

ИМПУЛЬСНЫЙ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР

© 2012 г. А. Г. Жерлицын, Л. Д. Бутаков, В. С. Косицын, В. И. Толмачев, В. П. Шиян

Физико-технический институт Национального исследовательского
Томского политехнического университета
Россия, 634050, Томск, просп. Ленина, 2а
E-mail: zherl@tpu.ruПоступила в редакцию 21.06.2011 г.
После доработки 28.09.2011 г.

Описан перестраиваемый генератор, позволяющий формировать с.в.ч.-импульсы прямоугольной формы длительностью 1 мкс, частотой повторения 50 Гц, мощностью 1 кВт в диапазоне частот 2.7–3.7 ГГц. Генератор может быть использован для калибровки с.в.ч.-детекторов и настройки с.в.ч.-устройств при проведении исследований в области релятивистской с.в.ч.-электроники.

При проведении исследований в области релятивистской с.в.ч.-электроники широко используются полупроводниковые и электровакуумные с.в.ч.-детекторы в составе диагностических комплексов для измерения параметров импульсного с.в.ч.-излучения [1]. В процессе работы с.в.ч.-детекторы необходимо калибровать, для чего требуются соответствующие генераторы, обладающие стабильностью, достаточной импульсной мощностью, прямоугольной формой импульса и возможностью перестройки частоты.

В данной работе описан перестраиваемый с.в.ч.-генератор, позволяющий формировать импульсы микросекундной длительности в диапазоне частот 2.7–3.7 ГГц. Указанный диапазон частот перекрывается двумя генераторными модулями, объединенными конструктивно корпусом генератора. В качестве активных элементов модулей использованы металлокерамические с.в.ч.-триоды ГИ-25, ГС-21. Генераторные модули собраны по схеме с общей сеткой. Каждый из триодов встроен в двойную коаксиальную резонансную систему, состоящую из анодно-сеточного и катодно-сеточного контуров [2, 3]. Перестройка частоты генерации осуществляется измерением параметров обоих контуров за счет перемещения короткозамыкающих поршней. Накал триода осуществляется постоянным током от стабилизированного источника. Импульсное анодное напряжение амплитудой ≥ 2 кВ формируется модулятором.

Принципиальная схема генератора представлена на рис. 1. Модулятор содержит емкостный накопитель (C_1, C_2), ключ-транзистор T_3 , импульсный трансформатор $Tr3$, компенсационный стабилизатор напряжения на транзисторах T_1 и T_2 , схему формирования управляющего импульса на транзисторе T_4 и тиристорах D_1, D_2 , формирую-

щую линию ΦL на конденсаторах C_3 – C_8 . Емкости C_1, C_2 , предварительно заряженные от источника напряжения T_1, T_2 , разряжаются через импульсный трансформатор $Tr3$ на нагрузку. При этом формируется мощный высоковольтный импульс анодного напряжения. Управление процессом зарядки–разрядки емкостного накопителя C_1, C_2 осуществляется посредством схемы формирования управляющего импульса T_4, D_1, D_2 через транзистор T_3 .

Для контроля напряжения и тока анода используется делитель напряжения R_1, R_2 и трансформатор тока $Tr5$. Прибор “ $I_{\text{анод}}$ ” регистрирует средний ток анода с.в.ч. генераторных ламп, расположенных в конструктиве модулей F_1 и F_2 . Стабилизированный источник накального напряжения подключен к сети 220 В, 50 Гц через трансформатор. Выходы модулятора, источника накального напряжения, а также элементы, задающие уровни напряжения, коммутируются с помощью контактов реле KA_1 – KA_4 на каждый из двух генераторных модулей F_1 и F_2 . Общими для модулей F_1 и F_2 элементами являются: индикаторный прибор для контроля среднего тока анода генераторного триода; разъем “Синхр.” – выход импульса положительной полярности, амплитудой 10 В для синхронизации осциллографа; разъемы “ U_a ” и “ I_a ” – выходы контрольного импульса напряжения соответственно с делителя и с трансформатора тока; тумблеры “Сеть”, “Анод вкл.” с индикаторами включения накального и анодного напряжений. Для каждого генераторного модуля в отдельности на передней панели размещены выходной разъем с.в.ч.-мощности и ручка перестройки частоты, связанная с отсчетным устройством.

