

Коррекция гармоник входного тока в маломощных сетевых источниках питания

Виктор Жданкин

Коррекция коэффициента мощности (КМ) на входе импульсных источников питания (ИП) является полезным, но несущественным параметром, согласно новому Европейскому стандарту, определяющему уровни гармонических составляющих входного тока.

Новый европейский стандарт EN 61000-3-2, который должен быть утвержден в июне 1998 года, требует, чтобы любое оборудование, имеющее входную мощность в диапазоне 55...75 Вт и выше, соответствовало ограничениям на уровни гармонических составляющих входного тока от второй до сороковой гармоники.

С принятием этого стандарта сетевые источники питания с входной мощностью, лежащей в диапазоне от 55 Вт и выше (имеющие, как правило, КПД около 75%), должны соответствовать его требованиям. В ближайшем будущем низший предел по входной мощности будет равен 50 Вт, хотя дата принятия этого решения еще не оглашена.

Требования стандарта EN61000-3-2 опубликованы Европейским Комитетом по стандартизации в электротехнике (CENELEC) Европейского Сообщества. В США и Канаде также будут приняты соответствующие стандарты; это только дело времени.

В недалеком прошлом считалось, что если источник питания имеет высокий КМ (более чем 0,9), то он автоматически удовлетворяет требованиям к допустимому уровню вносимых высших гармоник тока сети. Поэтому значение КМ выше, чем 0,9, было основным критерием для источников питания на соответствие требованиям стандарта EN61000. Однако для соответствия требованиям EN61000-3-2 оборудование не обязательно должно иметь высокое значение КМ.

ИП с исключительно скромным значением КМ (около 0,75) может свободно соответствовать этому требованию при правильном ограничении уровней гармонических составляющих входного тока. Таким образом, возникает вопрос, необходимо ли иметь значение КМ более, чем 0,9, или можно обеспечить коррекцию гармоник входного тока при небольшом значении КМ.

Известно [1], что существуют два метода коррекции коэффициента мощности: пассивная коррекция и активная коррекция. Так как эти схемы достаточно подробно освещены в [1], здесь только вкратце коснемся основных положений этих методов. Пассивные схемы коррекции КМ видоизменяют форму входного тока путем использования только пассивных компонентов (дросселей, конденсаторов, диодов).

Например, на схеме, показанной на рис. 1, конденсатор С1 и дроссель L1 используются для формирования входного тока, втекающего в накопительный конденсатор С2. При

входном напряжении переменного тока 230 В значение КМ источника питания без коррекции составляет примерно 0,55; при наличии индуктивности L1 значение коэффициента мощности может быть равным 0,75, а при добавлении конденсатора С1 значение КМ схемы на рис. 1 может достигнуть 0,9.

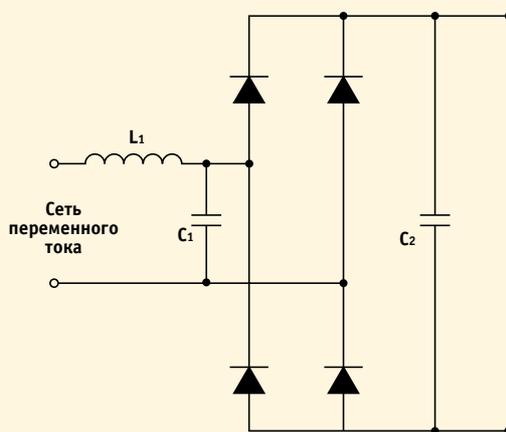


Рис. 1. В типичной пассивной схеме коррекции коэффициента мощности для получения формы входного тока с низкими искажениями применяются конденсатор С1, дроссель L1

Пассивный метод коррекции КМ является простым, надежным и не создает электромагнитных помех. С другой стороны, схемы пассивной коррекции могут иметь большие габариты, вес и чувствительны к изменениям как частоты сети, так и тока нагрузки. Указанные недостатки ограничивают применение этих схем в высокопроизводительном электронном оборудовании.

В активных схемах коррекции КМ применяются быстродействующие МОПТ-ключи с дополнительными схемами управления, которые придают входному току форму, близкую к синусоидальной. Эти схемы обеспечивают хорошее время поддержания выходных параметров при провале сети, высокое значение КМ (0,97...0,99), хорошие динамические характеристики, небольшие габариты и массу. В то же время им свойственны следующие недостатки: сложная схема, двойное преобразование энергии, меньший показатель наработки на отказ, более высокая стоимость и больший уровень помех.

