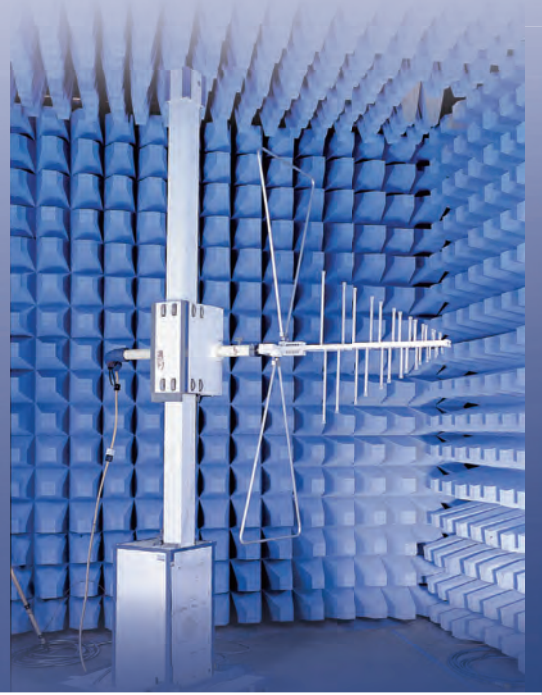


EMC KASTEN



MASE 266



IP 55, NEMA 12, IK 10

H: 400-1000
B: 400-800
D: 210-300



MCSE 268

IP 54, NEMA 12, IK 10

H: 2000
B: 800
D: 600-800



Accessoires

Zijpanelen	270
Deuren	270
Scheidingsplaat	271
Pakking	271
Bodem en dakplaten	272
Koppelset	272
Aarding	273
Kabelinvoer	273
Ventilators	274

Algemene Accessoires 286

EMC Kasten



- ◆ Gebaseerd op de MultiFlex en MultiMount behuizingen.
- ◆ Volledig gegalvaniseerd frame en body, alleen gecoat aan de buitenkant.
- ◆ Speciale geleidende pakking op alle panelen en deuren.
- ◆ Geen gaten in de bodemplaat voor vloerstaande-versies en geen wartelplaat voor de wandmontage-versie zorgen voor een goed Faraday-effect.
- ◆ Accessoires die een uitsparing nodig hebben om gemonteerd te worden hebben een geleidend oppervlak om zo de continuïteit van de elektrische geleiding met de behuizing te houden.
- ◆ Uitstekende demping niveaus.

Wandmontagekast, enkele deur



IP 55, NEMA 12 IK 10



Technische gegevens

Materiaal: Frame: verzinkt plaatstaal 1,2 mm/ 1,4 mm voor MASE0606021R5 en daarboven. Deur: verzinkt plaatstaal 1,2 mm/ 1,4 mm voor MASE0606021R5 en daarboven/ 1,8 mm voor MASE1006026R5 en daarboven. Montageplaat: 2 mm verzinkt plaatstaal.

Body: Gezet en volledig doorgelaste kast. Voor wandbevestiging en luchtcirculatie aan de achterzijde van de kast voorzien van vier bevestigingsgaten, 20,4 x 2 mm diep, naar buiten geperst met 8,5 mm diameter gat.

Deur: Opliggend met 130° openingshoek. Inliggende en demontabele scharnieren met geborgde pen voor een links- of rechts scharnierende deur. Vanaf MASE0505021R5 en daarboven zitten twee demontabele montageprofielen in de deur. Afdichting wordt gegarandeerd door gebruik te maken van een geleidende polyurethaan EMC pakking.

Slot: Verchromd 3 mm DIN slot, 90° draaibaar. 1000 mm hoge kasten en daarboven zijn voorzien van een 3 punts espagnolet-sluiting.

Montageplaat: De montageplaat is verticaal om de 10 mm gemarkeerd voor eenvoudige positionering van de apparatuur. Boven- en onderzijde zijn voorzien van een gatenpatroon voor kabelbevestiging. Te monteren op M8 stifflasbouten. Alle zijkanten van 800 mm brede montageplaten en daarboven, zijn verstevigd door omgezette randen. Door gebruik van het AMG accessoire kan de montageplaat in diepte worden versteld.

Flensplaat opening: Geen flensplaatopeningen voor een maximale EMI afscherming.

Aarding: De deur is geaard d.m.v. een separate M8 stifflasbout.

Afwerking: Structuur poedercoating, RAL 7035. Alleen aan de buitenzijde.

Beschermingsklasse: Overeenkomstig IP 55, NEMA 12 en IK10.

Levering: Verzinkte frame en deur, gepoedercoat aan de buitenzijde. Deur voorzien van EMI geleidende pakking. Twee verticale montageprofielen voor MAS0505021R5 en daarboven. Met aardingsmogelijkheid.



Elektromagnetische (EMC) afscherming

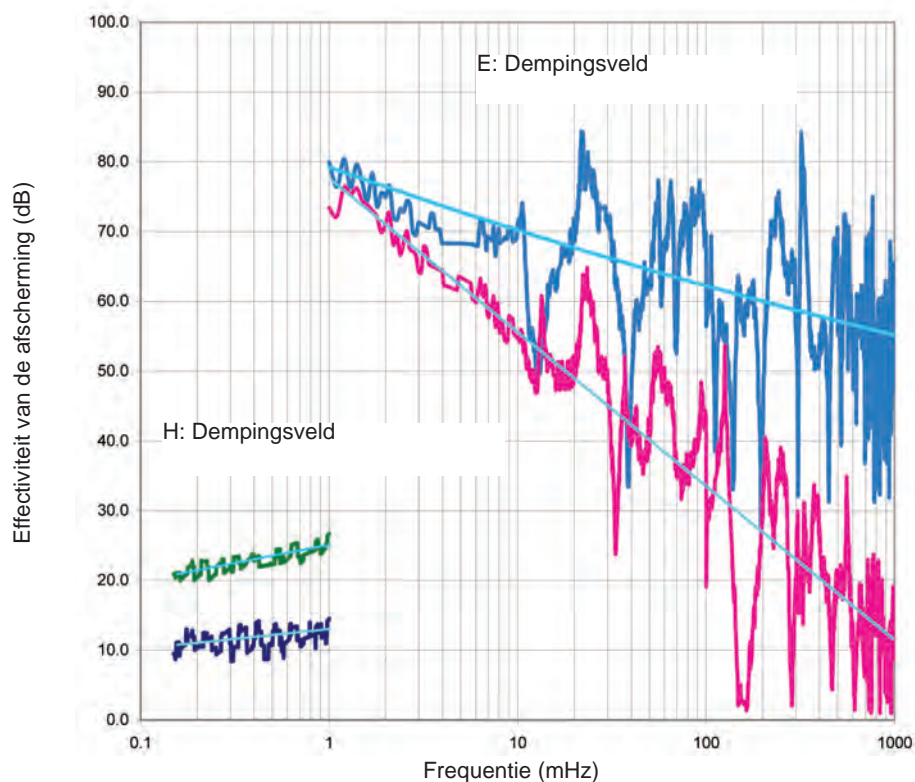
MASE, IP 55, NEMA 12 IK 10

Afmetingen schakelkast			Montageplaat afmeting			Afmeting	Type	Openingen	Aantal sloten	Gewicht	Bestelnr.
H	B	D	h	b	d						
400	400	210	370	350	192	310x96	2	1	1	8,6	MASE0404021R5
	600	210	370	550	192	510x96	4	1	1	12,2	MASE0406021R5
600	600	210	570	550	192	510x96	4	1	2	21	MASE0606021R5
1000	800	300	970	750	282	310x96	2	2	1*	47	MASE1008030R5

*Product serie MAS**Alle standaard MAS afmetingen zijn tevens op aanvraag beschikbaar in een EMC uitvoering.**MASE: Van 200/200/155mm tot 1200/800/400mm**bijv. MASE060621R5, EMC enkeledeursuitvoering 600x600x210mm**Voor meer gedetailleerde informatie zie MAS tabel.*

Afschermings Effectiviteit

Afschermings Effectiviteit voor Eldon wandkasten MAS, MASE
 EMC afscherming getest in overeenstemming met VG 95 373 deel 15.



Effectiviteit van de afscherming (dB)

- Magnetisch veld
- Elektrisch veld
- Magnetisch veld
- Elektrisch veld
- Trend

Aanbouw kasten, enkele deur.



