



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

96-173

P13-96-173

С.В.Учайкин

ФОРМИРОВАТЕЛЬ МОЩНЫХ ИМПУЛЬСОВ  
ДЛЯ КРИОГЕНИКИ

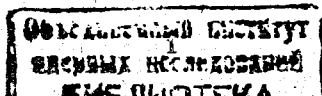
Направлено в журнал «Приборы и техника эксперимента»

1996

При проведении различных физических исследований требуются источники мощных импульсов тока и напряжения. В данной работе описан формирователь тестирующих импульсов тока и напряжения длительностью 50 нс и более. Формирователь используется как источник импульсов тестирующего тока в системе измерений критических токов в сверхпроводниках и как источник тепловых импульсов в криогенном стенде при исследовании процессов нестационарной теплопередачи в сверхтекучем гелии. Он отличается высокими эксплуатационными характеристиками при простоте исполнения и не требует настройки.

При исследовании критических токов в сверхпроводниках четырехточечным методом тепловыделение на токовых контактах и в объеме образца при выходе его из сверхпроводящего состояния может значительно исказить ампер-вольтовую характеристику и быть источником ошибки измерения криттока. Резкий разогрев нормальной области в сверхкритическом состоянии может привести к изменению свойств и разрушению тестируемого образца. Поэтому при таких измерениях обычно используют короткие (10 нс — 1 мс) периодичные большой скважности или одиночные импульсы тока. Описываемый формирователь генерирует импульсы тока до 4 А длительностью от 50 нс. При минимальной длительности импульса составляющая погрешности определения криттока, вносимая формирователем, не превышает 10%.

Характеристики формирователя позволили использовать его в экспериментах по изучению процессов нестационарной теплопередачи в сверхтекучем гелии [1,2]. В этих экспериментах в исследуемом объеме генерируется серия тепловых импульсов различной амплитуды длительностью несколько микросекунд и мощностью 0,1—100 Вт (рис.1 из [3]). Описываемый формирователь позволяет получать серию из импульсов длительностью более 50 нс, амплитуда которых задается четырьмя относительно медленнодействующими недорогими цифроаналоговыми преобразователями.



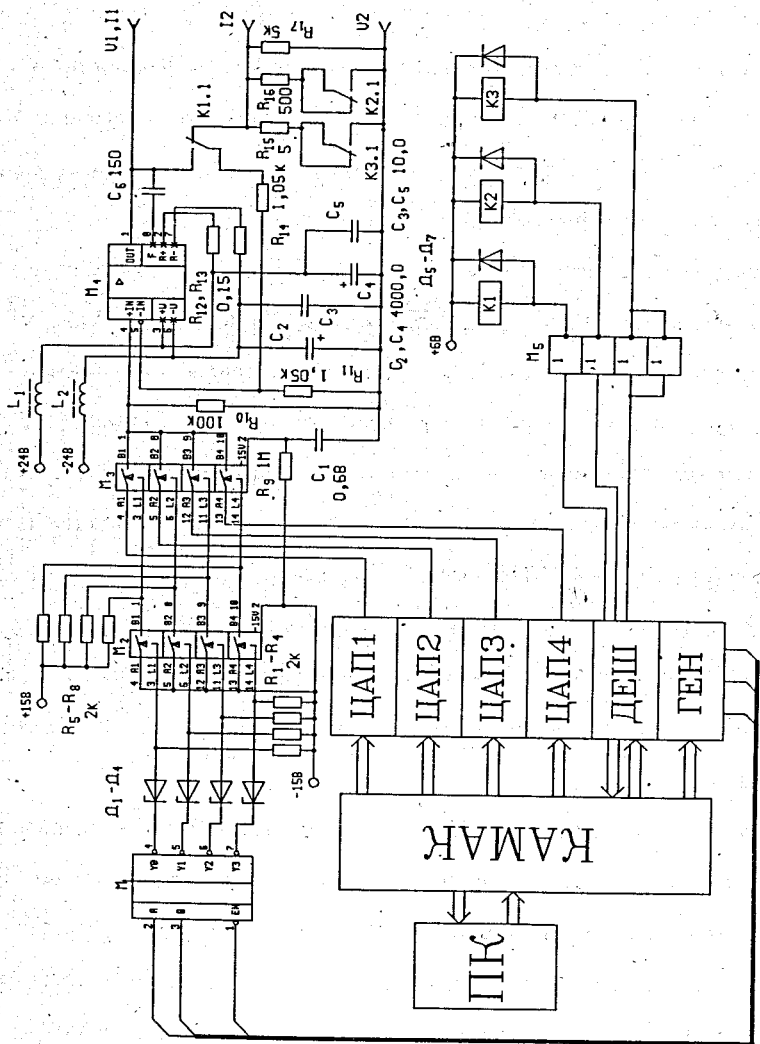


Рис.1. Серия тестирующих токовых импульсов, используемая при исследованиях нестационарной теплопередачи в телии П.  $t_1 \approx 30$  мкс,  $t_2 \approx 110$  мкс

