

## Практическо упражнение № 4

### Работа с уреди за измерване на електрически величини. Амперметър, волтметър, омметър.

Цел:

Да се запознаят студентите с уредите за измерване на електрически величини – амперметър, волтметър, омметър. Да реализират различните схеми на свързване и да измерят различни електрически величини. Да се научат да определят константата на уреда за различните диапазони на работа на уредите при измерване на величините – напрежение, ток и съпротивление.

#### I. Основни понятия

*Измерването* е познавателен процес, при който с помощта на физичен експеримент се установява взаимно еднозначно съответствието между стойностите на измерваната величина и равноинтервален ред от стойности на друга величина, еднородна с измерваната.

#### Означаване и мерни единици на електрическите величини

Означаване на електрическите величини:

Таблица 1. Означаване на електрическите величини.

Наименование на величината	Означаване	Основна мерна единица	Използвани кратни мерни единици
	$u, U$	$V$	$MV, kV, V, mV, \mu V$
Ток	$i, I$	$A$	$A, mA, \mu A, nA,$
Съпротивление	$R$	$\Omega$	$M\Omega, k\Omega, \Omega$
Капацитет	$C$	$F$	$pF, nF, \mu F, mF, F$
Мощност	$P$	$W$	$\mu W, mW, W, kW$

Таблица 2. Множители и представки за образуване на десетични кратните единици.

$10^{18}$	E
$10^{15}$	P
$10^{12}$	
$10^9$	G
$10^6$	
$10^3$	k
$10^2$	h
10	da
$10^{-1}$	d
$10^{-2}$	c
$10^{-3}$	m
$10^{-6}$	$\mu$
$10^{-9}$	n
$10^{-12}$	p
$10^{-15}$	f
$10^{-18}$	a

## Електрически измервания

В практическото упражнение студентите получават възможността да се запознаят с различните измервателни уреди и спомагателни технически средства, които представляват един от основните елементи на измервателния процес.

Електрическите измервателни средства включват мерките и еталоните, електрическите уреди и спомагателни технически средства.

Мерките и еталоните служат за веществено възпроизвеждане на измерителните единици и за запазване на тяхната неизменност във времето.

Електрическите уреди участвуват непосредствено в процеса на измерването. Те имат предназначение да възприемат информацията за стойността на измерваната величина и да я преобразуват във вид,

в който тя ще бъде отчетена или регистрирана с определена точност. Всеки измервателен уред осъществява измерването на базата на определен измервателен метод. Съществуват два такива метода: пряк и косвен. Прекият метод се разделя на метод с непосредствена оценка и метод на сравнението.

По метода с непосредствена оценка стойността на измерваната величина се отчита непосредствено от отчитащото устройство на измервателния уред, скалата на което е градуирана предварително в наименовани стойности на величината.

Електроизмервателните уреди, които използват метода с непосредствена оценка, се състоят от електрическа схема, измерителен механизъм и отчитащо устройство.

Електрическата схема има предназначението да преобразува измерваната електрическа величина по вид и стойност така, че тя да се подаде на входа на измервателния механизъм.

От своя страна измервателния механизъм преобразува последната в не електрическа величина – линейно или най-често ъглово преместване. За да може да изпълнява своите метрологически функции, преобразувателят трябва да осъществява еднозначно зависимост между измерваната електрическа величина и полученото преместване в определен диапазон от стойностите на първата. Отчитащото устройство осигурява визуално определяне на преместването чрез стрелка или светлинно петно и непосредствено отчитане на резултата от скалата му (в наименовани единици или брой деления).

Уредите с непосредствено отчитане са най-разпространените електроизмервателни уреди. Пригодността на всеки от тях за извършване на конкретно измерване се определя от основните му метрологически характеристики. Така различаваме уреди, които могат да измерват само постоянно токови вериги, само в променливо токови вериги или и в единия и в другия вид вериги.

В зависимост от измерваната величина различаваме амперметри (за величината електрически ток), волтметри (за величината електрическо напрежение), омметър (за величината електрическо съпротивление), ватметри (за величината електрическа мощност) и др.

Всеки уред се характеризира с класа на точност, който определя най-голямата стойност на грешката при измервания с него. Той се дава с една от следните стойности: 0.1; 0.2; 0.5; 1.0; 1.5; 2.5; 4.5. По малкото число отговаря на по-високия клас на точност, т.е. такъв уред измерва по-прецизно, с по-малка грешка.

