

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ДЛЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ УСИЛИТЕЛЯ ЯРКОСТИ

В.В. Таратушкина, Е.О. Тюменева

lerataratushkina@mail.ru

Научный руководитель: Тригуб М. В., кандидат технических наук, Институт оптики и атмосферы им. Зуева, Томский политехнический университет.

Введение

С развитием технологий становятся востребованными новые средства и методы диагностики и исследования процессов. В частности, исследование процессов, протекающих в момент образования облака наночастиц, требует использования новых методов визуально-оптического контроля. Одним из таких методов является использование активных оптических систем с усилителями яркости (рис. 1) – лазерных проекционных микроскопов и лазерных мониторов [1, 2]. Регистрация быстротекущих процессов, экранированных от наблюдателя широкополосной фоновой засветкой, возможна с использованием систем с усилителями яркости на парах металлов и их галогенидов [1–4]. АОС позволяют проводить скоростную видеорегистрацию процесса, причем временное разрешение определяется как видеорегистратором, так и усилителем яркости. В настоящее время временные регистраторы (CCD камеры и CMOS камеры) позволяют производить съемку с очень высоким временным разрешением, что дает возможность диагностики процессов с наносекундными характеристиками временами.

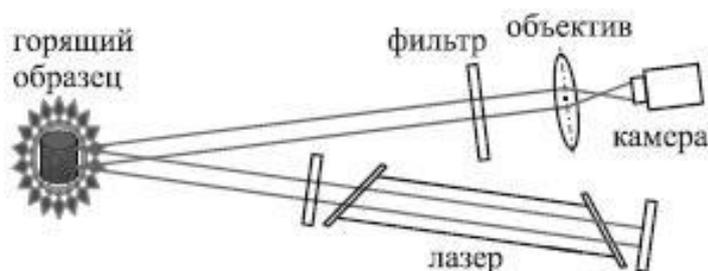


Рисунок 1. Система усилителя яркости.

В качестве источника когерентного излучения в системе усилителя яркости используется лазер на парах меди. Для накачки таких лазеров используются газонаполненные коммутаторы - тиратроны, позволяющие коммутировать десятки киловольт и сотни ампер. Для эффективной накачки необходима коммутация больших мощностей с высокой скоростью нарастания напряжения.

Однако тиратрон имеет ряд недостатков: высокую стоимость и ограниченный период работы. Для увеличения его срока службы и стабильности работы необходимо обеспечить время релаксации. Восстановление разрядного промежутка (закрытие коммутатора) происходит быстрее, если анод тиратрона находится под нулевым потенциалом в течение некоторого промежутка времени.

Принцип действия

После прохождения коммутации накопительной емкости на газоразрядную трубку (ГРТ, рис. 2), тиратрон должен восстановить свою электрическую прочность («закрыться»). Процесс ре-лаксации должен закончиться к моменту, когда ключ полумостового инвертора откроется. Если это не произойдет, инвертор будет нагружен «открытым» тиратрон, что приведет к скачку тока и выведет из строя транзисторы инвертора (VT1 и VT2).

Принцип действия системы защиты заключается в следующем: сигнал снимается датчиком тока и масштабируется на операционном усилителе, на выходе компаратора имеем сигнал, который задает пороги переключения схемы. То есть задается момент, при котором схема выключается. Принципиальная схема показана на рисунке 3.

