpositie afgelegde weg/hoek.

**2.2.2** De **slagstartpositie s** is de uitgangspositie van het anker voor de start van de slagbeweging, resp. na beëindiging van terugstelling.

**2.2.3** De **slageindpositie s<sub>0</sub>** (zie ook abscissennulpunt in afb. 20) is de in het apparaat constructief vastgelegde positie van het anker, die het inneemt door de elektromagnetische kracht.

## 23 Magneetkracht-slagkarakteristiek, koppel-draaihoekkarakteristiek

Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende soorten karakteristieken. (afb. 20):



Afb. 20: Vormen van de magneetkracht-slagkarakteristiek

I. Dalende karakteristiek

II. Horizontale karakteristiek

III. Stijgende karakteristiek

De **magneetkracht-slag-karakteristieken** van MSM-gelijkstroommagneten zijn door een passende opzet van het magneetsysteem te regelen.

De meest gebruikelijke zijn:

De **stijgende karakteristiek** is zeer geschikt voor veer-tegenkrachten.

De **horizontale karakteristiek** is zeer geschikt voor constante tegenkrachten.

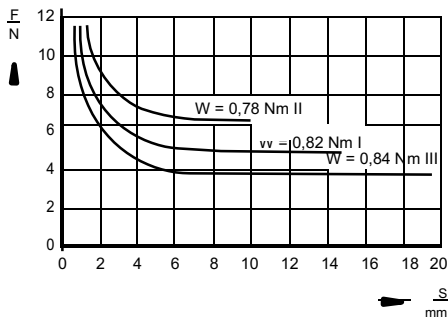
De **dalende karakteristiek** is voor lineaire gelijkstroommagneten niet erg gebruikelijk. Deze wordt toegepast waar tegen hoge wrijvingskrachten moet worden gewerkt.

Wijzigingen van de in de databladeren weergegeven karakteristieken zijn op aanvraag leverbaar als speciale uitvoering.

Bij draaimagneten komt de kracht  $F$  overeen met het koppel  $M_d$  en de slag  $s$  met de draaihoek.

#### 24 Aanpassing van de magneetkracht-slagkarakteristiek aan specifieke slagen (slagaanpassing)

Door een speciale aanpassing van de actieve magneetonderdelen die de magneetkracht-slagkarakteristiek regelen, zijn de magneetslagen zonder wezenlijke veranderingen van de slagarbeid binnen relatief brede grenzen aan te passen (verkort of verlengd). Dit betekent bij een slagverkortening een verhoging van de magneetkracht, bij slagverlenging een verlaging van de magneetkracht. (Voorbeelden zie afb. 21).

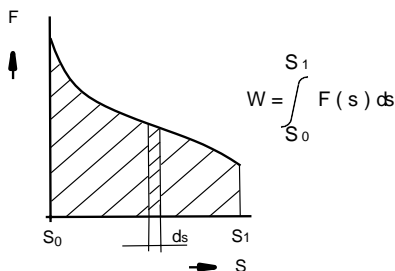


Afb. 21: Magneetkracht-slagkarakteristiek bij slagaanpassing

- I Standaard uitvoering
- II Slagverkortening
- III Slag verlenging

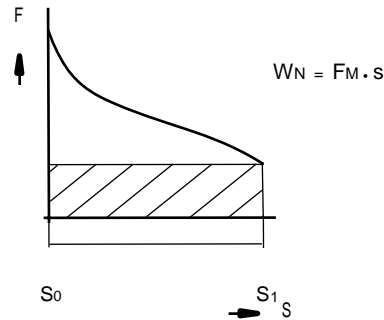
#### 2.5 Slagarbeid

2.5.1 De **slagarbeid  $W$**  is de integraal van de magneetkracht over de magneetslag (afb. 22).



Afb. 22: Slagarbeid bij de magneetkracht-slagkarakteristiek

2.5.2 De **nominale slagarbeid  $W_n$** , uit de databladeren, wordt berekend als product van magneetkracht  $F_N$ , in de slagstartpositie  $S_1$  en de magneetslag  $s$  (afb. 23).



Afb. 23: Berekende slagarbeid in de magneetkracht-slagkarakteristiek

### 3. Elektrische kenmerken en begrippen

Spanning- en stroomwaarden zijn, voor zover niet anders aangegeven, rekenkundig gemiddelde waarden met gelijkstroom.

3.1 De **nominale spanning  $U_N$**  is de spanning, waarvoor een spanningstoestel is ontworpen en waardoor het wordt gekenmerkt.

De opgegeven waarden in de databladeren zijn gebaseerd op een nominale spanning van 24 V; tenzij anders aangegeven.

Bij andere nominale spanningen kunnen afwijkingen van de opgegeven magneetkrachten, zowel naar boven (meestal bij > 24 V) als naar onder (meestal < 24 V), ontstaan. Dit als gevolg van de verschillende isolatiedelen in de veldspool.

3.2 De **continu toegestane spanningsverandering** bij gelijkstroommagneten is  $\pm 10\%$  van de nominale spanning.

De nominale stroom  $I_B$ , is de stroom die ontstaat die bij nominale spanning en een temperatuur van +20 °C van de veldwikkeling. Deze is te bepalen door het op de databladeren opgegeven nominale vermogen te delen door de nominale spanning.

3.3 De **teststroom  $I_{PR}$**  is de stroom waarop de op de databladeren genoemde magneetkrachten zijn gebaseerd. Deze is als volgt te berekenen:

$$I_{PR} = \frac{0,9 U_N}{R_W}$$

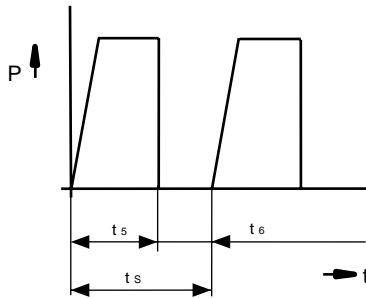
Waarbij  $R_W$  de weerstand van de veldwikkeling bij bedrijfstemperatuur betreft.

3.5 Het **nominale vermogen  $P_N$** , dat in de databladeren is opgegeven, is gebaseerd op de nominale spanning en de nominale stroom. Omdat de nominale stroom is gebaseerd op een temperatuur van +20 °C, wordt het nominale vermogen bij MSM  $P_{20}$  genoemd. Dit gebaseerd op een nominale spanning van 24 V; tenzij anders aangegeven.



#### 4. Tijdsbegrippen en bedrijfsmodi

- 4.1 De **inschakelduur**  $t_s$  is de tijd dat de magneet over voedingsspanning beschikt.



Afb. 24: Tijdsbegrippen bij bedrijfsmodus

$t_s$  = inschakelduur

$t_6$  = stroomloze pauze

$t_s$  = cyclustijd

P = vermogen

t = tijd

- 4.2 De **stroomloze pauze**  $t_6$  is de tijd die tussen het uitschakelen en het weer inschakelen van de spanning ligt.
- 4.3 De **cyclustijd**  $t_s$  is de som van inschakelduur en stroomloze pauze.
- 4.4 Het **cyclusverloop** is een eenmalige of periodiek terugkerende aaneenschakeling van cyclustijden met dezelfde of verschillende grootten.
- 4.5 De **relatieve inschakelduur ID (%)**, is de procentuele verhouding van inschakelduur t.o.v. cyclustijd.

$$\% ED = \frac{\text{inschakelduur}}{\text{cyclustijd}} \cdot 100$$

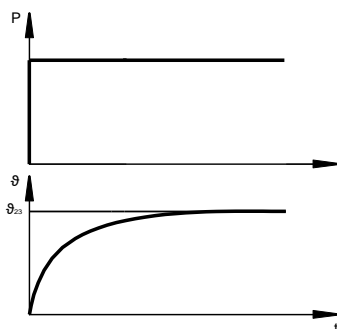
- 4.6 Een **arbeidscyclus** omvat een volledig in- en uitschakelproces.
- 4.7 De **schakelfrequentie** is het aantal gelijkmatig over één uur verdeelde arbeidscycli.

#### 4.8 Bedrijfsmodi

De bedrijfsmodi waarvoor de gelijkstroommagneten zijn te ontwerpen zijn:

##### 4.8.1 Continu bedrijf (S 1)

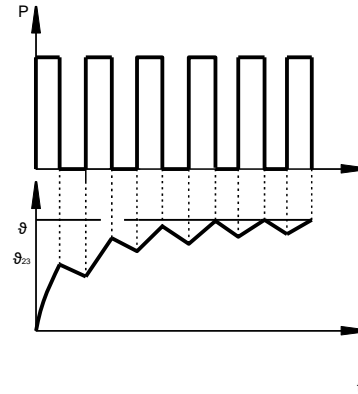
De inschakelduur is zo lang dat de stabiele bedrijfstemperatuur praktisch wordt bereikt. (afb. 25)



Afb. 25: Temperatuurkromme continu bedrijf

##### 4.8.2 Intermitterend bedrijf (S 3)

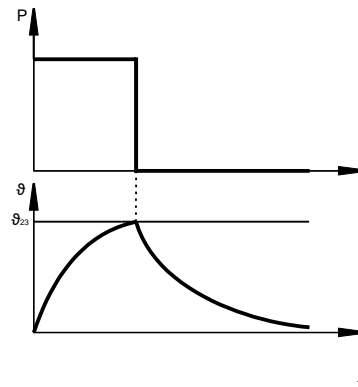
Inschakelduur en stroomloze pauze wisselen elkaar af in een regelmatig of onregelmatig tempo, waarbij de pauzes dermate kort zijn, dat de magneet niet afkoelt naar de eigen referentietemperatuur. (afb. 26).