Разработанный генератор экспериментально проверен и используется в исследованиях по ге-

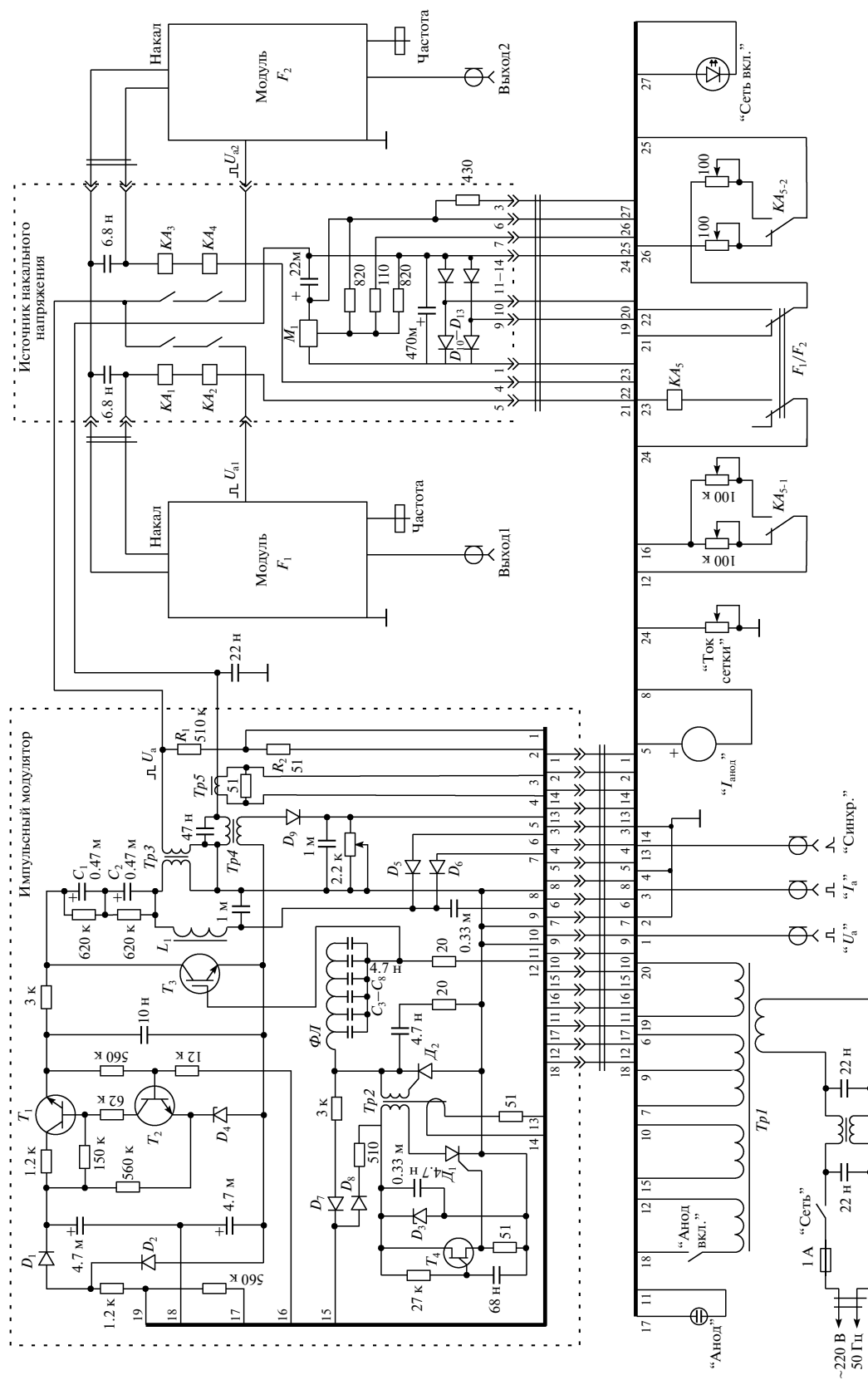


Рис. 1. Принципиальная схема генератора. M_1 – КР142ЕН12; T_1 – КТ859, T_2 – КТ506, T_3 – IRG4PH50K, T_4 – КТ117Б6; D_1, D_2 – тиристоры КУ104; D_3, D_4 – КС156, D_5 – КС210, D_6 – КД208, D_7 – КД522, D_8 – КД208. D_9 – КД522, D_{10} – D_{13} – КД208.

