

Список информационных источников

1.Круглосуточное удлинение конечностей в автоматическом режиме/
В.И. Шевцов, А.В. Попков// Электронный журнал «Регенеративная
хирургия». – 2003. - №1.

МНОГОФАЗНАЯ СХЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РЕЗОНАНСНОМ ИНВЕРТОРЕ

Вавилова И.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Огородников Д.Н., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Выпускаемая в настоящее время радиоэлектронная аппаратура рассчитана, как правило, на питание от сети переменного тока. В случаях, когда стандартная промышленная сеть недоступна, необходимы устройства, преобразующие напряжение первичного источника питания в сетевое. Ведь в подавляющем большинстве случаев первичные источники не удовлетворяют требованиям потребителя по частоте, величине выходного напряжения или стабильности его параметров. Чаще всего необходимо постоянное напряжение первичного источника преобразовывать в переменное синусоидальное напряжение.

Устройства, позволяющие осуществить преобразование постоянного напряжения в переменное, называются инверторами. Так как в инверторах коммутирующие приборы обычно работают в ключевом режиме, то естественной формой выходного напряжения стала прямоугольная. Однако чтобы добиться универсальности инвертора по отношению к требованиям нагрузок переменного тока, он должен формировать на выходе напряжение синусоидальной формы. В связи с широким распространением в последнее время альтернативных источников энергии, существует постоянная потребность в преобразователях нестабилизированного постоянного относительного низковольтного напряжения в синусоидальное.

Цель исследования – создание опытного образца многофазной схемы регулирования выходного синусоидального напряжения в параллельном резонансном инверторе.

Технологии преобразования постоянного тока в переменный получили в последние годы значительное развитие. Современные инверторы обеспечивают получение синусоидального напряжения с

малым коэффициентом гармоник, низкий уровень электромагнитных помех [1].

Основные свойства инверторов:

–Инверторы напряжения позволяют устранить или, по крайней мере, ослабить зависимость работы информационных систем от качества сетей переменного тока. Например, с помощью бесперебойного источника питания, построенного на базе аккумуляторной батареи и инвертора, можно обеспечить непродолжительную, а в ответственных системах и длительную работу оборудования параллельно с сетью или независимо от нее.

–Широкое развитие получили технологии, когда инвертор является промежуточным звеном в цепочке преобразования энергии. Принципиальной особенностью в таких приложениях является высокая частота преобразования (до нескольких сотен кГц). Для эффективной работы преобразователя на высокой частоте требуется более совершенная и дорогостоящая элементная база.

–Инвертор должен обладать высоким КПД, высокой надежностью и иметь приемлемые массогабаритные характеристики. Он также должен иметь допустимый уровень высших гармоник в кривой выходного напряжения (допустимое значение коэффициента гармоник) и не создавать при работе уровень пульсаций на зажимах источника энергии, недопустимый для других потребителей.

Для регулирования формы и частоты выходного напряжения в инверторах, традиционно, используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Выходное напряжение в схемах с ШИМ имеет пульсирующую форму. Недостаток инверторов с ШИМ заключается в том, что они имеют значительные коммутационные потери. Одним из способов уменьшения коммутационных потерь является проектирование схемы инвертора таким образом, чтобы коммутация ключей осуществлялась при нулевом токе или нулевом напряжении («мягкая» коммутация). Такие инверторы называют резонансными. По сравнению с ШИМ-преобразователями синусоидальный характер тока в резонансном инверторе обеспечивает таким устройствам целый ряд преимуществ: минимальные потери на коммутацию силовых ключей; высокая надежность работы; низкий уровень высокочастотных помех; возможность применения в инверторе тиристоров – ключей с неполной управляемостью и др.

Резонансные схемы нашли применение в мощных тиристорных электроприводах и системах бесперебойного питания. Однако в маломощных преобразователях они используются редко.

В случаях, когда нагрузка меняется в широких пределах (включая режим холостого хода), предпочтение отдают параллельному

резонансному инвертору. Кроме преимуществ, о которых говорилось выше, работа в режиме резонанса напряжений последовательного колебательного контура позволяет получить повышенное относительно входного напряжение на нагрузке без применения трансформатора.

Несмотря на преимущества резонансных инверторов, в литературе рассмотрены лишь простейшие схемы, не нашедшие широкого применения в качестве формирователей синусоидального напряжения, в том числе из-за довольно сильной зависимости величины выходного напряжения от добротности колебательного контура.

Схема параллельного резонансного инвертора, обеспечивающая регулирование потребляемой энергии и, как следствие, стабилизацию напряжения на нагрузке, приведена на рисунке 1 [2, 3].

