

УМЕНЬШЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ПИТАЮЩУЮ СЕТЬ

Е. В. Воинов, М. А. Бышик

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Широкое использование в современных электротехнических комплексах различного назначения регулируемых систем с полупроводниковыми преобразователями (ПП) электрической энергии требует дальнейшего совершенствования их энергетических подсистем (ЭП). Полупроводниковый преобразователь является неотъемлемой частью современных систем электропитания технологических объектов, а также систем автоматизированного электропривода и обеспечивает их электрической энергией требуемого вида и качества. В связи с тем что за последнее десятилетие ужесточились требования международных и отечественных стандартов к качеству энергопотребления, возникла необходимость пересмотра и доработки существующих методик расчета и проектирования. Существует проблема отрицательного влияния высших гармоник, создаваемых ПП, на работу промышленных электросетей, системы автоматики, телемеханики и связи, которые уменьшают надежность и срок службы электрооборудования. Это и обусловило возникновение новой научно-технической проблемы – проблемы высших гармоник и электромагнитной совместимости нагрузок с питающей сетью. Определение составляющих полной мощности на основе разложения на гармоники является сложной и трудоемкой операцией, однако перспективность его использования обусловлена тем, что требования международных стандартов IEC 61000-3, IEEE 519, EN 61000-3-2 жестко регламентируют уровень гармонических составляющих тока, потребляемого электротехническим устройством, вплоть до 49 гармоники.

Таблица 1

Нормы допустимых напряжений высших гармоник бытовых сетей

n	3	5	7	9	11	13	$15 < n < 19$	2	$4 < n < 40$
$U_n, \%$	0,85	0,65	0,6	0,4	0,4	0,3	0,25	0,3	0,2

Целью работы является исследование и анализ влияния преобразователей на питающую сеть, а также анализ методов и средств по уменьшению их влияния. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- 1) произвести анализ влияния преобразователя на питающую сеть в виртуальной лаборатории MATLAB;
- 2) изучить методы и средства по уменьшению влияния преобразователей на питающую сеть.

Так как во многих электрических сетях и системах ПП являются одним из основных видов нагрузки, преобразователь является для сети нелинейной нагрузкой, и его работа оказывает влияние на режимы работы сети, особенно если мощности преобразователя и сети соизмеримы.

Наибольшее влияние оказывает несинусоидальность напряжения. Неблагоприятное влияние возникает из-за резонансных явлений на частотах высших гармоник. Последствиями могут быть:

- снижению КПД;
- завышение требуемой мощности;
- нагрев и дополнительные потери в трансформаторах и электрических машинах;
- нагрев кабелей распределительной сети.

Для анализа влияния преобразователей на питающую сеть в виртуальной лаборатории MATLAB/Simulink реализована модель энергоподсистемы, где в качестве нагрузки выступает двигатель постоянного тока (ДПТ) или переменного тока. Эта программа позволяет исследовать схему, используя обширную библиотеку компонентов, что позволяет избежать реального моделирования системы и снижает затраты на материалы и оборудование.

Модель включает в себя отдельные элементы ЭП: источник питания, сетевой трансформатор, вентильный блок. Двигатели постоянного и переменного токов представлены как активно индуктивная нагрузка с источником противо-ЭДС. Информационная подсистема включает блок измерения полной мощности и ее составляющих блока, а также блоки измерения гармоник тока и напряжения.

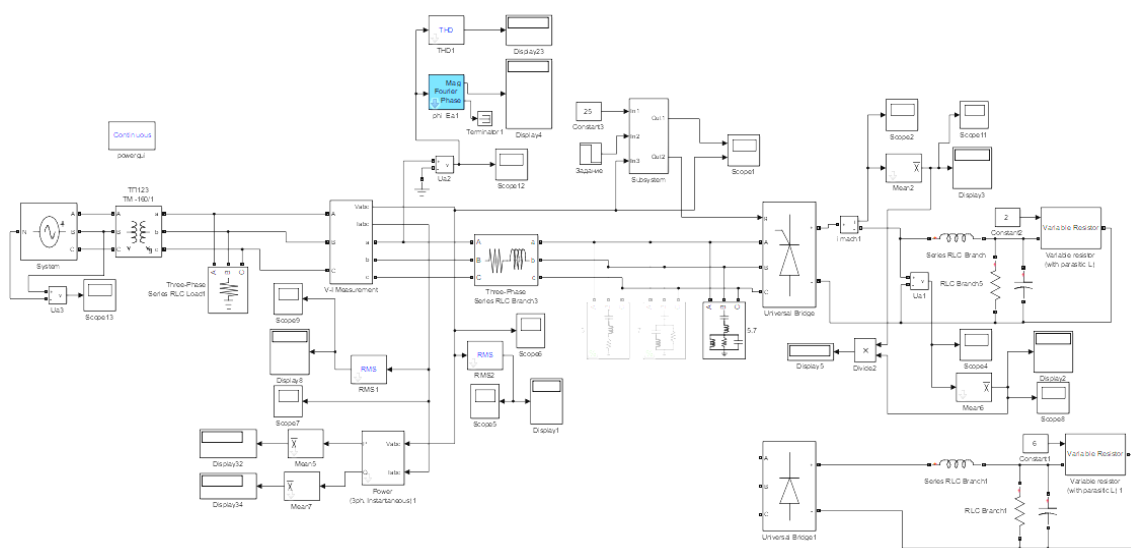


Рис. 1. Имитационная модель энергоподсистемы

Для улучшения качества как выходного напряжения силового преобразователя электроэнергии, так и формы кривой сетевого напряжения питающего преобразователь применяются фильтры. Основой энергетических фильтров высших гармоник являются последовательные индуктивно-емкостные резонансные цепи, настроенные на соответствующие номера гармоник. Обычно фильтры настраиваются на гармоники с номерами $n = 5, 7, 11, 13$. Параметры каждой резонансной ветви фильтра определяются из условия:

$$n\omega L_{\Phi} = \frac{1}{n\omega C_{\Phi}}. \quad (1)$$

При исследованиях в модели использовался силовой трехфазный трансформатор мощностью 160 кВА. Нагрузка задавалась в процентах от номинальной мощности трансформатора. На рис. 2 и 3 предоставлены результаты исследований – уровни гармоник напряжений при различных мощностях нагрузки. Видно, что с приближением мощности нагрузки к мощности трансформатора (табл. 2) растет коэффициент гармоник. Также исследования показали, что при подключении фильтров уровень гармоник снижается и одновременно уменьшится потребляемая из сети реактивная мощность.

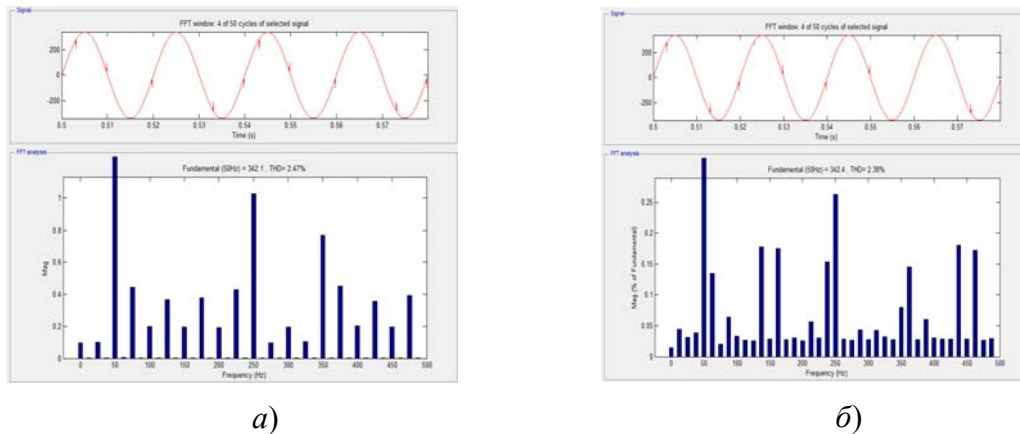


Рис. 2. Гармоники напряжения: а – без фильтра и б – с фильтром при нагрузке 6 %

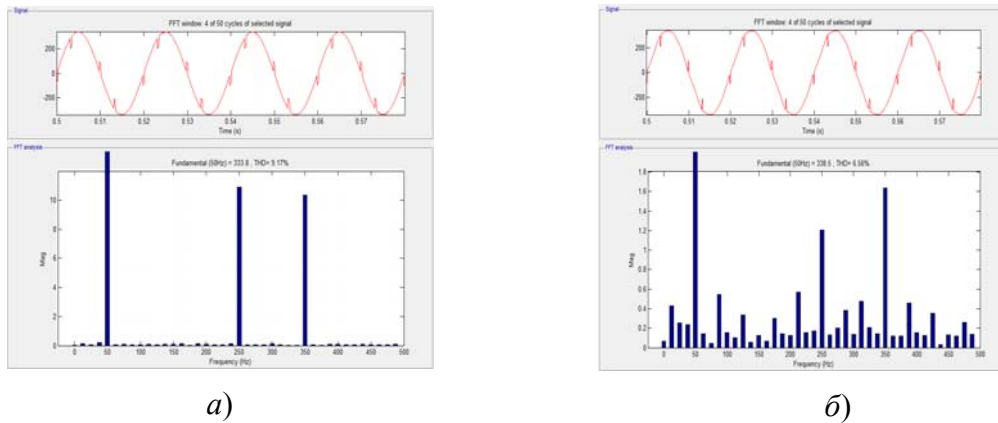


Рис. 3. Гармоники напряжения: а – без фильтра и б – с фильтром при нагрузке 72 %

Таблица 2

Зависимость коэффициента гармоник от мощности нагрузки

Коэффициент гармоник напряжения без фильтра, %	Коэффициент гармоник напряжения с фильтром, %	Мощность нагрузки, % от $S_{ном.гр}$
2,47	2,26	6
6,13	5,17	34
9,17	6,56	72

В результате исследований было установлено, что применение фильтров целесообразно при больших (соизмеримых) мощностях нагрузки, когда требуется не только улучшить гармонический состав напряжения сети, но и скомпенсировать реактивную мощность по основной гармонике.

Литература

1. Горбачев, Г. Н. Промышленная электроника : учеб. для вузов / Г. Н. Горбачев, Е. Е. Чаплыгин; под ред. В. А. Лабунцова. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.