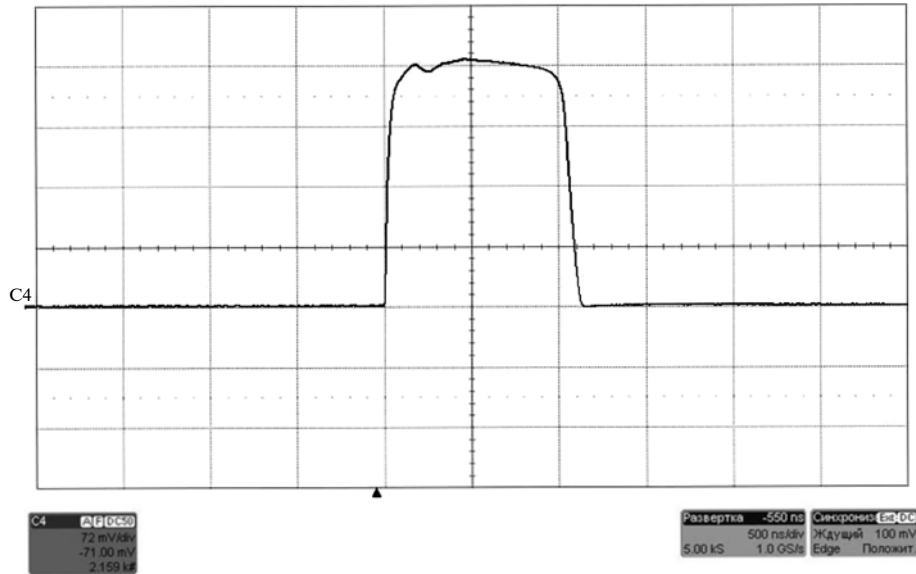


Рис. 2. Оциллограмма огибающей с.в.ч.-импульса.

нерации мощного с.в.ч.-излучения для калибровки электровакуумных и полупроводниковых детекторов и настройки с.в.ч.-элементов диагностической системы. Оциллограмма огибающей с.в.ч.-импульса генератора, полученная с помощью детектора на основе электровакуумного с.в.ч.-диода 6ДЗД, представлена на рис. 2. При этом использовался цифровой осциллограф 9350C LeCroy с частотой выборки 500 МГц. Как видно из оциллограммы, форма импульса близка к прямоугольной.

Контроль выходной импульсной мощности при работе генератора на согласованную нагрузку 50 Ом осуществляется с использованием направленного ответвителя, прецизионного аттенюатора ДЗ-29 и измерителя средней мощности МЗ-56 (класс 4/0.1) с учетом скважности и формы импульса.

Представленный генератор имеет следующие основные характеристики: частотный диапазон

2.7–3.7 ГГц; выходная мощность при работе на нагрузку 50 Ом с к.с.в.н. $\leq 1.3 \dots \geq 1.0$ кВт; длительность импульса на уровне 0.5 амплитуды – ≥ 1.0 мкс; форма импульса – прямоугольная; частота повторения импульсов 50 Гц; напряжение анода, импульсное – 2.2 кВ; ток анода, импульсный – 2.2 А; потребляемая мощность ≤ 100 Вт; габаритные размеры генератора 480 × 310 × 120 мм.

Питание генератора осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением $220 \pm \pm 22$ В и частотой 50 Гц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабичев Д.А., Шиян В.П., Мельников Г.В. // ПТЭ. 2003. № 3. С. 93.
2. Эпштейн А.Г. Измерительная аппаратура сверхвысоких частот. Л.: Судостроение, 1965.
3. Вамберский М.В., Казанцев В.И., Шелухин С.А. Передающие устройства СВЧ. М.: Высш. шк., 1984.