

ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Соболева Полина Александровна

студент, ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, РФ, г. Ставрополь

Бондарь Сергей Николаевич

научный руководитель, доцент кафедры Электротехники, автоматики и метрологии, ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, РФ, г. Ставрополь

PULSE VOLTAGE STABILIZERS

Polina Soboleva

*Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol*

Sergey Bondar

*Scientific supervisor, Associate professor of the Department of Electrical Engineering, Automation
and Metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol*

Аннотация. В статье приведена принципиальная схема импульсного преобразователя напряжения, рассмотрены особенности работы, существенные достоинства и недостатки по сравнению с аналогами.

Abstract. The article presents a schematic diagram of a pulse voltage converter, discusses the operating features, significant advantages and disadvantages in comparison with analogues.

Ключевые слова: ПКЭ, АЦП, ИОН, импульсный стабилизатор, ключевой режим, ШИМ, ИЭ, ГПН.

Keywords: PKE, ADC, ION, pulse stabilizer, key mode, PWM, IE, GPN.

Качество электроэнергии является важнейшим аспектом электроснабжения. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ), такие как величина напряжения, частота и форма синусоиды электротока, описаны в Государственном стандарте качества электрической энергии. Несоблюдение ПКЭ может привести к ущербу:

- электромагнитному, вызванному, прежде всего, неэффективностью процессов генерации, передачи и использования электроэнергии;

- технологическому, влечет за собой снижение производительности оборудования, задействованного в технологических процессах.

Проблема качества электроэнергии эквивалентна понятию «электромагнитной безопасности». ПКЭ обеспечивают надежное функционирование технологических процессов. Анализ качества электроэнергии осуществляется путем измерения и сравнения их с допустимыми значениями. Для этого используются системы мониторинга. Основными компонентами таких систем являются анализаторы качества электроэнергии, которые, по сути, представляют собой аналого-цифровые преобразователи (АЦП) [1÷3]. Точностные параметры АЦП критически зависят от параметров питающих напряжений, которые обеспечиваются стабилизированными источниками опорного напряжения (ИОН) [4÷8]. В силу указанных причин, на стабилизированные ИОН, используемые для электропитания АЦП, накладывается ряд условий:

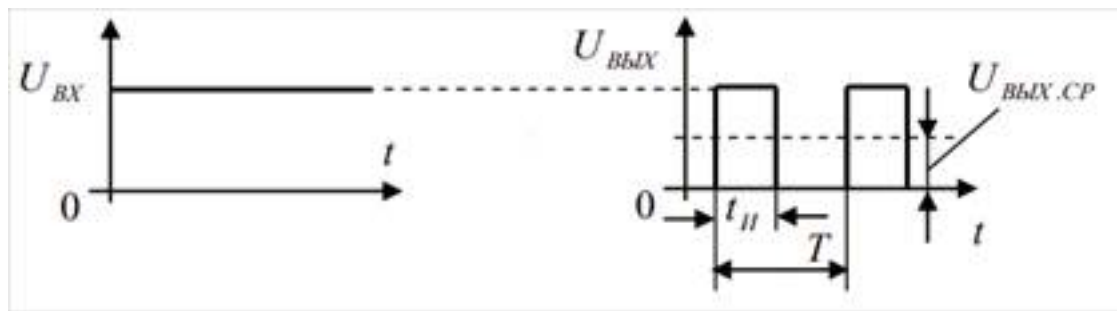
- низкая потребляемая мощность;
- высокая надежность;
- высокая стабильность выходного напряжения;
- высокий коэффициент полезного действия (КПД).

Именно высокий КПД ИОН, в значительной степени определяет успешность функционирования систем мониторинга управления качеством электроэнергии. Эксплуатация предполагается в широком диапазоне входных питающих напряжений в силу необходимости контроля ПКЭ именно в условиях нестабильности питающих напряжений.

Импульсный стабилизатор напряжения использует принцип сравнения опорного напряжения с напряжением на выходе, это позволяет регулировать длительность открытия ключа. В общем виде импульсный стабилизатор включает в себя импульсный преобразователь с устройством регулировки, генератор, выравнивающий фильтр, снижающий импульсы напряжения на выходе, сравнивающее устройство, подающее сигнал разности входного и выходного напряжения. При работе прибора, напряжение, выдаваемое на его выходе, поступает на сравнивающее устройство, где оно сравнивается с базовым напряжением, получая пропорциональный сигнал. При регулировании в генераторе разностный аналоговый сигнал преобразовывается в пульсации с постоянной частотой и переменной продолжительностью. При частотно-импульсном регулировании продолжительность импульсов имеет постоянное значение. Частота импульсов генератора зависит от свойств сигнала. Образованные генератором управляющие импульсы проходят на элементы преобразователя. Транзистор регулировки действует в режиме ключа. Изменяя частоту или интервал импульсов генератора, меняют нагрузочное напряжение. Преобразователь изменяет значение напряжения на выходе в зависимости от свойств управляющих импульсов. Гальваническая изоляция выхода и входа в понижающих устройствах отсутствует.

