

ИЗМЕРВАНЕ НА МАГНИТНИ ВЕЛИЧИНИ

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

- ❑ Магнитни измервания – определения, кръг от задачи;
- ❑ Мерки възпроизвеждащи основните магнитни величини
 - Соленоид
 - Бобини на Хелмхолц;
- ❑ Измерване на основни параметри на магнитното поле;
 - Измерване с индукционни преобразуватели
 - Измервателна бобина;
 - Магнитен потенциалометър;
 - Измерване с галваномангнитни преобразуватели
 - Преобразувател на Хол;
 - Магниторезистори;
- ❑ 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!



Електрическите и магнитните измервания са пряко свързани и се допълват, което е следствие от взаимовръзката на електрическите и магнитните явления. Това произтича от уравненията на Максвел, които описват електромагнитното поле и взаимодействието му с веществените среди.

Магнитните измервания предоставят възможности за решаване на широк кръг от разнообразни задачи в различни области на науката и техниката, като например:

- Изследване на магнитните свойства на различни вещества и материали.
- Контрол на качеството на магнитни материали и изделията от тях при производствени процеси



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!



- Изследване на различни електромагнитни апарати, относно разпределението на магнитните потоци и магнитодвижещи напрежения в тях;
- Изследване на постоянни магнити и електромагнитни устройства, както и измерване на създавани от тях магнитни полета;
- Изследване на магнитното поле на Земята и други небесни тела, изследване на магнитните свойства на атомите и др.

В повечето случаи, стойностите за характерни магнитни величини, свързани с магнитните полета и материали, се получават въз основа на аналитични зависимости и чрез експериментално измерени стойности на съответни електрически величини и параметри.



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!



За целите на учебния курс, магнитните измервания условно се разделят на два основни типа:

1. Измерване на основни параметри на магнитното поле:

- магнитен поток Φ ;
- магнитна индукция B ;
- интензитет на магнитното поле H ;
- магнитодвижещо напрежение (м.д.н.) F



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

2. Измерване на основни характеристики и параметри на феромагнитни материали:

- магнитна проницаемост μ ;
- основна крива на намагнитване (ОКН);
- хистерезисен цикъл;
- загуби от хистерезис и вихрови токове

!

В тази лекция вниманието е съсредоточено върху задачи от точка 1 - Измерване на основните параметри на магнитното поле



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!



Мерки възпроизвеждащи основни магнитни величини:

За възпроизвеждане на величините магнитна индукция B и интензитет на магнитното поле H , се използват например постоянни магнити или бобини със специална конструкция през които протича постоянен ток (соленоид, бобини на Хелмхолц).

1. Соленоид

Конструктивно представлява еднослойна бобина с цилиндрична форма, навивките на която са намотани плътно една до друга. Анализът на магнитното поле във вътрешността на соленоида показва, че полето е неравномерно.



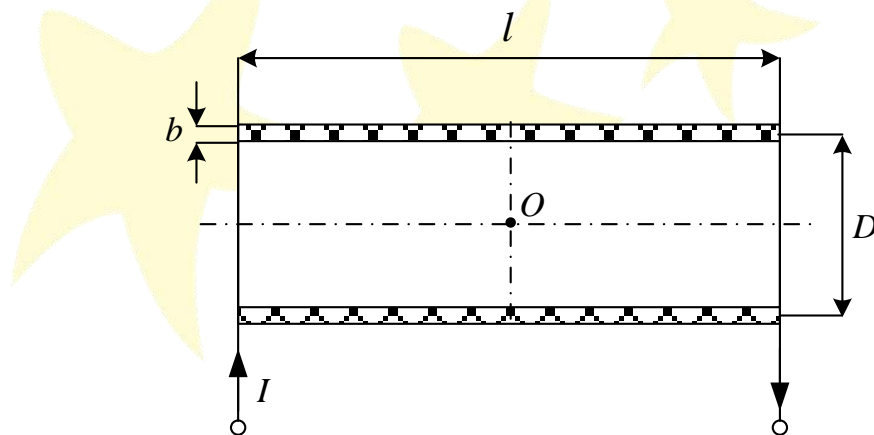
Европейски съюз

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!



Мерки възпроизвеждащи основни магнитни величини:

За да се намали тази неравномерност дължината на бобината l се прави значително по-голяма от диаметъра D (Фиг. 10.1) Тогава във вътрешността на соленоида (областа в неговия център) магнитното поле е практически равномерно. Бобината се навива от тънък проводник, така че дебелината ѝ b да е пренебрежимо малка спрямо размерите l и D .



