

Улучшение качества электроэнергии

и снижение уровня гармоник

Все чаще встречается растущее число нагрузок, имеющих нелинейную характеристику тока, что создает гармонические искажения в сети и значительно ухудшает качество электроэнергии. Компания EPCOS представляет PQSine — активный фильтр гармоник, способный эффективно подавлять нежелательные гармоники.

Перевод и комментарии:
Евгений Карташов

Анатолий Савельев

anatoly.saveliev@eu.tdk.com

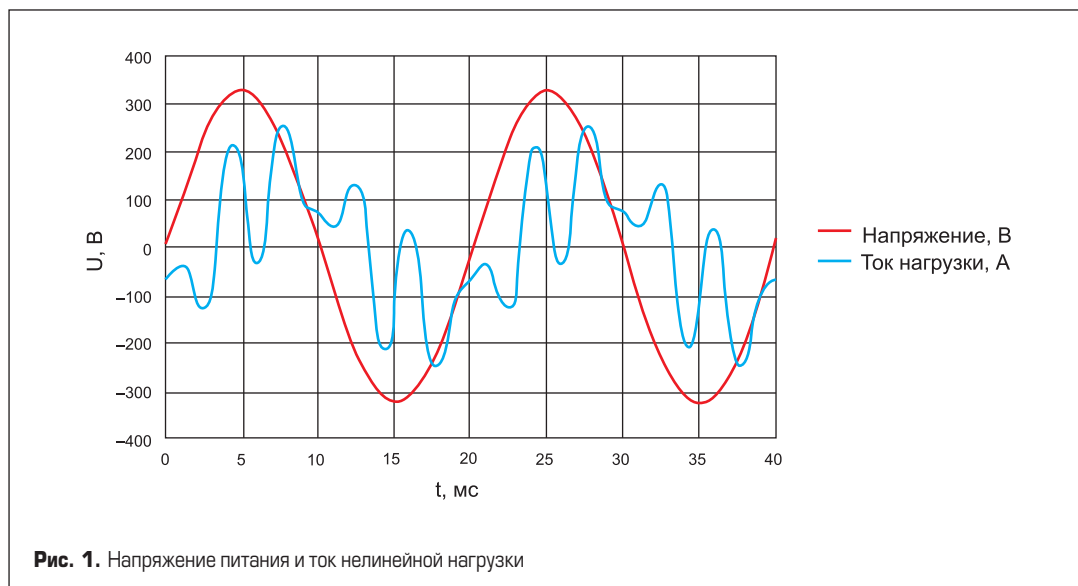
Линейная нагрузка сейчас практически не встречается на промышленных предприятиях, в офисных зданиях, центрах обработки данных и даже в частных домах. Нелинейная нагрузка, напротив, становится все более распространенной: частотные преобразователи в приводах, импульсные блоки питания, используемые в IT-технике и коммуникационном оборудовании, а также все чаще и чаще в бытовой технике. Даже в современных системах освещения применяют в основном блоки питания с нелинейной формой тока (рис. 1). Из-за нелинейного характера нагрузки форма тока не повторяет синусоиду напряжения, создавая нежелательные гармонические искажения.

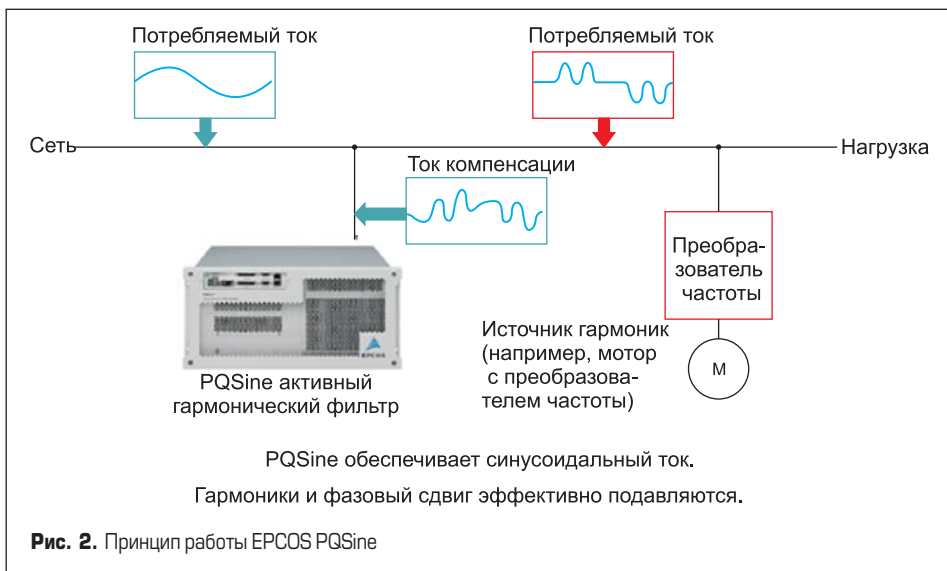
Нелинейный ток, приводящий к образованию гармоник, часто является причиной искажения синусоидальной формы напряжения, что, в свою очередь, может привести к наведению помех на другую нагрузку. Гармонические составляющие кратны ба-

