

УДК 621.314.632:62-52

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ТИРИСТОРОВ

Мускатыньев А. В., Байкова Ю. А.

ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы построения прибора для измерения параметров цепи управления силовых тиристорov, позволяющего измерять требуемые параметры по российскому и европейскому стандартам. Основой прибора является микроконтроллер фирмы Atmel ATmega8, реализующий функции управления и измерения.

**Ключевые понятия:** силовой тиристор, ток включения, напряжение включения, время распространения включенного состояния.

### Постановка задачи

Отпирающий постоянный ток  $I_{gt}$  и отпирающее постоянное напряжение  $U_{gt}$  на управляющем электроде тиристорov являются важными параметрами, требующими измерения и контроля в процессе изготовления и эксплуатации тиристорov. Однако алгоритмы их измерения по российскому и европейскому стандартам имеют некоторые отличия. В соответствии с российским ГОСТом<sup>1</sup> на тиристор подается начальное анодное напряжение 12 В и формируется медленно нарастающий ток в цепи управляющего электрода тиристора. В момент резкого увеличения тока в анодной цепи, что свидетельствует о включении тиристора, нарастание управляющего тока прекращается, источник анодного напряжения отключается и происходит измерение параметров  $I_{gt}$  и  $U_{gt}$ .

При измерении по европейскому стандарту<sup>2</sup>, при включении тиристора нарастание тока управления также прекращается, но анодное напряжение не отключается, и в анодной цепи тиристора протекает ток определенной величины, меньше предельного значения. Измерение параметров цепи управления происходит после полного включения структуры тиристора без отключения источника анодного питания. Очевидно, что при этом значение параметра  $U_{gt}$  будет завышенным по сравнению с первым случаем.

В настоящей статье обсуждается структура установки, предназначенной для измерения параметров цепи управления в соответствии с различными алгоритмами.

### Метод решения

На рис. 1 показана структура универсального прибора для измерения параметров цепи управления тиристором, учитывающая оба стандарта. В качестве управляющего устройства применен AVR микроконтроллер AT mega8 фирмы ATMEL. Отличительным признакам структуры является мощный источник анодного напряжения, способный отдавать в нагрузку значительный ток, величиной до 10 А, в течение времени, превышающего время распространения включенного состояния тиристорov с предельными токами до 5000 А. Это время составляет, порядка 1,5 – 2 миллисекунд. Выбор алгоритма измерения осуществляется тумблером РЕЖИМ. С целью расширения диапазона измерения тока управления в схему генератора введены два шунта тока, которые коммутируются сигналом с выхода микроконтроллера с помощью ключа КЛ.

