

 Технически университет – София

ФАКУЛТЕТ АВТОМАТИКА

Катедра „Електроизмервателна техника”

Презентация № 1

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ИЗМЕРВАТЕЛНАТА ТЕХНИКА

дисциплина „Електрически измервания”

*ОКС „Бакалавър” от Учебен план за студентите на специалност
АИУТ, професионално направление*

5.2. Електротехника, електроника и автоматика



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”*

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

СЪДЪРЖАНИЕ

- ❑ Понятие за измерване и физична величина. Понятие за сигнал.
- ❑ Класификация, размерност и единици на физичните величини.
- ❑ Международна система от измервателни единици СИ
- ❑ Основни измервателни операции
- ❑ Видове измервания
- ❑ Средства за измерване
- ❑ Методи за измерване
- ❑ Литература



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.1. Понятие за измерване и физична величина

Основни понятия в метрологията са **величина** и **измерване**.

Измерването е процес, при който експериментално се получава информация за съотношението между измерваната величина и друга величина от същия род, приета за единица.

Резултатът от измерването се представя с:

- число (*показващо колко пъти измервателната единица се съдържа в измерваната величина*)
- грешка при измерването.



Европейски съюз

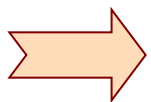
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



В общия случай точната стойност на грешката е неизвестна, затова в резултата се посочва нейна оценка.



Ако оценка за грешката липсва, не можем да добием представа за точността на протеклия измервателен процес, а оттам не можем да оценим и достоверността на резултата!



Европейски съюз



Европейски социален фонд

Обект за измерването

е физичната величина, която

характеризира изследван предмет, явление или процес. Тя е обща в качествено отношение за множество обекти, но в количествено отношение е индивидуална за всеки един от тях. В общият случай тя е неизвестна по големина и развитие във времето.

Сигнал

се нарича физичният процес (например изменящо се във времето напрежение), който е носител на информацията за физичните величини. Той има различни характеристики и параметри (напр. амплитудна стойност, честота, период и др.). Ако параметрите на сигнала са известни с определена точност и са стабилни във времето, той се нарича **образцов**.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Сигналите биват :

1. **Аналогови** – описват се с непрекъснатата функция във времето и имат неограничен брой стойности в даден интервал (например Фиг.1)

2. **Дискретни** – отличават се от аналоговите по това, че стойностите им са известни само в определени моменти от времето (например показаният на Фиг.2)

3. **Цифровите сигнали** са разновидност на дискретните – при тях сигнала е не само дискретизиран по време, но и квантуван по ниво (например Фиг.3)



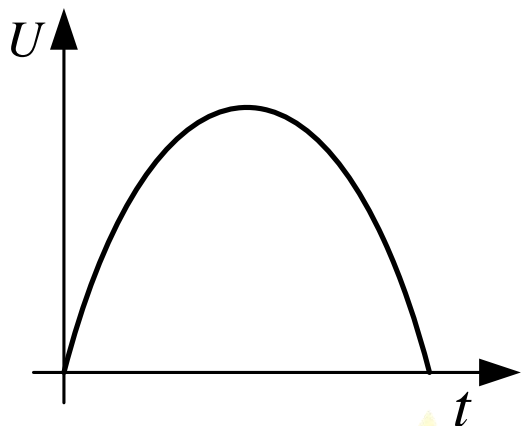
Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

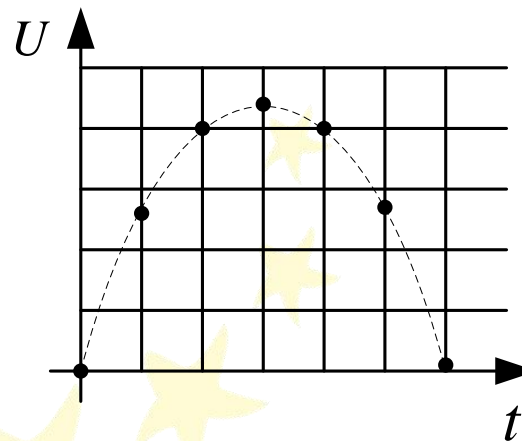
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

