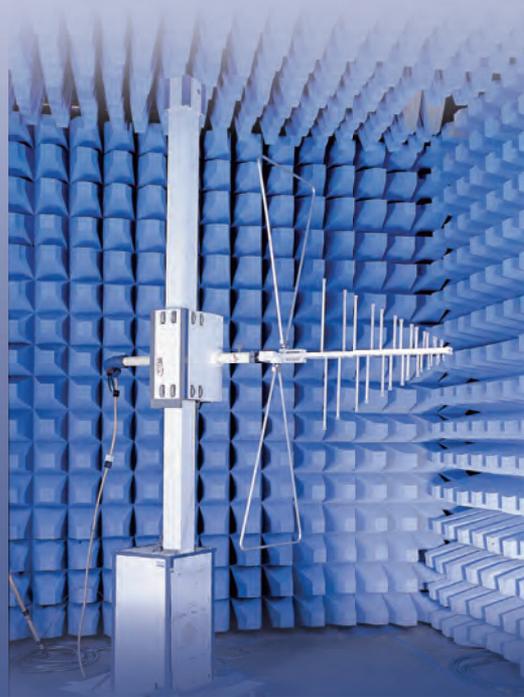


ЭМС- КРАНИРОВАННЫЕ ШКАФЫ



MASE 266



IP 55, NEMA 12, IK 10

В: 400-1000
Вг: 400-800
Г: 210-300



MCSE 268

IP 54, NEMA 12, IK 10

В: 2000
Вг: 800
Г: 600-800





ЭМС-экранированные шкафы



- ◆ Базируются на шкафах MultiFlex и Multimount.
- ◆ Полностью оцинкованная рама и корпус, только окрашены с внешней стороны.
- ◆ Специальная контактирующая прокладка на всех панелях и дверях.
- ◆ Отсутствие отверстий в панелях основания для напольных версий шкафов и отсутствие кабельных вводных фланцев в настенных шкафах для достижения эффекта Фарадея.
- ◆ Аксессуары, требующие вырезов в корпусе, снабжены контактирующими прокладками, гарантирующими электрическое соединение с корпусом.
- ◆ Превосходная степень экранирования.

Навесные шкафы, одностворчатые



IP 55, NEMA 12 IK 10



Технические параметры

Материал: Корпус: 1,2 мм оцинкованная листовая сталь / 1,4 мм MASE0606021R5 и выше. Дверь: 1,2 мм оцинкованная листовая сталь / 1,4 мм MASE0606021R5 и выше / 1,8 мм MAS1006026R5 и выше. Монтажная плата: 2 мм оцинкованная листовая сталь.

Корпус Расфальцован и сварен по шву. Четыре отверстия диаметром 8,5 мм для крепления к стене, в опрессовке диаметром 20,4 мм X 2 мм для циркуляции воздуха за тыловой частью шкафа при навесном монтаже.

Дверь: Угол открытия 130°. Скрытые петли с фиксирующим штырьком. Петли могут быть установлены для открытия влево или вправо. Начиная с размера MASE0604015R5 и выше - 2 съемных монтажных профиля в двери. Плотное закрытие обеспечивается полиуретановой ЭМС прокладкой.

Замок: Хромированный замок с двойной бородкой для облегчения открытия двери, вставка DBB 3 мм DIN с поворотом на 90°. Шкафы высотой 1000 мм и выше оснащены трехточечным штанговым запором. Другие вставки и Т-образная ручка доступны как аксессуары.

Монтажная плата: Монтажная плата размечена вертикально с интервалом 10 мм для простоты горизонтальной установки оборудования. Сверху и снизу расположены отверстия для крепления кабеля. Монтажная плата крепится на М8 прессованные сварные штифты к тыловой части шкафа. Начиная с 800 мм все стороны усилены посредством загнутых краев. При помощи аксессуара AMG можно регулировать глубину установки монтажной платы.

Вырезы для кабельных панелей Отсутствие вырезов для фланцев для максимальной ЭМС защиты.

Заземление: Дверь заземляется через отдельный болт заземления.

Финишное покрытие: Структурная порошковая окраска RAL 7035 только снаружи.

Защита: В соответствии с IP 55 и NEMA 12, IK10.

Поставка: Оцинкованный корпус шкафа и дверь, окрашенные снаружи. Дверь оснащена проводящей прокладкой для защиты от электромагнитных помех. Два дверных монтажных профиля начиная с размера MASE0604015R5. Возможность заземления.



ЭМС-экранированные шкафы

MASE, IP 55, NEMA 12 IK 10

Габариты шкафа			Размер монтажной платы			Размер	Тип	Вырезы	Кол-во замков	Вес	Арт.Нр.
В	Ш	Г	в	ш	г						
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

Серия MAS

Все стандартные габариты MAS доступны в ЭМС версии под заказ.

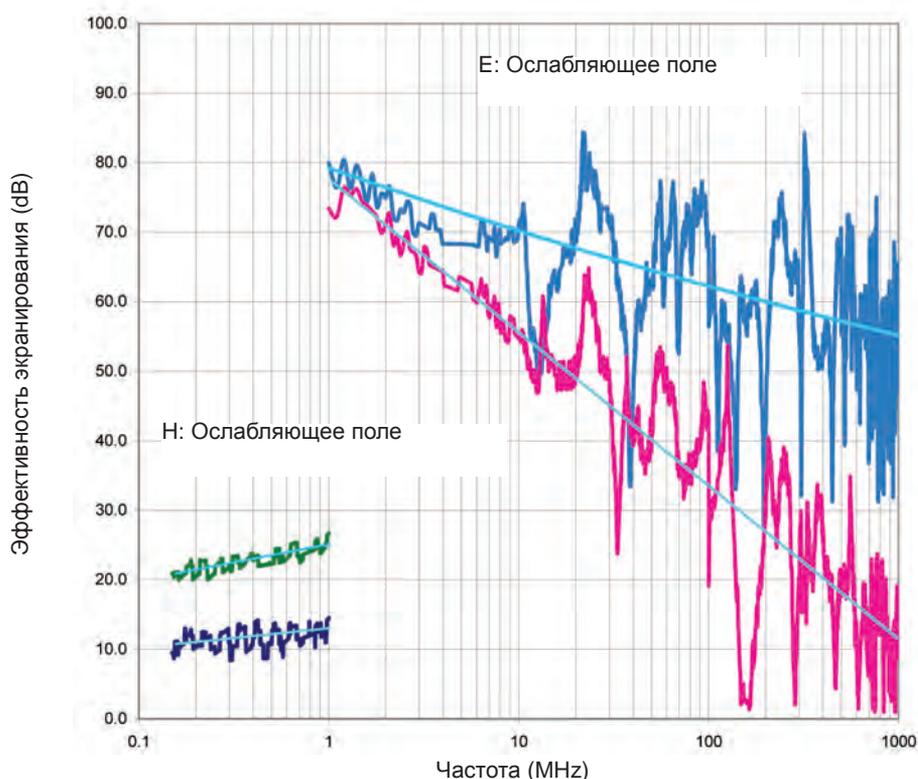
MASE: От 200/200/155мм до 1200/800/400мм.