Фиг. 10.1



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!



Мерки възпроизвеждащи основни магнитни величини:

При тези условия, като се приложи закона на Био-Савар-Лаплас, за интензитета на магнитното поле в центъра (т.О) на соленоида се получава следния краен израз:

$$H_0 = \frac{I \cdot w}{\sqrt{l^2 + D^2}}$$

където: I – токът през намотката на соленоида;
 w – броят на навивките.



При необходимост от висока точност, трябва да се има пред вид, че интензитета H расте от т.О по посока на вътрешната стена на соленоида, и намалява по неговата ос и в двете посоки.



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

Мерки възпроизвеждащи основни магнитни величини:

2. Бобини на Хелмхолц

Недостатък на соленоида е ограничената зона, в която магнитното поле е практически равномерно. Това се избягва като се използват т. нар. “Хелмхолцови бобини”.

Конструктивно те представляват две съосно разположени радиални бобини, чието разстояние между центровете (R) е равно на техният радиус (Фиг.10.2)



Европейски съюз

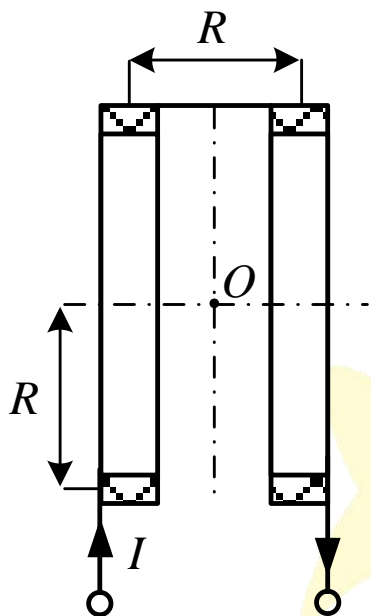
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Мерки възпроизвеждащи основни магнитни величини:



Двете бобини са свързани последователно и съпосочно, така че през тях протича един и същи ток I .

При тези условия за интензитета на полето в т. О е в сила следния израз:

$$H = 0,72 \cdot \frac{w \cdot I}{R}$$

Фиг. 10.2

където w е броят на навивките на едната бобина.



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. Измерване с индукционни преобразуватели:

Названието *индукционен* произлиза от това, че действието им се базира на закона за електромагнитната индукция (закон на Фарадей):

$$e = - \frac{d\psi}{dt}$$

1.1. Измервателна бобина

Принципната схема е показана на Фиг.10.3. Измервателната бобина (ИБ) с брой навивки w и сечение s обхваща магнитен поток Φ .



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

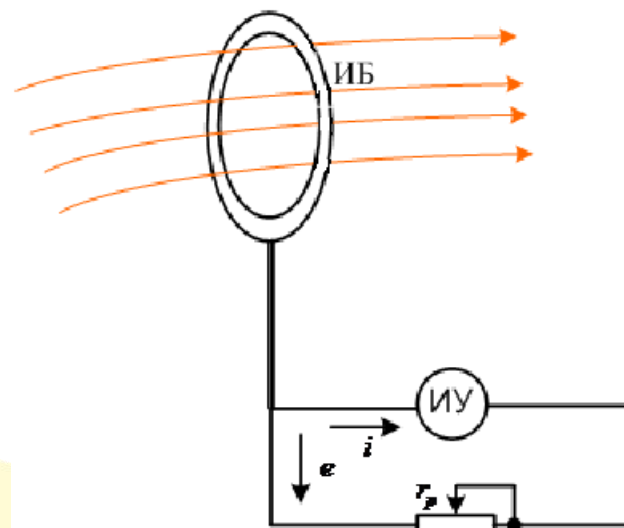
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Измерване с индукционни преобразуватели



Фиг.10.3

Според закона на Фарадей в ИБ се индукира електродвижещо напрежение (е.д.н.) e , равно на:

$$e = -\frac{d\psi}{dt} = -w \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$



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

Измерване с индукционни преобразуватели

При хомогенно магнитно поле в обема на ИБ е в сила равенството:

$$\psi = w \cdot \Phi = w \cdot s \cdot B = w \cdot s \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$$

Следователно, при измерена стойност на пълния магнитен поток ψ , е възможно от нея да се определят и останалите параметри на магнитното поле.