зовой частоте, то есть 50 или 60 Гц. Они имеют разную амплитуду, их спектр может распространяться и в килогерцовый диапазон. «Загрязнение» гармониками оказывает негативное воздействие на качество энергии, а именно:

- создает проблемы для других нагрузок из-за плохого качества сетевого напряжения;
- дополнительно нагружает нулевой провод, так как гармонические составляющие 3-го, 9-го, 15-го, 21-го порядка и т. д. суммируются там и приводят к недопустимому увеличению тока;
- вызывает нарушение симметрии фаз (в частности, при работе однофазных импульсных источников питания), что способствует генерации дополнительных гармоник.

Кроме того, гармоники, попадающие в линии передачи данных или магистральные сети, могут осложнять работу чувствительных устройств или даже разрушать их. Типичный пример — контрол-





леры, управляющие производственными процессами на предприятиях, или серверы в центрах обработки данных, где воздействие гармоник способно повреждать данные и наносить огромный ущерб.

Для устранения или компенсации гармоник непосредственно на нагрузке, как правило, используют пассивные компоненты. Это требует точной настройки резонансного контура, включающего в себя конденсаторы и индуктивности, на каждую гармоническую частоту. Такое решение реализуемо только для ограниченного спектра гармоник.

Компенсация гармоник с помощью активных фильтров

Компания TDK предлагает компоненты серии EPCOS PQSine — элегантное и полностью автоматизированное решение многих проблем, вызванных наличием гармоник и фазовых сдвигов. Фильтр PQSine подключается к сети параллельно нагрузке, являющейся причиной образования гармоник. Ядро нового активного гармонического фильтра — контроллер на основе 32-разрядного цифрового сигнального процессора (DSP) с частотой дискретизации 48 кГц. Благодаря малому времени отклика (21 мкс) PQSine обеспечивает наилучшую в своем классе производительность. Новый алгоритм селективного управления (SDC — selective drive control) работает быстрее, чем обычные алгоритмы, основанные на быстром преобразовании Фурье (FFT). С помощью данных, полученных в режиме реального времени, PQSine формирует компенсирующий ток в сети, который подавляет

искажения, связанные с нелинейностью тока нагрузки (рис. 2).

Фильтры серии PQSine предназначены для использования в 3-фазных сетях 50/60 Гц с нейтралью и без нее в диапазоне напряжений от 200 до 480 В. Они способны детектировать и фильтровать гармоники вплоть до 50-го порядка (2500/3000 Гц). Новые фильтры можно наращивать каскадно по 60 А, обеспечивая максимальный ток компенсации до 600 А в одном устройстве.

