

Отчет по лабораторной работе №25
Измерение ЭДС коммутационного магнита.

Цель работы: измерить ЭДС коммутационного магнита и сравнив результат с измерением в пассивном вольтметре.

Приборы и оборудование: блок питания БП-28, нормальный зондовый ток НЭ-65, два изолированных зондовых зонда (изолированный, базарный (использованная ЭДС), пуломовский вольтметр, зондовый реостат).

Геодезическое зонд.

Самодиафрагмический зонд в замкнутой цепи имеет чувствительные датчики изолированного тока, в которых на заранее заданное напряжение (нормальный ток) действует емкостное сопротивление F^e . Электродвижущая сила (ЭДС) по участку 1-2 измеряется работой емкостной цепи, совершающей при перемещении зонда по зонде участку единичного коммутационного заряда:

$$\varphi_{12} = \int_1^2 E_e^e d\ell \quad (1), \text{ где } E^e - \text{напряженность поля изолированных зонд.}$$

Работа, совершаемая пуломовской цепью при перемещении единичного коммутационного заряда из точки 1 в точку 2, есть разность потенциалов между зондами зондов:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 E_e^e d\ell \quad (2), \text{ где } E^e - \text{пуломовское поле.}$$

Кроме емкостных и пуломовских цепей на изолированных зонах в проводниках действуют цепи сопротивления. Поскольку алгебраическая сумма работ пуломовских, емкостных цепей и цепи сопротивления равна нулю (заряд втекающий равен вытекающему), то по зондам участке цепь замыкается зондами:

$$IR_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + \xi_{12} \quad (3)$$

Измерение ЭДС при пассивном вольтметре.

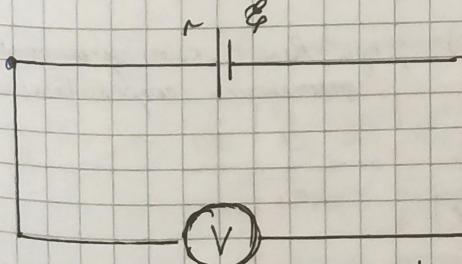


Рис. 1. Измерение ЭДС при пассивном вольтметре

При подключении вольтметра к сопротивлению, R_v к базару, имеющейся ЭДС ξ "внуженное сопротивление" r (рис. 1), показания вольтметра будут приведены к зонду приложенному в зоне току I :

$$U = IR_v = \frac{\xi R_v}{R_v + r} \quad (4)$$

Показания вольтметра отличаются от значения ξ на величину:

$$\xi - U = Ir = \frac{\xi r}{R_v + r} \quad (5)$$

При $R_V \gg r$ сопротивление симметрического зажима δE становится равным нулю.

$$\delta E \approx \frac{r}{R_V} \quad (6)$$

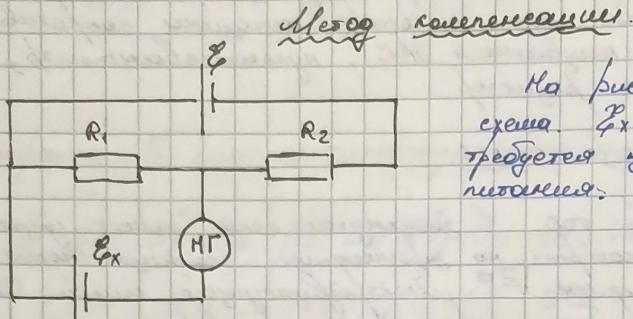


Рис. 2. Принципиальная схема измерения зажима методом компенсации.

Методика метода заключается в том, чтобы, подбирая R_2 при изучении тока:

$$R_2 + R_1 = R = \text{const} \quad (7)$$

добиться обнаружения в нуль тока через гальванометр.

По правилам курса:

$$I_g = \frac{\mathcal{E}_{R_1} - \mathcal{E}_y R}{r R + R_1 R_2} \quad (8)$$

Условия компенсации $I_g = 0$:

$$\mathcal{E}_x = \frac{R_{1x}}{R} \mathcal{E} \quad (9), \text{ где } R_{1x} - \text{значение } R_1, \\ \text{при котором } I_g = 0.$$

Для нахождения R_{1x} требуется знать значение \mathcal{E} . Удобно это значение в цепь включить эталонную зажимную ЭДС \mathcal{E}_N и, подбирая R_1 , снова добиваясь компенсации:

$$\mathcal{E}_N = \frac{R_{1N}}{R} \mathcal{E} \quad (10), \text{ где } R_{1N} - \text{компенсирующее} \\ \text{значение сопротивления } R_1.$$

Из (9) и (10) получаем:

$$\mathcal{E}_x = \frac{R_{1x}}{R_{1N}} \mathcal{E}_N \quad (11)$$

Экспериментальная установка.

