

# ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС: СТАНДАРТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Эрик Тёрнер,

авторизованный перевод А. Подолько testpribor@escltd.ru

Современная радиоэлектронная техника требует качественного электропитания – стабильного и содержащего минимум помех. К сожалению, современные сети электропитания не отвечают в полной мере этим требованиям. Поэтому необходимо тестировать технику на устойчивость к различного рода искажениям напряжения. Кроме того, нужно контролировать уровень помех, которые вносит в сеть само оборудование. Этот комплекс задач является составной частью более общей проблемы – электромагнитной совместимости (ЭМС). В статье кратко рассматриваются стандарты, регламентирующие ЭМС, и испытания оборудования на соответствие им.

## СТАНДАРТЫ ДЛЯ ЭМС

Требования к ЭМС для различного оборудования устанавливает стандарт Международной электротехнической комиссии (МЭК, англ. IEC) 61000. Он регламентирует значения и методы измерений гармоник, фликера и других характеристик напряжения питания. Стандарт МЭК 61000 имеет ряд разделов (табл.1). CENELEC, Европейский комитет по стандартизации в области электротехники и электроники, принял аналогичные стандарты – они имеют такой же номер, но отличаются префиксом EN. Есть и ГОСТы, соответствующие стандартам МЭК (см. табл.1).

МЭК 61000 устанавливает четыре испытательных класса – А, В, С и D. Классы В, С и D характеризуют определенные изделия и семейство изделий. Все остальные изделия и оборудование с электроприводом автоматически причисляются к классу А (табл.2). Нормы для оборудования классов А и В даются для среднеквадратичного значения тока, а нормы классов С и D – для уровня мощности испытываемого изделия.

Неправильно рассчитанное или спроектированное электрооборудование зачастую будет работать со сбоями, если в электрической сети питания, например работающей на частоте 50 Гц, возникают

**Таблица 1.** Стандарты, адресованные к некоторым проблемам ЭМС

Номер спецификации МЭК	Номер ГОСТа	Проблема ЭМС
61000-3-2	51317.3.2	Эмиссия гармоник
61000-3-3	51317.3.3	Колебания напряжения, фликер
61000-4-11	51317.4.11	Провалы и прерывания напряжения
61000-4-13	51317.4.13	Гармоники и интергармоники
61000-4-17	51317.4.17	Пульсации напряжения постоянного тока
61000-4-14	51317.4.14	Колебания напряжения электропитания
61000-4-28	51317.4.28	Изменения частоты напряжения питания
61000-4-15	51317.4.15	Измерение фликера

**Таблица 2.** Классификация по МЭК

Класс	Включает в себя
A	Оборудование с электроприводом, бытовую аппаратуру и трехфазное оборудование
B	Переносной электроинструмент, работающий непосредственно от сети 230 В, 50 Гц
C	Световое оборудование, включая устройства регулирования, с потребляемой мощностью >25 Вт
D	ПК, мониторы и телевизоры с номинальной мощностью от 75 до 600 Вт

колебания напряжения или паразитные гармоники. Довольно часто работа электрооборудования может казаться нормальной, но при определенном стечении обстоятельств воздействие гармоник усиливается, и это приводит к разрушительным результатам. Чтобы избежать таких ситуаций, оборудование должно соответствовать определенным стандартам. Наиболее важными стандартами для испытаний на устойчивость к колебаниям напряжения являются МЭК 61000-4-11 и МЭК 61000-4-13.

С другой стороны, само устройство может создавать в сети электропитания слишком много паразитных гармоник или чрезмерные колебания напряжения (так называемый фликер) и в результате воздействовать на другое оборудование. Поэтому для ограничения такого вредного воздействия имеются соответствующие требования стандартов МЭК 61000-3-2 и МЭК 61000-3-3.

Спецификации МЭК постоянно обновляются и совершенствуются. В 2011 году ожидается ряд изменений в спецификациях МЭК, в том числе в стандартах 61000-3-2 и 61000-3-3. Так, в стандарт 61000-3-3 будут внесены дополнения, отражающие переход высокоэффективных маломощных световых приборов на компактные флюоресцентные и светодиодные лампы. Дело в том, что эти лампы реагируют на колебания напряжения иначе, чем обычные лампы накаливания, на которых основан стандарт фликера. Для завершения данной работы, вероятно, потребуется несколько лет. Что касается стандарта 61000-3-2, то новая редакция будет принята в течение следующих шести месяцев. В стандарте появится обновленная таблица испытаний электроприводов с регулируемой скоростью. В ней учитываются



**Рис.1.** Система для испытаний на соответствие стандартам МЭК

несколько типов электроприводов, в том числе электропривод с низким емкостным сопротивлением, имеющий прямоугольную форму тока.

Как правило, стандарты испытаний на ЭМС предназначены для устройств, которые потребляют, а не вырабатывают электроэнергию. Однако это положение меняется в связи с появлением распределенных возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и энергия ветра. Для этих источников энергии предназначены нормы стандарта МЭК 61000-3-15 – "Оценка пределов устойчивости и требования к помехоэмиссии для распределенных генерирующих систем в низковольтных распределительных сетях". Этот документ находится на стадии разработки.

**ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ**

Когда изменяются стандарты или разрабатывается новое изделие, инженеры должны провести испытания, чтобы добиться соответствия своего оборудования последней версии стандарта. Это необходимо, в частности, для получения знака соответствия CE. Приведем пример таких испытаний.

