

ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЛАЗЕРОВ

Схемы электропитания лазеров на парах металлов имеют свои особенности. Большая часть таких схем основана на разряде энергии, запасенной в накопительном конденсаторе, на газоразрядную трубку. При этом мощность, выделяемая на нагрузку, прямо пропорциональна квадрату напряжения, до которого заряжен конденсатор. Изменение питающего напряжения на $\pm 10\%$ приводит к изменению мощности, выделяемой на нагрузку, на $\pm 21\%$. Это, в свою очередь, обуславливает изменение мощности выходного излучения в несколько раз в лазерах на парах металлов. Вот почему требования, предъявляемые к стабильности питающего напряжения, достаточно высоки. В статье представлен тиристорный преобразователь синусоидального напряжения промышленной сети $220\text{ В} \pm 10\%$, частотой 50 Гц , в стабилизированное постоянное напряжение.

В основу предлагаемого преобразователя положена симметричная схема удвоения напряжения [1]. При питании от сети переменного напряжения $220\text{ В} \pm 10\%$ такая схема позволяет получить на нагрузке постоянное напряжение $620\text{ В} \pm 10\%$. Если диоды заменить тиристорами и регулировать угол отпирания тиристоров α в диапазоне $\pi/2 - \pi$, теоретически можно обеспечить регулируемое постоянное напряжение от 620 до 0 В . Однако постоянное напряжение остается нестабилизированным.

В предлагаемом тиристорном преобразователе (рис.1) применены решения, позволяющие стабилизировать напряжение на нагрузке. Рассмотрим работу устройства.

Питание схемы управления тиристорного преобразователя производится по цепи (см. рис.1): трансформатор Т1, выпрямительный мостик VD3, разделительный диод VD4, фильтрующий конденсатор С6, стабилизатор D1. На конденсаторе

С8 имеем питающее напряжение $+15\text{ В}$. Разделительный диод VD4 и делитель R2, R3 позволяют получить на входе 2 операционного усилителя D2.1 сигнал, синхронный с сетевым напряжением (рис.2, эпюра 1). На выходе 1 операционного усилителя D2.1, работающего в режиме компаратора, получаем сигнал, показанный на эпюре 2.

На операционном усилителе D2.2 выполнен интегратор, который формирует пилообразное напряжение. Для линейно нарастающего напряжения постоянная времени пропорциональна $(R8+R9) \cdot C10$, а для линейно убывающего — $R9 \cdot C10$. Таким образом, получаем несимметричное пилообразное напряжение на выходе 7 операционного усилителя D2.2 (эпюра 3-1).

На операционном усилителе D2.3 выполнен компаратор. На вход 10 этого усилителя подается пилообразное напряжение с выхода операционного усилителя D2.2. На вход 9 поступает напряжение с делителя R4–R6, а через резистор обратной связи R1 — выходное напряжение $+500\text{ В}$. Параллельно резистору R4 подключен конденсатор С5, поэтому на входе 9 мы имеем напряжение, близкое к напряжению питания $+15\text{ В}$ в момент включения питания, и далее плавно уменьшающееся до напряжения, определяемого делителем R4–R6 (интервал времени $t_0 - t_1$, эпюра 3-2). На выходе компаратора в моменты сравнения напряжений на входах 9 и 10 формируются сигналы, показанные на эпюре 4.

Дифференциальная цепочка C9–R10, транзистор VT1 и импульсный трансформатор T2 формируют электрические сигналы, показанные на эпюре 5, которые поступают на управляющие входы тиристоров VD1, VD2.

Плавное изменение напряжения на входе 9 операционного усилителя D2.3 позволяет также плавно изменять фазовый угол α отпирания тиристоров VD1 и VD2 от π (2π) в сторону уменьшения. Это, в свою очередь, приводит к плавному нарастанию выходного напряжения на фильтрующих конденсаторах C1–C4 после подключения преобразователя к питающей сети (интервал времени $t_0 - t_1$ на эпюре 6). После того, как напряжение на входе 9 операционного усилителя VD2.3 выходит на стационарное значение, наступает установившийся режим работы схемы (интервал времени $t_1 - t_2$, эпюра 6).

В.Татур, к.т.н.



Механизм стабилизации выходного напряжения работает по цепи обратной связи R1 следующим образом. Если в результате каких-либо внешних воздействий уменьшилось выходное напряжение (например, при уменьшении входного напряжения), то на входе 9 операционного усилителя D2.3 напряжение также уменьшится. Это приведет к более раннему отпиранию тиристоров VD1, VD2 (момент времени t_3) и, как следствие, к увеличению выходного напряжения. При увеличении выходного напряжения (например, при увеличении входного напряжения) на входе 9 операционного усилителя D2.3 напряжение также увеличится. Отпирание тиристоров VD1, VD2 (момент времени t_4) произойдет позже и, как следствие, выходное напряжение уменьшится.

