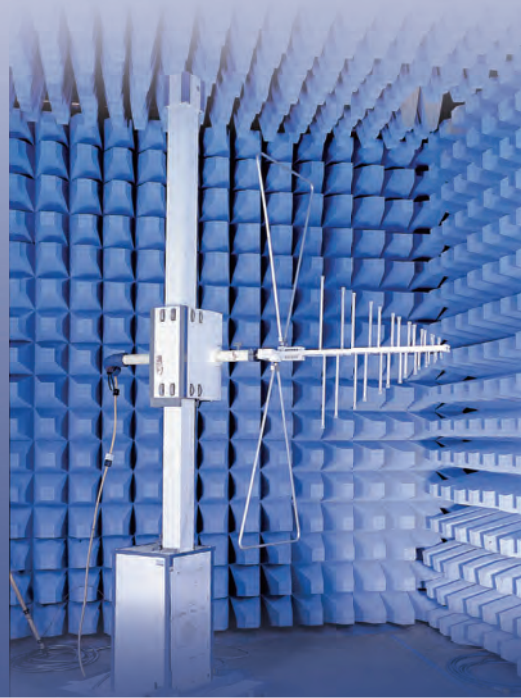


ARMOIRES EMC



MASE 266



IP 55, NEMA 12, IK 10

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

268



MCSE

IP 54, NEMA 12, IK 10

H: 2000
L: 800
P: 600-800



Accessoires

Panneaux latéraux	270
Portes	270
Panneaux de séparation	271
Joints	271
Plaque de fond et de toit	272
Kit d'accouplement	272
Mise à la terre	273
Entrée de câbles	273
Ventilateur	274

Accessoires Générales 286



Armoires EMC



- ◆ Sur base des armoires MultiFlex et MultiMount.
- ◆ Chassis complètement galvanisé et peint uniquement à l'extérieur.
- ◆ Joint spécial conducteur sur les panneaux et la porte.
- ◆ Pour assurer un bon effet FARADAY, pas de perçage dans la plaque de fond pour les armoires au sol et pas de flasque pour les armoires murales.
- ◆ Lors d'adaptation des accessoires il est indispensable de garder des surfaces conductrices pour garantir une continuité électrique avec l'armoire.
- ◆ Excellente atténuation des niveaux

Armoires murales, simple porte



IP 55, NEMA 12 IK 10



Données techniques

Matériel: Corps : acier zingué 1,2 mm/1,4 mm (à partir de MAS 0606021R5). Porte : Acier 1,2 mm/1,5 mm (à partir de MAS 0605021R5)/2 mm (à partir de MAS 1008030R5). Platine de montage : acier galvanisé de 2 mm

Corps: Plié et soudé. Quatre perforations de 8,5 mm de diamètre pour fixation murale sur bossages de 20,4 mm de diamètre x 2 mm afin de permettre la circulation d' air à l' arrière de l' armoire.

Porte: Appliquée, ouverture à 130°. Les charnières invisibles peuvent être démontées à l' aide d' un axe captif. Les charnières peuvent être montées pour permettre une ouverture à droite ou à gauche. À partir de MAS0505021R5, la porte est équipée de 2 profilés de renfort démontables. L' étanchéité est assurée par un joint en polyuréthane extrudé.

Fermeture: Serrure personnalisée avec double prise pour une ouverture facile de la porte. Insert DIN de 3 mm avec axe de rotation à 90°. Les armoires de 1000 mm de hauteur et plus sont équipées d' une serrure à crémone à 3 points d' ancrage. D' autres inserts sont disponibles à titre d' accessoires.

Platine de montage: La platine de montage est tracée verticalement avec des intervalles de 10 mm, permettant un alignement horizontal aisé du matériel. Des perforations hautes et basses facilitent la fixation des câbles. Fixée sur des goujons soudés M8 installés à l' arrière de l' armoire. Tous les côtés à partir de 800 mm de haut elles sont renforcés par des bords repliés. L' accessoire AMG permet de régler la platine de montage en profondeur.

Plaque passe-câbles: Pas d' ouverture à câbles pour une protection EMI maximum

Mise à la terre: La porte est mise à la terre par goujons M8
Finition: Gris RAL 7035, revêtement extérieur en poudre structurée.

Protection: Répond aux normes IP 55 et Nema 4, 12

Livraison: Corps et porte en acier zingué peint extérieurement. Porte équipée d' un joint conducteur EMI. A partir de la dimension MAS0604015R5 et au delà il est prévu 2 profilés de porte. Avec facilités de mise à la terre.



Dim. de l' armoire			Dimension de la platine				Format	Type	Ouvertures	N° de serrures	Poids (kg)	Num. Produit
H	L	P	h	l	p							
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	

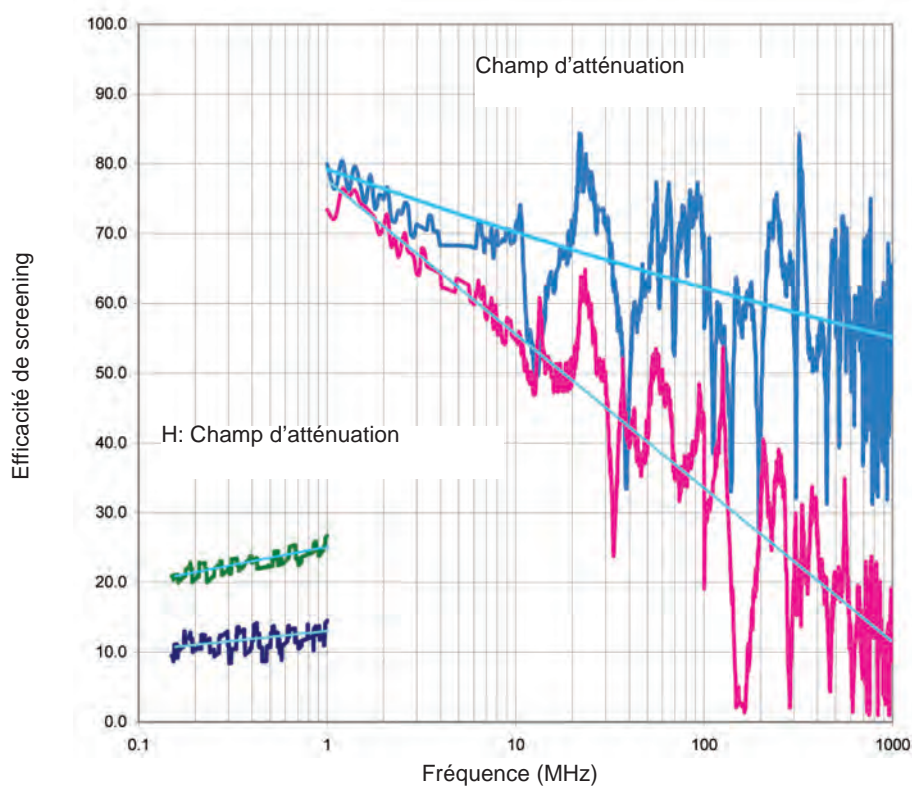
Série MAS

Toutes les mesures standard MAS sont disponibles sur demande en version EMC

MASE: de 200X200X155 à 1200X800X400

ex: MASE0606021R5, armoire simple porte 600X600X210 VERSION EMC

Pour plus de détails veuillez consulter notre catalogue en page 13

Efficacité de protectionEfficacité de screening pour armoire au sol Eldon MAS, MASE
EMC atténuation testée suivant VG 95 373 part 15

Efficacité de screening

- Champ magnétique
- Champ électrique
- Champ magnétique
- Champ électrique
- Courbe de tendance

MCSE

Cellule accouplable, simple porte



IP 54, NEMA 12, IK 10

Données techniques

Matériel: Ossature : acier zingué peint de 1,5/1,75mm. Porte : acier zingué 2mm. Panneaux arrières, toit et panneaux latéraux : acier peint de 1,35 mm
Platine de montage : acier galvanisé de 2,7mm
Plaques de fond : acier galvanisé de 1 mm.
 Chassis mécano-soudé avec profilés intégrés perforés au pas de 25 mm Répondant à la norme DIN 43660

Ossature: Profilés ouverts inversés mécano-soudés, avec perforations au pas de 25 mm, selon la norme DIN 43660. Perforations externes incluses.

