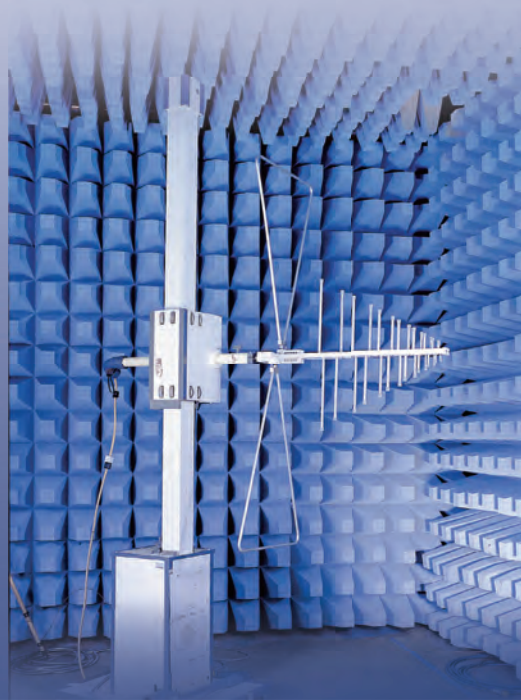


COFRETE ȘI DULAPURI INDUSTRIALE EMC



MASE **266**



IP 55, NEMA 12, IK 10

H: 400-1000
L: 400-800
A: 210-300

MCSE **268**



IP 54, NEMA 12, IK 10

H: 2000
L: 800
A: 600-800



Accesorii

Panouri laterale	270
Uși	270
Plăci separare	271
Garnituri	271
Panouri superioare și inferioare	272
Kit-uri asociere	272
Împământare	273
Plăci intrare cabluri	273
Ventilatoare	274

Accesorii Generale **286**



Cofrete și Dulapuri Industriale EMC



- ◆ Bazat pe Cofretele și Dulapurile Industriale MultiFlex și MultiMount.
- ◆ Corp și cadru complet galvanizat, vopsit în partea exterioară.
- ◆ Garnitură specială conductivă pentru panouri și uși.
- ◆ Fără orificii în plăcile intrare cabluri pentru versiunea montaj pe podea și fără placă intrare cabluri pentru versiunea montaj mural, pentru a asigura efectul Faraday.
- ◆ Accesoriile pentru montajul cărora este necesară practicarea de orificii prezintă suprafețe conductive pentru a garanta continuitatea electrică cu produsul.
- ◆ Nivel excelent de atenuare.

MASE

Cofrete cu montare murală, o ușă



IP 55, NEMA 12 IK 10



Date tehnice

Material: Corp: Oțel zincat de 1,2 mm/1,4 mm MASE0606021R5 și superior. Ușă: Oțel zincat de 1,2 mm/1,4 mm MASE0606021R5 și superior/1.8 mm MASE1006026R5 și superior. Contrapanou: Oțel galvanizat de 2,0 mm.

Corp: Pliat și sudat pe margini. Patru orificii cu diametrul de 8,5 mm pentru fixare pe perete, practicate în indentații cu diametrul de 20,4 mm x 2 mm, pentru a permite circulația aerului în partea posterioară a cofretului.

Ușă: Montare pe suprafață, cu o deschidere de 130°. Balamale demontabile mascate, cu bolț captiv. Pot fi montate pentru a permite deschiderea pe stânga sau pe dreapta. Începând cu dimensiunea minimă MASE0604015R5, există două profile de montare amovibile în ușă. Etanșarea este asigurată de o garnitură EMC conductoare, din poliuretan.

Încuietore: Butuc DIN din crom, de 3 mm și mișcare la 90°. Cofretele cu înălțimea de peste 1000 mm sunt prevăzute cu încuietore espagnolette în trei puncte. Alte tipuri de butuci și mânere în T sunt disponibile ca accesorii pentru ambele sisteme de încuietori.

Contrapanou: Contrapanoul este marcat pe verticală la intervale de 10 mm, pentru poziționarea facilă a echipamentelor pe orizontală. Pe partea superioară și inferioară sunt orificii pentru facilitarea fixării cablurilor. Fixată pe șuruburi M8 sudate prin presiune pe partea posterioară a cofretului. Toate părțile cofretelor de la 800 mm în sus sunt ranforsate prin pliarea marginilor. Prin utilizarea accesoriului AMG, contrapanoul poate fi reglat pe adâncime.

Deschidere intrare cabluri: Pentru o protecție EMI maximă, nu este prevăzută nici o deschidere pentru plăci de etanșare.

Împământare: Ușa este legată la masă prin intermediul unui șurub M8 separat.

Finisaj: Vopsea pudră structurată RAL 7035 numai la exterior.

Protecție: Conforme cu IP 55 și NEMA 12, IK10.

Livrare: Corpul și ușa cofretului sunt zincate, vopsite la exterior. Ușa este echipată cu garnitură conductivă EMI. Începând cu dimensiunea minimă MASE0604015R5 există două profile de montare a ușii. Facilități de legare la masă.



Dimensiuni cofret			Dimensiune contrapanou				Dimensiune	Tip	Deschideri	Nr. încuietori	Greutate	Cod
H	L	A	h	l	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	

Gama de produse MAS

Toate dimensiunile standard MAS sunt disponibile în versiunea EMC, la cerere.

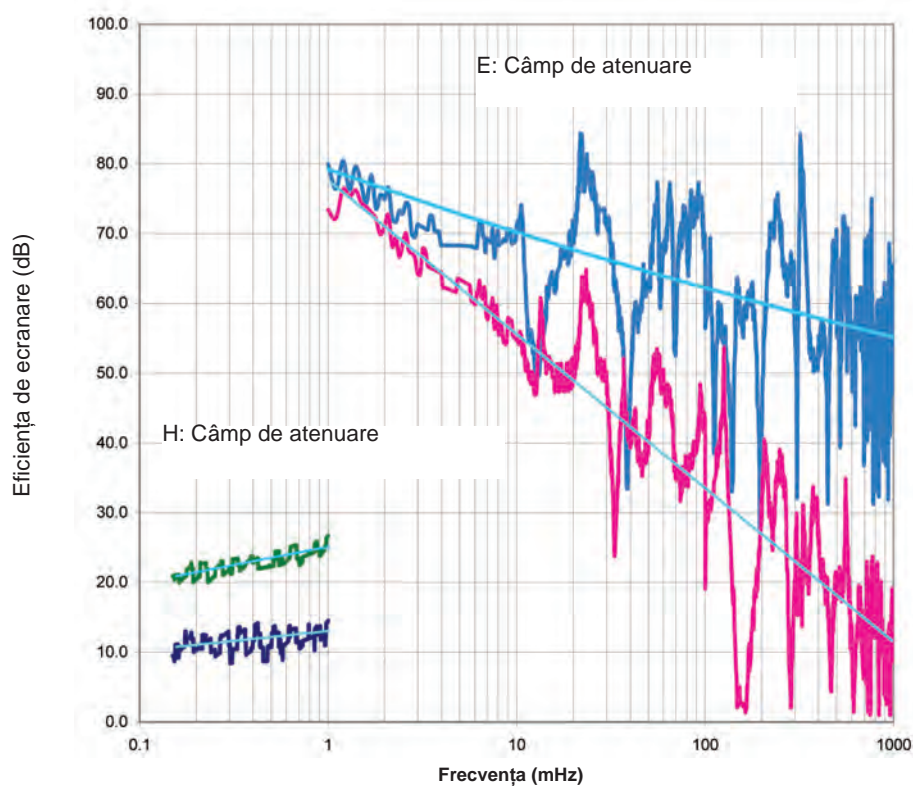
MASE: De la 200/200/155 mm până la 1200/800/400 mm.

ex. MASE0606021R5, cofret cu o ușă EMC de 600x600x210 mm

Pentru detalii vezi tabelul MAS, pag. 13

Eficiență de ecranare

Eficiență de ecranare pentru cofretele Eldon MAS, MASE
Ecranare EMC, testat în conformitate cu VG 95 373, art. 15

**Eficiență de ecranare**

- Câmp magnetic
- Câmp electric
- Câmp magnetic
- Câmp electric
- Tendință

Versiunea combinată, cu o ușă



IP 54, NEMA 12, IK 10

Date tehnice

Material: Cadru: Oțel zincat de 1,5/1,75 mm. Ușa: Oțel zincat de 1,75 mm. Panouri posterioare, laterale și pentru acoperiș: Oțel zincat de 1,35 mm. Contrapanou: Oțel galvanizat de 2,7 mm.