Упрощённая принципиальная схема формирователя изображена на рис.2. Управляющий двоичный код с генератора цифровой последовательности ГЕН поступает на входы А и В дешифратора М<sub>1</sub>. Генератор представляет собой буферный накопитель; запись данных в его двухразрядные регистры производится по шине КАМАК, а считывание происходит с частотой внешнего генератора. Дешифратор через схему согласования напряжений на микросхеме М<sub>2</sub>, стабилитронах Д<sub>1</sub> – Д<sub>4</sub> и резисторах R<sub>1</sub> – R<sub>8</sub> управляет быстродействующим пМОП-коммутатором М<sub>3</sub> [4]. На аналоговые входы коммутатора подаются напряжения с четырех цифроаналоговых преобразователей ЦАП1–ЦАП4. Аналоговый выход коммутатора подключен ко входу усилителя, который в зависимости от состояния реле К<sub>1</sub> может быть управляемым источником тока либо напряжения. Источник выполнен на основе гибридного усилителя РА19 фирмы АРЕХ. Микросхема РА19 представляет собой мощный быстродействующий операционный усилитель с полевыми транзисторами на выходе, ограничением выходного тока и защитой от перегрева. Максимальный выходной ток задается резисторами R<sub>12</sub> и R<sub>13</sub> и равен 4 А. Изменить коэффициент преобразования напряжения в ток можно, подключая с помощью реле К<sub>2</sub> и К<sub>3</sub> датчики тока R<sub>15</sub> и R<sub>16</sub>.

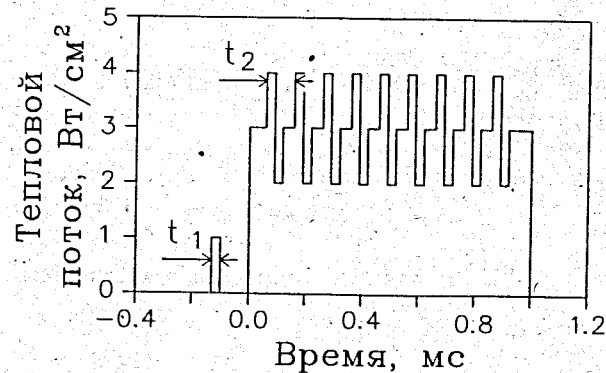


Рис.2. Принципиальная схема формирователя. М<sub>1</sub>– К555ИД14, М<sub>2</sub>– КР590КН8Б, М<sub>3</sub>– КР590КН8А, М<sub>4</sub>– РА19, М<sub>5</sub>– К555ЛН3, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>– 30 мкГв, Д<sub>1</sub>– Д<sub>4</sub>– КС213, Д<sub>5</sub>– Д<sub>7</sub>– К105, К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub>– РЭС55А, К<sub>3</sub>– РЭН

Управление цифроаналоговыми преобразователями ЦАП1-ЦАП4 и дешифратором ДЕШ, управляющим режимами работы, осуществляется по шине КАМАК персональным компьютером ПК посредством контроллера КК-009 [5]. Конструктивно формирователь выполнен в виде блока стандарта КАМАК шириною 3М.

Разработанный формирователь обладает следующими основными характеристиками: выходное напряжение  $-20 - +20$  В на нагрузке 5 Ом; выходной ток  $-4 - +4$  А; скорость нарастания выходного напряжения на нагрузке 50 Ом  $- 900$  В/мкс; время установления выходного напряжения с точностью 12 бит при изменении входного напряжения на 1 В  $- 0,9$  мкс.

Автор выражает признательность своему коллеге Алексею А.И. за помощь в работе и доктору Г.Штамму (Институт Макса Планка, Геттинген) за некоторые электронные компоненты.

Работа выполнена при финансовой поддержке Международного научного фонда (грант RFG000).

### Литература

1. *I.A.Sergeev, S.V.Uchaikin.* // In: Collected Abstract International Workshop on QUANTUM VORTICITY AND TURBULENCE IN HE II FLOWS. Göttingen, Germany, 4-6 November 1993.
2. *Y.Filippov, I.Sergeev, S.Uchaikin.* // Cryogenics. 1994. V.34. ICEC-15 Supplement. P.413-415.
3. *Fiszdon W., Peradzynski Z., Stamm G.* // Phys. Fluids A. 1989. V.1. N 5. P. 881.
4. *Гутников В.С.* Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л.: Энергоатомиздат, 1988. С. 224.
5. *Churin I.N., Georgiev A.* // Microprocessing and Microprogramming. 1988. V. 23. N 1-5. P. 153-154.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 мая 1996 года.