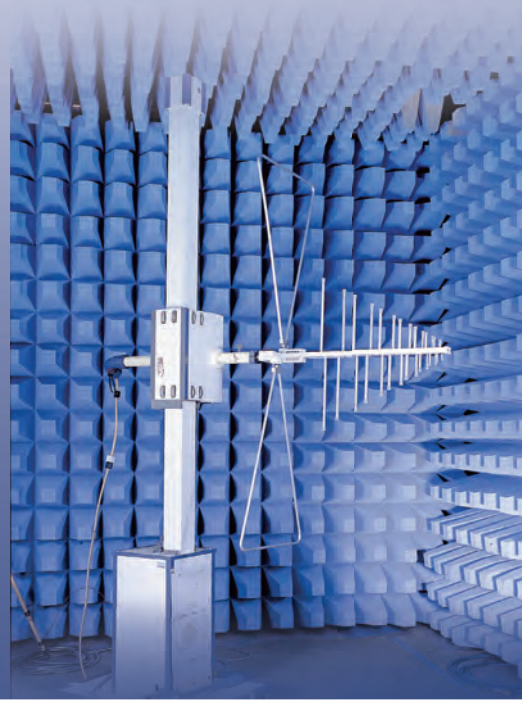


EMC SKABE



MASE 266



IP 55, NEMA 12, IK10

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



MCSE 268

IP 54, NEMA 12, IK10

H: 2000
B: 800
D: 600-800



Tilbehør

| | |
|-------------------|-----|
| Sidepaneler | 270 |
| Døre | 270 |
| Adskillelse plade | 271 |
| Pakning | 271 |
| Bund og topplader | 272 |
| Rækkeskabe kits | 272 |
| Jording | 273 |
| Kabelindføring | 273 |
| Fans | 274 |

General Tilbehør

286



EMC Skabe



- ◆ Baseret på MultiFlex og MultiMount skabe
- ◆ Galvaniseret ramme og skab, kun lakeret på ydersiden.
- ◆ Særlige ledende pakning på alle paneler og døre.
- ◆ Ingen huller i bundpladen til gulv gulvskabe og ingen flangeplade i vægskabe sikrer en god Faraday effekt.
- ◆ Tilbehør, der kræver cut-out har en ledende overflade for at sikre kontinuitet med skabet.
- ◆ Fremragende støjdæmpning.

MASE

Vægskabe, enkelt og dobbelt dør.



IP 55, NEMA 12 IK 10



Teknisk data

Materiale: Skab: Forzinket stålplade 1,2 mm / 1,4 mm MAS0606021R5 og opefter. Dør: 1,2 mm forzinket stål / 1,4 mm MAS0606021R5 og opefter / 1,8 mm MAS1006026R5 og opefter. Monteringsplade: 2,0 mm galvaniseret stål.

Skab: Kantbukket og fuldsvejst. Fire huller 8,5 mm diameter til montering på væg, udpresset i 20,4 mm diameter x 2 mm forsænkninger af hensyn til luftcirkulation bag skabets bagside.

Dør: Udvendig monteret med 130° åbning. Skjulte aftagelige hængsler med sikret tap. Hængsler kan monteres for venstre- eller højreåbning. Fra størrelse MAS0604015 og opefter er der to aftagelige monteringsprofiler på døren. Tætning sikres med ledende EMC-pakning af polyurethan.

Lås: Krom DIN lås med 3 mm indsats og 90 gr. vandring. 1000 mm høje skabe og opefter har espagnolet trepunktslåsning. Andre indsats og T-håndtag leveres som tilbehør til begge låsesystemer.

Montageplade: Monteringsplade er markeret lodret med 10 mm intervaller for enkel vandret placering af udstyr. Der er huller i top og bund til fastgørelse af kabler. Fastgjort på M8-skrue punktsvejset på skabets bagvæg.

Alle sider fra 800 mm og opefter er forstærket med bukkede kanter. Ved brug af AMG-tilbehør kan monteringspladen justeres til enhver dybde.

Flangeåbning: Ingen flangeåbning af hensyn til maksimal EMI-beskyttelse.

Jordpunkt: Døren(e) er jodet med separat jordbolt M8.

Overfladebehandling: Strukturpulvermaling RAL 7035 kun på ydersiden.

Tæthedsgrad: I overensstemmelse med IP 55 og NEMA 12. IK10

Levering inkluderer: Forzinket skab og dør(e), malet på ydersiden. Dør udstyret med EMI ledende pakning. To dørmonteringsprofiler fra størrelse MASE0505021R5 og opefter. Jordingsfaciliteter.



| Skabsdimension | | | Dimension på montagepladen | | | | Størrelse | Type | Åbninger | Antal låse | Vægt | 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 | |

Produkt gruppe MAS

Alle MAS standard størrelser er tilgængelig i EMC versioner på forespørgsel

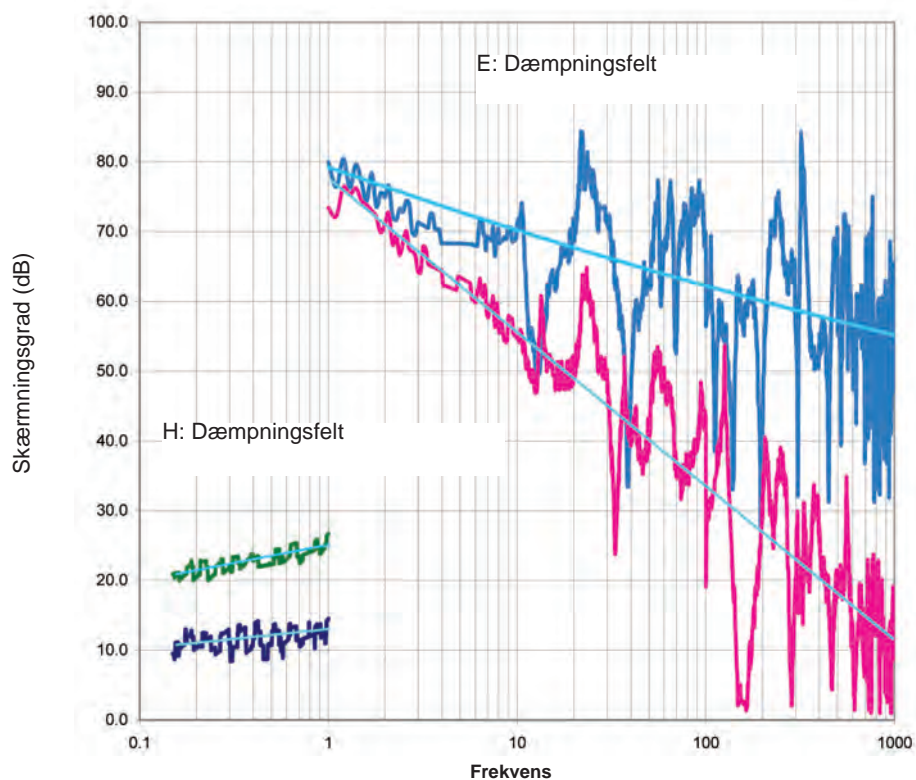
MASE: Fra 200/200/155mm til 1200/800/400mm

F.eks MASE0606021R5, EMC skab med single dør 600x600x210mm

For flere detaljer se da venligts på MAS oversigten

Skærmningsgrad

Afskærmnings effektivitet for Eldon Vægskabe MAS / MASE
EMC-dæmpning testet i henhold til VG 95 373 del 15 Skærmningsgrad (dB)



Skærmningsgrad (dB)



MCSE

Kombinationsversion, enkelt og dobbelt dør.



IP 54, NEMA 12, IK 10

Teknisk data

Materiale: Ramme: 1.5mm/1.75mm forzinket stål. Dør: 2mm forzinket stål. Bageste, tag-og sidepaneler: 1.35mm forzinket stål. Montageplade: 2.7mm galvaniseret stål. Bundplader: 1mm galvaniseret stål.

Ramme: Fuldsvejste åbne profiler med 25mm hulmønster i henhold til DIN 43660. Herunder integreret eksternt hulmønster.