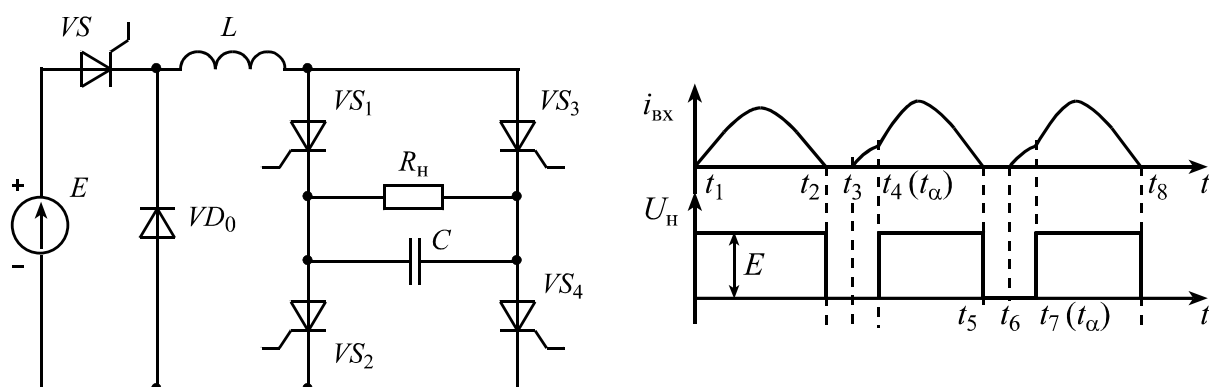


Рис. 1. Схема параллельного резонансного инвертора с тиристором ввода энергии VS и диаграммы её работы

Очевидно, что импульсное потребление энергии входного источника в процессе регулирования выходного напряжения требует использования входного сглаживающего фильтра, включаемого между первичным источником питания и инвертором. Масса и габариты этого фильтра напрямую зависят от формы потребляемого тока.

Для снижения массогабаритных параметров этого фильтра необходимо уменьшать коэффициент формы потребляемого тока, т.е. превышение действующего значения этого тока над средним. Основная идея состоит в том, что для того, чтобы снизить коэффициент формы входного тока целесообразно потреблять энергию из входного источника по нескольким параллельным каналам (фазам), которые будут включаться в работу последовательно по мере необходимости (зависит от нагрузки инвертора). При этом потребляемый ток будет меньшей амплитуды и большей длительности, чем в одноканальной схеме с широтным регулированием. Это обеспечит не только снижение коэффициента формы, но и уменьшение амплитуды высших гармоник в потребляемом токе, что также ведет к уменьшению массы и габаритов входного фильтра [4].

Схема, реализующая такой принцип, приведена на рис. 2. Входная цепь здесь разделена на 2 канала (подобные схемы называют многофазными).

В первом цикле работы открываются оба входных тиристора VS_1 , VS_2 и пара тиристоров в одной из диагоналей моста. Заряд конденсатора происходит под воздействием напряжения источника E . Разность между входным напряжением и напряжением на диагонали моста прикладывается к входным дросселям, причем они оказываются включенными параллельно друг другу. Отсюда следует, что эквивалентная индуктивность параллельного соединения дросселей L_1 и L_2 должна равняться индуктивности дросселя в исходной одноканальной схеме для обеспечения требуемого значения выходной частоты и добротности контура. Следовательно, индуктивность каждого дросселя в 2 раза больше индуктивности дросселя однофазной схемы. При условии равенства индуктивностей L_1 , L_2 токи в каждой фазе тоже будут равны между собой и составят половину тока дросселя однофазной схемы.

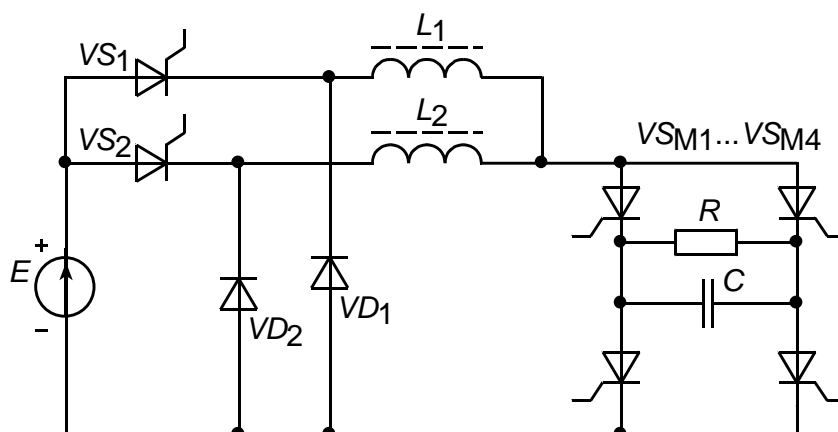


Рис. 2. Двухфазная схема параллельного резонансного инвертора.

