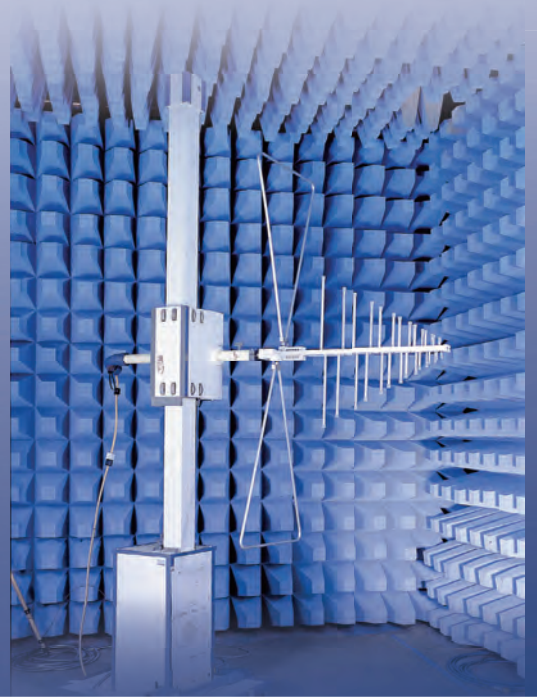


EMC KAPSLINGAR



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



Tillbehör

| | |
|-----------------------|-----|
| Gavelplåtar | 270 |
| Dörrar | 270 |
| Separationplåt | 271 |
| Packningar | 271 |
| Bottenplåtar och tak | 272 |
| Sammabnbyggnadsbeslag | 272 |
| Jordning | 273 |
| Kabelhantering | 273 |
| Fläktar | 274 |

Tillbehör Generella 286



EMC kapslingar



- ◆ Baserad på MultiFlex och MultiMount kapslingarna.
- ◆ Helt galvaniserad ram och låda, endast målad på utsidan.
- ◆ Ledande packning på alla paneler och dörrar.
- ◆ För att förstärka Faraday-effekten.
- ◆ Så finns det inga hål i bottenplåten på golvskåpen och inga flänsöppningar i väggskåpen.
- ◆ Tillbehör som kräver att man tar upp hål i höljet, har en ledande kontaktyta som garanterar elektrisk kontinuitet.
- ◆ Har utmärkt dämpning.

Väggskåp, enkeldörr



IP 55, NEMA 12 IK 10



Teknisk data

Material: Kapsling: 1.2mm förzinkad stålplåt / 1.4mm MASE0606021R5 och större. Dörr: 1.2mm förzinkad stålplåt / 1.4mm MASE060621R5 och större / 1.8mm MASE1006026R5 och större. Montageplåt: 2mm galvaniserad stålplåt.

Kapsling: Kantbockad och helsvetsad. Fyra fästhål Ø 8.5mm i bakstycket för väggmontage, utpressade 2mm, för fritt luftflöde bakom skåpet.

Dörr: Utanpåliggande med 130° öppningsvinkel. Dolda demonterbar gångjärn med oförklarbar gångjärnspinne. Gångjärnen kan skiftas från höger- till vänsterhängning. Från 300mm höga kapslingar finns svetsbultar för montageprofilen (MMDP) på och från 600mm höga kapslingar och större är dessa profiler monterade. Försedd med ledande polyuretanpackning för EMC/IP skydd.

Lås: Kromat lås DIN 3mm pinne och 90° nyckelvridning. 1000mm höga skåp och högre, har 3-punkts spanjolettlåsning.

Montageplåt: Plåten har markeringar med steg om 10mm för enkelt horisontell positionering av komponenter. På montageplåtens topp och botten finns hål för enkel kabelfixering. Fästes på M8 svetsbultar i skåpets bakstycke. Alla sidor från 800mm och över är förstyvade genom kantbockning. Med tillbehör AMG är monteringsplåten steglöst ställbar i djupled.

Flänsöppning: Inga flänsöppningar för maximalt EMC skydd.

Jordning: Dörren har M8 jordbult.

Ytbehandling: Pulverlack RAL7035 med strukturerad yta, endast på utsida.

Kapslingsklass: I överensstämmelse med IP55 / NEMA 12. IK10

Leverans: Kapsling med lackerad utsida, montageplåt. Plastnyckel DIN 3mm och monteringsstillbehör. Jordningsdetaljer.



| Kapslingsstorlek | | | Storlek montageplåt | | | Storlek | Typ | Öppningar | Antal lås | Vikt (Kg) | Kat.nr. |
|------------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|---------|-----|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 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 |

Produktgrupp MAS/MAD

Alla MAS standardstorlekar är tillgängliga i EMC utförande på förfrågan.

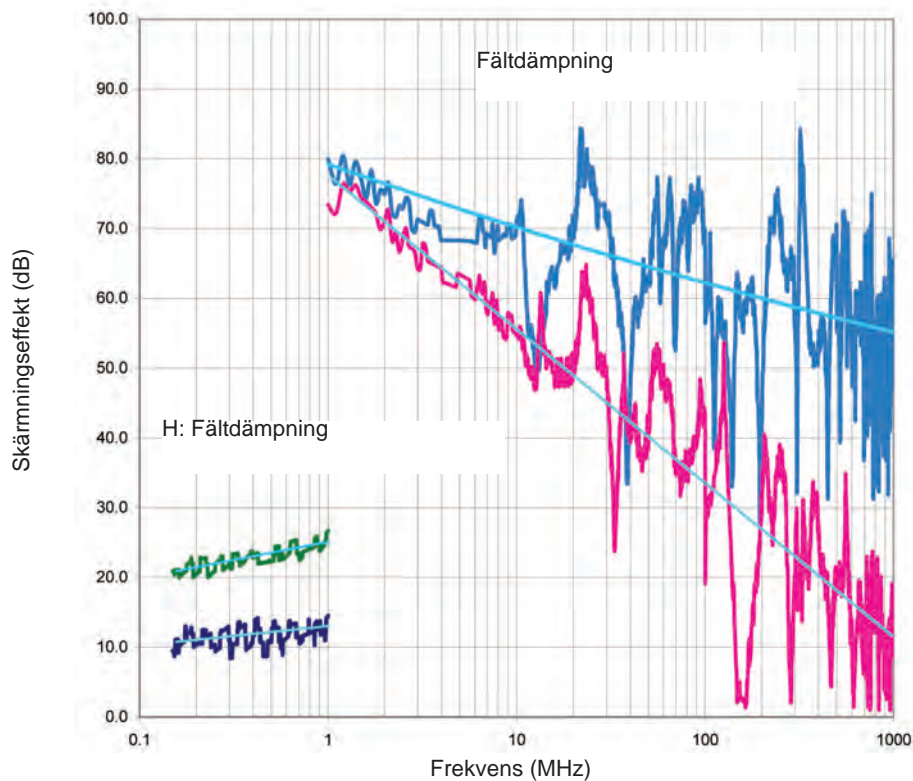
MASE: Från 200x200x155mm till 1200x800x400mm.

Ex. MASE0606021R5, EMC kapsling med enkeldörr 600x600x210mm.

För mer information, se MAS dimensionstabell

Skärmningseffekt

Skärmningseffekter för Eldon väggskåp MAS, MASE
EMC dämpning testad enligt VG 95 373 del 15



SE: Skärmningseffekt

- SE_Eldon-MASE Magnetiskt fält
- SE_Eldon-MASE Elektriskt fält
- SE_Eldon-MAS Magnetiskt fält
- SE_Eldon-MAS Elektriskt fält
- Tendenslinje

MCSE

Golvskåp, enkeldörr



IP 54, NEMA 12, IK 10

Teknisk data

Material: Ram: 1.5/1.75mm förzinkad stålplåt. Dörr: 2mm förzinkad stålplåt. Bakstycke, tak samt gavelpåtar: 1.35mm förzinkad stålplåt. Monteringsplåt: 2.7mm galvaniserad stålplåt. Bottenplåtar: 1mm galvaniserad stålplåt..

Ram: Helsvetsad rullprofilerad öppen profil med 25mm hålbild enligt DIN 43660. Med integrerad yttre hålbild.