Afb. 26: Temperatuurcurve intermitterend bedrijf

##### 4.8.3 Kortstondig bedrijf (S 2)

De inschakelduur is zo kort dat geen stabiele bedrijfstemperatuur wordt bereikt. De stroomloze pauze is zo lang dat het apparaat praktisch afkoelt tot de referentietemperatuur. (afb. 27)



Afb. 27: Temperatuurcurve kortstondig bedrijf

#### 5. Selectie van de magneten voor de verschillende nominale bedrijfsmodi

- 5.1 Voor **duurbedrijf (S 1)** kan alleen een magneet worden gekozen, waarvan de magneetspoel is ontworpen voor permanente inschakeling = 100% E D. Zorg dat de magneet bij inschakeling gedurende een langere periode regelmatig wordt geschakeld, om het vastzitten van de functionele onderdelen door omgevingsinvloeden (bijv. vuil en vocht) te voorkomen.
- 5.2 Voor **intermitterend bedrijf (S 3)** zijn aanzienlijk hogere vermogens en dus magneetkrachten te installeren dan bij duurbedrijf.

Maatgevend voor het toegestane geïnstalleerd vermogen zijn de relatieve inschakelduur, de cyclusduur en de thermische tijdsconstante van de magneet. De in de databladen opgegeven kracht-, vermogens-, slagarbeids- en tijdwaarden zijn gebaseerd op een **cyclusduur van 5 minuten (300 sec.)** Voor deze cyclusduur gelden de volgende toegestane maximale waarden voor de inschakelduur:

Relatieve inschakelduur (% ED)	5	15	25	40
Toegestane maximale inschakelduur (sec.)	15	45	75	120

Afb. 28: Inschakelduur

Indien de toegestane maximale inschakelduur wordt overschreden, dan moet de magneet voor de volgende hogere relatieve inschakelduur worden geselecteerd. Overschrijdt de inschakelduur de 120 s. dan moet hij worden ontworpen voor langdurige inschakeling = 100% ED.

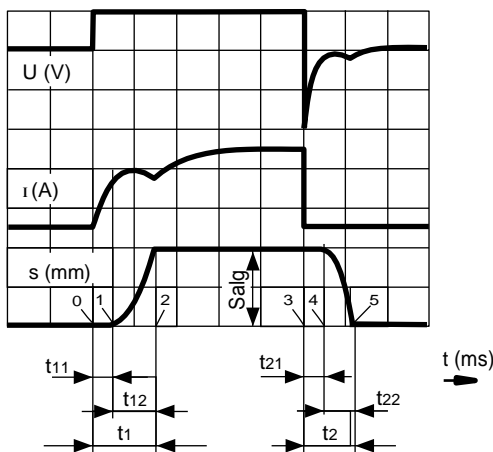
In bijzonder kritische gevallen is het mogelijk het installeerbare elektrisch vermogen, en dus de magneetkracht, voor een bepaalde relatieve inschakelduur optimaal af te stemmen op de betreffende cyclusduur en de opgegeven thermische tijdsconstante van de magneet. In deze gevallen vragen wij u met ons te overleggen.

- 53 Voor **kortstondig bedrijf (S 2)** zijn, net als bij intermitterend bedrijf, aanzienlijk hogere vermogens te installeren en zo grotere magneetkrachten te bereiken. Ook in deze gevallen vragen wij u ons de exacte bedrijfsomstandigheden door te geven en met ons te overleggen. Het kortstondig bedrijf kenmerkt zich door de opgave van de inschakelduur, bijv. 'S2 20 s'.

## 6. Aantrek- en afvaltijden, mogelijkheden voorbeïnvloeding van de aantrektijd

### 6.1 Aantrek- en afvaltijden

Het oscillogram geeft uitleg over de aantrek- en afvaltijden en de bijbehorende componenten (afb. 29).



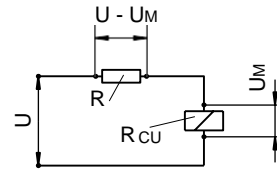
Afb. 29: Oscillogram schakelproces lineaire magneet

- 6.1.1 De **aantrektijd  $t_1$**  is de som van aanspreekvertraging  $t_{11}$  en slagtijd  $t_{12}$  (tijdstep 0 tot en met tijdstep 2).
- 6.1.1.1 De **aanspreektijd  $t_{11}$** , is de tijd vanaf het inschakelen van de stroom (tijdstep 0) tot de start van de ankerbeweging (tijdstep 1). Binnen deze tijd zal het magneetveld zich opbouwen, tot de externe tegenkracht wordt overwonnen en het anker in beweging komt.
- 6.1.1.2 De **slagtijd  $t_{12}$** , is de tijd vanaf de start van de ankerbeweging (tijdstep 1), tot het bereiken van de slagendpositie (tijdstep 2).
- 6.1.2 De **afvaltijd  $t_2$**  is de som van afvalvertraging  $t_{21}$  en retourtijd  $t_{22}$  (tijdstep 3 tot en met tijdstep 5).
- 6.1.2.1 De **afvalvertraging  $t_{22}$** , is de tijd vanaf het inschakelen van de stroom (tijdstep 3) tot de start van de retourbeweging van het anker (tijdstep 4). Binnen deze tijd zal het magneetveld zich afbouwen tot het anker door de externe tegenkracht in beweging kan komen.
- 6.1.2.2 De **retourtijd  $t_{21}$** , is de tijd vanaf de start van de retourbeweging (tijdstep 4) van het anker, tot het bereiken van de slagstartpositie (tijdstep 5).
- 6.1.3 De in de lijst opgegeven aantrek- en afvaltijden, zijn volgens DIN VDE 0580 in normale bedrijfsomstandigheden, bij nominale spanning en bij 70% van de nominale magneetkracht bepaald.

## 6.2 Mogelijkheden voor beïnvloeding van de aantrektijd

### 6.2.1 Snelle bekrachtiging

Door de serieschakeling van een ohmse weerstand en de betreffende verhoging van de netspanning (afb. 30) wordt de elektromagnetische tijdsconstante van het elektrisch circuit gereduceerd en dus de aantrektijd verkort.



Afb. 30: Elektrisch schema snelle bekrachtiging

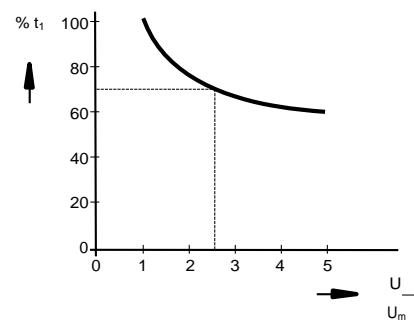
$U$  = voedingsspanning

$U_M$  = spanning bij de magneet

$R$  = voorschakelweerstand

$R_{CU}$  = weerstand van de veldwikkeling

In de grafiek (afb. 31) is de verkorting van de aantrektijd, die met deze maatregel is te bereiken, bij benadering aangegeven.



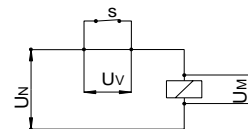
Afb. 31: Verkorting van de aantrektijd in relatie tot de spanningsquotient

### 6.2.2 Overbekrachtiging

Bij de aantrektijdverkorting door overbekrachtiging wordt de spanning gedurende de aantrektijd verhoogd. De vermogenstoename leidt tot een verhoging van de magneetkracht. Afhankelijk van de grootte van de overbekrachtiging, resp. het aantrekvermogen, zijn aanzienlijke aantrektijdverkortingen te bereiken.

De volgende schakelingen zijn te gebruiken:

#### 6.2.2.1 Voorschakelweerstand met overbruggingschakelaar (afb. 32)



Afb. 32: Voorschakelweerstand met overbruggingschakelaar

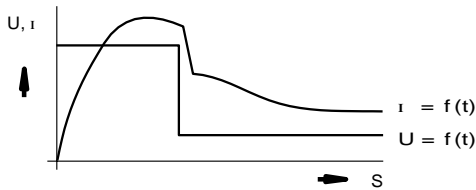
$U_N$  = nominale spanning

$U_M$  = spanning bij de magneet

$U_V$  = spanning bij voorschakelweerstand

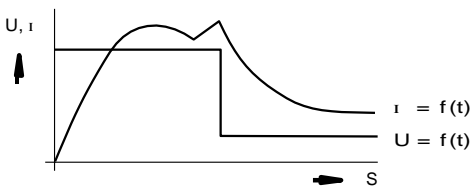
$S$  = schakelaar

Tijdens het aantrekproces wordt de weerstand  $R_v$  door de schakelaar  $S$  overbrugd en ontvangt de magneet de volledige netspanning. Na het bereiken van de slagendpositie, of direct hiervoor, wordt de schakelaar  $S$  geopend en de spanning bij de magneet door de spanningsval over de voorschakelweerstand gereduceerd tot  $U_M$ . De schakelaar  $S$  is door de magneet of een elektronische schakeling met tijdvertraging te bedienen.



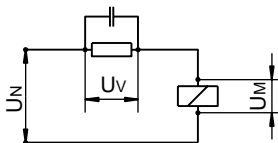
Afb. 33: Schakelaar wordt door magneet bediend

Wanneer de schakelaar wordt bediend door de magneet (afb. 33), dan moet het schakelpunt van de schakelaar zeer nauwkeurig voor de slageindpositie worden ingesteld. Bij het gebruik van een tijdschakeling voor de veiligheid is een positieve overlap van de overbekerchtigingstijd mogelijk (zie afb. 34) waarmee de schakeling aanzienlijk ongevoeliger wordt.



Afb. 34: Schakelaar wordt door vertraagde relaisaansturing bediend

### 6.2.2.2 Voorschakelweerstand met condensator

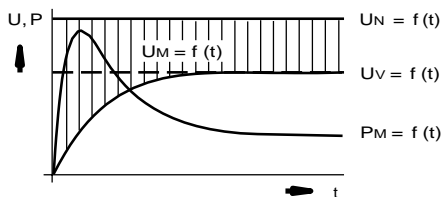


Afb. 35: Schakelschema voorschakelweerstand met condensator

$U_N$  = nominale spanning

$U_M$  = spanning bij de magneet

$U_V$  = spanning bij de voorschakelweerstand



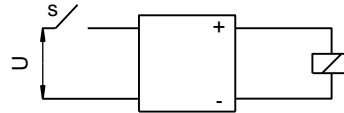
Afb. 36: Verloop van spanning en vermogen bij voorschakelweerstand met condensator

De spanning over de voorschakelweerstand R stijgt langzaam conform de condensatorlaadspanning waardoor de spanning bij de magneet langzaam daalt. Het vermogen in relatie tot de tijd verloopt volgens een e-functie, deze heeft geen sprongfunctie, zoals bij het omschakelen is beschreven. Hierdoor heeft het veldvermogen voor de veldwikkeling eerst een hogere en al tijdens het slagproces een lagere waarde. Desondanks zijn met deze schakeling bij een correct ontwerp van de condensator korte aantrektijden te bereiken.

### 6.2.2.3 Aansturing via elektronisch stuurapparaat

Bij een commando door schakelaar S volgt de aansturing van de magneet met een hoge aantrekspanning. Hierdoor is tijdens de aantrefase een hoog elektrisch vermogen dat een grote magneetkracht veroorzaakt, beschikbaar, en wordt de aantrektijd aanzienlijk verkort. Voor de daarop volgende houdfase schakelt het apparaat na een overbekerchtigingstijd om naar een lagere houdspanning, zodat de magneet niet thermisch wordt overbelast.

Bij gebruik van dit aansturingstype, moeten stuurapparaten en magneet op basis van de bedrijfsomstandigheden op elkaar worden afgestemd. Indien nodig kunt u hiervoor contact met ons opnemen, wij adviseren u graag.



Afb. 37: Schakelschema elektronisch stuurapparaat

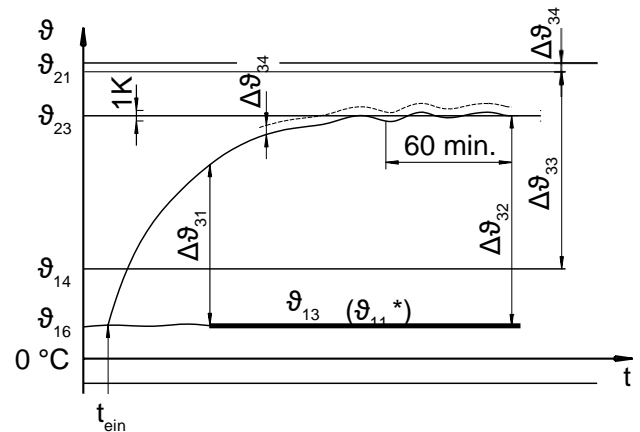
S = schakelaar

U = voedingsspanning

## 7. Temperaturen, thermische klassen van isolatiematerialen en koelingstypen

### 7.1 Temperatuurbegrippen:

Temperaturen worden aangegeven in °C, het temperatuurverschil in K.



Afb. 38: Temperaturen bij elektromagneten

$\vartheta_{13}$  omgevingstemperatuur aan het einde van de meting

$\vartheta_{11}$  referentietemperatuur (rekening houdend met temperatuurinvloeden van media) \*

$\vartheta_{14}$  bovenste omgevingstemperatuur

$\vartheta_{16}$  starttemperatuur bij start van de meting

$\vartheta_{21}$  bovenste grenstemperatuur

$\vartheta_{23}$  stabiele bedrijfstemperatuur

$\Delta\vartheta_{31}$  overtemperatuur

$\Delta\vartheta_{32}$  stabilisatie-temperatuur

$\Delta\vartheta_{33}$  limiet overtemperatuur

$\Delta\vartheta_{34}$  hot spot verschil

$t_{\text{ein}}$  inschakeltijdstip

\* zie paragraaf 7.1.3

**7.1.1** De **omgevingstemperatuur**  $\vartheta_{13}$  (in °C) van een apparaat is de gemiddelde temperatuur op gespecificeerde plekken in de directe omgeving hiervan, aan het einde van de temperatuurmeting.

**7.1.2** De **stabiele bedrijfstemperatuur**  $\vartheta_{23}$  (in °C) van een apparaat of een onderdeel hiervan, is de temperatuur waarbij de toegevoerde en afgevoerde warmte in balans zijn.

**7.1.3** De referentietemperatuur  $\vartheta_{11}$  (in °C) is de stabiele bedrijfs-temperatuur in een stroomloze toestand bij bedoeld gebruik.

De referentietemperatuur wordt in DIN VDE 0580 niet meer gebruikt, omdat ervan wordt uitgegaan, dat het apparaat aan het einde van de meting in een stroomloze toestand de omgevings-temperatuur aanneemt. In de praktijk kan de referentietempe-  
ratuur afwijken van de omgevingstemperatuur, bijv. bij het monteren van een elektromagneet op een hydraulische afsluiter waardoor olie op bedrijfstemperatuur stroomt. Vindt echter geen temperatuurbeïnvloeding door een medium plaats, dan komt de referentietemperatuur  $\vartheta_{11}$  overeen met de omgevingstempe-  
ratuur  $\vartheta_{13}$ . Bij het ontwerp van gelijkstroommagneten wordt standaard de referentietemperatuur van 35 °C gebruikt. Bij hydraulische magneten ontstaat doorgaans een warmte-  
overdracht door het medium, daarom wordt hierbij gewerkt met een referentietemperatuur van 50 °C.

Indien een bestaande gelijkstroommagneet moet worden toegepast bij een afwijkende referentietemperatuur, dan moet de inschakelduur worden vermenigvuldigd met de betreffende omrekeningsfactor. Deze is afhankelijk van de referentietem-  
peratuur af te lezen uit de tabel in afb. 39.

Referentietemperatuur (°C)	20	35	40	50	60	70	80
Omrekeningsfactor voor inschakelduur	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Afb. 39: Tabel omrekeningsfactor afhankelijk van de referentietemperatuur

**7.1.4** De bovenste grenstemperatuur  $\vartheta_{21}$  (in °C) is de maximaal toege-  
stane temperatuur van een apparaat of een onderdeel hiervan.

**7.1.5** De overtemperatuur  $\Delta\vartheta_{31}$  (in K) is het verschil tussen de  
temperatuur van een apparaat of een onderdeel hiervan en de referentietemperatuur.

**7.1.6** De stabilisatie-overtemperatuur  $\Delta\vartheta_{32}$  (in K) is het verschil  
tussen de stabiele bedrijfstemperatuur  $\vartheta_{23}$  en de omgevings-  
temperatuur  $\vartheta_{13}$ , resp. de referentietemperatuur  $\vartheta_{11}$  of ook de  
overtemperatuur  $\vartheta_{31}$  aan het einde van een opwarmingsproces.

**7.1.7** De limiet overtemperatuur  $\Delta\vartheta_{33}$  (in K) is de toegestane maximale  
waarde bij nominale bedrijfsomstandigheden.

**7.1.8** Het hotspot verschil  $\Delta\vartheta_{34}$  (in K) is het verschil tussen de  
gemiddelde wikkelingstemperatuur en het heetste punt van de  
veldwikkeling.

### 7.1.9 Normale bedrijfstemperatuur

Als normale bedrijfstemperatuur geldt de stabiele  
bedrijfstemperatuur  $\vartheta_{23}$  tijdens bedrijf van de magneet wanneer  
de bedrijfsomstandigheden (nominale spanning, inschakelduur,  
omgevingstemperatuur) in het meest ongunstige tolerantiegebied  
liggen.

De meest ongunstige bedrijfsomstandigheden zijn:

- Maximaal toegestane omgevingstemperatuur.
- Maximale nominale spanning (nominale spanning +10%).
- Maximaal toegestane inschakeltijd.
- Werking op een warmte-isolerende ondergrond.
- Werking met windbescherming (geen koeling door convectie).

## 7.2 Thermische klassen

De isolatiematerialen worden ingedeeld in thermische klassen op  
basis van hun weerstand tegen de bedrijfstemperatuur (afb. 40).

Bij het vastleggen van de limiet overtemperatuur wordt bij  
gelijkstroommagneten uitgegaan een referentietemperatuur van  
+35 °C en een hotspot verschil van 5 K.

De thermische klasse is voor gelijkstroommagneten opgegeven in  
de betreffende onderdeellijst. Neem contact op wanneer zich  
afwijkende bedrijfsomstandigheden voordoen.

Nr.	Thermische klasse	Bovenste grens-temperatuur °C	Grens over-temperatuur (K)
1	Y	90	50
2	A	105	65
3	E	120	80
4	B	130	90
5	F	155	115
6	H	180	140
7	200	200	160
	220	220	180
	250	250	210

Afb. 40: Tabel thermische klassen van isolatiematerialen

## 7.3 Koelingstypen

In de basis heeft de koeling van een elektromagneet invloed op het  
elektrisch vermogen.

De volgende koelingstypen zijn beschikbaar:

- Koeling door stilstaande omgevingslucht
- Koeling door bewegende omgevingslucht
- Koeling door warmteafvoer
- Koeling door bijzondere koelmiddelen of omgevende media

Tenzij anders opgegeven zijn de in de lijst opgenomen MSM-  
apparaten ontworpen voor de meest ongunstige situatie bij  
stilstaande omgevingslucht op een isolerende ondergrond.

Bij gunstiger koelingstypen (b, c, d) zal de stabiele bedrijfstem-  
peratuur zich onder de bovenste grenstemperatuur instellen. In deze  
gevallen is het mogelijk via een speciale wikkeling hogere  
vermogens en krachten te realiseren.

Neem contact op indien nodig. We werken graag een  
geoptimaliseerde oplossing uit voor een specifieke toepassing.

## 7.4 Bepaling van de wikkelingstemperatuur door weerstandsmeting

Wanneer de bedrijfsomstandigheden van een elektromagneet sterk  
afwijken van de in de databladen beschreven eisen, dan is het  
noodzakelijk de wikkelingstemperatuur bij de daadwerkelijke  
toepassing te meten.

Een meting bij de magneetbehuizing heeft weinig zin omdat hierbij  
geen rekening wordt gehouden met warmte die zich binnenin de  
magneet ontwikkelt. Daarom wordt de wikkelingstemperatuur  
doorgaans bepaald via de verandering van de speelweerstand.

- Meting van de weerstand  $R_k$  van de koude wikkeling bij  
omgevingstemperatuur  $\vartheta_{16}$ .
- Bepaling van de omgevingstemperatuur  $\vartheta_{16}$  (= starttemperatuur  
bij start van de meting).
- Werking van de elektromagneet onder de voorziene  
bedrijfsomstandigheden, tot het bereiken van de stabiele-be-  
drijfstemperatuur. Deze is bereikt, als de wikkelingstemperatuur  
binnen 60 min. maximaal 1 K wijzigt.
- Meting van de wikkelingweerstand  $R_w$ . Hiervoor wordt het  
apparaat gescheiden van de spanningsbron en wordt de  
weerstand direct gemeten. (Een te lange wachttijd tussen het  
scheiden van de spanningsbron en de meting leidt tot het  
afkoelen van de spoel en dus tot een ongeldig resultaat).

- Berekening van de stabiele bedrijfstemperatuur volgens de formule:

$$\vartheta_{23} = \vartheta_{16} + 255 (R_w - R_k) / R_k$$

$\vartheta_{23}$  = stabiele bedrijfstemperatuur, resp. temperatuur bij einde van de meting (in de spoel) (°C)

$\vartheta_{16}$  = starttemperatuur bij start van de meting (°C)

$R_w$  = weerstand in opgewarmde toestand (Ω)

$R_k$  = weerstand in koude toestand (Ω)

De bepaalde stabiele bedrijfstemperatuur moet worden vergeleken met de voor de thermische klasse toegestane bovenste grenstemperatuur. Wordt de grenstemperatuur tijdens de meting overschreden, dan moet de poging worden gestaakt. Wordt de grenstemperatuur niet bereikt, dan moet voor het apparaat een andere wikkelingsvariant worden overwogen.


Een eventueel ontwerp door onze technici is afgestemd op het specifieke project.

Waarschuwing: De meting mag alleen worden uitgevoerd door hiervoor opgeleid personeel.

## 7.5 Beschermingsklassen

Elektromagnetische apparaten worden op basis van de bescherming tegen een elektrische schok ingedeeld in de beschermingsklassen I – III, volgens DIN EN 61140 resp. VDE 0140-1 en overeenkomstig gemarkeerd.

### 7.5.1 Beschermingsklasse I – aardleidingsysteem

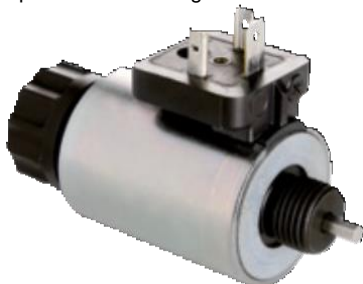
Symbool voor aarding: 

Het symbool staat voor de noodzakelijke aarding bij beschermingsklasse I, voor beschermingsklasse I zelf bestaat geen symbool.

De bescherming tegen een elektrische schok is, naast de basisisolatie, gebaseerd op de aarding van alle geleidende behuizingsonderdelen met de aardleider van de vaste installatie, zodat bij het falen van de basisisolatie geen spanning meer aanwezig kan zijn.

Bij spanningen boven 120 V is de uitvoering in beschermklasse I altijd verplicht. Omgekeerd geldt: Wordt een apparaat toegewezen aan beschermingsklasse I of is er een aardaansluiting aanwezig, dan moet een doorgaande aardleiderverbinding (PE-contact) - onafhankelijk van de spanning - worden gemaakt. Een aardleideraansluiting volgens DIN VDE 0100 moet aan de apparaatzijde / stekkerzijde worden aangebracht en gewaarborgd door de gebruiker. Stekkerverbindingen moeten worden uitgevoerd met aardcontact en de invoer van de kabel voorzien zijn van aan trekontlasting.

Speciaal: met bewegend of demonteerbaar magneetlichaam:



Afb. 41: Hydraulisch magneetventiel compleet met demonteerbaar magneetlichaam




Afb. 42: Tubus en magneetlichaam gedemonteerd

Door het ontwerp hebben apparaten met afneembaar magneetlichaam geen doorgaande aardleiderverbinding tussen de aardleideraansluiting van het magneetlichaam en de tubus.


Een correcte aardleiderkoppeling van de tubus, resp. de hiermee verbonden klep, moet door de gebruiker worden gewaarborgd.

### 7.5.2 Beschermingsklasse II – versterkte isolatie

Symbool voor beschermingsklasse II: 

De bescherming tegen een elektrische schok is, naast de basisisolatie, gebaseerd op extra veiligheidsvoorzieningen, zoals dubbele of versterkte isolatie. Zelfs als apparaten elektrisch geleidende oppervlakken hebben, zijn deze door de versterkte isolatie beschermd tegen contact met spanningvoerende onderdelen. Een aardaansluiting is niet aanwezig.

### 7.5.3 Beschermingsklasse III – veilige stuurspanning

Symbool voor beschermingsklasse III 

Apparaten uit beschermingsklasse III moeten worden gebruikt met een veilige stuurspanning en mogen geen spanningen veroorzaken hoger dan de veilige stuurspanning (ELV = Low Voltage).

Apparaten uit de beschermingsklasse III hebben per definitie geen aardaansluiting.

Het toegestane spanningsbereik voor beschermingsklasse III is voor gelijkspanning (DC) ≤ 120 V en bij wisselspanning (AC) ≤ 50 V (altijd de effectieve waarde).

Als spanningsbronnen moeten veiligheidstransformatoren met een veilige scheiding van primaire en secundaire zijde worden gebruikt conform DIN VDE 05702-6 / DIN EN 61558-2-6 of batterijen resp. accu's.

Binnen de beschermingsklasse III (ELV) wordt bij spanningbronnen onderscheid gemaakt in:

- SELV (= Safety Extra Low Voltage) en
- PELV (= Protective Extra Low Voltage).

Voor SELV en PELV spanningsbronnen, resp. stroomkringen gelden dezelfde spanningsbereiken (zie hierboven).

Het wezenlijke verschil is de aardaansluiting.

SELV-stroomkringen en onderdelen, resp. aanraakbare geleidende onderdelen, mogen niet worden verbonden met de aardleider, resp. worden geaard.

PELV-stroomkringen en onderdelen, resp. aanraakbare geleidende onderdelen, mogen worden verbonden met de aardleider, resp. worden geaard. (Potentiaalvereffening).

Typische voorbeelden:

- Bescherming van onderdelen tegen elektromagnetische invloeden (EMC).
- Bescherming tegen vonkvorming bij explosiebeveiliging.
- Potentiaalvereffening.

Bij een normale, droge omgeving geldt:

Bij nominale spanningen hoger dan 25 VAC, resp. 60 VDC moet zowel voor SELV als voor PELV ook de extra basisisolatie worden toegepast.

Bij nominale spanningen lager dan 25 VAC, resp. 60 VDC, kan de basisisolatie voor SELV vervallen. Bij PELV moeten basisisolatie of een aarding, resp. aardaansluiting aanwezig zijn. Daarom hoeven onderdelen met een aanwezige basisisolatie niet geaard te zijn.

In bepaalde gevallen moet in groep 700 uit DIN VDE 0100, de waarde van de laagspanning worden begrensd tot een waarde kleiner dan 50 VAC resp. 120 VDC.

## 8. Testen van doorslagvastheid

Om het isolerend vermogen van MSM-gelijkstroommagneten aan te tonen, wordt tijdens een routinetest 100% de doorslagvastheid getest.

### 8.1 Type en hoogte van testspanning ( $U_p$ )

De test wordt uitgevoerd met een praktisch sinusvormige wisselspanning van 50 Hz. De hoogte hiervan is gebaseerd op de nominale spanning.

U geleider aarde (V)	50	100	150	300	600
$U_N$ (V)	50	100	150	300	600
$U_p$ (V) *	500	800	1400	2200	3300

Afb. 43: Tabel testspanningen voor apparaten uit de beschermingsklasse I en III (bij klasse III slechts tot  $U_N = 120$  V of  $-50$  V)

$U_N$  (V) = nominale spanning

$U_p$  (V) = testspanning (effectieve waarde van de wisselspanning, overspanningscategorie III)

\*Interpolaties zijn toegestaan

### 8.2 Uitvoering van de spanningstest

De spanningstest met  $U_p$  moet tussen de bekrachtigingswikkeling en de aanraakbare metaaldelen van het apparaat worden uitgevoerd. Indien meer elektrisch gescheiden veldwikkelingen aanwezig zijn, dan moeten al deze wikkelingen tegen elkaar én tegen de aanraakbare metaaldelen op doorslagvastheid worden getest. De testspanning wordt met de maximale hoogte aangesloten en blijft ca. 1 sec. aanwezig bij het testobject.

De test geldt als geslaagd, als er geen doorslag of overslag plaatsvindt. Corona-verschijnselen, die geen doorslag tot gevolg hebben, blijven buiten beschouwing.

### 8.3 Herhaalde spanningstest

De bij de routinetest uitgevoerde spanningstest mag, indien mogelijk, niet worden herhaald. Een op bijzonder verzoek – bijvoorbeeld bij afname – uit te voeren tweede test mag met slechts met 80% van de in de tabel opgegeven waarden worden uitgevoerd. Hierbij moet de toegestane interpolatie van testspanningen worden gebruikt.

## 9. Nominale bedrijfsomstandigheden

MSM-gelijkstroommagneten zijn ontworpen voor de volgende normale bedrijfsomstandigheden, resp. omgevingscondities:

Beperkte afwijkingen van de nominale spanning volgens DIN EN 60038 (VDE 0175-1)

**9.1** De **omgevingstemperatuur** is niet hoger dan 40 °C en de gemiddelde waarde hiervan mag gedurende 24 uur niet hoger zijn dan 35 °C. De onderste grenstemperatuur ligt op  $-5$  °C.

**9.2** De **hoogteligging** op de gebruikslocatie is niet meer dan 1.000 m boven zeeniveau.

Op grotere hoogten neemt de koeling af door de geringere luchtdichtheid. Indien de wikkeling hierop niet wordt aangepast, dan bestaat gevaar voor thermische overbelasting van het apparaat.

**9.3** De **omgevingslucht** mag niet in hoge mate vervuild zijn door stof, rook, agressieve gassen en dampen of zout.

**9.4** De **relatieve vochtigheid** van de omgevingslucht mag niet hoger zijn dan 50% bij 40 °C. Bij lagere temperaturen kan een hogere luchtvochtigheid worden toegestaan, bijv. 90% bij 20 °C.

Er moet rekening worden gehouden met een incidentele matige condenswater-vorming door corrosiebescherming /oppervlaktebehandeling en afvoerboringen.

**9.5** Bij de installatie van de apparaten moeten de **installatie- en veiligheidsrichtlijnen** (punt 16.1) in acht worden genomen.

**9.6** Indien de praktijk **afwijkt** van de **normale bedrijfsomstandigheden**, dan moeten de betreffende maatregelen worden genomen. Bijvoorbeeld een hogere beschermingsgraad of een speciale oppervlaktebescherming. In dergelijke gevallen graag contact opnemen en de bedrijfsomstandigheden aan ons doorgeven.

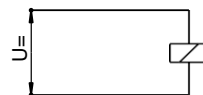
## 10. Levensduur

De levensduur van elektromagnetische apparaten en de slijtdelen hiervan is niet alleen afhankelijk van het ontwerp, maar vooral van externe factoren zoals inbouwpositie, type en hoogte van de belasting. Daarom moeten uitspraken over de levensduur voorbehouden blijven voor de overeenkomst tussen de klant en MSM.

## 11. Elektrische aansluiting van gelijkstroommagneten

### 11.1 Gelijkspanningsaansluiting (afb. 44)

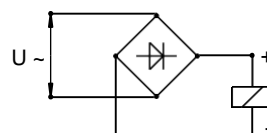
De gelijkstroomaansluiting gebeurt direct op de spanningsbron.



Afb. 44: Elektrisch schema elektromagneet gelijkstroomaansluiting

### 11.2 Wisselspanningsaansluiting (afb. 45)

Wanneer geen gelijkspanning beschikbaar is, dan zijn gelijkstroommagneten via een gelijkrichter aan te sluiten. Bij voorkeur via een Graetz-brugschakeling.



Afb. 45: Elektrisch schema elektromagneet wisselstroomaansluiting

Wanneer de netspanning ~ 230 V is, dan moet de gelijkstroommagneet worden ontworpen voor 205 V door toepassing van silicium gelijkrichters.

Afhankelijk van de apparaatuitvoering zijn er verschillende mogelijkheden om de gelijkrichter in of bij het apparaat te integreren:

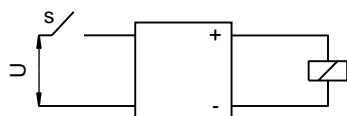
- Gelijkrichter vanuit de fabriek ingebouwd in de klemmenkast.
- Gelijkrichter ingebouwd in de apparaatstekker; apparaatstekkers met gelijkrichters zijn leverbaar als toebehoren.

Daarnaast zijn meer oplossingen denkbaar. Neem hiervoor contact op.

### 11.3 Elektrische aansluiting van gelijkstroommagneten via een elektronisch stuurapparaat



Afb. 46: Stuurapparaat houdstroomverlaging Z KD H



Afb. 47: Elektrisch schema elektronisch stuurapparaat

Door het gebruik van een elektromagneet via een elektronisch stuurapparaat, is het mogelijk de magneetaandrijving te optimaliseren op verschillende vlakken:

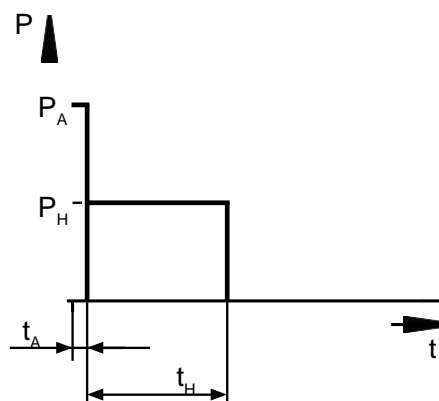
- Verkorting van de schakeltijden (zie punt 6.2).
- Maximaliseren van de aantrekkraft bij de kleinst mogelijke apparaatgrootte.
- Verbetering van de energie-efficiëntie en verlaging van de warmteontwikkeling.

De optimalisatie wordt bereikt door verlaging van het elektrisch vermogen bij de magneetspoel na het bereiken van de eindpositie. Dit gebeurt doorgaans tijdgestuurd. Oplossingen waarbij de positie van het anker wordt afgevraagd zijn eventueel mogelijk als speciale oplossing.

