



(19) **KG** (11) **1562** (13) **C1** (46) **31.07.2013**  
(51) **H02M 5/293** (2013.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
И ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

---

(19) **KG** (11) **1562** (13) **C1** (46) **31.07.2013**

(21) 20120048.1

(22) 10.05.2012

(46) 31.07.2013. Бюл. №7

(71)(73) Кыргызско - Российский Славянский университет (KG)

(72) Денисов Г.С., Гарающенко Е.И. (KG)

(56) Патент RU №2246127, C2, кл. G05F 1/20, 2005

**(54) Импульсный стабилизатор переменного напряжения**

(57) Импульсный стабилизатор переменного напряжения относится к области электротехники, а именно к стабилизаторам напряжения переменного тока с плавным регулированием, без промежуточного преобразования в постоянный ток.

Техническая задача изобретения - повышение надежности работы и КПД за счет исключения паразитных явлений в цепях силовых ключей.

Поставленная задача решается за счет того, что импульсный стабилизатор переменного напряжения, содержащий вольтодобавочный трансформатор, вольтодобавочная обмотка которого связана с последовательно соединенными ключевым регулирующим элементом и выходным сглаживающим фильтром, широтно-импульсный модулятор, выход которого соединен с ключевым регулирующим элементом, а вход через регулятор соединен с выходом блока сравнения, входы которого соединены с входом выходного сглаживающего фильтра и выходом генератора опорного синусоидального синхронизированного с сетевым напряжением, дополнительно снабжен входным сглаживающим фильтром, четырьмя электронными коммутаторами, детектором пересечения сетевым напряжением нуля и драйвером прямого и синхронного ключей, при этом сглаживающий фильтр установлен между выходом вольтодобавочной обмотки вольтодобавочного трансформатора и ключевым регулирующим - элементом, который выполнен в виде четырех транзисторов с антипараллельными диодами, соединенными эмиттерами попарно, причем коллекторы первой пары включены между выходом входного сглаживающего фильтра и входом выходного сглаживающего фильтра, а коллекторы второй пары включены между входами выходного сглаживающего фильтра, затворы транзисторов подсоединены к выходам электронных коммутаторов, входы которых соединены с выходом детектора пересечения сетевым напряжением нуля, а также к выходам драйвера прямого и синхронного ключей, вход которого соединен с выходом широтно-импульсного модулятора. 1 н.п. ф., 2 фиг.

(21) 20120048.1

(22) 10.05.2012

(46) 31.07.2013, Bull. №7

(71)(73) Kyrgyz - Russian Slavic University (KG)

(72) Denisov G.S., Garayuschenko E.I. (KG)

(56) Patent RU №2246127, C2, cl. G05F 1/20, 2005

**(54) Pulse AC voltage regulator**

(57) Pulse AC voltage regulator relates to the electrical engineering, namely to the AC voltage stabilizers with smooth adjustment without intermediate conversion into DC.

Technical problem of the invention is to increase the reliability and efficiency by eliminating the parasitic effects in the circuits of power switches.

The stated problem is solved by the fact that the pulse AC voltage regulator, comprising a booster transformer, booster coil of which is connected to the key regulatory element and output smoothing filter in series; pulse width modulator, which output is connected to a key regulatory element, and input, through the regulator is connected to the output of comparator, which inputs are connected to the input of the output smoothing filter and to the output of reference sinusoidal voltage generator synchronized with the line voltage; is additionally provided with input smoothing filter, four electronic commutators, zero voltage crossing line detector and driver of direct and synchronous keys; smoothing filter, at that, is disposed between the booster winding output of booster transformer and key regulatory element, which is made in the form of four transistors with antiparallel diodes, connected in pairs by emitters, collectors of the first pair are inserted between the output of the input smoothing filter output and the input of the output smoothing filter, and collectors of the second pair are connected between the inputs of the output smoothing filter; transistors gates are plugged to the outputs of electronic commutators, which inputs are switched to the output of zero voltage crossing line detector; and also to the outputs of driver of direct and synchronous keys, which input is connected to the output pulse width modulator. 1 independ.-claim, 2 figures.

Изобретение относится к области электротехники, а именно к стабилизаторам напряжения переменного тока с плавным регулированием без промежуточного преобразования в постоянный ток.

