

Имитаторы качества электрической энергии систем электроснабжения

Александр Подолько (Москва)

В статье обсуждается проблема обеспечения надёжной работы современных технических средств в условиях воздействия помех и различных нестабильностей в сети электропитания. Предлагается моделирование воздействующих факторов при помощи комплекса имитации бортовой сети.

Проблема обеспечения надёжной работы современных технических средств (ТС) в условиях воздействия помех и различных нестабильностей в сети электропитания всегда была актуальной. Существует большое число публикаций, посвящённых этой теме. Приняты и действуют отраслевые и государственные стандарты, которые регламентируют требования к качеству электрической энергии как в сети общего назначения, так и в автономных системах электроснабжения (СЭС) различных объектов. Разработаны и действуют отечественные и международные стандарты, в которых установлены требования и методы проверки ТС на соответствие качеству электропитания и электромагнитной совместимости (ЭМС).

Однако выполнение данных требований в полном объёме, с проведением испытаний ТС на восприимчивость к помехам в сети питания, до настоящего времени сдерживалось отсутствием аттестованного испытательного оборудования – имитаторов СЭС, которые обеспечивали бы моделирование всех необходимых показателей качества

электроэнергии (ПКЭ). Попытки создания такого оборудования неоднократно предпринимались отечественной промышленностью, но выпущенные образцы не находили широкого применения по разным причинам, в том числе и технического характера.

Технически проще всего реализуется имитация ПКЭ сети постоянного тока. Опытные образцы имитаторов авиационной СЭС 27 В постоянного тока ограниченной мощности в различное время выпускались отечественной промышленностью в виде лабораторных приборов, а некоторые модели до сих пор предлагаются на рынке.

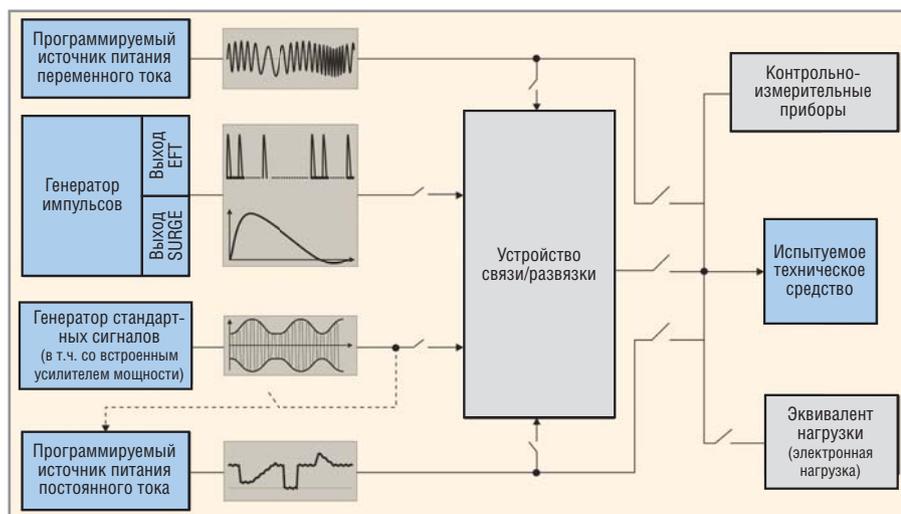
Моделирование для сети переменного тока всех необходимых изменений частоты питающего напряжения (установившиеся и переходные отклонения, модуляция), а также различных искажений формы напряжения с требуемым спектром гармонических составляющих является довольно сложной технической задачей. Поэтому часто для имитации сети переменного тока приходится использовать источники питания на основе элект-

ромашинных агрегатов, т.е. уникальное, нестандартное оборудование, которое не предназначено для широкого применения.

Развитие силовой электроники и появление на современном рынке программно-управляемых источников постоянного и переменного тока позволяет максимально просто и с наибольшей эффективностью решить проблему моделирования любого из показателей качества электроэнергии и создавать комплексы имитации практически любых СЭС.