 Сечението s на ИБ трябва да бъде достатъчно малко (напр. от порядъка на 1 cm^2), за да може да се приеме, че индукцията B е равномерно разпределена по сечението, т.е. полето е хомогенно)



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!



Измерване с индукционни преобразуватели

От израза $e = -\frac{d\psi}{dt} = -w \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ се вижда, че за да се получи изходен сигнал от ИБ, е необходима промяна на обхванатия от бобината магнитен поток ψ .

При постоянно намагнитване, това се постига чрез:

- бързо извеждане на ИБ от обсега на магнитното поле
- чрез анулирането на ψ (изключване на тока, който възбужда полето).

Ако се интегрират двете страни на равенството $e = -\frac{d\psi}{dt}$ се получава следният израз:



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!



Измерване с индукционни преобразуватели

$$-\int_{\psi_1}^{\psi_2} d\psi = -(\psi_2 - \psi_1) = \psi_1 - \psi_2 = \Delta\psi = \int_{t_1}^{t_2} e \cdot dt$$

където: ψ_1 – началната стойност на пълния магнитен поток

ψ_2 – крайната стойност на пълния магнитен поток (при извеждането на ИБ от полето или анулирането му.

Следователно за да се определи ψ , трябва да се измери интеграла на импулса на индуктираното е.д.н. e . Това може да се реализира по различни начини, в зависимост от използвания измервателен уред (ИУ) във веригата (Фиг.10.3)



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!



Измерване с индукционни преобразуватели

За измерване на изходният сигнал на ИБ могат да бъдат използвани например:

1. Двойно-интегриращ аналого-цифров преобразувател – през първият такт на интегратора, на входа му се подава индуктираното напрежение e в ИБ, а при втория – образцово напрежение U_0 с обратен поляритет.

2. Балистичен галванометър – за измерване на количеството електричество Q на токовия импулс във веригата, получен от импулса на индуктираното е.д.н. e

3. Веберметър – специален уред за измерване на магнитен поток



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!



Измерване с индукционни преобразуватели

При променливо намагнитване, променливият магнитният поток индукира е.д.н. в ИБ самостоятелно и не е необходимо тя да бъде премествана или полето да бъде изключвано.

Ако пълният магнитен поток ψ е периодична величина (напр. синусоидална), измерването му може да стане и чрез волтметър за средна стойност, съгласно формулата:

$$E_{cp} = 4 \cdot f \cdot \psi_m$$

където: ψ_m – амплитудната стойност на пълния магнитен поток,

E_{cp} – средната стойност на индукираното в ИБ е.д.н.



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. Магнитен потенциалометър (пояс на Роговски)

Поясът на Роговски често се използва за измерване на разлика в магнитния потенциал между две точки.

Конструктивно представлява тънка, гъвкава изолационна пластина, по чиято дължина l е равномерно навита намотка с брой навивки w . Сечението на пластината е s . Краищата на намотката се извеждат от средата на пластината, усукват се и се свързват към съответен измервателен уред (Фиг.10.4)

Конструкцията е поставена в магнитно поле, като краищата на пояса се намират в точки А и В, между които ще се измерва магнитната потенциална разлика.

