

**Київський національний університет імені
Тараса Шевченка**

ФАКУЛЬТЕТ ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Кафедра військово-технічної підготовки

**для проведення занять зі студентами
з спеціальності “Організація метрологічного
забезпечення військ (сил)”**

**КЕРІВНИК ЗАНЯТТЯ КАНДИДАТ ТЕХНІЧНИХ НАУК,
ДОЦЕНТ, ПІДПОЛКОВНИК
ГЛУХОВ СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ**

ПРЕДМЕТ
“ОСНОВИ БУДОВИ ВІЙСЬКОВИХ
ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ”

ТЕМА № 3. ЕЛЕКТРОННІ ВОЛЬТМЕТРИ

ЗАНЯТТЯ № 5. УНІВЕРСАЛЬНІ
ЕЛЕКТРОННІ АНАЛОГОВІ І ЦИФРОВІ
ВОЛЬТМЕТРИ

НАВЧАЛЬНА МЕТА:

- 1. Вивчити особливості структурних схем цифрових вольтметрів.**
- 2. Надати студентам повірочну схему і методи їх перевірки.**

ВИХОВНА МЕТА:

1. Виховувати у студентів дисциплінованість і культуру поведінки.

2. Виховувати впевненість і винахідливість при вивченні матеріалу.

3. Виховувати і розвивати творчий підхід при вивченні матеріалу на занятті і самостійній підготовці.

НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ:

- 1. Структурна схема універсального вольтметра.**
- 2. Методи вимірювань зосереджених параметрів електричних ланцюгів.**
- 3. Повірочна схема, еталони і особливості повірки універсальних вольтметрів.**

Питання для повторення попереднього матеріалу

**1. Принцип дії імпульсних
вольтметрів.**

2.1. ПІКОВИЙ ДЕТЕКТОР ПІДВИЩЕНОЇ ТОЧНОСТІ.

У цьому вольтметрі зменшується похибка, яка пов'язана з шпаруватістю послідовності імпульсів (рис. 3.)

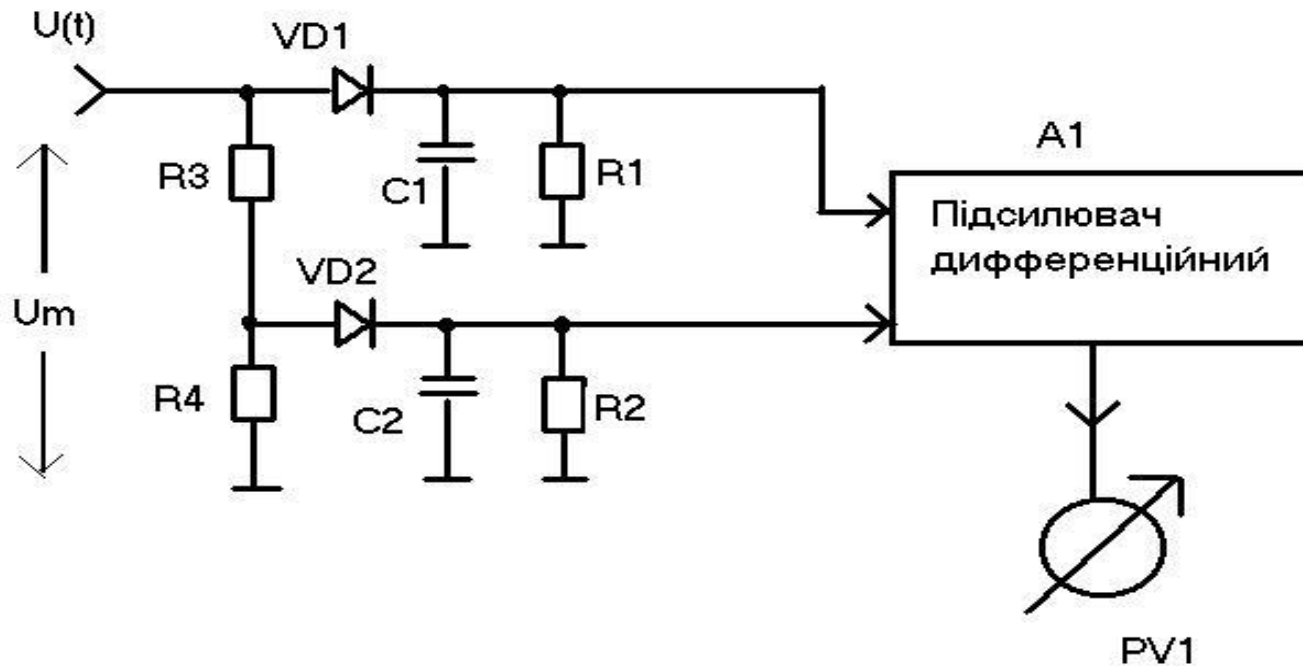


Рис. 3 .