В настоящее время наиболее популярными являются схемы активной коррекции КМ с повышающим импульсным регулятором, обеспечивающие входной ток с низким значением гармоник. На рис. 2 приведена схема двухкаскадного источника, использующего повышающий им-

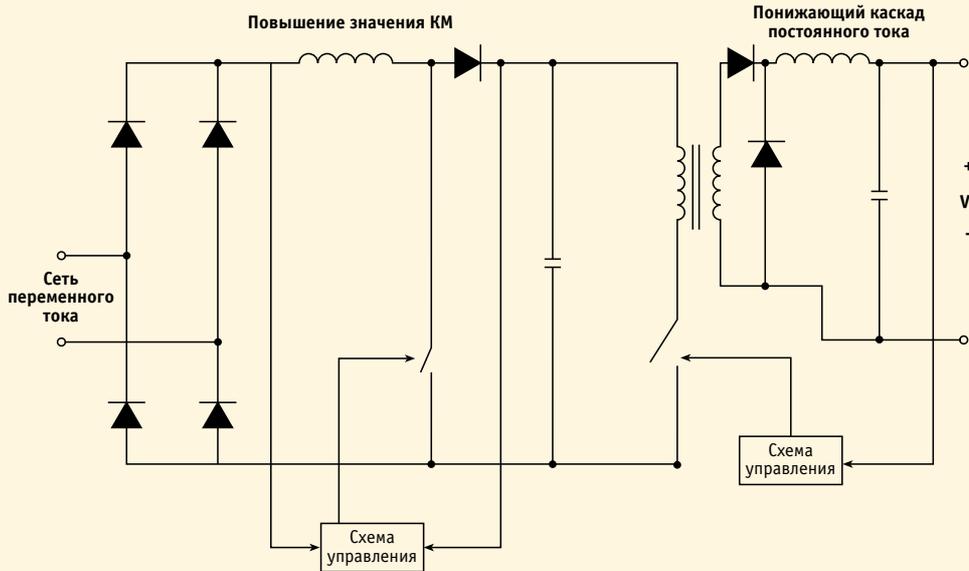


Рис. 2. В этом двухкаскадном источнике для осуществления активной коррекции коэффициента мощности применяется повышающий импульсный регулятор

пульсный регулятор для активной коррекции КМ. Активные схемы низкочастотной коррекции обычно работают с повышенной частотой переключения, превышающей частоту сети, что позволяет весьма значительно уменьшить размеры и стоимость фильтрующих компонентов и снизить уровень генерируемых электромагнитных излучений (ЭМИ).

Выходное напряжение повышающего регулятора выбирается равным 380 В, немного выше пикового значения напряжения для ИП с универсальным входом (90... 264 В переменного тока). Понижающий каскад постоянного тока, следующий за повышающим регулятором, обеспечивает изоляцию и преобразование напряжения в необходимые уровни напряжения. Такой подход позволяет достичь высокого значения КМ (выше, чем 0,98) и обеспечить большое значение времени поддержания выходных параметров при провале сети. Однако это требует двух отдельных цепей управления, а также двух наборов компонентов для управления энергией, что довольно дорого для маломощных применений.

Кроме того, повышающие импульсные регуляторы вызывают увеличение входного напряжения и не обеспечивают необходимый уровень безопасной изоляции.

Новые решения для маломощных применений

Для уменьшения стоимости и габаритов маломощных ИП с коррекцией КМ производителями были предложены несколько схем однокаскадных изолированных преобразователей. Традиционные типы ШИМ-преобразователей с прямым включением выпрямительного диода, обратным включением выпрямительного диода или построенные с использованием топологий повышающего изолирующего импульсного регулирования характеризуются небольшим временем поддержания выходных параметров и недостаточным регулированием выходного напряжения.

Некоторые предложенные схемные решения ШИМ-регулирования преодолели эти не-

достатки, но создали другие проблемы, например, такие как чрезмерно высокие напряжения на накопительном конденсаторе и МОПТ-ключе, а применение специальных высоковольтных конденсаторов и МОП-транзисторов увеличивает стоимость компонентов, снижает КПД преобразования и показатели надежности.

Компания Artesyn Technologies, образованная в результате слияния Computer Products и Zytex Corporation, предложила оригинальную схему однокаскадного преобразователя с обратным включением выпрямительного диода, которая обеспечивает уравни гармоник тока сети в соответствии с ограничительными нормами стандарта EN61000-3-2,

отличающуюся от двухкаскадных преобразователей меньшими стоимостью и сложностью. Преобразователи с выходной мощностью 65 Вт серии NLP65 характеризуются значением КМ, равным 0,75, и габаритными размерами 127 мм×76,2 мм×32 мм. Внешний вид ИП серии NLP65 приведен на рис. 3.

В настоящее время поставляются ИП с коррекцией гармонических составляющих входного тока серий NLP65-96XX и без коррекции — КМ NLP65-76XX, причем для производства применяется унифицированная печатная плата.

В таблице 1 представлены основные параметры ИП серии NLP65.