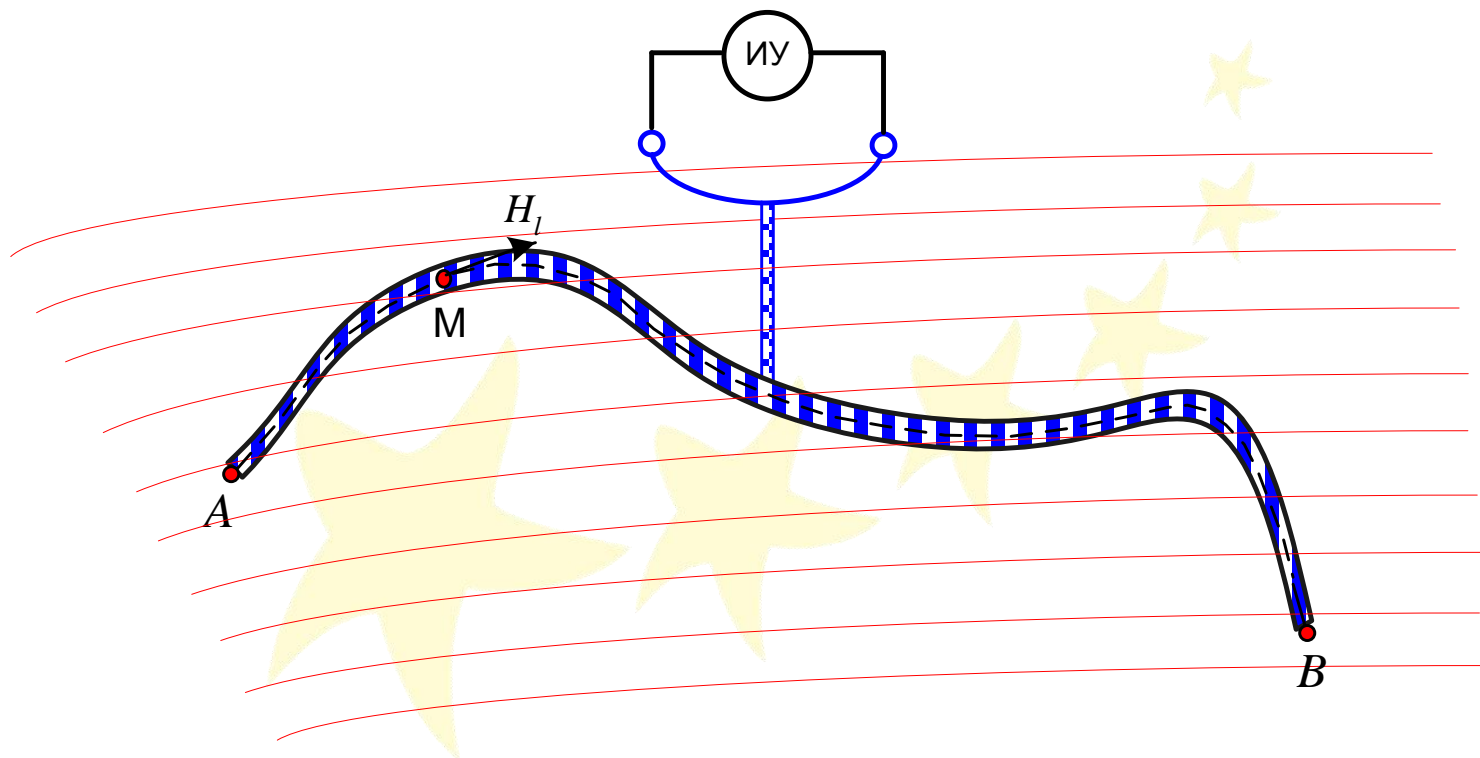


Европейски съюз

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!



Измерване с индукционни преобразуватели



Фиг.10.4



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!



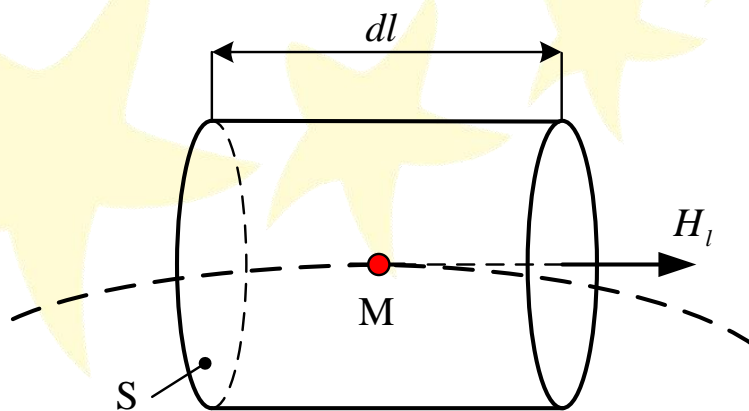
Европейски социален фонд

Измерване с индукционни преобразуватели

Както вече беше споменато, за хомогенно магнитно поле е в сила равенството:

$$\psi = w \cdot s \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$$

За елементарният обем с дължина dl около т. М се приема, че полето е хомогенно (т.е. $H = const$). (Фиг.10.5)



Фиг.10.5



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!