IP 54, NEMA 12, IK 10



Technische gegevens

Materiaal: Frame: 1,5/1,75mm verzinkt plaatstaal. Deur: 2,0mm verzinkt plaatstaal. Achterwand, dak en zijwanden: 1,35mm verzinkt plaatstaal. Montageplaat: 2,7 mm gegalvaniseerd plaatstaal. Bodemplaten: 1 mm gegalvaniseerd plaatstaal. Frame: volledig gelast open profiel met 25mm gaten patroon volgens DIN 43660. Inclusief geïntegreerde buitenliggend gaten patroon.

Frame: Volledig doorgelast, open profielen met 25 mm gatenpatroon volgens DIN 43660. Inclusief geïntegreerd buitenliggend gatenpatroon.

Deur: Opliggend gemonteerd middels scharnieren. Zowel links- als rechtscharnierend te monteren. Inclusief deurframe met 25 mm gatenpatroon. Afdichting wordt gegarandeerd door gebruik te maken van een geleidende polyurethaan EMC pakking.

Achterwand: Gemonteerd met M6 torx-schroeven. Standaard voorziening voor aanbrengen deur ipv achterwand aanwezig.

Zijwanden: Leverbaar als accessoire.

Dakpaneel: Afneembaar

Slot: Vier punts espagnoletsluiting. Heeft geen invloed op de ruimte in de kast. Standaard 3 mm DIN slot. Binnenwerk kan eventueel worden vervangen door standaard binnenwerken met Eurocilinders etc., T- of zwenkgrepen.

Montageplaat: Dubbel gezet, schuift makkelijk op zijn plaats. Verstelbaar in diepte met stappen van 25 mm. Bij levering van de kast is de montageplaat bevestigd aan de buitenzijde van de verpakking.

Bodemplaten: Bestaat uit drie delen. Vanaf 800 mm diep uit vier delen.

Aarding: Alle panelen zijn geaard middels hun bevestiging en zijn voorzien van een separaat aardingspunt.

Afwerking: Structuur poedercoating, RAL 7035. Alleen aan de buitenzijde.

Beschermingsklasse: Overeenkomstig IP 54, NEMA 12, IK10.

Levering: Frame voorzien van deur, achterwand, dakplaat, bodemplaten, montageplaat, en deurframe. Levering inclusief aardingsbouten en EMI geleidende combinatie pakking.

Gemonteerd op een pallet met dezelfde breedte als de kast, waardoor bij het koppelen van meerdere kasten de pallets kunnen blijven zitten. Alle verpakkingsmaterialen zijn recyclebaar.

Opmerking: 400 mm brede kasten zijn exclusief montageplaat, deurframe en bodemplaten.

* Ook leverbaar in roestvaststaal (MCSSE).



Elektromagnetische (EMC) afscherming

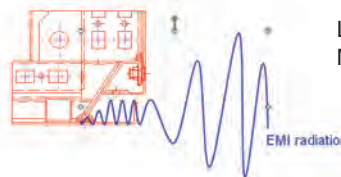
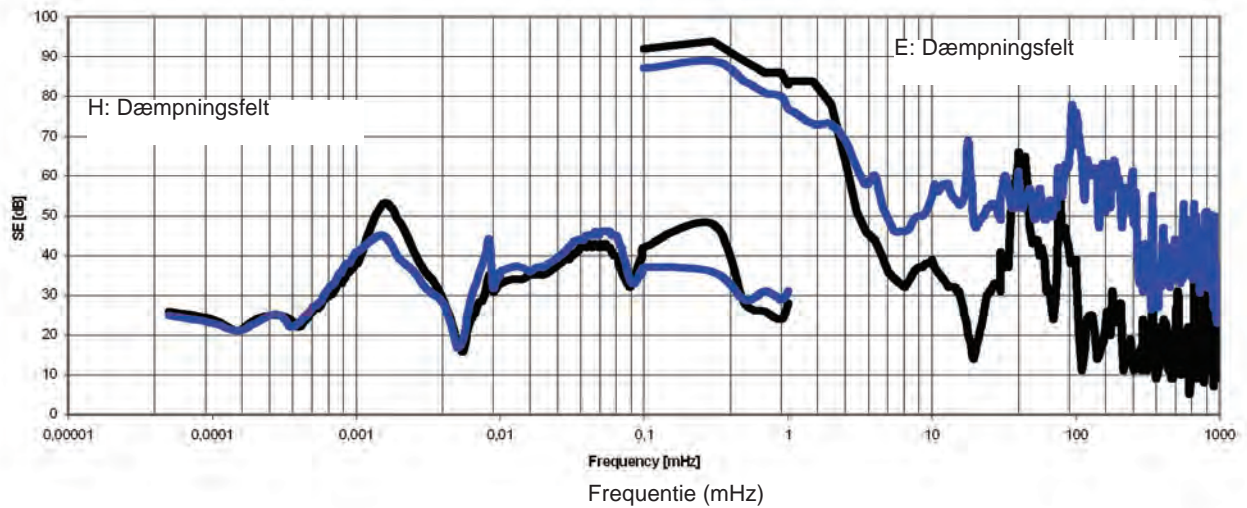
MCSE, IP 54, NEMA 12, IK 10

Afmetingen schakelkast			Montageplaat afmeting			Gewicht	Bestelnr.
H	B	D	h	b	d		
2000	800	600	1894	694	559	132	MCSE20086R5
		800	1894	694	759	139	MCSE20088R5

* Alle MCS kasten zijn op aanvraag leverbaar in EMC, evenals andere afmetingen. Voor EMC zijpanelen zie SPME.

Afschermings Effectiviteit

Effectieve afscherming voor de Eldon wandmontagekasten MCS, MCSE.
EMC afscherming getest in overeenstemming met VG 95 373 sectie 15



Labyrint afscherming van de MultiFlex kasten-serie

Afschermings Effectiviteit

- Standaard MultiFlex, Vloerstaande kasten, MCS
- EMI aangepaste MultiFlex, Vloerstaande kasten, MCSE



Elektromagnetische (EMC) afscherming

SPME, Zijpanelen



Omschrijving: Voor het afsluiten van de MCSE kasten. Voorzien van een geleidende pakking voor EMC/IP bescherming.

Materiaal: 1,35mm verzinkt plaatstaal.

Afwerking: Structuur poedercoating, RAL 7035. Alleen aan de buitenzijde van de kast.

Beschermingsklasse: Overeenkomstig IP 54, NEMA12

Verpakkingseenheid: 2 panelen, inclusief bevestigingsmateriaal.

H	D	Bestelnr.
2000	600	SPME2006R5
	800	SPME2008R5

* Andere afmetingen zijn op aanvraag leverbaar

DGCE, Glazen deur (61%)



Omschrijving: Standaard deur met helder veiligheidsglas voor goed zicht op in de kast gemonteerde apparatuur. Voorzien van 3 mm DIN slotsysteem en deurframe. Alle opties uit het Eldon slotenprogramma kunnen worden toegepast. Afdichting wordt gegarandeerd door een geleidende polyurethaan EMC pakking. Om het EMC effect te garanderen is gas achter het glazen raam geplaatst (61% zicht). Gebruik de scharnier set DMK wanneer deze deur niet een bestaande deur vervangt.

Materiaal: Frame: 2mm verzinkt plaatstaal. Zichtvenster: 3mm met helder veiligheidsglas.

Afwerking: Structuur poedercoating, RAL 7035. Alleen op exterieur van de kast.

Beschermingsklasse: Overeenkomstig IP 54, NEMA12, IK10

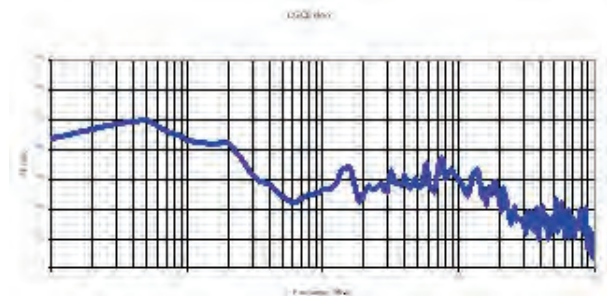
Montagevoorschriften Indien de kast niet eerder uitgevoerd was met een deur, bestel dan ook de deurmontage-set DMK01.