Для управления интервалами протекания входного тока в этих ИП используется дополнительная обмотка первичной обмотки силового трансформатора и дополнительный дроссель. Задавая соотношение между двумя первичными обмотками, можно ограничить пиковое значение напряжения на накопительном конденсаторе до приемлемого уровня во всем диапазоне входного напряжения (90... 264 В переменного тока), что позволяет применить стандартный конденсатор (450 В постоянного тока). ИП сконструирован так, что обеспечивает удовлетворительную

Таблица 1. Основные параметры источников питания серии NLP65

Диапазон изменения сетевого напряжения	Универсальный вход 85... 264 В
Частота питающей сети	47... 63 Гц
Время поддержания выходного напряжения 230 В, 50 Гц	78мс при 65 Вт
КПД	72% (тип.)
Параметры гальванической развязки	3000 В переменного тока
вход/выход	1500 В переменного тока
вход/шасси	постоянная 100 КГц ±5 КГц
Рабочая частота	
Среднее время наработки на отказ (MTBF) в соответствии с MIL-HDBK-217E	150 000 ч (мин.)
Условия эксплуатации:	
Диапазон рабочих температур	0...70°C
Температура хранения	-40...+85°C
Относительная влажность	5%...95%, без конденсации влаги
Высота (в рабочем состоянии)	3480 м
(в нерабочем состоянии)	10440 м
Вибрация (5 Гц...500 Гц)	2,4 Г среднеквадр.
Удар по MIL-STD-810E	метод 516, раздел IV



Рис. 3. Внешний вид ИП серии NLP65

стабилизацию уровня выходного напряжения, хороший показатель времени поддержания выходных параметров при провале сети, вызывая при этом только незначительные перенапряжения на накопительном конденсаторе.

В схеме коррекции КМ, примененной в NLP65, ключ синхронизирован с сетью, но работает с частотой переключения, равной удвоенной частоте сети, т. е. 100 или 120 Гц. В начальной стадии каждого полупериода сетевого напряжения ключ закрыт (рис. 4б) и дроссель запасает энергию от источника энергии, в течение оставшейся части каждого полупериода ключ открыт и дроссель отдает энергию через выпрямитель в основной накопительный конденсатор и таким образом в каскад преобразователя постоянного тока источника питания. Применение этого метода позволяет получить псевдосинусоидальную форму кривой тока, характеризующуюся низкими уровнями гармоник.

Важность коррекции КМ для устройств, работающих в диапазоне мощностей от 55 Вт и выше, обусловлена отрицательными эффектами, возникающими при работе от сети переменного тока большого количества импульсных

ИП, а с введением в действие стандарта EN61000-3-2 в Европе для сетей переменного тока 220 и 240 В важность коррекции КМ еще более возрастет.

В существующую до последнего времени неразбе- риху относительно даты введения в действие стандартов EN61000-3-2 и EN61000-3-3 внесло ясность заседание CENELEC 92 ВТ, состоявшееся в июле 1997 года. На заседании было принято следующее решение.

Дата изъятия из обращения стандартов, противоречащих EN61000-3-2 «Предельные значения гармонических излучений» и EN61000-3-3 «Ограничения длительных изменений сетевого напряжения и кратковременных возмущений сетевого напряжения», была установлена 1 января 2001 года.

Стандарты EN60555-2/EN60555-3 должны быть заменены на EN61000-3-2 и EN61000-3-3, но останутся в силе до 1 января 2001 года (до даты изъятия из обращения). ●

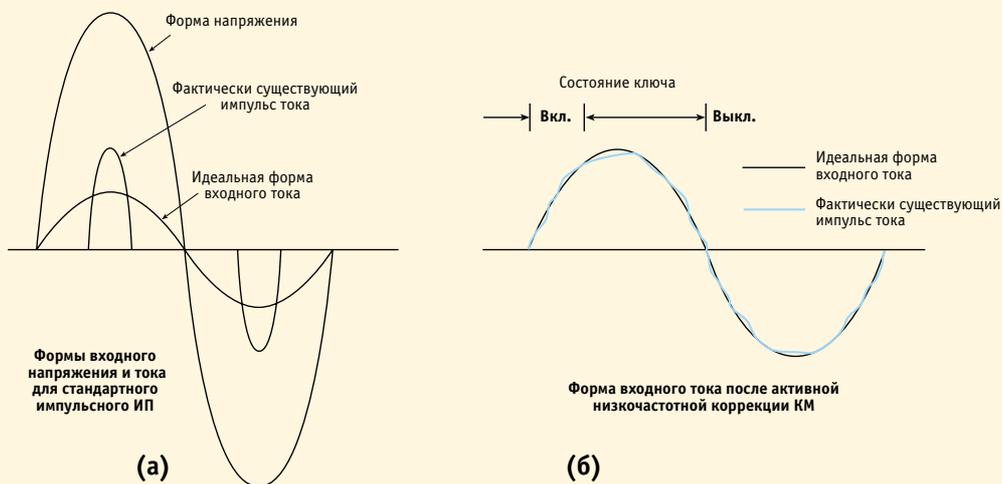


Рис. 4. Нескорректированная форма импульсов входного тока ИП (а). Псевдосинусоидальный входной ток, полученный с помощью активной низкочастотной схемы коррекции КМ (б)

Литература

1. L. Patrick Hunter. Solve switcher problems with power-factor correction// ED.- 1992.- №3.- Pp. 67, 68, 72-74, 76-78.