Dörr: Utanpåliggande. Gångjärnen kan skiftas från höger- till vänsterhängning. Montageram i dörr med 25mm hålbild. Försedd med ledande polyuretanpackning för EMC/IP skydd.

Bakstycke: Fäst med M6 torx-skrivar. Möjlighet att montera bakre dörr som standard.

Gavelpåtar: Tillhandahålls som tillbehör.

Takplåt: Demonterbar

Lås: 4-punkts spanjolettlåsning. Tar inte upp värdefullt skåputrymme.

Standard lås DIN 3mm pinne. Utbytbar till standardinsatser eller Euro-cylinder, T- eller vridhandtag.

Montageplåt: Dubbelt kantbockad. Flyttbar i djupled stegvis om 25mm. Levereras på skåpets utsida.

Bottenplåt: Består av 3 st delar. Från 800mm djup, 4 st delar.

Jordning: Alla paneler är jordade via sitt montage och utrustade med separat jordningsbult.

Ytbehandling: Pulverlack RAL7035 med strukturerad yta, endast på utsida.

Kapslingsklass: I överensstämmelse med IP54 / NEMA 12. IK10.

Leverans: Ramverk med monterad dörr, bakstycke, takplåt, bottenplåtar, montageplåt samt montageram i dörr. Leverans innefattar jordningsbultar och ledande EMC/IP packning. Levereras på lastpall med samma bredd som skåpet, vilket medger sammanbyggnad på pall. All förpackningsmaterial är återvinningsbart. * Även tillgänglig i rostfritt stål (CSSE).

OBS: Bottenplåtar, montageplåt samt montageram i dörr är inte standard i 400mm breda skåp. * Även tillgänglig i rostfritt stål (CSSE).



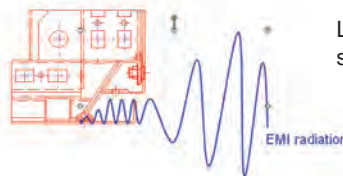
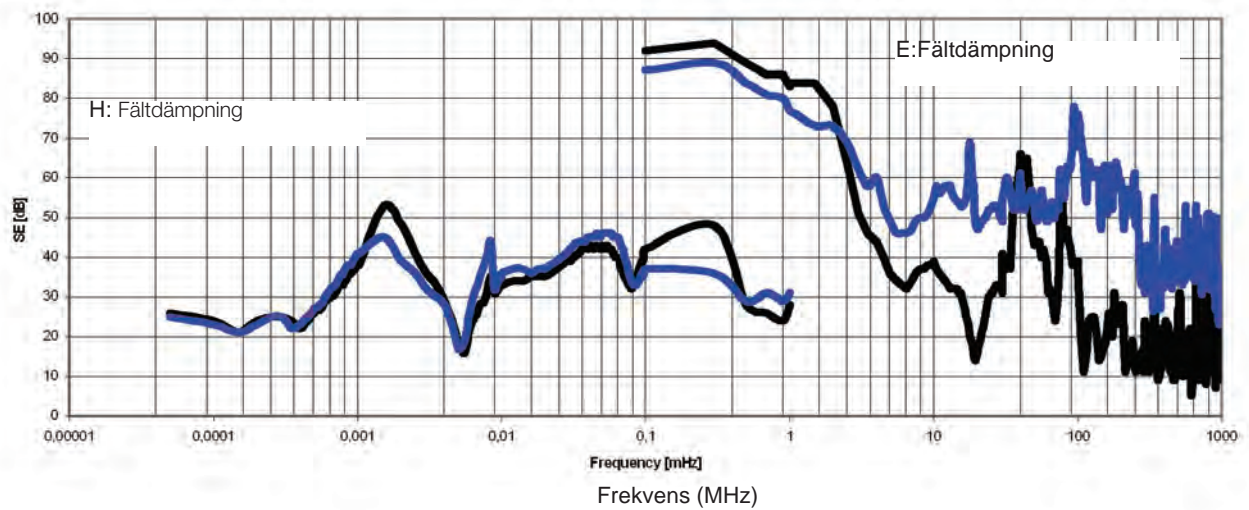
MCSE, IP 54, NEMA 12, IK 10

| Kapslingsstorlek | | | Storlek montageplåt | | | Vikt | Kat.nr. |
|------------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|------|-------------|
| H | B | D | h | b | d | | |
| 2000 | 800 | 600 | 1894 | 694 | 559 | 132 | MCSE20086R5 |
| | | 800 | 1894 | 694 | 759 | 139 | MCSE20088R5 |

* Samtliga skåp tillgängliga på förfrågan, även andra dimensioner. För EMC gavelplåt, se SPME.

Skärmningseffekt

Skärmningseffekt för Eldon golvskåp MCS, MCSE
EMC dämpning testad enligt VG 95 373 del 15



Skärmningseffekt

- Standard MultiFlex, Golvskåp, MCS
- EMI anpassad MultiFlex, golvskåp, MCSE

EMC kapslingar

SPME, Gavelplåtar



Beskrivning: För att täcka gavlar på MCSE skåp. Försedd med ledande polyuretanpackning för EMC/IP-skydd.
Material: 1.35mm förzinkad stålplåt.
Ytbehandling: Pulverlack RAL7035 med strukturerad yta, endast på utsida.
Kapslingsklass: I överensstämmelse med IP54 / NEMA 12.
Leveransförpackning: 2 st paneler med monteringsmaterial.

| H | D | Kat.nr. |
|------|-----|------------|
| 2000 | 600 | SPME2006R5 |
| | 800 | SPME2008R5 |

*Andra storlekar på förfrågan

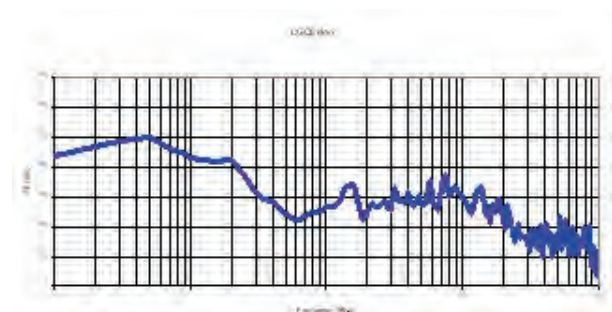
DGCE, Fönsterdörr (61%)



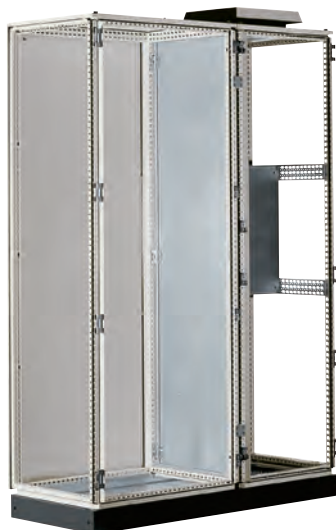
Beskrivning: Standarddörr med säkerhetsglas, lås DIN 3mm och montereram. Samtliga låsinsatser passar. Tätning med ledande EMC packning. EMI skydd med nät monterat bakom glas med 61% öppen yta.
Material: Dörr: 2mm förzinkad stålplåt. Glasyta: 3mm härdat säkerhetsglas.
Ytbehandling: Pulverlack RAL7035 med strukturerad yta, endast på utsida.
Kapslingsklass: I överensstämmelse med IP54 / NEMA 12. IK10
Erforderliga tillbehör: Ersätts inte standarddörren använd montagesats DMK01.
Leveransförpackning: 1 st

| H | B | h | b | Kat.nr. |
|------|-----|------|-----|-----------|
| 2000 | 800 | 1776 | 615 | DGCE2008R |

Skärmningseffekter
 EMC dämpning testad enligt VG 95 373 del 15



EMI anpassade MultiFlex, Golvskåp, MCSE

SPD EMC, Separationsplåtar


Beskrivning: För att separera två sammanbyggda skåp. Monteras med montagesats CCJ. För att uppnå IP43 / NEMA 1 skall tätning SPDG01 användas. För att erhålla EMC skydd skall packning SPDEG01 användas.

Material: 1.5mm förzinkad stålplåt.