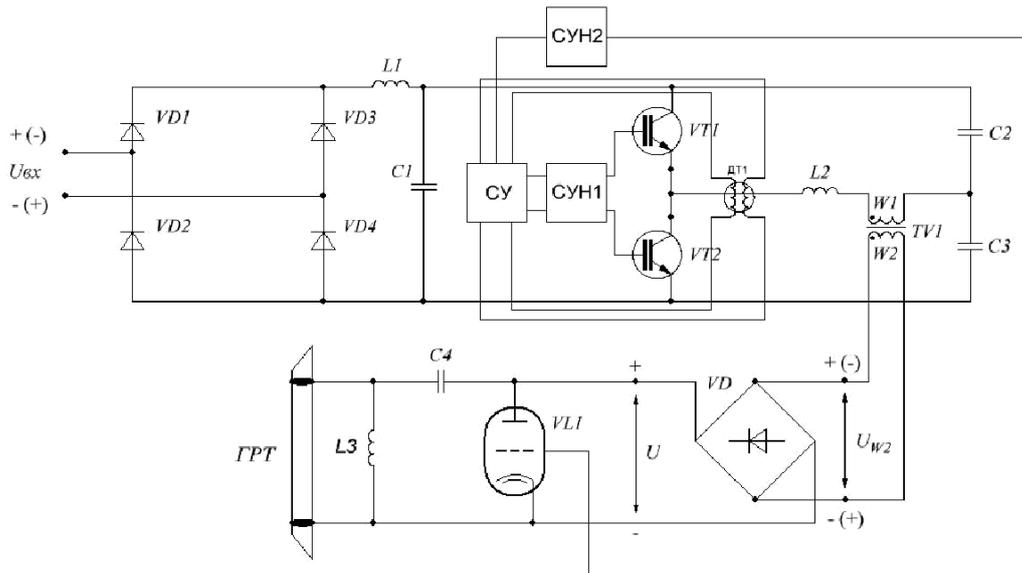


Рисунок 2. Схема источника накачки Si-Br лазера

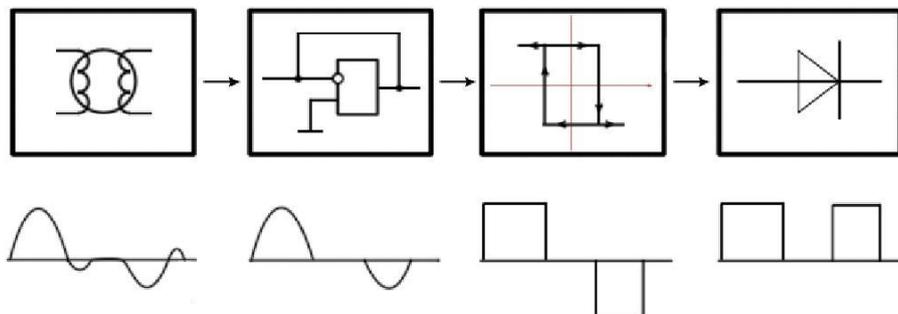


Рисунок 3. Принципиальная схема системы защиты

При включении в схему простейшего компаратора при подаче на вход усилителя зашумленного сигнала, на выходе наблюдаются многократные переключения напряжения, что приводит к некорректной работе системы защиты. Чтобы не допускать подобных колебаний используется компаратор с положительной обратной связью (триггер Шмидта). Часть выходного сигнала операционного усилителя подается на неинвертирующий вход и задает пороги переключения схемы. При превышении напряжения срабатывания на выходе появляется минус напряжения питания, если значение будет ниже напряжения отпускания — плюс, а в промежутке между линиями система сохраняет своё состояние. Напряжение на неинвертирующем входе снимается с делителя напряжения подключенного к выходу операционного усилителя и его значение для положительного и отрицательного напряжения насыщения может быть рассчитано по формулам 1 и 2.

$$U_{in1} U_{sat} = \frac{R_2}{R_1 R_2}, \quad (1)$$

$$U_{in2} U_{sat} = \frac{R_2}{R_1 R_2}. \quad (2)$$

Результаты проделанной работы

В качестве датчика тока был выбран и изготовлен пояс Роговского, с параметрами: $D = 34$ мм – внешний диаметр; $d = 12$ мм – внутренний диаметр; Коэффициент трансформации

$$K_{tr} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{14}{1}, \quad (3)$$

где N_1 – число витков на 1-ой обмотке, N_2 – число витков на 2-ой обмотке. Индуктивность

$$L_{14} = \frac{N_1 N_2 S}{D} = \frac{4 \cdot 10^7 \cdot 2000 \cdot 14 \cdot 12}{34} = 39 \text{ мГн} \quad (4)$$

где S – площадь поперечного сечения пояса Роговского.

Оцилограммы, полученные при его калибровке представлены на рис. 4.

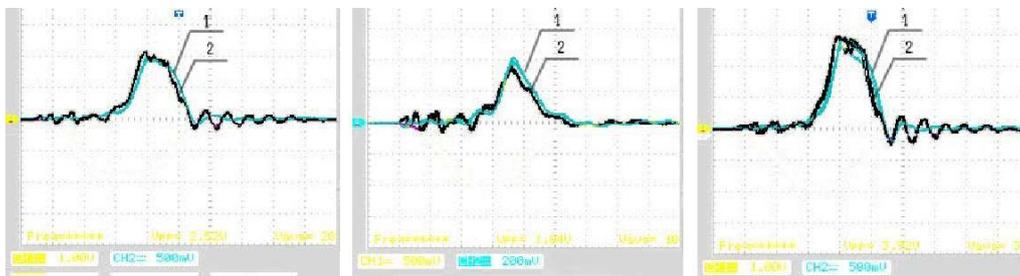


Рисунок 4. Показания с осциллографа при калибровке пояса Роговского:

1 – сигнал с пояса Роговского; 2 – известный сигнал

Список литературы

1. Buzhinsky R.O., Savransky V.V., Zemskov K.I., Isaev A.A., Buzhinsky O.I. Monitoring of objects shielded by the intensive background lighting // Applied physics, №3, pp. 96–98, (2009).
2. V. M. Yermachenko, A. P. Kuznetsov, V. N. Petrovskiy, N. M. Prokopova, A. P. Strel'tsov, S. A. Us-penskiy. Specific Features of the Welding of Metals by Radiation of HighPower Fiber Laser// Laser Physics, v. 21, №8, p. 1530–1537, (2011).
3. D. V. Abramov, S. M. Arakelyan, A. F. Galkin, I.I. Klimovskii, A.O. Kucherik, V.G. Prokoshev. On the possibility of studying the temporal evolution of a surface relief directly during exposure to high-power radiation // Quantum Electronics., v. 36. 6, p. 569–571, (2006).
4. Torgaev S. N. , Trigub M. V. , Gubarev F. A. , Evtushenko G. S. Monitoring of objects hidden from observation by stray lighting [Electronic resorces] // Micro/Nanotechnologies and Electron Devices: 2011 International Conference and Seminar on Novosibirsk, 30 June-4 July 2011. – IEEE Russia Siberia Section, p. 321–326. (2011).