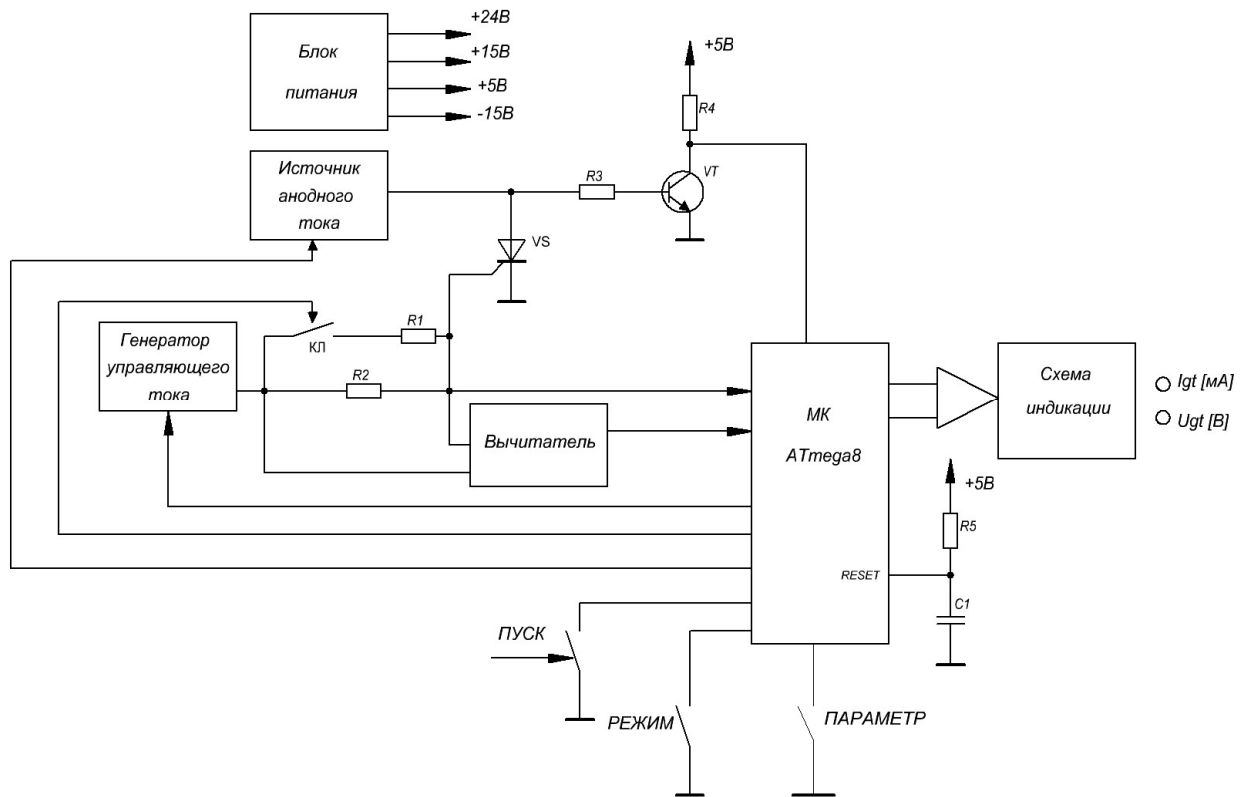


Рис. 1. Универсальный прибор для измерения параметров цепи управления тиристоров

Вычитатель, реализованный на операционном усилителе с дифференциальной схемой включения, устраняет синфазную составляющую тока  $I_{gt}$ . Источник питания обеспечивает необходимый набор напряжений для активных элементов схемы.

Момент включения испытуемого тиристора фиксируется по резкому снижению анодного напряжения с помощью ключа на транзисторе VT, выход которого подключен к входу внешнего прерывания микроконтроллера МК. Так как используемый микроконтроллер содержит один АЦП, то в каждый момент происходит измерение только одного параметра -  $I_{gt}$  или  $U_{gt}$ . Выбор измеряемого параметра задается положением тумблера ПАРАМЕТР. Результат выводится на трехразрядный индикатор, работающий в динамическом режиме и подключенный без буферных регистров к порту микроконтроллера. Алгоритм работы микроконтроллера представлен на рис. 2.