Ramme: Fuldsvejst åbne profiler med 25 mm hulmønster i henhold til DIN 43660. Inklusive integreret eksternt hulmønster.

Dør: Udevendige monteret hængsler tillader både højre og venstre åbning. Inklusive dørramme med 25 mm hulmønster. Tætning opnås med ledende EMC-pakning af polyurethan.

Bagplade: Udstyret med M6 torxskruer. Standardfaciliteter til bagdørsmontering.

Sideplader: Leveres som tilbehør.

Topplade: Aftagelig

Lås: 4-punkts espagnoletlåsesystem. Påvirker ikke pladsen på skabets inderside. Standard DIN-lås med 3 mm tap. Kan udskiftes med standardindsatser eller Euro-cylinder, T- eller svinghåndtag låsesystem.

Montageplade: Dobbelt ombukket og glider nemt i position. Justerbar i dybden i trin på 25 mm. Monteringsplade er vedhæftet på ydersiden af emballagen.

Bundplader: Består af tre stykker. Fra og med 800 mm dyb 4 stk.

Jordpunkt: Alle paneler er jordet gennem deres montering og udstyret med separat jordbolt.

Overfladebehandling: Strukturpulvermaling RAL 7035 kun på ydersiden.

Tæthedsgrad: I overensstemmelse med IP 54 og NEMA 12. IK10.

Levering inkluderer: Ramme med monteret dør, bagpanel, toppanel, bundplader, monteringsplade og dørramme. Levering omfatter også jordingsbolte og EMI ledende kombinationspakning. Leveres på palle i bredde identisk med skabet, så skabene kan kombineres uden at fjerne dem fra pallerne. Alt emballeringsmateriale kan genbruges. I 400 brede skabe er monteringsplade, bundplader og dørramme ikke standard. * Leveres også i rustfrit stål (CSSE).

Notea: I 400mm brede skabe, er monteringspladen, bundplader og dørramme ikke inkluderet. * Fås også i rustfrit stål (CSSE).



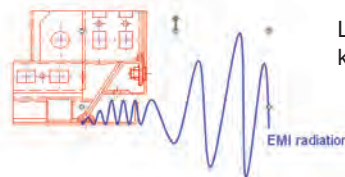
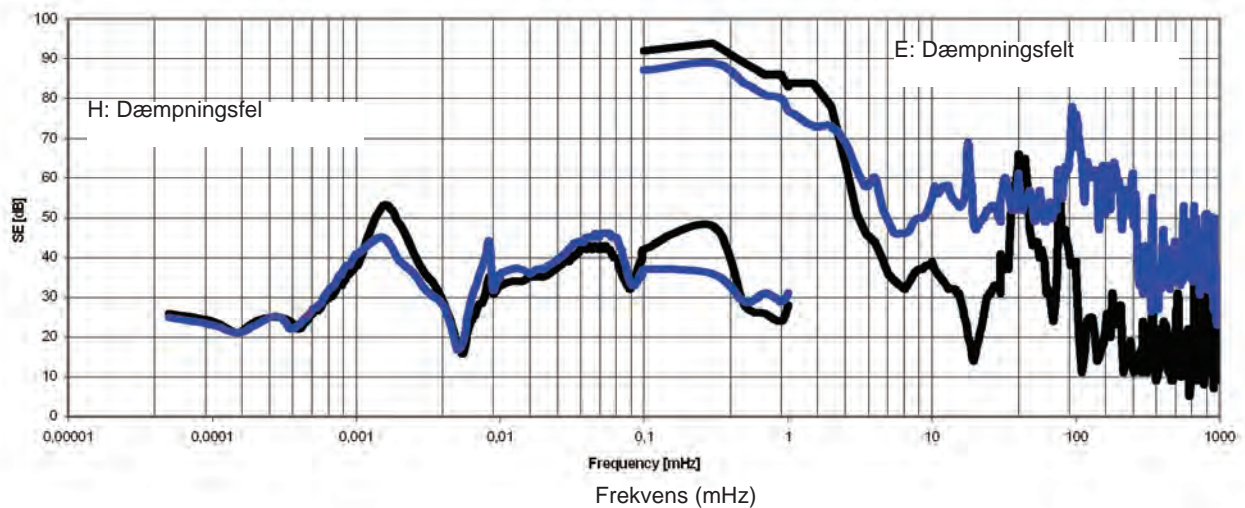
MCSE, IP 54, NEMA 12, IK 10

| Skabsdimension | | | Dimension på montagepladen | | | Vægt | Kat. Nr |
|----------------|-----|-----|----------------------------|-----|-----|------|-------------|
| H | B | D | h | b | d | | |
| 2000 | 800 | 600 | 1894 | 694 | 559 | 132 | MCSE20086R5 |
| | | 800 | 1894 | 694 | 759 | 139 | MCSE20088R5 |

* Alle skabe MCS Standard størrelser leveres på forespørgsel, inklusive special dimensioner.
For EMC sidepaneler, se SPME.

Skærmningsgrad

Afskærmnings effektivitet for Eldon MCS / MCSE
EMC-dæmpning testet i henhold til VG 95 373 del 15



Afskærmnings effektivitet

- Standard MultiFlex, Gulvskafe, MCS
- EMI tilpasset MultiFlex, Gulvskafe, MCSE

EMC Skabe

SPME, Sidepaneler



Beskrivelse: Til dækning af siderne på MCSE skabe. Udstyret med en ledende pakning for opnåelse af både EMC og IP-beskyttelse.

Materiale: 1.35mm forzinket stål.

Overfladebehandling: Strukturpulvermaling RAL 7035 kun på ydersiden.

Tæthedegrad: IP 54/NEMA 12.

Pakke størrelse: 2 paneler med monteringsmateriale.

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

*Øvrige størrelser leveres på forespørgsel

DGCE, Glasdør (61 %)



Beskrivelse: Standarddør monteret med klart sikkerhedsglas til observation af skabets indhold. Standarddør udstyret med DIN 3 mm låsesystem og dørramme. Kan bruges med alt udstyr fra låseprogrammet. Tætning med ledende EMC-pakning af polyurethan. For at sikre EMI-effektiviteten er der anbragt et gitter bag glasvinduet med åbningsprocent på 61 %.

Brug DMK hængselsæt, hvis der ikke udskiftes standarddør.

Materiale: Ramme: 2 mm forzinket stål. Synsområde: 3 mm klart sikkerhedsglas.

Overfladebehandling: Strukturpulvermaling, RAL 7035 kun på ydersiden.

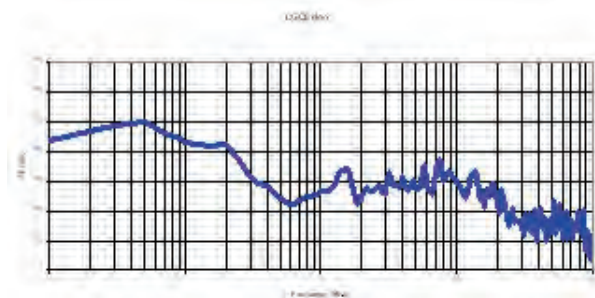
Tæthedegrad: I henhold til IP 54 / NEMA12, IK10

Monteringskrav Brug hængselsæt DMK01 hvis der ikke tidligere har været dør monteret.

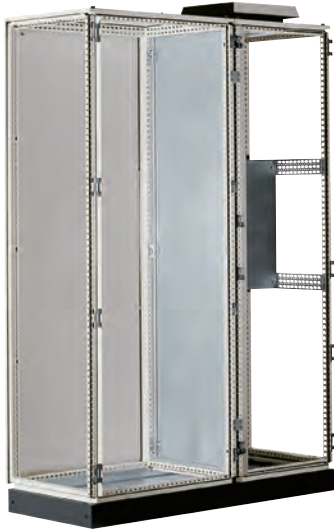
Pakke størrelse: 1 stk.