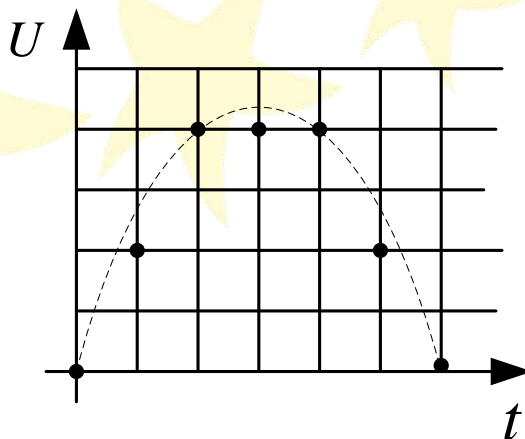




Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042
 „Организационна и технологична инфраструктура за учене през
 целия живот и развитие на компетенции”
 Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
 Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
 съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
 Инвестира във вашето бъдеще!



1.2. Класификация на физичните величини:

1.2.1. Величини от вещественната група – описващи физичните и физико-химичните свойства на веществата, материалите и изделията от тях.

Например: маса, плътност, електрическо съпротивление, диелектрична и магнитна проницаемости и др.

Понякога тези величини се наричат “пасивни”. За да се измерят е необходим спомагателен източник на енергия, чрез който се формира измервателният сигнал.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.2.2. Величини от енергийната група – описващи енергетичните характеристики на процесите на преобразуване, пренасяне и използване на енергията.

Това са ток, напрежение, мощност, енергия.

Тези величини се наричат “активни”. За да се измерят не е необходим спомагателен източник на енергия.

1.2.3. Величини от информационната група – характеризират протичането на процесите във времето, т.е. отразяват динамичните и статичните характеристики на процесите

Например: амплитудно-честотна характеристика.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.3. Размерност и единици на физичните величини

Система от физични величини – съвкупността от физични величини и свързващите ги уравнения. За всяка величина може да се въведе измервателна единица.

Система от измервателни единици – съвкупност от основните и производни единици, определени в съответствие с установените правила и уравнения за дадената система от физични величини.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Единиците се делят на основни и производни. Основни са условно приетите за независими от другите величини (не могат да се изразят чрез други от основните).

Единиците на останалите величини се определят въз основа на свързващите уравнения от системата – те се наричат производни.

Размерност на физичната величина е израз показващ връзката на тази величина с основните величини. Тя представлява произведение на единиците на основните величини, повдигнати на съответна степен (положителна, отрицателна, цяла или дробна).



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Ако поне един от степенните показатели не е равен на 0, то величината се нарича **размерна**.

Ако всички степенни показатели са равни на 0, то величината е с размерност единица и се нарича **безразмерна** – например коефициент на трансформация, коефициенти на усилване и др.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

1.4. Международна система от измервателни единици СИ

Международна система величини (ISQ) се основава на седем основни физични величини – дължина, маса, време, електрически ток, термодинамична температура, интензитет на светлината и количество вещество

Системата измервателни единици, съответна на ISQ е **Международна система от измервателни единици СИ** (Le Système International d'Unités, SI)

Тя е изградена от основни, допълнителни и производни единици.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Основни единици

Име	Означени е	Мярка	Определение
метър	m	Дължина	дължината на пътя, изминат от светлината във вакуум за интервал от време 1/299792458 от секундата.
килогра м	kg	Маса	маса е равна на масата на международния прототип на килограма
секунд а	s	Време	продължителността на 9 192 631 770 периода на лъчението , съответстващо на прехода между двете свръхфини нива на основното състояние на атома на Цезий -133.
ампер	A	Електрически ток	постоянен електрически ток, който при протичане по два успоредни праволинейни проводника с безкрайна дължина и незначително кръгово напречно сечение, поставени на разстояние 1 метър един от друг във вакуум, създава между тези два проводника взаимодействие със сила $2 \cdot 10^{-7}$ нютона на всеки метър от тяхната дължина.
келвин	K	Термодинамична температура	1/273,16 част от термодинамичната температура на тройната точка на водата .
мол	mol	Количество вещество	количеството вещество на система, съдържаща толкова структурни единици (елементи), колкото атома се съдържат в 0,012 килограма въглерод 12 (структурните единици са $6,023 \times 10^{23}$ или число на Авогадро).
кандел а	cd	Интензитет на светлината	интензитетът на светлината в дадена посока от източник, излъчващ монохроматично лъчение с честота $540 \cdot 10^{12}$ херца и интензитет на лъчението в тази посока 1/683 вата на стерadian.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Допълнителни единици