например MASE0606021R5, ЭМС шкаф с одностворчатой дверью 600x600x210мм

Более подробно см.таблицу шкафов MAS на стр. 13

Эффективность экранирования

Эффективность экранирования для кабинетных шкафов Eldon MAS/MAD, MASE.
Ослабление ЭМС тестировано в соответствии с VG 95 373 часть 15.



Эффективность экранирования

- SE_Eldon-MASE
- SE_Eldon-MASE
- SE_Eldon-MAS
- SE_Eldon-MAS
- тенденция

Линейный шкаф, однодверный



IP 54, NEMA 12, IK 10

Технические параметры

Материал: Рама: 1,5/1,75 мм листовая сталь. Двери: 1,75 мм оцинкованная листовая сталь. Крыша, задняя и боковые панели: 1,35 мм оцинкованная листовая сталь. Монтажная плата: 2,7 мм оцинкованная листовая сталь. Панели основания: 1,0 мм оцинкованная листовая сталь.

Рама: Окантованный и сваренный по шву открытый профиль с 25 мм разметкой отверстий согласно DIN 43660. Включая внешнюю разметку отверстий.

Дверь: Дверь на всю поверхность с петлями, позволяющими менять навеску двери. Дверная монтажная рама с 25 мм разметкой отверстий. Плотное закрытие достигается с помощью кондуктивной полиуретановой ЭМС прокладки.

Задняя стенка: Крепится с помощью болтов TORX M6. Предусмотрена возможность замены на заднюю дверь.

Боковые панели: Поставляются как аксессуар.

Крыша: Съёмная.

Замок: 4-х точечный штанговый запор с замком DIN 3 мм, не занимает внутреннее пространство шкафа. Замок может быть заменен на поворотную ручку, Т-образную ручку, Евроцилиндр или другие замочные вставки.

Монтажная плата: Двойная фальцовка. Регулируется в глубине с шагом 25 мм. Поставляется в отдельной упаковке.

Панели основания: Состоит из трех или четырех (при глубине > 800) частей.

Заземление: Все панели заземлены через крепления и оснащены отдельными штифтами заземления.

Финишное покрытие: Структурная порошковая окраска, RAL 7035 только снаружи.

Защита: В соответствии с IP 54 и NEMA 12. IK10.

Поставка: Рама с подходящей дверью, задней панелью, потолочной панелью, монтажной платой и дверной монтажной рамой. В поставку также входят болты заземления и электромагнитная проводящая прокладка для стыковки корпусов. Поставляется на паллете идентичной с шириной шкафа, устанавливая шкафы на паллете в ряд. Весь упаковочный материал утилизируемый. * Также доступны шкафы из нержавеющей стали (CSSE).

Прим.: В шкафах шириной 400 мм отсутствует монтажная панель, панель основания и дверная монтажная рама. * Также доступны шкафы из нержавеющей стали (CSSE).



ЭМС-экранированные шкафы

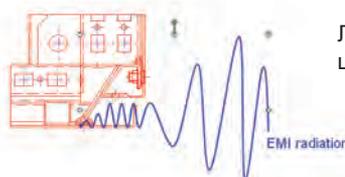
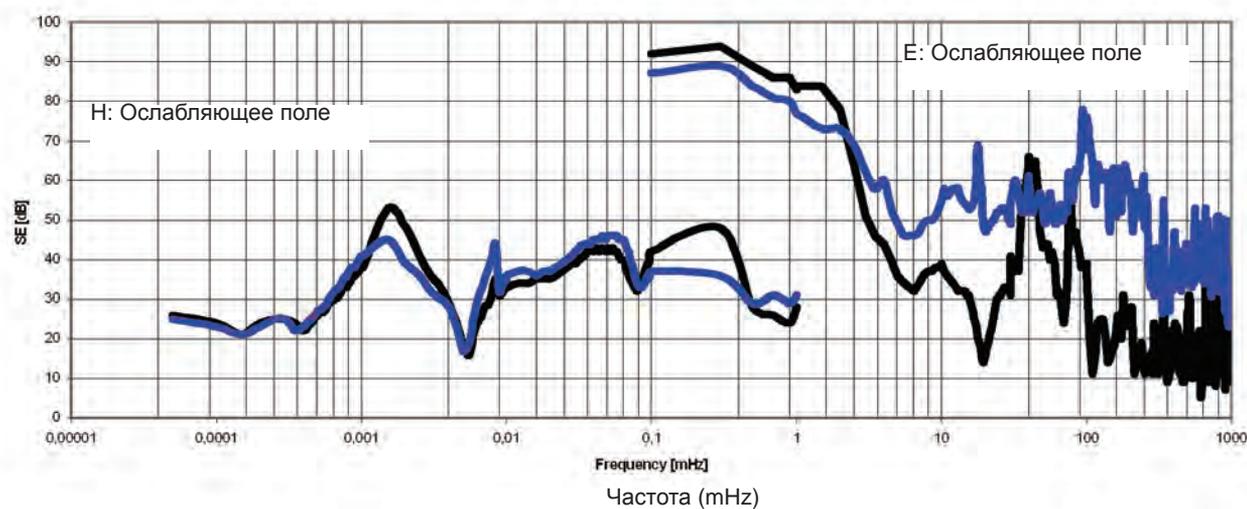
MCSE, IP 54, NEMA 12, IK 10

Габариты шкафа			Размер монтажной платы			Вес (кг)	Арт.Нр.
В	Ш	Г	в	ш	d		
2000	800	600	1894	694	559	132	MCSE20086R5
		800	1894	694	759	139	MCSE20088R5

* Все стандартные размеры MCS доступны в ЭМС-версии, под заказ доступны другие размеры. Для ЭМС используйте боковые стенки SPME.

Эффективность экранирования

Эффективность экранирования шкафов Eldon MCS, MCSE.
Ослабление ЭМС тестировано в соответствии с VG 95 373 часть 15



Лабиринтная защита линейки шкафов MultiFlex

Эффективность экранирования

- Стандартные Multi-Flex, MCS/MCD
- EMI приспособленные MultiFlex, Кабинетные шкафы

ЭМС-экранированные шкафы

SPME, Боковые панели



Описание: Для закрытия сторон шкафов MCSE. Оснащены проводящей прокладкой из полиуретана, обеспечивающей защиту от ЭМС и степень IP.
Материал: 1,35 мм оцинкованная листовая сталь.
Финишное покрытие: Структурная порошковая окраска, RAL 7035 только снаружи.
Защита: IP 54 / NEMA 4, 12.
Кол-во в упаковке: 2 панели с монтажными материалами.

В	Г	Арт.Нр.
2000	600	SPME2006R5
	800	SPME2008R5

* Другие размеры доступны по запросу.