Измерване с индукционни преобразуватели

Ако тангенциалната съставка на интензитета на полето към осовата линия на пояса е H_l , то за елементарния пълен магнитен поток $d\psi$, обхванат от навивките в тази част на пояса ($\frac{w}{l} \cdot dl$) може да се запише:

$$d\psi = \left(\frac{w}{l} \cdot dl \right) \cdot s \cdot \mu_0 \cdot H_l = \mu_0 \cdot s \cdot \frac{w}{l} \cdot H_l \cdot dl$$

! Прието е $\mu_r=1$ тъй като средата е въздушна



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

Измерване с индукционни преобразуватели

Пълният поток ψ обхванат от всички навивки на пояса, се получава чрез интегриране на получения израз по дължината на контура АВ.

$$\psi = \int_A^B d\psi = \mu_0 \cdot s \cdot \frac{w}{l} \cdot \int_A^B H_l dl = K \cdot \int_A^B H_l dl$$

където: $K = \mu_0 \cdot s \cdot \frac{w}{l}$ – константа на потенциалометъра,

Въвеждайки $F_{AB} = \int_A^B H_l dl$ за магнитната потенциална разлика

между точки А и В следва, че:



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

Измерване с индукционни преобразуватели

$$\psi = K \cdot F_{AB}$$

От този израз се вижда, че ако е известна константата K на потенциалометъра и се измери пълния магнитен поток ψ , може да се изчисли магнитната потенциална разлика F_{AB} между произволни точки A и B от интересуващата ни област на магнитното поле. В зависимост от това дали полето е постоянно или променливо ψ се изчислява по следният начин:

1. Постоянно поле – от средната стойност на единичният импулс на е.д.н. при анулиране на полето
2. Променливо поле – директно измерване на средната стойност на индуктираното е.д.н. (виж т.1.1 измервателна бобина)



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!



2. Измерване с галваномагнитни преобразуватели:

Преобразувателите се наричат *галваномагнитни* поради това, че действието им се основава на ефекти, които възникват в метални или полупроводникови пластини поставени в магнитно поле, при движението в тях на заредени частици.

Най-голямо разпространение са получили полупроводниковите преобразуватели, при които изходният сигнал се получава вследствие на ефектите на Хол и Гаус. Тези ефекти са обусловени от промяната на траекторията на заредените частици в магнитно поле. Двата ефекта възникват едновременно и са взаимосвързани така, че всеки от тях отслабва действието на другия.



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!



Измерване с галваномагнитни преобразуватели

Чрез избор на определен материал и конструкцията на преобразувателя, се усилва единият и намалява другия ефект, при което се реализира съответно *преобразувател на Хол* или *магниторезисторен преобразувател*.

2.1. Преобразувател на Хол

Конструктивно представлява тънка пластинка от полупроводников материал, с малко сечение (до около 1 mm^2) и дебелина d от порядъка на $0.01 \div 0.2 \text{ mm}$. (Фиг.10.6)

На четирите страни на пластинката се запояват изводи със специално покритие осигуряващо максимално добър електрически контакт.



