

В. И. Иткин, технический директор, ООО «Матик-Электро», г. Москва, Российская Федерация

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

В последнее время из-за все большего усложнения аппаратуры особенно остро встала проблема обеспечения электромагнитной совместимости* (ЭМС).

Методы обеспечения ЭМС при сборке и монтаже электрического и электронного оборудования, представленные

в настоящей статье, доказали свою эффективность на практике. Это сказалось на снижении времени, затрачиваемого на разработку, отладку и запуск в эксплуатацию электрического и электронного

* Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств (ЭМС) — способность радиоэлектронных средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных радиопомех и не создавать недопустимых радиопомех другим радиоэлектронным средствам. Плохая ЭМС вызывает сбои в работе различной аппаратуры и может привести к авариям и даже катастрофическим последствиям (*Прим. ред.*).



оборудования, на повышении надежности его работы, а также на обеспечении соответствия требованиям стандартов по ЭМС. Для того чтобы экономический эффект от применения рассматриваемых методов был максимальный, необходимо их использовать с самых первых стадий проектирования. Последующая экономия средств и снижение коммерческих рисков с лихвой окупают дополнительные затраты на ЭМС.

Описываемые методы обеспечения ЭМС взяты из стандартов МЭК 6100-5-2:1997 и МЭК 61000-5-6 и переработаны с учетом опыта их применения в России и решения реальных проблем снижения помех. Обеспечение ЭМС оказывает влияние на все явления, происходящие в оборудовании, включая и электромагнитные помехи на частоте напряжения питания. Данные методы обеспечения ЭМС весьма эффективны для предотвращения появления «замкнутых контуров заземления» и повышения качества аналоговых и цифровых сигналов.

Профессиональным инженерам необходимо постоянно следить за последними достижениями в области ЭМС, а это часто означает необходимость пересмотра или замены старых методов работы по мере развития техники. Некоторые из данных методов обеспечения ЭМС противоречат традиционным.

Данная статья является лишь введением в методологию обеспечения ЭМС. Более подробную информацию можно получить из соответствующих стандартов, например, стандарт № 91/210789 DC. Настоящая статья содержит три раздела:

- Закупка электротехнических и электронных устройств с проверенными характеристиками ЭМС, соответствующими конкретной области их применения;
- Рекомендуемые методы обеспечения ЭМС при сборке шкафов управления и шкафов контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА);
- Рекомендуемые методы обеспечения ЭМС силовых установок.

Вопросы применения стандартных методов обеспечения ЭМС (таких как оценка электромагнитной обстановки предполагаемых условий эксплуатации) и обеспечения персонала инструкциями по обеспечению ЭМС, в статье не рассматриваются.

Закупка электротехнического и электронного оборудования

Электротехническое и электронное оборудование лучше всего закупать у производителей, которые заявляют расчетные и подтвержденные электромагнитные характеристики, соответствующие предполагаемым условиям эксплуатации оборудования.

В противном случае, если у оборудования недостаточны высокие показатели ЭМС, необходимо как можно раньше определить (и заложить в проект) необходимые методы экранирования и фильтрации помех.

Перед принятием решения о покупке оборудования необходимо проверить компоновку системы с точки зрения обеспечения ЭМС и ознакомиться с инструкциями, поставляемыми с оборудованием. Некоторые производители оборудования не имеют инструкций (это говорит о том, что производитель фактически не стремится обеспечить достаточно высокие характеристики электромагнитной совместимости своего оборудования), а некоторые поставляют инструкции, для реализации которых требуются большие затраты и длительное время. Для получения одних инструкций от производителей оборудования требуется специальный запрос, в других же описываются крайне трудоемкие процедуры установки. Необходимо всегда строго соблюдать инструкции производителя по обеспечению ЭМС, или же применять описанные ниже методы обеспечения ЭМС.

Сборка шкафов управления и шкафов КИПиА

В рамках данной статьи рассмотрим пять важных методов обеспечения ЭМС:

- Разделение кабелей, а также электротехнического и электронного оборудования по типам;
- Обеспечение ЭМС путем заземления через заднюю стенку;
- Разделка и подсоединение экранов кабелей на обоих концах и использование параллельных проводников заземления;
- Фильтрация помех;
- Экранирование шкафов.

Типы кабелей, трассировка и разделение кабелей

Все кабели делятся на четыре типа, и каждый тип необходимо прокладывать в отдельном кабельном коробе или жгуте. Внутри стандартных шкафов кабели разных классов не должны прокладываться параллельно на расстоянии менее 150 мм. В кабельных коробах и жгутах кабели должны прокладываться на минимально возможном расстоянии от задней стенки (которая используется для заземления). Если кабели разных типов должны пересекаться, пересечение должно осуществляться под прямым углом, и даже при прямом угле, в случае пересечения кабелей, различающихся на более чем один класс, может потребоваться дополнительное экранирование кабелей.

Все прямые и обратные токовые цепи любых нагрузок должны прокладываться вместе, на минимально возможном расстоянии друг от друга. Это особенно важно, если в токовых цепях имеются коммутаторы, реле и т. д., как показано на рис. 1.

