

О ПОСТРОЕНИИ СХЕМ ДЕТЕКТОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ИМПУЛЬСНОЙ МОЩНОСТИ СВЧ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

А. В. Гвоздарев, М. Б. Нодельман, Г. Н. Паулин

Новосибирск

Опыт работы по созданию измерителей импульсной мощности СВЧ, выполненных полностью на полупроводниковых приборах (включая СВЧ диоды) и предназначенных для применения в мощных устройствах в процессе их эксплуатации, а также в заводских условиях, позволяет сформулировать некоторые общие требования к построению схем таких приборов.

1. Для получения наибольшей помехоустойчивости, наименьших температурных погрешностей и погрешностей от смены СВЧ диодов необходимо использовать, в основном, линейную часть их характеристики при динамическом диапазоне, не превышающем 10—15 дБ. Расширение динамического диапазона следует проводить с помощью аттенюаторов и направленных ответвителей.

2. Чтобы обеспечить работу в широком диапазоне скважностей, широком температурном интервале и условиях повышенной влажности, в основу таких приборов необходимо положить схему, состоящую из детекторной головки и автокомпенсационного импульсного вольтметра. Обычные схемы диодно-конденсаторных пиковых вольтметров не могут быть применены ввиду малых обратных сопротивлений полупроводниковых приборов.

3. Для получения удовлетворительной точности приборы должны допускать калибровку мощностью непрерывного сигнала, так как образцовые измерители импульсной мощности СВЧ отсутствуют. Помимо этого, способность приборов измерять мощности непрерывного сигнала открывает широкие возможности для достаточно полноценного контроля стабильности калибровки приборов в процессе их эксплуатации путем подачи на вход напряжения с частотой питающей сети. При некотором снижении точности не только проверка стабильности калибровки, но и сама калибровка может быть проведена на частоте питающей сети, что создает очень большие удобства в работе.

4. Верхний предел измеряемой прибором мощности целесообразно выбирать таким, чтобы калибровка их могла быть проведена от лабораторных генераторов сигнала, так как потребность в специальных стендах с мощными генераторами для калибровки резко снижает эксплуатационные качества приборов.

Схема (п. 2) в простейшем своем виде не в состоянии обеспечить работу прибора при непрерывном сигнале, потому что распространенные схемы автокомпенсационных импульсных вольтметров не измеряют напряжение постоянного тока. Проблема может быть разрешена преобразованием непрерывного сигнала в импульсный равной ему амплитуды. Такое преобразование может быть осуществлено на входе детекторной головки или на ее выходе. Преобразователь на входе головки должен представлять собой СВЧ модулятор. Применение измерителя мощности с СВЧ модулятором на входе, включаемым на время калибровки, с нашей точки зрения (ввиду сложности) оправдано только в метрологических установках и в настоящей работе не рассматривается.

Применяется схема, в которой преобразователь постоянного напряжения в импульсное равной ему амплитуды включен между детекторной головкой и автокомпенсационным импульсным вольтметром. Роль преобразователя в этой схеме играет вибропреобразователь, обмотка которого питается напряжением с частотой сети. Схема работает следующим образом: в положении переключателя «Измерение» протектированные импульсы поступают непосредственно на вход импульсного вольтметра, минуя контакты вибропреобразователя, обмотка которого в это время выключена. Напряжение импульсов индицируется прибором, отградуированным непосредственно в значениях импульсной мощности СВЧ. В положении переключателя «Калибровка» включается вибропреобразователь. На выходе детекторной головки при калибровке непрерывным сигналом имеется постоянное напряжение. При касании якоря вибропреобразователя контакта происходит заряд конденсатора. Величина емкости выбрана такой, чтобы за время касания конденсатор успел зарядиться до полного напряжения на выходе детекторной головки. При касании контакта на входе автокомпенсационного вольтметра возникает импульс, амплитуда которого равна напряжению на нагрузке детектора. Показания прибора в этом случае соответствуют величине мощности непрерывных колебаний на входе детекторной головки.

Естественно, что положение «Калибровка» может быть использовано не только для калибровки прибора, но и просто для измерения мощности непрерывных колебаний СВЧ. При проверке калибровки либо при калибровке прибора мощностью звуковой частоты (например, от сети) на выход детекторной головки следует включать конденсатор большой емкости, чтобы обеспечить работу детекторного диода при тех же значениях угла отсечки, что и на СВЧ. Схема преобразователя может быть не только электромеханической, но и электронной.