Plăci inferioare: Oțel galvanizat de 1,0 mm. Cadru: Profile deschise sudate pe margine cu tipar de orificii de 25 mm conform DIN 43660. Inclusiv tipar de orificii externe integrat.

Cadru: Profile deschise sudate pe margine cu tipar de orificii de 25 mm conform DIN 43660. Inclusiv tipar de orificii externe integrat.

Ușă: Montate pe suprafață cu balamale pentru a permite deschiderea pe stânga sau pe dreapta. Inclusiv cadru de ușă cu tipar de orificii de 25 mm. Etanșarea este asigurată de o garnitură EMC conductoare din poliuretan.

Panou posterior: Fixat cu șuruburi Torx M6. Opțiuni standard.

Panouri laterale: Se livrează ca accesoriu.

Panou superior: Demontabil.

Încuietore: Sistem de închidere espagnolette în 4 puncte. Nu afectează spațiul interior al dulapului. Încuietore DIN standard de 3 mm. Poate fi schimbată cu butuci standard sau euro-cilindru și mâner în T sau sistem de încuiere cu mâner pivotant.

Contrapanou: Dublu pliat cu glisare în poziție. Reglabilă pe adâncime în trepte de 25 mm. Se livrează atașată în exteriorul dulapului ambalat.

Plăci inferioare: Compuse din trei piese. 4 bucăți la adâncimea de 800 mm.

Împământare: Toate panourile sunt legate la masă prin intermediul fittingurilor de fixare și sunt echipate cu un șurub de legare la masă separat.

Finisaj: Vopsea pudră structurată RAL 7035 numai la exterior.

Protecție: Corespunde cu IP 54 și Nema 12, IK10.

Livrare: Cadru cu ușă montată, panou posterior, panou de acoperiș, plăci inferioare, contrapanou și cadru de ușă. Livrarea include de asemenea șuruburi de legare la masă și garnitură de combinare conductivă EMI. Se livrează pe un palet cu aceeași lățime ca a dulapului pentru a permite unirea fără a fi necesară demontarea. Toate materialele de ambalare sunt reciclabile.

*Disponibilă și din oțel inoxidabil (CSSE).

Notă: În dulapurile cu lățime de 400mm, contrapanoul, plăcile inferioare și cadrul ușii nu sunt incluse. * Disponibil și din oțel inoxidabil (CSSE).

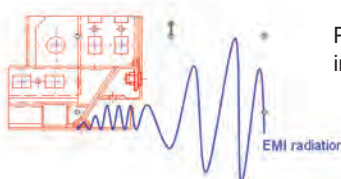
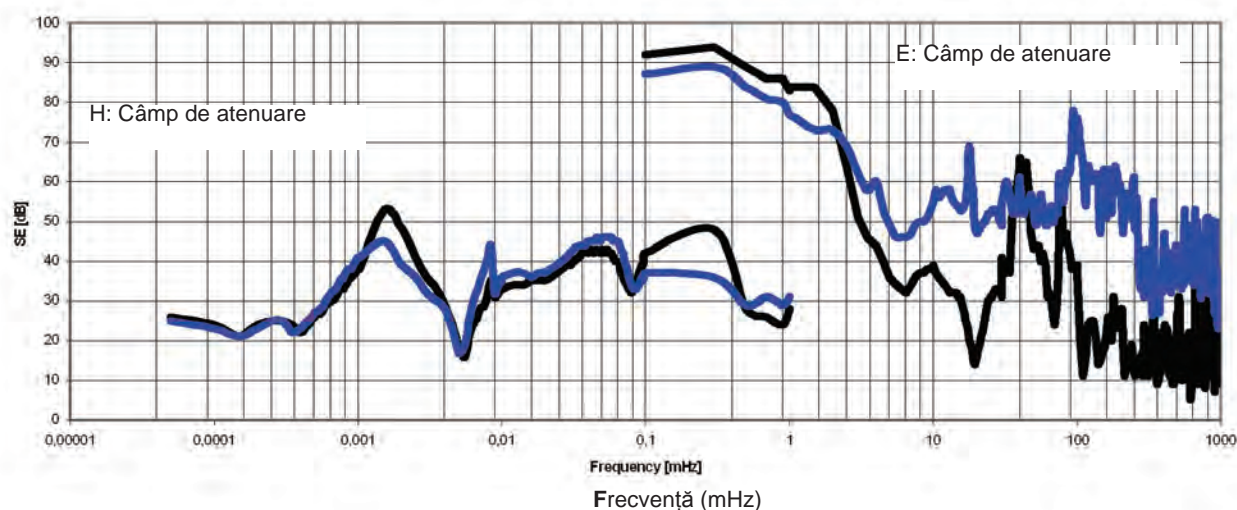


Dimensiuni dulap			Dimensiune contrapanou			Greutate	Cod
H	L	A	h	l	d		
2000	800	600	1894	694	559	132	MCSE20086R5
		800	1894	694	759	139	MCSE20088R5

* Toate dulapurile sunt disponibile la cerere, inclusiv alte dimensiuni.
Pentru panourile laterale EMC, vezi SPME.

Eficiență de ecranare

Eficiență de ecranare pentru dulapurile Eldon MCS, MCSE
Ecranare EMC, testat în conformitate cu VG 95 373, art. 15.



Protecție labirint a liniei de dulapuri industriale MultiFlex

Eficiență de ecranare

- MultiFlex standard, dulapuri pentru podea, MCS
- Dulapul pentru podea, adaptat EMI, MCSE

Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

SPME, Panouri laterale



Descriere: Pentru acoperirea laturilor dulapurilor MCSE. Echipate cu o garnitură conductoare ce asigură protecție EMC și IP.

Material: Oțel zincat de 1,35 mm.

Finisaj: Vopsea pudră structurată RAL 7035 numai la exterior.

Protecție: Conform IP 54, NEMA 12.

Cantitate pachet: 2 panouri cu accesorii de montare.

H	A	Cod
2000	600	SPME2006R5
	800	SPME2008R5

*Alte dimensiuni valabile la cerere

DGCE, Ușă vitrată (61%)



Descriere: Ușa standard cu geam din sticlă securizată transparentă pentru monitorizarea interiorului dulapului. Prevăzută cu sisteme de încuiere DIN de 3 mm și cadru de ușă. Permite toate opțiunile aferente programului de încuiere. Etanșarea este asigurată de o garnitură EMC conductoare din poliuretan. Pentru a asigura eficiența EMI în spatele geamului este montată o plasă metalică cu un procentaj de claritate de 61%. Utilizați un kit de balamale DMK dacă nu este pentru înlocuirea ușii standard.

Material: Cadrul: Oțel zincat de 2 mm. Zona de monitorizare: Sticlă securizată de 3 mm.

Finisaj: Vopsea pudră structurată RAL 7035 numai la exterior.

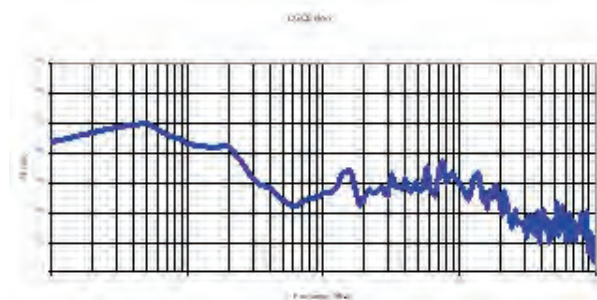
Protecție: Conform IP54, NEMA12, IK10

Cerințe montaj: Dacă nu s-a montat o altă ușă anterior, utilizați kitul de balamale DMK01.