Porte: Appliquée avec charnières permettant une ouverture à gauche ou à droite. Cadre de porte inclus avec perforations au pas de 25 mm. Isolation atteinte par un joint conducteur EMC en polyuréthane

Panneaux latéraux: Disponibles en tant qu'accessoires.

Plaque de toit: Amovible

Fermeture: Verrouillage à crémone à 4 points d' ancrage. N' interfère pas avec l' espace interne de l' armoire. Serrure DIN standard avec broche de 3 mm. Elle peut être remplacée par des inserts standard, un demi euro-cylindre, une poignée pivotante ou un système de verrouillage digital.

Platine de montage: A double pli et système de positionnement. Réglable en profondeur au pas de 25 mm. L' armoire est livrée avec la platine de montage attachée à l' extérieur de l' armoire.

Plaque de fond: Constitué en 3 pièces. A partir de 800mm en 4 pièces

Mise à la terre: Tous les panneaux sont dotés de fixations permettant une mise à la terre et sont pourvus d' un goujon de mise à la terre séparé.

Finition: Peinture en poudre structurée, RAL 7035.

Protection: Répond aux normes IP 54 et NEMA 12 avec IK10.

Livraison: L' ossature est équipée de la porte, du panneau arrière, du toit, des plaques de fond, de la platine de montage et du cadre de porte. La livraison comprend également les boulons de mise à la terre et joint assurant conductibilité EMI L' armoire est livrée sur une palette d' une largeur identique à celle de l' armoire, ce qui permet l' accouplement des armoires avant le retrait de la palette. Tout le matériel d' emballage est recyclable. Pour les armoires de 400 mm de large, la platine de montage, les plaques de fond et le cadre de porte sont disponibles en accessoires. Aussi disponible en acier inoxydable (CSSE)

Note: Dans les armoire de 400 mm de largeur, les plaques de fond, la platine de montage et le cadre de porte ne sont pas inclus
 *Disponible en version inox (CSSE)

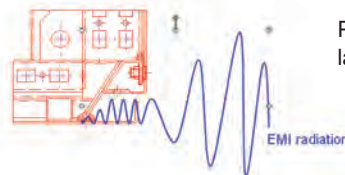
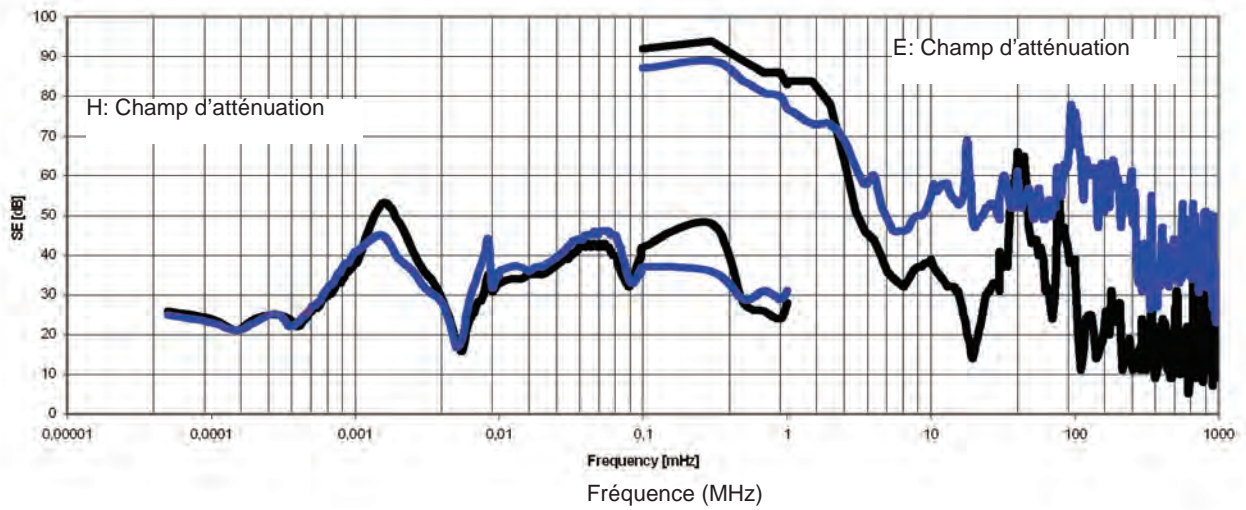


Dim. de l' armoire			Dimension de la platine			Poids	Num. Produit
H	L	P	h	l	p		
2000	800	600	1894	694	559	132	MCSE20086R5
		800	1894	694	759	139	MCSE20088R5

* Toutes les armoires disponibles sur demande y compris d' autres dimensions. Pour panneaux latéraux voir SPME.

Efficacité de protection

Efficacité de screening pour armoire au sol Eldon MCS, MCSE
EMC attenuation testée suivant VG 95 373 part 15



Protection labyrinthe protection de la ligne d'armoire MultiFlex

Efficacité de screening

- MultiFlex standard , armoire au sol, MCS
- MultiFlex adapté EMI, armoire au sol, MCSE

Armoires EMC

SPME, Panneaux latéraux



Description: Pour fermer les côtés des armoires MCSE/ MCDE. Equipés avec un joint conducteur garantissant protection EMC et IP

Matériel: Acier zingué de 1,35 mm.

Finition: Peinture extérieure en poudre structurée, RAL 7035.

Protection: IP 56/NEMA 12

Unité de livraison: 2 panneaux avec le matériel de montage.

H	P	Num. Produit
2000	600	SPME2006R5
	800	SPME2008R5

* Autres dimensions sur demande

DGCE, Porte vitrée



Description: Porte standard pourvue d'une vitre transparente offrant une vue de l'intérieur de l'armoire. Équipée du système de fermeture DIN 3 mm et du cadre de porte. Toutes les options du programme de fermeture sont possibles. Protection assurée par joint polyuréthane EMC. Pour assurer une protection EMI effective une continuité est placée derrière la vitre (Efficacité 61%) Employer le jeu de charnières DMK01 au cas où aucune porte n'était déjà équipée auparavant.

Matériel: Cadre : acier de 2 mm. Zone de visualisation : vitre de sécurité transparente de 3 mm.

Finition: Peinture en poudre structurée, RAL 7035.

Protection: IP54/NEMA12, IK10

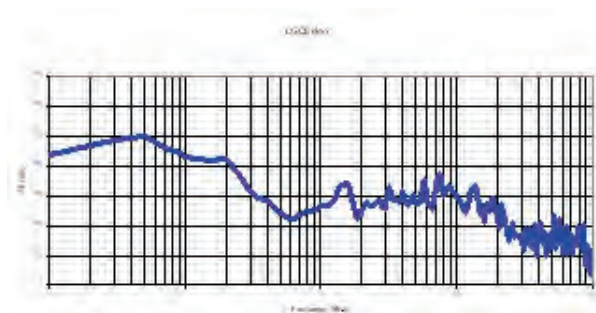
Instructions de montage: Employer kit DMK01 si il n'y avait pas de porte.