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

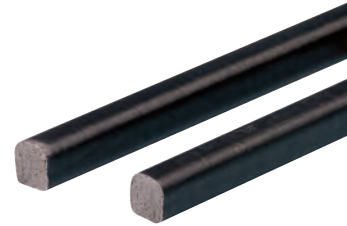
Afskærmningseffektivitet
EMC testet iht. VG 95 373 part 15



EMI MultiFlex, Gulvskab MCSE

**SPD EMC, Skilleplader**

Beskrivelse: Adskiller to sammenkoblede skabe. Monteres med CCJ kombinationssæt. For opnåelse af IP 43/NEMA1 skal der monteres en neoprenpakning SPDG 01 på panelet. For EMI adskillelse skal der monteres en SPDEG pakning.
Materiale: 1,5mm forzinket stål.
Monteringskrav Tilføj CCJ beslag for montering.
Pakke størrelse: 1 stk.

SPDEG, Pakning til EMC-skærmning

Beskrivelse: Til opnåelse af en EMC-skærmet sektion i en række af paneler med skillepladen SPD.
Materiale: Polyurethanskum med ledende lag. (UL94HB)
Tæthedegrad: henhold til IP 43 / NEMA 1.
Pakke størrelse: 6m

Kat. Nr

SPDEG01

D

Kat. Nr

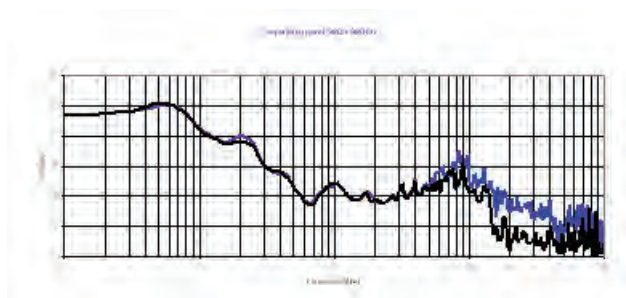
600

SPD2006

800

SPD2008

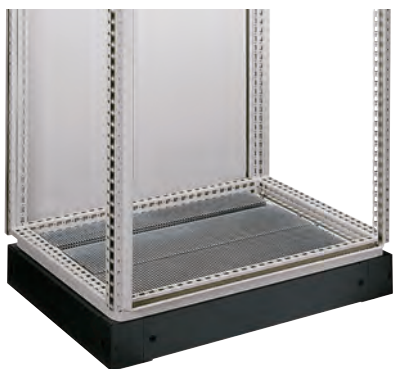
EMC-dæmpning testet i henhold til VG 95 373 del 155



— Afskærmningseffektivitet for Eldon Gulvskab med Skilleplade SP

EMC Skabe

CVB EMC, Ventilerede bundplader



Beskrivelse: Bundplader i tre dele. Kan anvendes i kombination med PV ventileret sokkel.

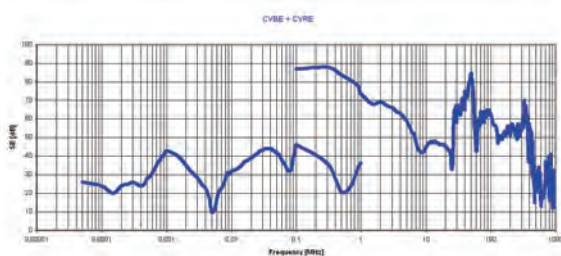
Materiale: 1,5 mm perforeret forzinket stål.

Pakke størrelse: 3 stk. med monteringsmateriale.

Monteringskrav Anvendes i kombination med PV ventilerede sokler.

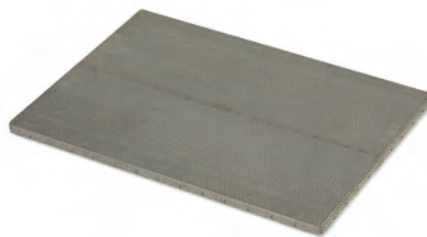
| For skab | | Kat. Nr |
|----------|--|---------|
| D | | |
| 600 | | CVB0806 |
| 800 | | CVB0808 |

Afskærmningseffektivitet
EMC testet iht. VG 95 373 part 15



— Beskyttelses effektivitet for top og bundplader til Multifleks programmet.

CVRE, EMI ventilationstag



Beskrivelse: Indvendig ventilations topplade til høj EMI beskyttelse. Direkte monteret på skabets ramme. Til brug i kombination med CVR ventileret topplade, CFR topplade til blæsere eller afstandssæt CVK15 til at hæve tagpanelet. 33% ventilation

Materiale: 1,5 mm forzinket stål, ventilation.

Overfladebehandling: forzinket stål / ej lakeret

Pakke størrelse: 1 stk. med monteringsstilbehør.

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

CCJ, Indvendigt sammenkoblings sæt



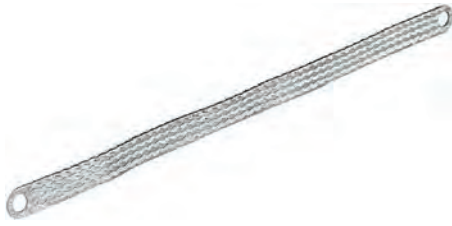
Beskrivelse: Monteres på rammeprofilen. Kan bruges på både vandret og lodret rammeprofil.

Materiale: 3mm forzinket stål.

Pakke størrelse: 12 beslag med monteringsmateriale.

Monteringskrav IP43, NEMA beskyttelse opnåes ved at bruge SPDG pakning.

| Kat. Nr |
|---------|
| CCJ12 |

**ECFE, Jordstrop**

Beskrivelse: Til jording og mulig kompensation mellem paneler, dele og skabsramme. Længde: 300mm.

Materiale: Fortinnede elektrolytiske kobberledninger 0,15mm

Arbejdstemperatur: Op til 105 grader C

Pakke størrelse: 10 stk.

Monteringskrav Tilføj EFC tilslutningsæt for montering af strop på lakeret ramme

| Krydsfelt | Hul diam. | Current (A) | Kat. Nr |
|-------------------|-----------|-------------|----------|
| 16mm ² | 8.5 | 120A | ECFE1630 |
| 25mm ² | 10.5 | 150A | ECFE2530 |

BGE, EMC kabelindføring og bundpladepakning

Beskrivelse: Bunden af skabet tættes med en klæbende pakning, som anbringes på rammen rundt om åbningen i bunden. Kablerne tættes ved påføring af klæbeskum, som pålægges mellem bundpladerne. Elasticiteten og størrelsen af dette skum sikrer god tætning omkring de fleste kabler. Påført ledende materiale giver det god kontakt til skjærmning mod elektromagnetisk stråling.

Pakke størrelse: 1,6 m klæbende EMC-pakning til kabelindføring og 6 m klæbende bundpladepakning. For 1600mm bred skab anvendes 2 sæt

| Kat. Nr |
|---------|
| BGE01 |

CBPE, Bundplade til EMC-tilslutning

Beskrivelse: Erstatte to dele i bundpladerne bestående af tre eller fire standarddele. På grund af de kamformede skinner kan EMI-kabler jordes direkte på bundpladen og derved holde "Faraday" fuldt intakt.

Materiale: 1,5mm forzinket stål.

Pakke størrelse: 2 stk. med EMI-pakning og monteringsstilbeh

| For skab | | Kat. Nr |
|----------|-----|----------|
| B | D | |
| 600 | 600 | CBPE0606 |
| | 800 | CBPE0608 |
| 800 | 600 | CBPE0806 |
| | 800 | CBPE0808 |

CABP, Kabelmonteringsskinne

Beskrivelse: Monteres ophængt under bundpladerne.

Udnytter pladsen i skabet. Fastholder CAC standardkabelklemmer til sikring af indgående kabler. justerbar i dybden. Når EMC-skærmede jordkabler tilsluttes støtteskinnen, holdes Faraday-effekten intakt for bedst mulig EMI-afskærmning.

Materiale: 2mm forzinket stål.

Pakke størrelse: 2 skinner med monteringsstilbehør. 1200 mm bred 4 skinner. Men monteringsmateriale

Monteringskrav Tilføj CAC klemmer afhængig af kabeldiameter

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

EMC, Skærmede filterblæsere



EMC, filterblæsere og udsugningsfiltre

Ved anvendelse af blæsere og filterenheder resulterer dette i lækager i forhold til EMC-regulativet.

