

2.2.1. ВКЛЮЧВАНЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ. СКАЛИ ЗА ОТЧИТАНЕ

↪ **Образователна цел** – Да се запознаят учениците 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.

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

Електрическите измервания имат за обект величините, които характеризират електрическите вериги и техните елементи : ток, напрежение, съпротивление и пр.

Измерванията се извършват с използване на **измервателни единици**. Известно е, че напрежението се определя чрез единицата волт (V), а токът - с ампери (A) и т.н.

таблица 1 – Означения на електрически величини

ОЗНАЧЕНИЕ И МЕРНИ ЕДИНИЦИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ВЕЛИЧИНИ			
ОЗНАЧАВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ВЕЛИЧИНИ			
Наименование на величината	Означение	Основна мерна единица	Използувани кратни мерни единици
Напрежение	u, U	V	$MV, kV, V, mV, \mu V$
Ток	i, I	A	$A, mA, \mu A$
Съпротивление	R	Ω	$M\Omega, k\Omega, \Omega$
Капацитет	C	F	$pF, nF, \mu F, mF, F$
Мощност	P	W	$\mu W, mW, W, kW$

Електрически измервания

В практическото упражнение учениците 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 участват 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**. Преприят 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 неелектрическа 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 характеристики. Така различаваме уреди, които могат да измерват само постоянно токови вериги, само в променливо токови вериги или 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

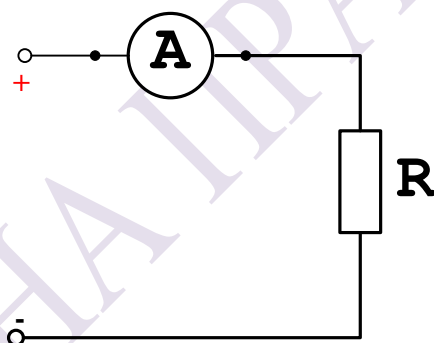
Амперметърът е уред за измерване на **величината електрически ток**. Измервателната единица на тази величина е Ампер (1 А). Амперметърът се включва последователно в клоната на веригата, така че през него да протича тока, който ще се измерва. Амперметрите са уреди с непосредствена оценка. Различаваме 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 α от скалата се умножи с константата на амперметъра K_A , (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.

Амперметърът се включва последователно в клона на веригата, така че през него да протича тока, който ще се измерва. Това включване обаче предизвиква т.н. методическа грешка при измерването (или грешка на измервателния метод – за да измерим тока трябва да го пропуснем през амперметъра), той като собствено съпротивление на апарата изменя общото омическо съпротивление на клона, а чрез него и стойността на измервания ток. За да бъде тази грешка намалена до минимум, е необходимо собственото (вътрешното) съпротивление на амперметъра да бъде колкото е възможно по-малко от съпротивлението на останалите елементи в клона, където той ще бъде включен.



фиг. 1 – Свързване на амперметър

Амперметрите са уреди с непосредствена оценка. Различаваме амперметри за постоянен ток, за променлив ток, за постоянен и променлив ток. Най – разпространени са амперметрите от магнитоелектричната, електродинамичната и електромагнитната система, и електронните измервателни прибори.

Всеки уред се характеризира с работен диапазон, обхващащ стойностите на тока, който могат да бъдат непосредствено измерени с точност, съответстваща на класа на точност на уреда.

Обикновено скалата на уреда е разграфена в единици от измервателната величина (в амperi, в милиамperi, микроамperi и др.). В такъв случай се казва, че 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 α от скалата се умножи с константата на амперметъра $I = K_A \cdot \alpha$

Константата дава стойността на измерената величина в наименованите единици, т.е. която се пада на едно деление от скалата и се определя по формулата:

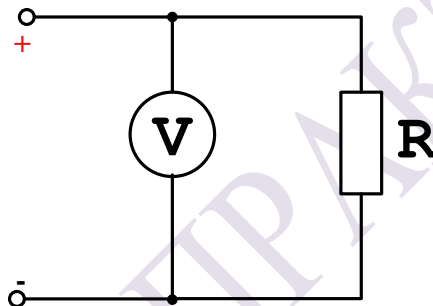
$$K_A = \frac{I_H}{\alpha_H}$$

където: - I_H - номинален обхват на амперметъра, т.е. стойността на тока, която отговаря на последното деление от скалата, А; α_H - брой деления на скалата, бр.