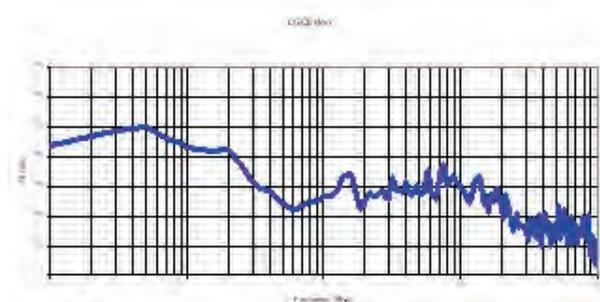
DGCE, Стальная дверь с безопасным стеклом (61%)



Описание: Стандартная дверь с прозрачным безопасным стеклом для обзора установленного оборудования. Укомплектована замком с двойной бородкой 3 мм. Позволяет устанавливать все замки из программы. Герметизация достигается при помощи проводящего полиуретанового ЭМС уплотнителя. Для снижения электромагнитного влияния за стеклом установлена проволочная сетка (61%). Используйте комплект петель DMK если ранее не была установлена другая дверь.
Материал: Рама: 2 мм оцинкованная листовая сталь. Область обзора: 3 мм прозрачное безопасное стекло.
Финишное покрытие: Структурная порошковая окраска. RAL 7035 только снаружи.
Защита: IP54/NEMA12, IK10
Требования при монтаже: Если ранее не была установлена дверь, используйте набор петель DMK01.
Кол-во в упаковке: 1 шт.

В	Ш	в	ш	Арт.Нр.
2000	800	1776	615	DGCE2008R

Эффективность экранирования
 Ослабление ЭМС тестировано в соответствии с VG95 373 часть 15



EMI приспособленные MultiFlex, Кабинетные шкафы, MCSE



ЭМС-экранированные шкафы

SPD EMC, Разделительная панель



Описание: Разделяет два состыкованных шкафа. Устанавливается при помощи комплекта ССЖ. Для обеспечения степени защиты IP 43/NEMA1 необходимо закрепить на панели неопреновую прокладку SPDG01. Для разделения шкафов с ЭМС-экранированием установите прокладку SPDEG.

Материал: 1,5 мм оцинкованная листовая сталь.

Требования при монтаже: Для монтажа дополнительно требуются уголки ССЖ.

Кол-во в упаковке: 1 шт.

SPDEG, Прокладка для ЭМС-экранирования



Описание: Позволяет создать секцию с ЭМС-экранированием при установке разделительной панели SPD.

Материал: Полиуретановая прокладка с токопроводящим слоем (UL94HB)

Защита: Соответствует IP 43/NEMA 1.

Кол-во в упаковке: 6 м

Арт.Нр.

SPDEG01

D

Арт.Нр.

600

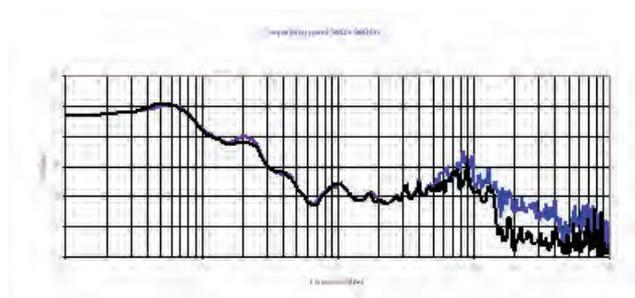
SPD2006

800

SPD2008

Эффективность экранирования

Ослабление ЭМС тестировано в соответствии с VG95 373



Эффективность экранирования, Разделительная плата SPD

ЭМС-экранированные шкафы

CVB EMC, Вентилируемые панели



Описание: Панель основания состоит из трех частей. Может быть использована с вентилярующими цоколями PV. Вентиляция 33 %.

Материал: 1,5 мм перфорированная оцинкованная листовая сталь.

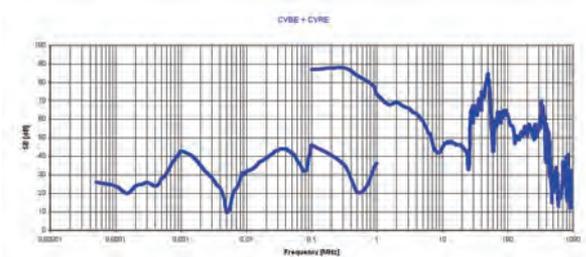
Кол-во в упаковке: 3 панели с монтажными материалами.

Требования при монтаже: Используется в комбинации с вентиляруемым цоколем PV.

Для шкафов

Г	Арт.Нр.
600	CVB0806
800	CVB0808

Эффективность экранирования
Ослабление ЭМС тестировано в соответствии с VG 95 373
часть 15.



— Эффективность экранирования верхних и нижних плат ряда MultiFlex

CVRE, ЭМС вентиляционная крыша



Описание: Внутренняя вентиляционная крыша для защиты от электромагнитного излучения (ЭМИ). Монтируется непосредственно к раме шкафа. Может быть использована совместно с вентиляционной крышей CVR, потолочной панелью вентиляторов CFR или распорками для поднятия стандартной крыши CVK15.

Материал: 1,5 мм оцинкованная листовая сталь.

Финишное покрытие: Неокрашенная оцинкованная листовая сталь

Кол-во в упаковке: 1 шт. с монтажными материалами.

Ш	Г	Арт.Нр.
800	600	CVRE0806
	800	CVRE0808

CCJ, Комплект для стыковки шкафов с разделительными панелями



Описание: Устанавливается на профиль рамы. Может использоваться как на вертикальном, так и на горизонтальном профиле.

Материал: 3 мм оцинкованная листовая сталь.

Кол-во в упаковке: 12 скоб с монтажными материалами.

Требования при монтаже: IP33, NEMA1. Герметичность достигается при помощи прокладки SPDG. Для соединения в ряд необходимо использовать уголки CCM.

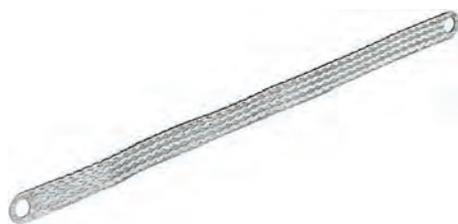
Арт.Нр.

CCJ12



ЭМС-экранированные шкафы

ЕСФЕ, Заземляющий шлейф



Описание: Для заземления или уравнивания потенциалов между панелями, частями и рамой шкафа. Длина: 300 мм.

Материал: Оцинкованная электролитическая медь 0,15 мм.

Рабочая температура: До 105°C.

Кол-во в упаковке: 10 шт.

Требования при монтаже: Закажите монтажный комплект ЕСФ для крепления на окрашенную раму.

Область кроссовой секции	Диаметр отверстия	Ток (А)	Арт.Нр.
16mm ²	8.5	120А	ЕСФЕ1630
25mm ²	10.5	150А	ЕСФЕ2530

ВGE, ЭМС-уплотнитель для панели основания и кабельного ввода



Описание: Дно шкафа герметизируется с помощью прокладки, закрепленной на раме вокруг донного отверстия. Кабели уплотняются дополнительным самоклеющимся пенным уплотнителем между панелями основания. Эластичность и размер такого уплотнителя обеспечивают плотную герметизацию большинства кабелей. Прилагается кондуктивный материал, обеспечивающий хороший контакт для экранирования от электромагнитного излучения.

Кол-во в упаковке: Самоклеющаяся ЭМС прокладка 1,6 м для кабельного ввода и самоклеющаяся прокладка 6 м для дна. Для шкафов с шириной 1600 необходимо заказать 2 набора.

Арт.Нр.
ВGE01

СВРЕ, Панель основания ЭМС



Описание: Заменяет две части стандартной панели основания. Благодаря молоточковидной гребенке, ЭМС кабели могут быть непосредственно заземлены на панель основаниям, полностью сохраняя электростатический экран.

Материал: 1,5 мм оцинкованная листовая сталь.

