

# Однотактный прямоходовый преобразователь с ШИМ

Выполнили: Запольский С.А.  
Самойленко Н.Г.

Руководитель: д.т.н., доцент каф. ПрЭ Михальченко С.Г.

Аннотация: в статье представлен алгоритм работы системы управления стабилизатором напряжения на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Так же рассмотрен принцип работы прямоходового однотактного преобразователя.

## Введение

Большинство разработчиков, работающих над автоматической системы управления техническим процессом (АСУ ТП), пользовались при её построении одним из видов модуляции. Самым распространённым видом модуляции является ШИМ. Пользуются, в основном, встроенными, в микроконтроллеры или специальные ШИМ-микросхемы, ШИМ-системами. При этом пользователь знает, что у него должно быть на входе микросхемы и что эта микросхема должна выдавать на выходе. Сильные разработчики, знают так же, принцип работы САУ с ШИМ. Неопытные же разработчики сталкиваются с проблемой незнания принципа работы устройств с ШИМ. С целью решения данной проблемы нами был разработан стабилизатор напряжения с собранной на дискретных элементах САУ на ШИМ.

## САУ в общем виде

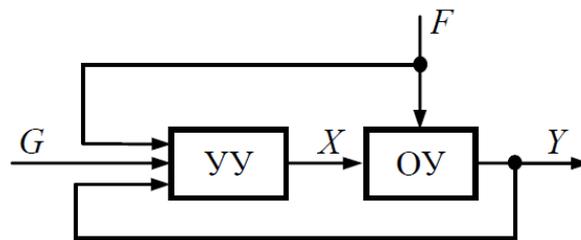


Рис. 1 — Схема САУ

В общем виде САУ с одной выходной координатой, одним задающим и одним возмущающим воздействиями представлена на рис. 1, на котором обозначено: ОУ — объект управления; УУ — управляющее устройство (регулятор);  $Y$  — выходная величина, характеризующая состояние объекта;  $X$  — регулирующее воздействие;  $G$  — задающее воздействие;  $F$  — возмущающее воздействие. На вход УУ, помимо задающего воздействия, поступает информация о возмущающем воздействии и о текущем реальном значении выходной величины. В соответствии с этим УУ полученную информацию преобразует и формирует регулирующее воздействие [1].

В нашем случае ОУ – прямоходовый однотактный преобразователь.

## Прямоходовый однотактный преобразователь

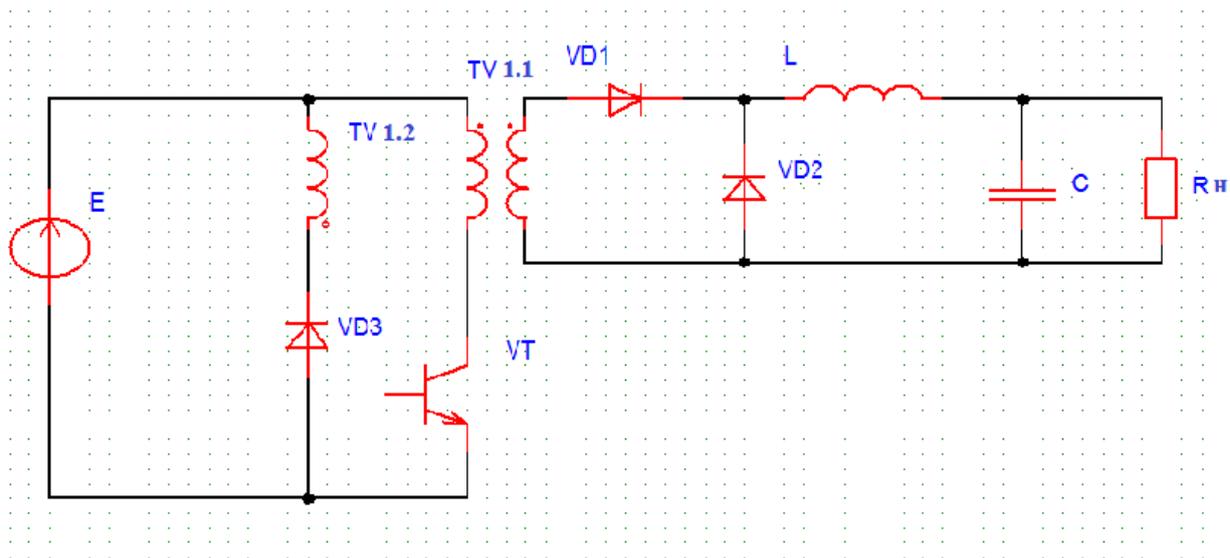


Рис. 2 – прямоходовый одноконтурный преобразователь  
(схема собрана в среде моделирования «ASIMEC»)