Hvis EMC-kravene er gældende, skal der benyttes specielle EMC-beskyttede filtre og blæserenheder.

Eldon tilbyder en "klik-ind"-løsning, hvor der ikke kræves skruer!

For at modvirke at korrosion evt. angriber EMC-skærmen, er de ydre dele af filtre- og blæserenheder, monteret med rustfri stålramme i kombination med kontaktstrips af Berylliumkobber.

Herved kombineres høj korrosionsbestandighed med et højt dæmpningsniveau.

Tekniske egenskaber:

- Et bredt interval for luftgennemstrømning fra 61 m³/t til 845 m³/t
- Skruer er ikke nødvendige til fastgørelse af enhederne.
- Der kræves blot firkantede udskæringer.
- Enhederne fylder kun 6 mm ud fra skabets overflade.
- Filtermaterialet kan hurtigt udskiftes uden at afmontere hele enheden.
- Materialet er i overensstemmelse med kravene i ISO 14000 (Miljøledelse).
- Enhederne er fremstillet i selvslukkende materiale.

Afskærmningseffektivitet Temperaturstyringsfilter og blæsere

EVE/EFAE: EMC-dæmpning testet i henhold til EN 50 147 - 1 (1996)

| EMC-filterventilator | EFE200R5 | EFE220R5 | EFE250R5 | EFE300R5 | EFE500R5 | EFE600R5 | EFE700R5 |
|--|------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------|------------------|------------------|
| Luftstrømsvolumen (Fri strømning) (m ³ /h) | 61 | 110 | 156 | 256 | 480 | 640 | 845 |
| Kølekapacitet (Fri strømning) (W/K) | 20 | 37 | 52 | 85 | 160 | 213 | 282 |
| Kombinationsluftstrøm (Filterventilator + udsugning) (m ³ /h) | 44 | 82 | 116 | 231 | 370 | 445 | 560 |
| Kombinationskapacitet (Filterventilator + udsugning) (W/K) | 15 | 27 | 39 | 77 | 123 | 148 | 187 |
| Filtermåttetype | IP 54-filter mat G3 | | | IP 54-filter mat G4 | | | |
| Maks. statisk tryk (Pa) | 60 | 66 | 52 | 116 | 76 | 134 | 192 |
| IP | IP 54, IP 55 på forlængende* | | | | | | |
| Mærkespænding AC | 230V,115V | 230V,115V | 230V,115V | 230V,115V,400V 2- | 230V,115V | 230V,115V,3x400V | 230V,115V,3x400V |
| Tilgængelig spænding DC | 12 V, 24 V, 48 V | 13 V, 24 V, 48 V | 14 V, 24 V, 48 V | 15 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 |
| Udskæringsmål (mm) | 126,5 x 126,5 | 178 x 178 | 224 x 224 | 224 x 224 | 292 x 292 | 224 x 224 | 292 x 292 |
| Drifttemperatur (°C) | Fra -15 C til +55 C | | | | | | |
| Materiale | Termoplast, selvslukkende UL 94 VO | | | | | | |
| EMC-afskærmning | Rustfrit Stål | | | | | | |
| Godkendelser | UL-godkendelse | | | | | | |

* Tilgængelig IP55-filterventilator med tilføjet EFMP-filtermåtte på anmodning, reference EFEPxxxR5

| EMC-udsugningsfilter | 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 |
| Udskæringsmål (mm) | 126,5 x 126,5 | 178 x 178 | 224 x 224 | 224 x 224 |
| IP | IP 54, IP 55 på forlængende* | | | |
| Materiale | Termoplast, selvslukkende UL 94 VO | | | |
| EMC-afskærmning | Rustfrit Stål | | | |

* Available IP55 Exhaust filter adding EFMP filter mat on request, reference EFAEPxxxR5



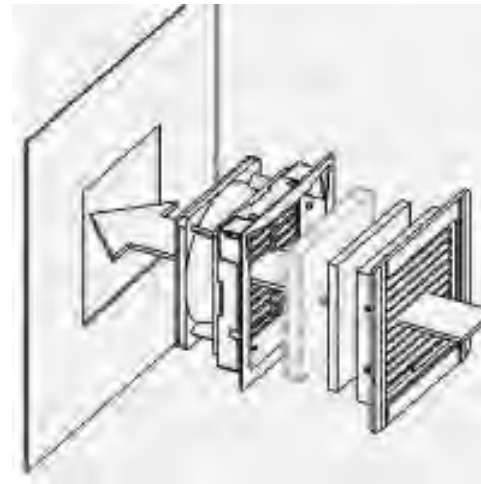
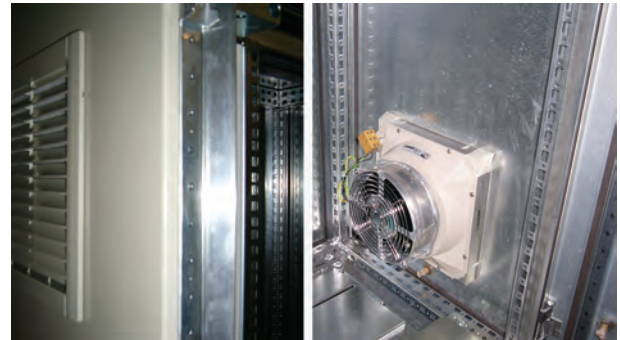
Skærmede filterblæsere IP 54 temperaturstyring

Vores EMC-skærmet filter blæsere påvirker EMC afskærmning af kabinettet som følger:

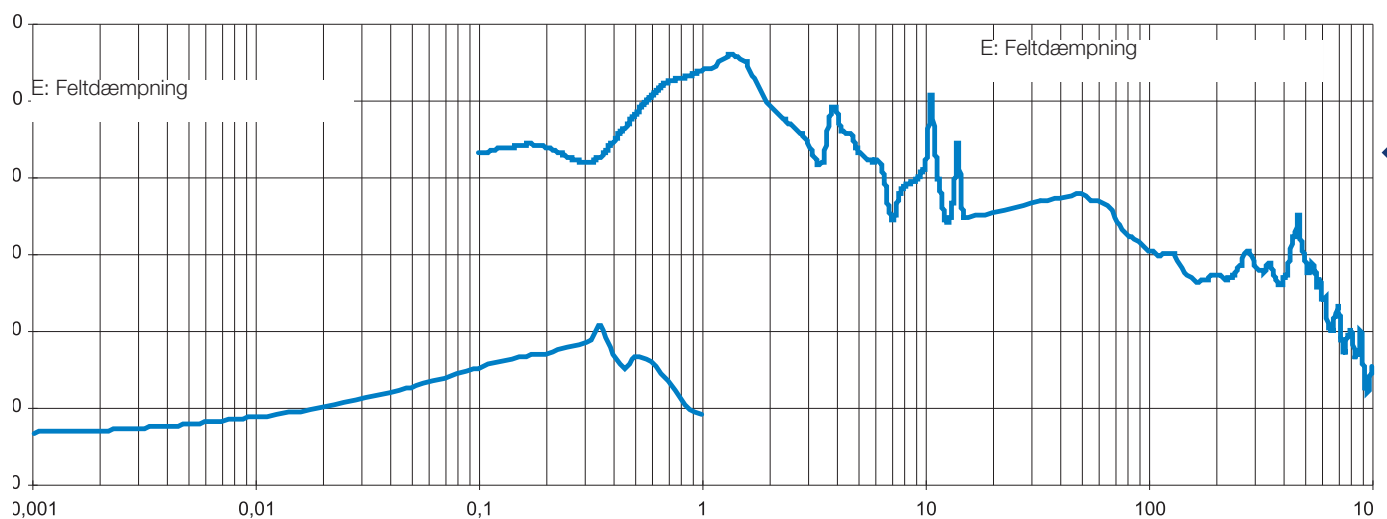
Dæmpning på 30 MHz ca. 71 dB
Dæmpning på 400 MHz ca. 57 dB
Målt i henhold til EN 50 147-1 (1996)

Ingen omfattende ekstra arbejde på udsækering til ventilator.
- ingen kobber bånd eller lignende hjælpematerialer der skal limes på.
- ingen grund til at skrabe llag af for at sikre kontakt mellem fladerne.

