

# Фильтры для частотных инверторов

Патрик Хойджен

## Фильтры для частотных инверторов

Частотные инверторы используются для питания электродвигателей с динамически изменяющимся режимом работы. Часто двигатели бывают удалены от инвертора и соединены с ним длинным кабелем, что может создавать угрозу выхода двигателя из строя, а также помехи для других устройств. В статье рассматриваются устройства для фильтрации входных и выходных напряжений инвертора для обеспечения электромагнитной совместимости по стандарту ЭМС и повышения эксплуатационных характеристик двигателей.

Правильный выбор типа инвертора, в сочетании с подходящими фильтровыми элементами, может решить большинство проблем с помехами в системах силового привода. Также весьма важно для обеспечения хорошей электромагнитной совместимости (ЭМС) правильно произвести выбор параметров компонентов. Неправильное использование фильтров может привести даже к увеличению уровня помех. Если производитель привода не предоставляет инструкций, то пользователь должен позаботиться о правильной настройке, процесс которой зачастую не вполне ясен и является мучительным занятием. Использование комбинации Schaffner / Toshiba гарантирует целостный подход к выбору изделий и наличие подробных инструкций.

Фирма Schaffner разработала большую номенклатуру ЭМС-фильтров для поддержания уровня помех частотных инверторов в требуемых пределах. Применение этих фильтров помогает избежать зачастую неоправданного увеличения размеров частотного инвертора. Средняя продолжительность жизни двигателей увеличивается благодаря высококачественной фильтрации. При применении правильного типа фильтра также снижается до приемлемого уровня и акустический шум инвертора.

Schaffner - швейцарская компания, специализирующаяся на изделиях ЭМС самого широкого применения. Основная сфера деятельности - фильтрация в линиях электропитания. Представителем Schaffner на российском рынке является фирма РЭГР (Российская Электронная Группа).

Портфель продукции фирмы Schaffner включает в себя входные и выходные фильтры, комбинированные фильтры, линейные 3-х фазные дроссели и фильтры специального назначения.

Продукция фирмы SCHAFFNER



## Входные фильтры

Составляющая напряжения частотой 50 Гц проходит через фильтр беспрепятственно, в то время как характеристические шумы преобразователя сильно уменьшаются. Правильный выбор фильтра питания уменьшает электрические шумы генератора до уровня ниже установленного соответствующими стандартами. В стандартной поставке предусмотрены фильтры, рассчитанные на силу тока от 1 до 60 А. Диапазон их характеристик начинается от простых схем с небольшим ослаблением до сложных схем с ослаблением более 80 дБ. Трехфазные фильтры обеспечивают такие же параметры. Они поставляются в виде стандартных изделий для работы при напряжении от 400 до 690 В и номинальной силе тока от 7 до 2500 А.

Недавно фирма Schaffner представила серию фильтров FN3400, соответствующую стандарту EN61000-3-2. Эти нормы вступили в силу с 1 января этого года и вводят ограничения на величину гармонических составляющих электрической сети - нечетные гармоники сети с частотами 150, 250, 350, 450, 550 Гц и т. д. Нормы вводят ограничения на максимально допустимые амплитуды каждой из этих гармоник. Фильтры серии FN3400 подавляют побочные излучения и уменьшают наводимые инвертором в сеть гармоники. Они поставляются в виде стандартных изделий для работы при силе тока от 8 до 24 А и напряжении до 480 В.

## Выходные фильтры

Выходные фильтры служат для снижения шума на выходе инвертора, управляющего двигателем. Подавление этого шума существенно отличается от подавления шума в сети. Фирма Schaffner разработала три семейства выходных фильтров. Простейшими выходными фильтрами являются фильтры по производной напряжения  $dV/dt$  серии FN510. Эти недорогие фильтры решают множество проблем. Ограничение скорости изменения напряжения

и снижение перенапряжений на обмотках двигателей позволяет устанавливать двигателе на большом (до 200м) удалении от управляющего инвертора. Наличие таких фильтров также снижает нагрузки в подшипниках двигателя и позволяет реализовать весь срок его службы. Без фильтра по производной срок службы двигателя уменьшается на 10% по отношению к его декларированному сроку работы.