Verpakkingseenheid: Per stuk

H	B	h	b	Bestelnr.
2000	800	1776	615	DGCE2008R

Afschermings Effectiviteit

EMC afscherming getest in overeenstemming met VG 95 373 sectie 15

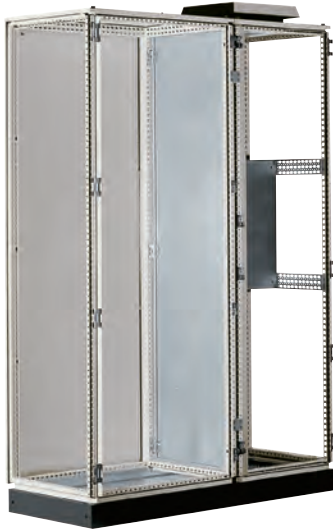


— EMI aangepaste MultiFlex, Vloerstaande kasten, MCS



Elektromagnetische (EMC) afscherming

SPD EMC, Scheidingswand



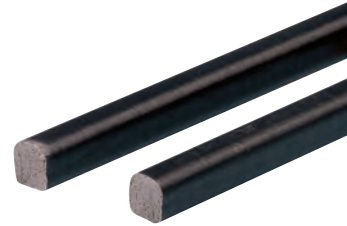
Omschrijving: Voor het scheiden van twee gekoppelde kasten. Gemonteerd met interne koppel-kit CCJ. Om IP 43/ NEMA 1 te bereiken kunt u een neopreen pakingsset SPDG01 toepassen. Voor EMI scheiding dient de SPDEG-pakking op het paneel te worden gemonteerd.

Materiaal: 1,5mm verzinkt plaatstaal.

Montagevoorschriften Gebruik CCJ steunen voor montage.

Verpakkingseenheid: Per stuk

SPDEG, EMC pakking



Omschrijving: Om een EMC beschermd compartiment te verkrijgen in een daarvoor geschikt paneel in combinatie met de SPD scheidingswand.

Materiaal: Polyurethaan foam met geleidende buitenlaag (UL94HB).

Beschermingsklasse: Overeenkomstig IP 43, NEMA 1.

Verpakkingseenheid: 6m

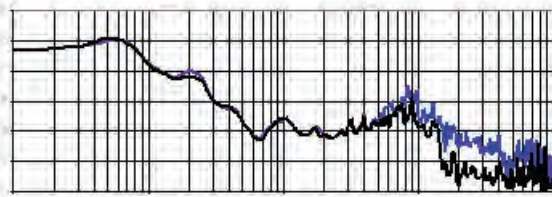
Bestelnr.

SPDEG01

D	Bestelnr.
600	SPD2006
800	SPD2008

Afschermings Effectiviteit

EMC afscherming getest in overeenstemming met VG 95 373 sectie 15



— Effectieve afscherming voor de Eldon vloerstaande kasten, scheidingswand SPD

Elektromagnetische (EMC) afscherming

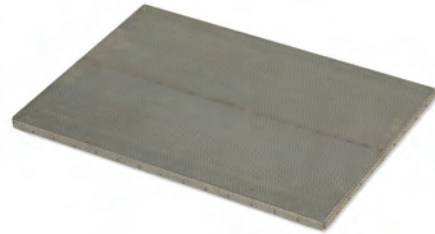
CVB EMC, Geventileerde bodemplaten



Omschrijving: Drie-delige bodemplaat. Kan gebruikt worden in combinatie met een geventileerde sokkel PV. 33% Ventilatie.
Materiaal: 1,5mm geperforeerd, verzinkt plaatstaal.
Verpakkingseenheid: 3 stuks, inclusief bevestigingsmateriaal.
Montagevoorschriften Voor gebruik in combinatie met ventilatiesokkels PV.

Voor kast		Bestelnr.
D		
600		CVB0806
800		CVB0808

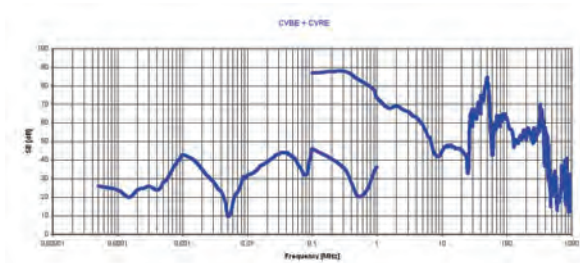
CVRE, EMI ventilatiedak



Omschrijving: Interne ventilatiedakplaat voor een hoge EMI afscherming. Direct gemonteerd in het frame van de kast. Kan gebruikt worden in combinatie met het CVR ventilatiedak, CFR ventilator dakplaat of de afstandsbussen voor het verhoogd opstellen van de standaard dakplaat CVK15. 33% Ventilatie.
Materiaal: 1,5mm verzinkt plaatstaal.
Afwerking: Ongespoten verzinkt plaatstaal.
Verpakkingseenheid: Per stuk, inclusief bevestigingsmateriaal.

B	D	Bestelnr.
800	600	CVRE0806
	800	CVRE0808

Afschermings Effectiviteit
 EMC afscherming getest in overeenstemming met VG 95 373 sectie 15



— Effectieve afscherming voor dak- en bodemplaat van de MultiFlex serie

CCJ, Interne koppel-kit



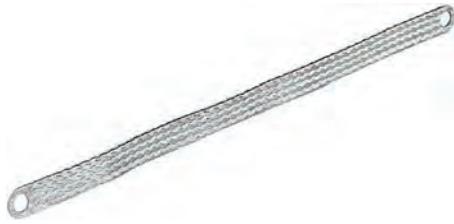
Omschrijving: Gemonteerd op het frame-profiel. Kan zowel op het horizontale als verticale frame profiel gemonteerd worden.
Materiaal: 3mm verzinkt plaatstaal.
Verpakkingseenheid: 12 beugels, inclusief bevestigingsmateriaal.
Montagevoorschriften Een IP43, NEMA1 afdichting kan worden verkregen bij gebruik van een SPDG. Voeg CCM beugels toe voor extra stevigheid.

Bestelnr.
CCJ12



Elektromagnetische (EMC) afscherming

ECFE, Aardingsstrip



Omschrijving: Voor aarding en potentiaalvereffening tussen panelen, onderdelen en kastframe. Lengte: 300mm.

Materiaal: Elektrolytisch vertind koperdraad van 0,15mm.

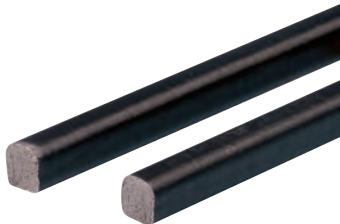
Bedrijfstemperatuur: Tot 105°C.

Verpakkingseenheid: 10 stuks

Montagevoorschriften Gebruik de ECF aardverbinding om de aardingsstrip aan het frame te bevestigen.

Doorsnede	Gaten diameter	Stroom (A)	Bestelnr.
16mm ²	8.5	120A	ECFE1630
25mm ²	10.5	150A	ECFE2530

BGE, EMC kabeldoorvoer en bodemplaat pakking

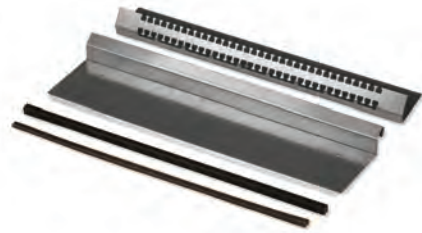


Omschrijving: De bodem van de kast wordt afgeschermd door het gebruik van een zelfklevende pakking op het frame rond de bodem-opening. De gaten rondom de kabels worden afdichtend door zelfklevende pakking geplaatst tussen de bodemplaten. De elasticiteit en de maat van de pakking garandeert een goede afdichting rond de meeste kabels. Door gebruik van geleidend materiaal op de pakking wordt gezorgd voor een goede afscherming tegen elektromagnetische straling (EMC).

Verpakkingseenheid: 1,6 meter zelfklevende EMC pakking voor kabeldoorvoeren en 6 meter zelfklevende EMC pakking voor bodemplaten. Voor 1600 brede kasten, 2 stuks bestellen.

Bestelnr.
BGE01

CBPE, EMC kabelinvoer bodemplaat



Omschrijving: Vervangt twee delen van de standaard drie- of vierdelige bodemplaat. Vanwege de speciaal gevormde kabelkammen kunnen binnenkomende kabels direct geaard worden op de bodemplaat, zodat het "Faraday effect" intact blijft.

Materiaal: 1,5mm verzinkt plaatstaal.

Verpakkingseenheid: 2 stuks met EMI pakking en bevestigingsmateriaal.

Voor kast		Bestelnr.
B	D	
600	600	CBPE0606
	800	CBPE0608
800	600	CBPE0806
	800	CBPE0808

CABP, Kabeltrekontlastingsrail



Omschrijving: Wordt gemonteerd onder de bodemplaten waardoor de maximaal bruikbare ruimte in de kast behouden blijft. Geschikt voor standaard kabelklemmen CAC om inkomende kabels te voorzien van trekontlasting. Volledig in diepte verstelbaar. Wanneer EMC afgeschermd kabels bevestigd zijn aan de rail, blijft het Faraday effect intact, voor maximale EMI afscherming.