Известен стабилизатор напряжения переменного тока, содержащий выпрямитель, соединенный с инвертором напряжения, выход которого соединен выпрямителем с фильтром, который соединен с устройством формирования синусоидального напряжения, инвертор напряжения, соединенный через датчик тока и датчик температуры транзисторов с микроконтроллером, входы которого соединены с датчиками входного и выходного напряжения, выход микроконтроллера соединен с инвертором напряжения, устройство формирования синусоидального напряжения, соединенное через датчик выходного напряжения, датчик тока и датчик температуры транзисторов с драйвером, вход которого соединен с датчиком синхросигналов, а выход с формирователем синусоидального напряжения и устройство питания, соединенное с драйвером и микроконтроллером (патент RU №2321047, C1, кл. G05F 1/20, 2008).

К недостаткам описанного стабилизатора напряжения переменного тока относится низкий КПД из-за потерь на двух последовательных ступенях преобразования.

Известен регулятор напряжения переменного тока, содержащий входной фильтр низкой частоты, соединенный с одним из входов входного и одним из входов параллельного реле, дроссель, вход которого соединен с выходом входного реле и входами последовательного и параллельных ключей, выходы которых подключены к выходу параллельного реле и входу выходного реле, выходной фильтр низкой частоты, подключенный одним выводом к выходу выходного реле, а другим к выводу нагрузки, свободный вход входного реле соединен с выходом выходного реле, а свободный вход параллельного реле соединен с общим проводом (патент RU №2325752, C1, кл. H02M 5/293, 2008).

Недостатками указанного регулятора напряжения переменного тока являются низкие надежность и быстродействие из-за наличия механических контактов в виде реле, которые приводят к разрывности регулировочной характеристики при значении входного напряжения близкого к стабилизируемому.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является импульсный стабилизатор переменного напряжения, содержащий вольтодобавочный трансформатор, ключевой регулирующий элемент, составленный из двух работающих в противофазе транзисторных ключей, обеспечивающих подачу на входы сглаживающего фильтра напряжения вольтодобавки или замыкающих накоротко входы сглаживающего фильтра, синхронизированный с сетевым напряжением источник, опорного синусоидального напряжения, выходное напряжение которого, совместно с выходным напряжением блок-схемы подается на схему сравнения через двухполупериодные схемы выпрямления, широтно-импульсный модулятор, подключенный к схеме сравнения через регулятор с интегрирующей функцией, выходное напряжение складывается из части сетевого напряжения, полученного с помощью отвода вольтодобавочного трансформатора и выходного напряжения сглаживающего фильтра (патент RU № 2246127, C2, кл. G05F 1/20, 2005).

Недостатком конструкции выбранного за прототип импульсного стабилизатора переменного напряжения являются паразитные выбросы напряжения или тока в цепях ключевого регулирующего элемента при высоких скоростях переключения, что ведет к снижению надежности и КПД устройства.

Техническая задача изобретения - повышение надежности работы и КПД за счет исключения паразитных явлений в цепях силовых ключей.

Поставленная задача решается за счет того, что импульсный стабилизатор переменного напряжения, содержащий вольтодобавочный трансформатор, вольтодобавочная обмотка которого связана с последовательно соединенными ключевым регулирующим элементом и выходным сглаживающим фильтром, широтно-импульсный модулятор, выход которого соединен с ключевым регулирующим элементом, а вход через регулятор соединен с выходом блока сравнения, входы которого соединены с входом выходного сглаживающего фильтра и выходом генератора опорного синусоидального синхронизированного с сетевым напряжением, дополнительно снабжен входным сглаживающим фильтром, четырьмя электронными коммутаторами, детектором пересечения сетевым напряжением нуля и драйвером прямого и синхронного ключей, при этом сглаживающий фильтр установлен между выходом вольтодобавочной обмотки вольтодобавочного трансформатора и ключевым регулирующим элементом, который выполнен в виде четырех транзисторов с антипараллельными диодами, соединенными эмиттерами попарно, причем

коллекторы первой пары включены между выходом входного сглаживающего фильтра и входом выходного сглаживающего фильтра, а коллекторы второй пары включены между входами выходного сглаживающего фильтра, затворы транзисторов подсоединены к выходам электронных коммутаторов, входы которых соединены с выходом детектора пересечения сетевым напряжением нуля, а так же к выходам драйвера прямого и синхронного ключей, вход которого соединен с выходом широтно-импульсного модулятора.