Unité de livraison: 1 pièce

H	L	h	l	Num. Produit
2000	800	1776	615	DGCE2008R5

Efficacité de screening

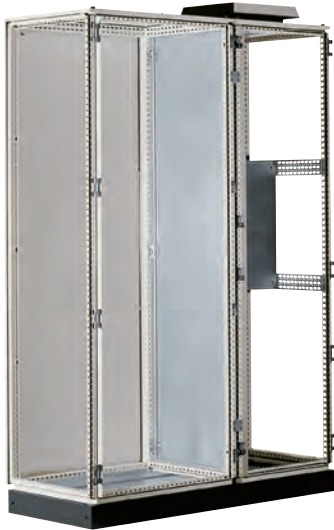
EMC atténuation testée suivant VG 95 373 part 15



— MultiFlex adapté EMI, armoire au sol, MCSE



SPD EMC, Panneaux de séparation



Description: Permet de séparer 2 armoires accolées. À fixer avec le kit CCJ. Pour garder l' IP 43/NEMA 1, un joint en néoprène SPDG 01 peut être fixé au panneau. Pour protection EMI utiliser joint SPDEG.

Matériel: Acier zingué de 1,5 mm.

Instructions de montage: Ajouter jeu de CCJ pour fixation.

Unité de livraison: 1 pièce

SPDEG, Joint pour protection EMC



Description: Pour obtenir une protection EMC sur un panneau adapté en association avec le panneau de séparation SPD.

Matériel: Joint mousse avec section conductrice.(UL94HB)

Protection: IP 43/NEMA 1.

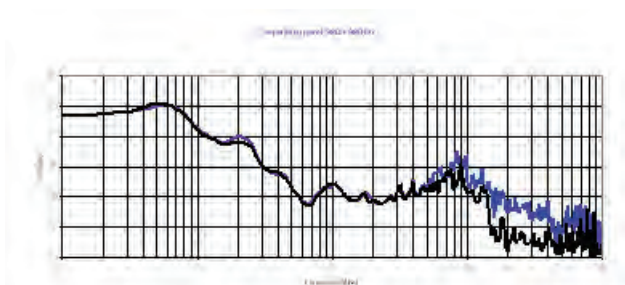
Unité de livraison: 6 m

Num. Produit

SPDEG01

D	Num. Produit
600	SPD2006
800	SPD2008

Efficacité de screening
EMC atténuation testée suivant VG 95 373 part 15



— Efficacité de screening pour panneau de séparation SPD pour armoire au sol Eldon

Armoires EMC

CVB EMC, Plaques de fond ventilées



Description: Trois plaques de fond qui peuvent-être utilisées en association avec un socle ventilé PV. 33% de ventilation.

Matériel: Acier zingué perforé de 1,5 mm.

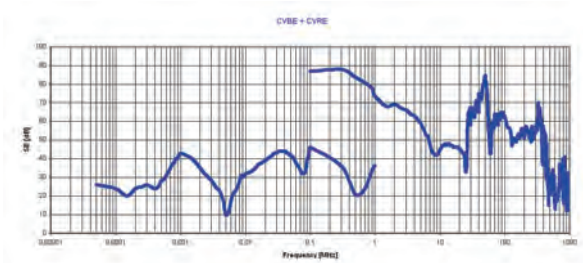
Unité de livraison: 3 pièces avec le matériel de montage.

Instructions de montage: Utilisé en combinaison avec socles ventilés PV

Pour armoire

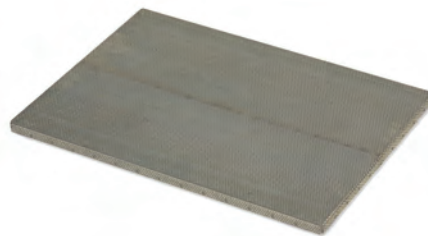
P	Num. Produit
600	CVB0806
800	CVB0808

Efficacité de screening Efficacité de screening EMC
atténuation testée suivant VG 95 373 part 15



■ Efficacité de blindage pour les plaques supérieure et inférieure de la gamme MultiFlex

CVRE, Toit de ventilation



Description: Rehausse de toit ventilée avec protection EMI. Monté directement sur le corps de l' armoire. Peut être utilisé en combinaison avec le toit CVR, CFR (plaque pour ventilateurs) et entretoises CVK15 (33% de ventilation)

Matériel: Acier de 1,5 mm.

Finition: Peinture en poudre structurée, RAL 7035.

Unité de livraison: 1 pièce avec les équerres de montage

L	P	Num. Produit
800	600	CVRE0806
	800	CVRE0808

CCJ, Équerres d' accouplement internes



Description: Montées sur l' ossature de l' armoire. Peuvent être installées à la fois sur les profilés verticaux et horizontaux.

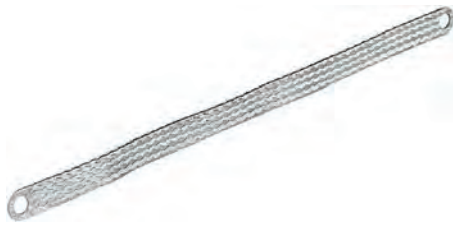
Matériel: Acier zingué 3mm.

Unité de livraison: 12 équerres avec matériel de montage.

Instructions de montage: Protection IP43, Nema 1 peut être obtenue en utilisant joint SPDG; pour accouplement interne utiliser kit CCM

Num. Produit

CCJ12

**ECFE, Tresse de masse**

Description: Pour assurer la mise à la terre et l'équipotentialité entre les panneaux, les éléments et le cadre de l'armoire. Longueur: 300mm.

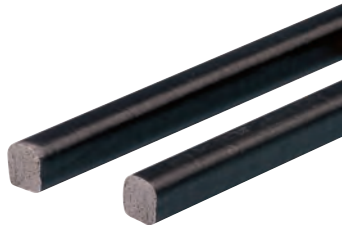
Matériel: Câbles en cuivre électrolytique 0,15mm de section

Température de travail: Jusqu' à 105°

Unité de livraison: 10 pièces

Instructions de montage: Ajouter kit de connection ECF pour fixation tresse au coprs peint.

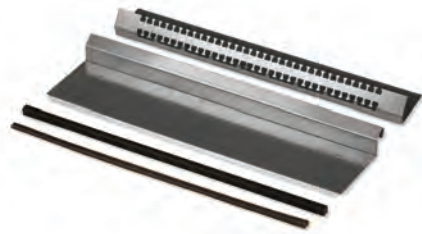
Section transversale	Diamètre	Current (A)	Num. Produit
16mm ²	8.5	120A	ECFE1630
25mm ²	10.5	150A	ECFE2530

BGE, Joint d' entrée de câble et de plaque de fond EMC

Description: Le fond de l' armoire est rendu étanche par un joint collé sur le poutour de l' ouverture. Pour les câbles, un joint mousse adhésif additionnel est placé entre les plaques de fond. L' élasticité et la taille du joint mousse assurent une étanchéité autour de la plupart des câbles. Un matériel conducteur additionnel fournit un bon contact, permettant de protéger la transmission des rayons électro-magnétiques.

Unité de livraison: Joint adhésif EMC 1,6 m pour l' entrée des câbles et joint adhésif de 6 m pour les plaques de fond.

Num. Produit
BGE01

CBPE, plaque de fond EMC

Description: Remplace 2 pièces des 3 ou 4 plaques de fond standard. En raison de la tête de marteau, les câbles EMI peuvent être mis directement à la terre via la plaque de fond, gardant l' effet ' cage de Faraday' complet.

Matériel: Acier de 1,5 mm.

Unité de livraison: 2 pièces avec joint EMI et matériel de montage, 4 pièces pour 1200mm de large et au delà.

Pour armoire		Num. Produit
L	P	
600	600	CBPE0606
	800	CBPE0608
800	600	CBPE0806
	800	CBPE0808

CABP, Barre de fixation de câbles

Description: Installés en suspension sous les plaques de fond, permettant dès lors une utilisation maximale du volume de l' armoire. Support pour les colliers standard CAC assurant le maintien des câbles entrants. Totalement réglables en profondeur. Quand câbles protégés EMC sont connectés au support, l' effet Faraday sera maintenu intact pour protection maximale.

Matériel: Acier zingué de 2mm.