Рабочая схема приведена на рис. 3.

В лаборатории изображена схема в рабочем исполнении с измерительным блоком питания БП-28, а в качестве эталонной зажимной ЭДС - германитовый элемент типа НД-85 массой 0,005. Резисторы R_1 и R_2 предварительно соединены двумя дополнительными компенсирующими магнитами.

Задача
известна
старт
перед началом
измерения

Схема
известна
изучение
элемента
изменение
токов, при
 R_2 синтез
конструкции
изменения
подключает
2 и 3) без

1. Измере

2. Измере

E_1, V

3,00

6,00

Расчет

Зашунтированный реостат R_3 предохраняет первичный элемент "многозначного" измерителя от недопустимых больших токов в случае короткого замыкания.

После окончания измерения R_3 входит в цепь постоянного тока через предохранитель с током срабатывания уменьшающийся до нуля.

Схема включается на короткое время с помощью двойного контакта K_1 . Когда предохранитель плавится, контакт K_1 подключает измеритель к измеряемому элементу с перегрузкой, а также исключает влияние индукционных токов, при помощи этого контакта K_2 снимают защищаемую (через контакты 1 и 2) цепь изоляции питания и лишь после этого подключаются (через контакты 2 и 3) вольтметры E_x или E_N .

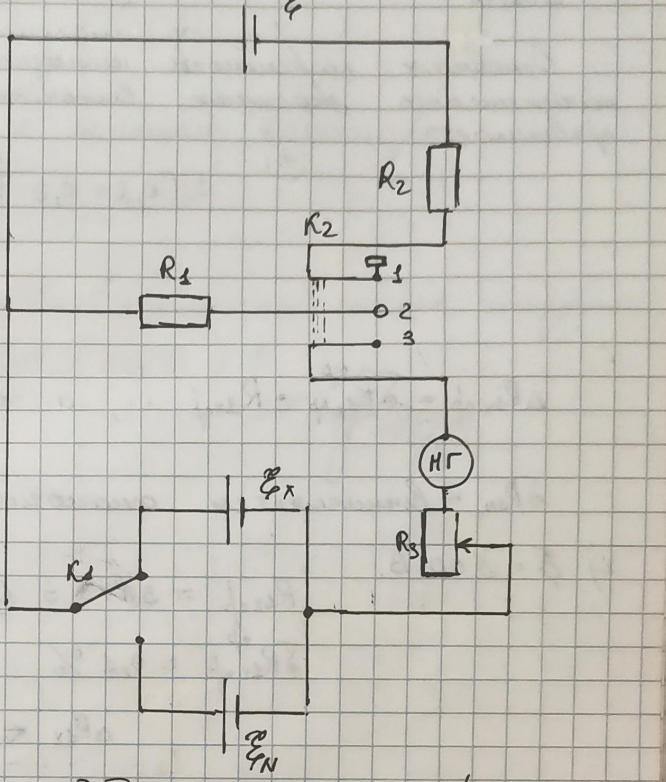


Рис. 3. Рабочая схема для измерения ЭДС измеряющих магнитов.

Измерительная часть.

1. Измерение E_x (ЭДС) с помощью вольтметра:

$$E_x = 1,54 \text{ В}$$

2. Измерение E_x изолирующимися магнитами:

E , В	R_{ix} , Ом	R_{ex} , Ом	R_{ix}^+ , Ом	R_{ix}^- , Ом	R_{SN} , Ом	R_{SN}^+ , Ом	E_{ix} , В	ΔE_{ix} , В
3,00	5640,2	5643,2	5647,2	3774,0	3778,0	3783,0	1,521	0,0046
6,00	2812,9	2814,9	2816,9	1884,0	1886,0	1888,0	1,520	0,0036

$$E_x = \frac{R_{ix}}{R_{SN}} E_N$$

Расчет погрешности:

$$\delta E_x = \delta E_N + \delta R_{ix} + \delta R_{SN}$$

$$\delta E_N = 0,005 \cdot 0,01.$$

(Н. точн. 0,005%)