Cantitate pachet: 1 bucată

H	L	h	l	Cod
2000	800	1776	615	DGCE2008R

Eficiență de ecranare pentru dulapurile Eldon MCS, MCSE

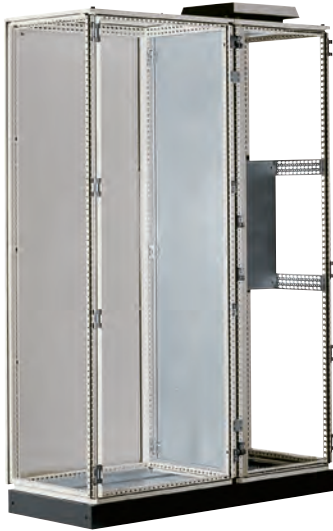


— Dulap industrial pentru podea Multi-Flex, adaptat EMI, MCSE



Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

SPD EMC, Plăci de separare



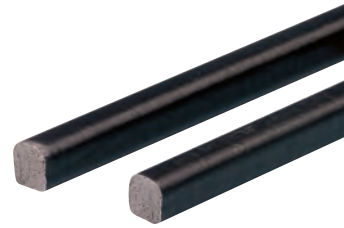
Descriere: Separă două dulapuri grupate. Trebuie fixată cu trusa de combinare CCJ. Pentru obținerea IP 43/NEMA1, pe panou se poate fixa o garnitură din neopren SPDG 01. Pentru separarea EMI trebuie montată o garnitură SPDEG.

Material: Oțel zincat de 1,5 mm.

Cerințe montaj: Pentru montare adăugați suporturi CCJ.

Cantitate pachet: 1 bucată.

SPDEG, Garnitură pentru ecranarea EMC



Descriere: Pentru a obține o secțiune ecranată EMC într-un panou montat în combinație cu placa de separare SPD.

Material: Spumă de poliuretan cu strat conductiv. (UL94HB).

Protecție: Conform IP 43, NEMA 1.

Cantitate pachet: 6m.

Cod

SPDEG01

D**Cod**

600

SPD2006

800

SPD2008

Eficiență de ecranare

Atenuare EMC testată conform VG 95 373 partea 15



— Eficiența de ecranare pentru plăci de separare SPD

Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

CVB EMC, Plăci inferioare ventilate



Descriere: Plăci inferioare din trei bucăți. Se pot utiliza în combinație cu un soclu PV ventilat. Ventilație de 33%.

Material: Oțel zincat perforat de 1,5 mm.

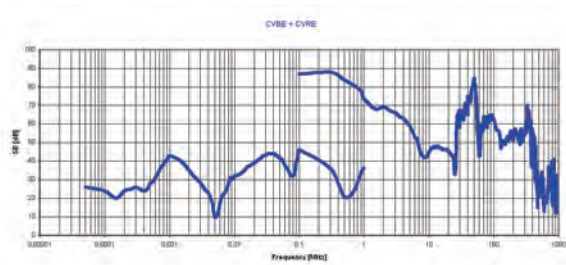
Cantitate pachet: 3 bucăți cu materiale de montare.

Cerințe montaj: Se utilizează în combinație cu socluri PV ventilate.

Pentru cofret

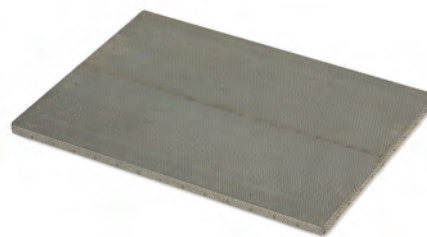
A	Cod
600	CVB0806
800	CVB0808

Eficiență de ecranare
Atenuare EMC testată conform VG 95 373 partea 15 (1978)



— Eficiență de ecranare pentru plăcile superioare și inferioare a gamei MultiFlex

CVRE, Acoperiș ventilat EMI



Descriere: Placă de acoperiș cu ventilație interioară pentru protecție EMI de nivel ridicat. Se montează direct pe cadrul dulapului. Se poate utiliza în combinație cu acoperișul ventilat CVR, placa de acoperiș cu ventilator CFR sau distanțiere, pentru ridicarea unui acoperiș standard CVK15. 33% ventilație.

Material: Oțel zincat de 1,5 mm

Finisaj: Oțel zincat nevopsit de 1,5 mm.

Cantitate pachet: 1 bucată cu accesoriile de montare.

L	A	Cod
800	600	CVRE0806
	800	CVRE0808

CCJ, Kit de combinare interioară



Descriere: Montat pe profilul cadrului. Se poate utiliza pe profilul cadrului vertical sau orizontal.

Material: Oțel zincat de 3mm.

Cantitate pachet: 12 suporturi cu accesoriile de montare.

Cerințe montaj: IP43, NEMA 1, se poate obține etanșarea prin utilizarea garniturii SPDG. Pentru conectare interioară, folosiți suporturile CCM.

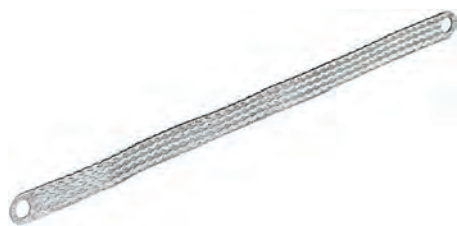
Cod

CCJ12



Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

ECFE, Banda de legare la masă



Descriere: Pentru împământare și compensarea potențialului între panouri, componentele și cadrul dulapului. Lungime: 300 mm.

Material: Cabluri din cupru cositorit, 0,15mm.

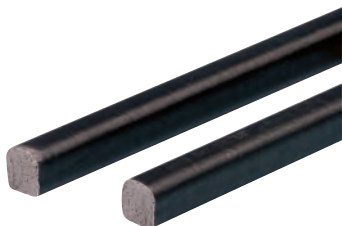
Temperatură de lucru: Până la 105°C.

Cantitate pachet: 10 bucăți.

Cerințe montaj: Pentru fixarea benzii pe cadru vopsit adăugați setul de conectare ECF.

Zonă secțiune	Diam. orificii	Curent (A)	Cod
16mm ²	8.5	120A	ECFE1630
25mm ²	10.5	150A	ECFE2530

BGE, Garnitură EMC pentru placa inferioară și intrare cablu

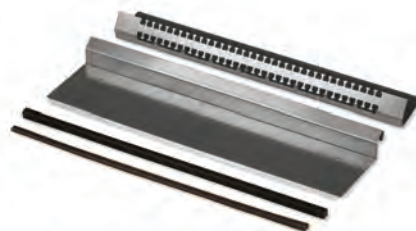


Descriere: Baza dulapurilor este etanșată cu ajutorul unei garnituri adezive aplicate pe cadru în jurul deschiderii inferioare. Cablurile sunt izolate prin adăugarea spumei adezive între plăcile inferioare. Elasticitatea și dimensiunile spumei asigură etanșarea corespunzătoare în jurul majorității tipurilor de cabluri. Adăugarea de material conductiv asigură un bun contact pentru a preveni transferul de radiații electromagnetice.

Cantitate pachet: 1,6 m de garnitură EMC adezivă pentru intrarea cablului și 6 m de garnitură adezivă pentru placa inferioară. Pentru dulapuri cu lățimea de 1600 mm, comandați 2 seturi.

Cod
BGE01

CBPE, Placa inferioară cu conexiune EMC



Descriere: Înlocuiește două secțiuni ale plăcilor inferioare standard din trei sau patru părți componente. Datorită conurilor cap de ciocan, cablurile EMI pot fi legate la masă direct la placa inferioară, menținându-se intacte proprietățile „cuștii Faraday”.

Material: Oțel zincat de 1,5 mm.

Cantitate pachet: 2 bucăți cu garnitură EMI și accesorii de montare.

Pentru cofret		Cod
L	A	
600	600	CBPE0606
	800	CBPE0608
800	600	CBPE0806
	800	CBPE0808

CABP, Bară pentru fixarea cablurilor



Descriere: Montată sub plăcile inferioare pentru maximizarea întregului spațiu util din dulap. Susține cleme pentru cabluri standard CAC pentru cablurile de intrare. Se reglează complet în adâncime. Când se conectează cabluri ecranate EMC la bara de suport, se va menține intact efectul Faraday pentru ecranare EMI completă.

Material: Oțel zincat de 2mm.

Cantitate pachet: 2 bare cu accesorii de montare. Pentru lățime de 1200mm, 4 bare cu accesorii de montare.

Cerințe montaj: Adăugați cleme CAC în funcție de diametrul cablului.