Кол-во в упаковке: 2 шт. с ЭМС прокладками и монтажными материалами.

Для шкафов		Арт.Нр.
Ш	Г	
600	600	СВРЕ0606
	800	СВРЕ0608
800	600	СВРЕ0806
	800	СВРЕ0808

СABP, Рейка для фиксации кабеля



Описание: Устанавливается над панелями основания для оптимизации внутреннего пространства шкафа. Служит для крепления зажимов САС, позволяющих фиксировать входящий кабель. Полностью регулируемая глубина установки. При подключении кабелей заземления с ЭМС-экранированием к рейке для фиксации кабелей сохраняется эффект Фарадея, обеспечивающий оптимальное экранирование от ЭМИ.

Материал: 2 мм оцинкованная листовая сталь.

Кол-во в упаковке: 2 рейки с монтажными материалами. Для шкафов шириной 1200 м - 4 рейки.

Требования при монтаже: Закажите кабельные зажимы САС в зависимости от диаметра кабеля.

Ш	Арт.Нр.
400	СABP400
500	СABP500
600	СABP600
800	СABP800
1000	СABP1000
1200	СABP1200

ЭМС-экранированные шкафы

ЭМС, Экранированные фильтрующие вентиляторы



ЭМС, Фильтрующие Вентиляторы и Выходные Фильтры

При использовании вентилятора и фильтрующего устройства необходимо проделать вырезы в корпусе. Это незамедлительно приводит к нарушению ЭМС. При определенных требованиях ЭМС необходимо использовать специальные фильтры и вентиляторы оснащенные ЭМС-защитой. Eldon предлагает решение на клипсах, при котором нет необходимости в винтовых соединениях! Для предотвращения коррозии ЭМС-экрана и других частей фильтра и вентилятора, устройства устанавливаются на раме из нержавеющей стали в комбинации с планками и зажимами из меди. Таким образом достигается высокий уровень стойкости к коррозии с высоким коэффициентом экранирования.

Технические параметры:

- Широкий диапазон мощности воздушного потока от 56 м³/ч до 625 м³/ч.
- Нет необходимости в винтовых соединениях.
- Требуются только квадратные отверстия.
- Блоки выступают из шкафа всего на 6 мм.
- Фильтрующий материал может быть быстро заменен без необходимости снятия всего устройства.
- Материал соответствует требованиям ISO 14000 (Управление охраной окружающей среды).
- Материал кожуха самозатухающий.

Эффективность фильтров и вентиляторов EFE/EFAE: Снижение ЭМС тестировалось в соответствии с EN 50 147- (1996).

ЭМС фильтрующий вентилятор	EFE200R5	EFE220R5	EFE250R5	EFE300R5	EFE500R5	EFE600R5	EFE700R5
Воздушный поток (свободный) (м ³ /ч)	61	110	166	256	480	640	845
Мощность охлаждения (в свободном потоке) (Вт/К)	20	37	52	85	160	213	282
Комбинированная вентиляция (Фильтрующий вентилятор + выходной фильтр) (м ³ /ч)	44	62	116	231	370	445	560
Мощность комбинированной вентиляции (Фильтрующий вентилятор + выходной фильтр) (Вт/К)	15	27	39	77	123	148	187
тип фильтрующей прокладки	IP 54 тип фильтра G3			IP 54 тип фильтра G4			
Макс. статическое давление (Па)	60	66	52	116	76	134	192
IP	IP 54, IP 55 на заказ*						
Номинальное напряжение AC*	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*	230V,115V*,400V 2-*	230V,115V*	230V,115V*,3x400V*	230V,115V*,3x400V*
Доступное напряжение 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			
В x Ш (мм)	145 x 145	202 x 202	252 x 252	252 x 252	320 x 320	320 x 320	320 x 320
Размер выреза (мм)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	224 x 224	292 x 292	292 x 292	292 x 292
Рабочая температура (°C)	От -15 до +55°C						
Материал	Термопластик, самозатухающий, UL 94						
ЭМС экранирование	Нержавеющая сталь						
Сертификация	Сертификация UL						

Фильтрующий вентилятор IP55 на заказ, арт. № EFEPxxxR5*
*на заказ

ЭМС выходной фильтр	EFAE200R5	EFAE220R5	EFAE250-300R5	EFAE500-700R5
В x Ш x Г (мм)	145 x 145 x 26	202 x 202 x 34	252 x 252 x 38	320 x 320 x 39
Размеры выреза (мм)	126,5 x 126,5	178 x 178	224 x 224	292 x 292
IP	IP 54, IP 55 на заказ**			
Материал	Термопластик, самозатухающий, UL 94 V0			
ЭМС экранирование	Нержавеющая сталь			

Выходные фильтры IP55 на заказ, арт. № EFAEPxxxR5*



ЭМС-экранированные шкафы



Экранированные вентиляторы IP 54 Контроль микроклимата

ЭМС-экранированные фильтрующие вентиляторы обеспечивают ЭМС-экранирование Вашего распределительного шкафа следующим образом:
Демпфирование при 30 МГц: порядка 71 дБ.
При 400 МГц: ~ 57 дБ (в соответствии с EN 50147-1 от 1996)

Никакой дополнительной работы при вырезке отверстий для монтажа:

- не требуется медная шина или подобные вспомогательные материалы при установке,
- нет необходимости зачищать края для обеспечения плотного контакта с поверхностью

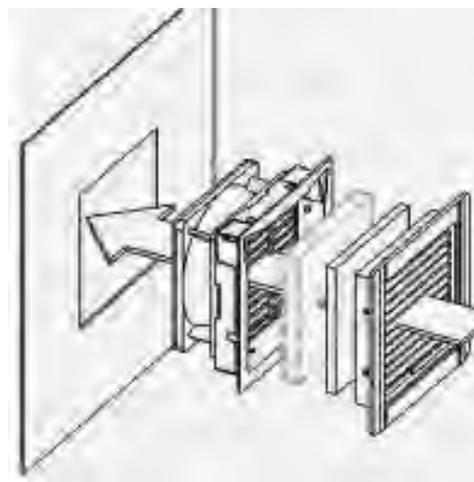
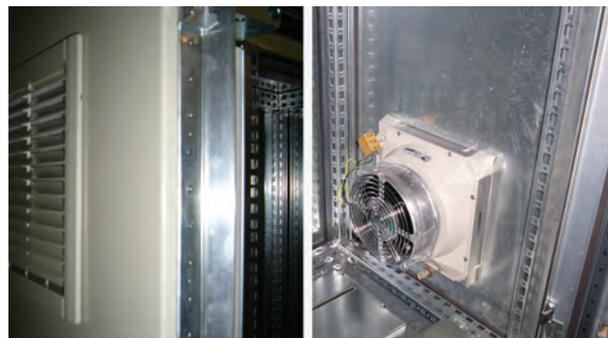
1. Плотный контакт с поверхностью обеспечивается по краям отверстия под фильтрующий вентилятор и выходной фильтр

2. Инновационный плотный контакт с поверхностью, проходящий по краю отверстия, упрощает задачу установки

3. Надежный контакт достигается посредством особой формы контактных пружин на сетке экрана