Erforderliga tillbehör: Komplettera med montagesats CCJ för montering.

Leveransförpackning: 1 st

SPDEG, Tätning för EMC-skärmning


Beskrivning: För att uppnå EMC-skärmning tillsammans med separationsplåt (SPD).

Material: Packning i polyuretanskum med ledande hölje. UL94HB

Kapslingsklass: I överensstämmelse med IP43 / NEMA 1.

Leveransförpackning: 6m

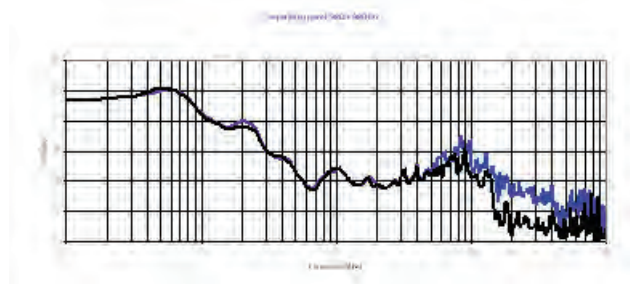
Kat.nr.

SPDEG01

| D | E-nummer | Kat.nr. |
|-----|----------|---------|
| 600 | 2517354 | SPD2006 |
| 800 | 2517355 | SPD2008 |

Skärmningseffekter

EMC dämpning testad enligt VG 95 373 del 155



■ Skärmningseffekt för Eldon golvskåp, Mellanplåt SPD

EMC kapslingar

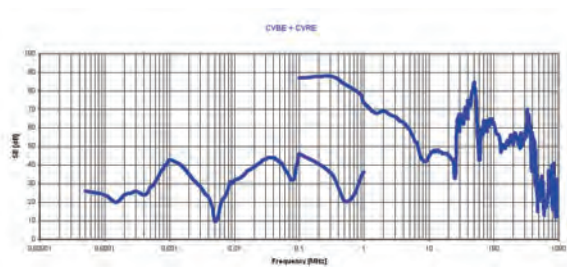
CVB EMC, Ventilerad bottenplåt



Beskrivning: Tre-delad bottenplåt. Kan användas i kombination med ventilerad sockel PV. 33% ventilation.
Material: 1.5mm perforerad förzinkad stålplåt.
Leveransförpackning: 3 st med monteringsmaterial.
Erforderliga tillbehör: Används i kombination med ventilerad sockel PV.

| För kapsling | | Kat.nr. |
|--------------|--|---------|
| D | | |
| 600 | | CVB0806 |
| 800 | | CVB0808 |

Skärmningseffekter
 EMC dämpning testad enligt VG 95 373 del 15



Skärmningseffekt för topp och bottenplåtar i MultiFlex programmet

CVRE, EMI Ventilerad takplåt



Beskrivning: Ventilerat innertak för EMC skydd. Monteras direkt i skåpsramen. Kan användas i kombination med CVR ventilerad takplåt, CFR takplåt för fläkt eller distanser CVK15 för att höja standardtak. 33% ventilation.
Material: 1.5mm förzinkad stålplåt.
Ytbehandling: Obehandlad förzinkad stålplåt.
Leveransförpackning: 1 st med monteringsmaterial.

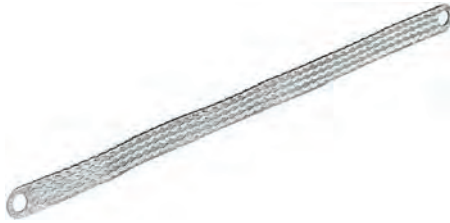
| B | D | Kat.nr. |
|-----|-----|----------|
| 800 | 600 | CVRE0806 |
| | 800 | CVRE0808 |

CCJ, Fäste för separationsplåt



Beskrivning: Fäste för uttags- eller separationsplåtar. Monteras på horisontell eller vertikal ramprofil.
Material: 3mm förzinkad stålplåt.
Leveransförpackning: 6 par fästen med monteringsmaterial.
Erforderliga tillbehör: IP43 / NEMA 1 erhålls tillsammans med SPDG. Kan även användas för inre sammankoppling, komplettera då med vinklar CCM för extra styrka vid skåpskombinationer.

| E-nummer | Kat.nr. |
|----------|---------|
| 2517369 | CCJ12 |

ECFE, Jordfläta


Beskrivning: För jordning och potentialutjämning mellan paneler, delar och skåpets ramverk. Längd: 300mm.

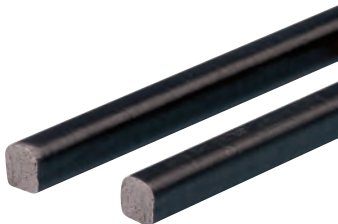
Material: Förtennad elektrolytkoppar (0.15mm tråd) med anslutningspunkter i ändarna.

Arbetstemperatur: Upp till 105°C

Leveransförpackning: 10 st

Erforderliga tillbehör: Komplettera med anslutningsatts ECF för att ansluta jordflätan på lackerad ram.

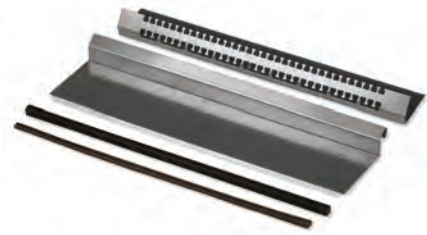
| Tvårsnittsarea | Håldiameter | Ström (A) | E-nummer | Kat.nr. |
|-------------------|-------------|-----------|----------|----------|
| 16mm ² | 8.5 | 120A | 2517222 | ECFE1630 |
| 25mm ² | 10.5 | 150A | 2517223 | ECFE2530 |

BGE, EMC packning för kabelgenomföring vid bottenplåt


Beskrivning: Tätar/skrämmas av kabelgång mellan bottenplåtarna (2x1.1m). Den ledande packningen skyddar mot överföring av elektromagnetisk störning. (EMC tätning/skrämning av själva bottenplåtarna är förmonterad i EMC kapslingarna).

Leveransförpackning: EMC packning (17x17mm) 2.2m självhäftande mjukpackning för kabelgenomföring. För 1600mm breda kapslingar fordras 2 set.

| Kat.nr. |
|---------|
| BGE01 |

CBPE, Bottenplåt för EMC kapslingar.


Beskrivning: Ersätter 2 st av de standard 3 st eller 4 st bottenplåtarna. Konstruktion med kammar tillåter att skärmade kablar kan jordas direkt i plåten. Idealisk för användning med EMC-skåp för att stänga ute störningar.

Material: 1.5mm förzinkad stålplåt.

Leveransförpackning: 2st delar med EMC packning och monteringsmaterial. 4st delar från 1200mm bredd.

| För kapsling | | Kat.nr. |
|--------------|-----|----------|
| B | D | |
| 600 | 600 | CBPE0606 |
| | 800 | CBPE0608 |
| 800 | 600 | CBPE0806 |
| | 800 | CBPE0808 |

CABP, Ankarskenor


Beskrivning: Monteras under bottenplåtarna för maximalt utnyttjande av skåputrymme. Anpassad för standard kabelhållare CAC för inkommande kabel. Justerbar i djupled. När skärmade kablar jordas i skenan bidrar det till EMC skyddet.

Material: 2mm förzinkad stålplåt.

Leveransförpackning: 2 st skenor med monteringsmaterial. 4 st skenor för 1200mm.

Erforderliga tillbehör: Komplettera med kabelhållare CAC efter kabeldiameter.

| B | Kat.nr. |
|------|----------|
| 400 | CABP400 |
| 500 | CABP500 |
| 600 | CABP600 |
| 800 | CABP800 |
| 1000 | CABP1000 |
| 1200 | CABP1200 |

EMC kapslingar

EMC, Skärmade fläktar



EMC, Fläktar och evakueringsfilter.

När fläktar och evakueringsfilter användes i skåp måste en håltagning göras. Detta innebär ett "läckage" i EMC termer. Om EMC krav föreligger måste speciella fläktar och filter användas. Eldon erbjuder en "click in" lösning där inga montageskruvar behövs. För att motverka rostangrepp är de yttre delarna av fläktar och filter monterade med en rostfri ram försedd med rostfria kontaktfjädrar. Detta bidrar till bra rostskydd och dämpning.