## Алгоритм работы МК

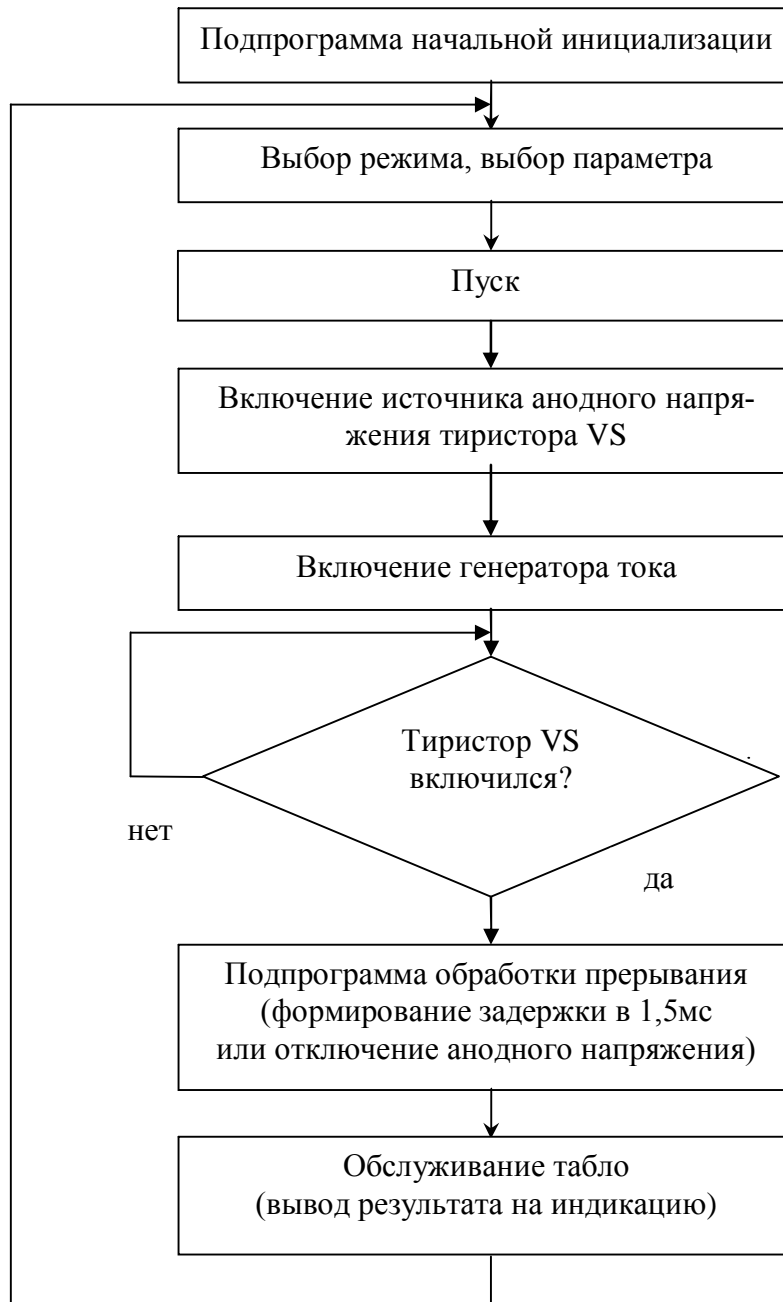


Рис. 2. Алгоритм работы микроконтроллера

Рассмотрим принципиальные схемы основных узлов установки. Схема источника анодного напряжения представлена на рис. 2. Источник, реализованный по схеме параметрического стабилизатора формирует начальное напряжение на аноде тиристора, равное 12 В.

