

Э. Ф. РООСЕ

(Таллин)

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ АКТИВНОГО ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЛЬТМЕТРОВ С ДИОДНЫМ ВХОДОМ

Приводится новая методика для определения активных входных сопротивлений вольтметров с диодным входом на низких частотах и даются рекомендации по описанию некоторых технических характеристик указанных вольтметров.

Для измерения активного входного сопротивления вольтметров часто используется метод последовательного сопротивления [1]. Этот метод сейчас применяется и для измерения входного сопротивления вольтметров с диодным входом. Однако последовательное и внутреннее сопротивление источника напряжения нарушают режим работы детектора вольтметра (увеличивается угол отсечки), что приводит к уменьшению показаний самого вольтметра, который служит основой для определения входного сопротивления, и измеренное значение активного входного сопротивления получается заниженным.

Для устранения указанного недостатка предлагается новый метод измерения, при использовании которого ко входу подключается электронный осциллограф. Этот метод позволяет получать истинное соотношение распределения напряжения между добавочным сопротивлением R и входным сопротивлением $R_{вх}$.

Схема измерения по новому методу приведена на рис. 1. Входное сопротивление определяется в следующей последовательности: от источника переменного напряжения I на вход электронного вольтметра 5

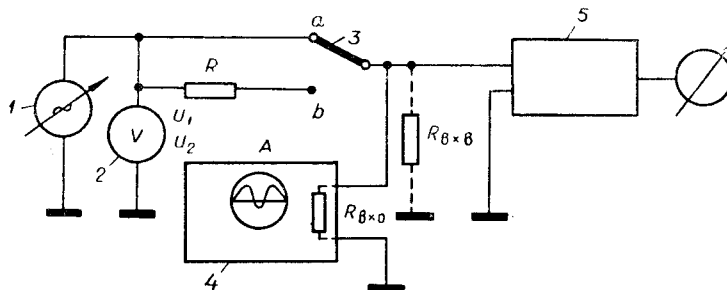


Рис. 1. Схема определения входного сопротивления электронного вольтметра с диодным входом.

..... на вход электронного вольтметра через сопротивление R подается напряжение U_2 , фиксируемое вольтметром 2, вызывающее прирост величины амплитуды синусоиды на экране осциллографа 4 до отмеченной величины A .

Суммарное активное входное сопротивление электронного вольтметра с диодным входом рассчитывается по следующим формулам:

$$R_{вх} = \frac{U_1 R}{U_2 - U_1}; \quad (1)$$

$$R_{вхв} = \frac{R_{вх} R_{вх0}}{R_{вх0} - R_{вх}}, \quad (2)$$

где $R_{вхв}$ — активное входное сопротивление измеряемого вольтметра;
 $R_{вх0}$ — активное входное сопротивление осциллографа, измеренное по ныне применяемой методике определения входного сопротивления [1].

Результаты измерения входного сопротивления электронных вольтметров с диодным входом приведены в таблице. Из таблицы видно, что входные сопротивления, измеренные по предложенной автором методике, имеют большие значения.

Тип вольтметра	Частота измерения, гц	R, Мом	Измерение по схеме рис. 1					Измерение по ныне применяемой методике	Расчет по формуле (11)	Норма $R_{вх}$ вольтметра по ТУ
			$R_{вх0}$, Мом	U_1 , в	U_2 , в	$R_{вх}$, Мом	$R_{вхв}$, Мом			
ВК7-9	55	3,21	10,2	10	16,7	4,8	9,06	4,20	6,75	3,0
	400	3,21	8,2	10	18,5	3,78	7,0	4,77		
	1000	3,21	6,25	15	30,9	3,03	5,88	3,27		
ВК7-4	55	5,25	10,2	10	18,0	6,55	16,6	8,50	18,0	5,0
	400	5,25	8,20	10	19,4	5,58	17,5	8,70		
	1000	5,25	6,25	15	32,4	4,52	16,4	7,00		

Активное входное сопротивление электронного вольтметра с диодным входом можно рассчитать и теоретически [2]. Если пренебречь потерями энергии в диэлектриках, на которых монтируется детекторная схема (допустимо на низких частотах), то основными составляющими активного входного сопротивления являются:

проводимость детекторной схемы по переменному току

$$g_{\sim} = \frac{1}{R_{\sim}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (\text{рис. 2}), \quad (3)$$

проводимость детекторной схемы по постоянному току g_{-} .