Тестировалось оборудование для информационной инфраструктуры, включая устройства хранения данных. Изготовитель должен обеспечить высокую надежность работы этих устройств. Поэтому необходимо было провести испытания на устойчивость к провалам и прерываниям напряжения, а также на помехоустойчивость и помехоэмиссию.

Испытания проводились на комплексе серии CTS 3.2 производства компании АМТЕК Programmable Power. Он представляет собой готовую к эксплуатации систему для испытаний на соответствие различным стандартам ЭМС: МЭК 61000-3-2, МЭК 61000-3-3 и группу МЭК 61000-4.

Система CTS 3.2 состоит из программируемого источника электропитания переменного тока серии iX, анализатора качества электроэнергии и системы сбора данных на базе ПК (рис.1). Программное обеспечение системы CTS,

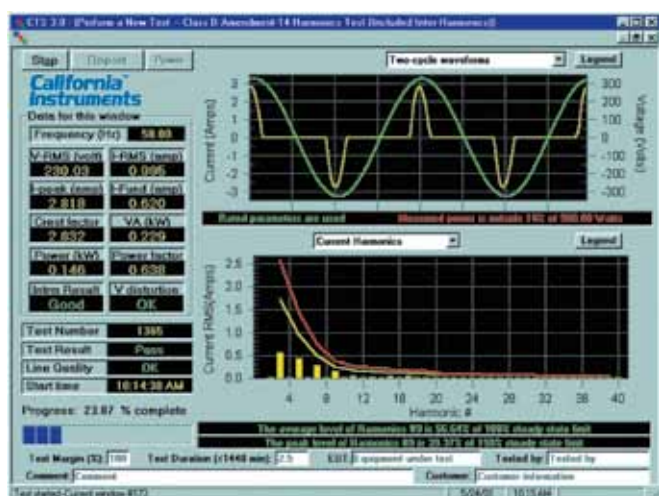


Рис.2. Интерфейс программного обеспечения системы CTS

работающее на платформе Windows, проводит автоматизированные испытания по стандартам МЭК и формирует подробные протоколы результатов, которые сохраняются на диске ПК, позволяя выполнять их последующий анализ. На дисплей ПК выводятся формы колебаний и уровни гармоник, а также параметры электропитания и условия испытания (рис.2).

Важная отличительная особенность источников питания серии iX заключается в том, что они могут формировать напряжение различной формы, которое имитирует колебания напряжения и помехи в сети. В частности, в этих источниках есть набор готовых программ, с помощью которых можно генерировать искажения в сети питания, описываемые соответствующими стандартами ЭМС. Следовательно, подключая тестируемое оборудование к такому источнику, можно протестировать его работу при том или ином отклонении

напряжения от норматива. Разумеется, источник питания может генерировать и нормативное напряжение – например 220 В на частоте 50 Гц. Тогда с помощью анализатора качества электроэнергии можно измерить искажения, вносимые в сеть самим тестируемым оборудованием.

Такая схема испытаний на ЭМС успешно решает две важные задачи:

- позволяет поддерживать последующие редакции стандартов путем установки нового программного обеспечения, снижая опасность морального старения системы тестирования по мере развития стандартов;
- дает возможность регистрировать все данные каждого испытания, поскольку результаты измерений в реальном времени передаются на жесткий диск ПК.

В процессе тестирования анализатор качества электроэнергии в соответствии с требованиями стандартов МЭК выдавал подробную информацию о напряжении и токе в сети. Были выполнены в реальном времени измерения гармоник и интергармоник. Данные по искажениям напряжения и гармоническим составляющим тока сравнивались с нормами для соответствующих классов МЭК.

Полученные в результате тестирования результаты будут храниться в специальной защищенной паролем базе данных. При дополнении существующих стандартов ЭМС или появлении новых можно будет легко модифицировать программное обеспечение системы тестирования CTS и провести испытания на соответствие оборудования этим стандартам.

Таким образом, возможность обновления программного обеспечения помогает заметно сократить процесс сертификации оборудования. ●

## СУПЕРКОНДЕНСАТОР НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО ГРАФЕНА СО СРОКОМ СЛУЖБЫ 27 ЛЕТ

В Бруксгейвской национальной лаборатории Министерства энергетики США было проведено исследование активированного графена, полученного в Остинском университете Техаса. Исследование показало, что суперконденсаторы на основе активированного графена способны выдерживать не менее 10 тыс. циклов зарядки/разрядки. При использовании в блоке, заряжаемом один раз в день, срок службы такого конденсатора в качестве источника питания составит 27 лет. Специалисты Министерства энергетики

надеются, что большие конденсаторы на активированном графене смогут также способствовать накоплению энергии таких источников, как ветер и солнце.

Активированный графен ведет себя как губка, собирающая электроны. Энергия накапливается обкладками конденсатора, площадь которых велика благодаря придаваемой графену при активации пористой наноструктуре, состоящей как бы из вывороченных наизнанку и расщепленных на концах нанотрубок. Наноразмерная

структура графеновых обкладок конденсатора состоит из сетки искривленных стенок атомной толщины, образующих тонкие поры шириной 1–5 нм. Ученые Остинского университета использовали гидроокись калия для активации графеновых обкладок конденсатора, которые имели отрицательную крутизну. Сейчас ведутся работы по оптимизации размеров пор материала, используемого для создания конденсаторов, топливных ячеек и для проведения катализа.

www.eetimes.com