Teknisk beskrivning:

- Stor luftkapacitet från 61 m³/h till 845 m³/h.
- Inga skruvar behövs vid montage.
- Endast fyrkantig håltagning.
- Utbyggnadsmått endast 6 mm.
- Filtermattan kan enkelt bytas ut utan att demontera hela enheten.
- Plastmaterial i enlighet med ISO 14000 (Miljöcertifiering).
- Självslöcknande plastmaterial.

Skärmningseffekt för Eldons klimatreglering filter och fläktar EFE/EFAE:

EMC dämpning tested i enlighet med EN 50 147-1 (1996).

| EMC filterfläkt | EFE200R5 | EFE220R5 | EFE250R5 | EFE300R5 | EFE500R5 | EFE600R5 | EFE700R5 |
|---|---------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|------------|--------------------|--------------------|
| Flödeskapacitet Fritt flöde (m ³ /h) | 61 | 110 | 156 | 256 | 480 | 640 | 845 |
| Kylkapacitet Fritt flöde (W/K) | 20 | 37 | 52 | 85 | 160 | 213 | 282 |
| Flödeskapacitet i kombination Filterfläkt + utblås (m ³ /h) | 44 | 82 | 116 | 231 | 370 | 445 | 560 |
| Kylkapacitet i kombination Filterfläkt + utblås (W/K) | 15 | 27 | 39 | 77 | 123 | 148 | 187 |
| Filtermatta | IP54, typ G3 | | | IP54, typ G4 | | | |
| Max. statiskt tryck (Pa) | 60 | 66 | 92 | 116 | 76 | 134 | 192 |
| Skyddsklass | IP55, IP55 på förfrågan* | | | | | | |
| Spänning, AC | 230V,115V* | 230V,115V* | 230V,115V* | 230V,115V*,400V 2~* | 230V,115V* | 230V,115V*,3x400V* | 230V,115V*,3x400V* |
| Tillgängliga spänningar, 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 | | | |
| Ytermått HxBxD (mm) | 145 x 145 | 202 x 202 | 252 x 252 | 252 x 252 | 320 x 320 | 320 x 320 | 320 x 220 |
| Dimension D: (AC/DC) | | | | | | | |
| Håltagningsmått HxB (mm) | 126,5 x 126,5 | 178 x 178 | 224 x 224 | 224 x 224 | 292 x 292 | 292 x 292 | 292 x 292 |
| Drifttemperatur | -15 °C till +55 °C | | | | | | |
| Material | Termoplast, självslöcknande, UL 94 V0 | | | | | | |
| EMC skärm | Rostfritt | | | | | | |
| Godkännanden | UL | | | | | | |

* Tillgänglig IP55 Filterfläkt på förfrågan, artikelnr. EFEPxxxR5 *

* På förfrågan

| EMC utblåsningsfilter | EFAE200R5 | EFAE220R5 | EFAE250-300R5 | EFAE500-700R5 |
|--------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Ytermått HxBxD (mm) | 145 x 145 x 26 | 202 x 202 x 34 | 252 x 252 x 38 | 320 x 320 x 39 |
| Håltagningsmått HxB (mm) | 126,5 x 126,5 | 178 x 178 | 224 x 224 | 292 x 292 |
| Skyddsklass | IP54, IP55 på förfrågan* | | | |
| Material | Termoplast, självslöcknande, UL 94 V0 | | | |
| Material EMC skärm | Rostfritt | | | |

* Tillgänglig IP55 Utblåsningsfilter på förfrågan, artikelnr. EFAExxxR5*



Skärmade filterfläktar IP 54 Klimatreglering

Våra EMC-skärmade filterfläktar påverkar EMC-skyddet i våra apparatskåp enligt följande:

Dämpning vid 300 MHz: ~71 dB

Dämpning vid 400 MHz: ~57 dB

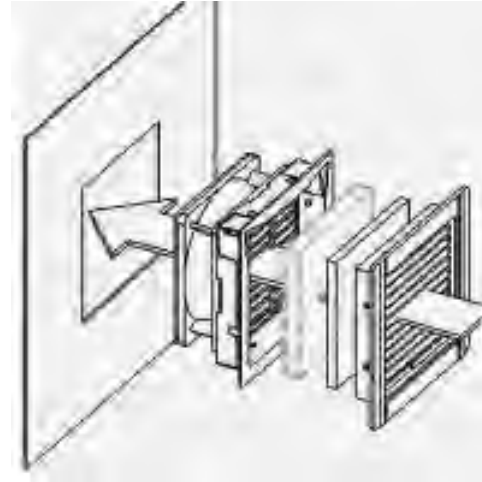
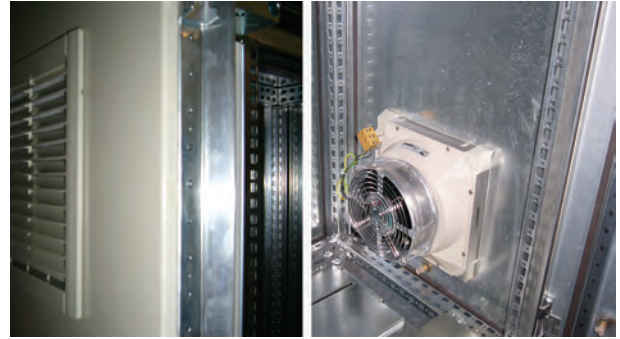
EMC dämpning testad enligt EN 50 147-1 (1996)

Inget extraarbete i samband med håltagningen vid montage

- inga kopparband eller liknande extramaterial att limma på plats.

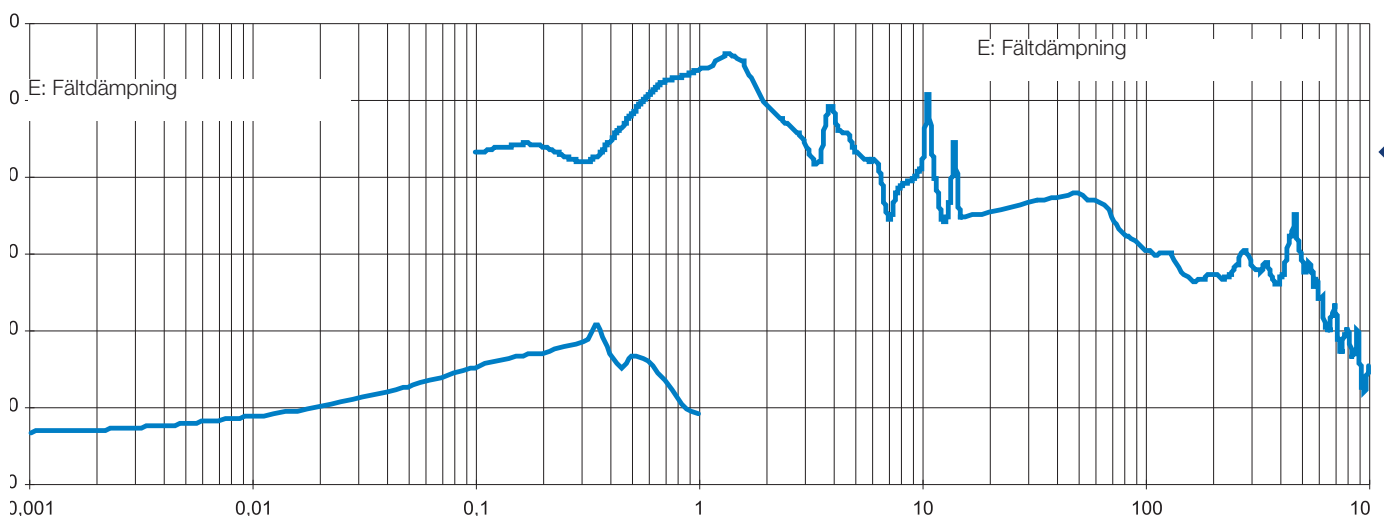
- inget behov av att skrapa/slipa bort lager av material för att säkerställa goda kontakt mellan ytorna.