Когда речь заходит о импульсных стабилизаторах напряжения, особенно тех, что работают по принципу коррекции отклонений, их эффективность достигает уровня 80-90%. Важно отметить, что с увеличением разницы между входной и выходной напряжениями повышается их коэффициент полезного действия. Это означает, что импульсные стабилизаторы напряжения демонстрируют стабильную работу даже при значительных колебаниях входного напряжения, которые могут превышать установленные границы качества электроснабжения. Таким образом, их эффективность не подвержена влиянию изменений в параметрах электроэнергии, что не оказывает отрицательного воздействия на работу систем контроля качества электроэнергии.

Значительный КПД импульсных стабилизаторов достигается за счет ключевого режима регулирующего элемента, рисунок 1.1.



а)

б)

Рисунок 1.1. Формы напряжения на входе (а) и выходе (б) регулирующего элемента

Коммутируемый регулирующий элемент формирует последовательность импульсов, с амплитудой равной амплитуде входного напряжения и длительностью $t_{и}$.

Выходное среднее напряжение определяется соотношением

$$U_{\text{ВЫХ.СР}} = \frac{t_{и}}{T} \cdot U_{\text{ВХ}} = \gamma \cdot U_{\text{ВХ}}$$

где T — период повторения импульсов;

$\gamma = \frac{t_{и}}{T}$ — относительная длительность импульсов.

Изменение относительной длительности импульсов γ , обеспечивает изменение среднего значения выходного напряжения.

Основным способом регулировки среднего выходного напряжения является широтно-импульсная модуляция (**ШИМ**) - изменение длительности импульса $t_{и}$ при неизменности периода T .

Тем самым, в отличие от стабилизатора непрерывного действия в регулирующем элементе импульсного стабилизатора изменяется не сопротивление, а относительная длительность импульсов γ , что в конечном итоге, и определяет высокий КПД, недостатки:

- сравнительно невысокую стабильность напряжения;
- наличие импульсных помех в широком диапазоне частот.

Принципиальная схема импульсного стабилизатора постоянного напряжения представлена на рисунке 1.2.