1. kontakt mellem fladerne opnpåes gennem kanten af udsækeringen
2. Innovative overflade-til-overflade kontakt langs kanten af udsækeringen gør montagen til en nem opgave
3. Pålidelig overflade-til-overflade kontakt ved hjælp af specielt formede kontakt fjedre på gitteret
4. Lav miljøbelastning som følge af brug af separat skærm gitre af rustfrit stål (1.4301)
5. Lav miljøbelastning, fordi gitterplader og kontakt er i ét stykke; beryllium kobber Bandet er ikke nødvendigt at opnå kontakt, og materialerne kan let sorteres for grecicling.



Skærmningsgrad for ventilator og udgangsfiler EFA/ EFAE:
EMC testet i henhold til EN 50 147 - (1996)



EMC Skabe

1. Mekanismen bag elektromagnetisk interferens (EMI)

Definition af EMC

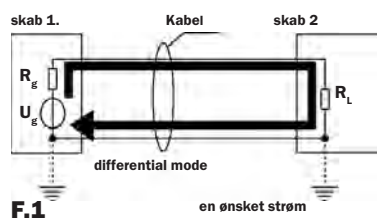
Rådet For De Europæiske Fællesskaber definerer EMC i artikel 4 i "Rådets direktiv 89/336/EØF af 3. maj 1989 om indbyrdes tilnærmelse af lovgivning om elektromagnetisk kompatibilitet" som en egenskab ved et "apparat": "Apparater skal være konstrueret på en sådan måde, at de ikke frembringer kraftigere elektromagnetiske forstyrrelser, end at radio- og telekommunikationsapparater samt andre apparater kan fungere i overensstemmelse med deres formål" (emissionskrav) - "apparaterne har tilstrækkelig immunitet over for elektromagnetiske forstyrrelser, så de kan fungere i overensstemmelse med deres formål" (immunitetskrav). Dette er en meget bred definition. Den mest anvendte metode til at opnå overensstemmelse er ved anvendelse af standarder. Der er produktstandarder, som gælder for en bestemt produkttype (f.eks. belysning), og når sådanne standarder ikke er til rådighed, kan "generelle standarder" anvendes. Når et produkt består alle krævede test, resulterer dette i en "formodning om overensstemmelse".

Hvad kan du gøre?

Problemet er, at der ikke er nogen direkte sammenhæng mellem test, der leverer fakta om "EMC" og de forholdsregler, du kan tage for at applikationen fungerer tilfredsstillende i den henseende. Derfor har du brug for en grundviden om mekanismerne bag elektromagnetisk interferens.

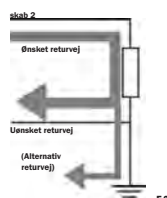
Differential- og common mode strøm

Al elektrisk strøm løber i kredsløb. Når du måler strømstyrken i en ledning, skal der være en returstrøm et eller andet sted tilbage til den oprindelige kilde. De strømme, der afgør, hvordan et design opfører sig rent funktionelt, kaldes "differential-mode" strøm (forkortet dm-strøm) Der er dog en anden type: 98 % af alle interferensproblemer forårsages af common-mode strøm (cm-strøm).

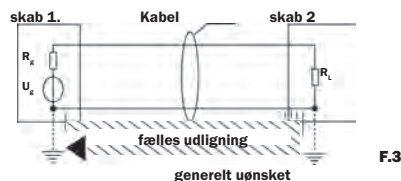


Se på kredsløbet i figur 1. Det viser et planlagt eller ønsket kredsløb, dannet af en ledning: et signal og en returforbindelse, som overfører strøm fra kilden U_E til belastningen R_L og tilbage igen. Dette er en differential-mode-strøm, hvilket betyder at vi, hvis vi brugte en strømstyrkemåler i den ledning, der går rundt, ville vi få værdien nul: al strøm, der går fra kilden til belastningen, går tilbage igen via den planlagte returledning.

Der opstår komplikationer, når der er alternative returveje til rådighed, f.eks. via forbindelser til jording. Hvis returstrømmen har et valg: Figur 2.



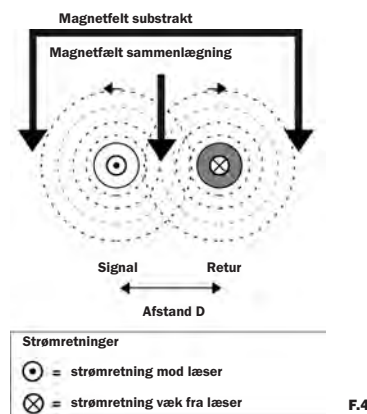
Når den del af returstrømmen bruger den alternative vej, vil vi kunne måle nettostrømmængden med en strømsonde rundt om kablet. Figur 3.



Denne uønskede strøm er ikke planlagt af udstyrets konstruktør, og, hvad værre er, som regel ikke omfattet af risikoanalysen. Det er denne "glemte" strøm, der giver det meste af den nogle gange skadelige interferens i elektroniske systemer.

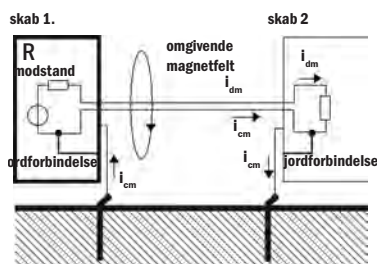
Kabler konverterer fra dm til cm og tilbage. Kabler, eller mere generelt forbindelser, kan konvertere fra differential-mode-strøm til common-mode-strøm og vice versa. Denne egenskab kaldes "overførselsimpedans". Det er det grundlæggende fænomen, der er årsag til elektromagnetisk interferens.

Resten er "relaterede emner". For eksempel: Al strøm ledsages af et magnetfelt. Billedet i figur 4 viser et kabel med to ledere. Hver leder bærer den samme strøm, men deres retninger er modsatte.



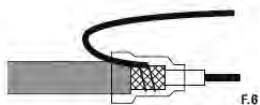
Linjerne i hver leders magnetfelt "lægges sammen" mellem de to linjer og "trækkes fra hinanden" uden for dette område. Hvis vi antager ideelle tilstande, bør det kombinerede feltstørrelse blive reduceret til nul, hvis det var muligt at anbringe de to ledere "over" hinanden, fuldstændigt centrerede. De dermed ens, men modsat rettede felter ville lige nøjagtig ophæve hinanden i alle positioner ("coax"-situation)!

I alle praktiske situationer vil der dog være en vis afstand mellem de to ledere. Det betyder, at der vil være et målbart felt omkring kablet. Dette felt inducerer igen strøm i enhver ledende kreds i omgivelserne. Det omfatter også det kredsløb, som kablet selv danner, og alle alternative returledere (en "common-mode"- eller jord-kreds)! Figur 5.


F.5

Denne alternative leder kunne være maskinens struktur, jordforbindelse, skabsvæg eller andre kabler. Denne (inducerede) strøm i den som regel større kreds er en common-mode- (cm)-strøm. Overførselsimpedans er en egenskab ved en komplet indbyrdes forbindelse: kabel plus forbindelser, patchpaneler osv. fra kilde til belastning!

Egenskaberne ved et virkelig godt kabel kan blive fuldstændigt ødelagt af en dårlig finish, f.eks. den grimme "grisehale"-konstruktion på skærmede kabler. Figur 6.


F.6

2. Interferenskilder og trusler mod påvirkningsfølsomheden

Derfor er sammenkoblinger vores eneste bekymring, hvad angår ethvert EMC-relateret spørgsmål. Fra banerne på et printkort til kabling af systemer! Vi kan dele truslerne mod vores systemer op i "menneskeskabte" og "naturlige". Egentlig interferens er altid et spørgsmål om følsomhed: Det forstyrrede system er ude af stand til at håndtere de felter eller strømme, der truer det. Hvorvidt systemet er i stand til håndtere dem, bestemmes af de forskriftsmæssige niveauer i EMC-standarderne! Hvis systemet er for følsomt (civile standarder kalder dette "utilstrækkelig immunitet"), er du nødt til at forbedre det ved at arbejde på de forskellige indbyrdes forbindelser og forbedre deres overførselsimpedans. Hvis systemet er i orden, skal interferenskilden findes, og en lignende proces gennemføres for at nedbringe dets "emissioner".