Materiaal: 2mm verzinkt plaatstaal.

Verpakkingseenheid: 2 rails inclusief bevestigingsmateriaal. Voor 1200mm breed: 4 rails inclusief bevestigingsmateriaal

Montagevoorschriften Kies CAC klemmen afhankelijk van de diameter van de kabel.

B	Bestelnr.
400	CABP400
500	CABP500
600	CABP600
800	CABP800
1000	CABP1000
1200	CABP1200

Elektromagnetische (EMC) afscherming

EMC, EMC afgeschermd filterventilatoren



EMC, Filterventilatoren en uitlaatfilters

Wanneer u een ventilator of filter in een schakelkast wilt toepassen, dient u ventilatieopeningen in de kast aan te brengen. Dit leidt onmiddellijk tot lekkage in termen van EMC-regulatie. Wanneer EMC-eisen van toepassing zijn, moeten speciale EMC ventilatoren en filters worden gebruikt. Eldon biedt u een "click-in" systeem, die het gebruik van schroeven overbodig maakt. Om te voorkomen dat corrosie het EMC-scherm aantast, is de buitenkant van de ventilatoren en filters voorzien van een roestvaststalen frame gecombineerd met Beryllium koperen contact strippen. Op deze manier wordt een hoge corrosieweerstand gecombineerd met een hoog dempingsniveau.

Technische Gegevens

- Een uitgebreide range ventilatoren met een capaciteit van 61 m³/h tot 845 m³/h.
- Het gebruik van schroeven voor de bevestiging is overbodig.
- Alleen vierkante uitsparingen benodigd.
- De behuizing steekt slechts 6.0 mm buiten het kastoppervlak.
- Filtermat kan snel worden uitgewisseld zonder de complete unit te demonteren.
- Toegepast kunststof overeenkomstig de eisen van ISO 14000 (Klimaatbeheersingssysteem).
- Behuizingsmateriaal is zelfdovend.

Effectieve afscherming voor de ventilatoren en de uitlaatfilters EFE/EFAE:

EMC afscherming getest in overeenstemming met EN 50147 - 1 (1996).

EMC filterventilator	EFE200R5	EFE220R5	EFE250R5	EFE300R5	EFE500R5	EFE600R5	EFE700R5
Luchtstroomvolume (Vrijblazend) (m ³ /h)	61	110	156	256	480	640	845
Koelcapaciteit (Vrijblazend) (W/K)	20	37	52	85	160	213	282
Luchtstroom (filterventilator + uitlaatfilter) (m ³ /h)	44	82	116	231	370	445	560
Koelcapaciteit (filterventilator + uitlaatfilter) (m ³ /h)	15	27	39	77	123	148	187
Type filtermat	IP 54-filter mat G3			IP 54-filter mat G4			
Max. statische druk (Pa)	60	66	52	116	76	134	192
IP	IP 54, IP 55 op aanvraag*						
Nominale spanning AC	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*,400V 2~	230V,115V*	230V,115V*,3x400V†	230V,115V*,3x400V†
Beschikbare voltages DC*	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V			
H x B (mm)	145 x 145	202 x 202	252 x 252	252 x 252	320 x 320	320 x 320	320 x 320
Afmetingen uitsparing (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	224 x 224	292 x 292	292 x 292	292 x 292
Bedrijfstemperatuur (°C)	Van -15C tot +55C						
Materiaal	Thermoplast, zelfdovend, UL 94 V0						
EMC afscherming	Roestvaststaal						
Goedkeuringen	Getest volgens UL norm						

Filterventilator IP55 beschikbaar op aanvraag, art. ref. EFEPxxxR5*
* Op aanvraag

EMC uitlaatfilter	EFAE200R5	EFAE220R5	EFAE250-300R5	EFAE500-700R5
H x B x D (mm)	145 x 145 x 26	202 x 202 x 34	252 x 252 x 38	320 x 320 x 39
Afmetingen uitsparing (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	292 x 292
IP	IP 54, IP 55 op aanvraag*			
Materiaal	Thermoplast, zelfdovend, UL 94 V0			
EMC afscherming	Roestvaststaal			

Uitlaatfilter IP55 beschikbaar op aanvraag, art. ref. EFAEPxxxR5*



Elektromagnetische (EMC) afscherming



EMC Filterventilatoren IP54 Klimaatbeheersing

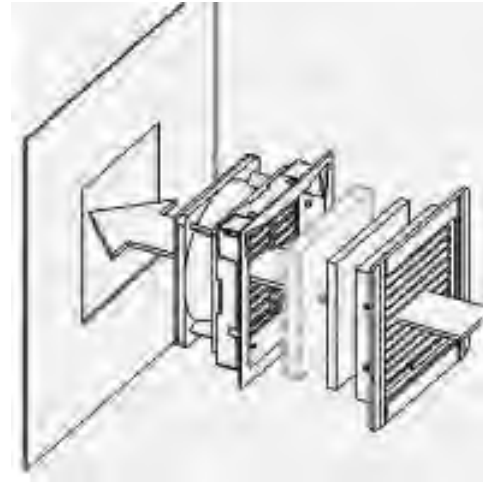
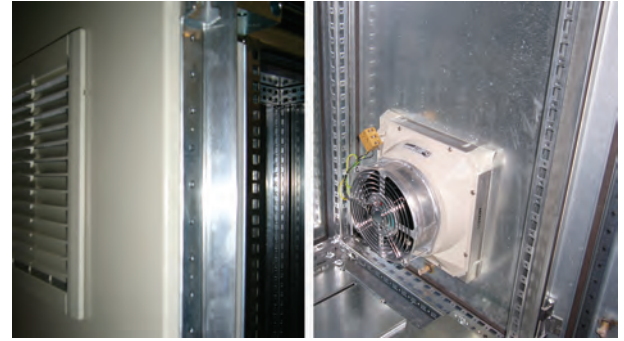
Onze EMC Filterventilatoren hebben het volgende effect op de EMC afscherming:

Demping bij 30 MHz ongeveer 71 dB
Demping bij 400 MHz ongeveer 57 dB
Gemeten volgens EN 50 147 - 1 (1996)

Geen overbodig extra werk nodig, aangaande de uitsparing in de kast:

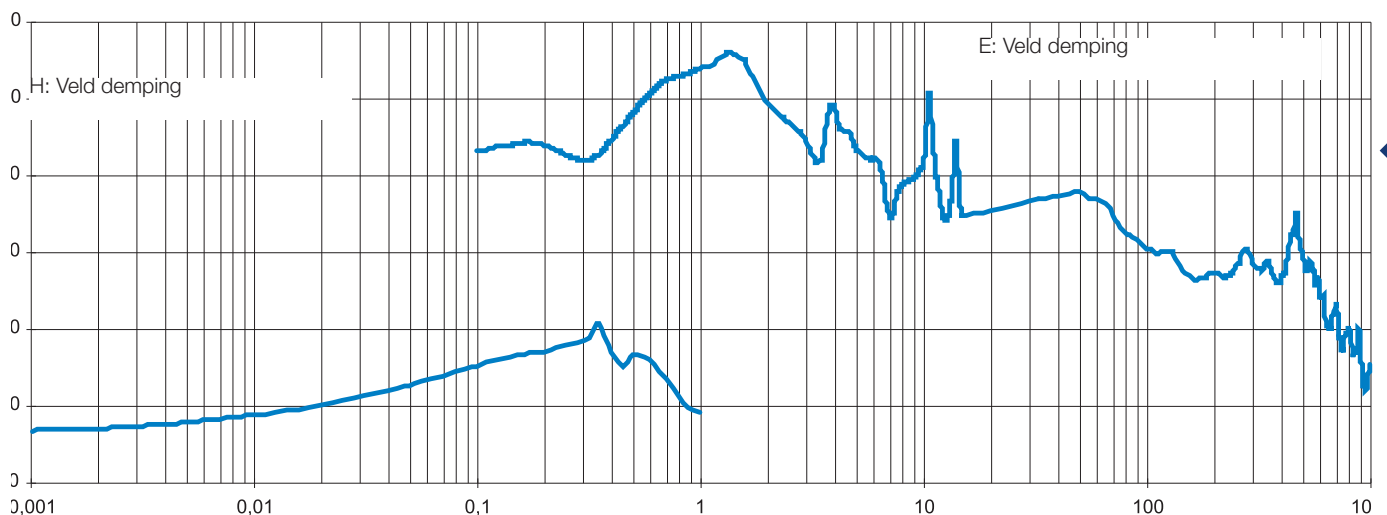
- Geen koperband of andere hulpmiddelen nodig
- Afkabben van bijvoorbeeld een verlaag om contact te maken is onnodig

1. Oppervlakteverbinding via de rand van de uitsparing, van de filterventilator of uitlaatfilter
2. Innovatieve oppervlakteverbinding maakt montage eenvoudig
3. Betrouwbare oppervlakteverbinding d.m.v. speciaal ontworpen contactveren op EMC Scherm
4. Lage milieubelasting vanwege het gebruik van separaat gemonteerd scherm gemaakt van RVS (1.4301)
5. Lage milieubelasting omdat het scherm en de contactstrips uit één stuk zijn gemaakt. Er is geen extra Beryllium koperstrip nodig om het contact met de kast te garanderen.