Вимірювана напруга подається на подільник R3, R4, а з нього на два пікових детектори, які утворюють два канали вимірювання. На канал I (VD1,C1,R1) подається повна напруга, на канал II (VD2,C2,R2) - зменшена в n разів. На конденсаторах C1 і C2 виділяється постійна напруга U_{C1} і U_{C2} :

$$U_{C1} \approx U_m, U_{C2} \approx U_m / n \quad (8)$$

За час паузи конденсатори C1 і C2 розряджаються через R1 і R2 відповідно.

Опір резистора R2 вибирається в n раз меншим R1. Якщо конденсатори C1 і C2 мають однакові ємності, постійна часу розряду в каналі I ($\tau_1 = C1 R1$), буде більша постійної часу розряду в каналі II ($\tau_2 = C2 R2$).

Питання для повторення попереднього матеріалу

**2. Перерахувати основні
параметри періодичної
послідовності імпульсів.**

Основні параметри періодичної послідовності імпульсів:

Період слідкування (повторення) T_i

Частота слідкування (повторення) $F_i=1/T_i$

Шпаруватість – визначається як відношення періоду повторення T_i до тривалості імпульсу τ_i

$$Q = \frac{T_i}{\tau_i} = \frac{1}{F_i \tau_i}$$

Зворотна величина шпаруватості – коефіцієнт заповнення

$$K_3 = \frac{1}{Q} = \frac{\tau_i}{T_i} = F_i \tau_i$$

При малій шпаруватості імпульсів і застосуванні детектора з закритим входом виникає друга похибка, яка пов'язана з неврахуванням постійної складової. Оцінимо ці похибки.

Похибка, яка обумовлена неповним зарядом і значним розрядом конденсатора пікового детектора, може бути оцінена із наступних міркувань.

ПИТАННЯ 1

СТРУКТУРНА СХЕМА УНІВЕРСАЛЬНОГО ВОЛЬТМЕТРА

Універсальними вольтметрами називають прилади для вимірювання постійної і змінної напруги. Часто вони дозволяють вимірювати силу струму, опір, ємність і індуктивність.

Відлікові шкали цих вольтметрів таровані в значеннях всіх електричних величин, які вони вимірюють.

Спрощена структурна схема вольтметра виду В7 зображена на рис.1.