L	Cod
400	CABP400
500	CABP500
600	CABP600
800	CABP800
1000	CABP1000
1200	CABP1200

Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

EMC, Ventilatoare cu filtru ecranate



EMC, ventilatoarele cu filtru și filtrele de evacuare

Când se utilizează unități de ventilare și filtrare într-un cofret cofret sau dulap industrial sunt necesare decupaje. Aceasta duce imediat la o nerespectare a reglementărilor EMC. Pentru a respecta cerințele EMC, trebuie utilizate filtre și ventilatoare EMC. Eldon oferă o soluție "click-in" (montare prin presare) pentru care nu sunt necesare șuruburi! Pentru a împiedica formarea coroziunii pe ecranul EMC, componentele exterioare ale filtrului și ventilatorului sunt montate pe un cadru din oțel inoxidabil în combinație cu benzi de contact din cuprul aliat cu beriliu. Astfel se obține o rezistență ridicată la coroziune și un nivel ridicat de atenuare.

Specificații tehnice:

- O plajă vastă de debite de aer, între 61 m³/h și 845 m³/h.
- Pentru montarea unităților nu sunt necesare șuruburi.
- Sunt necesare numai degajări pătrate.
- Unitățile depășesc suprafața cofreței numai cu 6 mm.
- Elementul filtrant poate fi rapid înlocuit, fără demontarea întregii unități.
- Materialul este conform cu cerințele ISO 14000 (Sistemul de Protecția Mediului).
- Materialul cofreței este cu autostingere în caz de incendiu.

Eficiența de ecranare Filtrul de Control Termic și ventilatoarele EFE/EFAE:

Atenuarea EMC testată conform EN 50 147 - 1 (1996)

Ventilator cu filtru EMC	EFE200R5	EFE220R5	EFE250R5	EFE300R5	EFE500R5	EFE600R5	EFE700R5
Ventilator flux de aer (Curgere liberă) (m ³ /h)	61	110	156	256	480	640	845
Capacitate de răcire (Curgere liberă) (W/K)	20	37	52	85	160	213	282
Flux de aer combinat (Ventilator cu filtru + evacuare) (m ³ /h)	44	82	116	231	370	445	560
Capacitatea de combinare (Ventilator cu filtru + evacuare) (W/K)	15	27	36	77	123	148	187
Tip element filtrant	IP 54-filtru mat G3			IP 54-filtru mat G4			
Presiune statică maximă (Pa)	60	66	52	116	76	134	192
IP	IP 54, IP 55 la cerere*						
Tensiuni nominale CA	230V,115V	230V,115V	230V,115V	230V,115V,400V 2-	230V,115V	230V,115V,3x400V	230V,115V,3x400V
Tensiuni disponibile CA	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 W (mm)	145 x 145	202 x 202	252 x 252	252 x 252	320 x 320	320 x 320	320 x 320
Dimensiuni degajare (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	224 x 224	292 x 292	224 x 224	292 x 292
Temperatura de funcționare (°C)	Între +15°C și +55°C						
Material	Termoplastic cu autostingere, UL 94 VO						
Ecranare EMC	Stainless Steel						
Aprobări	Aprobare UL						

* Este disponibil ventilatorul cu filtru IP55, la cerere se poate adăuga elementul filtrant EMFP, cu numărul de referință EFEPxxxR5

Filtru de evacuare EMC	EFAE200R5	EFAE220R5	EFAE250-300R5	EFAE500-700R5
H x W x D (mm)	145 x 145 x 26	202 x 202 x 34	252 x 252 x 38	320 x 320 x 39
Dimensiuni degajare (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	224 x 224
IP	IP 54, IP 55 la cerere*			
Material	Thermoplastic, self-extinguishing, UL 94 VO			
Ecranare EMC	Stainless Steel			

* Este disponibil ventilatorul cu filtru IP55, la cerere se poate adăuga elementul filtrant EMFP, cu numărul de referință EFEPxxxR5

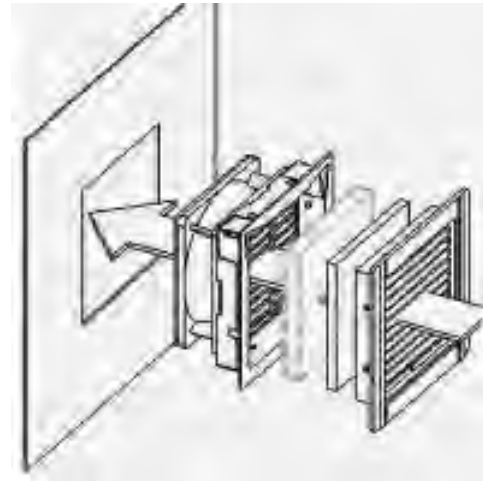
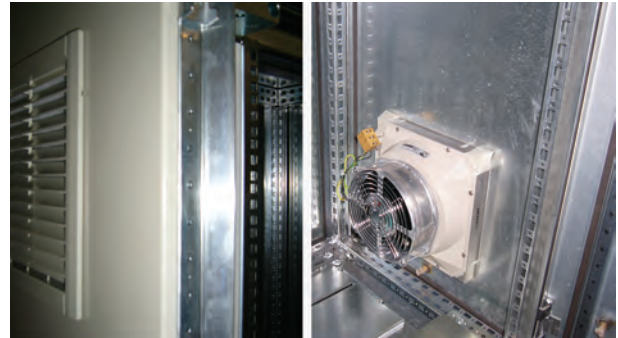


Ventilatoare cu filtru ecranate Control termic IP 54

Ventilatoarele noastre cu filtru ecranate EMC afectează ecranarea EMC a carcasei după cum urmează:
până la 300 MHz: fără efect
300 MHz - 1 GHz: cu aprox. 10 dB mai puțin

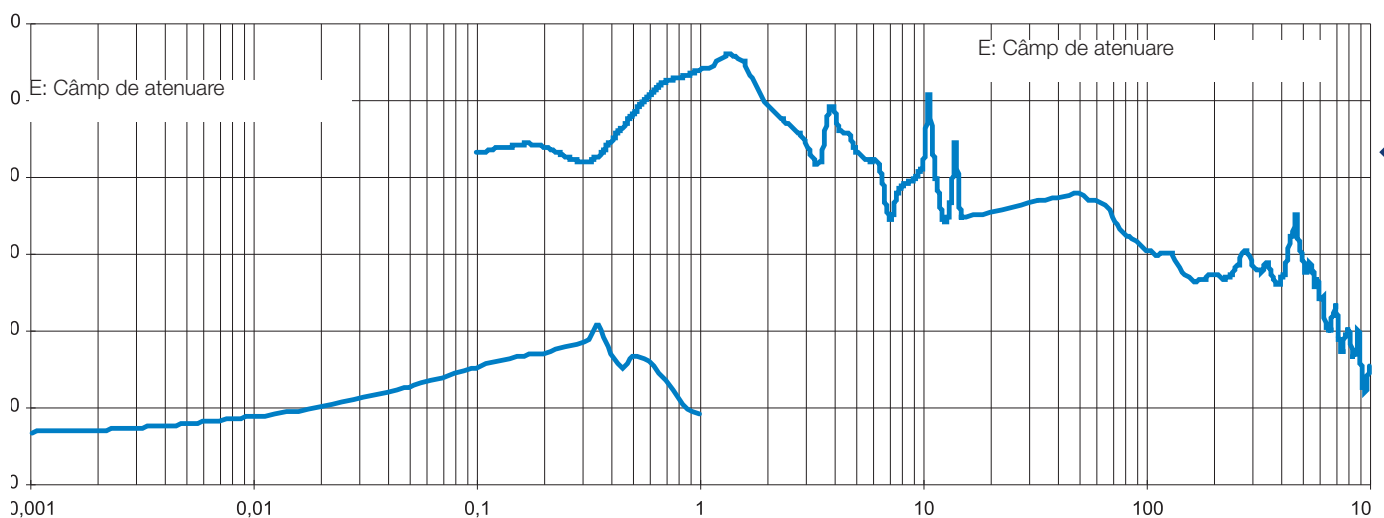
Nu necesită lucrări ample suplimentare la degajarea instalației
- nu există bandă din cupru sau materiale similare ce trebuie lipite
- nu este nevoie să zgâriați straturile de material pentru a asigura contactul suprafață pe suprafață

1. Contactul suprafață pe suprafață făcut prin muchia degajării pentru ventilatorul cu filtru sau filtrul de evacuare
2. Contact inovator suprafață pe suprafață de-a lungul degajării face din montare o sarcină simplă
3. Contact suprafață pe suprafață fiabil prin intermediul resorturilor de contact cu profil special de pe grila ecranului
4. Impact redus asupra mediului datorită utilizării unor grile de ecran separate din oțel inoxidabil (1.4301)
5. Impact redus asupra mediului deoarece grilele de ecran și suprafețele de contact sunt monobloc; banda din aliaj cupru-beriliu nu este necesară pentru asigurarea contactului, iar materialele pot fi separate pentru facilitarea reciclării.