Effectieve afscherming voor de ventilatoren en de uitlaatfilters EFE/EFAE:

EMC afscherming getest in overeenstemming met EN 50 147 - (1996)



Elektromagnetische (EMC) afscherming

1. Het mechanisme van Electromagnetic Interference (EMI)

De definitie van EMC

De Raad van Europese Unie definieert EMC in artikel 4 van hun "Richtlijn van de Raad betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van lidstaten inzake elektromagnetische compatibiliteit (89/336/EEG)" als eigenschap van een "apparaat":-Apparatuur moet zo zijn geconstrueerd dat: de elektromagnetische storingen die het genereert niet meer dan een zodanig niveau hebben dat radio- en telecommunicatieapparatuur en andere apparatuur te bedienen zijn zoals de bedoeling is (emissie eis) Het apparaat heeft een passend niveau van intrinsieke ongevoeligheid voor elektromagnetische storingen om te functioneren waarvoor het bestemd is. (immuniteit eis) Dit is een zeer ruime definitie. De gebruikelijke naleving is het toepassen van normen. Er zijn product-normen, die van toepassing zijn op een specifiek product (bijv. verlichting) en wanneer deze niet beschikbaar is, zijn er generieke normen die kunnen worden gebruikt.

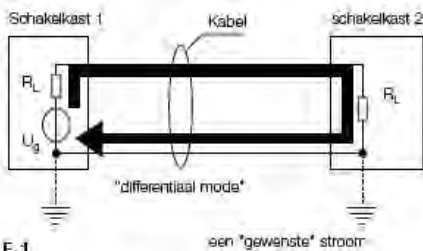
Wanneer uw product alle benodigde tests goed aflegt, levert dit het predicaat "het vermoeden van overeenstemming" (presumption of compliance)

Wat kunt u doen?

Het probleem is dat er geen directe relatie is tussen de tests om "EMC" te bepalen en de maatregelen u kunt nemen om een bevredigend resultaat te behalen. Om dit te begrijpen heeft u enig basis kennis nodig van de mechanismen van elektromagnetische storingen.

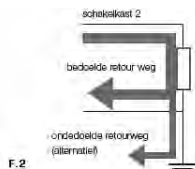
Differential en common-mode stroom

Alle elektrische stromen lopen in lussen. Wanneer u de stroom in een draad meet, moet er een terugkerende stroom lopen naar de originele bron. De stroom dat het functionele gedrag van een ontwerp bepaald, wordt differentiaal stroom genoemd. Echter er bestaat nog een ander type; 98% van alle storingen worden veroorzaakt door common-mode stroom.

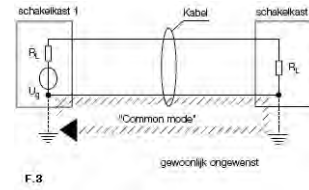


De afbeelding toont een bedoelde of gewenste stroomlus gevormd door een kabel: een signaal- en een retourgeleider die de functionele stroom transporteren van de bron U_g naar de belasting R_L en terug. Dit is een differentiaal-mode (symmetrische) stroom, hetgeen betekent dat we géén stroom meten als we een stroomtang (meetinstrument) om de kabel, dus beide geleiders tezamen, aanbrengen. Alle stroom die van de bron naar de belasting vloeit, stroomt terug via de bedoelde retourgeleider. Laten we eens kijken naar figuur 1.

De zaak wordt lastiger als er alternatieve retourwegen zijn, bijvoorbeeld via geleiders voor veiligheids-aarding. In dat geval kan een deel van de retourstroom deze alternatieve weg nemen: Figuur 2.

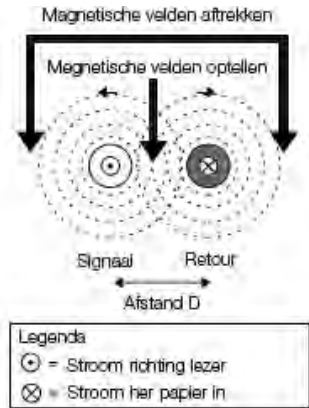


Wanneer een deel van de retourstroom inderdaad de alternatieve weg neemt, zijn we met onze stroomtang in staat deze waarde te meten in onze kabel. Figuur 3.



Deze ongewenste stromen zijn niet bedoeld door de ontwerper van de apparatuur en erger nog, in het algemeen niet in zijn beschouwingen betrokken. Het zijn deze "vergeten stromen" die het merendeel van de soms zeer schadelijke interferentie in elektronische systemen veroorzaakt.

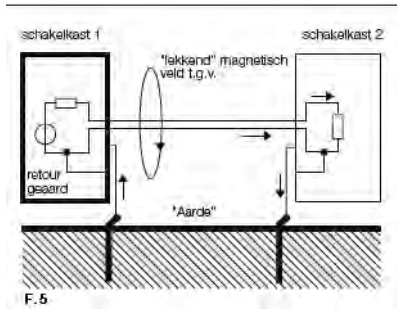
Kabels vertalen dm-stromen naar cm-stromen
Kabels of algemener, verbindingen hebben de eigenschap differentiaal mode stromen te "vertalen" naar common-mode stromen en ook terug! Deze eigenschap heet "transfer-impedantie". Dit is het elementaire verschijnsel dat verantwoordelijk is voor elektromagnetische interferentie. De rest valt onder de categorie "aanverwante onderwerpen". Alle stromen gaan, bijvoorbeeld, vergezeld van een magnetisch veld. De afbeelding in figuur 4 toont een twee-draads verbinding. Beide kabels hebben de gelijke stroom, maar tegenovergestelde richting.



De magnetische velden die behoren bij elk van de stromen afzonderlijk, "tellen op" tussen de draden en moeten van elkaar worden "afgetrokken" daarbuiten. Onder ideale omstandigheden zou dat "géén veld" opleveren als het mogelijk zou zijn de draden precies gecentreerd "op elkaar" te leggen. De gelijke maar tegengestelde velden zouden elkaar dan op elk punt opheffen (coax kabels zijn een poging in die richting)!

In elke praktische situatie is er echter een zekere afstand tussen de draden. Dat betekent dat er altijd een zekere hoeveelheid veld overblijft die niet gecompenseerd wordt. Dit veld induceert vervolgens stromen in elke geleidende lus in de omgeving! Inbegrepen de lus gevormd door de kabel zelf en een alternatieve retourgeleider (een "common-mode" of aard-lus)! Figuur 5.

Elektromagnetische (EMC) afscherming



F.5

Die alternatieve geleider zou de machine structuur kunnen zijn, veiligheids-aarding, de wand van de behuizing of andere kabels. Deze (geïnduceerde) stroom is een common-mode (cm)stroom. Transferimpedantie is een eigenschap van een volledige verbinding inclusief de connectoren, kabel-aansluitblokken enz. van bron tot belasting! De eigenschappen van een heel goede kabel kunnen verloren gaan door een beroerde afwerking zoals, bijvoorbeeld, het beruchte "varkensstaartje" dat soms wordt toegepast om coaxiale kabels te "interfacen" met een kroonsteentje! Figuur 6.



2. Interferentie bronnen en vatbaarheid voor bedreigingen

Kortom, verbindingen zijn onze grootste zorg als het gaat om EMC! Te beginnen bij printsporen en eindigend bij de bekabeling op systeem niveau. We kunnen de dreigingen op dit punt onderverdelen in storingen veroorzaakt door "de mens" en storingen ten gevolge van natuurverschijnselen. De feitelijke storing is altijd een gevoeligheids- of "immuniteits"-probleem: het gestoorde systeem is niet in staat de veldsterkte of stroom te weerstaan die het bedreigt. Of het die zou moeten kunnen verdragen wordt bepaald door de voorgeschreven niveaus in de EMC normen. Als het systeem te gevoelig is (niet immuun genoeg volgens de norm) zult u het moeten verbeteren door de transfer impedantie van de diverse verbindingen te verbeteren (betere kabels, afschermen, andere lay-out). Als het systeem in orde is, dient de storingsbron te worden opgezocht en zult u (of uw buurman) daarop een vergelijkbaar proces moeten loslaten om de "emissies" te reduceren.