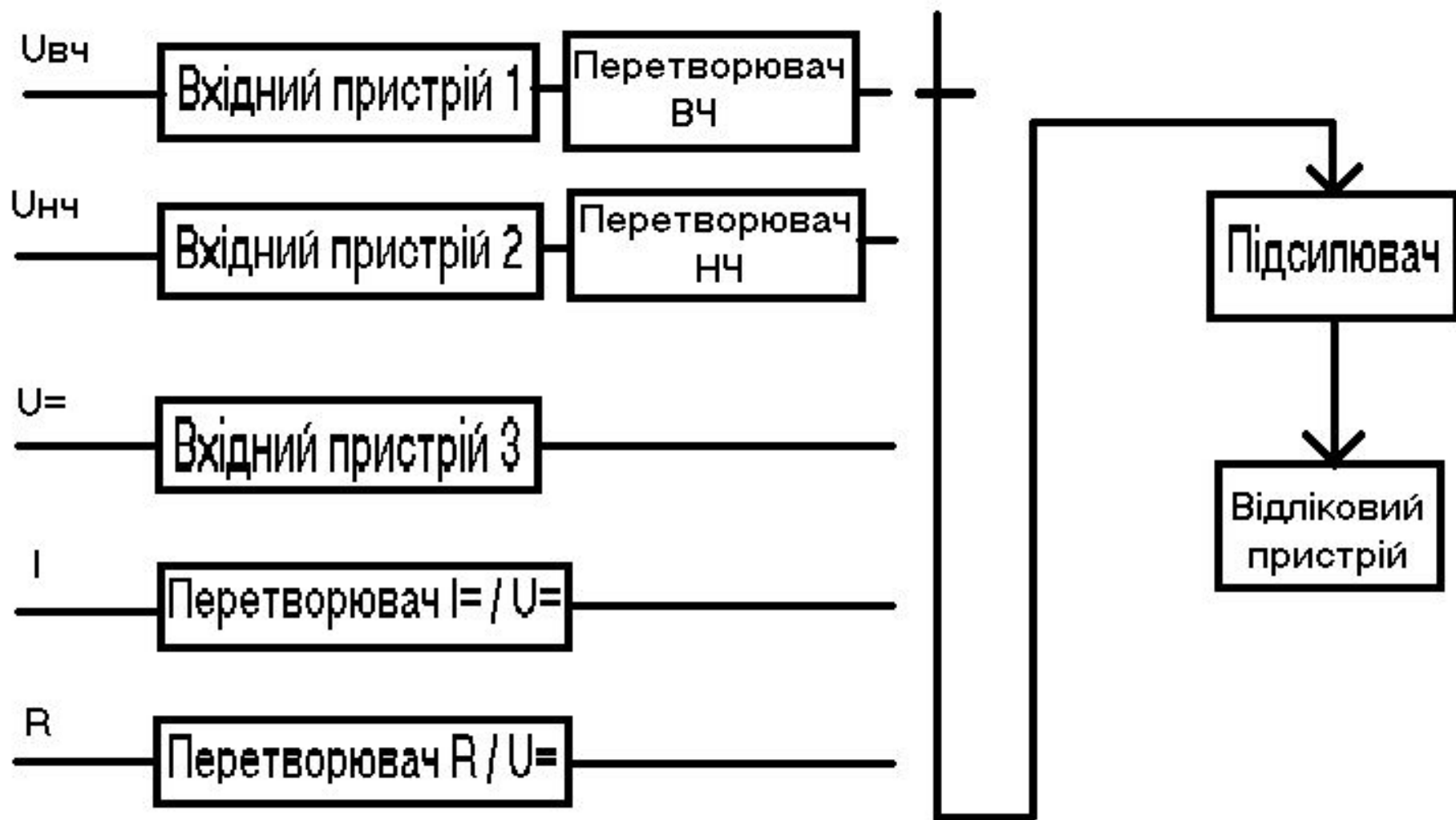


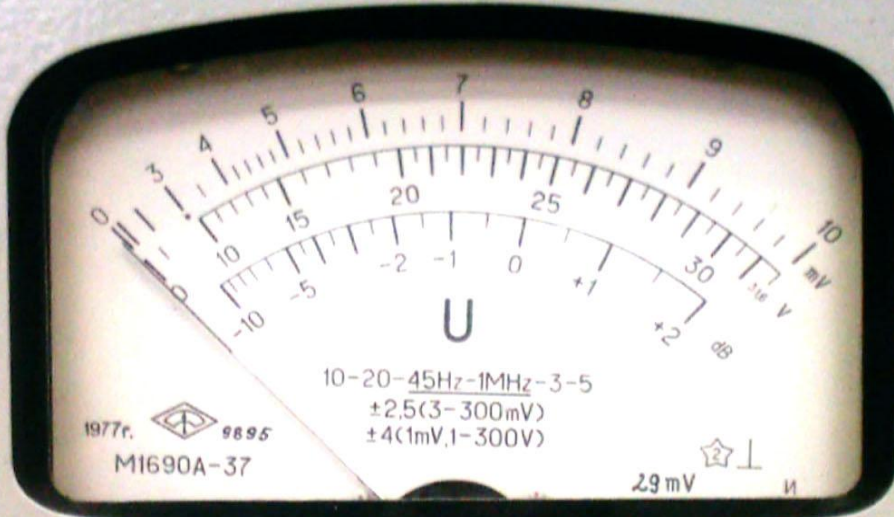
Рис. 1 .

Для таких вольтметрів характерні всі особливості розглянутих раніше приладів типу В2 і В3, а також інших вимірювальних приладів (амперметрів, омметрів).

Характерним представником таких вольтметрів є прилади типу В7-15, В7-16.



МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ВЗ-42




1977г.  9895
M1690A-37






29 mV И

ГОСТ 9781-67

N 7338

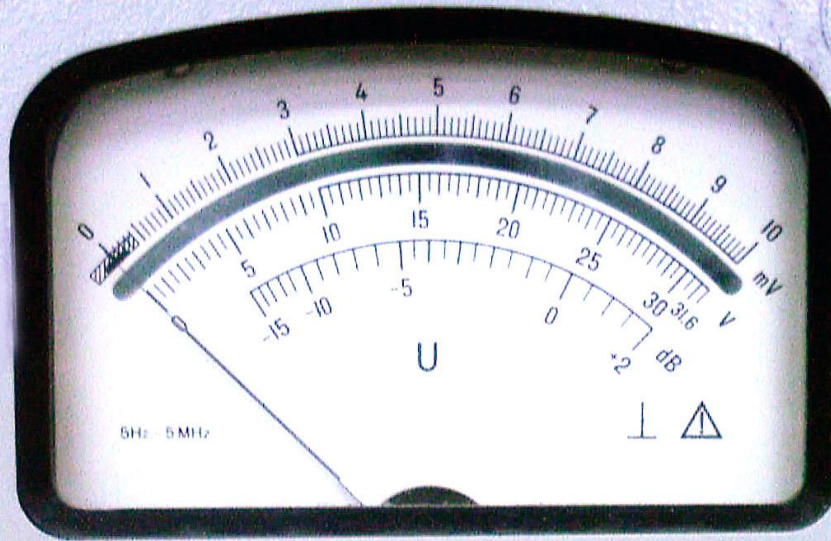
1979 г.

	dB mV		V dB	
	-10 300		1 0	
	-20 100		3 10	
	-30 30		10 20	
	-40 10		30 30	
	-50 3		100 40	
	-60 1		300 50	
	-70 0,3			
	-80 0,1			



МИКРОВОЛЬТМЕТР ВЗ-57



ГОСТ 9781-78

№0710

1984

	dB mV			V dB	
УСТ.0	-10 300			1 0	
	-20 100			3 +10	
	-30 30			10 +20	СЕТЬ
	-40 10			30 +30	
	-50 3			100 +40	ВКЛ
ВХОД	-60 1			-300 +50	
	-70 0.3				
	-80 0.1				
	-90 0.03				



МИЛЛИВОЛЬТМЕТР ЛАМПОВЫЙ

30 mV 100 mV
10 mV 300 mV
3 mV 1000 mV



0.5 A

СЕТЬ

220 V 50 Hz

ВЫХОД УСИЛИТЕЛЯ
НАЛИБРОВКА 10 mV

ГОСТ 9781-67



ПИТАННЯ 2

**МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ
ЗОСЕРЕДЖЕНИХ ПАРАМЕТРІВ
ЕЛЕКТРИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ**

Вимірювання опорів за допомогою універсального цифрового вольтметра

**Вимірювання опорів цифровими приладами в
основному виконується одним з наступних
способів:**

- перетворенням опору в постійну напругу;**
- вимірювання постійної часу RC електричного
кола, в якому є зразковий конденсатор;**
- врівноваженням в мостовій схемі/**

Перетворення опору в постійну напругу дозволяє використовувати для задачі вимірювання опору цифровий вольтметр постійного струму.

Вимірювання опору за допомогою ЦВ досягається за рахунок увімкнення в прилад джерела постійного струму відомого значення $I_{\text{ет}} = \text{const}$ та вимірювання падіння напруги U на опорі вимірювання R_x під дією сили цього струму.

Схема варіанта побудови перетворювача опору з операційним підсилювачем наведена на рис.2.