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.



фиг. 2 Свързване на волтметър

Волтметрите се конструират най-често на базата на измерителен механизъм от магнитоелектрична, електромагнитната, електро- динамичната 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 MΩ).

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 милivolтове 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 α от скалата се умножи с константата на волтметъра

$$U = K_V \cdot \alpha$$

Константата дава стойността на измерената величина в наименованите единици, т.е. която се пада на едно деление от скалата и се определя по формулата

$$K_V = \frac{U_H}{\alpha_H}$$

където: - U_H - номинален обхват на волтметъра, т.е. стойността на тока, която отговаря на последното деление от скалата, V; α_H - брой деления на скалата, бр.

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.

ИЗМЕРВАНЕ НА ВЕЛИЧИНАТА ЕЛЕКТРИЧЕСКО СЪПРОТИВЛЕНИЕ

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

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"**.

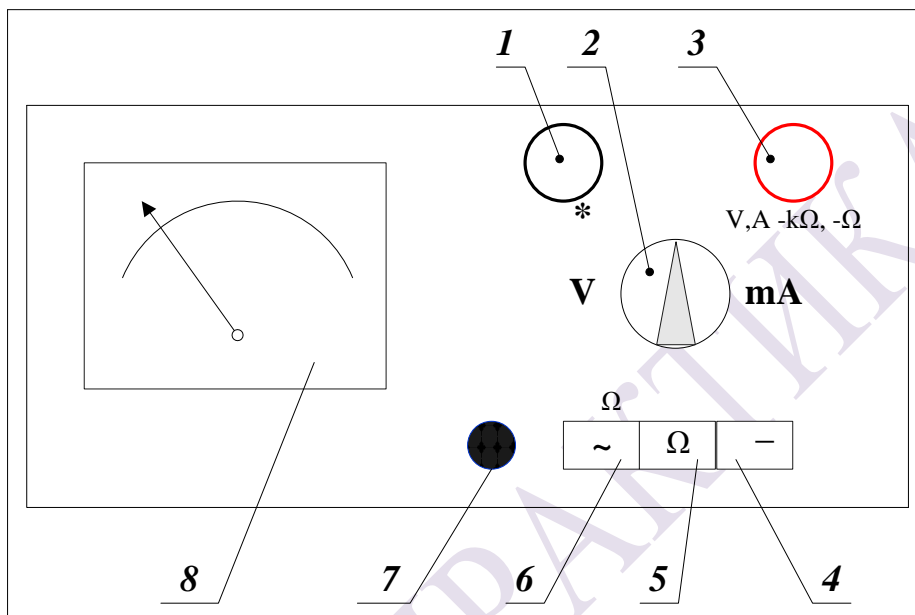
Комбинираните измервателни прибори

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. 3, където:

- 1) Вход на уреда, общ за другия (противоположен по поляритет);
- 2) многопозиционен превключвател, избира се обхват и измервана величина – V, mA, Ω ;
- 3) Вход на уреда – именован с означение "+" 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).

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.



фиг. 3 Общият вид на един модел комбиниран измервателен уред

Електроизмервателните уреди могат да се разделят на два основни вида: **аналогови и цифрови**. Аналоговото показващо устройство използва електромеханичен преобразувател и скала, разграфена по подходящ начин, върху която се движи показваща стрелка. Най-разпространени са **магнитоелектрическата, електромагнитната, електродинамичната и индукционната системи**.

Магнитоелектрическата система – чувствителна, точна и с равномерна скала. Използва се при постоянен и променлив ток.

Електромагнитната система – проста по конструкция и пригодна за постоянен и променлив ток.

Индукционната система – пригодени само за променлив ток.

Подробни сведения за посочените системи са дадени в много учебници и ръководства. Тук това не се прави, тъй като цифровите уреди заемат тяхното място. От друга страна използването на електроизмервателните уреди не налага доброто познаване на тяхното устройство. Необходимо е умения да се работи с тях. Така е и с компютъра – мнозина си служат с него, без да познават устройството му.

Съвременните измервателни уреди са цифрови.