$$\Delta R_{\text{Rx}} = \frac{\Delta R_{\text{Rx}}}{R_{\text{Rx}} \cdot \text{ep.}}, \text{ где } R_{\text{Rx}} = \frac{R_{\text{Rx}}^+ + R_{\text{Rx}}^- + R_{\text{Rx}}^0}{3}$$

$$\Delta R_{\text{Rx}} = \sqrt{(\Delta R_{\text{Rx}})^2 + (\Delta R_{\text{Nep}})^2} \quad (\Delta R_{\text{Nep}} - \text{приблизительное значение номинального сопротивления})$$

$$\Delta R_{\text{Rx}} = \frac{|R_{\text{Nep}} - R_{\text{Rx}}^+| + |R_{\text{Nep}} - R_{\text{Rx}}^-| + |R_{\text{Nep}} - R_{\text{Rx}}^0|}{3}$$

Основная погрешность измерения, выраженная в процентах от измеренного значения сопротивления не превышает:

$$(*) \quad \pm [0,2 + 0,2 \frac{m}{R}], \text{ где } m - \text{ число десятых миллисекунд измерения которых не равны 0.}$$

Бонус:

$R - \text{значение величины сопротивления.}$

$$\Delta R_{\text{RxNep}} = \Delta R_{\text{Nep}} \cdot R_{\text{Nep}}, \text{ а } \Delta R_{\text{Nep}} \sim \text{изменяется по 90-ле (*)}$$

$\Delta R_{\text{RN}} \sim \text{влияние температуры}$.

1) $E = 3,00 \text{ В.}$

$$R_{\text{Nep}} \approx 5643,5 \text{ Ом.} \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 2,53 \text{ Ом.}$$

$$\Delta R_{\text{Nep}} \approx 0,1 \% \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 5,64 \text{ Ом.}$$

$$\Delta R_{\text{Rx}} \approx 6,18 \text{ Ом.} \rightarrow \Delta R_{\text{Rx}} \approx \frac{6,18}{5643,5} \approx 0,0011$$

$$R_{\text{Nep}} \approx 3778,0 \text{ Ом} \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 3,78 \text{ Ом}$$

$$\Delta R_{\text{Nep}} \approx 0,1 \% \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 3,78 \text{ Ом}$$

$$\Delta R_{\text{RN}} \approx 0,79 \text{ Ом} \rightarrow \Delta R_{\text{RN}} \approx 0,0018$$

$$\rightarrow \Delta E_{\text{Rx}} = 0,00005 + 0,0011 + 0,0018 \approx 0,003$$

$$\Delta E_{\text{Rx}} = \Delta E_{\text{Rx}} \cdot E_{\text{Rx}} \approx 0,0046 \text{ В.}$$

2) $E = 6,00 \text{ В}$

$$R_{\text{Nep}} \approx 2814,9 \text{ Ом} \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 1,33 \text{ Ом}$$

$$\Delta R_{\text{Nep}} \approx 0,1 \% \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 2,81 \text{ Ом}$$

$$\Delta R_{\text{Rx}} \approx 5,11 \text{ Ом} \rightarrow \Delta R_{\text{Rx}} \approx 0,0011$$

$$R_{\text{Nep}} \approx 1886 \text{ Ом} \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 4,33 \text{ Ом.}$$

$$\Delta R_{\text{Nep}} \approx 0,1 \% \rightarrow \Delta R_{\text{Nep}} \approx 4,89 \text{ Ом.}$$

$$\Delta R_{\text{RN}} \approx 2,31 \text{ Ом} \rightarrow \Delta R_{\text{RN}} \approx 0,0012$$

$$\Rightarrow \delta \xi_x = 0,00005 + 0,0011 + 0,0012 = 0,0024$$

$$\Rightarrow \Delta \xi_x = \xi_x \cdot \delta \xi_x \approx 0,0036 \text{ B.}$$

$$\xi_{x, \text{ef.}} = \frac{\xi_x^{(1)} + \xi_x^{(2)}}{2} \approx 1,5205 \text{ B.}$$

$$\Delta \xi_{x, \text{ef.}} \approx 0,0042 \text{ B.}$$

Вывод: 1) Измерение МС (ξ_x) с помощью вольтметра:

$$\xi_x \approx (1,54 \pm 0,02) \text{ B}$$

2) Измерение неизвестного ξ_x с помощью измерительного мостика:

$$\xi_x = (1,5205 \pm 0,0042) \text{ B.}$$

MF 10.12.21