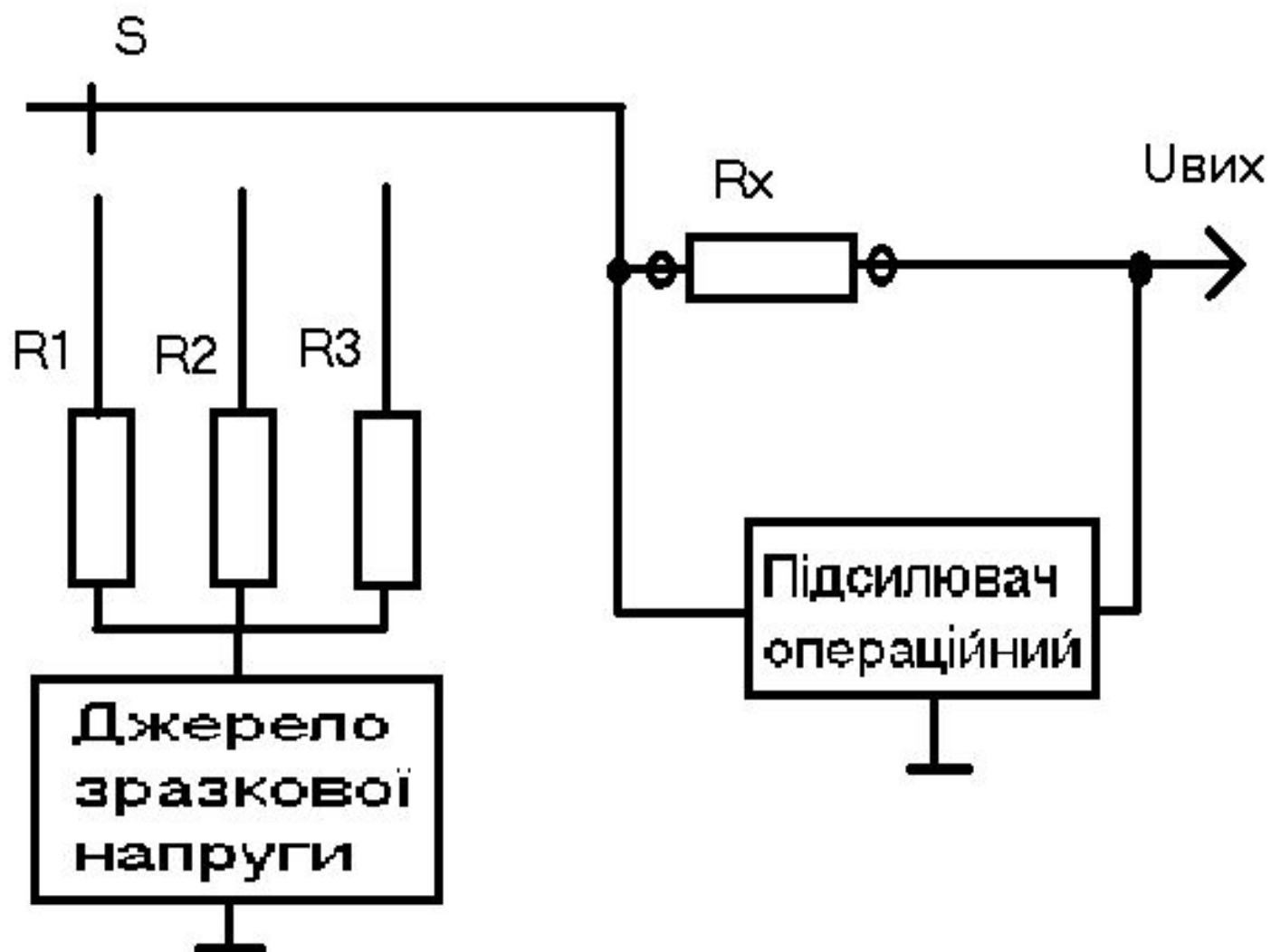


Рис. 2 .

При виконанні умови

$$K \gg \frac{R_X}{R_{\epsilon T}} \quad \text{і} \quad I_{\text{вх}} \ll I_{\epsilon T} = \frac{U_3}{R_{\epsilon T}} \frac{R_X}{R_{\epsilon T}} \quad (1)$$

**Вихідна напруга
перетворювача**

$$U_{\text{вих}} = U_X = -I_{\epsilon T} R_X \quad (2)$$

Ця напруга вимірюється цифровим вольтметром. Встановлюючи $I_{\text{ет}}$ кратним 10 ($I_{\text{ет}} = 10^n$), де $n = 0, 1, 2, \dots$), по відомому значенню $U_{\text{вих}}$ та силі струму $I_{\text{ет}}$ з (2) отримуємо

$$R_X = \frac{U_{\text{вих}}}{I_{\text{ет}}} = 10^{-n} \cdot U - I_{\text{ет}} R_X \quad (3)$$

Тобто покази приладу можна тарувати в одиницях опору.

Похибка вимірювання опору

$$\delta R_X = \pm \left(\delta U + \frac{\delta R}{U} \right) \quad (4)$$

де

$$\delta U = \delta K + \delta T_{\epsilon T} + \delta N$$

похибка цифрового вольтметра;

$$\frac{\delta R}{U}$$

похибка перетворювача опору в постійну напругу.

Похибка характеризується похибкою встановлення еталонної сили струму і визначається в залежності від схеми перетворення.

Похибка вимірювання опору розглянутим методом як правило складає (0,05...0,2)%.