Door de mens veroorzaakte storing

De meeste storing ondervindt u vanuit uw eigensysteem of dat van iemand uit de directe omgeving. Bekende bronnen van hoogfrequente energie zijn omroepzenders en mobiele telefoons zoals de GSM. Met name die telefoons zijn een bedreiging omdat ze mobiel zijn en heel dicht bij gevoelige apparatuur kunnen komen. Velden ten gevolge van zenders en andere hoogfrequent apparatuur hebben meestal veldsterktes tussen de 1 en 100 Volt per meter (elektrisch veldwaarde). Een vaak gehanteerde limiet in een industriële omgeving is 10V/m, hetgeen echter geen garantie is! Als vuistregel levert elke volt per meter veldsterkte een common-mode stroom op van 10 mA in een onbeschermd kabel die aan dit veld wordt blootgesteld. 100mA common-mode stroom wordt als kritieke waarde beschouwd in proces besturings-installaties. Behalve de bedoelde zenders zijn er de onbedoelde in de vorm van verbindingkabels die common-mode stromen genereren en de daarmee corresponderende elektromagnetische velden. Een hoogfrequente (differentiaal-mode) stroom in een kabel met onvoldoende (d.w.z. te hoge) transferimpedantie is gewoonlijk de oorzaak.

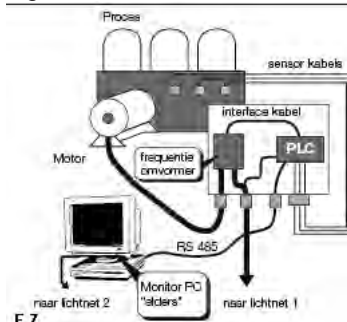
Die common-mode stroom kan dan hetzij direct over de gevoelige kabelvloeien (bv. van een analoge sensor) of via het hoogfrequente veld cm-stromen induceren in gevoelige kabels. Storingen met een intermitterend karakter, een speciale klasse van interferentie wordt veroorzaakt door de impulsvormige stoorsignalen. Bijvoorbeeld veroorzaakt door het schakelen van inductieve lasten. Bekende voorbeelden zijn relais en combinaties van frequentieomvormers en motoren en geschakelde voedingen. Wanneer onvoldoende onderdrukkings-maatregelen (als "snubbers", een serieschakeling van een weerstand en een condensator) ter plaatse van de inductieve last genomen zijn, ontstaan achtereenvolgens hoge piekwaarden van spanning en stroom op het moment van schakelen. Deze stromen vloeien (dm) in de bijbehorende kabels om daar weer te worden omgezet in commonmode stromen. De rest van het storingsmechanisme is natuurlijk identiek aan het continue geval alleen is het vaak veel lastiger de bron van het probleem te vinden. Common-mode stromen ten gevolge van dit type bronnen kunnen oplopen tot enige honderden milli ampères met name wanneer schakelcontacten in de loop van de tijd inbranden. Zonder adequate beschermingsmaatregelen zijn ernstige stoornissen te verwachten.

Natuurlijke bronnen zijn bliksem en elektrostatische ontladingen (ESD=elektrostatisch discharge). Dit zijn fenomenen die veel op elkaar lijken. In beide gevallen is er sprake van snelle ladingsverplaatsing (= stroom). In het geval van bliksem gaat het over zeer grote kringen met afmetingen van vele kilometers. In het geval van ESD is het in het algemeen een geladen persoon die zich ontladend op een apparaat door het aan te raken. Dat betekent dat het grootste deel van de storing wordt overgedragen via geleiding. ESD is een hoogfrequent verschijnsel met een geringere energie-inhoud. Hoge frequenties zijn echter in staat zich "door de lucht" te verplaatsen (capacitief effect) en het is niet mogelijk de resulterende stroom te onderbreken of om te leiden door isolatie. Als er een gevoelige component in het stroompad ligt is dat jammer voor de component! Common-mode stromen ten gevolge van deze verschijnselen kunnen zeer hoge waarden aannemen. Ampères zijn niet ongebruikelijk. Een directe blikseminslag heeft een stroomsterkte van zo'n 50 kA-d.w.z. 50000 A-, ESD van 5 -40 A.

3. Maatregelen om de compatibiliteit te verbeteren

Het behuizen van apparatuur kan significante effecten hebben op gedragingen in electromagnetisch "onvriendelijk" omgeving. In volgende sectie, meerdere benaderingen ter illustratie. Zolang aanpassingen in het ontwerp stadium kunnen worden doorgevoerd hoeven ze maar weinig te kosten. Moeten aanpassingen later in de levenscyclus worden doorgevoerd, zijn ze beperkt en veel duurder.

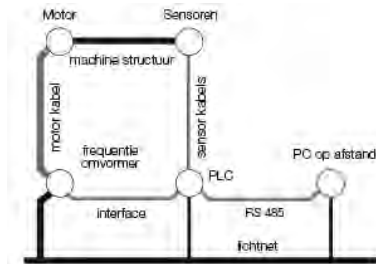
Opdelen van kabels in categorieën Bijna alle EMC problemen (98%) worden veroorzaakt door zogenoemde common-mode stroom. Eenmaal gevonden, kunnen ze systematisch benaderd worden en behandeld. Het eerste voorbeeld was gegeven in figuur 5, een ietwat complexer voorbeeld is gegeven in figuur 7.



F.7

Elektromagnetische (EMC) afscherming

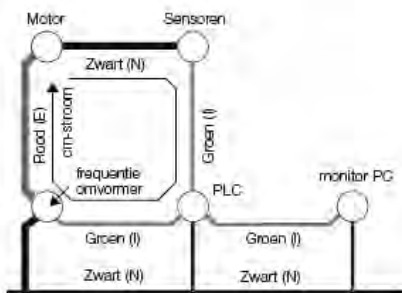
Het is in het algemeen verhelderend om een vereenvoudigd schema te tekenen waarin de apparaten als cirkeltjes zijn aangegeven waartussen de verbindingen worden ingetekend: Vergeet niet het lichtnet, eventuele "aarding" en de machine structuur mee te nemen als geleiders! In figuur 8 kunnen verschillende kabeltypes worden herkend:



F. 8

- Kabels die grote en/of hoogfrequente stromen voeren. Geef deze een rode kleur of de letter "E" voor Emissie: ten gevolge van de transferimpedantie zal deze kabel mogelijk een grote commonmode stroom veroorzaken. Voorbeeld: de kabel tussen de frequentie omvormer en de motor
- Kabels die géén common-mode stromen veroorzaken en er ook niet gevoelig voor zijn. Geef deze verbindingen een zwarte kleur of de letter "N" voor Neutraal. Voorbeeld: lichtnet of DCvoedingskabels, de machine- of gebouwstructuur, metalen pijpen enz.
- Kabels die kleine analoge signalen vervoeren of anderszins gevoelig zijn voor storing door common-modestromen die erover vloeien. Geef dit type een groene kleur of de letter "I" voor Immuniteit. Voorbeeld: sensor bekabeling, RS-485 kabel, PLC/ frequentie-omvormer interface kabel. Natuurlijk is het mogelijk (en zinvol) om meer gedetailleerd onderscheid te maken. EMC literatuur onderscheidt in het algemeen vijf tot zeven categorieën. De RS-485 kabel in ons voorbeeld zou gevoelig kunnen zijn voor cm-stromen uit de motorkabel maar aan de andere kant een bron van stroom kunnen zijn voor gevoelige analoge signalen! De drie categorieën die hier worden gebruikt geven slechts het principe aan: scheid kabels die emissie opleveren van die, welke daar gevoelig voor zijn.