Для прокладки слаботочных цепей лучше всего использовать витые пары, а также витые кабели с тремя или четырьмя жилами. Сборные шины следует разделять тонкими слоями диэлектрика. Отдельные очень крупные кабели необходимо прокладывать вместе на минимально возможном

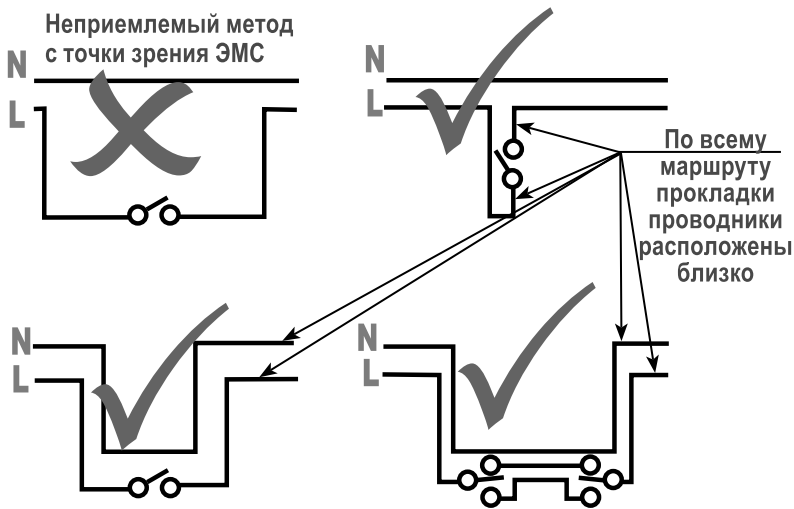


Рис.1. Возможные варианты прокладки проводов

расстоянии друг от друга (с полным учетом других физических ограничений, существующих для этих кабелей).

Класс 1 — кабели, относящиеся к цепям с маломощными и высокочувствительными к помехам сигналами. Аналоговые сигналы низкого уровня, такие как сигналы датчиков с выходными напряжениями порядка милливольт и сигналы антенн радиоприемников, отнесены к классу 1а. Кабели высокоскоростных цифровых систем связи, таких как Ethernet, отнесены к классу 1б.

Во всех кабелях класса 1 по всей их длине должны использоваться полностью экранированные кабели и соединители. В кабелях передачи данных, как правило, используются неэкранированные витые пары, но такие кабели отличаются невысокими характеристиками с точки зрения защиты от помех. Кабели класса 1а и 1б не должны укладываться в один жгут, хотя жгуты с этими кабелями могут прокладываться на довольно близком расстоянии друг от друга.

Класс 2 — кабели, относящиеся к цепям и сигналам с незначительным уровнем чувствительности к помехам. Примером таковых являются обычные аналоговые сигналы (сигналы с током 4–20 мА, напряжением 0–10 В и частотой менее 1 МГц), а также сигналы низкоскоростных цифровых интерфейсов, таких, как RS232, RS422, RS485, Centronics, и дискретных входов и выходов (типа «включено»/«выключено»). К последним относятся сигналы конечных выключателей и датчиков положения (энкодеров), сигналы управления и т. п. Внутренние соединения в блоках питания постоянного тока также относятся к классу 2, за исключением «звена постоянного тока» силовых преобразователей и электроприводов.

Класс 3 — кабели, относящиеся к цепям, создающим невысокий уровень помех. Это, например, цепи напряжений переменного (менее 250/440 В) и постоянного тока, подаваемых от внешних источников питания, при условии, что эти цепи тщательно отделены от всего оборудования, создающего электромагнитные шумы. Кабели в цепях внешнего питания

переменного и постоянного тока, подводимого к оборудованию, создающему электромагнитные шумы, также могут быть отнесены к классу 3 при условии, что в этих цепях установлены соответствующие фильтры.

Кроме того, к классу 3 относятся кабели в цепях сигналов управления с резистивными и демпфированными индуктивными нагрузками (например, обмотки реле, контакторов, соленоидов, пускателей, электроклапанов и т. д.); кабели для подключения двигателей с прямым пускателем от сети и кабели так называемых «безыскровых» двигателей постоянного тока.

Также к этой группе относятся кабели питания двигателей от инверторных электроприводов при условии, что в последних предусмотрен выходной («синусоидальный») фильтр, подавляющий ВЧ составляющие.

Класс 4 — кабели, относящиеся к цепям, создающим высокий уровень помех. К таковым относятся силовые присоединения, идущие к регулируемым электроприводам и силовым преобразователям, или относящиеся к их звену постоянного тока. Путем тщательного подбора и установки соответствующих фильтров имеется возможность «поднять» эти кабели до класса 3 (см. ниже). К классу 4 относятся кабели электро-сварочного оборудования, РЧ оборудования (оборудование для сварки пластмасс и для склеивания дерева, оборудование ВЧ-нагрева, микроволновые сушилки и печи и т. д.), двигателей постоянного тока, машин с контактными кольцами и другого аналогичного «шумящего» оборудования.

Кабели в источниках питания среднего напряжения (более 250/400 В) также считаются относящимися к классу 4. То же относится и к кабелям, идущим к передающим ВЧ-антеннам и недемпфированным индуктивным нагрузкам.

По возможности, все кабели класса 4 должны быть экранированы, и к ним должны подключаться экранированные соединители. Так как высоковольтные сборные шины и распределительные кабели с воздушной изоляцией не могут экранироваться, то кабели другого класса, расположенные вблизи них, должны быть защищены дополнительным экраном. В качестве экрана также может использоваться и броня кабелей, но в этом случае требуется надежное электрическое соединение по всей окружности брони (360°) на всех стыках и конечных соединениях, но даже в этом случае бронирование не обеспечивает достаточно надежное экранирование на высоких частотах.

(Продолжение статьи в следующем номере журнала).