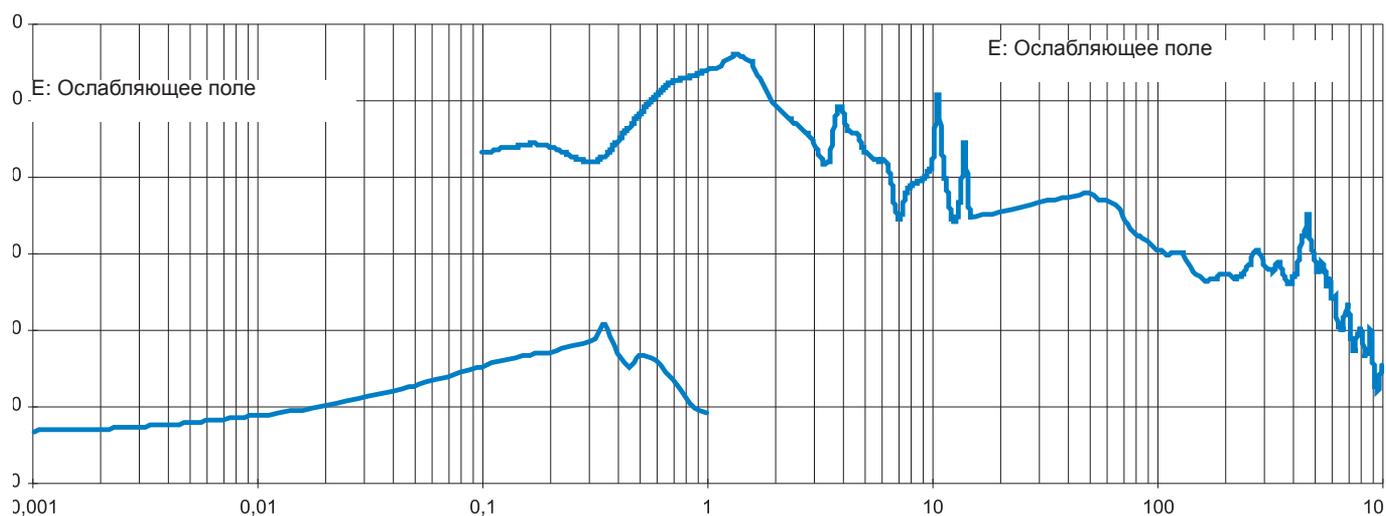
4. Низкое воздействие окружающей среды благодаря использованию отдельных экранирующих сеток, сделанных из нержавеющей стали (1.4301)

5. Низкое воздействие окружающей среды, сетка и контактные поверхности выполнены как единое целое: для обеспечения хорошего контакта не потребуется лента из бериллия, поэтому все материалы могут быть легко отделены для простоты утилизации.



Эффективность экранирования терморегулирующих фильтров и вентиляторов EFE/EFAE

Снижение ЭМС тестировалось в соответствии с EN 50 147-(1996).



ЭМС-экранированные шкафы

1. Механизм Электромагнитной совместимости (ЭМС)

Определение ЭМС

Совет Европейского союза определяет ЭМС в Статье 4 "директива совета по гармонизации законов Государств-членов ЕС, касающихся Электромагнитной совместимости (89/336/ЕЕС)", относительно свойств "устройства": устройство должно быть построено таким образом, чтобы электромагнитное поле, которое оно создает, не превышало уровень, препятствующий нормальной работе радио и телекоммуникационного оборудования и прочих устройств, (директивы по эмиссии). "У устройства есть адекватный уровень внутренней защиты от электромагнитного влияния, позволяющий функционировать должным образом [потребность защиты], Это очень широкое определение. Общепринятым методом является соблюдение стандартов. Существуют стандарты, применимые к определенному типу изделия (например светильникам). Если такие стандарты отсутствуют, используются подходящие "универсальные стандарты". После успешного прохождения всех необходимых испытаний, Ваша продукция считается "соответствующей нормам".

Что Вы можете сделать?

Проблема в том, что нет прямой связи между испытаниями для обоснования факта "ЭМС" и измерениями, позволяющими убедиться в этом факте. Все что Вам нужно - это некоторые элементарные знания о механизмах электромагнитных помех.

Токи дифференциального и синфазного сигнала. Все токи протекают по закрытому контуру. Когда Вы измеряете ток в проводке, ток возвращения должен быть примерно равен току источника. Токи, которые определяют функциональный режим конструкции, называются "дифференциальными токами" (сокр. токи DM). Но есть и другой тип: 98 % всех проблем вызваны токами синфазного сигнала (сокр. токи CM).



Рассмотрим контур на рисунке 1. На нем изображен намеченный или желаемый ток петли, сформированной кабелем: сигнальный провод и обратный провод передают ток от источника U_g на нагрузку R_L и назад. Это - ток дифференциального режима, т.е. если бы мы воспользовались токоизмерительными щипцами, чтобы измерить активный ток, проходящий через щипцы, мы обнаружили бы нулевое значение: все токи, идущие от источника к нагрузке, возвращаются через намеченный. Осложнения возникают, когда есть альтернативные цепи обратной связи, например, через соединения для безопасного заземления. В этом случае путь обратного тока может варьировать. Рисунок 2.

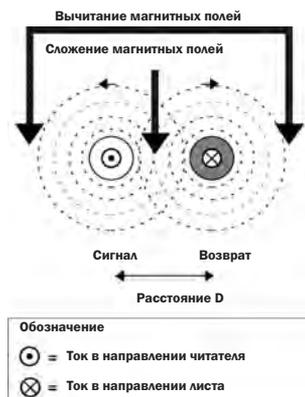


Если часть обратного тока идет по альтернативному пути, мы сможем измерить силу тока в цепи, используя токоизмерительные щипцы. Рисунок 3.



Эти нежелательные токи не учитываются проектировщиком оборудования и, что хуже всего, не включаются в его анализ. Именно эти "забытые" токи создают большую часть возникающих иногда разрушающих излучений в электронных системах.

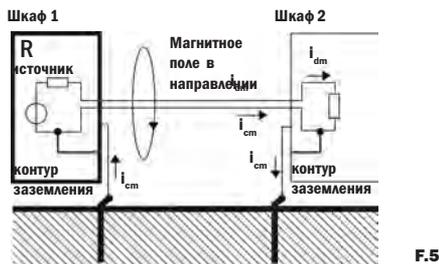
Преобразование токов из DM в CM и наоборот. Кабели или, в более обобщенном смысле, проводники имеют свойство преобразовывать дифференциальные токи в токи синфазного сигнала и наоборот. Это свойство называют "передаточным импедансом". Это - основное явление, которое отвечает за электромагнитные помехи. Все остальное относится к разделу "схожие темы". Например: все токи сопровождаются магнитным полем. На Рис. 4 изображен двухжильный провод. По каждой жиле течет тот же самый ток, но в противоположные направления.



Линии магнитного поля, протекающие между проводами, "суммируются", а протекающие снаружи - "вычитаются". При идеальных условиях двойные магнитные поля могли бы быть скомпенсированы до нуля, если бы было возможно расположить оба проводника отцентрировано один над другим. Тогда равные, но противоположные поля в любом направлении точно были бы нейтрализованы (как в случае "коаксиального кабеля")!