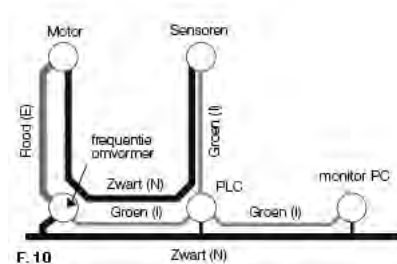
Verminder cm-stromen en gevoeligheid ervoor
 Het eerste wat we kunnen doen is de verbindingen korthouden. Alle storing ontstaat uiteindelijk via transfer-impedantie, de kabel eigenscha die gewenste stromen omzet in ongewenste en viceversa. Transferimpedantie is een effect per lengte-eenheid. Hoe korter de kabel(-s) hoe kleiner het effect! Om die reden zal de kans op storing in ons voorbeeld in figuur 8 en figuur 9 wezenlijk afnemen als we in staat zouden zijn de frequentie omvormer direct op de motor te bouwen! Géén kabellengte van enig belang, géén opwekking van common-mode stromen. Ook de gevoeligheid van kabels voor cm-stromen is evenredig met hun lengte. Houdt daarom ook die categoriekabels kort. Ook al zou er geen systeeminterne dreiging zijn: we moeten mogelijke externe velden nooit uit het oog verliezen!



Het kleine stukje "rode kabel" binnen de kast wekt slechts weinig cm-stroom op (afhankelijk van de verbinding met de frequentieomvormer). In veel gevallen kan de toepassing van varkensstaartjes (Figuur 6) binnen de kast acceptabel zijn mits de stroomgrens ervoor zorgt dat er géén grote common-mode stromen over lopen!

Gebruik metalen kabelgoten

Laten we aannemen dat de hiervoor besproken maatregelen op de instrumentatie behuizing uit Figuur 7 zijn getroffen. Figuur 14



F. 10

In het speciale geval van figuur 7 is de zwarte geleider tussen de motor en de sensoren de machine structuur!

Het is zeer omslachtig als deze langs de bekabeling moet worden gelegd zodat het in dit geval eenvoudiger is de rode en groene bekabeling er zoveel mogelijk langs te leiden. Maar zolang de behuizing met de PLC en de frequentie omvormer niet op deze machine structuur gebouwd kunnen worden, houden we een probleem, dus zullen we op zoek moeten naar alternatieven. Kabels afschermen. De omzetting van common-mode naar differentiaal-modestromen en omgekeerd kan aanzienlijk gereduceerd worden door kabels af te schermen. EMC aarding: "stroomgrenzen"

De belangrijkste stap in gevolg de strategie is de installatie van stroomgrenzen. De bedoeling daarvan is een "kortere route" aan te leggen die daardoor interessant is voor cm-stromen. Deze voorziening wordt ook wel referentie genoemd. Figuur 11.



F. 11

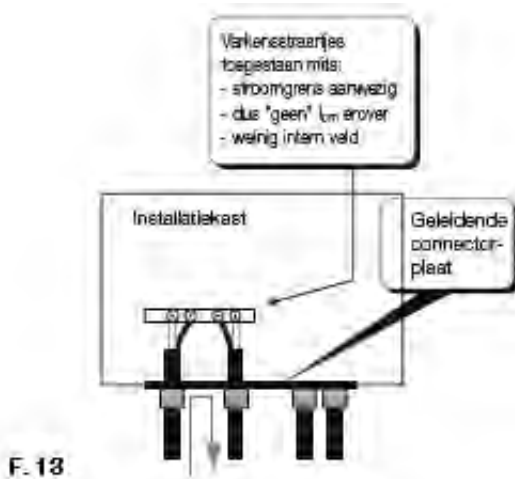
Elektromagnetische (EMC) afscherming

In figuur 10 is de bedoeling zichtbaar: het is een "kortsluiting" van de cm-stroomkring die daardoor uiteenvalt in twee cm-kringen! Het is belangrijk dat de ene kring alleen "rode en zwarte" kabels bevat en de andere alleen "groene en zwarte" zodat stoorders en gestoorden effectief gescheiden worden. De constructie van stroomgrenzenDe stroomgrens is gedefinieerd als kortsluiting die een common-mode stroomkring opdeelt. In het geval de rode kabel van het afgeschermd type is (warm aanbevolen), zou de kabelmantel rechtstreeks met de zwarte geleider verbonden kunnen worden. Als het de machine structuur is, zou dat met een metalen beugeltje of de eerder genoemde EMC wartel kunnen zijn. Is de zwarte verbinding een andere afgeschermd kabel, dan moeten de mantels onderling verbonden worden. In elk geval is het zaak de afmetingen van deze verbinding klein te houden. Wat het geval ook moge zijn, het ligt voor de hand deze voorziening aan te brengen op de wand van de behuizingen die door de kabels verbonden worden (de cirkels in Figuur 11). Het is praktisch, altijd "natuurlijke grenzen" voor dit doel te gebruiken. Als voorbeeld kan de instrumentatiekast dienen in Figuur 7 waarin de PLC en de frequentie-omvormer is ingebouwd. Aannemend dat het een metalen behuizing is, kunnen de mantels van alle binnenkomende kabels goed geleidend met de kastwand worden verbonden. Figuur 12



Uitgaande van een metalen behuizing, kunnen de mantels van alle binnenkomende kabels goed geleidend met de kastwand worden verbonden.

Voor kabels die niet zijn afgeschermd, moet een filter worden gebruikt. Filters zijn isolators op de netfrequenties (50 -400 Hz) terwijl ze een kortsluiting vormen voor frequenties vanaf, zeg, 100 kHz en hoger.

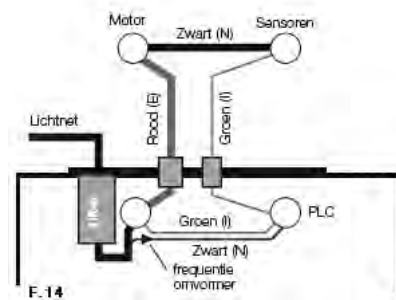


Het kleine stukje "rode kabel" binnen de kast wekt slechts weinig cm-stroom op (afhankelijk van de verbinding met de frequentieomvormer).

In veel gevallen kan de toepassing van varkensstaartjes (Figuur 6) binnen de kast acceptabel zijn mits de stroomgrens ervoor zorgt dat er géén grote common-modestromen over lopen!

Gebruik metalen kabelgoten

Laten we aannemen dat de hiervoor besproken maatregelen op de instrumentatie behuizing uit Figuur 7 zijn getroffen. Figuur 14



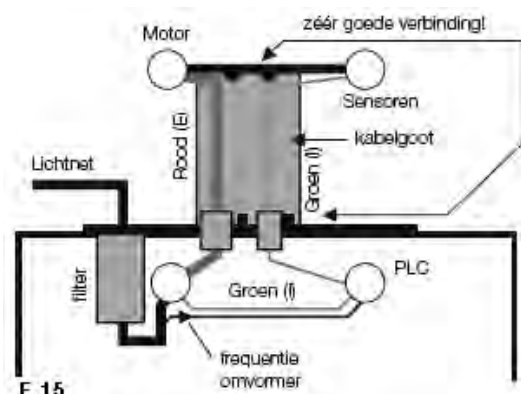
Om ervoor te zorgen dat er een uitstekende elektrische verbinding is tussen de EMC wartels, filters en andere stroomgrens voorzieningen ontstaat, wordt de plaat waardoor de kabels de kast in worden geleid, voorzien van een duurzame geleidende laag.

Na al deze maatregelen worden we met een nieuw probleem geconfronteerd: tussen onze instrumentatiekast en de machine lopen twee kabels, een "rode" motorkabel en de "groene" sensor kabel(-set).

De "zwarte" geleider waarmee we ze zouden kunnen scheiden ontbreekt! Als oplossing dient zich de metalen (dus geleidende) kabelgoot aan.

Deze kabelgoot verbinden we (direct of met een hele korte litze verbinding) met de instrumentatiekasten erzijds en met de machine structuur anderzijds.

De "rode" en de "groene" bekabeling wordt vervolgens zo goed mogelijk tegen het metaal van de goot aangelegd terwijl enige afstand wordt



Elektromagnetische (EMC) afscherming

De kabelgoot voorziet in de gewenste voorkeursroute voor de cm-mode stromen. Het scheidt de beide kabels op basis van het "nabijheidseffect": een stroom zal altijd de dichtstbijzijnde geleider gebruiken als retourverbinding (mits deze elektrisch is aangesloten en zo een minimale lusoppervlakte voor de stroom oplevert). Dit effect neemt toe voor hogere frequenties waardoor juist die retourstroom zich zal concentreren onder de kabel die de stroom veroorzaakte. Figuur 16



Een afstand tussen de "rode" en de 'groene" kabel(-sets) van 5 à 10 x de diameter van de dikste wordt aanbevolen. N.B.: Monteer kabels indien mogelijk altijd tegen brede metalen oppervlakken. Het is niet altijd nodig daar aparte constructies voor aan te leggen. Elk breed metaal is goed! De genoemde machine structuur voldoet, maar ook een metalen kastwand is bij uitstek geschikt voor dit doel!

