

то и токи этих обмоток будут совпадать по фазе. Вследствие встречного включения обмоток происходит компенсация токов третьей гармоники в линейных и нейтральном проводах.

Таким образом, схема соединения обмоток основной частоты разработанного преобразователя не влияет на цепь утроенной частоты.

Следовательно, разработанное устройство может быть использовано для питания индукционных печей и нагревательных установок как трехфазных, так и однофазных промышленной и повышенной частоты.

Литература

1. Кривандин, В.А., Марков, А.П. *Металлургические печи*. – М.: Металлургия, 1977.
2. Слухоцкий, А.Е., Рыскин, С.Е. *Индукторы для индукционного нагрева*. – Л.: Энергия, 1974.
3. Важнов, А.И. *Электрические машины*. – Л.: Энергия, 1969.
4. Бамдас, А.М., Кулинич, В.А., Шапиро, С.В. *Статические электромагнитные преобразователи частоты и числа фаз*. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961.
5. Бладыко, В.М., Сончик, Л.И. *Преобразователь переменного напряжения в переменное с выходными напряжениями основной и утроенной частоты*. Авторское свидетельство на изобретение № 961071, 1982

УДК 621.38

ФУРЬЕ-АНАЛИЗ В ELECTRONICS WORKBENCH

Млынчик М.И., Моргевич С.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент БЛАДЫКО Ю.В.

В электротехнике и электронике анализ формы электрических сигналов позволяет получить информацию о качестве электротехнических и электронных устройств, линий связи, технологических процессов и т. п.

Однако этот способ анализа электрических сигналов не всегда удовлетворяет требованиям, предъявляемым к анализу сигналов. Более чувствительным и информативным является анализ спектральных характеристик сигналов. Особенно важным является знание спектрального состава сигналов в настоящее время, когда остро встает проблема электромагнитной совместимости электротехнических и электронных устройств.

Преобразования Фурье применяют при аналитических исследованиях физических процессов, если удовлетворяются условия Дирихле и абсолютной интегрируемости. Эти условия для реальных физических процессов обычно всегда выполняются. Любой детерминированный сигнал можно разложить на конечное число гармоник с частотами kf_0 , амплитудой C_k и фазой φ_k .

Для анализа несинусоидальных напряжений и токов в Electronics Workbench [1] используется разложение в ряд Фурье (меню Analysis→Fourier...). Для этого узлы схемы должны быть пронумерованы (меню Circuit→Schematic Options...→Show nodes).

На рисунке 1 изображена схема, в которой напряжение синтезируется как сумма гармоник: $U_0 = 34$ В, $U_1 = 30$ В, $U_3 = 10$ В, $U_5 = 6$ В. Коэффициент гармоник

$$k_2 = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + \dots}}{U_1} = \frac{\sqrt{10^2 + 6^2}}{30} = 0,388 = 38,8 \%$$

На рисунке 2 приведено диалоговое окно анализа Фурье. Необходимо указать номер узла Output node, для которого проводится анализ, базовую частоту Fundamental frequency и число гармоник Number of harmonics.

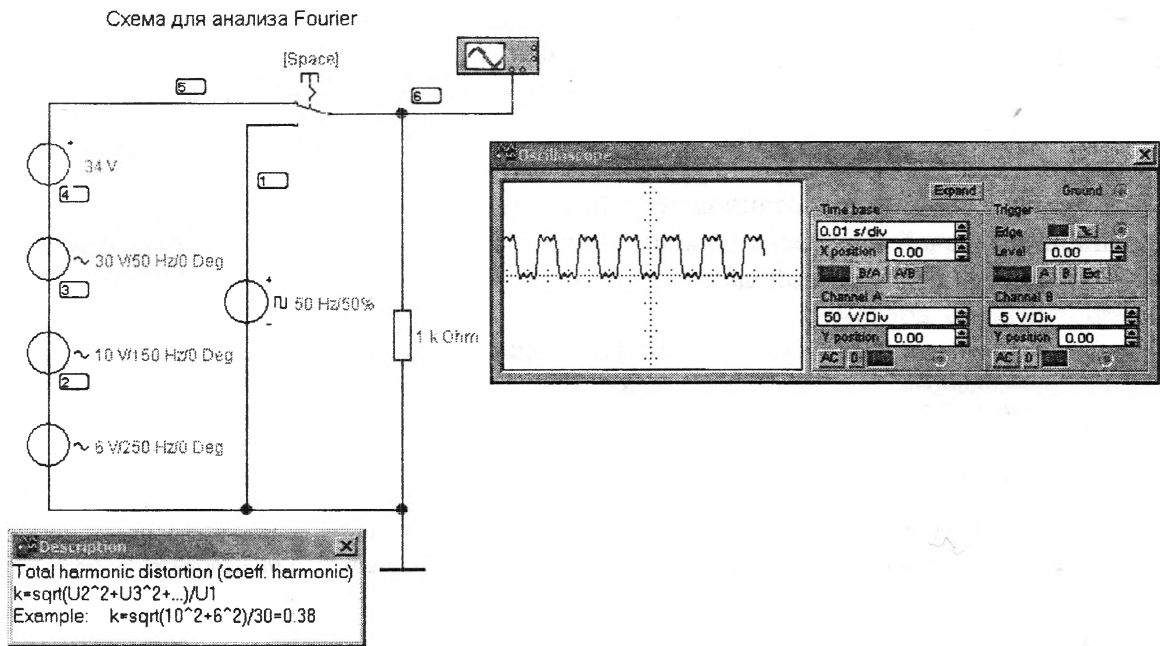


Рисунок 1. Схема для анализа Фурье

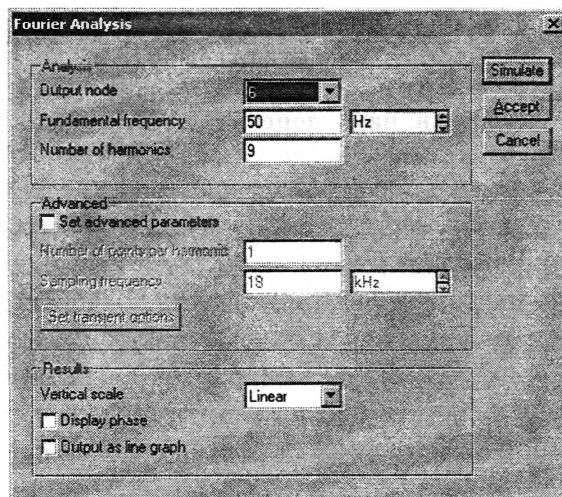


Рисунок 2. Диалоговое окно анализа Фурье

Результаты анализа представлены на рисунке 3. В спектре присутствуют все заданные гармоники, амплитуды которых совпадают с заданными. Их можно оценить не только визуально, но и точно с помощью указателей Toggle Cursors. Значение коэффициента гармоник Total harmonic distortion $k_2 = 38\%$ совпадает с расчетным.

Большинство преобразователей в электронике работают с несинусоидальными сигналами. В качестве примера на рисунке 4 представлена схема однофазного выпрямителя. С помощью переключателей имеется возможность получить одно- и двухполупериодные схемы выпрямления с различными сглаживающими фильтрами. Анализ Фурье для выходного напряжения двухполупериодного выпрямления без фильтров показан на рисунке 5. Ток вентиля с помощью преобразователя напряжения, управляемого током, тоже подвергнут анализу (рисунок 6). По полученным спектрам можно судить о коэффициентах пульсаций и сглаживания. Включение сглаживающих фильтров улучшает гармонический состав сигналов. Используя анализ Фурье, можно подобрать параметры выпрямителя для получения требуемого качества выпрямления.