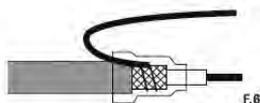
На практике, однако, между двумя проводами будет некоторое расстояние. Это означает, что вокруг кабеля будет присутствовать измеримое поле. Это поле в свою очередь индуцирует ток в соседний токовый контур. Включая петлю, сформированную непосредственно кабелем и любым переменным обратным проводом ("синфазный сигнал" или контур заземления)! Рисунок 5.

ЭМС-экранированные шкафы


F.5

В качестве такого альтернативного проводника может служить конструкция машины, заземление, стенка электрического шкафа или другие кабели. Этот индуцированный, как правило в большую петлю, ток является синфазным током (СМ). Передаточное полное сопротивление является свойством целикового соединения: кабеля со штекером, распределительного щита и т.д. - от источника к нагрузке!

Свойства очень хорошего кабеля могут быть испорчены некачественной оконечной отделкой, например, так называемым "крысиным хвостом" на экранированных кабелях. Рисунок 6.


F.6

2. Источники помех и чувствительность к помехам

Учитывая приведенные факты, точки соединения являются единственной задачей при решении проблем с ЭМС. От разводки печатной платы до прокладки кабельной сети. Угрозу, которой подвержены наши системы, можно разделить на два типа: "искусственная угроза" и "естественная угроза". Фактически возникающие помехи всегда являются результатом подверженности к воздействию помех - система не способна справиться с полями или токами. Предписанные стандартом по ЭМС уровни говорят о том, должна ли система суметь противостоять этим помехам. Если система слишком чувствительна (по гражданским стандартам это называется «недостаточной помехоустойчивостью»), Вам необходимо улучшить полное проходное сопротивление различных соединений. Если система в порядке, нужно найти источник помех и произвести все необходимые действия для снижения их «излучения».

Техногенные угрозы

Помехи с постоянным отличительным признаком. Большинство помех излучаются оборудованием Вашей собственной системы или соседней. Известными источниками излучения являются трансмиттеры телефонных станций операторов сотовой связи GSM. Мобильные телефоны представляют собой особую опасность, так как они, находясь у нас в кармане, могут оказаться очень близко к чувствительному оборудованию. Поля, исходящие от трансмиттеров и другого высокочастотного оборудования, находятся в диапазоне от 1 до 100 Вольт на метр (значение электрического поля). В промышленном окружении это значение обычно составляет 10 В/м (но не гарантированно). Эмпирическое правило гласит: каждый Вольт на метр создает в незащищенном кабеле синфазный ток в 10 мА. В установках управления промышленными процессами синфазный ток в 100 мА считается уже критическим. Помимо обычных трансмиттеров, существуют непреднамеренные источники излучения, которые образуются соединениями, создающими синфазные токи и соответствующие поля.

Высокочастотный ток в кабеле с неподходящим передаточным сопротивлением является общей причиной. Этот синфазный ток может течь непосредственно по чувствительному кабелю (например, аналоговых датчиков), либо создавать электромагнитное поле, уменьшающее синфазные токи в чувствительных кабелях. Импульсные помехи. Особенным видом помех являются "импульсные помехи", возникающие, например, при включении индуктивных нагрузок. Это могут быть реле, частотные преобразователи / двигательные системы и импульсные источники питания. Токи протекают по соединительным кабелям и преобразуются в синфазные токи. Механизм помех конечно идентичен самой незатухающей помехе, но по причине неоднородности линии найти причину проблемы может быть затруднительно. Синфазные токи от таких источников могут быть учтены: несколько сот миллиампер, особенно, если релейный контакт со временем ухудшается. Без соответствующих мер предосторожности необходимо быть готовым к значительным помехам.

стественными источниками помех являются грозовые и электростатические разряды (ЭСР). Эти феномены схожи. В обоих случаях происходит (статический) электрический разряд. В случае грозового разряда образуется большой электрический контур, который простирается на многие километры. В случае ЭСР человек, как правило, несет в себе заряд, который в момент прикосновения переходит на оборудование. Грозовой разряд является феноменом с сильной энергией и относительно низкой частотой. Поэтому большинство помех передаются по проводам. ЭСР высокочастотный феномен с низким уровнем энергии. Токи высокой частоты могут передавать заряд «по воздуху», в этом случае соответствующие токи помех не смогут быть так просто отведены, если на их пути находятся чувствительные к помехам компоненты – отрицательно для этих компонентов. Синфазные токи, протекающие из этих естественных источников, могут достигать очень высоких значений, даже в амперном диапазоне (прямое попадание молнии обычно несет заряд в 50 кА, т.е. 50000 А, а ЭСР в 5-40 А).

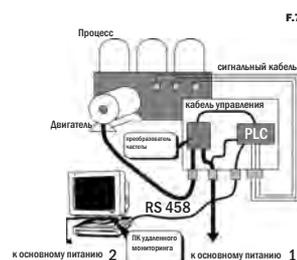
3. Действия для улучшения совместимости

Корпус может оказать сильное влияние на характеристики оборудования в условиях «сурового» электромагнитного окружения. В следующих разделах приводятся несколько методов экранирования. Большинство из них очень дешевые, если их учитывать еще на стадии проектирования. В дальнейшем ходе работы защитные меры практически не задействуются, так как они связаны с большими расходами.

Распознавание синфазного сигнала или контура заземления

Разделение кабелей на категории.

Все проблемы с ЭМС (98 %) являются следствием синфазного сигнала. Вам следует выработать интуицию в отношении синфазного сигнала и контуров заземления. Как только они будут обнаружены, с ними можно работать по систематической технологии, приведенной ниже. Первый пример изложен на Рис. 5. Более сложный пример показан на Рис. 7:


F.7

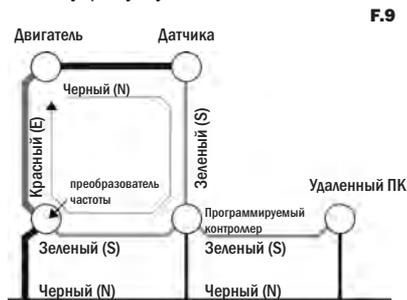
ЭМС-экранированные шкафы

В этой схеме присутствуют несколько кабелей. Как правило, удобней рисовать упрощенную схему, в которой оборудование отображается кругами с отходящими соединительными линиями. Не забывайте, что питающие линии, заземление и конструкции агрегатов тоже являются проводниками! По схеме на Рис. 8 можно определить несколько типов кабелей:



- Кабели, рассчитанные на большие токи/высокочастотные. Такие кабели обозначаются красным цветом или маркировкой "E" (эмиссия): вследствие импеданса они генерируют большие синфазные токи. Пример: кабели между преобразователями частоты и электродвигателями
 - Кабели, которые ни генерируют, ни восприимчивы к синфазным токам. Обозначаются черным цветом или маркировкой "N" (нейтральные). Пример: силовые кабели, станки или части сооружений, металлические трубы.
 - Кабели, по которым передают слабые аналоговые сигналы чувствительны к влиянию синфазных токов. Обозначаются зеленым цветом или маркировкой "S" (чувствительные). Пример: кабели датчиков, кабели RS-485, кабели частотных преобразователей ПЛК, рис.9
- Конечно, существует более детальная градация. В теории ЭМС различают от 5 до 7 различных типов кабелей. В нашем примере RS-485 могут быть чувствительны к синфазным токам от силовых кабелей электродвигателя, но могут и сами быть источником интерференции для чувствительных аналоговых сигналов. Выше демонстрировались три категории кабелей лишь с целью продемонстрировать основной принцип: располагайте источник эмиссии ЭМИ как можно дальше от чувствительных кабелей.

