

К ВОПРОСУ ОБ АМПЛИТУДНОМ КОМПАРИРОВАНИИ

Г. И. ЗАГДМАН

(Представлена научным семинаром кафедры радиотехники)

В данной статье описывается схема сравнивающего устройства по амплитудным значениям измеряемого напряжения, поясняется ее работа, и анализируются погрешности при измерениях.

Электрическая схема сравнивающего устройства приведена на рис. 1. Как видно из рис. 1, для формирования биполярных импульсов прямоугольной формы напряжения используется напряжение гальванических батарей, стабилизированное двумя электронными стабилизаторами:

1. стабилизатор с обратной связью;
2. параметрическим стабилизатором.

Средняя точка соединения стабилизаторов заземлена. Периодическое замыкание контактов *a*, *b* электромеханического коммутатора на основе самовозбуждающегося мультивибратора и реле типа РП-4 позволяет формировать биполярные импульсы с амплитудой 9 в и частотой повторения 50 гц, используемые в качестве опорного напряжения. С помощью второго электромеханического коммутатора опорные импульсы напряжения через контакт *в* и измеряемое напряжение через контакт *г* периодически подаются на последовательный двухсторонний диодный ограничитель, диоды которого смещены на заранее заданный уровень. Ограниченные сверху импульсы опорного напряжения и измеряемого напряжения на уровне 15—20 мв подаются на осциллограф типа С1-19, который используется в качестве нуль-индикатора.

Частота второго электромеханического коммутатора меняется в широких пределах, это создает удобства при выборе соответствующей длительности развертки и позволяет измерять инфранизкие частоты исследуемого напряжения вплоть до постоянного тока.

В качестве ограничительных элементов нами использованы мезодиоды из GaAs с зарядной емкостью вблизи нулевой точки вольтамперной характеристики, равной 3—5 пф. На рис. 2 приведена прямая ветвь вольтамперной характеристики такого диода. На ее основе построена зависимость динамического сопротивления от величины прямого тока, которая представлена на рис. 3. Эта зависимость в дальнейшем используется для построения теоретической кривой чувствительности.

Определение чувствительности сравнивающего устройства производилось по блок-схеме, приведенной на рис. 4:

- 1 — стабилизированный источник постоянного напряжения,
- 2 — делитель напряжения ДН-1 от потенциометра ППТВ-1,

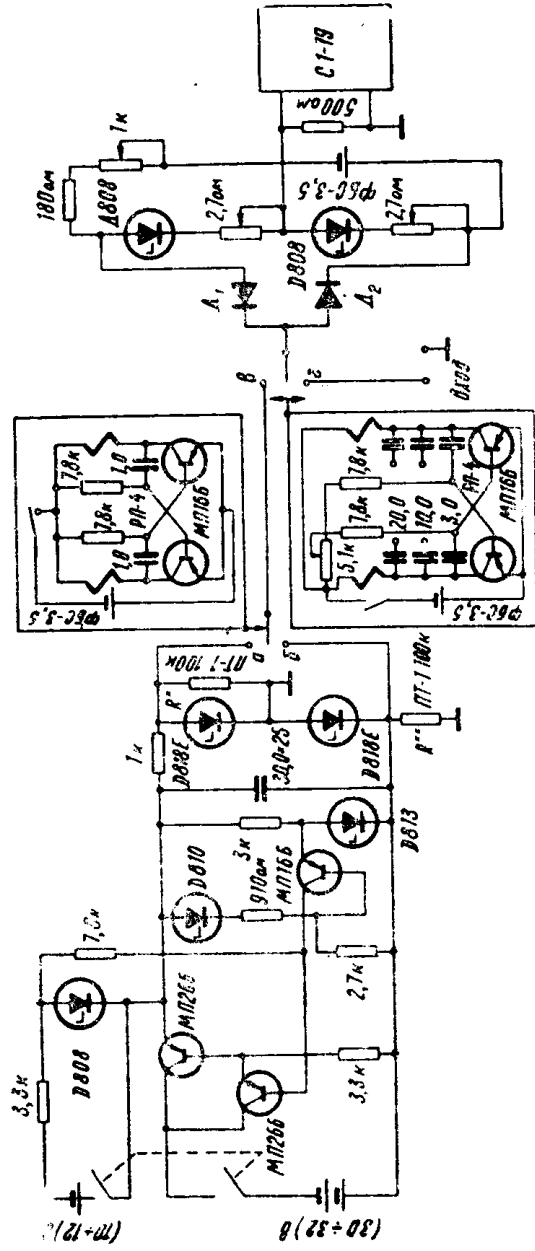


Рис. 1.

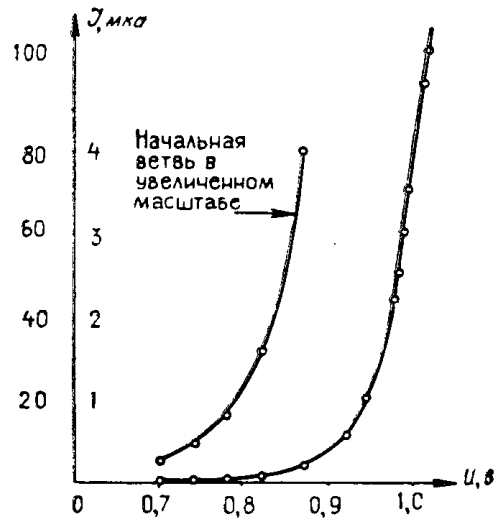


Рис. 2.