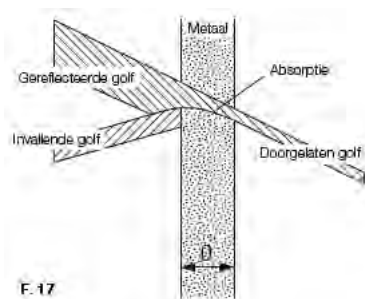
4. Een laatste optie: Afscherming van apparatuur tegen elektromagnetische velden

Afscherming is een maatregel om elektromagnetische velden buiten een kast of behuizing te houden. Om dit te bereiken, zou de behuizing, theoretisch, volledig van metaal moeten zijn en "gasdicht". De wand zou op die manier kunnen worden gemodelleerd als "oneindig uitgestrekt". Zo'n beschouwd, levert het zogenaamde transmissielijn model op zoals afgebeeld in Figuur 17.

Wanneer een elektromagnetische golf op zo'n wand valt, wordt een deel van de energie gereflecteerd terwijl een ander deel in het materiaal dringt. Aan het andere oppervlak van de wand treedt een zelfde proces op waarbij uiteindelijk een fractie van de oorspronkelijke golf wordt doorgelaten. De verhouding tussen de invallende golf en wat wordt doorgelaten is het "afschermende effect" (ShieldingEffectiveness, afgekort: SE) van de wand.

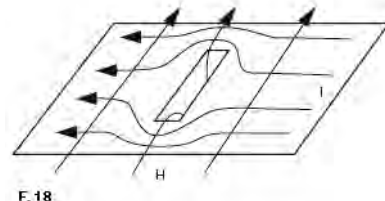
$$SE = 20 \log \text{ toevals golf / verzonden golf (db)}$$

Dit effect wordt in het algemeen in dB's uitgedrukt: [dB] De absorptie, die de intensiteit van de golf op haar wegdoor het metaal reduceert, is het gevolg van een fenomeen dat het skin effect genoemd wordt. Belangrijke parameters in deze zijn de wanddikte en materiaaleigenschappen als elektrische geleidbaarheid ende magnetische permeabiliteit.



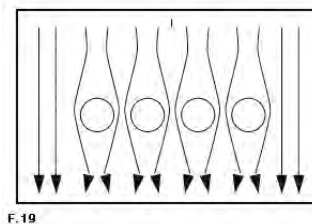
Omgang met gaten in afschermingen

Praktische afschermingen zijn nooit gasdicht! Er zittengaten, spleten en sleuven in waardoor elektromagnetische energie "weglekt"! Deze openingen bepalen is alle praktische situaties het gedrag van de afscherming! In Figuur 18 is zo'n "gat" afgebeeld: Een invallend veld veroorzaakt een stroom in het scherm.



Die stroom op haar beurt veroorzaakt een veld dat het invallende veld tegenwerkt. Dit is een inductieverschijnsel waardoor zelfs niet-magnetische materialen als koper en aluminium een afschermende werking hebben. Als in de and een opening zit, moet de stroom daaromheen. Dit heeft tot gevolg dat het invallende veld wordt afgebogen, de behuizing in!

Om dit effect te reduceren, kunt u één groot gat vervangen door een aantal kleinere. Die techniek wordt vaak gebruikt voor openingen voor licht en lucht. Figuur 19.



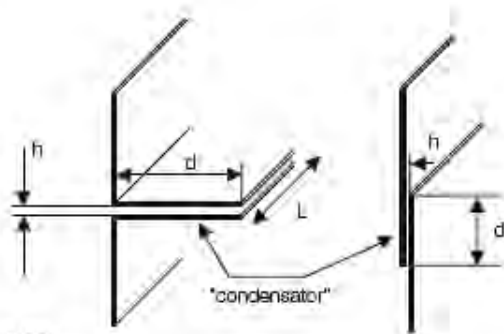
Het effect van naden en kieren

EMC behuizingen uit plaatmateriaal zijn in het algemeene puntlast of geschroefd. Op die manier ontstaan kleine kieren die mogelijk elektromagnetische energie doorlaten. Die lek is klein als de spleten véél korter zijn als de halve golflengte van de hoogste invallende frequentie. Voor velden vanuit een GSM telefoon (900 MHz), zouden die spleten véél korter moeten zijn dan 16 cm (= ongeveer halve golflengte).

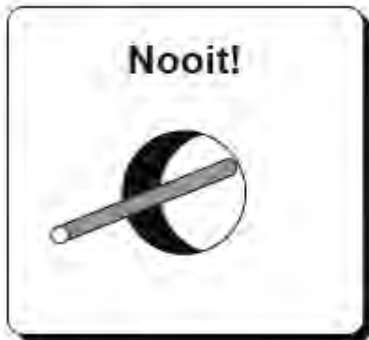
Behuizingen die niet op voorhand voor EMC afschermdoeleinden bedoeld zijn, kunnen worden verbeterd door het aanbrengen van geleidende verbindingen zoals korte litze straps tussen de metalen panelen waaruit de kast is opgebouwd. Het aantal straps kan worden bepaald met dezelfde regel als gegeven voor spleetlengtes.

Overlap in spleten kan toegepast worden om zeer hoge frequenties (bv. met golflengten korter dan de spleetlengte) tegen te houden. Deze maatregel werkt ten gevolge van de zo ontstane condensator, die de spleet hoogfrequent "kortsluit". Figuur 20

Elektromagnetische (EMC) afscherming

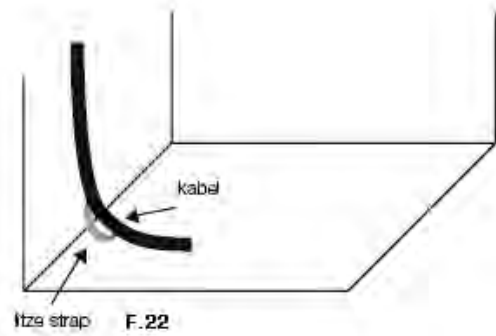

F.20

Bekabeling van afgeschermd behuizingen. Voorkom ten allen tijde dat geleiders ongehinderd een afgeschermd ruimte/kast binnendringen! Dat zijn dus niet alleen kabels maar ook andere geleiders als mechanische assen of metalen buizen. Figuur 21


F.21

Er moet een directe elektrische verbinding bestaan op de plaats waar een geleider de wand binnendringt. Als het een afgeschermd kabel is, kan een EMC wartel worden toegepast. (zie Figuur 12).

Als u de kabel "geïsoleerd" door de wand voert en de mantel via een lange draad met de wand verbindt, dan zal de zo gevormde lus veld op kunnen pikken (omzetten in stroom) en aan de andere kant van het scherm weer afgeven (stroom omzetten in veld) zo een lek vormend! Een onafgeschermd kabel moet worden gefilterd, zo mogelijk, direct op de kastwand. Figuur 22.


F.22

Bijna even erg als een ongefilterde kabel door een afschermd wand is een kabel die een spleet in zo'n wand "doorkruist".

Als dit al nodig is, is het raadzaam om de spleet ter plaatse "kort te sluiten" door beide zijden te verbinden met een kort stukje litze.

Wanneer is een "EMC" behuizing nodig?

De meeste installaties kunnen in overeenstemming met de EMC richtlijn worden gebracht door de maatregelen zoals die in hoofdstuk 3 zijn besproken. Zolang de afstanden tussen bekabeling en de beschermende machinestructuur véél kleiner zijn dan de halve golflengte van de hoogst voorkomende frequentie, zijn weinig problemen te verwachten. Veld niveaus in een industriële omgeving komen meestal niet boven de 10 volt per meter uit (Elektrisch veld waarde). In een huishoudelijke omgeving dient rekening te worden gehouden met niveaus tot 3 volt per meter.

Denkt u echter om de bedreigingen in de vorm van GSM telefoons en vergelijkbare mobiele zendapparatuur. Ze komen overal en maken velden in de orde van 15 volt per meter bij frequenties (voorlopig) tot 1800 MHz. (halve golflengte 8 cm)!

De verstandigste benadering is de toepassing van afscherming op een zo klein mogelijke schaal d.w.z. zo dicht mogelijk bij de bron: op printed circuit board (PCB) niveau of op het niveau van racks met PCB's. Hoe groter de behuizing in relatie tot de kleinste golflengte in het af te schermen veld, hoe lastiger het is deze afscherming te realiseren!