Модульная структура для максимальной гибкости

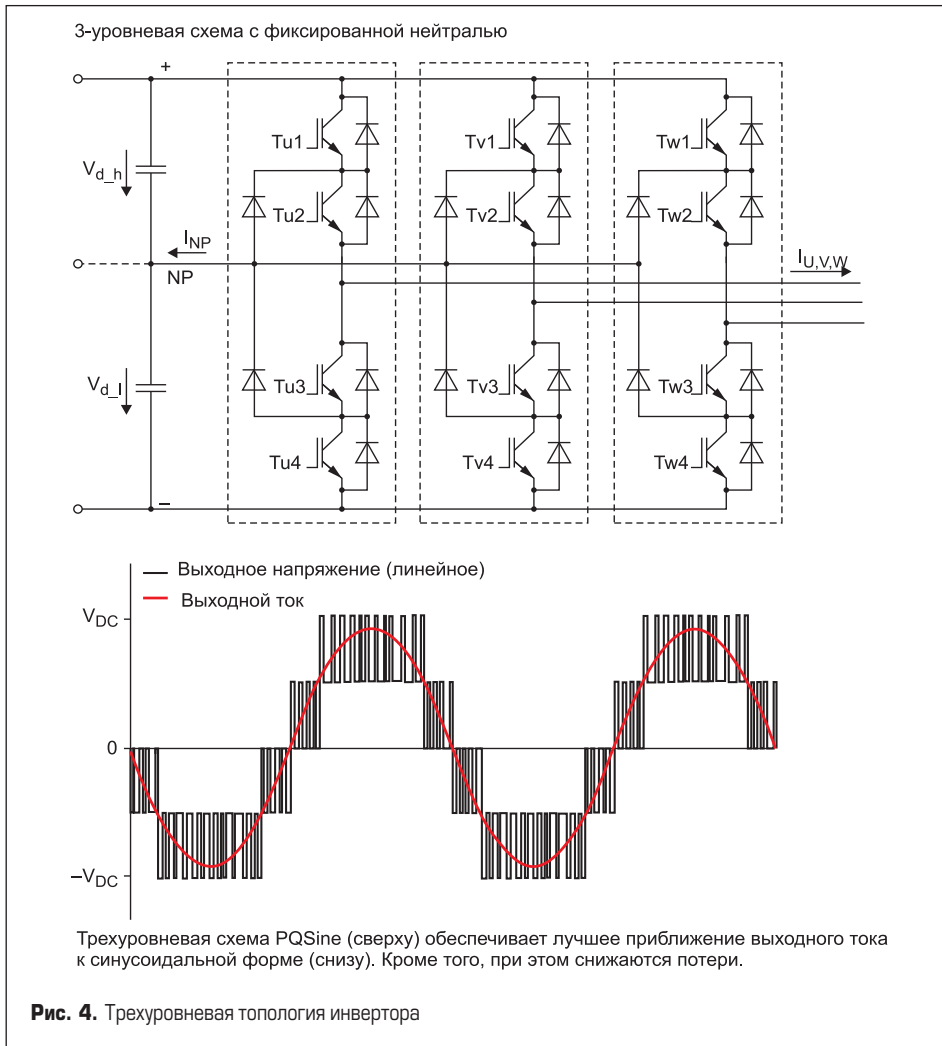
Модульная структура компонентов серии PQSine предлагает огромные возможности, например быструю замену 60-амперных модулей. Кроме того, стандартный шкаф с фильтром на 180 А может быть быстро расширен с помощью одного или двух блоков, например, до общего тока 300 А (пять модулей). Для этого единичные фильтры просто вставляются в шкаф с силовой шиной, рассчитанной на ток до 300 А (рис. 3). Для подключения не требуется ни сверление, ни болтовое соединение, поскольку силовые контакты и шлейфы управления выполнены по принципу plug-in.

В отличие от обычных корректоров коэффициента мощности, способных компенсировать только индуктивную нагрузку, модули PQSine имеют возможность компенсации емкостной реактивной мощности. Обладающие высокой фильтрующей способностью, активные гармонические фильтры PQSine обеспечивают балансировку нагрузок во всех трех фазах. Кроме того, при использовании четы-



Таблица. Основные характеристики активных гармонических фильтров EPCOS PQSine

Минимальное/максимальное входное напряжение, В (AC)	180–528 (3P3W PQSine) 180–460 (3P4W PQSine)
Номинальная частота, Гц	50/60
Ток компенсации, А	60 на 1 модуль
Модульность	Каскадное соединение до 600 А
Время отклика, мкс	21



рехпроводных устройств компенсируются токи и в нулевом рабочем проводнике.

Высокая надежность обеспечивается наличием систем самоконтроля. Наиболее важные функции:

- защита от перегрузки;
- отключение при превышении температуры;
- защита от перенапряжения или падения напряжения;
- мониторинг работы системы вентиляции.

Доступны сенсорные цветные 7- и 12,1-дюймовые TFT-дисплеи для удобства ввода и чтения данных. PQSine позволяет использовать весь набор существующих стандартных интерфейсов для управления, программирования и диагностики: Ethercat 100 Мбит/с, USB, Active Sensor Bus (ASB) и Display Bus.

Снижение уровня потерь

Большинство активных фильтров построены по традиционной двухуровневой схеме на основе IGBT-модулей. Подобная топология сопоставима с 6-импульсными преобразователями частоты. В отличие от них, в блоках PQSine использована трехуровневая (3L) топология, включающая в общей сложности 12 модулей (4×IGBT на фазу). При этом достигается значительно лучшее приближение к синусоидальной форме выходного сигнала, чем в двухуровневой системе (рис. 4). Динамические потери также существенно снижаются, поскольку в 3L-инверторе каждый IGBT коммутрует только половину рабочего напряжения (таблица). Срок изготовления PQSine на заказ — две-три недели.