Фильтры серии FN510 поставляются в виде стандартных изделий для работы при силе тока от 4 до 66 А и длинах кабелей до 200 м.

Если необходимо уменьшить также и акустический шум, создаваемый обмотками двигателя, следует использовать фильтры серии FN520. Эти фильтры уменьшают число гармоник выходного напряжения, в результате чего уменьшается уровень акустического шума и величина вихревых токов. Вихревые токи протекают по подшипникам двигателя, вызывая их коррозию и сокращая срок службы двигателя. Уменьшение вихревых токов в подшипниках означает удешевление технического обслуживания двигателя. На практике это означает, что подшипники необходимо менять всего раз в пять лет, а не раз в год или около этого.

Полная очистка выходного напряжения инвертора достигается с помощью синусоидальных фильтров серии FN530. Их применение обеспечивает на выходе идеальное синусоидальное напряжение. Разница, по сравнению с ранее описанными фильтрами, заключается в том, что емкостные токи между обмотками двигателя и "землей" уменьшаются практически до нуля. Это позволяет использовать неэкранированные кабели длиной до 1 км! Требования ЭМС легко обеспечиваются даже при работе с современными частотными инверторами.

Для работы с еще большими токами фирма Schaffner недавно представила новую серию синусоидальных фильтров FN5010, которые работают при токах до 410 А.

## **Безэкранные фильтры**

На практике, входные и выходные фильтры могут отрицательно влиять друг на друга. Особенно осторожным надо быть в случаях, когда входной фильтр встроен в преобразователь. Проблемы подчас возникают сразу при подключении выходного фильтра. Это побудило Schaffner разработать концепцию безэкранных фильтров, который объединяет в одном корпусе идеально согласованные входной и выходной фильтры. Диапазон рабочих токов этого фильтра варьируется от 6 до 63 А, и он может быть использован для работы с кабелями длиной до 600 м. Кабели не требуют экранирования, что бывает полезно, если кабели уже проложены или они должны быть гибкими. При использовании безэкранных фильтров установка становится простой и понятной процедурой.

## **Специальные фильтры**

Тококомпенсирующие дроссели бывают полезны в ситуациях, когда необходимо обеспечить специальный режим работы фильтров. Существуют дроссели с двумя, тремя и четырьмя тококомпенсирующими обмотками на кольцевом (тороидальном) сердечнике. Дроссели, выпускаемые фирмой Schaffner, могут использоваться для работы при переменном напряжении до 600 В и силе тока от 6 до 64 А. Дроссели обеспечивают большое сопротивление для шумовых токов, текущих из преобразователя в электрическую сеть. В случаях, когда стандартный фильтр невозможно использовать по соображениям размеров или стоимости, с помощью тококомпенсирующего дросселя и, если необходимо, конденсаторов типа X и Y можно создать фильтр питания, подходящий для конкретной ситуации.

## **Фильтрация возвратной энергии**

В некоторых ситуациях двигатели могут возвращать часть энергии обратно в сеть. Это случается, например, когда груз поднимается на некоторую высоту и затем снова сбрасывается вниз. Потенциальная энергия груза преобразуется в электрическую с помощью двигателя, работающего в этом случае как генератор. Для возврата этой электроэнергии в сеть необходимо наличие специального устройства рекуперации. Фирма Schaffner разработала фильтры для подобных установок. Фильтры серии FN3400 могут применяться с частотными инверторами, которые возвращают энергию в электрическую сеть. Они поставляются в виде стандартных изделий для работы при силе тока от 35 до 110 А и максимальном напряжении фазы до 520 В.

В случае проблем с ЭМС только измерения могут показать, какое решение будет оптимальным в каждой конкретной ситуации. Если производитель инвертора не предоставляет четких инструкций, то настоятельно рекомендуется проконсультироваться со специалистом. Это обеспечит правильное использование фильтров, а также предохранит конечного пользователя от применения дорогих фильтров, которые не являются на самом деле необходимыми или же не действуют в нужном частотном диапазоне. Фирма Schaffner имеет современную лабораторию, специально оборудованную для тестирования систем силового привода. Эта лаборатория аккредитована швейцарским правительством для проведения подобных измерений.