Разработчикам аппаратуры предлагается несколько вариантов комплексов имитации систем электроснабжения (КИСЭС) в различной комплектации:

- «КИСЭС-Авиа» для проведения испытаний авионики, устанавливаемой на борт самолёта или вертолёт, на соответствие требованиям ГОСТ 19705-89, МУ-160, КТ-160, DO-160D;
 - «КИСЭС-Авто» для проведения испытаний аппаратуры, предназначенной для оснащения автомобилей и бронетанковой техники, на соответствие требованиям ГОСТ 28751-90, ГОСТ 21999-89;
 - «КИСЭС-Море» для проведения испытаний аппаратуры, устанавливаемой на борт кораблей и подводных лодок;
 - «КИСЭС-Связь» для проведения испытаний аппаратуры, предназначенной для оснащения передвижных пунктов связи, на соответствие ГОСТ РВ 51937-2002;
 - «КИСЭС-Космос» для проведения испытаний аппаратуры, предназначенной для установки на искусственные космические объекты.
- Структурно каждый комплекс состоит из следующего серийно выпускаемого оборудования (см. рисунок):
- программируемого источника питания, способного изменять выходное напряжение (частоту для источника переменного тока) в широких пределах, обеспечивая требуемые в нормативно-технической документации (НТД) параметры;
 - различных генераторов импульсных помех, обеспечивающих создание



Структурная схема комплексов имитации систем электроснабжения

импульсов напряжения в зависимости от требований НТД – амплитудой от 50 В до 10 кВ длительностью от 50 нс до 700 мкс;

- генератора гармонических помех;
- устройства связи/развязки для ввода в сеть питания импульсов напряжения и гармонических помех.

Программное управление комплексов обеспечивает автоматическую установку требуемых в НТД напряжений (частот) в сети электропитания, которые подаются на испытуемое ТС в заданной последовательности и длительности.

В качестве источников постоянного тока могут использоваться как модели на основе линейной стабилизации напряжения, так и с использованием импульсных методов преобразования энергии.

Главными достоинствами источников питания на основе линейного стабилизатора напряжения является формирование очень чистого питания и возможность обеспечить очень быстрое (не более 200 мкс) программное изменение напряжения во всём выходном диапазоне. Эти свойства, в совокупности с прилагаемым программным обеспечением для построения кривых выходного напряжения, позволяют имитировать наложение на постоянное напряжение переменного напряжения с частотой до 2 кГц. Кроме того, существуют возможности «подмешивать» в питание мощной нагрузки гармонические колебания до 100 кГц, вырабатываемые обычным лабораторным маломощным генератором. Есть и другие, полезные для испытания аппаратуры функции, например, возможность кратковременной отдачи в цепь питания тока, в три раза превышающего номинальный (максимальный).

Комплексы имитации сети переменного тока строятся на основе программируемых источников питания как однофазных, так и чисто трёхфазных моделей с максимальной мощностью до 2250 Вт. Однофазные источники могут для увеличения мощности работать параллельно, а также их можно сконфигурировать в трёхфазные.

В режиме переменного тока эти программируемые источники питания позволяют выдавать любое напряжение питания от 0 до 300 В с частотой от 16 до 1000 Гц. Напряжение может быть модулировано как по амплитуде, так и

по частоте, а для трёхфазных источников может быть запрограммирован фазовый сдвиг, изменяемый во времени, и разбаланс напряжений в различных фазах. Также возможно получение переменного напряжения со сдвигом на постоянную составляющую.

Набор устройств генерации импульсных и гармонических помех для разных типовых вариантов комплектации мало зависит от рода тока имитируемой сети, скорее – от требований НТД. В одних случаях используются вышеописанные возможности источников питания, в других – стандартные лабораторные генераторы в комплексе с широкополосными высокочастотными усилителями мощности, в третьих случаях – генераторы высоковольтных импульсов и мощные генераторы гармонических помех.

Генераторы высоковольтных импульсов и мощные генераторы гармонических помех формируют помехи, нормированные по форме, частоте и амплитуде согласно международной системе стандартов ЭМС для электросетей общего назначения. Форма, частота и амплитуда допустимых помех, регламентированная

отраслевыми (точнее, «видовыми») стандартами, часто отличаются от сигналов, вырабатываемых серийно выпускаемыми генераторами. Например, импульсы напряжения, возникающие в электросети общего назначения, имеют длительность 100 мкс, а в авиационной СЭС по ГОСТ 19705-89 – 10 мкс. Используя различные схемы согласования («рассогласования»), аттенюаторы и дополнительные нагрузки, можно преобразовывать формы импульсов одного стандарта в импульсы другого стандарта.

Компактность и удобство пользования комплексом имитации бортовой сети позволяет использовать его на всех стадиях жизненного цикла ТС: от разработки до приёмо-сдаточных испытаний, а также при аттестации серийно выпускаемой продукции, в том числе и зарубежной.

В заключение следует добавить, что поставляемые комплексы имитации бортовых сетей, как правило, аттестовываются с участием 32-го ГНИИИ МО на возможность проведения испытаний ТС в соответствии с требованиями, установленными в конкретной НТД. ©