Единици за ъгъл			
Име	Означение	Мярка	Определение
радиан	rad	Равнинен ъгъл	Ъгълът между два радиуса на кръг, които отрязват от неговата окръжност дъга, равна на радиуса.
стерадиан	sr	Пространствен ъгъл	пространственият ъгъл на конус с връх в центъра на сфера с радиус, който отрязва от повърхността на сферата площ, равна на площта на квадрат със страна, равна на радиуса на сферата.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Производни единици – образуват се от основните и допълнителни единици чрез математически формули, на основата на физичните закони свързващи съответните величини



Примери за Производни единици			
Мярка за	Име	Означение	Изразяване чрез основни единици
<u>Честота</u>	<u>херц</u>	Hz	s^{-1}
<u>Сила</u>	<u>нютон</u>	N	$kg.m/s^2$
<u>Енергия</u>	<u>джаул</u>	J	$N.m = kg.m^2/s^2$
<u>Мощност</u>	<u>ват</u>	W	$J/s = kg.m^2/s^3$
<u>Електрически заряд</u>	<u>кулон</u>	C	$A.s$
<u>Електрически потенциал</u>	<u>волт</u>	V	$J/C = kg.m^2/A.s^3$
<u>Електрическо съпротивление</u>	<u>ом</u>	Ω	$V/A = kg.m^2/s^3.A^2$
<u>Електрически капацитет</u>	<u>фарад</u>	F	$A^2.s^4/kg.m^2$
<u>Магнитен поток</u>	<u>вебер</u>	Wb	$kg.m^2/s^2.A$
<u>Магнитна индукция</u>	<u>тесла</u>	T	$Wb/m^2 = kg/s^2.A$
<u>Индуктивност</u>	<u>хенри</u>	H	$kg.m^2/s^2.A^2$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

За формирането на кратни и дробни единици се използват **представки**

Множител	Представка	
	наименование	означение
10^9	гига	G
10^6	мега	M
10^3	кило	k
10^2	хекто	h
10^{-2}	санти	c
10^{-3}	мили	m
10^{-6}	микро	μ
10^{-9}	нано	n



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

1.5. Основни измервателни операции

1.5.1. Сравняване на две величини – прилага се само за еднородни величини, като целта е да се установи коя е по-голяма или равенството им. Величини които не могат непосредствено да се сравнят се преобразуват първо в други такива (напр. електрически).

1.5.2. Възпроизвеждане на величина със зададена стойност (образцова величина) в съответната измервателна единица. Използват се физични явления, гарантиращи необходимата точност и стабилност (напр. ефект на Джозефсон за еталон за постоянно напрежение)



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.5.3. Измервателно преобразуване – преобразуване на една физична величина (входна X) в друга (изходна Y) с определена ТОЧНОСТ.

Функцията $Y = f(X)$ която се реализира от измервателният преобразувател се нарича **функция на преобразуване**, която може да бъде линейна или нелинейна.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

1.6. Видове измервания

1.6.1. Преки измервания – резултата от измерването и оценката за грешката се получават директно от експеримента (напр. измерване на електрически ток чрез амперметър)

1.6.2. Косвени измервания – когато е трудно да се измери непосредствено търсената величина, могат да се измерят пряко други величини, свързани с нея чрез аналитични зависимости. След това търсената величина се определя по съответна формула.

Например измерване на електрическо съпротивление, чрез пряко измерване на тока и напрежението върху елемента, посредством закона на Ом ($R = U / I$)



Европейски съюз



Европейски социален фонд

1.6.3. Еднократни – наричат се още нестатистически, като при тях от единствената получена числена стойност на величината не може да се получи информация за грешката на измерването.

1.6.4. Многократни (статистически) – при тях измервателният процес се повтаря многократно, а оценките за измерваната величина и грешката се получават след статистическа обработка на резултатите.

1.6.5. Статични измервания – когато измерваната величина е постоянна

1.6.6. Динамични измервания – когато величината се променя по време на измерването



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.7. Средства за измерване

1.7.1. Елементарни средства за измерване – осъществяват отделни измервателни операции.