Определим содержание g_{-} . Мощность детектора, потребляемую неями постоянного тока, можно выразить как

$$P_{-} = U_0^2 g_{н} = U_m^2 n^2 g_{н}', \quad (4)$$

где U_0 — среднее значение напряжения постоянного тока на выходе детекторной схемы;

g'_n — проводимость цепи разряда конденсатора C_1 (см. рис. 2 и 3);
 U_M — амплитудное значение синусоидального сигнала на входе детектора;

n — коэффициент передачи детектора; $n = \frac{U_0}{U_M}$.

Введем в эквивалентную схему детектора расчетную величину проводимости по постоянному току g_- и выразим через нее мощность де-

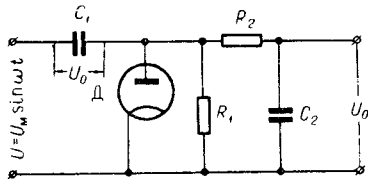


Рис. 2. Электрическая схема детекторной схемы вольтметра ВК7-9.

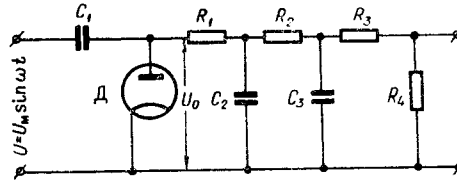


Рис. 3. Электрическая схема детекторной схемы вольтметра ВК7-4.

тктора, потребляемую цепями постоянного тока от источника переменного напряжения, следующим образом:

$$P_- = \frac{U_M^2}{2} g_- \quad (5)$$

Мощности, выражаемые формулами (4) и (5), равны, поэтому для g_- получаем

$$g_- = 2n^2 g'_n \quad (6)$$

Например, в схеме рис. 2 конденсатор C_1 разряжается только через сопротивление нагрузки. Следовательно,

$$g'_n = \frac{1}{R_1}; \quad (7)$$

$$g_- = \frac{2n^2}{R_1}. \quad (8)$$

Общая входная проводимость детекторной схемы на основе (3) и (6) определяется

$$g_{\text{вх}} = g_{\sim} + g_- = \frac{1}{R_{\sim}} + 2n^2 g'_n. \quad (9)$$

Когда внутреннее сопротивление источника сигнала невелико, то $n \approx 1$ и формулу (9) можно упростить:

$$g_{\text{вх}} = \frac{1}{R_{\sim}} + 2g'_n. \quad (10)$$

Для вольтметра ВК7-9 входная проводимость и входное сопротивление равны:

$$\begin{aligned} g_{\text{вх}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{2}{R_1} = \frac{1}{27 \cdot 10^6} + \frac{1}{27 \cdot 10^6} + \frac{2}{27 \cdot 10^6} = \\ &= \frac{1}{6,75 \cdot 10^6} \text{ 1/ом}; \\ R_{\text{вхВ}} &= \frac{1}{g_{\text{вх}}} = 6,75 \cdot 10^6 \text{ ом}. \end{aligned}$$

Для вольтметра ВК7-4 входная проводимость и входное сопротивление равны:

$$g_{\text{вх}} = \frac{1}{R_1} + \frac{2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{1}{27 \cdot 10^6} + \frac{2}{108,9 \cdot 10^6} = \\ = \frac{1}{18,0 \cdot 10^6} \text{ 1/ом};$$

$$R_{\text{вхв}} = \frac{1}{g_{\text{вх}}} = 18,0 \cdot 10^6 \text{ ом}.$$

Экспериментальные данные, полученные на основе новой методики измерения, почти совпадают с расчетными.

Предложенную методику можно использовать и в случае применения детекторных схем с открытым входом, мостовых схем пикового детектора, умножителей напряжения независимо от того, применяется ли в качестве детектора электронная лампа или полупроводниковый диод, и во всех случаях измерения входного сопротивления, где используется ныне применяемая методика [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Кланберг. Измерение входного сопротивления лампового вольтметра на переменном токе.— Измерительная техника, 1962, № 10.
2. E. R o o s e. Pooljuhtdiodid c-klassi reziimil töötavates detektorskeemides.— Sidetehnika Uudised, Tallinn, 1960, 4 (7).

*Поступила в редакцию
5 мая 1965 г.,
после переработки —
2 июня 1965 г.*