Схема прямоходового преобразователя показана на рис. 2. Первичная цепь преобразователя содержит диод VD3, ключ (транзистор) и трансформатор. Вторичная цепь образована вторичной обмоткой трансформатора, диодами VD1 и VD2, дросселем, сглаживающим трансформатором и сопротивлением нагрузки.

Ключ в первичной цепи периодически замыкается и размыкается. Управление ключом осуществляется с помощью управляющих импульсов. Рассмотрим установившийся режим работы преобразователя. Каждый цикл преобразования длительностью  $T$  можно разбить на два интервала. Интервал времени, в течение которого ключ замкнут, обозначим и  $t_i$ . Соответственно, интервал, в течение которого ключ разомкнут, равен и  $T - t_i$ .

Рассмотрим процессы в преобразователе отдельно для каждого интервала.

1. На интервале и  $0 - t$  ключ замкнут. При этом диод VD1 открыт, а VD2 закрыт. Ток замыкается через вторичную обмотку трансформатора, дроссель  $L$ , конденсатор  $C$  и сопротивление нагрузки и  $R_n$ .

2. В момент и  $t$  ключ размыкается. Напряжение обмоток трансформатора изменяет полярность на обратную. За счет этого диод VD1 закрывается, а VD2 открывается. Во вторичной цепи ток замыкается в контуре, образованном диодом VD2, дросселем  $L$ , конденсатором  $C$  и сопротивлением нагрузки и  $R_n$ .

Нетрудно показать, что напряжение на выходе прямоходового преобразователя

$$U = (w_2/w_1) \cdot \gamma$$

Где,  $\gamma = t_i/T$  – коэффициент заполнения импульсов [2].

Из этого следует наша задача – напряжение на выходе преобразователя будет регулироваться  $\gamma$ . Исходя из данной задачи, мы должны составить систему управления преобразователя.

## Формирование ШИМ

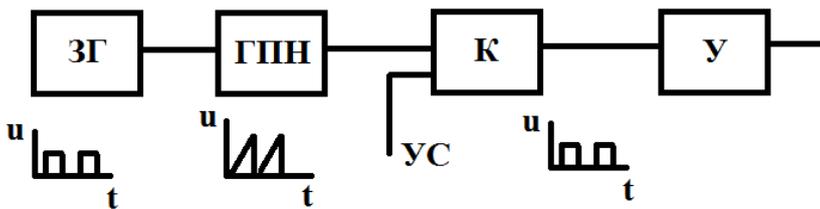


Рис. 3 – Функциональная блок-схема ШИМ с пояснительными диаграммами

Где, ЗГ – задающий генератор, ГПН – генератор пилообразного напряжения, К – компаратор, У – усилитель мощности; УС – управляющий сигнал.

На рис. 3 можно видеть, что по данной функциональной схеме можно получить множество схемных решений составления аналогового ШИМ. Меняя каждый из блоков схемы, мы получаем новые схемные решения, но используем при этом один и тот же подход. Принцип работы этой схемы в следующем, на вход компаратора подаётся 2 сигнала: первый с генератора пилообразных напряжений, второй приходит из внешней среды (УС – сигнал ошибки, о нём в разделе «Обратная связь»). Компаратор сравнивает эти сигналы – когда УС больше сигнала с ГПН, он выдаёт максимально возможное напряжение на выходе. В момент, когда напряжение с ГПН становится больше УС, он перестаёт выдавать напряжение на выходе, до прихода следующей «пилы». Таким образом на выходе компаратора образуется импульс, от ширины которого (при  $T = \text{const}$ ) зависит напряжение на нагрузке.