Bij gebruik van een voorschakelapparaat adviseren wij erop te letten dat deze een houdstroomregeling heeft. Hiermee is gewaarborgd dat de ingestelde houdkracht over het gehele bedrijfstemperatuurbereik constant blijft.

#### 11.3.1 Maximaliseren van de aantrekkraft

Zoals uitgelegd in de hoofdstukken bedrijfsmodi (4.8) en temperaturen (7), is het bij de elektromagneet installeerbare elektrisch vermogen, resp. de toegestane inschakelduur, afhankelijk van de snelheid waarmee de magneet de toegestane overtemperatuur bereikt. Terwijl bij een directe aansluiting van de magneet (punt 11.1) gedurende de gehele inschakeltijd vrijwel hetzelfde vermogen van de magneetspoel wordt opgenomen, biedt een voorschakelapparaat de mogelijkheid het vermogen na het bereiken van de eindpositie te verlagen.



Afb. 48: Aantrek- en houdvermogen

$t_A$ : aantrektijd

$t_H$ : houdtijd

$P_A$ : aantrekvermogen

$P_H$ : houdvermogen

Wanneer de aantrekkraft van een magneet met een voorschakelapparaat moet worden vergroot, dan is het noodzakelijk dat het apparaat vanuit de fabriek wordt uitgerust met een op de toepassingssituatie afgestemde wikkeling. De investeringen die nodig zijn voor een aangepast ontwerp en productie zullen pas rendabel zijn bij een noemenswaardige afname.

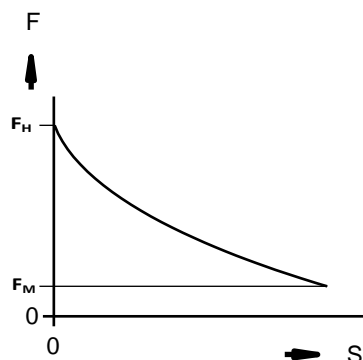
Ziet u mogelijkheden voor uw toepassing, neem dan contact met ons op voor advies.

### 11.3.2 Optimaliseren van de energie-efficiëntie en verlaging van de warmteontwikkeling

Elektromagneten van MSM zijn ontwerptechnisch en kwalitatief afgestemd op een optimaal energiegebruik.

Om een elektromagneet energetisch efficiënt te kunnen gebruiken is het goed om te beseffen dat het rendement hiervan de nul nadert zodra de eindpositie is bereikt en geen beweging meer wordt uitgevoerd.

Gelijktijdig bereikt de elektromagneet op de eindpositie (slag = 0 mm) doorgaans zijn maximale kracht, de houdkracht  $F_H$  (afb. 49). Deze is doorgaans hoger dan nodig is.



Afb. 49: Stijgende karakteristiek

Door het gebruik van een geschikt voorschakelapparaat (houdstroomverlaging), wordt de houdstroom gereduceerd tot een waarde die voor de toepassing voldoende is. Hiermee wordt het houdvermogen tot het noodzakelijke minimum verlaagd.

Ziet u mogelijkheden voor uw toepassing, neem dan contact met ons op voor advies.

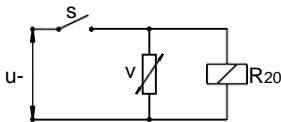
### 11.4 Aanwijzing voor het elimineren van uitschakeloverspanning en vonkdooving

#### 11.5 Elimineren van uitschakeloverspanningen

De inductiviteit van een gelijkstroommagneet veroorzaakt bij grotere magneten hoge uitschakeloverspanningen die tot beschadigingen van de elektrische isolatie en elektronische onderdelen kunnen leiden.

De volgende maatregelen worden aanbevolen voor het dempen van de uitschakeloverspanning:

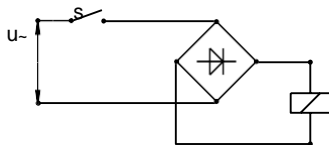
##### 11.5.1 Damping met varistoren (spanningsafhankelijke weerstanden) (afb. 50)



Afb. 50: Elektrisch schema damping met varistoren

De varistor V wordt zo ontworpen, dat hij bij een nominale spanning U een zeer hoge weerstand heeft en er dus bij een gesloten schakelaar S slechts een geringe stroom loopt. De weerstand van de varistor neemt echter aanzienlijk af bij het ontstaan van de uitschakeloverspanning, waardoor deze wordt gedempt. De afvaltijd wordt vrijwel onmerkbaar vertraagd.

##### 11.5.2 Damping met een netgelijkrichter (Afb. 51)

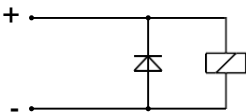


Afb. 51: Elektrisch schema damping met een netgelijkrichter

Bij een schakeling aan de wisselstroomzijde wordt de uitschakel-overspanning volledig gedempt, het anker valt echter sterk vertraagd af.

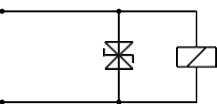
##### 12.1.1 Damping b Damping met dioden

Let er bij de selectie van geschikte dioden op dat deze bestand zijn tegen de bedrijfsspanning en de nominale stroom van de elektromagneet. De afvalvertraging  $t_{21}$  neemt toe bij afnemende doorslagspanning van de diode.



Afb. 52: Elektrisch schema damping met vrijlooptiode

Bij het gebruik van een vrijlooptiode moet rekening worden gehouden met de polariteit van de aansluitspanning.



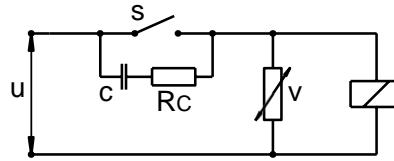
Afb. 53: Elektrisch schema damping met bidirectionele TVS-diode

Bij het gebruik van een vrijlooptiode moet rekening worden gehouden met de polariteit van de aansluitspanning.

#### 12.2 Vonkdooving

De hoge uitschakeloverspanning veroorzaakt vlamboog bij de afwezigheid van vonkblusmiddelen en hiermee het inbranden van de contacten en materiaalafname bij de gebruikte schakelaars.

Het meest gebruikelijke vonkblusmiddel is het vonkblussen met varistoren en een RC-schakeling. (afb. 54)



Afb. 54: Elektrisch schema vonkblussen met varistoren en een RC-schakeling

Met de varistor V wordt de uitschakeloverspanning gedempt tot de piekspanning van de toegepaste condensator. De RC-schakeling, die parallel aan het schakelcontact is aangesloten, voorkomt dat de bij het contact ontstane spanning de minimale vlamboogspanning overschrijft zodat deze veilig worden vermeden.

### 12. Elektromagnetische tijdconstante ( $\tau$ ) en inductiviteiten

Voor het bepalen van de inductiviteiten van gelijkstroommagneten met hoge vermogens, zijn in de lijsten deels de elektromagnetische tijdconstanten in de slagstartpositie van het anker opgegeven. Via deze tijdconstanten is voor de verschillende bedrijfsmodi en netspanningen de inductiviteit te bepalen analoog aan het volgende voorbeeld:

Gegeven: Magneet type G TU W

070 ED = 25 %

Nominale spanning = 180 V

Gezocht:

Inductiviteit  $L_1$  (H) in slagstartpositie van het anker

Inductiviteit  $L_2$  (H) in slageindpositie van het anker

Oplissing:

Nominaal vermogen uit de lijst:

$$P_N = 142 \text{ W}$$

Op basis van het nominaal vermogen is de weerstand van de magneetspoel:

$$R = U^2/P_N = 180^2/142 = 228 \Omega$$

Inductiviteit in slagstartpositie

$$L_1 = \tau_1 \times R = 20 \times 10^{-3} \times 228 = 4,5$$

Inductiviteit in slageindpositie

$$L_2 = \tau_2 \times R = 18 \times 10^{-3} \times 228 = 4,1$$

Zorg dat bij deze berekening de tijdconstanten in seconden worden gebruikt; de in de lijst genoemde waarden van de tijdconstanten moeten derhalve worden vermenigvuldigd met  $10^{-3}$ .

### 13. Bestelgegevens voor gelijkstroommagneten

Standaard componenten uit het MSM-programma zijn via de volgende gegevens eenduidig gedefinieerd:

a) type

b) spanning

d) bedrijfsmodus (% ED)

Overige technische gegevens zijn opgenomen in de betreffende onderdeellijst.

Indien het standaard programma geen oplossing biedt, neem dan contact op voor alternatieven.



Onze checklist magneettechnologie is te downloaden vanaf onze homepage en bevat informatie over de vereiste specificaties.

## 14. Installatierichtlijnen voor gelijkstroommagneten

### 14.1 Algemeen

Controleer of het in te bouwen apparaat geschikt is voor uw toepassing.

Ga uit van DIN VDE 0580, relevante normen, voorschriften en de veiligheidsaanwijzingen in 16.1.

Apparaten zonder Ex-markering (zie typeplaatje) mogen niet worden toegepast in zones met explosiegevaar.

Aanwijzingen en informatie over Europese richtlijnen kunt u vinden in het gelijknamige informatieblad, dat u via internet via Produktinfo.Magnet-Schultz.com kunt vinden.

