



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ВОЛЬТМЕТРА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО В7-35

ВВЕДЕНИЕ

- При ремонте радиоэлектронной техники очень часто возникает потребность в использовании различных измерительных приборов. Самым распространенным и используемым при этом является вольтметр.
- Вольтметр – электрический прибор для измерения электродвижущей силы или напряжений в электрических цепях, включается параллельно нагрузке или источнику электрической энергии.

- В настоящее время существует огромное множество различных вольтметров, но, на мой взгляд, самым актуальным является вольтметр В7-35. Вольтметр универсальный цифровой В7-35 предназначен для измерения напряжения постоянного и переменного тока, силы постоянного и переменного тока и сопротивления постоянному току с индикацией результата измерения в цифровой форме и с автоматическим выбором предела измерения.

ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕРЯЕМЫХ ВЕЛИЧИН:

1 .	Напряжение постоянного тока, В	$10^{-4} \dots 1000$
2 .	Силы постоянного тока, А и с внешним шунтом 10 А	$10^{-7} \dots 1$ $1 \dots 10$
3 .	Напряжение переменного тока:	
	в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц, В	$10^{-4} \dots 300$
	в диапазоне частот от 20 Гц до 1 кГц без внешнего делителя 1:1000, В	$10^{-4} \dots 600$
	в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц с внешним делителем 1:1000, В	$300 \dots 1000$
	в диапазоне частот от 20 кГц до 100 МГц с высокочастотным преобразователем, В	$0,1 \dots 1,2$
	в диапазоне частот от 20 кГц до 30 МГц с высокочастотным преобразователем, В	$0,1 \dots 12$
4 .	Сила переменного тока:	
	в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц, мА	$10^{-4} \dots 12$
	в диапазоне частот от 20 Гц до 1 кГц, А	$10^{-4} \dots 1$
	и с внешним шунтом 10 А	$1 \dots 10$
5 .	Сопротивление постоянному току, Ом	$1 \dots 10^7$

- Данный прибор удобно использовать при настройке и проверке различного электро- и радиотехнического оборудования. Устройство отличается прочностью и очень высокой точностью, что позволяет применять его в производственных условиях и в лабораториях.



ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Разработка документации на ремонт и настройку вольтметра универсального цифрового В7-35 в соответствии с ГОСТ 2.602-95.



УСТРОЙСТВО В7-35

Вольтметр универсальный цифровой В7-35 состоит из блока измерительного и блока питания сетевого. Кроме этого в состав вольтметра входят 3 внешних преобразователя: преобразователь высокочастотного напряжения, шунт 10 А и делитель напряжения 1:1000, а также блок питания батарейный, который можно подключить к блоку измерительному вместо блока питания сетевого.

В основу принципа действия прибора положен метод аналого-цифрового преобразования с двухтактным интегрированием. При помощи преобразователей как внешних, так и входящих в состав устройства входного, измеряемые величины (напряжение постоянного и переменного тока, сила постоянную и переменного тока, сопротивление) преобразуются в нормализованное напряжение постоянного тока. Это нормализованное напряжение при помощи АЦП преобразуется в цифровой код. Результат измерения индицируется на индикаторном табло.

Блок измерительный содержит следующие основные функциональные узлы:

- устройство входное;
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- устройство индикации;
- устройство автоматического выбора предела измерения (АВП);
- импульсный стабилизатор питания.

Рассмотрим работу основных функциональных узлов.

Устройство входное включает в свой состав следующие узлы:

- преобразователь напряжения постоянного тока (масштабирующий);
- преобразователь низкочастотного напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока ($\sim U_{нч}/U$);
- преобразователь силы постоянного и переменного тока в напряжение (I/U);
- преобразователь сопротивления в напряжение (R/U).

Преобразователь напряжения постоянного тока представляет собой масштабирующее устройство, состоящее из делителя входного и усилителя входного.

В состав преобразователя низкочастотного напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока входят: частотно-компенсированный делитель входной, буферный усилитель со схемой защиты от перегрузки, фильтр нижних частот, а также, масштабирующий усилитель и детектор средневывпрямленного значения.

Преобразователь силы тока в напряжение включает в свой состав печатный шунт с токовыми и потенциальными выводами, контакты реле, предназначенные для переключения пределов измерения, а также узел защиты преобразователя.