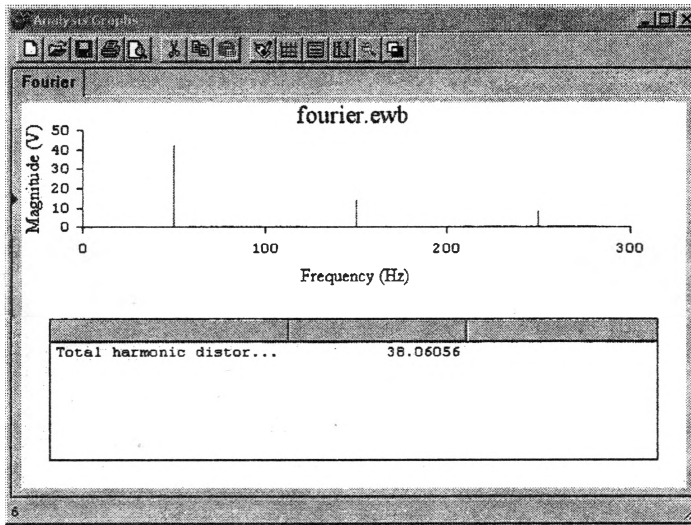


Рисунок 3. Результаты анализа Фурье

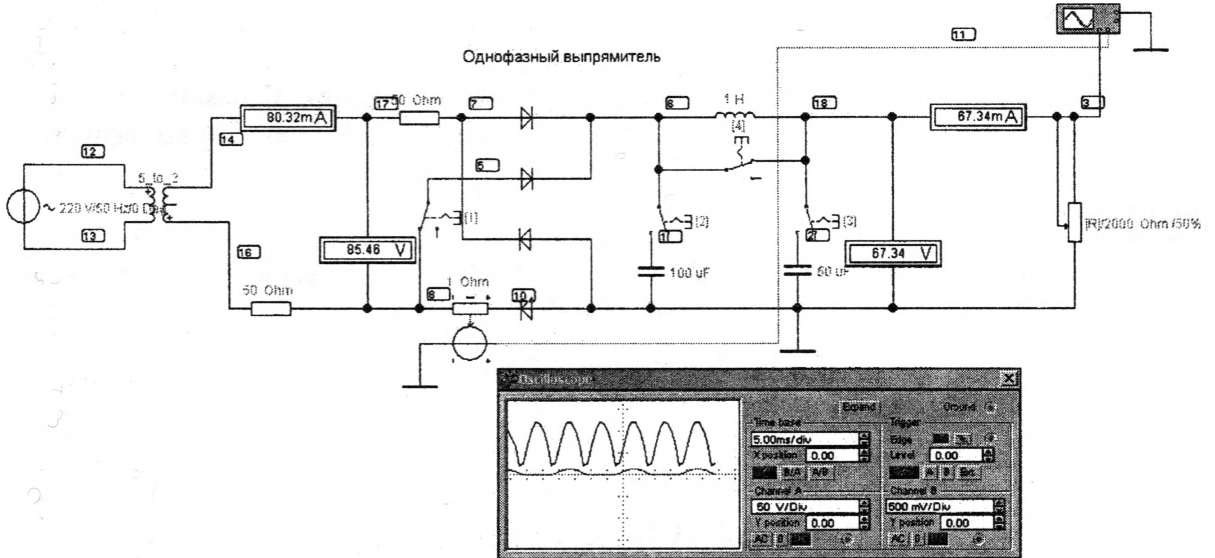


Рисунок 4. Однофазный выпрямитель

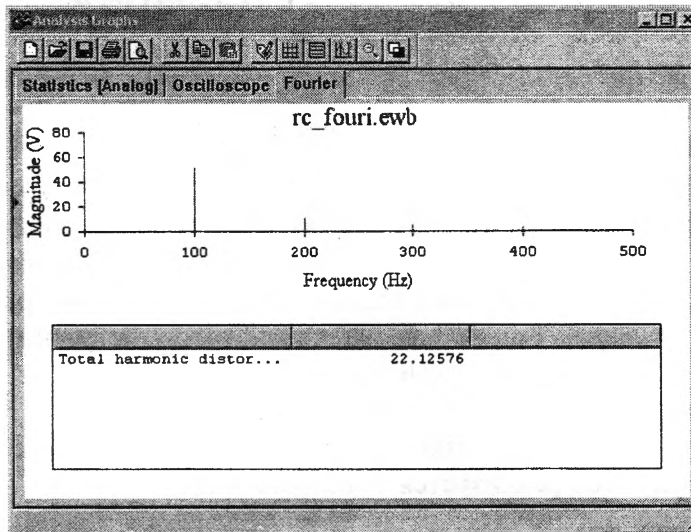


Рисунок 5. Результаты анализа Фурье для выпрямленного несглаженного напряжения

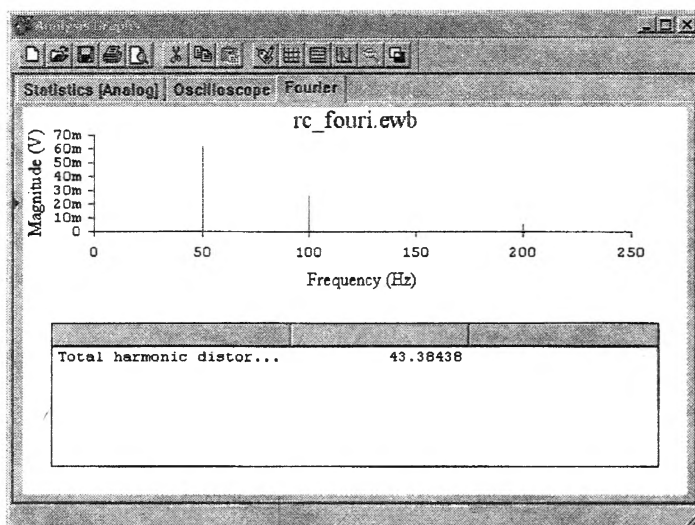


Рисунок 6. Результаты анализа Фурье для тока вентиляей

Фурье-анализ можно выполнить для трех- и многофазных схем выпрямления, источников реактивной мощности, сетевых фильтров. Он наглядно показывает улучшение гармонического состава сигналов после установки последних. С помощью Фурье-анализа исследуется работа вентиляных преобразователей с повышенным коэффициентом мощности.

Литература

1. Карлащук, В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 800 с.

УДК 621.38

МИКРОСХЕМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ELECTRONICS WORKBENCH

Васильев А.А., Коренкович П.И.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **БЛАДЬКО Ю.В.**

В базовых элементах одной серии используется одинаковая микросхемная реализация. Серия характеризуется общими электрическими, конструктивными и технологическими параметрами. Например, интегральные микросхемы серии 155 представляют собой транзисторно-транзисторные логические (ТТЛ) элементы (рисунок 1). Многоэмиттерный транзистор (МЭТ) имеет несколько эмиттеров, расположенных так, что прямое взаимодействие между ними исключается. Благодаря этому переходы МЭТ можно рассматривать как параллельно включенные диоды или транзисторы (VT1 и VT2 на рисунке 1). Транзистор VT3 является инвертором сигнала, т. е. выполняет функцию НЕ. Если хотя бы на один эмиттер МЭТ подан низкий уровень, то ток базы VT3 равен нулю и на коллекторе VT3 будет высокий уровень. Для того, чтобы напряжение на коллекторе VT3 имело низкий уровень, необходимо на все эмиттеры МЭТ подать высокий уровень. Так реализуется функция И-НЕ.

Базовым элементом серии является логический элемент И-НЕ, состоящий из МЭТ и сложного усилителя-инвертора (рисунок 2).