Вимірювання сили струму за допомогою універсального цифрового вольтметра

Вимірювання сили струму за допомогою цифрових вольтметрів базується на визначенні падіння напруги U на еталонному резисторі під дією сили струму I_x , який вимірюється.

В залежності від значення сили струму та умов, в яких виконуються вимірювання, знаходять застосування різні схеми перетворювачів струму, одна з яких наведена на рис. 3.

До складу перетворювача входить набір еталонних резисторів R_{et}

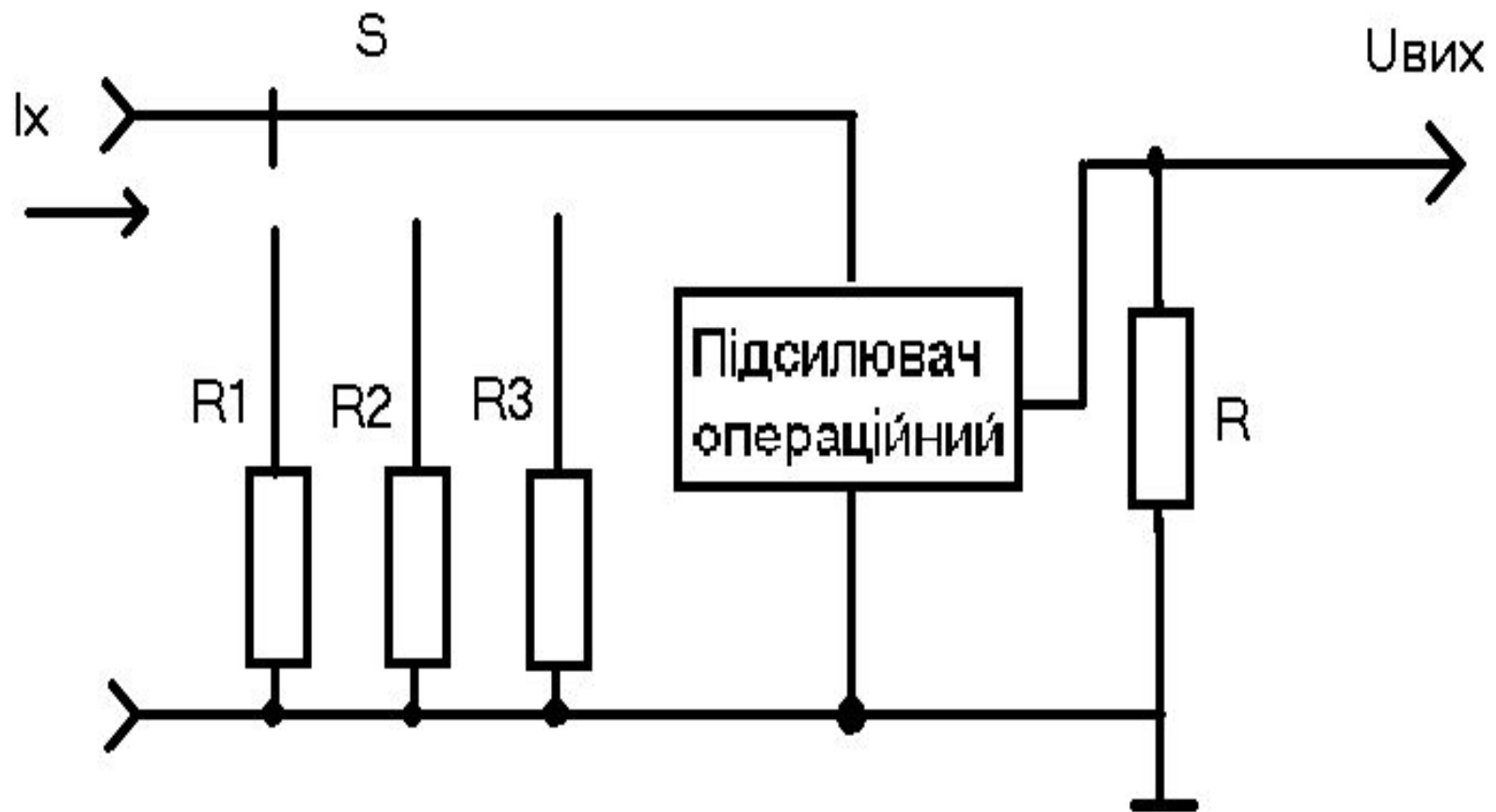


Рис. 3 .