### Формирование сигнала ошибки (УС).

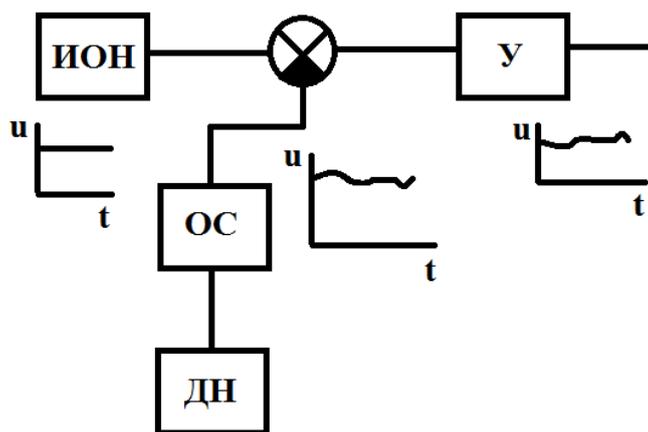


Рис. 4 – блок-схема формирования УС с пояснительными диаграммами

Где, ИОН – источник опорного напряжения, ОС – обратная связь, ДН – делитель напряжения, У – усилитель.

Схема на рис. 4 работает по следующему принципу. Делитель напряжения ставится параллельно нагрузке, тогда обратная связь (отрицательная) несёт информацию, как о возмущающем сигнале, так и о выходе. Опорное напряжение задаётся с учётом коэффициента передачи обратной связи. Сигналы с ИОН и ОС приходят на вычитатель, и

вычитатель формирует, отнимая от напряжения ИОН напряжение с ОС, формирует сигнал ошибки, который поступает на вход компаратора в схеме ШИМ (УС).

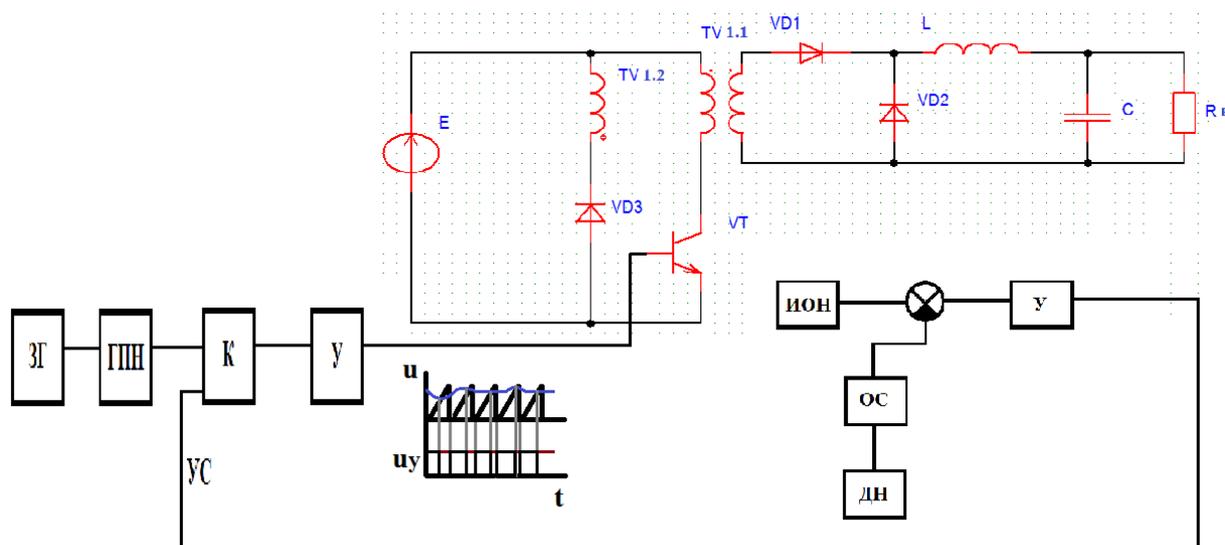


Рис. 5 – схема работы стабилизатора напряжения на прямоходовом одноканальном преобразователе

### Список используемой литературы

- 1 Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. «Теория автоматического управления»: Учебное методическое пособие. – Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2010. – 162 с.
- 2 <http://ikit.edu.sfu-kras.ru/files/7/11.pdf>
- 3 Моин В.С. «Стабилизированные транзисторные преобразователи». – Москва: Энергомиздат, 1986. – 376 с.