Menneskeskabte trusler

Hovedparten af al interferens, kommer fra udstyr, enten dit eget system eller din nabos. Velkendte kilder til højfrekvente felter er sendere, lige fra offentlige radiosendere til GSM-telefoner. Især mobiltelefoner er en trussel, netop fordi de er mobile og derfor kan komme meget tæt på det følsomme udstyr. Felter, der stammer fra sendere og andet højfrekvent udstyr ligger i intervallet 1 til 100 Volt pr. meter (elektrisk feltværdi) Typisk 10 V/m eller et industrimiljø (men: ingen garanti)! En tommelfingerregel er, at hver volt pr. meter i et felt forårsager en common-mode-strøm på 10 mA i et ubeskyttet kabel. 100 mA cm-strøm betragtes som en kritisk værdi i processtyringsinstallationer. Ud over planlagte sendere er der uplanlagte sendere, som dannes ved sammenkoblinger, som skaber common-mode-strøm samt deres tilsvarende felter. En højfrekvent strøm i et kabel med utilstrækkelig overførselsimpedans er den hyppigste årsag.

Denne common-mode-strøm kan enten løbe direkte i et følsomt kabel (f.eks. fra analoge sensorer) eller skabe et højfrekvent elektromagnetisk felt, som forårsager induktion af common-mode-strøm i følsomme kabler. I et industrimiljø (men: ingen garanti)!

En tommelfingerregel er, at hver volt pr. meter i et felt er årsag til en common-mode-strøm på 10 mA i et ubeskyttet kabel. 100 mA cm-strøm betragtes som en kritisk værdi i processtyringsinstallationer.

Ud over planlagte sendere er der uplanlagte sendere, som dannes ved sammenkoblinger, som skaber common-mode-strøm samt deres tilsvarende felter. En højfrekvent strøm i et kabel med utilstrækkelig overførselsimpedans er den hyppigste årsag. Denne common-mode-strøm kan enten løbe direkte i et følsomt kabel (f.eks. fra analoge sensorer) eller skabe et højfrekvent elektromagnetisk felt, som forårsager induktion af common-mode-strøm i følsomme kabler.

Naturlige interferenskilder

Naturlige kilder er lyn og elektrostatisk udledning (ESD). Fænomenerne har relation til hinanden. I begge tilfælde opstår en (statisk) elektrisk udladning. I tilfælde af lyn er der tale om et stort kredsløb med dimensioner, der kan nå flere kilometer. I tilfælde af ESD er det som regel en person, der bærer ladningen og foretager afladning ind i udstyr ved at røre ved det.

Lynnedslag er et højenergifænomen med relativt lav hyppighed. Derfor overføres den meste interferens gennem ledere. ESD er et højfrekvent fænomen med et lavt energiindhold. Høje frekvenser kan dog bevæge sig "gennem luften" (kapacitiv effekt), og den tilsvarende skadevoldende strøm i udstyret kan ikke ledt blive afledt. Hvis der er en følsom komponent på dets vej: så er det bare ærgerligt for komponenten.

Common-mode-strøm som resultat af disse naturlige kilder kan nå meget høje værdier.

Hele Ampere er ikke ualmindeligt. (Et direkte lynnedslag har typisk 50 kA - dvs. 50.000 A - ESD på 5 - 40 A)

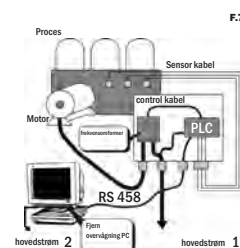
3. Foranstaltninger til forbedring af kompatibilitet

Indkapsling af udstyr kan have en betydelig indvirkning på dets opførsel i elektromagnetisk "fjendtlige" miljøer. I de følgende afsnit vises flere forskellige tilgangsvinkler. De fleste af dem er meget billige, hvis de overvejes i designfasen. Senere i livscyklussen bliver beskyttelsesmulighederne færre og dyrere.

Find common-mode- eller jordkredse

Del kablerne op i kategorier

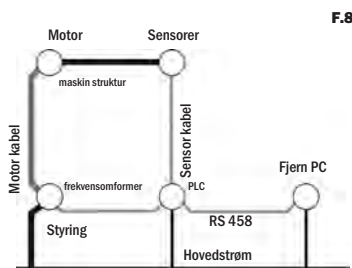
Alle EMC-problemer (ja, i hvert fald 98 %) er common-mode-problemer. Prøv at udvikle et instinkt for common-mode- eller jord-kredse. Når de først er fundet, kan de håndteres ved at følge den systematiske fremgangsmåde nedenfor. Der blev givet et første eksempel i figur 5. Der vises et mere komplekst eksempel i figur 7.


F.7

EMC Skabe

Man finder mange kabeltyper i dette diagram. Det er som regel nyttigt at tegne et forenklet diagram, der viser udstyr som cirkler med ledere, der forbinder dem.

Glem ikke at medtage strømforsyning, "jord" og maskinstruktur som ledere! I diagrammet i figur 8 kan man finde flere forskellige kabeltyper:



- Kabler med stærk og/eller højfrekvent strøm. Angiv denne type med en rød farve eller bogstavet "E" for Emission: på grund af overførselsimpedans kan det muligvis danne kraftig common-mode-strøm.

Eksempel: kablet mellem frekvensomformer og motor

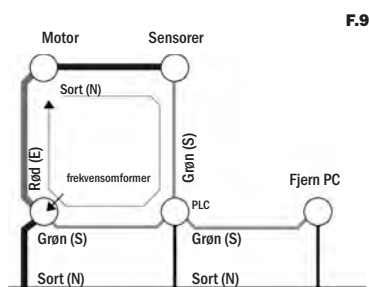
- Kabler, som hverken danner eller er udsat for common-mode-strøm. Indiker dem med en sort farve eller bogstavet "N" for Neutral. Eksempel: strømforsyningskabler, maskin- eller bygningsstruktur, metalrør osv.

- Kabler, som bærer små analoge signaler eller på anden vis er følsomme over for interferens fra common-mode-strøm hen over dem. Indiker denne type med en grøn farve eller bogstavet "S" for Susceptible (udsat). Eksempel: sensorledninger, RS-485 linje, styrekabel til PLC/frekvensomformer.

Naturligvis kan der foretages mere detaljerede opdelinger. Bøger om EMC bruger normalt fem til syv kabelkategorier. RS-485 kablet i vores eksempel kan være udsat for cm-strøm fra motorkablet, men det kan også være en interferenskilde over for følsomme analoge signaler! De tre kategorier, som er benyttet her, er kun brugt for at illustrere princippet: vores indsats bør være fokuseret på at holde emissionskilderne adskilt fra de følsomme kabler!

Nedbring din følsomhed over for cm-strømme
Hold de indbyrdes forbindelser korte

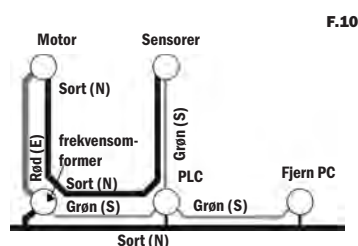
Det første, vi kan gøre, er at bruge korte kabellængder. Al interferens gennemføres i sidste ende via overførselsimpedans, den egenskab ved kablet, der omdanner common-mode-strøm til differential-mode og vice versa. Denne effekt øges med kabellængden! Jo kortere kablet er, desto mindre er virkningen. Af den grund ville interferensrisikoen i vores eksempel i figur 8 og figur 9 falde dramatisk, hvis vi kunne bygge frekvensomformeren direkte på motoren! Ingen kabellængde af betydning, ingen dannelse af common-mode-strøm. Naturligvis vil eksterne felter stadig være en trussel mod vores følsomme kabler.