В схеме управления преобразователем предусмотрена защита по току, выполненная на операционном усилителе D2.4, который работает в режиме компаратора. В нормальном режиме выходное напряжение усилителя D2.4 имеет низкий уровень (диод VD7 закрыт) и на вход 9 операционного усилителя D2.3 влияния не оказывает. При возрастании тока в нагрузке на резисторе R7 возникает напряжение, превышающее опорное напряжение на входе 13 операционного усилителя D2.4. Компаратор срабатывает, и выходное напряжение переходит на высокий уровень. Диод VD7 открывается, и на входе 9 операционного усилителя D2.3 устанавливается уровень напряжения, превышающий амплитуду пилообразного напряжения на входе 10 (момент времени t_5). Импульсы уп-

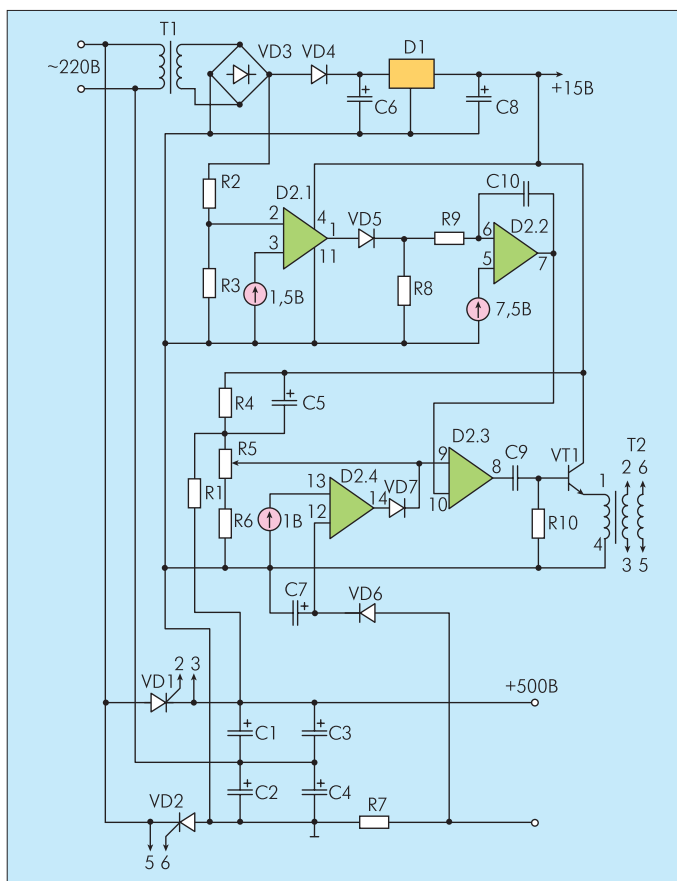


Рис. 1. Функциональная схема тиристорного преобразователя

ПРЕДСТАВЛЯЕМ АВТОРА СТАТЬИ

Татур Валерий Владимирович. Окончил Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники. Заведующий конструкторско-технологической лабораторией Института мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС) СО РАН.
Тел. (3822) 492951, факс (3822) 492776,
e-mail: tatur@imces.ru

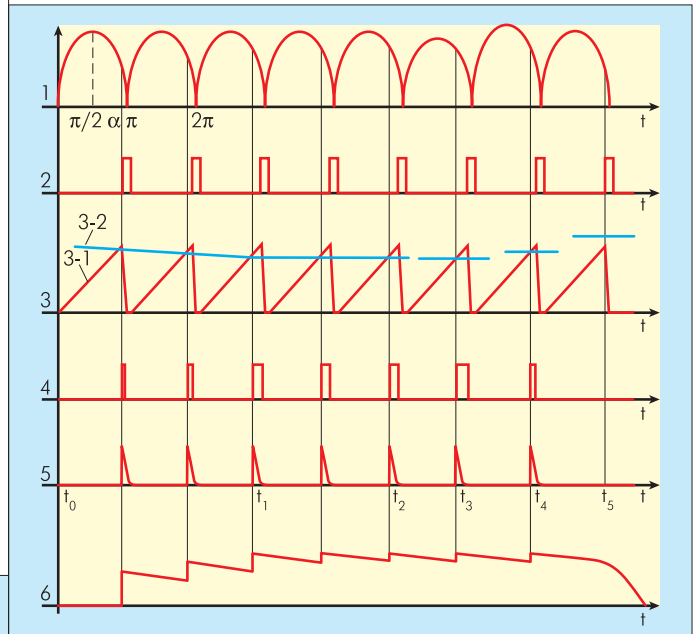


Рис. 2. Эпюры напряжений тиристорного преобразователя

равления перестают поступать на тиристоры, и выходное напряжение уменьшается до нуля. Диод VD6 и конденсатор C7 позволяют удерживать выключенное состояние преобразователя достаточно долго.

Схема управления тиристорным преобразователем выполнена на микросхеме типа LM224, которая имеет четыре операционных усилителя в одном корпусе.

Преобразователь выполнен на печатной плате, его масса – 650 г, габаритные размеры 150×145×55 мм. При изменении входного напряжения от 198 до 242 В выходное напряжение на нагрузке 250 Ом составило 500±1 В. Коэффициент полезного действия ≈96%.

Разработанный тиристорный преобразователь успешно используется в лазерах на парах брома меди [2].

ЛИТЕРАТУРА

- Исаков Ю.А., Платонов А.П., Руденко В.С. и др. Основы промышленной электроники. – Киев.: Техніка, 1976.
- Евтушенко Г.С., Кашаев В.Ю., Паршина Н.В., Суханов В.Б., Татур В.В., Тихомиров А.А. Лазер на парах брома меди с транзисторным источником накачки. – Приборы и техника эксперимента, 2002, № 4, с.165.