Unité de livraison: 2 barres avec le matériel de montage. Pour des armoires de 1200 mm de large: 4 barres avec matériel de montage

Instructions de montage: Ajouter clames CAC en fonction du diam du câble.

L	Num. Produit
400	CABP400
500	CABP500
600	CABP600
800	CABP800
1000	CABP1000
1200	CABP1200

Armoires EMC

EMC, Ventilateurs protégés



Filtres et ventilateurs CEM

L' utilisation de ventilateurs dans une armoire nécessite une entrée d' air souvent réalisée par des ventelles. Ceci affecte immédiatement la performance de blindage et crée des fuites terme de la CEM. Des ventilateurs et filtres CEM sont recommandés. Eldon offre des solutions à clipser, ne nécessitant aucune vis. Pour éviter tout phénomène de corrosion, les filtres et ventilateurs sont montés sur un cadre en acier inoxydable équipé de joint à contacts en cuivre béryllium. Ceci nous garantit une grande résistance à la corrosion et un blindage efficace. La qualité des matériaux utilisés garantit l' efficacité du blindage

Informations techniques

- Débits de 56 m3à 625 m3/h Fixation sans vis
- Seule une découpe carrée est nécessaire
- Système extra-plat, faible dépassement, 6 mm, de la surface de la porte ou du panneau
- Remplacement rapide du filtre sans démontage complet de l' unité.
- Plastiques utilisés conformes aux normes ISO 14000(Système environnemental)
- L' habillage est auto extinguable

Atténuations effectives pour filtres et ventilateurs EFE/EFAE
Mesures suivant EN50 147 - 1(1996)

Ventilateur à filtre EMC	EFE200R5	EFE220R5	EFE250R5	EFE300R5	EFE500R5	EFE600R5	EFE700R5
Volume de débit d'air (débit libre) (m3/h)	61	110	156	256	480	640	845
Capacité de refroidissement (débit libre) (W/K)	20	37	52	86	160	213	282
Débit d'air de combinaison (ventilateur à filtre + extraction) (m3/h)	44	82	116	231	370	445	560
Capacité de combinaison (ventilateur à filtre + extraction) (W/K)	15	27	39	77	123	148	187
Type de mat. filtrant	IP 54-Filtre G3			IP 54-Filtre G4			
Pression statique max. (Pa)	60	66	52	116	76	134	192
IP	IP 54, IP 55 sur demande*						
Tension A.C. assignée	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*,400V 2~	230V,115V*	230V,115V*,3x400V*	230V,115V*,3x400V*
Tensions disponibles en DC*	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V	12 V, 24 V, 48 V			
H x L (mm)	145 x 145	202 x 202	252 x 252	252 x 252	320 x 320	320 x 320	320 x 320
Dimensions de coupe-circuit (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	224 x 224	292 x 292	292 x 292	292 x 292
Températures de fonctionnement (°C)	De -15 °C à +55 °C						
Matériau	Matière thermoplastique auto extinguable UL						
Protection CEM	Acier inoxydable						
Homologations	Homologation UL						

Ventilateurs IP55 disponibles sur demande, référence EFEPxxxR5*
* sur demande

Filtre d'extraction EMC	EFAE200R5	EFAE220R5	EFAE250-300R5	EFAE500-700R5
H x L x P (mm)	145 x 145 x 26	202 x 202 x 34	252 x 252 x 38	320 x 320 x 39
Dimensions de coupe-circuit (mm)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	292 x 292
IP	IP 54, IP 55 sur demande*			
Matériau	Matière thermoplastique auto extinguable UL			
Protection CEM	Acier inoxydable			

Filtres de sortie IP55 disponibles sur demande, référence EFAEPxxxR5*

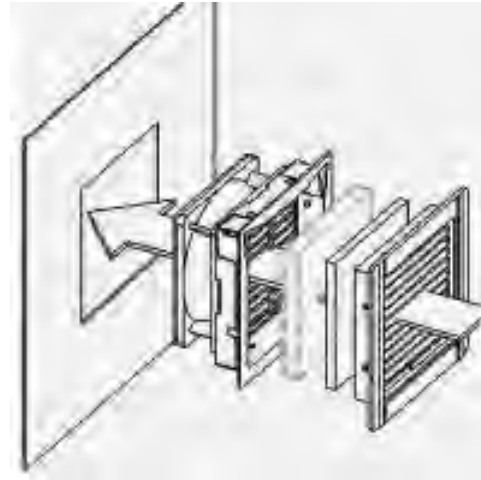
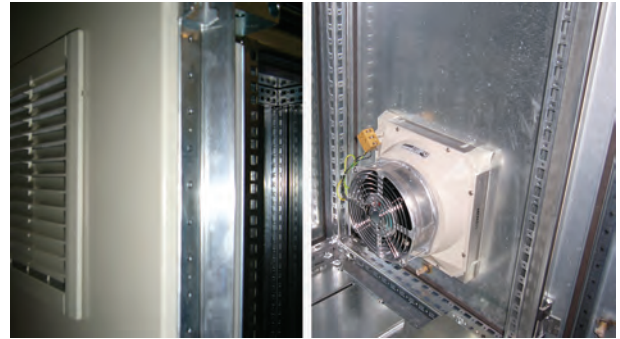


Filtere de ventilateurs protégés IP 54 Thermal Management

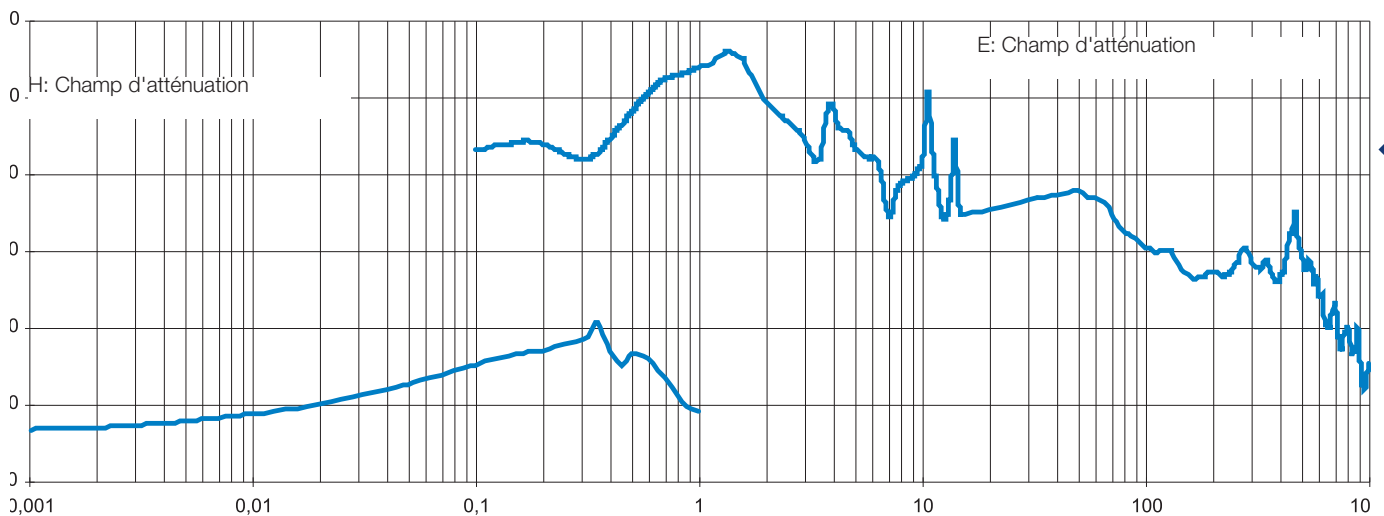
Nos filtres de ventilateur protégé EMC affecte la protection EMC de l'armoire comme suit :
amortissement à 30MHz approx. 71 dB
amortissement à 400MHz approx. 57dB

Pas beaucoup de travail pour la découpe
- Pas de bande de cuivre ou matériel similaire à coller
- Pas besoin de retirer des couches pour garantir un contact de surface à surface

1. Contact surface à surface grâce au bord de la découpe du filtre ou du filtre de sortie
2. Contact surface à surface innovatif le long de la découpe permettant un montage simple
3. Contact surface à surface fiable grâce aux ressorts sur la grille
4. Impact environnemental faible grâce à l'utilisation de grille en inox (1.4301)
5. Impact environnemental faible car les plaques de grille et la surface de contact ne sont en une pièce; bande de cuivre beryllium copper inutile pour le contact, et le matériel peut être séparé pour un recyclage simple



Atténuations effectives pour filtres et ventilateurs EFE/EFAE Mesures suivant EN50 147 - 1(1996



Armoires EMC

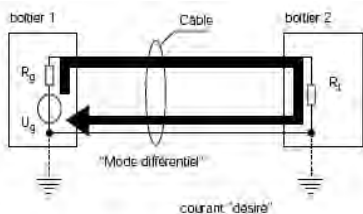
1. Le mécanisme de l'interférence électromagnétique (IEM)

CEM: définition

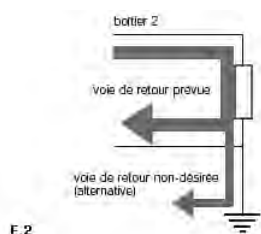
Dans l'article 4 de la "directive du conseil sur le rapprochement des législations des états membres en matière de compatibilité électromagnétique (89/336/EEC)", le Conseil de l'Union Européenne définit la CEM en ces termes: - L'appareil sera construit de telle façon que les perturbations électromagnétiques générées ne dépassent pas un niveau permettant aux équipements de radio et de télécommunications de fonctionner convenablement [impératif d'émissions]- L'appareil présentera un niveau adéquat d'immunité intrinsèque aux perturbations électromagnétiques lui permettant de fonctionner convenablement [impératif d'immunité]. Nous avons là une définition très large. La conformité s'obtient normalement par l'application des normes. Il existe des normes de produit, applicables à un type particulier de produits (p.ex. l'éclairage), et, à défaut, des normes "génériques". Lorsque les produits réussissent tous les tests, l'on parle de "présomption de conformité".

Que pouvez-vous faire?

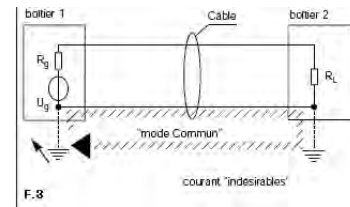
Le problème est qu'il n'existe pas de relation directe entre les tests devant établir la CEM et les mesures que vous pouvez prendre pour vous conformer aux règles en la matière. Il convient donc de posséder une connaissance élémentaire des mécanismes de l'interférence électromagnétique. Courants en mode différentiel et en mode commun. Dès le moment où vous mesurez un courant dans un fil, il y a forcément quelque part un courant de retour vers la source originale. Les courants qui déterminent le comportement fonctionnel d'un système sont appelés courants "en mode différentiel" (en abrégé courants md). Mais il en existe un autre type: 98% des problèmes d'interférence trouvent leur origine dans les courants en mode commun (en abrégé courants mc). Examinez le circuit de la figure 1.



Le schéma décrit une boucle de courant prévue ou désirée, formée par un câble: une ligne de signal et une ligne de retour transférant un courant d'une source Ug vers une charge RL et retour. Il s'agit d'un courant en mode différentiel; autrement dit, si nous utilisons une sonde pour mesurer le courant sur le câble, nous obtiendrions une valeur nulle: tous les courants allant de la source à la charge retournent à la source. Les choses se compliquent quand le courant peut emprunter une voie de retour alternative, par exemple une mise à la terre de sécurité. Figure 2.

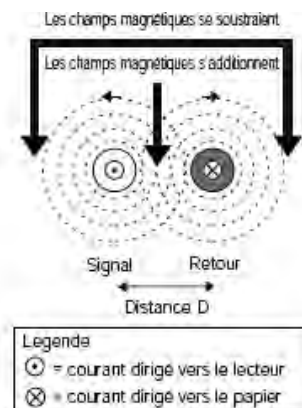


Quand une partie du courant de retour emprunte la voie alternative, notre sonde nous permet de mesurer une quantité nette de courant dans le câble. Figure 3.



Ces courants ne sont pas voulus par le concepteur de l'équipement; mieux, ils ne figurent généralement pas dans son étude. Ce sont précisément ces courants "oubliés" qui suscitent dans les systèmes électroniques des interférences parfois dommageables. Les câbles convertissent le md en mc et inversement.

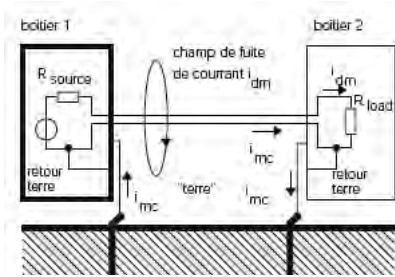
Les câbles, ou plutôt les interconnexions en général, ont la propriété de convertir les courants du mode différentiel en mode commun et vice versa. Cette propriété est appelée "impédance de transfert". C'est là le phénomène de base responsable de l'interférence électromagnétique. Tout le reste en découle. Un exemple: tout courant s'accompagne d'un champ magnétique. Figure 4 illustre un câble à deux conducteurs. Chaque fil transporte le même courant, mais dans deux directions opposées.



F.4

Les lignes de champ magnétique appartenant aux deux conducteurs s'additionnent entre les deux fils et se soustraient en dehors de cette zone. Dans des conditions idéales, ces champs magnétiques combinés pourraient se réduire à zéro s'il était possible de superposer exactement deux fils, parfaitement centrés. Dans ce cas, les champs - opposés mais égaux - s'annuleraient exactement: c'est la situation du câble dit coaxial.

En pratique, cependant, les deux fils étant toujours séparés par une certaine distance, l'on observera toujours un certain champ en dehors du câble. A son tour, ce champ induit un courant dans toute boucle conductrice située à proximité, y compris dans la boucle formée par le câble lui-même et tout conducteur de retour alternatif (boucle en "mode commun" ou boucle de terre). Figure 5.



Le conducteur alternatif en question peut être le châssis de la machine, le dispositif de mise à la terre, la paroi de l'armoire ou un autre câble. Le courant induit dans la boucle (généralement plus grande) est un courant en mode commun (cm). L'impédance de transfert est une propriété d'une interconnexion complète: câble plus connecteurs, tableau de raccordement, etc, entre la source et la charge! Les qualités d'un bon câble peuvent être réduites à néant par une mauvaise finition, notamment la tristement célèbre "queue de cochon" sur les câbles blindés. Figure 6.



2. Sources d'interférences et sensibilité aux menaces

Les interconnexions forment donc notre unique préoccupation en matière de CEM: des circuits imprimés jusqu'au câblage du système! Les menaces qui pèsent sur les systèmes peuvent se répartir en menaces "humaines" et "naturelles". Une interférence est toujours un problème de susceptibilité: le système perturbé est incapable de faire face aux champs ou courants qui le menacent. Devrait-il pouvoir y résister? C'est ce que détermine le niveau de CEM préconisé dans les normes. Si le système est trop sensible (les normes civiles parlent d'une "immunité insuffisante"), il vous faudra adapter en travaillant sur les diverses interconnexions pour améliorer l'impédance de transfert. Dès que l'immunité est acceptable, il s'agit de localiser la source d'interférence et de mener un processus comparable pour réduire les "émissions".

Menaces humaines

Menaces humaines
Interférences à caractère continu
 La plupart des interférences résultent de votre propre système ou de celui du voisin. Les émetteurs publics du réseau GSM constituent une source bien connue de champs à haute fréquence. Les téléphones portables sont une menace: mobiles, ils peuvent s'approcher très près de l'équipement sensible. Les champs issus des émetteurs et des autres équipements à haute fréquence se situent dans la gamme de 1 à 100 volts par mètre (valeur du champ électrique), normalement autour de 10 V/m dans un environnement industriel (mais sans garantie!). La règle de base est que chaque volt par mètre de champ fait naître un courant en mode commun de 10 mA dans un câble non protégé. Un courant mc de 100 mA est considéré comme critique dans les installations de contrôle de processus.

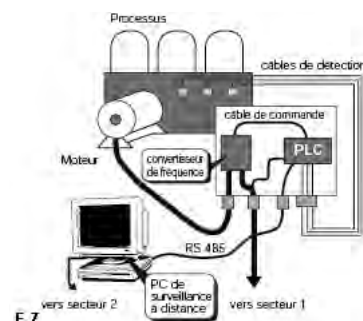
Il y a les émetteurs intentionnels, mais aussi les émetteurs non-intentionnels formés par les interconnexions qui génèrent des courants en mode commun et des champs correspondants. Un courant à haute fréquence dans un câble à impédance de transfert inadéquate en est généralement la cause. Ce courant en mode commun peut circuler directement sur un câble sensible (p.ex. à partir d'un détecteur analogique), soit créer un champ électromagnétique à haute fréquence qui induit un courant en mode commun dans les câbles.

Les sources d'interférences naturelles sont la foudre et la décharge électrostatique (ESD). Les phénomènes sont liés. Dans les deux cas, il se produit une décharge d'électricité statique. La foudre fait intervenir un circuit très important, atteignant plusieurs kilomètres. Dans le cas de l'ESD, c'est généralement une personne qui porte la charge et vient la décharger sur un équipement en le touchant. La foudre est un phénomène hautement énergétique, mais d'une fréquence relativement faible. En conséquence, la plus grande partie des interférences sont transmises par conduction. L'ESD, en revanche, est un phénomène de haute fréquence et de peu d'énergie. Mais les hautes fréquences savent se déplacer dans l'atmosphère (effet capacitif); le courant dommageable qui en résulte est donc difficile à maîtriser. Si un composant sensible se trouve sur son chemin, tant pis pour lui. Les courants en mode commun qui résultent de ces sources naturelles peuvent atteindre des valeurs très élevées, souvent mesurables en ampères. Frappant directement, la foudre atteint normalement 50 kA (50.000 A), et l'ESD de 5 à 40 A.

3. Mesures d'amélioration de la compatibilité

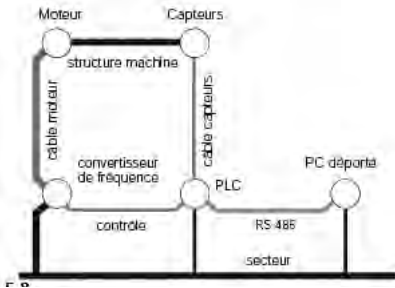
L'emballage de l'équipement peut exercer un impact majeur sur son comportement dans les environnements hostiles du point de vue électromagnétique. Plusieurs approches sont illustrées dans les sections qui suivent. La plupart d'entre elles s'avèrent très économiques pourvu qu'elles soient adoptées dès l'étude. Plus tard dans le cycle de vie de l'équipement, les mesures de protection se font plus difficiles et plus chères.

Reconnaître les boucles en mode commun ou boucles de terre
 Séparez les câbles en catégories
 Tous les problèmes de CEM (ou au moins 98% d'entre eux) sont des problèmes de mode commun. Efforcez-vous d'acquiescer un flair pour détecter les boucles en mode commun ou boucle de terre. Vous pourrez ensuite les traiter suivant l'approche systématique décrite ci-dessous. Un premier exemple est illustré à la figure 5; un autre, légèrement plus complexe, à la figure 7.



Armoires EMC

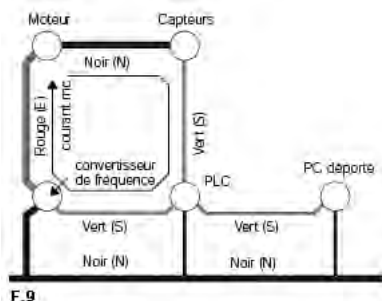
Vous noterez plusieurs types de câbles dans le schéma. Il est souvent utile de tracer un diagramme simplifié de l'équipement, sous la forme de cercles et de conducteurs d'interconnexion. N'oubliez pas d'inclure le courant, la "terre" et la structure de la machine en tant que conducteurs! À la figure 8, l'on distingue plusieurs sortes de câble:



- Les câbles transportant un courant important et/ou de haute fréquence. Dessinez ces câbles en rouge ou marquez-les d'un "E" pour "émission": en raison de leur impédance de transfert, ils risquent de générer d'importants courants en mode commun. Exemple: le câble entre le convertisseur de fréquence et le moteur.
- Les câbles non susceptibles de générer des courants en mode commun. Dessinez-les en noir ou marquez-les d'un "N" pour "neutre". Exemple: câbles de courant, structures de machine ou de bâtiment, canalisations métalliques, etc.
- Les câbles qui transportent de faibles signaux analogiques ou sont sensibles pour une autre raison aux interférences des courants en mode commun qui les traversent. Exemple: câble de détection, ligne RS-485, câble de commande automate/ convertisseur de fréquence. Figure 9.

Naturellement, vous pouvez opérer un classement plus détaillé. Les ouvrages traitant de CEM distinguent généralement de cinq à sept catégories de câble. Dans notre exemple, le câble RS-485 peut être sensible aux courants du câble du moteur, mais il peut à son tour être une source d'interférence dans les signaux analogiques sensibles! Les trois catégories utilisées ici n'ont pour but que d'exposer le principe: notre effort doit porter sur la séparation entre les sources d'émissions et les câbles sensibles.

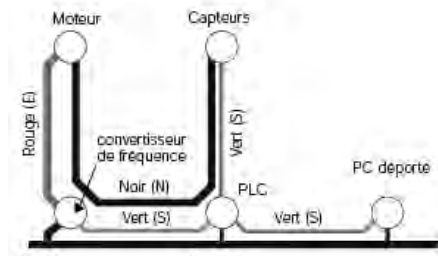
La première chose à faire est de privilégier les câbles courts. Toute interférence est en fin de compte liée à l'impédance de transfert, la propriété du câble qui convertit le mode commun des courants en mode différentiel et vice versa. Cet effet augmente avec la longueur du câble! Plus le câble est court, plus l'effet est réduit. Pour cette raison, dans notre exemple des figures 8 and 9, le risque d'interférence chuterait de façon spectaculaire si nous pouvions monter le convertisseur de fréquence directement sur le moteur. Le câble ainsi réduit à une longueur négligeable, il ne peut plus avoir de courants en mode commun. Naturellement, les champs externes restent une menace pour nos câbles sensibles.



F.9

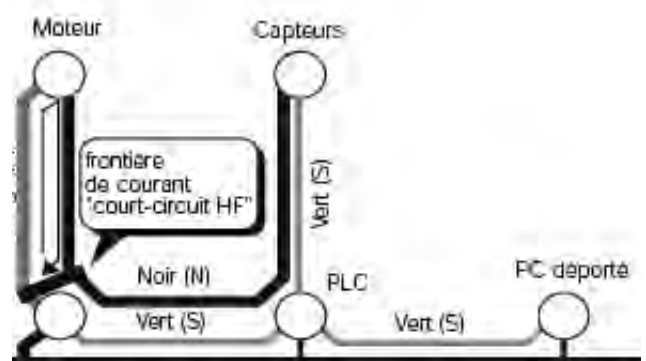
Dans notre situation spécifique, le conducteur noir entre le moteur et les capteurs est en fait la structure de la machine! Difficile de la plier pour lui faire suivre le trajet des câbles: il vaut mieux fixer ces derniers le long de la structure. Mais cela restera malaisé tant que le coffret abritant l'automate programmable et le convertisseur de fréquence ne pourront prendre place sur la structure de la machine elle-même. Il nous faut donc chercher des alternatives.

Il s'agit ensuite de limiter les zones où sont détectés les boucles en mode commun. Cela n'a pas pour effet immédiat de supprimer les courants en mode commun dans les boucles, mais le champ extérieur à la boucle s'en trouve réduit, et la boucle est moins sensible aux champs externes. La réduction en question peut être réalisée en acheminant les câbles marqués "noir" ou "N" le long des vertes et des rouges. Figure 10.



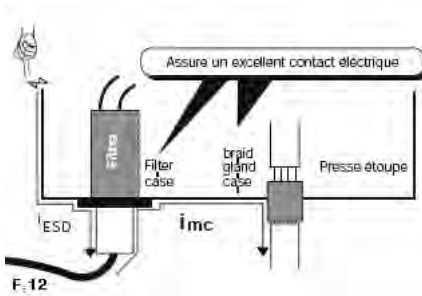
Dans notre situation spécifique, le conducteur noir entre le moteur et les capteurs est en fait la structure de la machine! Difficile de la plier pour lui faire suivre le trajet des câbles: il vaut mieux fixer ces derniers le long de la structure. Mais cela restera malaisé tant que le coffret abritant l'automate programmable et le convertisseur de fréquence ne pourront prendre place sur la structure de la machine elle-même. Il nous faut donc chercher des alternatives.

Pour cela, passons à l'étape suivante. Essayez de dévier les dangereux courants en mode commun le plus loin possible des câbles sensibles; autrement dit, tentez de leur trouver un autre parcours. Cette alternative s'appelle la "frontière du courant" ou le conducteur de référence. Figure 11.

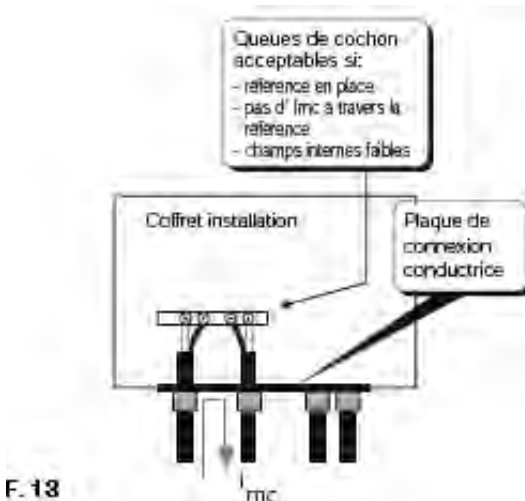


Dans la situation de la figure 10, cela demanderait une connexion (haute fréquence) entre l'extrémité inférieure du câble rouge et le conducteur noir d'à côté. Bien entendu, plus la frontière de courant est proche du bout du câble, plus l'effet est important.

Une frontière de courant se définit comme la voie que peut emprunter au moins la partie haute fréquence des courants en mode commun. Si le câble rouge est du type blindé (vivement recommandé, voir plus bas), son blindage peut être relié au conducteur noir. Si celui-ci est constitué par la structure de la machine, il est possible d'utiliser une patte pour relier électriquement la tresse à la structure. S'il s'agit d'un autre câble blindé, les deux blindages seront interconnectés. En tout cas, le dispositif de connexion restera le plus petit possible. Quelle que soit la solution choisie, le meilleur point d'interconnexion est à l'interface avec notre équipement (les cercles de la figure 11). Il est pratique de toujours recourir aux "frontières naturelles" à cet effet. À la figure 7, une frontière naturelle évidente est le coffret qui abrite l'automate et convertisseur de fréquence. S'il s'agit d'un coffret métallique, les interconnexions entre les différents câbles peuvent être réalisées au point d'entrée. Des raccords CEM spéciaux sont disponibles dans ce but. Figure 12.

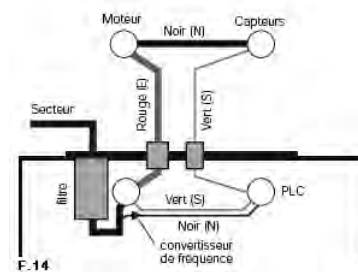


3. Ces raccords relient le blindage du câble au métal du coffret. Pour les câbles non-blindés, l'on optera pour les filtres. Les filtres isolent les fréquences du secteur (50 - 400 Hz) tout en formant un court-circuit avec le coffret, par exemple à partir de 100 kHz. Ce qui se passe en réalité à la frontière du courant (= la paroi du coffret), c'est qu'une boucle en mode commun, initialement importante, est coupée en une très petite boucle interne au coffret et une plus grande à l'extérieur. Figure 13.



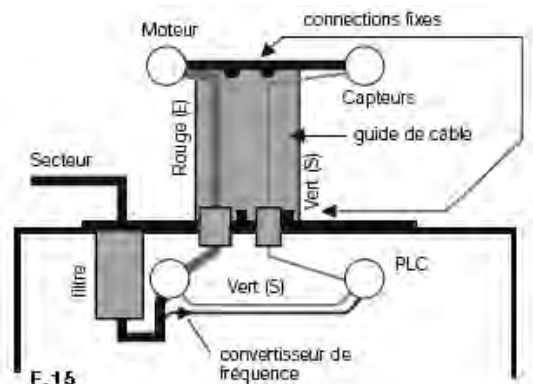
La petite portion de câble rouge qui reste à l'intérieur ne causera qu'un faible courant en mode commun. Dans de nombreux cas, les queues de cochon (figure 6) sont même acceptables à l'intérieur du coffret! En vue d'un excellent contact électrique entre les raccords CEM, les filtres et les autres dispositifs de frontière de courant, la plaque par où le câblage pénètre dans le coffret reçoit souvent un revêtement conducteur durable. À défaut, l'emplacement des raccords CEM doit être soigneusement meulé ou poli à nu avant montage. Après montage, une couche de peinture protectrice peut être appliquée.

Utiliser des guides câbles métalliques EMC: figure 14



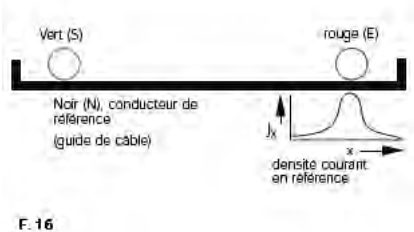
On peut objecter au montage d'un filtre sur la paroi du coffret. En ce qui concerne la CEM, toutefois, c'est la meilleure option. Si vous montez le filtre à l'intérieur, placez-le le plus près possible du point d'entrée du câble de courant (sans raccord CEM); le fil qui va de ce point d'entrée au filtre doit rester le plus près possible de la paroi du coffret. Veillez à un très bon contact électrique entre le filtre et le coffret. Il est judicieux de vérifier toutes les frontières de courant à l'aide d'un milliohmètre. Mesurez entre le boîtier métallique et chaque tresse ou le filtre. Tout cela fait, nous nous trouvons devant un nouveau problème.

Entre le coffret d'instruments et la machine, deux câbles courent: le câble du moteur (rouge) et le câble des capteurs (collectif, vert). Pas de conducteur noir pour les protéger! La solution réside dans un guide. Pour être efficace, le guide sera en métal (conducteur) et relié au coffret à instruments et à la structure de la machine (directement ou par des bouts de fil toronné). Les câbles rouge et vert sont ensuite disposés contre le métal du guide, avec un certain écart entre le rouge et le vert: Figure 15.



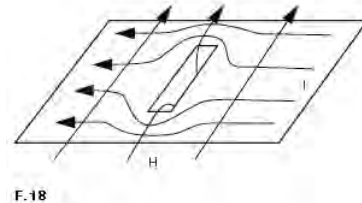
Armoires EMC

Le guide de câble offre une voie alternative au courant en mode commun. Il sépare les deux câbles par la grâce de l'effet de proximité: un courant emprunte toujours le conducteur le plus proche pour retourner à la source (pourvu qu'il soit électriquement relié!). Pour les hautes fréquences, le courant de retour (notre courant en mode commun) se concentrera sous le conducteur que génère le courant. Figure 16.



Traitement des appareils blindés
Les effets des trous dans le blindage de l'armoire

En pratique, cependant, un coffret n'est jamais parfaitement étanche. Il présente toujours des ouvertures, des fentes et des raccords qui laissent passer l'énergie électromagnétique. Ces ouvertures conditionnent l'efficacité générale du blindage du coffret. L'effet est illustré à la figure 18.



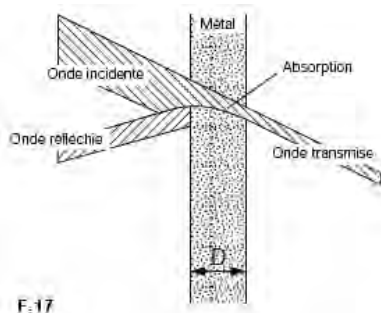
La distance entre les câbles (ou jeux de câbles) rouge et vert doit être de 5 à 10 fois le diamètre du plus gros câble. Note: Le câblage doit toujours être acheminé le long des larges surfaces métalliques, mais une construction séparée n'est pas toujours nécessaire. Toute pièce métallique large fait l'affaire! La structure de la machine, déjà mentionnée, est parfaite, mais la paroi métallique du coffret ne l'est pas moins!

4. L'option finale: protéger les équipements contre les champs électro-magnétiques

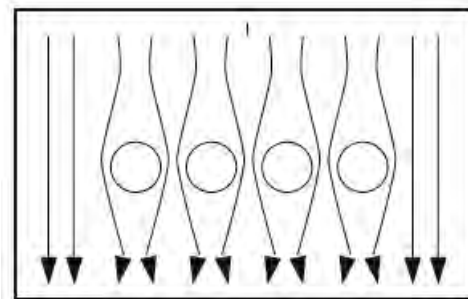
Les effets du blindage. Le blindage est un moyen pour maintenir les champs électromagnétiques en dehors d'un coffret. Pour cela, théoriquement, le coffret doit être entièrement réalisé en métal et parfaitement étanche. La paroi peut alors être considérée comme s'étendant à l'infini. Un modèle de blindage infini souvent rencontré est le modèle à ligne de transmission de la figure 17. Quand une onde électromagnétique rencontre une paroi métallique, une partie de l'énergie est réfléchiée et une autre traverse le métal. De l'autre côté de la paroi, un processus comparable réfléchit à son tour une partie de l'onde transmise et laisse passer le reste. L'onde finale qui ressort de l'intérieur de la paroi détermine l'efficacité du blindage (EB) par rapport à l'onde incidente initiale.

$$EB = 20 \cdot \log \left(\frac{\text{onde incidente}}{\text{onde transmise}} \right) \text{ (dB)}$$

EB est généralement exprimé en dB: L'absorption, qui réduit l'intensité de l'onde à travers la paroi, est un phénomène appelé effet de peau. Dans ce mécanisme, les paramètres importants sont l'épaisseur de la paroi et ses propriétés physiques: conductivité du métal et perméabilité magnétique.



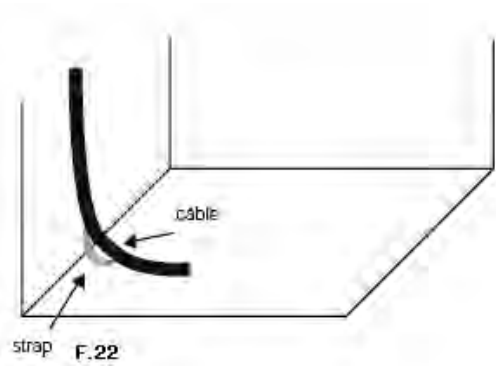
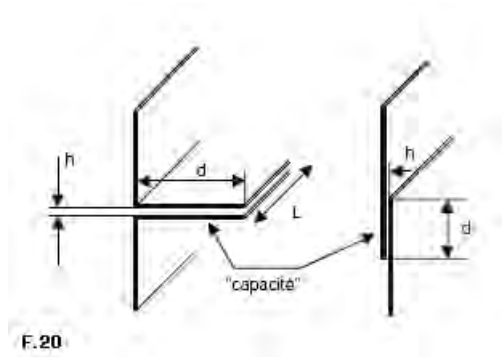
Un moyen pour réduire cet effet consiste à remplacer une grande ouverture par une série de petites. La technique peut être appliquée aux ouvertures destinées à laisser entrer lumière et air dans le coffret. Figure 19.



Les coffrets CEM en tôle métallique sont généralement soudés par points. Il se forme ainsi des fentes étroites qui peuvent être à l'origine de fuites électromagnétiques.

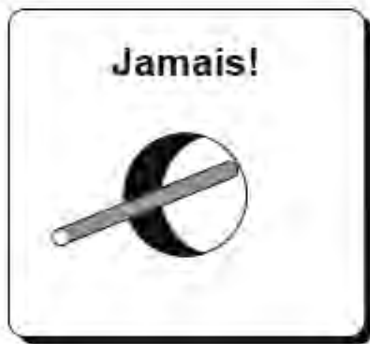
La fuite est peu importante quand la fente est nettement plus petite que la moitié de la longueur d'onde de la plus haute fréquence à blinder. Dans le cas des champs GSM(900 MHz), les fentes doivent être considérablement inférieures à 16 cm (environ la moitié de la longueur d'onde).

Les coffrets qui n'étaient pas prévus au départ en fonction de la CEM peuvent être améliorés en reliant les différents panneaux métalliques à l'aide de courts segments de fils toronnés. Le nombre de segments sera calculé suivant la même formule que l'importance des fentes (entre les segments de fil). Figure 20



Câblage des coffrets blindés.

Un conducteur ne peut jamais entrer sans entrave dans un coffret: ni câble ni autres conducteurs: tiges de commande, gaines métalliques. Figure 21.


F.21

Il doit y avoir une connexion électrique directe avec la paroi du coffret. S'il s'agit d'un câble, utilisez un raccord CEM (voir figure 12).

Si vous laissez passer le câble isolé dans le trou alors que sa tresse est connectée via un câble plus long, la boucle ainsi formée attirerait l'énergie électromagnétique (un courant en mode commun), qui emprunterait la tresse à l'intérieur du coffret. De là, elle rayonnerait pour former une fuite! Un câble non blindé passant dans un coffret prévu pour un câble blindé doit être filtré, si possible directement sur la paroi. Figure 22

Un câble non filtré passant par un blindage CEM est une mauvaise idée; presque aussi néfaste est le câble qui traverse une fente dans le coffret. Si la chose est nécessaire, il est de bonne pratique de relier électriquement les deux bords de la fente à l'aide d'un court segment de fil toronné.

Quand avez-vous besoin d'un coffret CEM?

La plupart des installations peuvent être rendues conformes à la directive CEM à l'aide des mesures de la section 3. Aussi longtemps que les distances entre le câblage et la structure protectrice de la machine ou les guides restent nettement inférieures à la moitié de la longueur d'onde des fréquences les plus hautes, vous n'éprouverez guère de problèmes. Dans un environnement industriel, le niveau des champs est de l'ordre de 10 volts par mètre (champ E), pour 3 volts par mètre dans les applications domestiques. Mais n'oubliez pas que les menaces externes comme le GSM sont partout: leur fréquence peut atteindre 1800 MHz (soit 8 cm de demi-longueur d'onde)!

L'approche la plus raisonnable est de blinder à l'échelle la plus petite possible: au niveau du circuit imprimé ou du rack pour cartes de circuits imprimés. Plus le coffret est grand (par rapport à la longueur d'onde du champ), plus il est difficile à blinder.