Som et næste skridt er det nyttigt at nedbringe arealerne for (alle) common-mode-kredsløb, der findes.

Det er ikke sådan, at det simpelthen fjerner common-mode-strømmene i vores kredsløb, men i det mindste reduceres feltet uden for kredsløbet ved at gøre dette.

Desuden gør det kredsløbet mindre følsomt over for eksterne felter. Reduktionen kan opnås ved at føre kategorien "sort" eller "N" langs de grønne og røde. Figur 10.



I vores specifikke situation er det den sorte leder mellem motor og sensorer, der er maskinstrukturen!

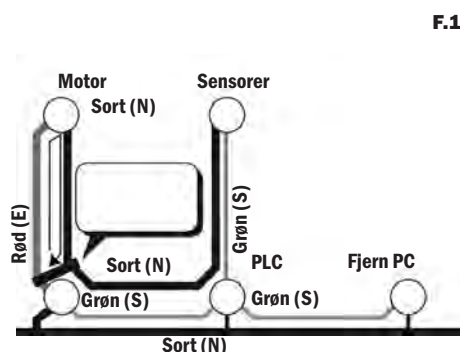
Det er besværligt at føre den langs med kablerne, så en løsning, hvor kablerne føres langs strukturen er mere velegnet her!

Men så længe man ikke kan bygge skabet, som indeholder PLC og frekvensomformer, hen over selve maskinstrukturen, vil dette blive ved med at være vanskeligt.

Derfor må vi se på andre alternativer.

.EMC-jording: strømgrænser

Lad os tage det første skridt: at forsøge at føre de truende common-mode-strømme væk fra de følsomme ledninger, dvs. give dem en alternativ rute. Dette alternativ kaldes en "strømgrænse" eller en referenceleder. Figur 11.

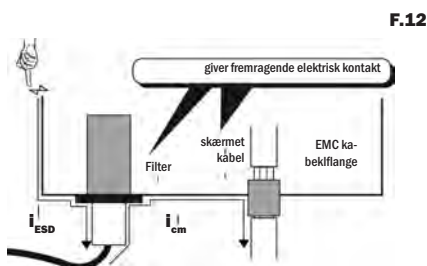


I en situation som i figur 10 ville dette kræve en (højfrekvent) forbindelse mellem den nederste ende af det røde kabel og den sorte leder ved siden af den. Jo tættere strømgrænsen er på enden af kablet, desto større vil effekten naturligvis være.

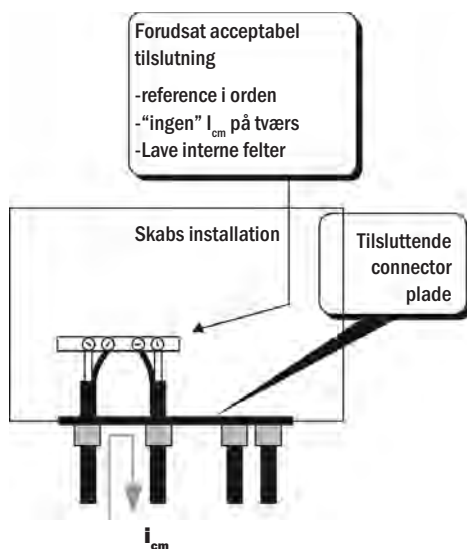
Konstruktion af strømgrænser

Strømgrænsen defineres som en vej til i det mindste den højfrekvente del af common-mode-strømmene. Hvis det røde kabel er skærmet (anbefales stærkt, se nedenfor), skal kabelskærmen være forbundet med den sorte leder. Hvis dette er maskinstrukturen, skal der bruges en sko til at skabe elektrisk forbindelse mellem flettet og strukturen. Hvis der er et skærmet kabel mere, kan de to skærme sidde i den samme sko. Under alle omstændigheder: gør denne tilslutningsanordning så lille som muligt.

Uanset konstruktionen et det oplagt at anbringe den ved interfacet med vores udstyr (cirklerne i figur 11). Det er praktisk altid at bruge "naturlige grænser" til dette formål. I figur 7 er en oplagt naturlig grænse det skab, der indeholder PLC og frekvensomformer. Hvis vi antager, at det er en metalkasse, kan forbindelserne mellem de forskellige kabler laves ved deres indføringspunkt. Man kan købe specielle EMC-pakninger til dette formål. Figur 12.


F.12

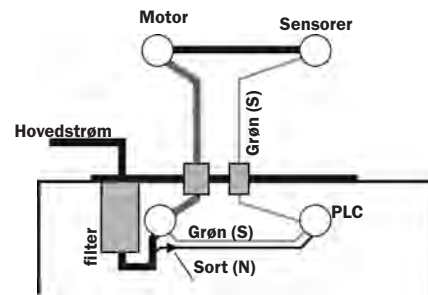
De skaber elektrisk forbindelse mellem kabelskærmen og skabets metal. Til uskærmede kabler er filtre den tilgængelige mulighed. Filtre fungerer som isolatorer for lysnetfrekvenser (50 - 400 Hz) ved at danne en kortslutning til skabet ved f.eks. 100 kHz op opefter. Ved strømgrænsen (= skabsvæggen) sker der rent faktisk det, at et oprindeligt stort common-mode-kredsløb bliver skåret ind til et meget lille skabsinternt kredsløb og en stor version på ydersiden. Figur 13.


F.13

Denne lille del af det røde kabel, som stadig er indenfor, vil kun give en lille common-mode-strøm. I mange tilfælde kan små "grisehaler" (figur 6) endda accepteres inde i skabet! For at sikre den bedst mulige elektriske kontakt mellem EMC-pakninger, filtre og andre strømgrænseteknikker, gives kablingens indgangsplade i skabet ofte en sidste ledende finish. Hvis det ikke er tilfældet, skal stederne til dine EMC-pakninger jordes grundigt, eller al belægning skal poleres væk, før de monteres. Bagefter kan man påføre et beskyttende lag maling.

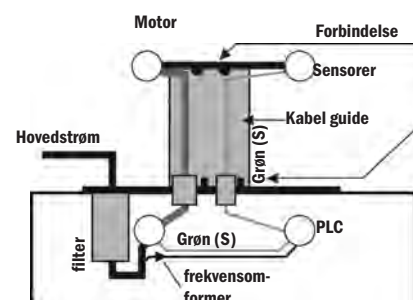
Brug metalkabelstyr

Lad os antage, at vi har truffet disse forholdsregler med vores skab i figur 7. Vores diagram ville da se ud som diagrammet nedenfor. Figur 14.


F.14

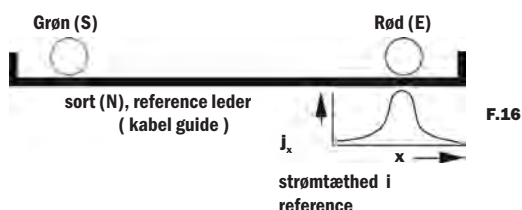
Man kan diskutere monteringen af filteret i skabsvæggen. Ud fra et EMC-synspunkt er dette dog den bedste mulighed. Hvis det monteres indenfor, skal det placeres så tæt som muligt på indgangspunktet for lysnetkablet (ingen EMC-pakning her), og ledningen skal mellem indgangspunktet og filteret holdes meget tæt på skabsvæggen. Sørg for, at filteret har virkelig god elektrisk kontakt med skabet. Det tilrådes at kontrollere alle strømgrænser med et milliohm-meter. Mål mellem metalboksen og hvert kabellet eller til filteret.

Når vi har gjort det, står vi over for et nyt problem: der løber to kabler mellem instrumentskabet og maskinen: motorkablet (rødt) og sensor-kablet (taget sammen, grønt). Der er ikke nogen sort leder til at beskytte dem! Løsningen er: kabelstyret. For at være effektivt skal de være lavet af metal (ledende). Kabelstyret forbindes (direkte eller med meget korte litz-kabelstraps) til instrumentskabet og til maskinstrukturen. Den røde og grønne kabelføring anbringes så mod metallet i kabelstyret med nogen afstand mellem rødt og grønt. Figur 15.