Снижение чувствительности к синфазным токам
Соблюдайте короткие дистанции. Первое, что мы можем сделать, это сократить длину кабельных линий. Все сбой в конечном итоге связаны с полным проходным сопротивлением, свойством кабеля, преобразовывать синфазные токи в дифференциальные токи и обратно. Этот эффект усиливается пропорционально удлинению кабеля! Чем короче кабель, тем меньше влияние. Таким образом, риск сбоев в нашем примере на Рис. 8 и Рис. 9 может значительно снизиться, если мы установим частотный преобразователь справа под двигателем! Результат - незначительная длина кабеля и отсутствие синфазных токов. Однако внешние поля и далее будут представлять угрозу чувствительным кабелям.



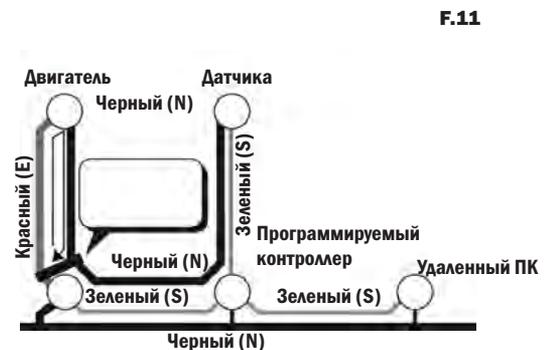
Преобразование дифференциальных токов в синфазные токи и обратно может быть в значительной степени снижено посредством экранирования кабеля. Другими словами, это приведет к уменьшению проходного полного сопротивления. Необходимо подсоединить экранирование с двух концов прибора, к которому подключен кабель. Лучшее всего это реализуется при помощи ЭМС-сальника (пояснения следуют далее) или штекера с металлическим корпусом, т.е. в котором предусмотрен контакт на 360° между обмоткой и стенкой корпуса. Описанные далее методы могут применяться так же в том случае, когда необходимо преодолеть значительное расстояние. На следующем этапе следует уменьшить области всех выявленных синфазных помех. Это не приведет к тому, что все синфазные помехи будут ликвидированы, но таким образом хотя бы будет уменьшено поле за пределами токового контура. Кроме того, контур станет менее чувствительным к воздействию внешних полей. Понижение достигается, если провести кабель, отмеченной черным цветом или буквой „N“, вдоль кабелей с зеленой или красной маркировкой. Рис. 10



В нашей конкретной ситуации черный проводник расположен между мотором и датчиком в конструкции машины. Неудобно изгибать его вдоль кабелей, чтобы получить более пригодное решение, когда кабели проходят вдоль конструкции. Но до тех пор, пока корпус с частотным преобразователем, подключенный к ЛЭП, не встроен в конструкцию системы, это останется сложной задачей. Нам придется искать альтернативные решения.

Заземление ЭМС: основная линия

На следующем этапе мы предпримем следующее: Мы попытаемся отвести опасные синфазные токи от чувствительных кабелей, т.е. предоставим им альтернативный путь. Этот альтернативный путь называется «референтной линией». Рис. 11.

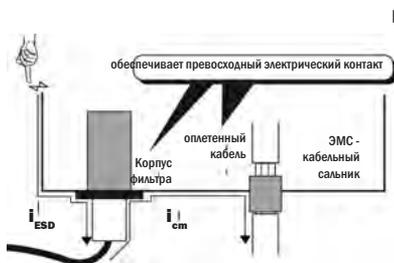


ЭМС-экранированные шкафы

Рис. 10, для этого требуется создать (высокочастотное) соединение между нижним концом красного кабеля и соседним черным проводником. Чем ближе конец кабеля расположен к основной линии, тем сильнее будет эффект. Разграничение потоков тока

Путь разграничения токов определяется как минимум для высокочастотных синфазных токов. Если красный кабель экранированный (что крайне рекомендуется, см. ниже), защитная оболочка кабеля может быть подключена к черному проводу. Если задействуется конструкция станка, для подсоединения оплетки к конструкции могут быть использованы уголки. Если используется экранированный кабель, обе оплетки кабеля могут быть сплетены вместе. В любом случае действует следующее правило: соединение должно быть как можно короче.

В независимости от типа конструкции, очевидная точка локализации расположена в месте подсоединения к устройствам (круги на Рис. 11). Для этой цели удобно использовать «естественные границы». Естественной границей, показанной на Рис. 7, является корпус с частотным преобразователем и ПЛК. Если предположить, что корпус металлический, то соединение различных кабелей можно осуществлять непосредственно в точках входа кабеля в корпус. Для этой цели в продаже имеются специальные ЭМС-сальники. Рис. 12


F.12

Экранирующая обмотка кабеля подсоединяется к металлу корпуса. Для неэкранированных кабелей могут быть использованы фильтры. Фильтры - это частотные изоляторы (50 - 400 Гц), на тот случай, если в корпусе возникнет короткое замыкание более 100 кГц. Фактически при разграничении токов (через стенку корпуса) происходит следующее: изначально большая петля синфазных сигналов сокращается до малого контура внутри электрического шкафа и большую внешнюю петлю. Рис. 13.


F.13

Маленькая часть остающегося внутри красного кабеля будет создавать только небольшой синфазный ток. Во многих случаях такие «крысиные хвостики» (Рис. 6) внутри корпуса вполне приемлемы! Для обеспечения хорошего электрического контакта между ЭМС-сальниками, фильтром и другими экранирующими деталями, плата для ввода кабеля в корпус часто имеет токопроводящую поверхность. В противном случае необходимо полностью заземлить или отполировать точки крепления до блеска перед установкой ЭМС-сальников. После этого может быть нанесен защитный слой краски.

Использование металлических направляющих кабеля
Предположим, что для нашего корпуса были произведены меры предосторожности, как показано на Рис. 7. Наша схема станет выглядеть аналогично Рис. 14.


F.14

Могут возникнуть возражения против установки фильтра на стенку корпуса. Однако с точки зрения ЭМС - это лучший вариант, если его установить изнутри - устанавливайте как можно ближе к точке входа (в данном случае без ЭМС-сальника) и прокладывайте кабель между точкой входа и фильтром как можно плотнее к стенке. Необходимо обеспечить очень хорошее контактное соединение с корпусом. Рекомендуется проверить все точки перехода тока при помощи миллиметра. Замеры необходимо производить между металлическим корпусом и каждой кабельной связкой или фильтром.

По окончании этой процедуры нас ожидает новая проблема: между корпусом и станком проходят два кабеля - кабель двигателя (красный) и кабель датчика (объединены, зеленый). Черный защитный провод отсутствует. В качестве решения будут использованы кабельные направляющие.

Для большей эффективности они должны быть из металла (токопроводящие). Эти кабельные направляющие подсоединяются к корпусу прибора и к конструкции установки (напрямую или при помощи очень коротких многопроволочных гибких перемычек). Кабели красного и зеленого цвета прижимаются к металлу направляющей, оставляя небольшое пространство между кабелями. Рис. 15.