1. kontaktyta är via kanten på håltagningen för filterfläktarna eller utblåsningsfiltren.
2. innovativt med kontaktyta längs kanten på håltagningen, ger ett enkelt montage.
3. säker kontakt genom speciellt utformade kontaktfjädrar på EMC-skärmen.
4. liten miljöpåverkan genom speciellt utformad EMC-skärm i rostfritt stål (1.4301).
5. liten miljöpåverkan då EMC-skärm och kontaktfjädrar är i en del, packning av berylliumkoppar behövs inte för att säkerställa god kontakt och materialen kan lätt demonteras för återvinning.



Skärmningseffekt för Eldons klimatreglering filter och fläktar EFE/EFAE:

EMC dämpning testad i enlighet med EN 50 147-1 (1996).



EMC kapslingar

1. Elektromagnetisk störning (EMI)

Så definieras EMC

Europeiska Unionens ministerråd definierar EMC i artikel 4 av "council directive on the approximation of the laws of the Member States relating to Electromagnetic Compatibility (89/336/EEC)" (EUDirektiv om anpassning till medlemsländernas lagar beträffande elektromagnetisk kompatibilitet) som en "apparats" egenskap:

- "Apparaten skall vara så konstruerad att den elektromagnetiska störningen som alstras av denna inte överskrider en nivå som hindrar radio- och telekommunikationsanordningar och andra apparater från att fungera korrekt" [föreskrifter om emission].
- "Apparaten har en tillräcklig, tålighet gentemot elektromagnetiska störningar så att den kan fungera korrekt" (föreskrifter om immunitet).

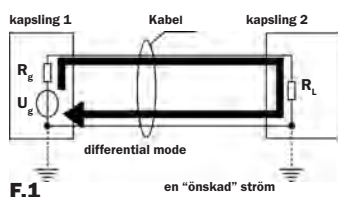
Detta är en mycket bred och allmän definition. Den vanliga vägen till att uppfylla kraven är användningen av standarder. Det finns produktstandarder som kan tillämpas vid en bestämd typ av produkt (t ex belysning). Om sådana standarder inte finns tillgängliga, så finns det "allmänna standarder" som man kan använda sig av. Om din produkt klarar samtliga nödvändiga prov, så antas den uppfylla kraven i direktivet.

Vad kan du göra?

Problemet är att det inte finns någon direkt relation mellan proven för att påvisa "EMC" och åtgärderna som du kan vidta för att uppnå ett tillfredsställande resultat. Vad du behöver är grundläggande kunskaper om elektromagnetiska störningar.

Differential- eller common- mode strömmar.

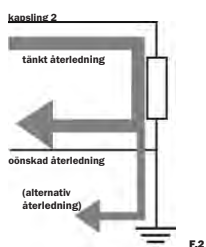
Strömmarna går slingor. Om man mäter strömmen i en kabel måste det finnas en returström tillbaka till ursprungskällan. Om denna slinga saknar referens till jord, är strömmarna av typen differentialmode (symmetrisk), förkortas dm-ström. Finns referens till jord kan denna bli en alternativ återledningväg, strömmarna är då av typ common-mode (asymmetrisk), förkortas CM-ström. 98% av alla störningar är av denna typ. Låt oss titta på kopplingsschemat som visas på Figur 1.



F.1

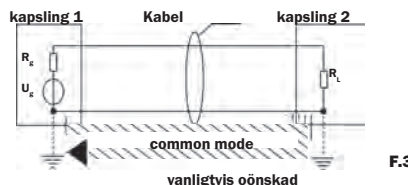
Här ser du en avsiktlig eller önskad strömslinga som bildas av en kabel: En signal- och en återledning överför strömmen från en källa U_g till en last R_L och tillbaka. Detta är den normala strömvägen, d v s om vi skulle lägga en strömtång om kabeln för att mäta belastningsströmmen som löper genom tången, så skulle vi få mätvärdet noll: Samtliga strömmar som flödar från källan till lasten flödar tillbaka via den avsedda återledningen.

Komplikationer kan uppträda när det finns alternativa återledningsvägar, t ex via anslutningar till säkerhetsjordningen. Figur 2.



F.2

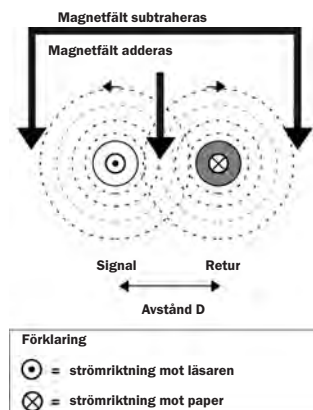
Om en del av återströmmen tar den alternativa vägen, så kommer vi att kunna mäta en nettoström med hjälp av en strömtång som läggs om kabeln. Figur 3.



Dessa oönskade strömmar uppstår utan att apparatens konstruktör planerat det och - vilket är ännu värre - de finns för det mesta inte med i hans analyser. Det är dessa "bortglömda" strömmar som förorsakar de flesta, ibland skadliga störningar i elektroniska system.

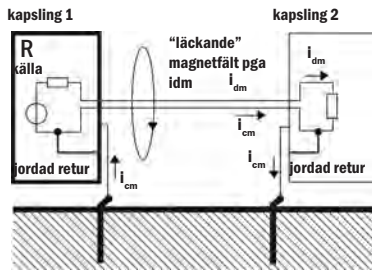
Kablar bestämmer andelen vagabonderande strömmar

Kablar, eller mera allmänt, förbindningar, har egenskapen att debestämmer andelen vagabonderande strömmar. Denna egenskap kallas för "överföringsimpedans". Det är detta grundfenomen som är ansvarigt för elektromagnetiska störningar. Resten är följdfeffekt. Till exempel: Alla strömmar åtföljs av ett magnetiskt fält. Skissen på Figur 4 visar en tvåledarkabel. Varje ledare för samma ström, men i motsatt riktning.

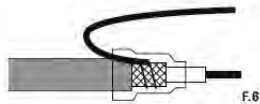


De magnetiska fältlinjerna som ligger mellan de båda ledarna "adderas" och linjerna som ligger utanför detta område "subtraheras". Vid ideala förhållanden skulle de båda kombinerade magnetfältstorheterna kunna reduceras till noll, om vi hade kunnat lägga de båda ledarna "uppe", exakt centrerat på varandra. Fälten som då skulle vara i samma position men motsatta skulle upphävas exakt ("Koax"-situation)!

I praktiken finns det emellertid ett avstånd mellan de båda ledarna. Det betyder att ett fältvärde kan mätas utanför kabeln. Detta fält inducerar i sin tur strömmar i en strömslinga i närheten. Denna innehåller slingan som bildas av kabeln själv och alternativa återledningar (jordslingor)! Figur 5.


F.5

Denna alternativa ledare kan vara maskinkonstruktionen, säkerhetsjordning, kapslingens vägg eller andra kablar. Denna strömsom vanligtvis induceras i den större slingan är den önskade strömmen. Överföringsimpedansen är en komplett förbindelseegenskap: kabel plus stickkontakt, kopplingsmanövertavla etc. från källan till lasten! En mycket bra kabels egenskaper kan förstöras genom en dålig avslutning, t ex genom den ökända "svansen" på avskärmade kablar. Figur 6.


F.6

2. Risker pga störkällor och störningskänslighet

Således är kopplingar vårt enda problem i samband med EMCproblematiken. Från kretskort till kablage! Vi kan dela in riskerna i våra system i "konstruerade" risker och i "naturliga" risker. Den faktiska störningen är alltid problemet med störningskänsligheten. Det störda systemet kan inte klara av fält eller strömmar som hotar systemet. Om systemet borde klara av dessa fält eller strömmar bestäms av de föreskrivna nivåerna i EMC-standarderna! Om systemet är alltför känsligt (standarder kallar detta för "otillräcklig störningstålighet"), måste du bättra på det genom att justera de olika kopplingarna för att förbättra överföringsimpedansen. Om systemet är "OK" måste du leta upp störkällan och företa liknande justeringar för att reducera dess "strålning".