Падіння напруги на еталонному резисторі

$$U = I_x R_{\text{ет.}}$$

Якщо вибрати $R_{\text{ет.}} = 10^n$, де $n = 0, 1, 2, \dots$, то

$$U = 10^n I_x,$$

тобто

$$I_x = 10^{-n} U$$

Покази приладу у цьому випадку можна тарувати в одиницях вимірювання сили струму.

Похибка в основному визначається похибкою еталонного резистора i , як правило, має дуже мале значення.

Внаслідок цього похибка вимірювання сили струму за допомогою цифрового вольтметра близька до похибки вимірювання постійної напруги або дещо перевищує її (в 2...3 рази).

ПИТАННЯ 3

**МЕТРОЛОГІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА
ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК
ЕЛЕКТРОННИХ ВОЛЬТМЕТРІВ**

Застосування додаткових пристроїв, взагалі, знижує точність вимірювання напруги.

Дійсно, покази вольтметра, який складається тільки з електромеханічного перетворювача,

$$A_{п} = \Phi [U_{x} (t)], \quad (5)$$

де $\Phi(x)$ - рівняння перетворення.

У вольтметрах з структурою рис. 2

$$A_{\text{п}} = \Phi [F(U_x(t)) K_1/K_{\text{д}} K_2], \quad (6)$$

де

$F(x)$ - рівняння перетворення детектора;

K_1 - коефіцієнт підсилення підсилювача A_1 ;

K_2 - коефіцієнт підсилення підсилювача A_2 ;

$K_{\text{д}}$ - коефіцієнт поділу сигналу у вхідному пристрої.

В найпростішому випадку, коли характеристики окремих вузлів незалежні, похибка вимірювання напруги $U(t)$ буде рівна сумі складових:

$$\Delta x = \Delta \Phi + \Delta F + \Delta K1 + \Delta K2 + \Delta K_d \quad (7)$$

Таким чином, неідеальність кожного блоку (наприклад, відхилення величини коефіцієнта підсилення підсилювачів від номіналу) буде вносити свій вклад в похибку вимірювання напруги.

Під час повірки на постійному струмі застосовують калібратор постійної напруги і струму В1-7, В1-12, В1-13, В1-18, установки для повірки вольтметрів В1-4, В1-8, прилади і ЦВ більш високої точності і чутливості, яка повинна бути на порядок вища, чим у повіряємого ЦВ.

Під час повірки на змінному струмі застосовують В1-4, В1-8, калібратори змінної напруги В1-9

Під час повірки на змінному струмі методом компарування застосовують потенціометри Р345, Р363, і комплект термоперетворювачів ПНТЭ-64, ПТТЭ.

В якості джерел змінної напруги застосовують різні генератори, наприклад, ГЗ-107, ГЗ-102, ГЗ-109.

УСТАНОВКА В14 ДЛЯ ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ



55 400 1000



ЧАСТОТА Hz

СЕТЬ



РЕГ. ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЯ



→ ВНЕШНИЙ ПРИБОР



5% 10%

ИЗМЕРЕНИЕ

~ + -



УСТ. НУЛЯ U~



ПОВЕРЯЕМЫЕ ОТМЕТКИ СИГНАЛ



НАЛИБРОВКА

U_m 0 U 0 U_{ср}

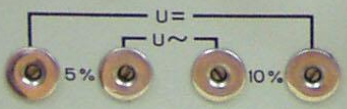


КОНТРОЛЬ

ВХОД ДЕЛИТЕЛЕЙ



ВЫХОД



№8691 1978



СВЕЯНО В СССР



УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВОЛЬТМЕТРОВ В1-4



РЕЖИМ РАБОТЫ

ПОТРЕБНОСТЬ ПРОВЕРЯЕМОГО ПРИБОРА

СЕТЬ



ПРОВЕРЯЕМЫЕ ОТМЕТКИ ШКАЛ

0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0



мВ V

x10 x100 x1 x10 x100



УСТАНОВКА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

ГРУБО



ТОЧНО



ВЫХОД

1-1 1-1000



ВНЕШНИЙ ПРИБОР



Література:

- 1. Измерения в электронике, энергоатомиздат, 1987.**
- 2. Федоров А.М., Циган Н.Я., Мичурин В.И., Метрологическое обеспечение электронных средств измерений электрических величин, довідкова книга, Електроатомиздат 1987.**
- 3. Конспект лекцій**