### 14.2 Installatiepositie

MSM-gelijkstroommagneten zijn in een willekeurige positie te installeren.

### 14.3 Installatie

Het magneetanker moet zodanig worden gemonteerd op het te bedienen machineonderdeel dat uitlijnfouten niet resulteren in dwingend krachten.

Monteer de magneten uitsluitend via de hiervoor bedoelde boringen /schroefdraadboringen. De opgegeven schroef-lengten, inschroefdiepten en aanhaalmomenten moeten worden aangehouden (zie technische gegevensbladen).

Sluit het geheel elektrisch aan ná mechanische installatie. Een aardaansluiting op het apparaat moet volgens DIN VDE 0100 worden aangesloten en de door de gebruiker in alle gevallen worden gewaarborgd. Zie ook punt 7.5.1 Beschermingsklasse I – aardleidersysteem.

Daarnaast moet schokken (slagkrachten) op de ankerstaaf en de magneet worden voorkomen.

Verder geldt voor:

- a) Lineaire magneten  
In verband met de lagerlevensduur moeten externe krachten in radiale richting op het anker of de ankerstaaf van lineaire magneten worden voorkomen.
- b) Draaimagneten  
Het voorkomen van massakrachten bij de interne aanslagen door toepassing van externe draaihoekbegrenzers verlengt de levensduur van draaimagneten.

### 14.4 Eerste gebruik

Voorafgaand aan de ingebruikname dienen de nominale spanning, inschakelduur, omgevingstemperatuurbereik en de eisen van de beschermingsklasse te worden gecontroleerd.

Magneten zijn geen gebruiksgereede apparaten in de zin van DIN VDE 0580.

### 14.5 Externe tegenkrachten

Minimaal 2/3 van de magneetkracht moet worden gebruikt zodat het kleven van het anker zeker wordt voorkomen.

Indien de magneet externe veerkrachten moet overwinnen, dan dient de selectie zodanig te zijn dat de veer karakteristiek past bij de magneetkracht-slag-karakteristiek.

### 14.6 Elektrische afzekering (beveiliging door een zekering)

De opgenomen stroom in Ampère wordt als volgt berekend:

$$\frac{P}{U} \quad I =$$

P = nom. vermogen (W), U = nom. spanning (V), I = stroom (A)

Na het bepalen van de stroomsterkte is de passende zekering te kiezen.

### 14.7 Spanningsval en kabeldoorsnede

De magneten moeten worden gevoed met de juiste nominale spanning. Spanningsval moet daarom zoveel mogelijk worden voorkomen door te kiezen voor de juiste doorsnede van de kabels bij bekabeling (normaal tot 5 %).

### 14.8 Aanraakbescherming

De aanraakbescherming, resp. bescherming tegen een elektrische schok moet worden gewaarborgd door de gebruiker.

### 14.9 Onderhoud

Bij bedoeld gebruik werken MSM DC magneten onderhoudsvrij.

Desondanks adviseren wij een regelmatige visuele controle en controle van de werking, waarbij rekening wordt gehouden met de volgende punten:

- **Voor alle onderhoudswerkzaamheden moeten de veiligheidsaanwijzingen in punt 16.1 worden opgevolgd.**
- Algemene visuele controle op volledigheid, beschadigingen en manipulaties van welke aard dan ook.
- Bevestiging / zit het goed vast.
- Reinheid: Houd magneten vrij van vervuiling, vet en olieresten. Controleer op slijtage en corrosie die kunnen leiden tot lagerschade, functionele beperking, oververhitting en brand.
- Tekenen van onbedoeld binnendringen van vocht en vloeistoffen.
- Elektrische aansluiting: Beschadigingen aan elektrische voedingskabels, isolatie en ommanteling van magneetlichaam.
- Licht lopen van het anker.
- Poolvlakken van houdmagneten schoon en vrij van mechanische beschadigingen (vermindering van houdkracht).
- Tekenen van oververhitting (vervorming en verkleuring van isolatie)
- Toestand van de corrosiebescherming
- Beoordelen van de voor het gebruik noodzakelijke warmte-afvoer

### 14.10 Demontage en verwijdering

Apparaten mogen alleen in een spanningsloze toestand worden gedemonteerd. Gelijkstroommagneten vallen niet onder de verplichtingen van de richtlijn WEEE. Het afvoeren moet vakkundig volgens de actuele richtlijnen, voorschriften en wetgeving worden uitgevoerd.

## 15. Veiligheid

### 15.1 Veiligheidsinstructies

	<b>Waarschuwing voor elektrische spanning</b>
	<p>Alle werkzaamheden aan elektrische onderdelen en inrichtingen, evenals het openen van klemmenkasten, besturingskasten, etc. mogen uitsluitend worden uitgevoerd door geschoolde elektromonteurs.</p> <p>Aanraken van spanningvoerende onderdelen kan leiden tot dodelijk letsel.</p> <p>Werkzaamheden aan het apparaat en de stroomkring altijd in spanningsloze toestand uitvoeren (vrijschakelen, beveiligen tegen herinschakelen, spanningsvrijheid controleren).</p>
	<b>Waarschuwing voor heet oppervlak</b>
	<p>Het aanraken van magnetische apparaten kan leiden tot brandwonden.</p> <p>Houd rekening met verhoogde oppervlakte-temperaturen.</p> <p>Afhankelijk van de toepassing kan de hoogte van de grenstemperatuur worden bereikt, bijv. thermische klasse F: 155 °C</p>
	<b>Waarschuwing voor handletsel</b>
	<p>Door het installeren van het apparaat in de toepassing kan, afhankelijk van het ontwerp, door de bediening van de elektromagneet knel- en schaargevaar, evenals gevaar door bewegende onderdelen bestaan.</p> <p>Gevaarlijke locaties moeten volgens de geldende normen en voorschriften (Machine-richtlijn) worden beveiligd.</p>
	<b>Waarschuwing voor letsel door transport en handling</b>
	<p>Elektromagneten hebben, afhankelijk van de grootte, soms een aanzienlijk gewicht.</p> <p>Houd bij de handling en het transport rekening met de geldende ongevalpreventie- en ARBO-voorschriften, evenals de voorschriften voor het zekeren van ladingen.</p>
	<b>Waarschuwing voor magnetisch veld</b>
	<p>Bij apparaten met een open magnetisch circuit, zoals houdmagneten en permanent houdmagneten, kunnen externe magnetische velden ontstaan.</p> <p>Apparaten in de buurt van pacemakers of geïmplanteerde defibrillatoren kan leiden tot levensbedreigende situaties.</p> <p>Apparaten uit de buurt van objecten houden die gevoelig reageren op magneetvelden; bijv. creditcards met magneetstrip, geluids- en databanden, mechanische klokken en horloges.</p>
	<b>Afwijkende ingrepen of veranderingen</b>
	<p>Veranderingen of aanpassingen leiden tot het vervallen van de garantie van MSM, verhogen de kans op storingen en kunnen onvoorziene gevaren introduceren.</p>

Afb. 55: Tabel waarschuwingen

### 15.2 Aanwijzing voor de functionele veiligheid volgens EN ISO 13849, EN/IEC 61508 en ISO 26262

Systemen en machines moeten voldoen aan de wettelijke eisen m.b.t. veiligheid en betrouwbaarheid. Fabrikanten zijn verplicht een risicobeoordeling uit te voeren en maatregelen te nemen die deze risico's minimaliseren. De grenswaarden waaraan moet worden voldaan worden gedefinieerd door gegevens m.b.t. het Performance Level (PL) of het Safety Integrity Level (SIL).

Gelijkstroommagneten zijn onvolledige componenten, die geen zelfstandige functie uitvoeren. Een risicobeoordeling in de eindtoepassing, resp. voor de voorziene toepassingssituatie met een opgave van PL- of SIL-waarden is voor deze componenten niet mogelijk.

De betrouwbaarheid van elektromagnetische componenten wordt door het opgeven van de levensduur (TL), afhankelijk van de toepassings- of testomstandigheden, beschreven.

Aanwijzingen m.b.t. MTTF- of B10 waarden voor beproefde onderdelen kunt u vinden in de betreffende tabellen van EN ISO 13849-2.

Terminologie:

MTTF: (Mean Time To Failure<sub>0</sub>) gemiddelde tijd tot uitvallen

B10: Aantal cycli, tot 10% van de geteste componenten is uitgevallen.

LT: (Life Time) levensduur

### 16. Beschermingsgraden van de apparaten (IP-beschermingsgraad)

De beschermingsgraad van apparaten volgens DIN EN 60529 (VDE 0470-1) is te vinden op het betreffende datablad.

Bijzonder voor elektromagnetische apparaten is het feit dat voor het apparaat en de elektrische aansluiting, resp. de bekrachtigingsspoel verschillende beschermingsgraden kunnen worden opgegeven.