На рис. 1 показана схема, калибровка которой может производиться непрерывным сигналом. В этой схеме в автокомпен-

сационном импульсном вольтметре применена не обычная диодная схема сравнения, а диодно-регенеративная схема с блокинг-генератором. Применение такой схемы в автокомпенсационном вольтметре было предложено В. М. Ушаковым. Особенностью диодно-регенеративной схемы является то, что при превышении входного напряжения над опорным, поступаю-



Рис. 1

щим с выхода автокомпенсатора, схема выдает импульсы независимо от того, импульсное или постоянное входное напряжение. В случае сигнала в виде пачек импульсов описанные схемы измеряют максимальный импульс в пачке. Но весьма часто возникает необходимость определить мощность не только максимального, но и других импульсов. Эта задача решается путем введения в автокомпенсатор логической схемы, включенной между усилителем и мультивибратором. Логическая схема должна работать следующим образом: до тех пор, пока выходное напряжение автокомпенсатора меньше амплитуды импульса, мощность которого надо измерить, схема должна осуществлять запуск мультивибратора; в противном случае запуска не должно быть. В зависимости от вида логической схемы может быть получен тот или иной эффект. Например, можно измерить мощность минимального импульса, мощность n -го импульса в пачке и т. д. В качестве иллюстрирующего примера рассмотрим прибор, позволяющий поочередно измерить мощность любого из импульсов в пачке в порядке их расположения во времени. Схема автокомпенсатора, используемого в нем, показана на рис. 2. Работа логической схемы состоит в том, что в момент поступления на вход прибора импульса, который надо измерить, производится проверка наличия этого же импульса на выходе усилителя и в случае положительного результата осуществляется запуск мультивибратора. Логическая схема состоит из счетчика числа импульсов переключателя и схемы совпадения. Вход счетчика подключен по входу автокомпенсатора. Перед каждой пачкой счетчик переводится в нулевое положение с помощью импульса сброса. Выходы триггеров счетчика подключаются с помощью переключателя

к схеме совпадения таким образом, что если переключатель стоит в n -м положении и счетчик посчитал n импульсов, то от всех триггеров счетчика на входы схемы совпадения поступают сигналы типа «единица». К дополнительному входу схемы совпадения подключен выход усилителя, в связи с чем она может выдать импульс запуска на мультивибратор только в том случае, если счетчик сосчитал n импульсов, поступивших на

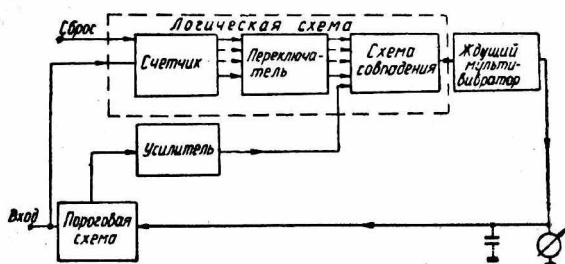


Рис. 2.

вход прибора, и n -й импульс имеет амплитуду большую, чем $V_{\text{вых}}$. Как только $V_{\text{вых}}$ сравняется с амплитудой n -го импульса, последний не сможет пройти через пороговую схему и попасть на дополнительный вход схемы совпадения, в результате чего подзаряд накопительной емкости прекратится. Таким образом, действительно будет измерена мощность n -го импульса.

По функциональной схеме рис. 2 был разработан опытный образец прибора, автокомпенсатор которого собран на полупроводниковых унифицированных функциональных узлах «элемент-2», а в качестве преобразователя использован вибропреобразователь ВПГ-62. Прибор обладает следующими техническими характеристиками: измеряемые мощности и 10—100 Мвт; диапазон частот 0,2—2 Гц; коэффициент стоячей волны не более 1,4; минимальная длительность импульса 0,3 мксек; минимальная частота поворота 40 гц; погрешность в нормальных условиях при калибровке сигналом СВЧ $\pm 15\% \pm 2$ мвт; погрешность в нормальных условиях при калибровке напряжением сети $\pm 20\% \pm 2$ мвт; погрешность в интервале температур -30 — $+65^\circ\text{C}$ при калибровке на СВЧ и напряжением сети $15\% \pm 3$ мвт и $20\% \pm 3$ мвт соответственно; влажность 98% при 40°C ; ударная прочность 75 д; питание — сеть 220 в $\pm 10\%$; потребляемая мощность не более 15 ва.