- **Мерки (М)** – за възпроизвеждане на физични величини със зададена стойност при установена грешка (напр. еталони)
- **Измервателни преобразуватели (ИП)** - преобразуват измерваната величина X (входна) в друга величина Y (изходна) удобна за обработка, съхранение и следващи преобразувания. Имат нормирани метрологични характеристики. Функцията $Y = f(X)$ се нарича *функция на преобразуване*.



Европейски съюз



Европейски социален фонд

- **Устройства за сравняване (УС)** – сравняват две еднородни аналогови величини X и X_0 , като изходната величина Y е логическа 1 ако $\Delta X = X - X_0 \geq 0$ или логическа 0 – ако $\Delta X < 0$

1.7.2. Комплексни средства за измерване:

Това са измервателните уреди и системи, които осъществяват изцяло измервателният процес (цялостно завършена измервателна процедура).



Европейски съюз



Европейски социален фонд

1.8. Методи за измерване

Метод за измерване

– съвкупност от експериментални операции по сравняване на физичната величина с нейната единица в съответствие с реализирания принцип на измерване

Принцип на измерване

– физичното явление или ефект заложен в основата на метода за измерване. [напр. ефект на Зеебек (термоелектрически ефект), приложен за измерване на температура]



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Методите за измерване са:

1.7.1. Метод на непосредствената оценка – стойността на измерваната величина се определя директно от показанието на средство за измерване, градуирано в единици на измерваната величина

1.7.2. Методи с уравнивяване – използват се регулируеми мерки (PM) или преобразуватели, чиято изходна величина се регулира, докато се изравнят стойностите на образцовата и измерваната величина. Тези методи се подразделят на:



Европейски съюз

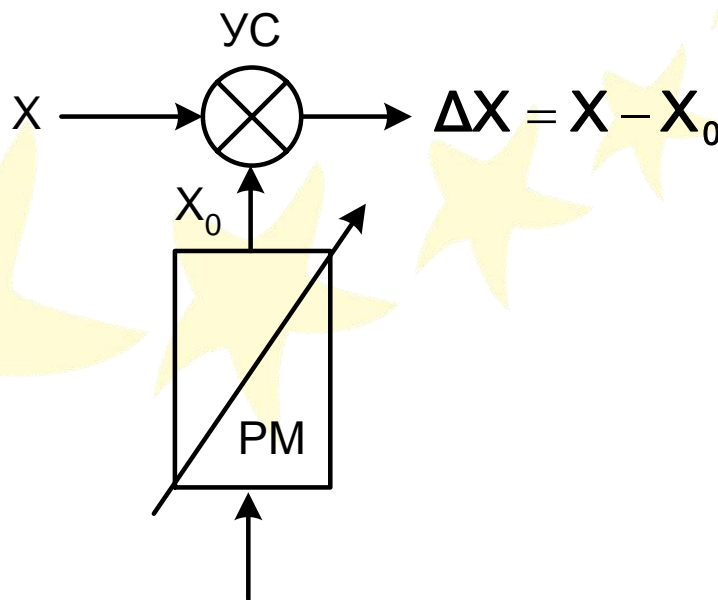
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.7.2.1. Нулев метод – изходната величина X_0 на регулируемата мярка (PM) се изменя постепенно до уравнивяване с измерваната величина X ($\Delta X = X - X_0 = 0$)



Фиг.4



Европейски съюз

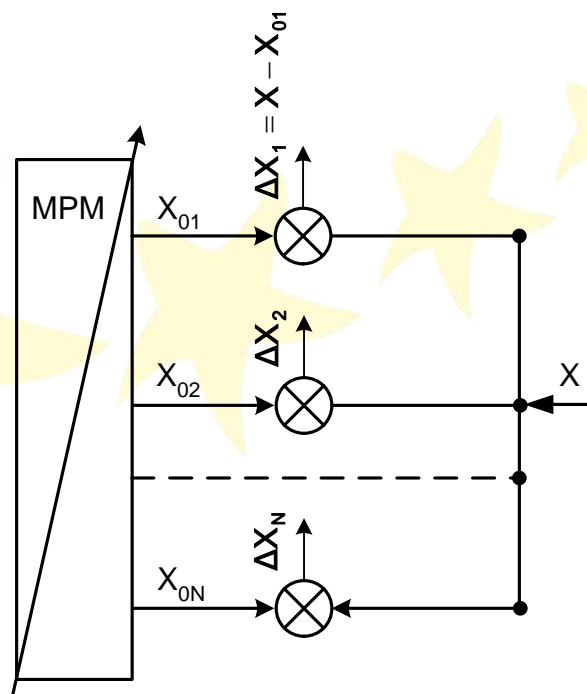
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.7.2.2. Метод на паралелно уравнивяване – използват се многоканална регулируема мярка и съответен брой устройства за сравняване. Сравняването се извършва едновременно по всички канали, което ускорява уравнивяването и повишава бързодействието