## АМПЕРМЕТЪР

**Амперметърът** е уред за измерване на *величината електрически ток*. Измервателната единица на тази величина е Ампер (1 A). Амперметърът се включва последователно в клон на веригата, така че през него да протича тока, който ще се измерва.

Амперметрите са уреди с непосредствена оценка. Различаваме амперметри за постоянен ток, за променлив ток, за постоянен и променлив ток.

Всеки уред се характеризира с работен диапазон, обхващащ стойностите на тока, който може да бъдат непосредствено измерен.

Обикновено скалата на уреда е разграфена в единици от измервателната величина, т.е. скалата е наименована. Срещат се и скали, които са наименовани (разграфени) в брой деления. С такъв уред измерваната стойност на тока се получава, като отчетения брой деления  $\alpha$  от скалата се умножи с константата на амперметъра  $C$ , (виж по долу частта за определяне константата на уреда).

В постоянно токови вериги трябва да се спазва полярността на свързване на уреда. Токът през измервателния уред трябва да протича от "плюс" (+) към "минус" (–). Положителната клейма е означена с "+" или е оцветена в червено.

## Волтметър

**Волтметърът** е уред за измерване на *величината електрическо напрежение* (е.д.н., потенциална разлика). Измервателната единица е волт (1 V).

За да се осъществи измерването, волтметърът трябва да се включи непосредствено към двете точки от веригата, между които ще се определя напрежението.

Волтметрите се конструират най-често на базата на измерителен механизъм от магнитоелектрична, електромагнитната, електродинамичната и електростатична система. Широко се използват и волтметри от електронната система (електронни волтметри), които се характеризират с много голяма стойност на входното съпротивление (до 2 M $\Omega$ ).

Всеки уред се характеризира с работен диапазон, обхващащ стойностите на напрежението, които могат да бъдат непосредствено измерени.

Обикновено скалата на уреда е разграфена в единици от измервателната величина (във волтове, в миливолтове и др.), т.е. с наименована скала. Срещат се и скали, които са наименовани (разграфени) в брой деления. С такъв уред измерваната стойност на тока се получава, като отчетения брой деления  $\alpha$  от скалата се умножи с константата на волтметра  $C_v$  (виж по долу частта за определяне константата на уреда).

В постоянно токови вериги трябва да се спазва полярността на свързване на уреда. За да се измери напрежението между две точки, уреда трябва да се включи с положителния вход към положителният край на измерваните точки. А с отрицателният към отрицателната. Положителната клейма е означена с "+" или е оцветена в червено.

### Определяне константата на електроизмервателните уреди

При работа с уредите с наименовани скали в брой деления първо се определя константата на уреда, отчита се отклонението на стрелката по скалата и се умножават, в резултат се получава стойността на измерваната величина.

При работа с уредите с наименовани скали в брой деления е необходима да се определи константата на уреда.

Константата  $C$  на измервателния уред е параметър, по който се умножава показанието на уреда, изразено в брой деления от скалата  $\alpha$ , за да се получи стойността на измерваната величина  $X$ .

$$X = C \cdot \alpha \quad (5)$$

Стойността на  $C$  е равна на стойността на измерваната величина, която предизвиква отклонението на показващия орган на измервателния уред на едно деление. Получава се като обхватът на уреда  $X_n$  се раздели на броя на скалните му деления  $\alpha_n$ :

$$C = X_n / \alpha_n ; \quad (6)$$

където:

$X_n$  – номинален обхват на уреда за измерваната величина, т.е. стойността на величината, която отговаря на последното деление от скалата на уреда;

$\alpha_n$  – брой деления на скалата.

Константата винаги трябва да се придружава от съответната размерност: ***A/дел., V/дел.,  $\Omega$ /дел.***

*Пример:* Да се определи константата на волтметър с обхват  $V_n=60V$ , ако скалата съдържа 30 деления.

$$C_v = V_n / \alpha_n = 60 / 30 = 2 \text{ V/дел.}$$

### **Измерване на величината електрическо съпротивление**

**Омметърът** е уред за измерване на *величината електрическо съпротивление*. Измервателната единица е Ом (  $1 \Omega$  ).

За да се осъществи измерването, *омметърът* трябва да се включи непосредствено към двете точки от веригата, между които ще се определя съпротивлението или към изводите на елемента, чието съпротивление се проверява.