Европейски съюз

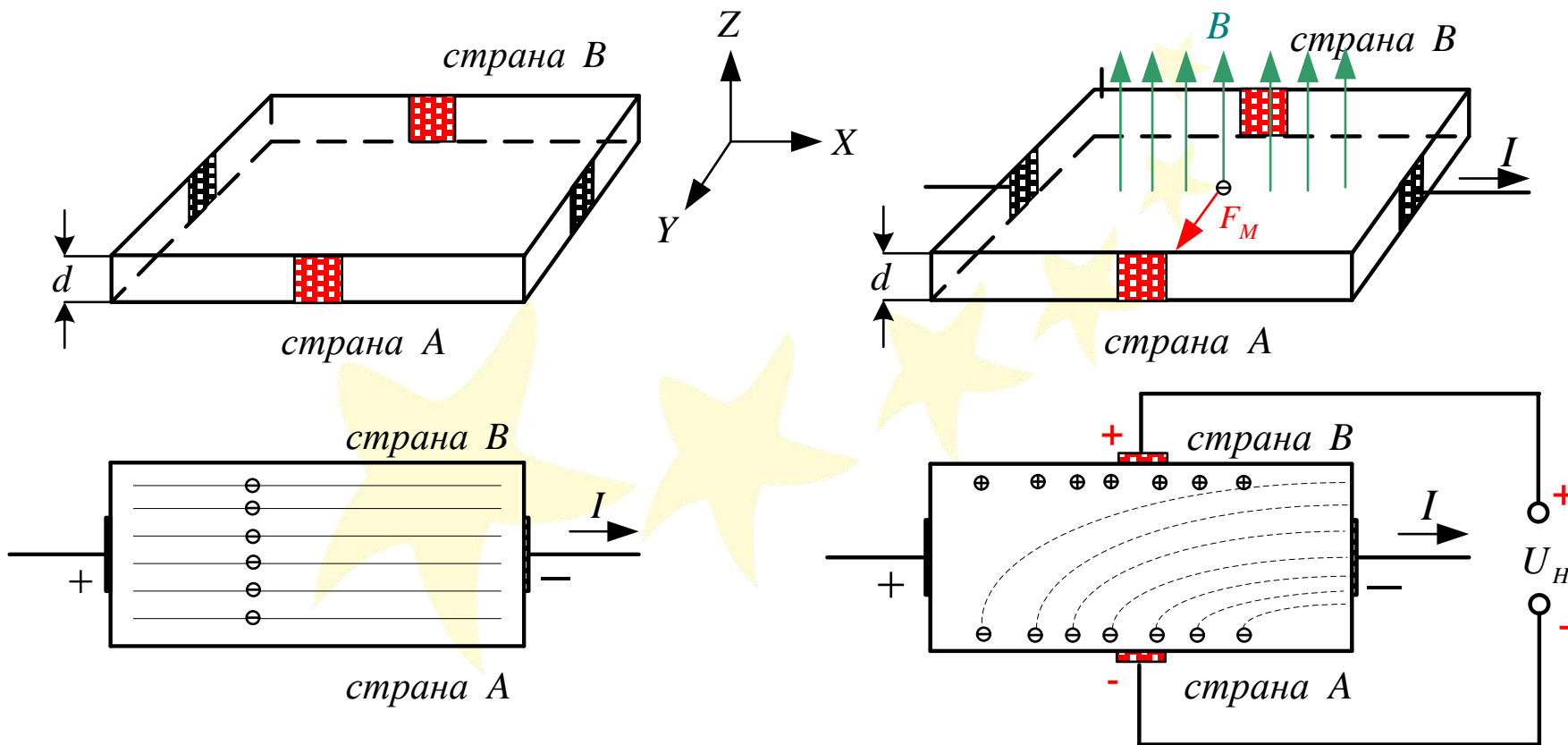
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Измерване с галваномагнитни преобразуватели



Фиг.10.6

Фиг.10.7



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

Измерване с галваномагнитни преобразуватели

През електродите на пластината се пропуска ток I в указаната посока (Фиг.10.6) и се приема, че страните А и В на пластината са разположени на екипотенциални линии. В такъв случай електроните се движат средно статистически успоредно на страните А и В и потенциалната разлика между тях ще е 0.

Ако приложим равномерно магнитно поле с индукция B по посока на координата Z (Фиг.10.7), върху електроните въздейства *сила на Лоренц* F_M .

В резултат от въздействието на силата на Лоренц, електроните мигрират към страна А на пластинката. Като резултат от натрупването им, страна А ще добие отрицателен потенциал спрямо страна В, където ще се натрупват положителните заряди.



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!



Измерване с галваномагнитни преобразуватели

Вследствие на това между страни А и В на пластината ще възникне потенциална разлика, т.е. напрежение U_H .

Натрупването на електрони ще продължи докато силата F_M не се уравни с обратно действащата сила F_E , създадена от електрическото поле, вследствие на потенциалната разлика между страни А и В. Тогава напрежението U_H ще има установена стойност, пропорционална на тока I и магнитната индукция B на магнитното поле.

Изходното напрежение U_H се определя с израза:

$$U_H = \frac{R_H}{d} \cdot B \cdot I$$



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!



Измерване с галваномагнитни преобразуватели

където: R_H – константа на Хол,

d – дебелината на пластинката.



Тъй като дебелината d е в знаменателя, от формулата се вижда, че колкото по-тънка е пластинката, толкова по-голяма ще е чувствителността на преобразувателя. Затова преобразувателят се изработва дори и във вид на тънкослойно покритие.

Преобразувателите на Хол се изработват предимно от полупроводникови материали, като например: германий, силиций и някои съединения на индия (InSb, InAs). Могат да се използват за измерване на постоянни и променливи магнитни полета, включително при много висока честота. Освен това могат да се използват и за измерване на други физични величини, които се преобразуват в магнитна индукция – напр. електрически ток.



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!



2.2. Магниторезистори

Принципът на действие на магниторезисторите се основава на т. нар. ефект на Гаус – промяна на електрическото им съпротивление под въздействието на магнитно поле.