Преобразователь сопротивления.

На плате устройство переключения пределов расположен набор токозадающих резисторов, которые задают следующие опорные токи, протекающие по измеряемому резистору: на пределе 10 МОм — 0,1 мкА; 1 МОм -1 мкА; 100 кОм — 10 мкА; 10 кОм — 100 мкА; 1 кОм — 1 мА. В качестве опорного напряжения преобразователя сопротивления используется опорное напряжение U_0 , которое вырабатывается в узле аналого-цифрового преобразователя.

Преобразователь аналого-цифровой.

Аналого-цифровой преобразователь состоит из аналоговой и цифровой частей.

Аналоговая часть АЦП содержит источник опорного напряжения U_0 , интегратор, нуль-орган и ключи $K11...K14$, управляющие работой интегратора. Цепь, состоящая из элементов $R35$, $R36$, $C9$, $K13$, предназначена для периодической коррекции дрейфа нуля АЦП. Интегрирующий конденсатор $C8$ и резистор $R34$ — элементы цепи обратной связи интегратора

Цифровая часть АЦП состоит из генератора тактовых импульсов, делителя частоты и устройства управления интегратором.

Устройство индикации состоит из счетчика индикации с ключевой схемой, устройства управления индикацией, регистра памяти, дешифратора и индикаторного табло. Счетчик индикации представляет собой двоично-десятичный счетчик на 3,5 разряда.

Устройство автоматического выбора предела измерения (устройство АВП) предназначено для автоматического изменения коэффициента передачи входного устройства в зависимости от величины измеряемого сигнала.

Устройство АВП состоит из узла сравнения и устройства управления АВП, дешифратора АВП, и устройства переключения пределов.

В состав импульсного стабилизатора входят однотоктный трансформаторный усилитель мощности; однополупериодный выпрямитель выходного стабилизированного напряжения плюс 19 В; параметрический стабилизатор опорного напряжения $U_{ст}$; измерительный элемент — делитель; усилитель, служащий для усиления разности напряжений измерительного и опорного элементов; управляемый генератор пилообразных импульсов; формирователь прямоугольных импульсов.

Импульсный стабилизатор представляет собой импульсную систему автоматического регулирования с замкнутой цепью обратной связи, благодаря действию которой обеспечивается стабильность напряжения + 12 В. Регулирование осуществляется путем измерения скважности импульсов напряжения на первичной обмотке трансформатора. Поскольку скважность импульсов первичной обмотки равна скважности импульсов вторичных обмоток, происходит также стабилизация напряжений, снимаемых и с других выпрямителей.

Блок питания сетевой (БПС)

содержит:

- выпрямитель, в состав которого входит трансформатор, выпрямительный диодный мост, конденсатор.
- зарядное устройство, в состав которого входит выпрямитель и стабилизатор тока

Блок питания батарейный (БПБ) содержит устройство контроля разряда и заряда аккумуляторов и цепь из контактов и перемычек, необходимую для подсоединения встроенных химических источников постоянного тока (пяти аккумуляторов типа НКГ-1.5-У1.1 либо двух батарей типа 3336У). Химические источники тока устанавливаются в БПБ перед началом эксплуатации.

Преобразователь высокочастотный предназначен для преобразования амплитуды гармонических сигналов в напряжение постоянного тока, эквивалентное действующему значению входного сигнала величиной 0,1...1,2 В.

Преобразователь выполнен в выносной измерительной головке, которая присоединяется к вольтметру с помощью кабеля и разъема Х2 (РП 15-9).

Преобразователь высокочастотный и включает в себя входной амплитудный детектор, амплитудный детектор обратной связи, входной усилитель постоянного тока (УПТ), модулятор 1, формирователь; активный фильтр нижних частот, выходной масштабирующий усилитель и фильтры питания.

Для расширения диапазона измеряемой вольтметром силы постоянного и низкочастотного переменного тока применяется внешний шунт 10 А. Вольтметр в комплекте с шунтом может измерять токи до 10 А.

Внешний делитель напряжения 1:1000 предназначен для измерения низкочастотного напряжения переменного тока в диапазоне 300В...1000 В и представляет собой частотно-компенсированный делитель на прецизионных резисторах С2-С29В, смонтированный в отдельном корпусе.