De beschermingsgraad bij levering kan afwijken van de beschermingsgraad die na vakkundige montage is te bereiken. D.w.z.: de beschermingsgraad wordt doorgaans pas bereikt wanneer de stekker van de onderdeellijst vakkundig is gemonteerd.

#### 16.1 Betekenis beschermingsklassen

De volgende tabel verklaart de betekenis van de beschermingsklassen.

IP	<b>6</b>	<b>5</b>
	2e cijfer van aanduiding Beschermingsgraden tegen water	
1e cijfer van de aanduiding Bescherming tegen toegang tot gevaarlijke onderdelen en bescherming tegen vaste vreemde objecten		
Markering (International Protection)		

Afb. 56: Tabel verklaring van beschermingsgraden

## 162 Beschermingsklassen

De beschermingsgraad is samengesteld uit twee cijfers met de volgende betekenis.

1e cijfer	Beschermingsgraden tegen de toegang tot gevaarlijke onderdelen en beschermingsgraden tegen vreemde objecten.	
	Korte omschrijving	Definitie
0	Onbeschermd	-
1	Bescherming tegen toevallige, oppervlakkige aanraking met de hand. Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 50 mm.	De toegangssonde, een kogel met een diameter van 50 mm moet voldoende afstand tot gevaarlijke onderdelen hebben en de objectsonde, een kogel met een diameter van 50 mm, mag niet volledig binnendringen.
2	Bescherming tegen aanraking met de vinger. Aanraakveilig enkel voor meetapparaten. Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 12,5 mm.	Het testlichaam met vingers, diameter 12 mm, lengte 80 mm, moet voldoende afstand tot gevaarlijke onderdelen hebben en de objectsonde, een kogel met een diameter van 12,5 mm mag niet volledig binnendringen.
3	Bescherming tegen aanraking met een gereedschap. Aanraakveilig enkel voor meetapparaten. Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 2,5 mm.	De toegangssonde en de objectsonde elk met een diameter van 2,5 mm mogen totaal niet binnendringen.
4	Bescherming tegen aanraking met een gereedschap. Beschermd tegen aanraking met een draad. Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 1 mm.	De toegangssonde met een diameter van 1,0 mm diameter, mag niet binnendringen.
5	Aanrakingsveilig doordat de behuizing geheel dicht is. Geen volledige bescherming tegen stof maar wel voldoende om de goede werking niet te hinderen.	De toegangssonde, met een diameter van 1,0 mm diameter, mag niet binnendringen.  Binnendringen van stof is niet volledig verhinderd, maar stof mag niet in een dusdanige hoeveelheid toetreden, dat een goede werking van het apparaat of de veiligheid nadelig wordt beïnvloed.
6	Aanrakingsveilig doordat de behuizing geheel dicht is. Volledige bescherming tegen stof.	De toegangssonde, met een diameter van 1,0 mm, mag niet binnendringen. Geen binnendringing van stof.

Afb. 57: Tabel IP-beschermingsgraad cijfer 1

2e cijfer	Beschermingsgraden tegen water	
	Korte beschrijving	Definitie
0	Onbeschermd	-
1	Beschermd tegen waterdruppels.	Verticaal vallende druppels mogen geen schadelijke effecten hebben.
2	Beschermd tegen waterdruppels, als de behuizing maximaal 15° is gekanteld.	Verticaal vallende druppels mogen geen schadelijke effecten hebben als de behuizing onder een hoek tot maximaal 15° aan beide zijden van de verticaal is gekanteld.
3	Beschermd tegen spatwater.	Water dat onder een hoek van 60° aan beide zijden van de verticaal spat, mag geen schadelijke effecten hebben.
4	Beschermd tegen sproeiwater.	Water dat uit elke richting op de behuizing wordt gesproeid, mag geen schadelijke effecten hebben.
5	Beschermd tegen waterstralen.	Water dat uit elke richting als straal op de behuizing wordt gespoten, mag geen schadelijke effecten hebben.
6	Beschermd tegen hogedruk waterstralen.	Water dat uit elke richting als sterke straal op de behuizing wordt gespoten, mag geen schadelijke effecten hebben.
7	Beschermd tegen de effecten bij het kortstondig onderdompelen in water.	Water mag niet binnendringen in een hoeveelheid, die schadelijke effecten veroorzaakt als de behuizing onder genormeerde druk- en tijdscondities kortstondig wordt ondergedompeld in water.
8	Beschermd tegen de effecten bij het langdurig onderdompelen in water.	Water mag niet binnendringen in een hoeveelheid, die schadelijke effecten veroorzaakt als de behuizing langdurig wordt ondergedompeld in water, volgens de voorwaarden die zijn overeengekomen door de fabrikant en gebruiker. De voorwaarden moeten echter strenger zijn dan het tweede cijfer 7 beschrijft
9K <sup>1)</sup>	Beschermd tegen water bij hogedruk-/stoom-reiniging 1) karakteristiek volgens DIN 40050 Teil 9 – Beschermingsgraden voor wegvoertuigen.	Water dat uit elke richting onder sterk verhoogde druk op de behuizing is gericht, mag geen schadelijke effecten hebben.

Tabel IP-beschermingsgraad cijfer 2

### 16.3 Magneten voor toepassing onder speciale omstandigheden zoals:

- extreem vochtige omstandigheden
- tropische toepassingen
- radioactieve ruimten en de nucleaire techniek
- agressieve omgevingsomstandigheden
- zones met explosiegevaar
- medisch technische toepassingen
- automotieve toepassingen
- lucht- en ruimtevaarttoepassingen etc. zijn op aanvraag te leveren.

### 17. Voorschriften, normen en bepalingen (stand 6/2017)

DIN 1304-1	Symbolen – algemene symbolen.
DIN 40050-9	Wegvoertuigen; IP-beschermingsgraden; bescherming tegen vreemde objecten, water en aanraking, elektrische uitrusting (ingetrokken).
DIN 46008	Aansluitvlakken voor aard- en aardleiderschroefverbindingen - Nominale spanning onder 52 kV.
DIN EN 50274 (VDE 0660-514)	Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen - Bescherming tegen elektrische schok – Bescherming tegen onbedoeld direct contact met geleidende delen.
DIN EN 60038 (VDE 0175-1)	Cenelec normenspanning.
DIN EN 60085 (VDE 0301-1)	Elektrische isolatie - Thermische evaluatie en benaming.
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	Veiligheid van machines - Elektrische uitrusting van machines - Deel 1: Algemene eisen.
DIN EN 60529 (VDE 0470-1)	Beschermingsgraden door behuizing (IP-klasse).
ISO 20653	Wegvoertuigen - Beschermingsgraden (IP-codering) - Bescherming van de elektrische uitrusting tegen vreemde voorwerpen, water en toegang.
DIN EN 60617 (series)	Grafische symbolen voor aansluitschema's.
DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1)	Isolatiecoördinatie voor elektrische bedrijfsmiddelen in laagspanningsinstallaties - Deel 1: Uitgangspunten, eisen en testen.
DIN EN 60999-1 (VDE 0609-1)	Aansluitmateriaal - Geleiders van koper – Veiligheidseisen voor schroefklemmen en schroefloze klemmen - Deel 1: Algemene en bijzondere eisen voor klemmen voor geleiders van 0,2 mm <sup>2</sup> [2] t/m 35 mm <sup>2</sup> [2].
DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	Bescherming tegen elektrische schokken – Gemeenschappelijke aspecten voor installaties en bedrijfsmiddelen.

DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6)

Veiligheid van transformatoren, gaskleppen, net-apparatuur etc. voor voedingsspanningen tot 1.100 V - Deel 2-6: Bijzondere bepalingen voor veiligheidstransformatoren en netapparaten voorzien van veiligheidstransformatoren.

DIN EN ISO 7010

Grafische symbolen - Veiligheidskleuren en -tekens - Geregistreerde veiligheidstekens.

DIN VDE 0100-410

Ontwerpen van laagspanningsinstallaties - Deel 4-41: Beschermingsmaatregelen - Bescherming tegen elektrische schokken.

DIN VDE 0100-420

Ontwerpen van laagspanningsinstallaties - Deel 4-42: Beschermingsmaatregelen - Bescherming tegen thermische effecten.

DIN VDE 0100-520

Ontwerpen van laagspanningsinstallaties - Deel 5-52: Keuze en inrichting van elektrische bedrijfsmiddelen - Kabel- en bedradingsystemen.

DIN VDE 0100-540

Ontwerpen van laagspanningsinstallaties - Deel 5-54: Keuze en inrichting van elektrische bedrijfsmiddelen - Aardingssystemen en beschermingsgeleiders.

DIN VDE 0580

Elektromagnetische apparaten en componenten - Algemene bepalingen.

DIN EN ISO 13849

Machineseveiligheid - Veiligheidsgerelateerde delen van besturingssystemen.

IEC 61508

Functionele veiligheid van elektrische /elektronische /programmeerbare veiligheidsgerelateerde elektronische systemen.

ISO 26262

Wegvoertuigen - Functionele veiligheid

Opmerking: Door updates kunnen wijzigingen ontstaan in de geciteerde normen.