Изменението на съпротивлението се обуславя от изменението на подвижността на носителите на заряда (електроните). Под въздействие на магнитното поле (сила на Лоренц), траекторията на зарядите се изкривява, пряк резултат на което е нарастване на електрическото съпротивление.



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!



Измерване с галваномангнитни преобразуватели

Както се вижда от функцията на преобразуване (Фиг.10.8), и при постоянно и при променливо магнитно поле, съпротивлението на магниторезистора се увеличава.

Ефектът на увеличаване на съпротивлението е толкова по-силен, колкото по-слаб е ефекта на Хол. За да се постигне това е необходимо дължината на магниторезистора, съотнесена към площта на неговото сечение да е колкото може по-малка.

Един от най-оптималните случаи в това отношение е т. нар. диск на Корбино (Фиг.10.9), при който ефекта на Хол практически липсва.



Европейски съюз

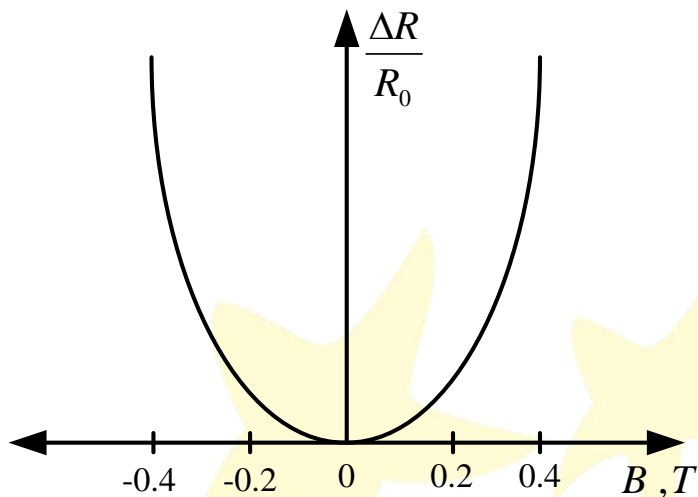
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!

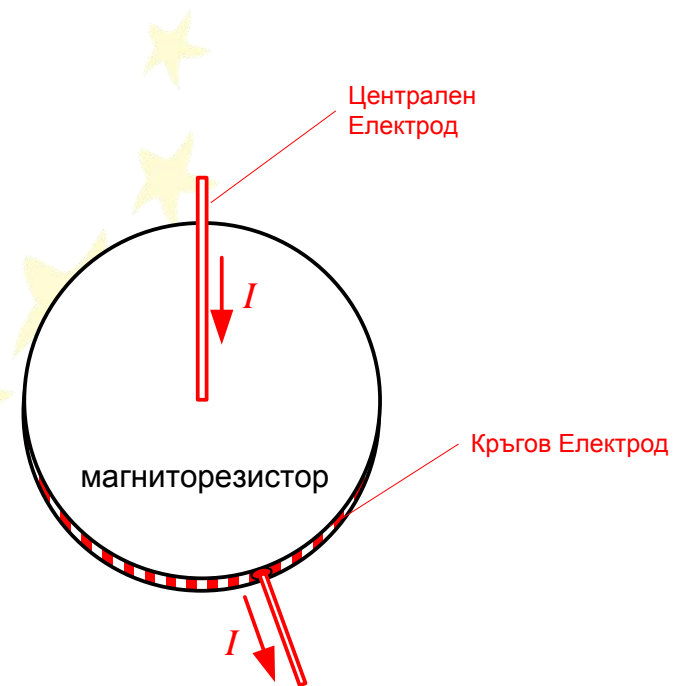


Измерване с галваномагнитни преобразуватели



R_0 – начално съпротивление на магниторезистора

Фиг.10.8



Фиг.10.9



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

Измерване с галваномагнитни преобразуватели

Първите магниторезистори са били изработвани от бисмут (“бисмутова спирала”), а съвременните – главно от полупроводникови материали (InSb, InAs).

Основно предимство на магниторезисторите е тяхната висока чувствителност, а техен основен недостатък е нелинейната характеристика и зависимостта ѝ от температурата.



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!



ЛИТЕРАТУРА

- *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
- Левшина Е., П. Новицкий, *Электрические измерения физических величин. Измерительные преобразователи*, Энергоатомиздат, Ленинград, 1983г.



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!