Введение дополнительного входного фильтра между вольтодобавочной обмоткой трансформатора и ключевым регулирующим элементом, выполненным в виде четырех транзисторов с антипараллельными диодами, соединенными эмиттерами попарно, где коллекторы первой пары включены между выходом входного сглаживающего фильтра и входом выходного сглаживающего фильтра, а коллекторы второй пары включены между входами выходного сглаживающего фильтра, а так же подсоединение затворов транзисторных ключей к выходам электронных коммутаторов, входы которых соединены с выходом детектора пересечения сетевым напряжением нуля и к выходам драйвера прямого и синхронного ключей, вход которого соединен с выходом широтно-импульсного модулятора позволяет обеспечить неразрывность тока дросселя выходного фильтра, что исключает паразитные выбросы в моменты переключения ключей. В зависимости от полярности входного напряжения - по сигналу от детектора пересечения нуля, через электронные коммутаторы, импульсы управления на соответствующую пару транзисторов, составляющую прямой и синхронный ключ подаются с выходов драйвера прямого и синхронного ключей, обеспечивающего интервал «мертвого времени» для исключения сквозных токов, при этом вторая пара остается открытой на время полупериода входного напряжения, обеспечивая протекание тока в обоих направлениях. Неразрывность тока, обуславливающая исключение индуктивного выброса в момент «мертвого времени» обеспечивается антипараллельными диодами.

Импульсный стабилизатор переменного напряжения иллюстрируется чертежом, где на фиг. 1 изображена блок-схема; на фиг. 2 - осциллограммы управляющих сигналов на затворах силовых транзисторных ключей.

Импульсный стабилизатор переменного напряжения состоит из вольтодобавочного трансформатора 1 с вольтодобавочными обмотками а, b, с, входное напряжение подается между обмотками «b-а», один из выводов обмотки «с» через входной сглаживающий фильтр 2 подключен к коллектору транзистора 3, эмиттер которого соединен с эмиттером транзистора 4, коллекторы транзисторов 4 и 5 соединены с одним входом выходного сглаживающего фильтра 7, эмиттер транзистора 6 соединен с эмиттером транзистора 5, а коллектор соединен со вторым входом выходного сглаживающего фильтра 7 и вторым выводом обмотки «с» трансформатора 1, источник 8 опорного синусоидального напряжения, синхронизированного с сетевым соединен со входом блока сравнения 9, так же соединенного с выходом блок-схемы, выход блока сравнения 9 соединен со входом регулятора 10, выход которого подключен ко входу блока широтно-импульсного модулятора 11 (далее ШИМ), выход блока ШИМ 11 подключен к драйверу прямого и синхронного ключей 12, выходы которого вместе с выходом блока детектора пересечения сетевым напряжением нуля 13 подключены к электронным коммутаторам 14-17, выходы которых соединены с затворами транзисторов 3-6, выход блок-схемы подключен между выходом выходного сглаживающего фильтра 7 и точкой соединения обмоток «b-а» трансформатора 1.

Импульсный стабилизатор переменного напряжения работает следующим образом.

В основе действия стабилизатора заложен принцип преобразования входного сетевого напряжения в последовательность прямоугольных импульсов, модулированных по длительности, следующих с частотой, многократно превышающей частоту сетевого напряжения, с последующим выделением фильтром первой гармоники сигнала.

При подаче напряжения на вход трансформатора 1 в момент положительной полуволны входного напряжения детектор пересечения нуля 13 вырабатывает и подает управляющий сигнал на электронные коммутаторы, в результате чего транзисторы 4 и 6 открываются на время положительного полупериода, а на затворы транзисторов 3 и 5 подается через коммутаторы 8 и 10 сигнал ШИМ с выхода драйвера прямого и синхронного ключей 12 (фиг. 2). При малых нагрузках, в момент открытого состояния транзистора 5, ток дросселя снижается до нуля и возрастает в обратном направлении в результате разряда конденсатора фильтра 7, при этом открывается антипараллельный диод транзистора 3 и избыточная энергия, запасенная дросселем фильтра 7, рекупируется в конденсатор входного сглаживающего фильтра 2. Дополнительно, входной сглаживающий фильтр 2, сглаживает высоко-частотные пульсации потребляемого импульсным преобразователем тока, что уменьшает потери в сердечнике трансформатора 1.

