

Чтобы уменьшить потери при переключении корпорация IXYS разработала три уникальных микросхемы MOSFET/IGBT-драйвера: 30-амперный драйвер, 45-мегагерцовый драйвер и 6-амперный полумостовой драйвер. Эти микросхемы обеспечивают требуемое изменение тока за единицу времени $\frac{di}{dt}$, минимальные потери при переключении, и в проводящем состоянии, обладают повышенным иммунитетом к изменению напряжения за единицу времени $\frac{du}{dt}$, защитой от перенапряжения (OV, over-voltage) и пониженного напряжения (UV, under-voltage), перегрузок (OL, overload) и недонасыщения (DESAT, de-saturation), а также мягким выключением выхода с использованием новой функции аппаратного управления – ENABLE.

Литература

1. Колпаков, А.И. IGBT или MOSFET? Практика выбора // Электроника. – 2003. – № 10. – С. 6–9.

УДК 621.316.176

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ИНДУКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Воробей А.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент СОНЧИК Л.И.

Индукционный нагрев находит широкое применение в приборо- и машиностроении для плавки металлов, нагрева заготовок перед термообработкой и пластической деформацией, сварки металлов, нагрева диэлектриков и полупроводниковых материалов.

Индукционный нагрев по сравнению с другими методами обладает рядом преимуществ: меньший расход электроэнергии при ее передаче в нагреваемое тело бесконтактным путем, простота регулирования температуры нагрева, высокая экологическая чистота технологического процесса.

Индукционные установки делятся на: плавильные индукционные печи (ИП) и нагревательные установки, однофазные и трехфазные, промышленной частоты и повышенной частоты.

Индукционные плавильные печи делятся на канальные и тигельные. Канальные печи содержат замкнутый магнитопровод, на котором находится индуктор и канал с жидким металлом, окружающий индуктор. Тигельные печи представляют собой огнеупорный тигель с металлом, помещенный в полость индуктора.

Канальные ИП являются установками промышленной частоты. Для питания тигельных ИП предпочтительными являются источники повышенной частоты вследствие эквивалентности их схемы замещения схеме воздушного трансформатора, у которого роль первичной обмотки и нагрузки выполняет шихта и расплавленный металл в керамическом тигле [1].

Индукционные печи промышленной частоты могут подключаться к цеховым сетям непосредственно и через регулировочные трансформаторы. При этом мощные однофазные установки требуют подключения через симметрирующие устройства [2].

При питании ИП повышенной частоты возможно использование индивидуальных преобразователей.

Исходя из вышесказанного следует, что источники питания ИП должны выполнять две функции: преобразование частоты тока и симметрирование нагрузки.

Сравнение различных типов вторичных источников питания показывает, что преобразователи на ферромагнитных элементах с неизменной краткостью преобразования частоты обладают высоким коэффициентом полезного действия, устойчивостью к коротким замыканиям нагрузки и другим достоинствам.

Важным вопросом разработки преобразователей частоты является выбор исполнения магнитопровода, определяющего технико-экономические показатели устройства. Основным исполнением магнитопровода у нас в стране и за рубежом является планарная шихтованная конструкция с прямыми и косыми стыками.

Возможность использования трехстержневого трансформатора с магнитопроводом планарной шихтованной конструкции в качестве преобразователя частоты весьма ограничена. При соединении первичных обмоток трансформатора в звезду без нулевого провода в магнитном потоке стержней содержится третья гармоника, что обуславливает появление напряжения третьей гармоники на зажимах вторичной обмотки, соединенной в разомкнутый треугольник [3]. Однако магнитный поток третьей гармоники в таком трансформаторе ослаблен вследствие совпадения его на фазе во всех трех стержнях и замыкания от ярма к яру по воздуху. Поэтому преобразователи частоты на базе магнитопровода планарной конструкции не имеют практического применения.

Другим примером преобразователя частоты является использование четырехстержневого трансформатора специальной конструкции с центральным стержнем и тремя стержнями, образующими вершины треугольника [4]. Первичные обмотки такого преобразователя, соединенные в звезду, наматываются на крайних стержнях, а вторичная обмотка – на центральном стержне. Более простой модификацией преобразователя является применение плоского черехстержневого трансформатора с усиленными по сечению ярами.

Недостатком такого преобразователя является влияние схемы соединения обмоток основной частоты на цепь утроенной частоты. Это устройство в качестве комбинированного источника работоспособно лишь при соединении обмоток основной частоты по схеме звезда с изолированной нейтралью. При соединении обмоток основной частоты по схеме звезда с нейтральным проводом по линейным и нейтральному проводам протекают токи третьей гармоники, что приводит к снижению напряжения утроенной частоты. При соединении обмоток основной частоты по схеме треугольник, представляющим собой замкнутый контур, в нем под воздействием суммарной электродвижущей силы третьей гармоники появляется ток, что также приводит к уменьшению электродвижущей силы утроенной частоты.

В разработанном нами преобразователе исключается влияние схемы соединения обмоток основной частоты на цепь утроенной частоты [5]. Это достигается тем, что в преобразователе переменного напряжения в переменное с выходными напряжениями основной и утроенной частоты, содержащем три однофазных трансформатора, обмотки основной частоты выполнены в виде двух секций, каждая из которых соединена последовательно-встречно с соответствующей секцией трансформатора.

При подключении первичных обмоток к трехфазной сети в магнитопроводах трансформаторов возникает магнитные потоки основной частоты, сдвинутые друг относительно друга по фазе на 120° , и магнитные потоки третьей гармоники, совпадающие по фазе между собой. Вследствие последовательного соединения между собой обмоток утроенной частоты на их выходе появляется напряжение одноименной частоты.

Суммарная ЭДС третьей гармоники в цепи обмоток основной частоты равна нулю вследствие их последовательно-встречного соединения между собой и поэтому токи третьей гармоники в этой цепи не протекают. Это справедливо и при соединении обмоток основной частоты по схеме звезда с нейтральным проводом. Так как электродвижущая сила обмоток третьей гармоники, соединенных между собой, совпадает по фазе,

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.: Metallurgia, 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.