Eficiența de ecranare a Filtrelor și Ventilatoarelor

Eficiență de ecranare testată conform EN 50 147 - (1996)



Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

1. Mecanismul interferenței electromagnetice (EMI)

Definiția EMC

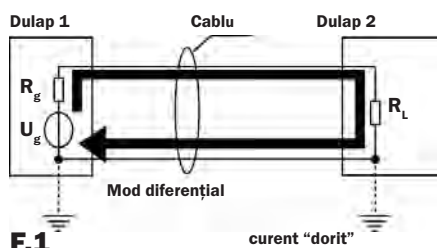
Consiliul Europei definește EMC în Articolul 4 din "Directiva de aliniere a legislației țărilor membre la Compatibilitatea Electromagnetică (89/336/EEC)" ca fiind o proprietate a unui „aparat”: -Aparatul va fi construit astfel încât: perturbațiile de natură electromagnetică generate de acesta să nu depășească un nivel care să permită echipamentelor de radio și telecomunicații și altor aparate să funcționeze normal" (cerința privind emisiile) – ce dispune de un nivel adecvat de imunitate intrinsecă față de perturbațiile electromagnetice pentru a putea funcționa independent" [cerința de imunitate] Aceasta este o definiție foarte generală. Călea obișnuită către conformitate este aplicarea standardelor. Există standarde de produs, aplicabile anumitor tipuri de produse (de exemplu produse de iluminare) și, dacă acestea nu sunt disponibile, există „standarde generale” ce pot fi utilizate. Când produsul a trecut toate testele necesare, obține „prezumția de conformitate”.

Ce puteți face?

Problema este că nu există nici o relație directă între teste care să stabilească „EMC” și măsurile pe care le puteți lua ca aparatul să se comporte satisfăcător în această privință. Aveți nevoie de cunoștințe elementare privind mecanismele interferenței electromagnetice.

Curenți diferențiali și comuni

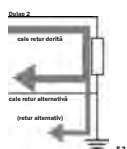
Toate tipurile de curent electric se deplasează în circuite. Când măsurați curentul dintr-un fir, undeva trebuie să existe un curent de retur către sursa originală. Curenții ce determină comportamentul funcțional al unei soluții constructive sunt numiți curenți de “mod diferențial” (md prescurtat). Totuși, mai există un tip: 98% din totalul problemelor de interferență sunt cauzate de curenții de mod comun (curenți mc).



F.1

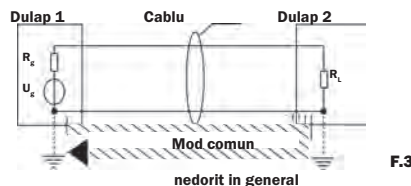
Considerăm circuitul din Figura 1. Acesta prezintă un circuit de curent intenționat sau dorit format într-un cablu: un semnal și o linie de retur ce transferă un curent de la o sursă (U_g) la un consumator (R_L) și înapoi. Acesta este un curent de mod diferențial, ceea ce înseamnă că, dacă utilizăm o sondă de curent în jurul cablului și măsurăm valoarea netă a curentului ce străbate sonda vom obține zero: toți curenții care circulă de la sursă la consumator se întorc prin conductorul proiectat pentru retur.

Complicațiile apar când sunt disponibile căi de retur alternative, de exemplu prin intermediul conexiunilor de legare la masă. În acest caz, există o alternativă pentru curentul de retur: Figura 2.



F.2

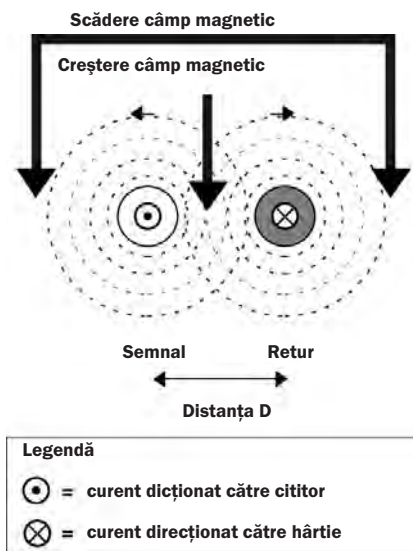
Când o parte a curentului de retur adoptă o cale alternativă, vom putea măsura valoarea netă a curentului cu o sondă de curent în jurul cablului. Figura 3.



F.3

Acești curenți nedorți nu sunt rezultatul proiectantului echipamentului și, mai rău, de obicei nu sunt incluși în analiza acestuia. Acești curenți “uitați” sunt cei care generează cel mai frecvent interferențele, uneori dăunătoare, din sistemele electrice.

Cablurile trec de la curent md la mc și cablurile de retur sau, mai general, interconexiunile, au proprietatea de a converti curenții de mod diferențial în curenți de mod comun și invers. Această proprietate este denumită “impedanță de transfer”. Acesta este fenomenul fundamental care este responsabil pentru interferența electromagnetică. Restul sunt “subiecte conexe”. De exemplu: toți curenții sunt însoțiți de un câmp magnetic. Imaginea din Figura 4 prezintă un cablu cu două fire. Fiecare fir transportă același curent, dar sensurile acestora sunt opuse.

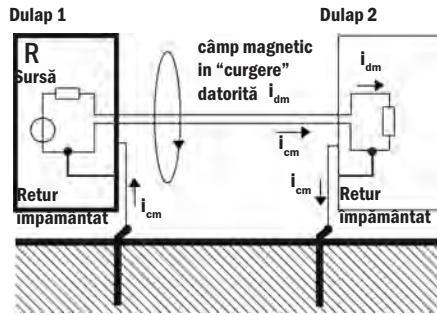


F.4

Linile câmpului magnetic ce aparțin fiecăruia dintre fire „se adună” în suprafața creată între ele și se „scad” în afara acestei suprafețe. Presupunând existența unor condiții ideale, magnitudinile câmpurilor magnetice combinate ar putea fi reduse la zero dacă s-ar putea plasa cele două fire unul peste altul, centrate exact. Câmpurile care ar fi egale în acest caz, dar opuse în orice poziție s-ar anula reciproc (cazul cablului coaxial).

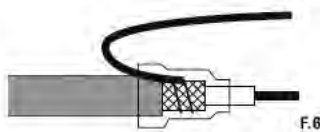
Totuși, în orice situație practică va fi o distanță între cele două fire. Aceasta înseamnă că în afara cablului va putea fi măsurată o anumită valoare a câmpului. La rândul său, acest câmp induce curenți în orice circuit conductor adiacent. Aceasta include circuitul format din cablu și orice conductor de retur alternativ (un mod comun sau circuit de împământare)! Figura 5.

Cofrete și Dulapuri Industriale EMC


F.5

Acest circuit alternativ ar putea fi structura mașinii, accesoriile de împământare, pereții cofreții sau alte cabluri. Acest curent (indus) de obicei în circuitul mai mare este un curent de mod comun (mc). Impedanța de transfer este o proprietate a unei interconexiuni complete: cablurile plus conectorii, panourile de conectare, etc., de la sursă la consumator!

Proprietățile unui cablu foarte bun pot fi compromise printr-o finisare proastă, de exemplu rușinoasa soluție constructivă „pigtail” a cablurilor supra-ecranate. Figura 6.


F.6

2. Sursele de interferență și pericolele asociate susceptivității

Astfel, interconectările sunt unica noastră problemă dintre toate chestiunile asociate EMC. De la piste de circuite imprimate la cablajul sistemelor! Putem împărți amenințările la adresa sistemelor noastre în „artificiale” și „naturale”. Interferența reală este întotdeauna o problemă de susceptivitate: sistemul perturbat este incapabil să facă față câmpurilor sau curenților ce îl amenință. Dacă sistemul ar trebui să fie capabil să facă față acestora sau nu se stabilește prin nivelurile prevăzute în standardele EMC! Dacă susceptivitatea sistemului este prea ridicată (standardele civile o denumesc „imunitate insuficientă”) va trebui să o îmbunătățim prin lucrul la nivelul interconexiunilor, prin îmbunătățirea transferului-impedanței. Dacă sistemul este în regula, sursa de interferență trebuie localizată și trebuie desfășurat un proces similar pentru a-i reduce „emisile”.