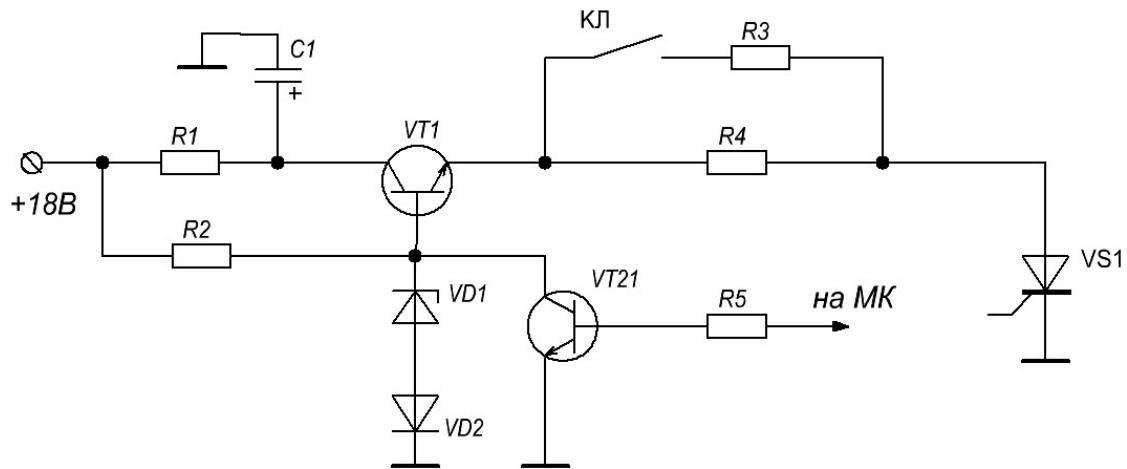


Рис. 2. Принципиальная схема источника анодного напряжения

Первая особенность реализации схемы заключается в использовании управляющего транзистора VT2, с помощью которого можно включать и выключать источник сигналом с микроконтроллера. Следует иметь в виду, что выключение анодного источника в соответствии с измерительными стандартами осуществляется в различные моменты времени: для российского – в момент включения тиристора, а для европейского – после измерения искомых параметров. Второй особенностью схемы анодного источника является применение накопительного конденсатора C1, с помощью которого существенно повышается токовая импульсная нагрузка при питании от маломощного входного источника. Амплитуда тока нагрузки определяется резисторами R3 - R4, коммутируемые ключом КЛ.

Принципиальная схема генератора управляющего тока показана на рис. 3.

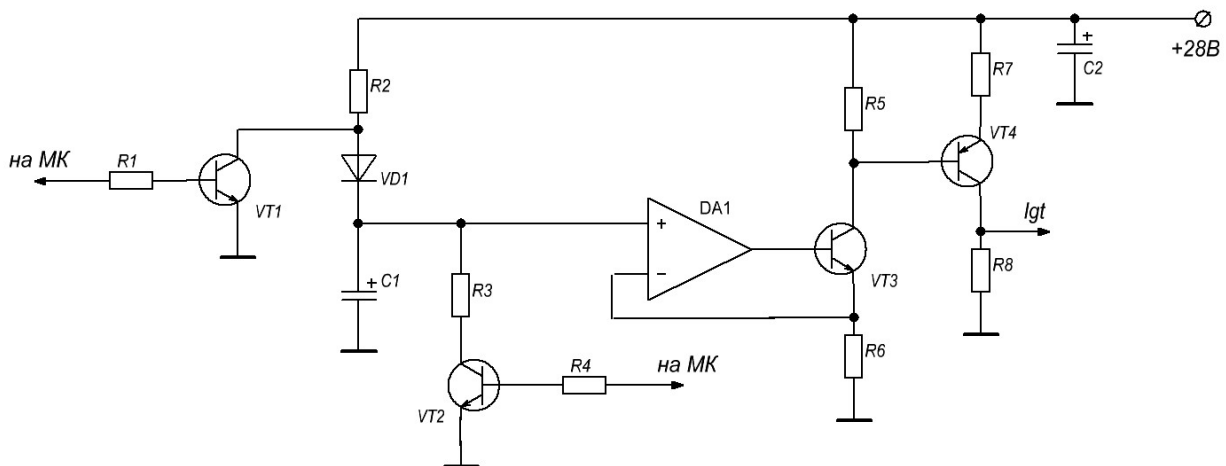


Рис. 3. Принципиальная схема генератора управляющего тока

В целом, схема представляет собой преобразователь напряжения на конденсаторе C1 в ток коллектора транзистора VT4 и управляющего перехода испытуемого тиристора. Транзистор VT1 совместно с диодом VD1 формируют «полку» выходного тока при включении тиристора за счет перевода конденсатора C1 в режим запоминания. Транзистор VT2 обеспечивает разряд конденсатора и начальную подготовку схемы к началу измерения.

## Заключение

Предлагаемый прибор предназначен для использования на заводах-изготовителях силовых полупроводниковых приборов и предприятиях, разрабатывающих преобразовательные устройства на их основе. Прибор позволяет проводить входной контроль и подбор тиристоров отечественных и зарубежных производителей.

## Литература

<sup>1</sup> См.: ГОСТ 24461-80 (СТ СЭВ 1656-79). Приборы полупроводниковые силовые. Методы измерений и испытаний; введен с 01.01.82. – М. : Изд – во стандартов, 1981. – 55 с.

<sup>2</sup> См.: International standard 60747-6

## Сведения об авторах

**Мускатиньев Александр Валентинович** – кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, e-mail: [muskatav@mail.ru](mailto:muskatav@mail.ru)

**Байкова Юлия Александровна** – студентка Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва, e-mail: [baikysha@gmail.com](mailto:baikysha@gmail.com)