F.15

ЭМС-экранированные шкафы

Кабельная направляющая обеспечивает альтернативный путь синфазному току. Она разделяет кабели по принципу эффекта близости - в качестве обратной линии ток всегда будет использовать ближайший проводник (при учете, что этот проводник подсоединен). При высокой частоте обратный ток (наш синфазный ток) концентрируется под проводником, генерирующий этот ток. Рис. 16.



Расстояние между красным и зеленым кабелем должно быть в 5-10 раз больше диаметра большего кабеля.

Прим.: Прокладка кабеля должна производиться вдоль широкой металлической поверхности. Для этого необязательно должна служить отдельная конструкция. Любая широкая металлическая поверхность подойдет: корпус станка или стенка шкафа.

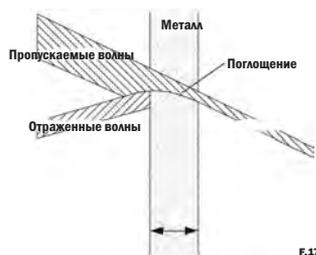
4. Заключительное действие: Экранирование оборудования от электромагнитных полей

Экранирующий эффект

Экранирование - это метод сдерживания электромагнитных полей от проникновения в корпус. Для этого корпус теоретически должен полностью состоять из металла и обладать герметичностью, сравнимой с газонепроницаемостью. В принципе, стенка может считаться как непрерывная плоскость. Часто используемая модель линии связи, в которой применяется непрерывная экранирующая стенка, изображена на Рис. 17. Когда электромагнитная волна сталкивается с металлической стенкой, часть энергии отражается, а другая часть проникает в металл. С другой стороны стенки по схожему принципу одна часть переданной волны отражается, а остальная часть пропускается вовнутрь. Уровень этой заключительной волны, исходящей с внутренней стороны стенки, в соотношении к изначальной волне на внешней стороне стенки, определяет Эффективность Экранирования (ЭЭ).

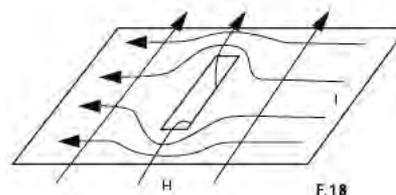
$$ЭЭ = 20 \log * \text{внешнюю волну} / \text{передаваемую волну} \text{ (дБ)}$$

Значение выражено в дБ. Абсорбция, снижающая интенсивность волны на ее пути сквозь стенку, является феноменом, именуемым как поверхностный эффект (скин-эффект). В данном механизме важную роль играют такие параметры, как толщина стенки и свойства материала, а также электрическая проводимость и магнитная проницаемость металла.



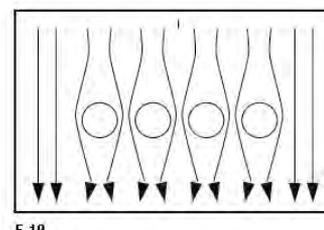
Обработка погрешностей в экранировании
Влияние отверстия в экранированном корпусе

На практике корпуса никогда не бывают полностью газонепроницаемыми! В них имеются отверстия, щели и швы, через которые «просачивается» электромагнитная энергия. Эти отверстия определяют уровень экранирования всего корпуса. Данный эффект показан на Рис. 18.



Поле создает ток в экране. Этот ток генерирует поле, которое противостоит внешнему полю. Таким образом, для экранирования могут быть использованы даже немагнитные материалы. При попадании на отверстие, току приходится его огибать. Это приводит к отражению внешнего поля в отверстии.

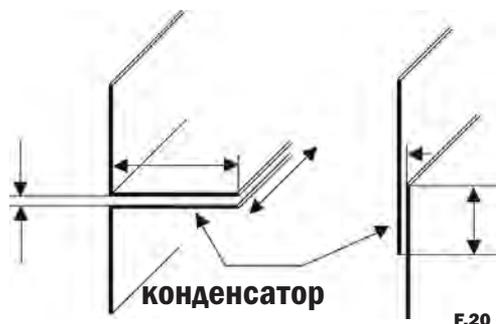
Для снижения этого эффекта необходимо заменить широкое отверстие рядом маленьких отверстий. Эта технология может применяться для отверстий, через которые должны проникать свет и воздух. Рис. 19



Влияние щелей и швов

Экранированные корпуса из тонколистовой стали сварены, как правило, при помощи точечной сварки. Это влечет за собой образование маленьких щелей, которые могут пропускать электромагнитную энергию. Утечка будет незначительной, если размер щели будет меньше, чем половина длины волны самой высокой частоты, которую необходимо экранировать. Для полей мобильных телефонов стандарта GSM (900 МГц) щели должны быть менее 16 см (примерно половина длины волны). Корпуса, изначально не предназначенные для ЭМС, могут быть модернизированы посредством соединения отдельных металлических панелей короткими многожильными перемычками. Количество перемычек определяется при помощи приведенного ранее правила для определения ширины отверстий (в данном случае оно будет обозначать расстояние между перемычками). Перекрещивание перемычек на швах может способствовать снижению высоких частот (например, если длина волны короче ширины шва). Это мера действует по принципу эффекта конденсатора. Рис. 20.

ЭМС-экранированные шкафы



Прокладка кабеля в экранированных шкафах

Никогда проводник не должен беспрепятственно вводиться в шкаф: это касается как кабелей, так и др. проводников напр. металлических труб. Рис.21.



Необходимо обеспечить прямое электрическое соединение со стенкой корпуса. При вводе кабеля нужно использовать ЭМС-сальник (см. Рис. 12).

Если позволить изолированному кабелю напрямую проникнуть в корпус, в то время, как кабельная обмотка подключена через (длинный) кабель, то образуемая им петля поглотит электромагнитную энергию (синфазный ток) и позволит ей проникнуть внутрь корпуса через обмотку. Внутри энергия будет отражена, что в свою очередь приведет к утечке! Неэкранированный кабель, проводимый сквозь стенку корпуса, предназначенную для экранирования, необходимо пропустить через фильтр, при возможности, непосредственно рядом со стенкой. Рис. 22.



Практически такое же негативное воздействие, как при вводе нефильрованного кабеля сквозь ЭМС-экран, влечет за собой ввод кабеля через щель в стенке корпуса. Если это все же необходимо, рекомендуется соединить обе стороны щели при помощи короткой многожильной перемычки.

Когда нужен ЭМС-корпус?

Большинство устройств, которые должны соответствовать директивам по ЭМС, могут быть созданы посредством применения мер, указанных в разделе 3. До тех пор, пока расстояния между кабелями и защитным экраном устройства или кабельными направляющими будет менее, чем половина длины волны самой высокой частоты, проблем практически не должно возникнуть. В промышленном окружении уровень поля достигает порядка 10 Вольт на метр (электрическое поле), в то время как в домашних условиях уровень редко превышает 3 Вольта на метр. Обратите внимание на то, что внешняя угроза в виде телефонов сети GSM присутствует везде, и что их частота может достигать 1800 МГц (половина длины волны равна 8 см)!

Самое разумное решение - это экранирование как можно более маленьких блоков: на уровне интеграции ИС (печатных плат) или на уровне интеграции в стойку. Чем больше шкаф (относительно длины волны), тем трудней осуществить экранирование.