Pericole artificiale

Majoritatea interferențelor provin din echipamente din propriul sistem sau din sisteme învecinate. Printre sursele binecunoscute ce generează câmpuri de înaltă frecvență sunt emițătoarele serviciilor publice de telefonie mobilă către telefoanele GSM. Rețineți că telefoanele portabile reprezintă un pericol deoarece sunt mobile și se pot apropia foarte mult de echipamentul sensibil. Câmpurile aferente emițătoarelor și altor echipamente de înaltă frecvență lucrează în intervalul cuprins între 1 și 100 volți pe metru (valoarea câmpului electric). De obicei, 10 V/m într-un mediu industrial (dar: nu există garanții)! Ca regulă empirică, fiecare volt pe metru de câmp generează un curent de mod comun de 10 mA într-un cablu neprotejat. 100 mA de curent mc este considerată a fi o valoare critică pentru instalațiile de control al proceselor. Pe lângă emisiile intenționate există și emisii accidentale, formate prin interconectări ce generează curenții de mod comun și câmpurile asociate

Cauza frecventă este un curent de înaltă frecvență într-un cablu cu transfer-impedanță necorespunzătoare.

Acest curent de mod comun poate curge direct printr-un cablu sensibil (de exemplu de la senzori analogici) sau poate crea un câmp electromagnetic cu energie înaltă ce induce curenți de mod comun în cablurile sensibile.

Sursele naturale de interferență

Sursele naturale sunt fulgeretele și descărcările electromagnetice (ESD). Fenomenele sunt corelate. În ambele cazuri apare o descărcare electrică (statică). În cazul fulgerului este implicat un circuit mare, cu dimensiuni de mulți kilometri. În cazul ESD, de obicei există o persoană încărcată care se descarcă prin atingerea unui echipament.

Trăznetul este un fenomen cu energie înaltă și frecvență relativ redusă. Prin urmare, majoritatea interferențelor sunt transferate prin conducție.

ESD este un fenomen cu frecvență ridicată și o încărcătură energetică mai redusă.

Totuși, frecvențele înalte pot călători prin aer (efect capacitiv) iar curentul distrugător aferent nu poate fi ușor deviat. Dacă în calea sa se află o componentă sensibilă, aceasta va fi afectată.

Curenții de mod comun rezultați din aceste surse naturale pot atinge valori foarte ridicate.

Valorile de ordinul amperilor nu sunt rare. (Un trăznet care lovește direct are de obicei 50 kA, adică 50.000 A – ESD între 5 și 40 A)

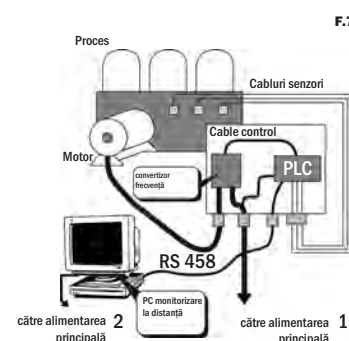
3. Măsuri de îmbunătățire a compatibilității

Ambalajul echipamentelor poate avea un efect major asupra comportamentului în medii electromagnetice „ostile”. În următoarele secțiuni sunt prezentate mai multe moduri de abordare. Majoritatea sunt foarte ieftine dacă sunt evaluate în stadiul de proiect. Ulterior, pe parcursul duratei de exploatare, măsurile devin mai rare și mai scumpe.

Identificați modul comun sau circuitele de legare la masă
Împărțiți cablurile în diferite categorii

Toate problemele EMC (adică 98%) sunt probleme de mod comun. Încercați să descoperiți din instinct modul comun sau circuitele de legare la masă.

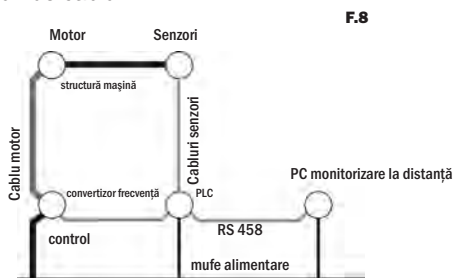
După identificare, acestea pot fi tratate conform abordării sistematice de mai jos: Un prim exemplu a fost oferit în Figura 5, un exemplu ușor mai complex în Figura 7.


F.7

Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

În această schemă pot fi observate mai multe tipuri de cabluri. De obicei este utilă trasarea unei scheme simplificate ce prezintă echipamentele ca cercuri cu respectivi conductori de interconectare.

Nu uitați să introduceți alimentarea, masa și structura mașinii la conductori! În schema din Figura 8 pot fi recunoscute mai multe tipuri de cabluri:



- Cablurile de curenți ridicați și/sau de frecvență înaltă. Indicați acest tip cu roșu sau cu litera „E” de la emisie: din cauza impedanței de transfer este posibil să fie generați curenți de mod comun ridicați.

Exemplu: cablul dintre convertorul de frecvență și motor
- Cabluri care nu generează, nici nu sunt sensibile la curenți de mod comun. Indicați-le cu negru sau cu litera „N” de la neutru.

Exemplu: cabluri de alimentare, structurile mașinilor sau clădirilor, țevăria metalică, etc.

- Cabluri care poartă semnale analogice reduse sau sunt sensibile în alt mod la interferențe prin curenții de mod comun ce le traversează. Indicați acest tip cu verde sau cu litera „S” de la susceptibil.

Exemplu: cablul senzorului RS-485 în linie, PLC/cablul de comandă pentru convertor de frecvență. Figura 9.

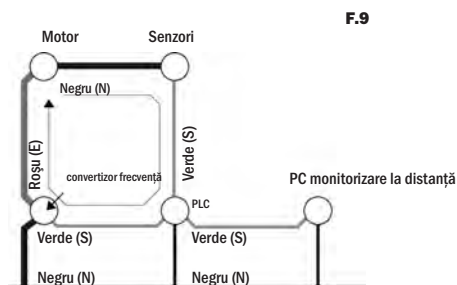
Desigur, pot fi făcute deosebiri mai detaliate. Cărțile despre EMC pomenesc în general între cinci și șapte categorii de cabluri.

Cablul RS-485 din exemplul nostru poate fi sensibil la curenții mc din cablul motorului, dar ar putea fi o sursă de interferențe pentru semnalele analogice sensibile! Cele trei categorii ilustrate aici au fost folosite numai pentru a demonstra un principiu: eforturile noastre trebuie concentrate pe ținerea surselor de emisie la distanță de cablurile sensibile!

Reduceți sensibilitatea la curenții mc

Cablurile de conectare trebuie să fie scurte

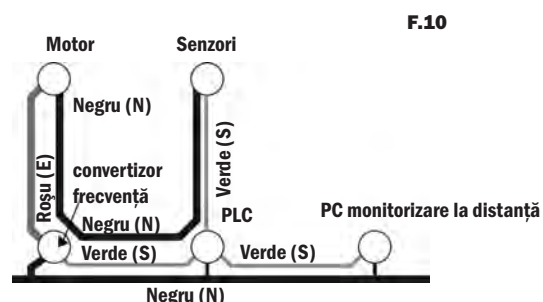
Primul lucru pe care-l puteți face este păstrarea unei lungimi reduse a cablurilor. Toate interferențele sunt în cele din urmă legate de impedanța de transfer, acea proprietate a cablului de a converti curenții de mod comun în mod diferențial și invers. Acest efect sporește cu lungimea cablului! Cu cât cablul este mai scurt, cu atât efectul este mai redus. Din acest motiv, riscurile de interferență din exemplele noastre din figurile 8 și 9 ar scădea dramatic dacă am putea construi convertorul de frecvență chiar pe motor! Nu ar mai fi nevoie să discutăm de lungimea cablului, nu ar mai fi generați curenți de mod comun. Desigur, câmpurile externe rămân o amenințare pentru cablurile noastre sensibile.



Cabluri ecranate

Transformarea curenților de mod diferențial în curenți de mod comun și invers poate fi redusă considerabil prin ecranarea cablurilor. Cu alte cuvinte, aceasta reduce impedanța de transfer. Este important să conectăm ecranarea la ambele capete cu echipamentul la care se conectează cablurile. Cea mai bună metodă de a face asta este prin utilizarea unei presetupe EMC (abordată mai tarziu) sau a unui conector metalic tip carcasă de exemplu, prin crearea unui contact de peste 360° între fișă și pereții cofretei. Măsurile descrise mai jos sunt, fără îndoială, potrivite când trebuie străbătute distanțe considerabile.

