

4. Решить вопросы финансирования работ в рамках федеральных целевых программ с софинансированием или других источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция ФСК, <http://www.fskees.ru/>
2. Егоров В.Е., Егоров К.В., Бандурин И.И. Перспективы развития автоматизированных систем диспетчерского управления. – Академия энергетики, 2007. – №2. – с. 56-59.
3. Егоров В.Е., Егоров К.В., Бандурин И.И. Отдельные проблемы в энергетике на примере АСУ ТП. – Академия энергетики. – 2008. – №4. – с. 74-76.
4. Зыль С., Махилев В. Защищенная операционная система реального времени. – СТА. 2007. – №3. – с. 82-85.
5. Павлов Н., Зацепин А., Ананских М. Модернизация автоматизированной системы диспетчерского управления городской электросети. – СТА. – 2003. – №1. – с. 38-45.

О.И. ГРИГОРЬЕВ, А.С. КАКУРИН, А.А. ФЁДОРОВ

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С ШИРОТНОИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Рассматривается цифровая система управления автономным инвертором напряжения модуляционного типа, осуществляющая формирование импульсно-волнового напряжения, аппроксимирующего синусоидальную функцию. Устройство позволяет осуществить независимое управление амплитудой и частотой выходного напряжения инвертора.

Системы управления автономными инверторами напряжения (АИН), реализующие способ формирования импульсно-волновых аппроксимирующих функций, обладающих периодичностью и бисимметрией, могут быть выполнены как системы аналогового или цифрового типа [1]. Аналоговые системы управления, как правило, строятся по вертикальному принципу. В таких системах используется эталонное напряжение, имеющее синусоидальную форму функции построения. Это напряжение сравнивается с опорным пилообразным либо треугольным напряжением повышенной тактовой частоты ($f_{такт} = n f_{вых}$), и в моменты равенства эталонного и опорного напряжений подается сигнал на переключение соответствующих силовых транзисторов. Благодаря этому длительность импульса выходного напряжения данного интервала пропорциональна амплитуде эталонного напряжения на этом интервале.

Системы управления цифрового типа [2] осуществляют формирование сигналов по программе, воспроизводящей функцию построения, хранящуюся в памяти. Цифровое управление позволяет получить высокую точность, стабильность, воспроизводимость аппроксимирующей функции, обеспечивает программное автоматическое изменение режимов работы АИН, решение задач синхронизации.

Структурная схема предлагаемого устройства и временные диаграммы, поясняющие его работу, приведены на рис. 1.

Устройство содержит двоичные счётчики СчДИ1 – СчДИ3, цифровые блоки задания амплитуд прямоугольников, аппроксимирующих синусоиду единичной амплитуды и их дополнений БЗК+БЗКД, тактовый кварцевый генератор ТГ, формирователь кода последовательных состояний ФКПС, оперативное запоминающее устройство ОЗУ, преобразователь длительности импульсов в код ДИ-К, счётчик СчДИ3, сумматор С и распределитель импульсов управления силовыми транзисторами РИ.

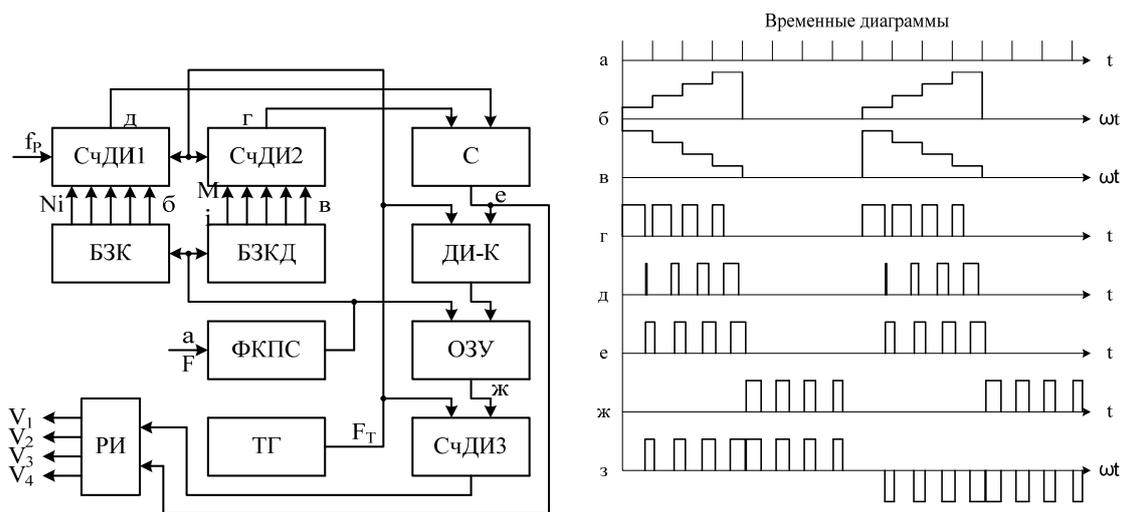


Рис. 1. Структурная схема формирователя ШИМ и временные диаграммы

Устройство работает следующим образом: синусоида на интервале $\left|0 \div \frac{\pi}{2}\right|$ аппроксимируется « n » прямоугольниками, значения амплитуд которых и значения их дополнений до единицы записываются в двоичном коде в блоках задания кодов N_i и M_i , выполненных в виде постоянных запоминающих устройств:

$$N_i = K_1 \sin \left[\left(\frac{\pi}{2n} \right) \cdot i - \frac{\pi}{4n} \right]; \tag{1}$$

$$M_i = K_2 \left(1 - \sin \left[\left(\frac{\pi}{2n} \right) \cdot i - \frac{\pi}{4n} \right] \right), \tag{2}$$

где $i = 1, 2, \dots, n$;

n – число интервалов аппроксимаций на периоде единичной синусоиды;

K_1, K_2 – коэффициенты пропорциональности, определяемые ёмкостью блоков задания кодов N_i и M_i соответственно.

На вход формирователя кода последовательных состояний поступает последовательность импульсов с частотой кратной частоте выходного напряжения инвертора $F = 4nf$, где f – частота выходного напряжения инвертора (рис. 1, а). На входе ФКПС формируются коды « $4n$ » последовательных состояний адресов ячеек блоков задания кодов N_i и M_i , аппроксимирующих синусоиду единичной амплитуды (рис. 1, б, в).

По переднему фронту прямоугольных импульсов с частотой F происходит запись кодов значений дополнений амплитуд прямоугольников M_i , аппроксимирующих синусоиду на интервале $\left|0 \div \frac{\pi}{2}\right|$, в счётчик длительности импульсов СчДИ2. Записанная информация из него считывается до нуля последовательностью высокочастотных прямоугольных импульсов, поступающих с выхода тактового генератора, частотой $F_T = 4k_2nf$. На выходе СчДИ2 формируются прямоугольные импульсы длительностью (рис. 1, г):

$$t_{in} = \frac{M_i}{F_T} = \frac{1 - \sin \left[\frac{\pi i}{2n} - \frac{\pi}{4n} \right]}{4nf} \tag{3}$$

По заднему фронту каждого сформированного импульса происходит запись кодов значений амплитуд N_i , соответствующих i -ому аппроксимирующему прямоугольнику, в

счётчик длительности импульсов СчДИ1. Записанная информация считывается до нуля последовательностью импульсов, поступающих с выхода автоматического регулятора, предназначенного для стабилизации и регулирования выходного напряжения инвертора с частотой:

$$f_p = \frac{4nf \kappa_1}{V}, \quad (4)$$

где V – относительное изменение амплитуды напряжения на выходе инвертора.

Длительность импульсов (рис. 1, д) на выходе счётчика СчДИ1 определяется выражением:

$$t_{ip} = \frac{N_i}{f_p} = \frac{V \sin \left[\frac{\pi i}{2n} + \frac{\pi}{4n} \right]}{4nf}. \quad (5)$$

Полученные импульсные последовательности t_{in} и t_{ip} складываются с помощью блока суммирования импульсов по длительности, и результат сложения инвертируется (рис. 1, е). Таким образом, длительность импульсов на выходе логического сумматора будет равна:

$$t_{i|0+\pi/2|} = t_{in} + t_{ip} = \frac{(1-V) \sin \left[\frac{\pi i}{2n} - \frac{\pi}{4n} \right]}{4nf} \quad (6)$$

и определяется как произведение относительного отклонения амплитуды выходного напряжения, амплитуды прямоугольника, аппроксимирующего синусоиду единичной амплитуды в текущий момент времени на длительность периода аппроксимации

$$T_f = \frac{1}{4nf}.$$

Полученная последовательность импульсов, определяющая заданный закон управления на интервале $\left| 0 \div \frac{\pi}{2} \right|$, поступает на один из входов распределителя РИ, а также на вход преобразователя ДИ-К, который заканчивает преобразование полученных импульсов длительностью t_i в двоичный код к началу $(i+1)$ интервала времени. Коды чисел, поступающих на вход оперативного запоминающего устройства ОЗУ, записываются в $(i+1)$ ячейках памяти ОЗУ. На интервале $\left| \frac{\pi}{2} \div \pi \right|$ с помощью дешифратора происходит обратный опрос оперативного запоминающего устройства и коды чисел на интервале $\left| \frac{\pi}{2} \div \pi \right|$ поступают в обратном порядке на вход счётчика длительности импульсов СчДИ3. Счётчик СчДИ3 работает аналогично счётчику СчДИ2 и на его выходе (рис.1, ж) формируется последовательность прямоугольных импульсов длительностью:

$$t_{i|\pi/2+\pi|} = \frac{(1-V) \sin \left[\frac{\pi i}{2n} - \frac{\pi}{4n} + \frac{\pi}{2} \right]}{4nf} \quad (7).$$

Выход счётчика СчДИ3 связан со вторым входом распределителя. Результирующая форма импульсно-волнового напряжения приведена на рис. 1, з. Эти импульсы являются управляющими сигналами транзисторов силовой части мостового инвертора.

Таким образом, в рассмотренном устройстве точность формирования синусоидального напряжения определяется не количеством функциональных элементов, а объёмом памяти, частотный диапазон – частотными свойствами переключающих элементов силового контура инвертора. Устройство позволяет осуществить независимое управление непосредственно в кодах амплитудой и частотой выходного напряжения. Форма генерируемого сигнала соответствует многократной однополярной, симметрично-односторонней ШИМ по синусоидальному закону.

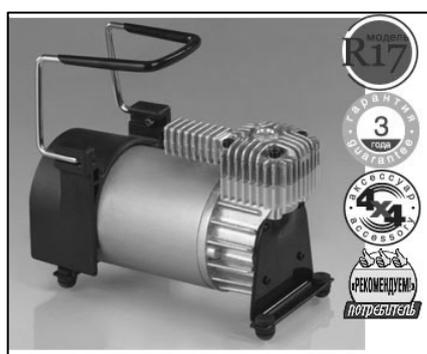
ЛИТЕРАТУРА

1. В.С. Моин. Стабилизированные транзисторные преобразователи // М. : Энергоатомиздат, 1986. – с. 376.
2. О.И. Григорьев, А.А.Кадочников. Устройство для управления автономным инвертором напряжения: а. с. СССР 1352601, МКИ Н 02 М 7/48, Бюлл. Изобрет., 1987, № 42.

А.М. МАРКОВ, Ю.А. РОДИОНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
АВТОНОМНОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА**

В статье рассматриваются характеристики пневматического поршневого компрессора и приводятся некоторые технические решения, направленные на оптимизацию работы автономных источников сжатого воздуха.



Компрессорами называют машины, предназначенные для сжатия, подачи газов и паров из пространства с меньшим давлением в пространство с большим давлением.

К компрессорам, работающим по принципу уменьшения объема рабочей полости, относятся поршневые и ротационные, у которых объем рабочей полости цилиндра, изменяется при вращении одного или двух поршней, и мембранные, у которых этот объем изменяется вследствие прогиба упругой мембраны.

Поршневые компрессоры характеризуются возвратно-поступательным движением поршня. В ротационных компрессорах один или два поршня имеют вращательное движение в цилиндре [1].

К компрессорам, работающим по принципу уменьшения объема, относятся также гидравлические компрессоры, где поршнем является столб воды, всасывающий в трубу воздух, который далее выделяется в водоотделителе.

По принципу сообщения скорости потоку газа работают центробежные и осевые компрессоры. У центробежных компрессоров в рабочем колесе, вращающемся с числом оборотов 3000-27000 в минуту, лопатки сообщают газу большую скорость. Возникающая при этом центробежная сила вызывает сжатие газа, которое еще более возрастает после выхода газа из рабочего колеса и понижения его скорости в диффузоре. У осевых компрессоров поток газа направлен вдоль оси вращения рабочего колеса.

К другим признакам, по которым можно классифицировать компрессоры, относятся тип привода, вид охлаждения, расположение цилиндров и т.п. Эксплуатационные особенности различных типов компрессоров определяют области их применения [2].

У лопаточных машин значительны потери вследствие неплотностей, что позволяет применять эти компрессоры только при низких давлениях, но больших производительностях.

Для исследования электромеханических параметров был выбран отечественный компрессор марки BERCUT 17. Это полупрофессиональный поршневой компрессор предназначен для накачивания шин любых видов и типоразмеров, но благодаря своей высокой производительности особенно подходит для шин большого объема и высокого давления.

Для удобства работы на удалении от источника питания в комплекте поставляется универсальный шланг-удлинитель с высокоточным цифровым манометром. Специальный клапан позволяет осуществлять непрерывное и прерывистое дросселирование сжатого воздуха.

Компрессор подключается через зажимы напрямую к клеммам аккумулятора. Провода питания имеют необходимую длину и сечение жилы для выполнения подключения. На проводе питания компрессора предусмотрен электрический предохранитель, который защищает аккумулятор и электропривод при возникновении внештатных ситуаций.