Konstruerade risker

De flesta störningarna härrör från apparater som hör till ditt eget eller grannarnas system. Kända källor med HF-fält är sändare från allmänna försörjningssystem i GSM-telefoner. Speciellt mobiltelefoner utgör en riskfaktor då de lätt kan komma i närheten av känsliga apparater. Fälten som hör till sändare och andra HFapparater ligger i ett område från 1 till 100 Volt per meter (det elektriska fältets värde). Vanligtvis 10 V/m i industriområden (men: kan variera)! Som tumregel gäller följande: Varje V/m fält förorsakar en ström på 10 mA i en oskyddad kabel. En ström på 100 mA anses i processtyrningsanläggningar som kritiskt värde. Bortsett från avsiktliga sändare finns det även oavsiktliga sändare, som bildas av kopplingar som alstrar likströmmar med motsvarande fält. En HF-ström i en kabel med en överföringsimpedans som inte är anpassad är den allmänna orsaken. Denna ström kan antingen flöda direkt i en känslig kabel (t ex av analoga sensorer) eller alstra ett elektromagnetiskt HF-fält som inducerar strömmar i känsliga kablar. Bortsett från avsiktliga sändare finns det även oavsiktliga sändare, som bildas av kopplingar som alstrar likströmmar med motsvarande fält. En HF-ström i en kabel med en överföringsimpedans som inte är anpassad är den allmänna orsaken.

Denna ström kan antingen flöda direkt i en känslig kabel (t ex av analoga sensorer) eller alstra ett elektromagnetiskt HF-fält som inducerar strömmar i känsliga kablar.

Diskontinuerliga störningar. En speciell typ av störningar är "impulsstörningar", som exempelvis förorsakas genom koppling av induktiva laster. Exempel är reläer, frekvensomformare/motorkombinationer och kopplingsdetaljer. Om dessa är "avstämde" på ett sätt som inte passar, uppnås höga spännings- och strömtoppar vid koppling av lasten. Dessa strömmar flödar genom förbindningskablar och omvandlas i störströmmar. Störmekanismen är naturligtvis identisk med den kontinuerliga störningen. Men p g a diskontinuiteten kan det vara svårare att upptäcka orsaken till problemet. Störströmmar från dessa källor kan bli betydande: flera hundra milliampere, i synnerhet då reläkontaktorna så småningom blir sämre. Utan lämpliga skyddsåtgärder måste man räkna med allvarliga störningar.

Naturliga störkällor

Naturliga källor är blixtrar och elektrostatiska urladdningar (ESD). Dessa fenomen uppstår regelbundet. I det fallet uppstår en (statisk) elektrisk urladdning. När det gäller blixtrar störs ett stort område som kan sträcka sig över flera kilometer. Vad ESD beträffar är det vanligtvis en person som bär med sig laddningen och som sedan laddar ur sig till den del av apparaten som berörs av personen. Blixtnedslag är ett fenomen med hög energi och relativt låg frekvens. De flesta störningarna överförs således via ledningar. ESD är ett HF-fenomen med låg energiandel. Höga frekvenser kan emellertid flöda "genom luften" (kapacitiv effekt) och den skadliga strömmen i apparaten kan helt enkelt inte avledas om det finns en störningskänslig komponent i dess väg: det vore inte bra för komponenten. Störströmmar som härrör från dessa naturliga källor kan uppnå mycket höga värden. Ampere är inte ovanliga. (Ett direkt blixtnedslag har i vanliga fall 50 kA, d v s 50.000 A, ESD på 5-40 A).

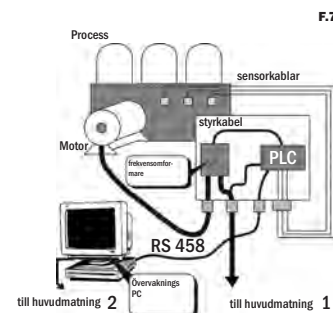
3. Åtgärder som kan vidtas för att förbättra kompatibiliteten

Apparatens kapsling kan ha stort inflytande på beteendet under "tuffa" elektromagnetiska villkor. I de följande avsnitten presenteras flera metoder. De flesta är inte alls dyra när man tar hänsyn till dem redan under utvecklingsfasen. Vid en senare tidpunkt är skyddsåtgärder ganska dyra och genomförs därför knappast.

Identifiering av jordslingor.

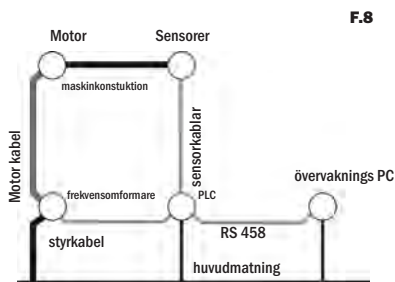
Dela in kablar i kategorier

Alla EMC-problem (OK, nästan alla: 98 %) är problem med vagabonderande strömmar. Man bör försöka att utveckla en känsla för jordslingor. Så snart du har upptäckt dem kan du behandla dem enligt metoden som beskrivs här nedan. Ett exempel omnämns på bild 5. Ett mera omfattande exempel förklaras på figur 7.


F.7

EMC kapslingar

I diagrammet finns flera kablar. I vanliga fall hjälper det att rita ett förenklat diagram, där apparaten framställs i kretsar med förbindningsledare. Glöm inte att integrera nät-, "jord-" och maskinkonstruktionen som ledare! I diagrammet på figur 8 syns flera kablar:

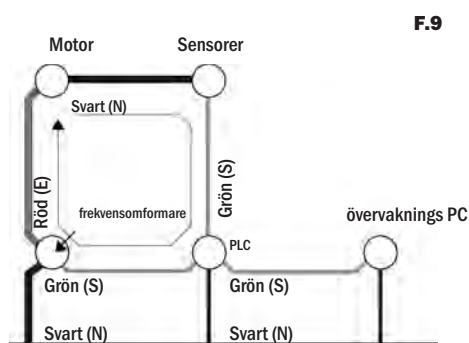


- Kablar med stora strömmar och/eller HF-strömmar. Markera dessa med röd färg eller med bokstaven "E" för strålning: Till följd av överföringsimpedansen alstras möjligtvis stora störströmmar.
- Exempel: Kabel mellan frekvensomformare och motor.
- Kablar som inte alstrar störströmmar och inte heller är känsliga för dem. Markera dessa kablar med svart färg eller med bokstaven "N"
- för nolledare. Exempel: starkströmskabel, maskin- eller byggnadskonstruktion, metalledning etc.
- Kablar som leder små analoga signaler eller på något annat sätt är känsliga för störningar p g a störströmmar som flödar igenom dem.

Markera denna typ av kabel med grön färg eller med bokstaven "S" för störningskänslig. Exempel: Sensorkabel, RS-485 ledning, styrkabel PLC/frekvensomformare. Figur 9. Givetvis kan du göra mera detaljerade markeringar. I böcker om EMC används i allmänhet fem till sju kabelkategorier. RS-485 kabeln i vårt exempel kan vara känslig för störströmmar från motorkabeln, men kan även utgöra en storkälla för känsliga analoga signaler! De tre kategorierna som används här ska endast förtydliga principen: Vi måste se till att strålningskällor hålls borta från känsliga kablar!

Reducera kablarnas känslighet för strömmar
Håll förbindningarna korta

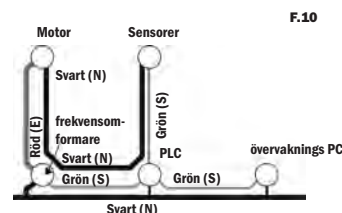
Det första vi kan göra är att hålla kablarna korta. Samtliga störningar är förbundna med överföringsimpedansen. Denna effekt tilltar med kabellängden! Ju kortare kabeln är desto mindre är effekterna. Av denna anledning skulle risken för störningar i vårt exempel på bild 8 och bild 9 drastiskt reduceras om frekvensomformaren skulle monteras till höger under motorn! Ingen nämnvärd kabellängd, ingen alstring av störströmmar. Men externa fält utgör fortfarande en risk för våra känsliga kablar.