Reducerea zonelor de undă ale curenților de mod comun Pasul următor ar fi reducerea zonelor (tuturor) undelor de curenți de mod comun detectate. Aceasta nu elimină complet curenții de mod comun din circuite, dar cel puțin câmpurile din afara acestora vor fi reduse. Mai mult, circuitul devine mai puțin sensibil la câmpuri externe. Reducerea poate fi obținută prin rutarea categoriei marcate “negru” sau “N” de-a lungul celor verzi și roșii. Figura 10.



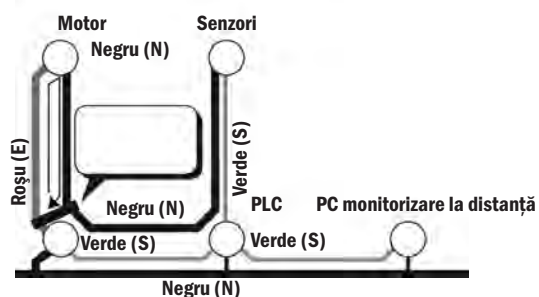
În situația noastră specifică conductorul negru dintre motor și senzori este structura mașinii!

Este dificil să o îndoii de-a lungul cablurilor, astfel încât o soluție în care cablurile sunt rutate de-a lungul structurii este mai bună în acest caz!

Dar, cât timp cofreta ce conține PLC și convertorul de frecvență nu poate fi construită chiar pe structura mașinii, acest lucru va continua să fie dificil. Astfel încât va trebui să căutăm soluții alternative.

Împământarea EMC: barierele de curent

În acest sens vom face mai întâi următorul lucru: încercați să deviați curenții de mod comun periculoși la distanță de cablurile sensibile, adică să le oferiți un traseu alternativ. Acest traseu alternativ se numește “barieră de curent” sau conductor de referință. Figura 11.

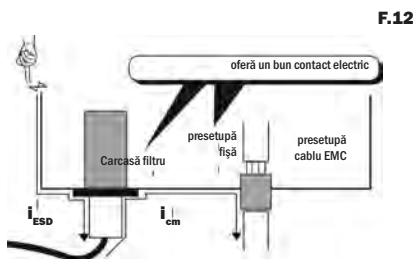


Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

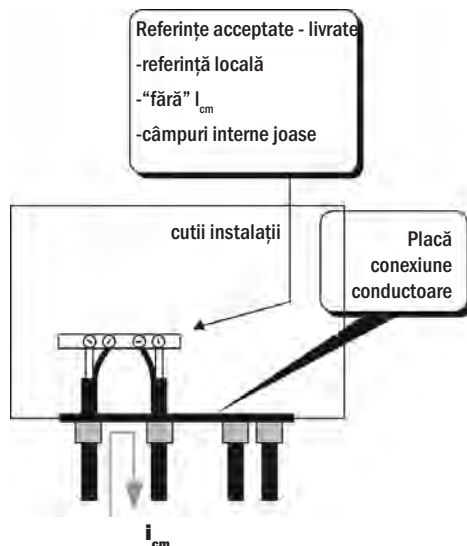
În situația din figura 10, ar fi necesară o conexiune (de înaltă frecvență) între capătul inferior al cablului roșu și conductorul negru adiacent. Desigur, efectul este direct proporțional cu distanța dintre conductorul de referință și capătul cablului.

Schema constructivă a conductorilor de referință

Limita curentului este definită ca fiind o cale pentru cea mai înaltă frecvență a curenților de mod comun. Dacă respectivul cablu roșu este ecranat (foarte recomandat, vezi mai jos), ecranul cablului poate fi conectat la conductorul negru. Dacă aceasta este structura mașinii, poate fi utilizat un suport pentru conectarea liței la structură. Dacă există un alt cablu ecranat, cele două ecrane pot fi conectate împreună. În orice caz, dispozitivul de conectare trebuie să aibă dimensiuni minime. Indiferent de soluția constructivă, punctul evident de localizare este la interfața cu echipamentul nostru (cercurile din figura 11). În acest scop, este practică utilizarea "barierelor naturale". O barieră naturală, evidentă în Figura 7, este cofreta ce conține PLC și un convertor de frecvență. Presupunând că este o cofretă din metal, conexiunile dintre diferitele cabluri pot fi făcute la punctele de intrare ale acestora. În acest scop sunt disponibile în comerț garnituri EMC speciale. Figura 12.


F.12

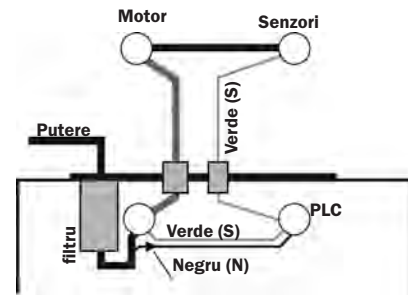
Aceștia conectează electric ecranul cablului la cofreta din metal. Pentru cablurile ne-ecranate, opțiunea disponibilă o constituie filtrele. Filtrele sunt izolatoare pentru frecvențele rețelelor electrice (50 – 400 Hz) ce formează un scurtcircuit cu cofretul, de minim 100 kHz. De fapt, ceea ce se întâmplă la conductorul de referință (= peretele cofretului) este redirectionarea circuitului inițial foarte mare a curentului de mod comun într-un curent foarte mic în interiorul cofreței și restul, de valoare ridicată, în exterior. Figura 13.


F.13

Porțiunea mică din cablul roșu ce rămâne în interior va produce numai un curent de mod comun redus. În multe cazuri, în interiorul cofreței pot fi acceptate mici fire de legătură (Figura 6). Pentru a permite un contact electric excelent între garniturile EMC, filtre și alte tehnologii de conductori de referință, placa de intrare a cablurilor în cofretă este adeseori finisată cu un strat conductor rezistent în timp. Dacă nu este cazul, pozițiile garniturilor EMC trebuie pilită sau polizată minuțios și complet înainte de montare. Ulterior poate fi aplicat un strat de vopsea de protecție.

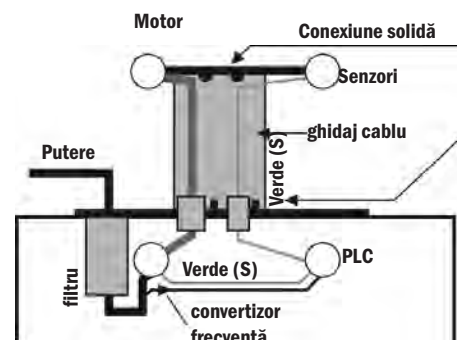
Utilizați ghiduri de cablu metalice

Să presupunem că aceste prevederi au fost aplicate cofreței noastre din Figura 7. Diagrama va arăta precum cea de mai jos. Figura 14.


F.14

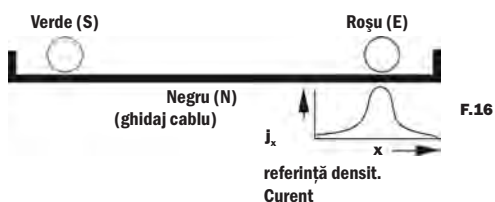
Se pot ridica obiecții privind montarea filtrului pe peretele cofreței. Din punct de vedere al EMC, aceasta este, totuși, soluția optimă. Dacă îl montați în interior, plasați-l cât mai aproape de punctul de intrare al cablului electric (aici nu există garnitură EMC) și păstrați firul între punctul de intrare și filtru, foarte aproape de peretele cofreței. Filtrul trebuie să aibă un contact electric foarte bun cu cofreta. Se recomandă verificarea tuturor conductorilor de referință cu ajutorul unui miliohmetru. Măsurătoarea se efectuează între cofreta metalică și fiecare liță a cablului sau între cofretă și filtru.

După ce am făcut toate acestea, suntem puși în fața unei noi probleme: între cofreta de instrumente și mașină se află două cabluri: cablul motorului (roșu) și cablul senzorului (luate împreună, verde). Nu există conductor negru de protecție! Soluția este: ghidul de cablu. Pentru a fi eficient trebuie să fie metalic (conductor). Acest ghid de cablu este conectat (direct sau prin intermediul unor fire de liță foarte scurte) la cofreta de instrumente și la structura mașinii. Cablul roșu și cel albastru sunt apoi plasate pe metalul ghidului, la o anumită distanță între ele. Figura 15.