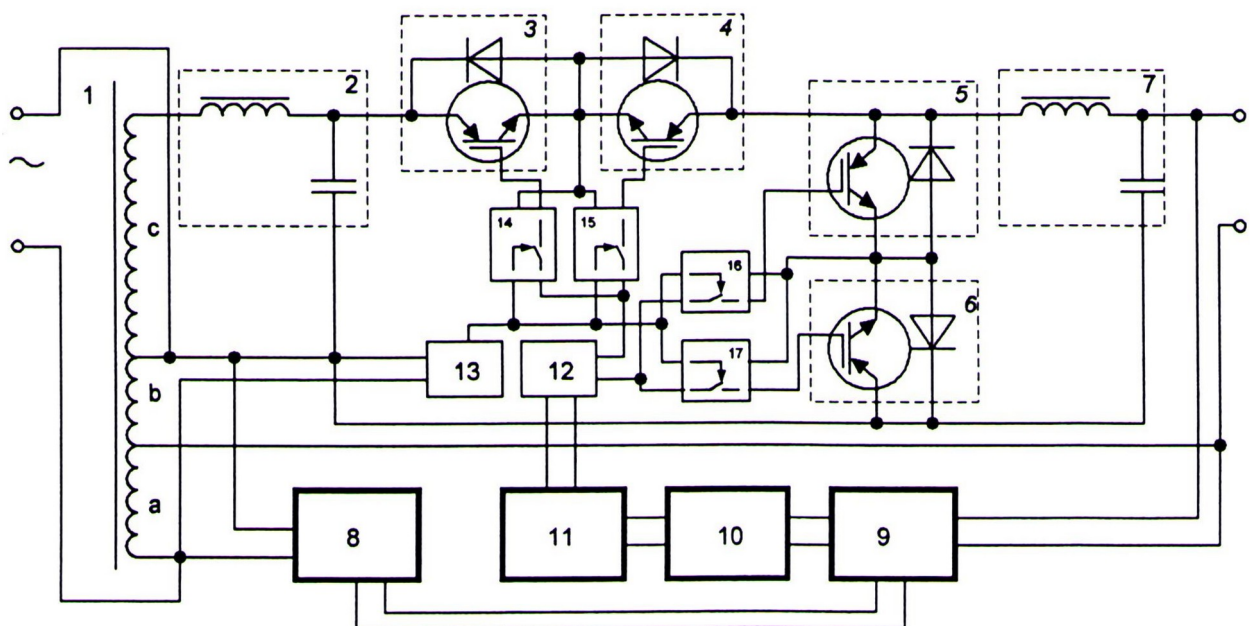
Работа ключевого регулирующего элемента в отрицательный полупериод входного напряжения аналогична рассмотренному выше, но импульсы ШИМ через коммутаторы поступают на затворы транзисторов 4 и 6, а постоянно открытыми в течении полупериода остаются транзисторы 3 и 5.

Управление коэффициентом заполнения ШИМ осуществляет регулятор 10, получая от блока сравнения 9 сигнал о рассогласовании выходного и опорного напряжения, вырабатываемого источником 8.