Avskärmade kablar

Differentialströmmarnas omvandling i störströmmar och omvänt kan avsevärt reduceras, om kablarna avskämmas. Med andra ord: Detta reducerar kablarnas överföringsimpedans. Det är viktigt att montera avskärmningen på båda ändarna av den apparat som är förbunden med kabeln. Det bästa sättet att göra det är att använda en EMCskrubussning (förklaras senare) eller ett stickkontaktshus av metall, d v s man monterar en kontakt över 360° mellan skärmen och kapslingens vägg där kabeln kommer in. Åtgärderna som beskrivs i det följande är ändå lämpliga när det gäller stora avstånd.

Som nästa steg är det bra att reducera områdena för (samtliga) identifierade slingor. Strömmarna i våra slingor upphävs därigenom givetvis inte utan vidare, men med denna åtgärd reduceras åtminstone fältet utanför slingan. Dessutom blir slingan mindre känslig för stöningar från externa fält. Reduceringen uppnås genom att kablar som markerats med "svart" eller med bokstaven "N" förs längs kablar som markerats med grön eller röd färg. Figur 10.

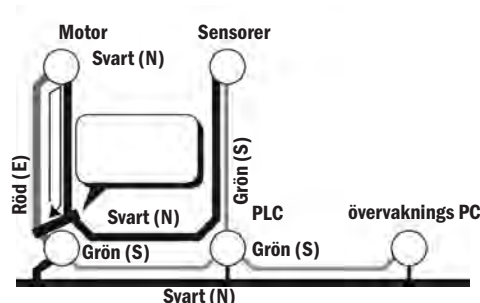


I vår speciella situation är maskinkonstruktionen den svarta ledaren mellan motorn och sensorerna!

Det är besvärligt att böja denna längs kablar. Här är det bättre att föra kablar längs konstruktionen. Men så länge kapslingen som innehåller PLC och frekvensomformaren inte kan byggas in i själva maskinkonstruktionen är det svårt. Vi måste alltså försöka att hitta på andra alternativ.

EMC-jordning: "Strömgränser"

Därför tar vi nästa steg först: Vi försöker att avleda de farliga strömmarna från de känsliga kablar, d v s vi bereder en alternativ väg för dessa. Detta alternativ kallas för "strömgräns" eller referensledare. Figur 11.



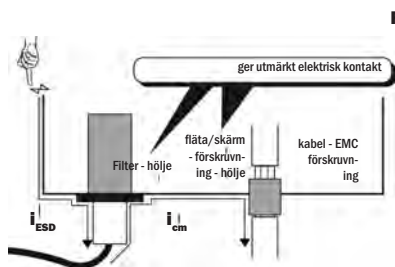
I situationen på bild 10 krävs alltså en (HF) anslutning mellan den nedre änden på den röda kabeln och den svarta ledaren i närheten. Ju närmare strömgränsen ligger kabeländan desto större är effekten.

Hur strömgränser åstadkoms

Strömgränsen definieras som väg för åtminstone HF-delen av störströmmarna. Om den röda kabeln är en avskärmad kabel (vilket rekommenderas, se nedan) kan kabelskärmen anslutas till den svarta ledaren. Om den svarta ledaren är maskinkonstruktionen kan en bygel användas för kabelskärmens elektriska anslutning till konstruktionen. När det handlar om en annan kabel med avskärmning kan de båda skärmarna klämmas ihop. I varje fall gäller följande: Håll förbindningsmaterielet så litet som möjligt.

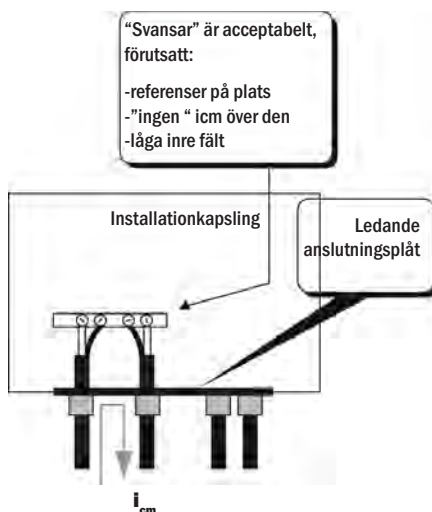
Vilken konstruktion det än är - den uppenbara punkten för lokaliseringen är gränssnittet med vår apparat (kretsarna på bild 11).

Det är praktiskt att alltid använda de "naturliga gränserna" för detta ändamål. En naturlig gräns, som framgår av bild 7, är kapslingen som innehåller PLC och frekvensomformaren. Om det rör sig om en kapsling av metall kan förbindningarna mellan de olika kablarna göras vid deras intagspunkt. Speciella EMC-skruvbussningar för detta ändamål finns i handeln. Figur 12.



F.12

Anslut kabelskärmen elektriskt till kåpans metall. För kablar utan skärmar finns filter som tillgängligt tillbehör. Filter är isolatorer för nätfrekvenser (50 - 400 Hz) mot jord, medan de uppträder som kortslutningar vid mer än 100 kHz. Vad som faktiskt händer i strömgränsen (=kapslingens vägg) är att den ursprungligen stora strömslingan delas upp i en mycket liten, intern slinga och en stor extern slinga. Figur 13.

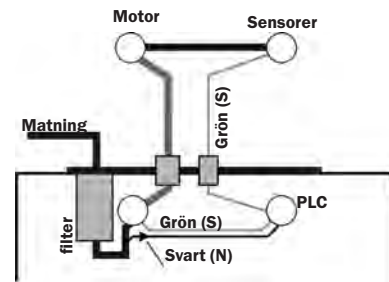


F.13

Den lilla delen av den röda kabeln som förblir inuti, förorsakar endast en låg störström. Många gånger kan "svansar" (bild 6) innanför kåpan till och med vara acceptabla! För att åstadkomma en utmärkt elektrisk kontakt mellan EMC-skruvbussningar, filter och andra typer av strömgränsteknik underkastas kapslingens intagsplatta för kabligen ofta en varaktigt ledande ytbehandling. Annars bör ställena för EMC-skruvbussningarna vara helt jordade eller blankt polerade innan du installerar dem. Därefter kan du måla över dem med skyddsfärg.

Använd kabelgenomföringar av metall

Låt oss anta att dessa åtgärder har vidtagits på vår kapsling på bild 7. Vårt diagram skulle då se ut som diagrammet här nedan: Figur 14.

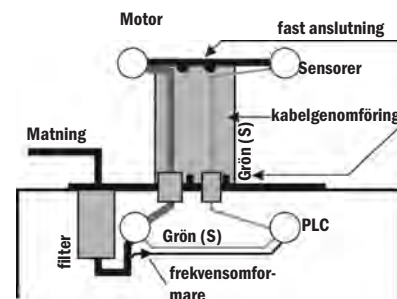


F.14

Man kan göra invändningar mot filtrets montering i kapslingens vägg. Men vad gäller EMC är detta den bästa lösningen. Montera filtret invändigt, så nära strömkabelns intag som möjligt (här ingen EMC-skruvbussning) och håll ledaren mellan intagspunkten och filtret mycket nära kapslingens vägg. Se till att filtret har bra elektrisk kontakt med kapslingen.

När allt detta har gjorts möter vi ett nytt problem: Mellan kapsling och maskin löper två kablar: motorkabeln (röd) och sensorkabeln (har tagits samman, grön). Ingen svart ledare för att skydda dem!

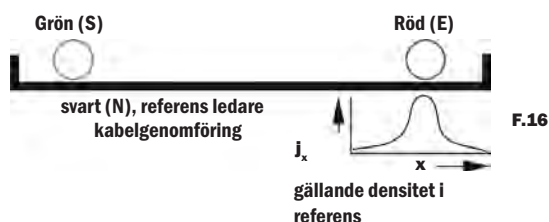
Lösningen är en kabelgenomföring. För att denna ska vara effektiv bör den bestå av metall (ledande). Denna kabelgenomföring ansluts till instrumentkåpan och till maskinkonstruktionen (direkt eller med mycket korta litsbryggor). Den röda och den gröna kabeln läggs därefter mot kabelgenomföringens metall med tillräckligt avstånd mellan rött och grönt: Figur 15.