F.15

Cofrete și Dulapuri Industriale EMC

Ghidul de cablu oferă o cale alternativă pentru curentul de mod comun. Separă cele două cabluri în virtutea efectului de proximitate: un curent va trece întotdeauna prin conductorul cel mai apropiat ca și conductor de retur (dacă acesta este conectat electric). Pentru frecvențe înalte, curentul de retur (curentul de mod comun) se va concentra sub conductorul ce generează curentul. Figura 16.



Distanța dintre cablul roșu și cel verde (-seturi) trebuie să fie de 5 până la 10 ori diametrul cablului mai mare.

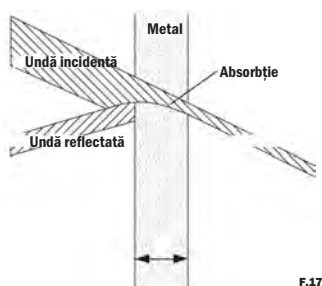
Observație: Cablurile trebuie rutate întotdeauna pe suprafețe metalice mari. Totuși, o construcție separată nu este întotdeauna necesară. Poate fi folosit orice metal lat! Structura mașinii deja menționată este în regulă, dar peretele cofreței din metal este la rândul său, excelent pentru acest scop.

4. Opțiunea finală: echipamentele de ecranare față de câmpurile electromagnetice

Ecranarea este o metodă de ținere a câmpurilor electromagnetice în exteriorul unei cofrete. În acest scop, cofreța ar trebui, teoretic, să fie construită complet din metal și să fie ermetică la gaz. Atunci, peretele cofreței poate să fie considerat, mai mult sau mai puțin, prelungit la infinit. Un model frecvent întâlnit de perete de ecranare infinit este modelul liniei de transmisie din figura 17. Când o undă electromagnetică întâlnește un perete din metal, o parte din energie este reflectată, iar o parte este transmisă metalului. În cealaltă parte a peretelui, printr-un proces similar, o parte a energiei undei este reflectată și o parte transmisă. Această undă finală ce apare din interiorul peretelui față de unda incidentă inițială din exterior este denumită eficiență de ecranare (SE).

SE= 20 înregistrări a undei de incidență transmisă (db)

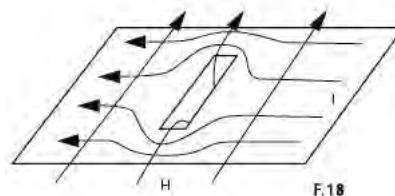
În general se măsoară în dB. Absorbția ce reduce intensitatea undei în drumul său prin perete este denumită efect superficial. Parametrii importanți în acest mecanism sunt grosimea peretelui și proprietățile materialului, precum conductivitatea metalului și proprietățile de permeabilitate magnetică.



Tratamentul aperturilor în ecranare

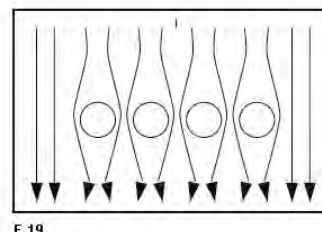
Efectul unui orificiu asupra unei cofrete ecranate

Cofrețele practice, totuși, nu sunt niciodată „ermetice la gaz”. Acestea dispun de aperturi, fante și margini prin care „se scurge” energia electromagnetică. Aceste aperturi determină întregul comportament de ecranare al cofreței. Efectul poate fi imaginat cu ajutorul figurii 18.



Efectul câmpului este apariția unui curent în ecranare. Acest curent generează un câmp opus câmpului incident. Astfel, materialele nemagnetice pot fi utilizate ca ecranare. Când este întâlnită o apertură, curentul trebuie să se scurgă în jurul acesteia. Astfel, câmpul exterior este reflectat în apertură!

O modalitate de reducere a acestui efect este înlocuirea unei aperturi mari printr-un număr de aperturi mai mici. Această tehnică poate fi aplicată aperturilor pentru a permite intrarea luminii și aerului într-o cofretă. Figura 19.



Efectele fantelor și marginilor pliate

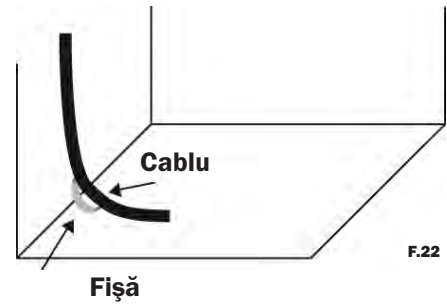
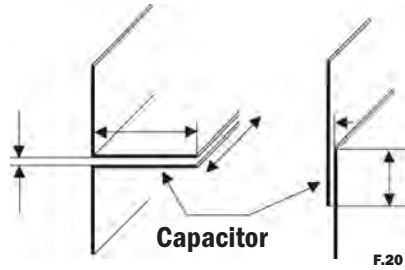
Cofrețele EMC construite din tablă de metal sunt de obicei sudate în puncte. Astfel sunt formate mici fante care au potențial de scurgere a energiei electromagnetice. Aceste scurgeri sunt mici dacă fantele au dimensiunea sub jumătate din lungimea de undă a celei mai înalte frecvențe ce trebuie ecranate.

În cazul câmpurilor emise de telefoane GSM (900 MHz), fantele trebuie să fie considerabil mai mici de 16 cm (lungimea de undă aproximativă). cofrețele care nu au fost proiectate inițial pentru EMC pot fi îmbunătățite prin conectarea diferitelor panouri metalice cu benzi cu fire de liță (scurte)! Numărul de benzi poate fi stabilit cu aceeași regulă ca și în cazul lățimii marginii pliate (între benzi) mai sus.

Suprapunerea marginilor pliate poate ajuta și la reducerea frecvențelor înaltă (de ex. cu lungimi de undă mai scurte decât lățimea marginii pliate).

Această măsură funcționează datorită efectului de condensator astfel creat.

Figura 20.



Aproape la fel de periculos precum un cablu nefiltrat cu un ecran EMC este un cablu care traversează o fantă din peretele cofreței.

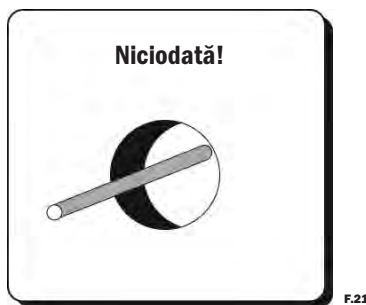
Dacă acest lucru este necesar, o bună practică este conectarea ambelor părți ale fantei cu un fir de liță scurt.

Când este necesară o cofretă EMC?

Majoritatea instalațiilor pot fi făcute conform cu directiva privind EMC prin măsurile prezentate în secțiunea 3.

Cât timp distanțele dintre cabluri și structurile protectoare ale mașinilor sau ghidurile cablurilor sunt mult mai mici decât jumătate din lungimea de undă a celei mai înalte frecvențe, numărul problemelor este minim. Nivelurile câmpului dintr-un mediu industrial sunt de ordinul a 10 V/m (câmpul E), în timp ce valorile casnice rar depășesc 3 V/m. Rețineți, totuși, că pericolele externe precum telefoanele GSM se găsesc pretutindeni, iar frecvența lor ajunge până la 1800 MHz (jumătate din lungimea de undă este 8 cm)!

Cea mai bună abordare este ecranarea la cea mai mică scară posibilă. La nivelul plăcii cu circuite imprimate (PCB) sau la nivelul profilului PCB. Cu cât este mai mare cofreta (față de lungimea de undă a câmpului) cu atât mai dificilă va fi ecranarea.



Trebuie să existe o conexiune electrică directă cu peretele cofreței. Dacă aceasta se face printr-un cablu, trebuie utilizată o garnitură EMC (vezi Figura 12).

Dacă permiteți trecerea cablului izolat prin orificiu și conectați lița cablului printr-un cablu (lung), circuitul format de acesta va atrage energia electromagnetică (un curent de mod comun) care va fi condusă prin liță în interiorul cofreței.

Acolo va radia din nou, formând o scurgere! Un cablu neecranat ce traversează peretele unei cofrețe în scopul ecranării, trebuie filtrat, dacă este posibil, direct pe perete. Figura 22.