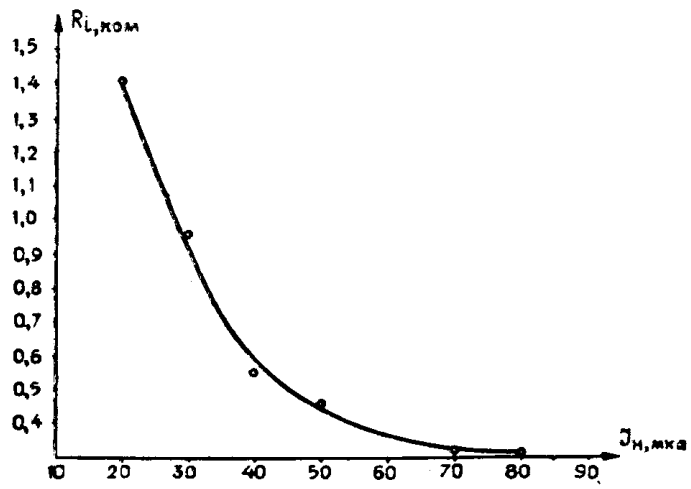


Рис. 3.

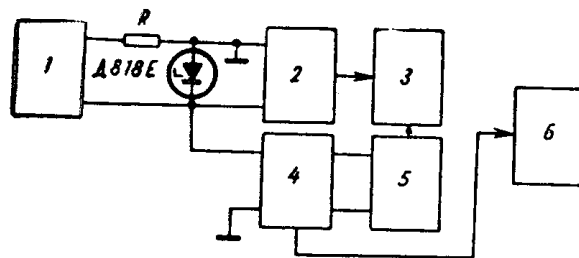


Рис. 4.

- 3 — потенциометр Р-309,
- 4 — сравнивающее устройство,
- 5 — делитель напряжения к потенциометру Р-309,
- 6 — осциллограф С1-19.

Постоянное напряжение от стабилизированного источника ВСП-30 подавалось на параметрический стабилизатор, составленный из сопротивления R и термостатированного стабилитрона Д-818Е. Абсолютное значение напряжения на стабилитроне одновременно измерялось с помощью потенциометра Р-309 (вход X_1), используя делитель напряжения ДН-1 и сравнивающее устройство. Контроль опорного напряжения сравнивающего устройства также производился потенциометром Р-309 (вход X_2), используя делитель напряжения от потенциометра Р-309. Для этого предварительно отключалось одно из балластных сопротивлений R_6^* либо R_6^{**} и вместо него подключался делитель напряжения к потенциометру Р-309. Такая коммутация позволяла проводить измерения напряжений стабилитронов опорного и измеряемого в условиях, близких по току нагрузки. На рис. 5 приведена зависимость чувствительности сравнивающего устройства от величины входного тока для положительных и отрицательных импульсов опорного напряжения, снятая экспериментально (кривая 1) и теоретически построенная (кривая 2).

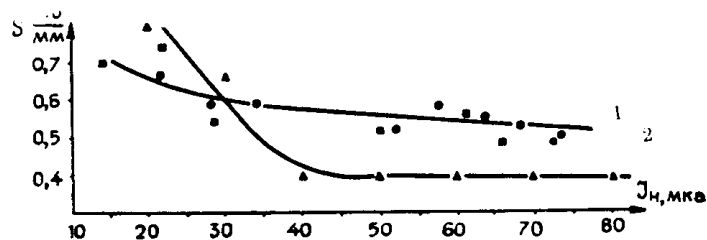


Рис. 5.

Из рис. 5 видно, что величину рабочего тока желательно выбирать в пределах 40—50 мкА.

При определении абсолютного значения опорного напряжения возникают две погрешности, которые следует учитывать. Первая погрешность обусловлена различием в классах точности сопротивлений балластного R_6 сравнивающего устройства и делителя R_g от потенциометра Р-309. Она записывается следующим образом:

$$\gamma = \frac{R_{дин}}{R_d} \cdot K \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $R_{дин}$ — динамическое сопротивление стабилитрона Д-818Е при токе 7 мА,

R_g — входное сопротивление делителя потенциометра Р-309 при подаче на его вход величины напряжения порядка 9 в,

K — коэффициент, учитывающий разброс в классе точности сопротивления R_6 по отношению к сопротивлению R_g потенциометра Р-309.

Вторая погрешность при определении абсолютного значения напряжения опорного источника связана с величиной тока нагрузки

$$\beta = R_{дин} \cdot \frac{U_{Rн}(\pm a)}{R_{н}(\pm b)} \cdot \frac{1}{U_{ст}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $U_{ст}$ — напряжение стабилитрона,
 R_n — величина сопротивления нагрузки,
 U_{R_n} — падение напряжения на сопротивлении нагрузки.

В скобках указан класс точности прибора, с помощью которого определяется напряжение на сопротивлении нагрузки и класс точности сопротивления. Знак погрешности β известен и его легко учесть с точностью, определяемой прибором, при помощи которого ведется измерение напряжения на сопротивлении R_n .

Следующая погрешность связана с определением точного значения расстояния двух визирных линий: опорной и контролируемой. Назовем эту погрешность Z . При толщине луча в 2 мм максимальная ошибка будет определяться свойствами глаза оператора и, в худшем случае, может составить 2 мм, что соответствует погрешности измерения порядка 0,01%. При применении лупы эту погрешность можно уменьшить в 3—4 раза.

Анализ всех погрешностей показал, что уверенное сравнение однополярных и биполярных импульсов напряжений прямоугольной формы с амплитудным значением порядка 9 в можно производить в диапазоне длительностей от 0,1 сек до 20 мксек с погрешностью не хуже 0,01%, при этом входное сопротивление сравнивающего устройства составляет 220 к.