F.15

EMC kapslingar

Kabelgenomföringen är den alternativa vägen för störströmmen. Den skiljer de båda kablarna p g a approximationseffekten: En ström kommer alltid att använda närmaste möjliga ledare som återledning (förutsatt att den har elektrisk anslutning!). Vid höga frekvenser koncentrerar sig återströmmen till ledaren som alstrar strömmen. Figur 16.



Avståndet mellan den röda och den gröna kabeln (kabeluppsättning) bör vara fem till tio gånger större än diametern på den bredare kabeln.
Anmärkning: Kablarna bör alltid föras längs breda metalltyor. Det är inte alltid nödvändigt med en separat konstruktion. Alla breda metalltyor kan användas! Maskinkonstruktionen som redan omnämnts är bra, men även kapslingens metallvägg lämpar sig för detta ändamål!

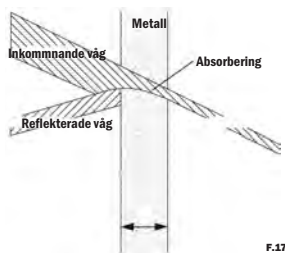
4. Den kompletta lösningen: Avskärningsanordning mot elektromagnetiska fält

Avskärmningen är ett medel för att hålla borta elektromagnetiska fält från en kapsling. För detta ändamål bör kapslingen teoretiskt vara helt av metall och "gastät". Kapslingens vägg kan sedan planeras mer eller mindre så att den sträcker sig ändlöst. En modell som ofta används för en ändlös avskärningsvägg är överföringsmodellen som visas på figur 17.

När en elektromagnetisk våg träffar på en metallvägg reflekteras en del av energin och en del leds in i metallen. På väggens andra sida reflekteras återigen en del av den överförda vågen genom en liknande metod och resten passerar igenom. Denna avslutande våg som härrör från väggens insida i relation till original-störvågen på utsidan, kallas för avskärmningseffekt (dämpning). Denna anges i allmänhet i dB.

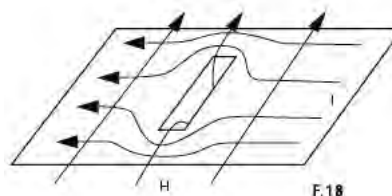
$$SE = 20 \cdot \log(\text{störvåg} / \text{överförd våg}) \text{ dB}$$

Absorptionen som reducerar vågens intensitet på dess väg genom väggen, är ett fenomen som kallas för "Skineffekt". Viktiga parametrar i denna mekanism är vägg tjockleken, materialegenskaperna samt metallens ledningsförmåga och dess magnetiska permeabilitet.



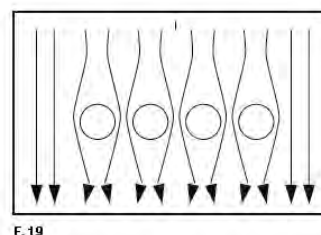
Behandling av öppningar i avskärmningen
Effekten av ett hål i en avskärmd kapsling

I praktiken är en kapsling aldrig "gastät"! Det har öppningar, springor och sömmar där den elektromagnetiska energin "läcker ut". Dessa öppningar bestämmer kapslingens totala avskärningsbeteende. Effekten förtydligas med hjälp av figur 18.



Fältets effekt är en ström i avskärmningen. Denna ström alstrar ett fält som ligger omvänt mot störfältet. På det viset kan även ickemagnetiskt material användas för avskärmningen. När strömmen träffar på en öppning så flödar den runt denna. Detta avleder det externa fältet i öppningen!

Ett sätt att reducera denna effekt är att ersätta en bred öppning med en rad små öppningar. Denna teknik kan användas vid öppningar genom vilka ljus och luft kommer in i kapslingen. Figur 19.

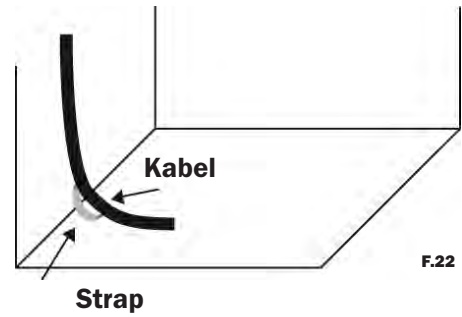
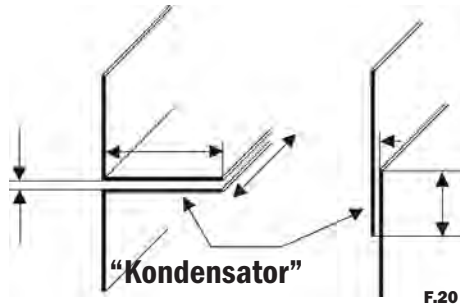


Springornas och sömmarnas effekt

EMC-kåpor av finplåt är i vanliga fall punktsvetsade. Därigenom bildas små springor där eventuellt elektromagnetisk energi kan läcka ut. Denna läckförlust är liten om springorna är mycket mindre än en halv våglängd av den maximala frekvensen som ska avskämmas.

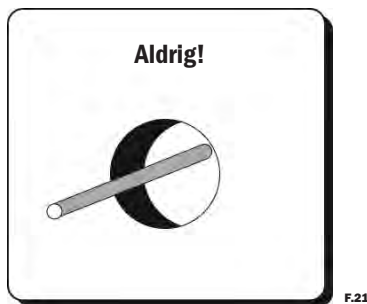
Vid GSM telefonfält (900 MHz) skulle springorna vara betydligt mindre än 16 cm (ca den halva våglängden). Kapslingar som ursprungligen inte var tänkta för EMC kan förbättras genom anslutning av de olika metallskivor med hjälp av litsbryggor (korta). Polbryggornas antal kan utredas med hjälp av samma regel som angivits för ovan nämnda sömbredder (mellan polbryggorna).

Sömöverlappningar kan även hjälpa till att sänka högre frekvenser (t ex med våglängder som är kortare än sömbredden). Denna åtgärd fungerar p g a kondensatoreffekten som på så sätt åstadkoms. Figur 20.



Kabling av avskärmade kåpor

En ledare bör aldrig ojordat kunna komma in i en kapsling: inga kablar eller andra ledare såsom axlar till vred och metalrör. Figur 21.



Det krävs en direkt elektrisk anslutning till kapslingens vägg. När det rör sig om en kabel bör en EMCskrubussning (se bild 12) användas.

Om man tillåter en kabel att passera hålet utan att jordas och kabelskärmen ansluts via en (lång) ledning, så skulle slingan som bildas av denna ta upp den elektromagnetiska energin och denna energi skulle via skärmen ledas till kapslingens insida.

Där skulle den reflekteras och detta skulle leda till en läcka! En oskärmad kabel som passerar en kapslingsvägg som är avsedd för avskärmning, bör filtreras, om möjligt direkt på väggen. Figur 22.

Nästan lika illa som en ofiltrerad kabel genom en EMC-skärm är en kabel som passerar en springa i kapslingsväggen. Om det ändå är nödvändigt, så är det praktiskt att ansluta springans båda sidor elektriskt med hjälp av en kort litzfläta.

När krävs en EMC-kapsling?

De flesta installationer kan göras med hjälp av åtgärderna som beskrivs i avsnitt 3 för att uppfylla EMCdirektivet.

Så länge avstånden mellan kablar och maskinkonstruktionernas skydd eller kabelgenomföring är mindre än en halv våglängd av de högsta frekvenserna får man säkerligen inte stora problem. Fältnivåer i ett industriområde uppgår till 10 Volt per meter (E-fält), medan hushållsvärdet knappast överstiger 3 Volt per meter.

Tänk på att externa risker såsom GSM-telefoner finns överallt och att deras frekvens kan uppgå till 1.800 MHz (halv våglängd 8 cm)!

Den mest känsliga metoden är en avskärmning i minsta möjliga skala: i mönster kort-nivån (PCB) eller i PCB-inskjutningsnivån. Ju större kapslingen är (i relation till fältets våglängd) desto svårare blir avskärmningen.