Фиг.5



Европейски съюз

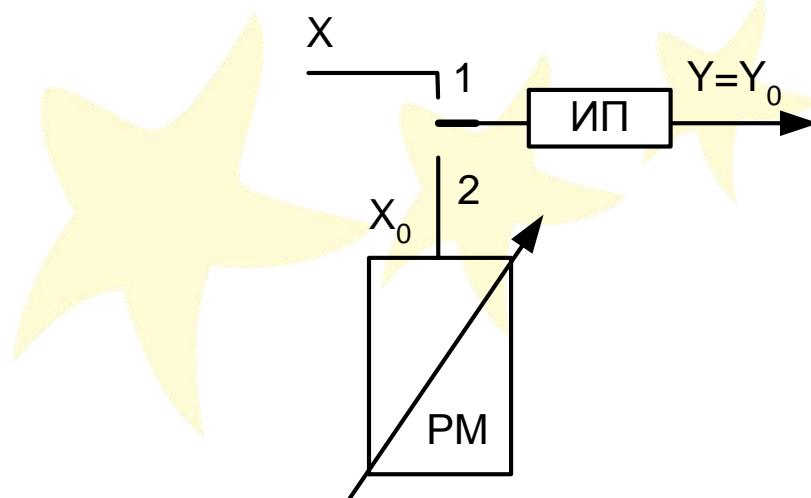
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.7.2.3. Метод на заместването – към входа на измервателният преобразувател (ИП) се подава сигнал X чрез превключвателя и се запомня стойността на изходния сигнал X_0 от регулируемата мярка (РМ). Този сигнал се променя докато вторият изходен сигнал Y_0 се изравни с Y .



Фиг.6



Европейски съюз

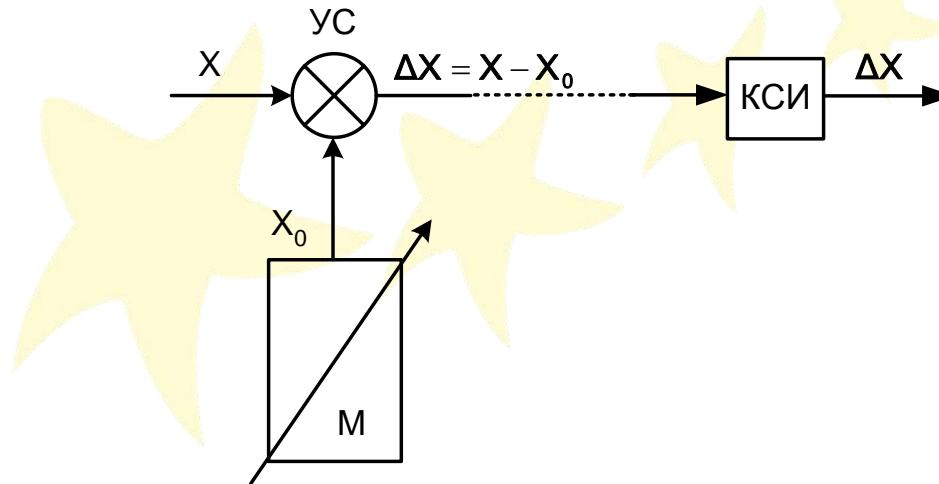
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1.7.3. Диференциален метод – спада към методите, които използват както елементарни, така и комплексни средства за измерване (КСИ). Измерваната величина се сравнява с известна, близка по стойност, еднородна величина. Получената разлика се измерва с КСИ.



Фиг.7



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

ЛИТЕРАТУРА

- *Метрология и измервателна техника*, том 1 - под общата редакция на проф. Христо Радев, София, Софтрейд, 2010
- *Електрически измервания* – под общата редакция на проф. Борис Матраков, София, ИПК при ТУ, 1999
- *Електрически измервания* – под общата редакция на проф. Ал. Балтаджиев, София, ДИ Техника, 1977



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