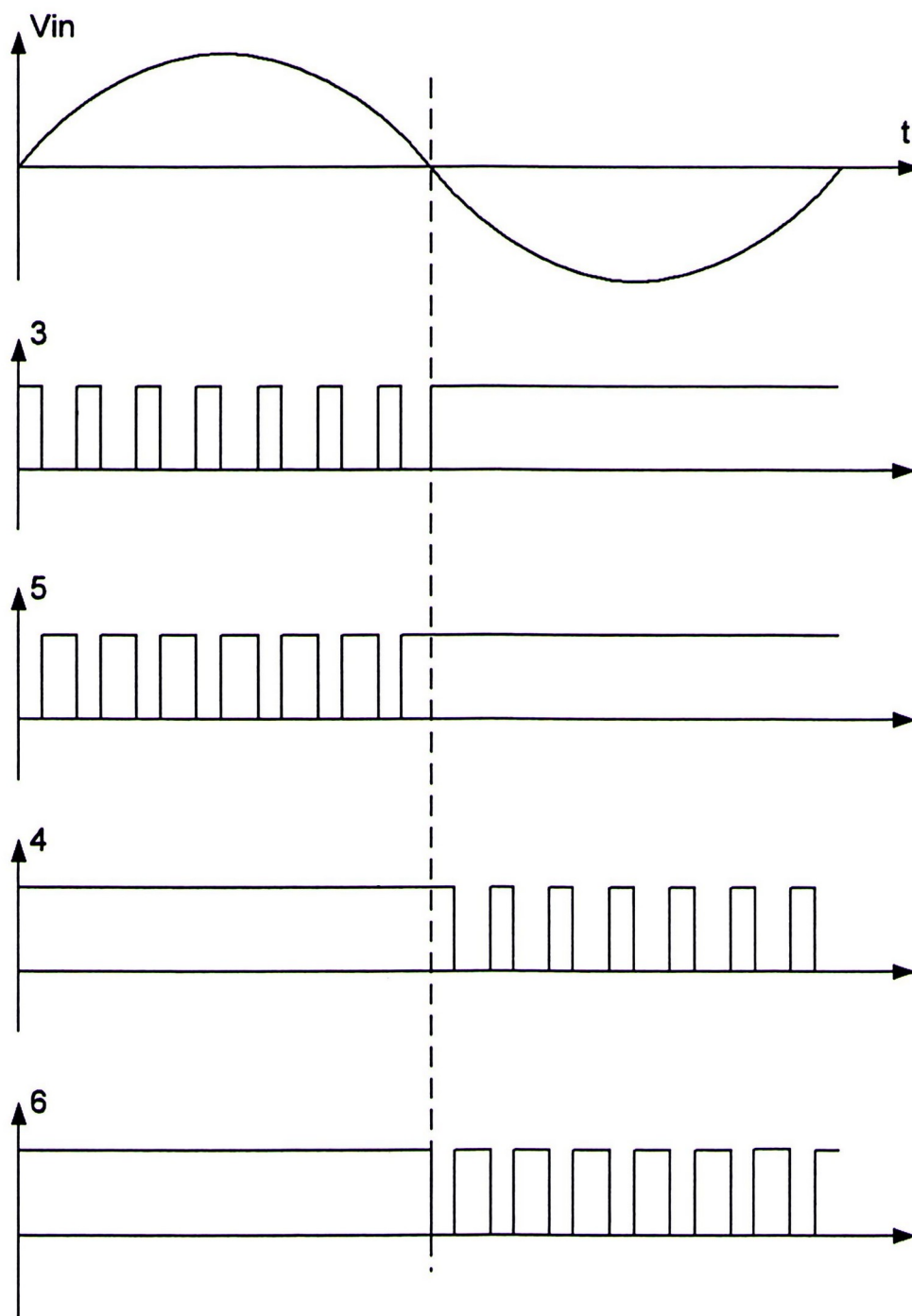
Использование импульсного стабилизатора переменного напряжения, предлагаемой конструкции позволит уменьшить габариты и получить более надежное устройство, обеспечивающее стабилизированное переменное напряжение с низким коэффициентом гармоник для питания различной аппаратуры.

### Формула изобретения

Импульсный стабилизатор переменного напряжения, содержащий вольтодобавочный трансформатор, вольтодобавочная обмотка которого связана с последовательно соединенными ключевым регулирующим элементом и выходным сглаживающим фильтром, широтно-импульсный модулятор, выход которого соединен с ключевым регулирующим элементом, а вход через регулятор соединен с выходом блока сравнения, входы которого соединены с входом выходного сглаживающего фильтра и выходом генератора опорного синусоидального синхронизированного с сетевым напряжением, отличающийся тем, что дополнительно снабжен входным сглаживающим фильтром, четырьмя электронными коммутаторами, детектором пересечения сетевым напряжением нуля и драйвером прямого и синхронного ключей, при этом сглаживающий фильтр установлен между выходом вольтодобавочной обмотки вольтодобавочного трансформатора и ключевым регулирующим элементом, который выполнен в виде четырех транзисторов с антипараллельными диодами, соединенными эмиттерами попарно, причем коллекторы первой пары включены между выходом входного сглаживающего фильтра и входом выходного сглаживающего фильтра, а коллекторы второй пары включены между входами выходного сглаживающего фильтра, затворы транзисторов подсоединены к выходам электронных коммутаторов, входы которых соединены с выходом детектора пересечения сетевым напряжением нуля, а также к выходам драйвера прямого и синхронного ключей, вход которого соединен с выходом широтно-импульсного модулятора.



Фиг. 1



Фиг. 2

Выпущено отделом подготовки материалов

---

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03