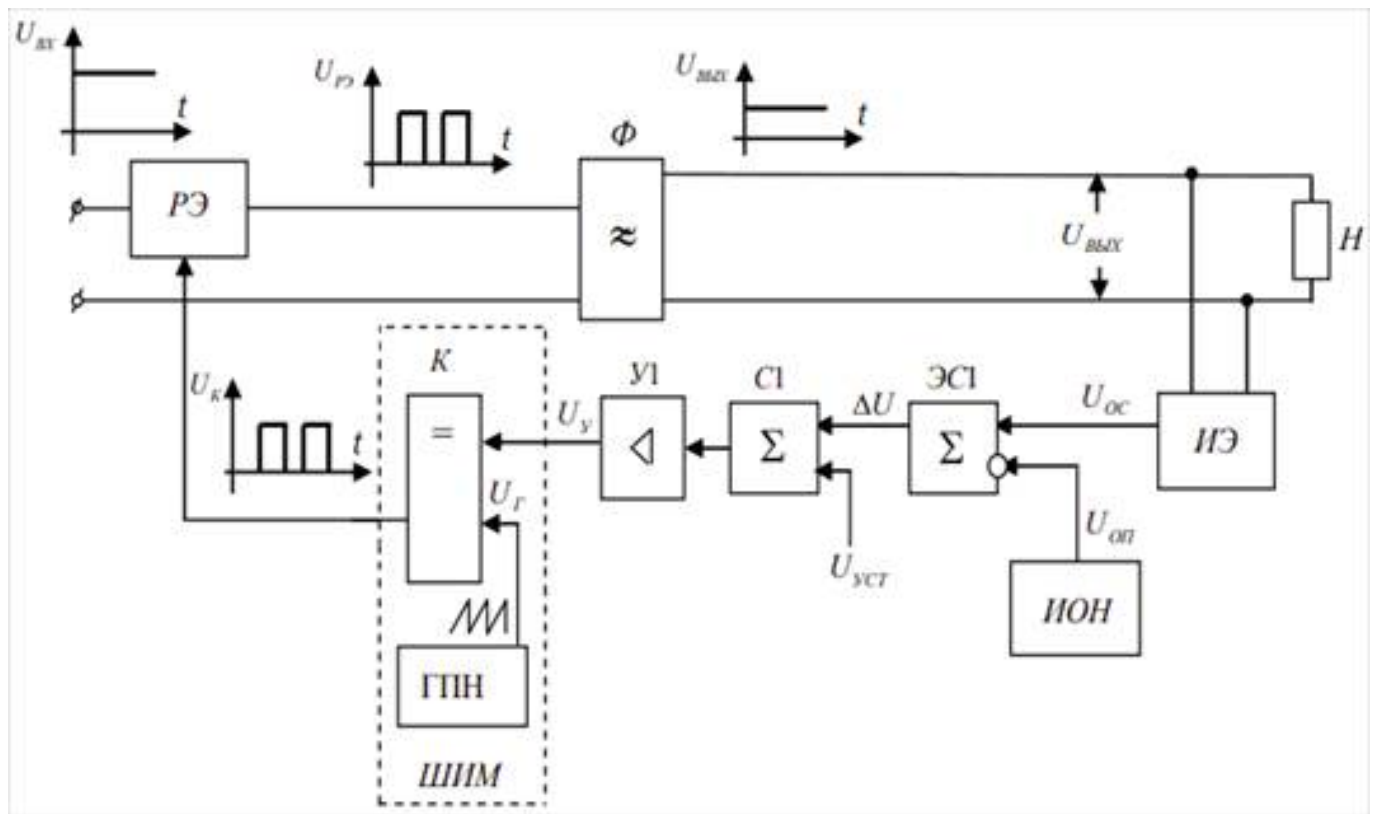


Рисунок 1.2. Принципиальная схема импульсного **стабилизатора напряжения**

В состав стабилизатора входят:

- регулирующий элемент, работающий в импульсном (ключевом) режиме;

- фильтр нижних частот, сглаживающий импульсы напряжения U_{P3} , поступающие с выхода регулирующего элемента;

- измерительный элемент **ИЭ**, с помощью которого измеряется выходное стабилизированное напряжение или его часть. Измеренное напряжение – напряжение обратной связи
 $U_{OC} = \beta \cdot U_{ВЫХ}$;

- элемент сравнения **ЭС1**, в котором напряжение обратной связи сравнивается с опорным (эталонным) напряжением $U_{ОП}$. На выходе **ЭС1** возникает напряжение рассогласования
 $\Delta U = U_{OC} - U_{ОП}$;

- источник опорного напряжения **ИОН**, вырабатывающий постоянное по величине опорное напряжение $U_{ОП}$;

- сумматор **С1**, где напряжение рассогласования ΔU складывается с напряжением уставки $U_{УСТ}$, с помощью которого устанавливается номинальная длительность импульсов на выходе **РЭ**;

- усилитель **У1**, на вход которого поступает суммарное напряжение с выхода **С1**;

- широтно-импульсный модулятор **ШИМ**, состоящий из генератора пилообразного напряжения **ГПН** и компаратора **К**.

Достоинства импульсных стабилизаторов напряжения:

- высокий КПД;
- невысокая стоимость;
- продолжительный срок эксплуатации;
- настройка выходного сигнала.

Недостатки:

- сложность настройки и регулирования;
- электромагнитные помехи;
- низкая эффективность;
- ограниченный диапазон входного напряжения;
- возможность сбоев.

Список литературы:

1. Пат. РФ №58824. Аналого-цифровой преобразователь / С.Н. Бондарь, В.Я. Хорольский, М.С. Жаворонкова. БИ. 2006. №33.
2. Пат. РФ №155713. Устройство для формирования выборки мгновенного значения напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №29.
3. Пат. РФ №155555. Аналоговое запоминающее устройство / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №28.
4. Пат. РФ №149612. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №1.
5. Пат. РФ №148943. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2014. №35.
6. Пат. РФ №146819. Стабилизатор постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2014. №29.
7. Пат. РФ №154069. Импульсный стабилизатор напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2015. №22.
8. Пат. РФ №148941. Стабилизированный преобразователь постоянного напряжения / С.Н. Бондарь, М.С. Жаворонкова. БИ. 2014. №35.