РАБОТА В7-35

Преобразование (масштабирование) измеряемого напряжения постоянного тока осуществляется при помощи делителя входного и усилителя входного с делителем, в цепи обратной связи.

В режиме измерения напряжения постоянного тока замкнуты контакты, обозначенные индексами «—» и «U». На пределе измерения 100 мВ замкнуты ключи K1, K9, K10 (состояние ключа K10 при измерении напряжения постоянного тока не влияет на схему измерения).

Коэффициент усиления усилителя входного равен 10. На пределе 1 В замкнуты ключи K1, K8, K10, усилитель входной имеет коэффициент передачи, равный 1. На пределах измерения 10, 100 и 1000 В происходит ослабление входного сигнала делителем входным.

На схеме в режиме измерения низкочастотного напряжения замкнуты контакты переключателей, обозначенные индексами «~» и «U». На пределах измерения 100 мВ и 1 В измеряемое напряжение поступает на вход усилителя с коэффициентом передачи 1, и замкнутые ключи K1, K10.

На пределах измерения 10, 100 и 1000 В входной сигнал ослабляется при помощи того же делителя входного, которым применяется в режиме измерения постоянного напряжения.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

Суммарная интенсивность отказов всего изделия:

$$\Lambda_{\text{сумм}} = 172,68 \cdot 10^{-6}$$

Среднее время наработки до отказа всего изделия:

$$T_{\text{ср}} = 1/\Lambda_{\text{сумм}} = 1/172,68 \cdot 10^{-6} = 5791 \text{ ч.}$$

Вероятность безотказной работы всего изделия:

$$P_{(t_p)} = e^{-\Lambda t_p} = e^{-172,68 \cdot 500} = e^{-0,086340} = 0,920$$

Вероятность отказа всего изделия:

$$P'_{(t_p)} = 1 - P_{(t_p)} = 1 - 0,920 = 0,08$$

ПЕРЕЧЕНЬ НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНЫХ ОТКАЗОВ И ИХ ВНЕШНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Внешние признаки проявления	Возможные причины неисправностей	Способы выявления и устранения неисправностей
1) При включении вольтметра не загорается табло	Отсутствует напряжение на выходе блока питания (батарейного или сетевого)	При работе с блоком питания сетевым заменить плавкую вставку ВП1-1-0,25 А, расположенную в блоке питания сетевом
		При работе с блоком питания батарейным: <ul style="list-style-type: none">- проверить надежность контакта между элементами батареи;- зарядить аккумуляторы, либо заменить батарею

Внешние признаки проявления	Возможные причины неисправностей	Способы выявления и устранения неисправностей
<p>2) В режимах измерения напряжения и силы постоянного тока вольтметр не работает, а в остальных режимах работает нормально</p>	<p>Неисправна микросхема DD5 в устройстве ВХОДНОМ</p>	<p>Заменить неисправную микросхему</p>
<p>3) В режимах измерения напряжения и силы переменного тока низкой частоты вольтметр не работает, а в остальных режимах работает нормально</p>	<p>Неисправен транзистор VT1 или VT2 в устройстве ВХОДНОМ</p>	<p>Найти неисправный элемент и заменить его.</p>

После ремонта были проведены испытания устройства и оформлен протокол лабораторных испытаний. По полученным данным можно сделать вывод, что при измерении вольтметр В7-35 дает небольшую погрешность, которая находится в пределах допуска. Следовательно, после ремонта работоспособность вольтметра не ухудшилась, и его можно применять для измерений.

Также была выполнена технологическая часть проекта и разработаны:

- основные требования при выполнении ремонтных и регулировочных работ
- основные меры безопасности при ремонте
- организация рабочего места
- инструкция по поверке вольтметра

Был произведен расчет себестоимости и цены ремонтных работ вольтметра универсального цифрового В7-35. В результате расчета, было выявлено, что ремонт прибора выгоден. Минимальная полная себестоимость ремонта изделия при отказе самого дорого элемента равна 658 руб. Цена ремонта вольтметра при отказе самого дорого элемента составила 790 руб. Покупка нового В7-35 составит от 12000 руб.

Спасибо

за

ВНИМАНИЕ