Уредите от този тип, са с вграден вътрешен източник на напрежение. Клеймите му са именувани по полярност "плюс" (+) и "минус" (–) (спрямо свързания вътрешен източник на постоянно напрежение).

Измервателни прибори от магнитоелектрична имат нелинейна скала и са с именувани деления от измервания диапазон.

Последователността на изпълнение при реализация на измервателната схема е от голямо значение, за да се избегнат грешни свързвания или пропуснати връзки. Трябва да се спазва следната последователност:

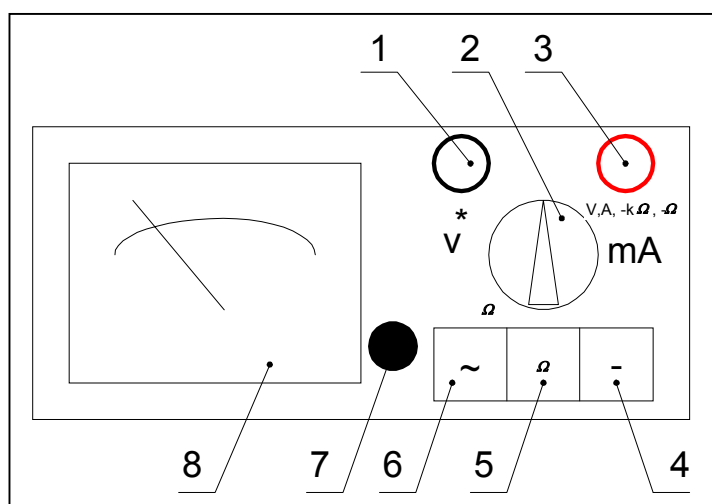
Започва свързването винаги от единия полюс на източника на напрежение и завършва на другия, като се проследява пътя на протичащия ток, т.е. затваря се през източника един токов контур.  
*През товара тока протича от "плюс" към "минус".*

### **Комбинираните измервателни прибори**

Комбинираните измервателни уреди съчетават няколко измервателни уреда в един. С съответните електрически схеми реализиращи преобразуването на отделните величини в подходящи за измервателната система.

Общият вид на един модел комбиниран измервателен уред е даден на фиг. 1.

Където: 1) Вход на уреда, общ за другия (противоположен по поляритет); 2) многопозиционен превключвател, избира се обхват и измервана величина – V, mA,  $\Omega$ ; 3) Вход на уреда – именован с означени "+" или "-" сонди на измерваната величина; 4), 5) и 6) - Бутони за избор на вида на измерваната величина, 4) – постоянна; 6) – променлива, и 5) за съпротивление; 7) - потенциометър за начално нулиране на показанието на уреда при измерване на съпротивление. Съединяват се сондите на уреда и с помощта на 7) се нулира уреда. За всеки обхват се проверява уреда за нулирано показание.; 8) – Индикаторна система на уреда (стрелкова или цифрова).



фиг. 1. Комбиниран измервателен уред.

Работа с уреда: Избираме вида на измерваната величина с бутоните 4), 5) и 6); Избираме обхвата и величината за измерване; Определяме константата на уреда за избрания обхват; Свързваме схемата на измерване; Включваме захранването и отчитаме показанието от съответната скала на уреда (това отчитане трябва да бъде кратко във временно отношение); Изключваме захранването и пресмятаме измерената величина.

## II. Задачи:

2.1. Да се определи константата на уреда при зададените случаи, в таблица 3 и да се определи стойността на измерената величина:

Таблица 3. Примерни измервания на електрически величини:

Вид на величината	Измервана величина	Обхват на уреда	Брои деления на скалата	Отчетени деления от скалата
постоянна	I	0,3 A	30	20
променлива	I	0,6 A	30	10
променлива	U	2,5 V	50	25
постоянна	U	750 V	50	40
променлива	U	60 V	30	20
постоянна	U	1,5 V	30	10
променлива	I	1500 mA	30	20
постоянна	I	1000 mA	50	20
променлива	I	250 mA	50	30

2.2. Да се изберат по две батерии и да се измери тяхното напрежение.

2.3. Да се свърже съгласно схемата амперметър и да се определи големината на съпротивлението на резистора по формулата от закона на Ом.

2.4. Да се изберат няколко резистора и да се измери тяхното съпротивление.

### III. Контролни въпроси:

- 3.1. Как се свързва волтметър?
- 3.2. Как се свързва амперметър?
- 3.3. Напишете формулата за определяне константата на уреда.
- 3.4. Измерване на съпротивление.