F.15

EMC Skabe

Kabelstyret giver den alternative vej for common-mode-strømmen. Den adskiller de to kabler gennem nærhedseffekten: en strøm vil altid finde den nærmest mulige leder som returleder (hvis den er elektrisk forbundet!). Ved høje frekvenser vil returstrømmen (vores common-mode-strøm) være koncentreret under den leder, der danner strømmen. Figur 16.



Afstanden mellem de(t) røde og grønne kabel(sæt) bør være mellem 5 og 10 gange det største kablers diameter.

Bemærk: Afstanden mellem de(t) røde og grønne kabel(sæt) bør være mellem 5 og 10 gange det største kablers diameter. En separat konstruktion er dog ikke nødvendig. Alt bredt metal kan bruges! Maskinstrukturen er som allerede nævnt fin, men metalskabets væg er også fremragende til dette formål!

4. Den sidste mulighed: afskærmning af udstyr mod elektromagnetiske felter

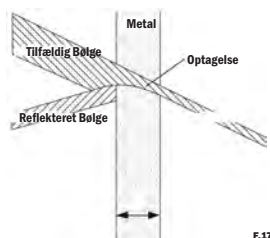
Skærmningens virkninger

Skærmning er et middel til at holde elektromagnetiske felter ude af et skab.

Til det formål bør skabet teoretisk være lavet helt af metal og være "lufttæt". Skabsvæggen kan da, mere eller mindre, anses for at være uendeligt stor. En ofte anvendt model for en uendelig skærmningsvæg er transmissionslinjemodellen i figur 17. Når en elektromagnetisk bølge møder en metalvæg, tilbagekastes noget af dens energi, så den trænger ind i metallet. På den anden side af væggen tilbagekaster en lignende proces igen den transmitterede bølge og lader resten passere. Forholdet mellem denne endelige bølge, som kommer fra indersiden af væggen og så den oprindelige indfaldsbølge på ydersiden kaldes skærmningseffektiviteten (SE).

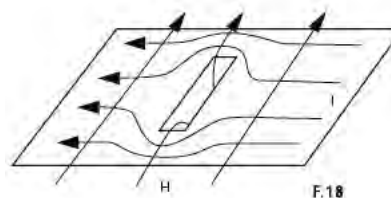
$SE = 20 \log$ indfaldsbølge transmitteret bølge (db)

Den udtrykkes generelt i dB. Den absorption, som reducerer bølgens intensitet på dens vej gennem væggen er et fænomen, der kaldes skineffekten. De vigtige parametre i denne mekanisme er væggenes tykkelse og materialets egenskaber såsom metallens ledningsevne og dets magnetiske permeabilitet.



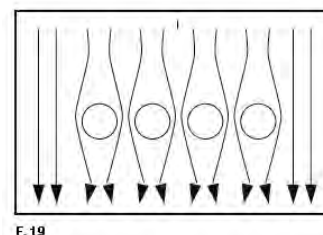
Behandling af åbninger i skærmning
 Virkningen af et hul i et skærmet skab

I praksis er skabe dog aldrig "lufttætte"! De har åbninger, slidser og sømme, som "lækker" elektromagnetisk energi. Disse åbninger afgør skabets samlede skærmningsfunktion. Man kan forestille sig virkningen ved hjælp af figur 18.



Effekten af feltet er en strøm i skærmen. Denne strøm danner et felt, som modvirker indfaldsfeltet. På den måde kan selv ikke-magnetiske materialer benyttes som skærmning. Når strømmen møder en åbning, skal den løbe uden om den. Dette tilbagekaster det eksterne felt ind i åbningen!

En måde at formindske denne virkning på er at erstatte en stor åbning med et antal mindre åbninger. Denne teknik kan bruges til åbninger, som skal lukke lys og luft ind i et skab. Figur 19.



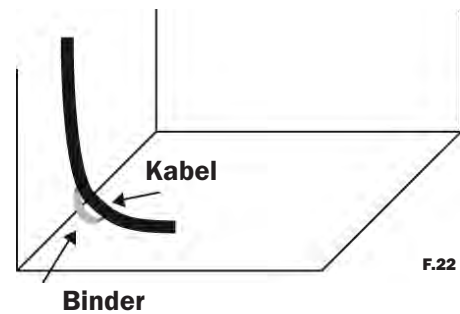
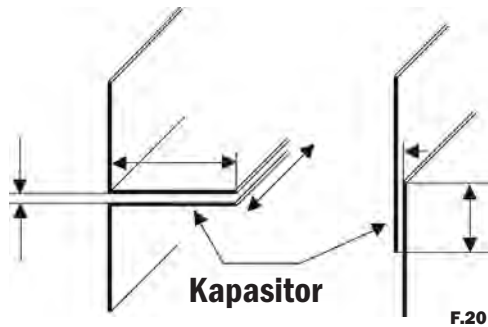
Virkningen af slidser og sømme

EMC-skabe fremstillet af metalplade er normalt punktsvejset. På den måde dannes mange slidser, der har mulighed for at lække elektromagnetisk energi. Denne lækage er lille, når slidserne er meget mindre end halvdelen af bølglængden for den højeste frekvens, der skal skærmes imod.

Til GSM-telefonfelter (900 MHz) skal slidserne være betydeligt mindre end 16 cm (ca. halv bølglængde). Skabe, som ikke oprindeligt er beregnet til EMC, kan forbedres ved at forbinde de forskellige metalpaneler med litz-kabelstraps (korte)! Antallet af straps kan findes ved at bruge samme regel som for sømvidder (mellem straps) ovenfor.

Sømme, der overlapper hinanden, kan også hjælpe med at reducere højere frekvenser (f.eks. ved bølglængder, der er kortere end sømvidden).

Denne metode virker på grund af virkningen af den såkaldte kondensator. Figur 20.



Et kabel, som krydser en slids i skabsvæggen er næsten lige så slemt som et ufiltreret kabel, der går gennem en EMC-skærm.

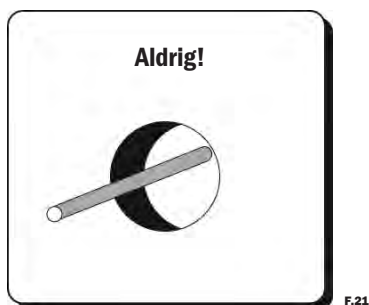
Hvis dette er nødvendigt, er det god praksis at skabe elektrisk forbindelse mellem slidsens to sider med en kort litz-kabelstrap.

Hvornår er det nødvendigt med et EMC-skab?

De fleste installationer kan komme i overensstemmelse med EMC-direktivet med de forholdsregler, som er beskrevet i afsnit 3.

Så længe afstandene mellem kabler og beskyttende maskinstrukturer eller kabelstyr er væsentligt mindre end halvdelen af bølgelængden for de højeste frekvenser, vil der ikke opstå mange problemer. Feltniveauerne i et industrimiljø er omkring 10 Volt pr. meter (E-felt), mens de i boligområder sjældent kommer højere end 3 Volt pr. meter. Vær opmærksom på, at eksterne trusler som GSM-telefoner findes overalt, og at deres frekvens går op til 1.800 MHz (halv bølgelængde på 8 cm)!

Det mest fornuftige er at skærme på den mindst mulige skala: på printkortniveau (PCB) eller på PCB-rack-niveau. Jo større skabet er (hvad angår feltets bølgelængde), desto vanskeligere bliver skærmningen.



Der skal være direkte elektrisk forbindelse til skabsvæggen. Hvis det er et kabel, skal der bruges en EMC-pakning (se figur 12).

Hvis du lod kablet gå isoleret gennem hullet, og du forbinder kabelfletværket via et (langt) kabel, ville den sløjfe, det danner, opfange elektromagnetisk energi (en common-mode-strøm), og det ville blive forbundet gennem skoene til indersiden af skabet.

Der ville det stråle tilbage og danne en lækage! Et uskærmet kabel, som går gennem en skabsvæg, som er beregnet til skærmning, skal filtreres, om muligt direkte på væggen. Figur 22.