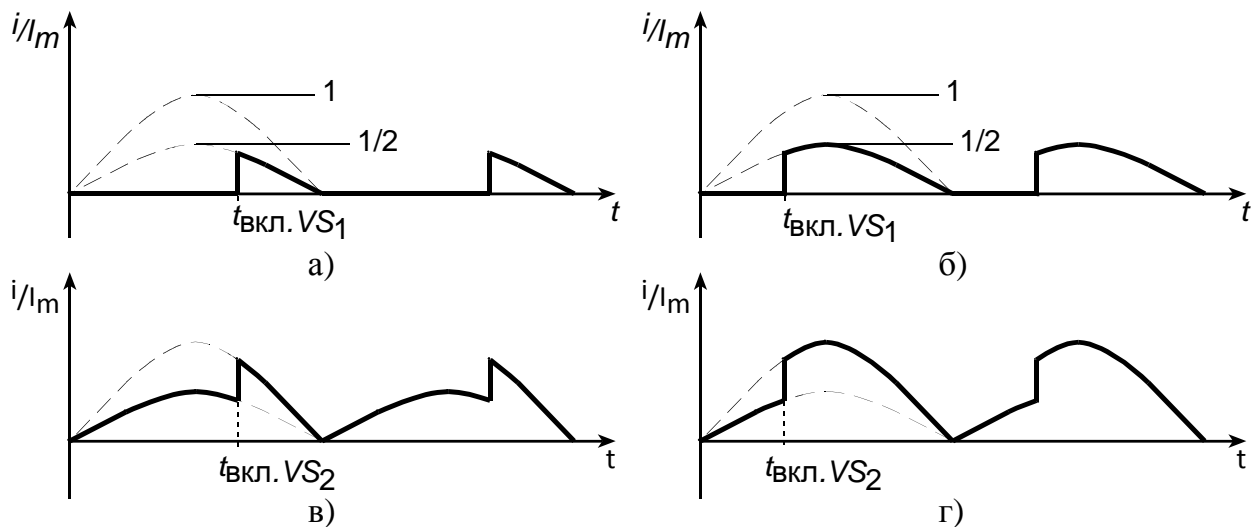


Рис. 3. Форма тока источника питания при увеличении нагрузки двухфазной схемы инвертора, где I_m – амплитуда тока источника при максимальной нагрузке.

Задержка включения входного тиристора относительно тиристоров моста будет тем меньше, чем больше нагрузка инвертора. Если тиристор $VS1$ уже проводит в течение всего периода, а мощность в нагрузке всё ещё не скомпенсирована, то в режим регулирования вступает вторая фаза ($VS2$). Тогда тиристор $VS1$ включается одновременно с тиристорами диагонали моста, а тиристор второй фазы $VS2$ – с задержкой. Таким образом, углы включения тиристоров $VS1$, $VS2$ изменяются от π до 0 в зависимости от величины нагрузки, причём подключение второй фазы происходит после достижения нулевого угла включения входным тиристором первой фазы. На рисунке 3 показано, как изменяется форма тока входного источника при увеличении нагрузки инвертора: от минимальной (рис. 3а) до максимальной (рис. 3г).

Исследования модели двухфазной схемы инвертора, проведенные в OrCAD, подтвердили правильность сделанных предположений. В модели использовался ПИД-регулятор, а в качестве тиристоров – управляемые напряжением ключи. Исследования показали, что в достаточно большом диапазоне углов регулирования (что соответствовало изменению нагрузки примерно от 3 % до 80 % от максимальной) выигрыш по действующему току составил не менее 20 %.

Список информационных источников

1. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов / В.М. Бушуев, В.А. Демянский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 384 с.: ил.

2. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Резонансный тиристорный преобразователь напряжения с тиристором ввода // ПТЭ. 1999. № 3. С. 105-107.

3. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Анализ однофазного параллельного резонансного инвертора со стабилизированным квазисинусоидальным выходным напряжением // Известия Томского политехнического университета, 2009 - т. 315, - № 4. - с. 120-124

4. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Формирователь синусоидального напряжения на основе параллельного резонансного инвертора с многоканальным входным звеном // X Юбилейная международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Современные техника и технологии”, посвященная 400-летию г. Томска, 29 марта – 2 апреля 2004 г. Труды. В 2-х т. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2004. – Т. 1. – С. 110-112.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F407

Ван Ди, Киселева В.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Цифровая фильтрация в настоящее время применяется достаточно широко. Она используется для обработки звуковых сигналов, для фильтрации видео и изображений, для спектрального анализа, для обработки опытных данных и т.д., например, для анализа биомедицинских сигналов.

В виду простоты перестройки фильтров, решили реализовать фильтр на микроконтроллере. При равносильной мощности микроконтроллера, которая потребуется для реализации цифровых фильтров, самым выгодным вариантом оказался STM32F4.

Алгоритм работы микроконтроллера: