

## Алматы энергетика және байланыс институты

### Коммерциялық емес акционерлік қоғам

Өнеркәсіп қондырғыларының электржетегі жәнеавтоматтандырылу  
кафедрасы

### АҚПАРАТТЫ - ӨЛШЕУ ТЕХНИКАСЫ

5В0718 – Электр энергетикасы мамандығының барлық оқу түрлерінің  
студенттері үшін зертханалық жұмысты орындауға арналған әдістемелік  
нұсқау

Алматы 2010

**ҚҰРАСТЫРҒАНДАР:** А.Н. Бестерекова, Ж.Ж. Тойгожинова. Ақпаратты  
- өлшеу техникасы. 5В0718 – Электр энергетикасы мамандығының барлық  
оқу түрлерінің студенттері үшін зертханалық жұмысты орындауға  
арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы: АЭЖБИ, 2010. – 35 бет.

Әдістемелік нұсқауда стендтер туралы техникалық мағлұматтар,  
дайындалу әдістемесі, жұмысты орындау бағдарламасы, эксперименттер  
жасау және алынған нәтижелерге талдау келтірілген.

Әдістемелік нұсқаулар 5В0718 – Электр энергетикасы мамандығының  
барлық оқу түрлерінің студенттеріне арналған.

Мазмұны

- 1 Зертханалық жұмыс №1. Электрлік кедергіні өлшеу (жанама әдісі)
- 2 Зертханалық жұмыс №2. Электрлік кедергіні өлшеу (салыстыру әдісі)
- 3 Зертханалық жұмыс №3. Тұрақты токта физикалық шамаларды өлшеу  
(өлшеу аспабымен танысу – мультиметрмен)
- 4 Зертханалық жұмыс №4. Электрондық осциллографтың көмегімен  
өлшеу

5 Зертханалық жұмыс № 5. Потенциометр. Кернеу көзі.

6 Зертханалық жұмыс №6. Кернеу мен тоқты бөлгіштер

Әдебиеттер тізімі

1 Лабораториялық жұмыс. Электрлік кедергіні өлшеу (жанама әдісі)

1.1 Жұмыстың мақсаты: Кедергіні өлшеу үшін әртүрлі өлшеу әдістерін және аспаптарын оқып игеру. Өлшеудің қателігін анықтауды және өлшеу нәтижесін шығаруды үйрену.

1.2 Жабдықтардың тізімі: жұмыста мына өлшеу жабдықтары қолданылады: аналогты амперметр және вольтметр; электромеханикалық және сандық әртүрлі аспаптар; кедергінің магазині; үлгідегі кедергінің катушкасы; тұрақты кернеудің көзі.

1.3 Тапсырма: Өздігінше мына бөлімдерді оқу қажет:

Амперметр және вольтметр әдістерімен кедергіні өлшеу. Электрмагнитті жүйедегі электромеханикалық аспаптардың құрамы мен әсер ету принципі. Кедергіні өлшеудің жанама және тікелей әдістері. /1, §§ 2.5; 3.2; 11.2/.

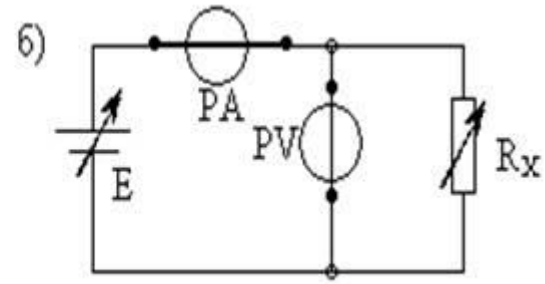
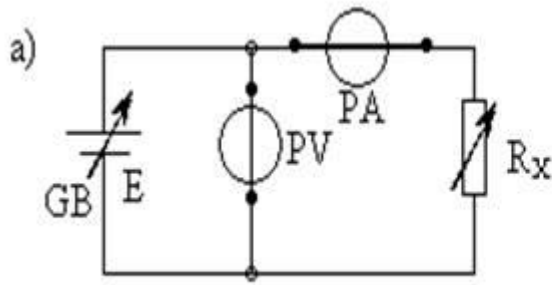
Әртүрлі өлшеу әдістерін қолдану арқылы, амперметр және вольтметр әдістерімен кедергіні өлшеу қажет. Зерттеу нәтижелерін өндеп, өлшеу нәтижесін және қателікті тауып, есептемені құрастыру қажет.

1.4 Жұмысты орындау реті

1.4.1 Амперметр және вольтметр әдістерімен кедергіні өлшеу

Өлшеу аспаптарымен танысып, олардың параметрлерін (түрі, дәлдік класы, өлшеудің жұмыс аралығы, өлшеудің ұзақтығы, кіріс кедергісі) жұмыс дәптеріне жазу қажет. Аспаптардың параметрлері 1.1. кестесіне енгізіледі.

Кедергі  $R_x = 15 \dots 30$  Ом (оқытушы береді) P33 түріндегі кедергі магазиніне қойылады.  $R_x$  кедергісі 1 немесе 2 сұлбаға қосылады (1.1 сурет).



РА – амперметр; PV – вольтметр;

GB – реттелетін кернеу көзі;

$R_x$  – кедергінің магазині.

1.1 сурет - Амперметр – вольтметр әдісі бойынша кедергіні өлшеудің екі сұлбасы.

Өлшеу тұрақты токпен орындалады. Тұрақты кернеудің тұрақталған көзінің реттелетін шығыс кернеуін және өлшеу резисторын қосып, есептемеге оңай болу үшін  $I$  және  $U$  көрсеткіштерін амперметр мен вольтметрге сәйкес қою қажет. Ол үшін таңдалған өлшеу аралығындағы аспаптардың көрсеткіші екі үш шкала аймағында болатындай етіп тізбектің тогы мен кернеуін орнату қажет.

1.1 кесте - Аспаптың параметрлері	
Амперметр:	Вольтметр:
шкала а ... бөліндінің;	шкала а...бөліндінің;
өлшеу аралығы $I_H \dots A$ ;	өлшеу аралығы $U_H \dots V$ ;
өлшеу деңгейі $I_d \dots A$ ;	өлшеу деңгейі $U_d \dots V$ ;
ішкі кедергі $R_A \dots \text{Ом}$ ;	кіріс кедергісі $R_B \dots \text{Ом}$ ;
дәлдік класы $K_A \dots \%$ .	дәлдік класы $K_B \dots \%$ .

Өлшеу нәтижесін 1.2 кестесіне енгіземіз.

1.2 кестесі – амперметр және вольтметр әдістері бойынша  $R_x = \dots \text{Ом}$  өлшеу

Аспаптардың көрсеткіштері және берілген есептеулері	Сұлба 1	Сұлба 2
<p>Амперметрдің көрсеткіштері</p> <p><math>a_A</math>, бөл</p> <p><math>I \dots, A</math></p> <p>Вольтметрдің көрсеткіштері</p> <p><math>a_B</math>, дел</p> <p><math>U, B</math></p> <p>Кедергі <math>R_{\text{олш}} = U / I, \text{ Ом}</math></p> <p>Әдістемелік қателік</p> <p><math>D_{\Theta}, \text{ Ом}</math></p> <p><math>d_{\Theta}, \%</math></p> <p>Құралдық қателік</p> <p><math>D_K, \text{ Ом}</math></p> <p><math>d_{\Theta}, \%</math></p> <p>Өлшеу нәтижесі</p> <p><math>R = R_{\text{олш}} \pm DR</math></p>		

Вольтметр кедергімен параллель жалғанған кездегі сұлба үшін әдістемелік қателік:

$$\Delta_K = \pm \frac{R_x}{1 + \frac{R_B}{R_x}}$$

(1)

мұндағы  $R_x$  - өлшенетін кедергі, Ом;

$R_B$  – вольтметрдің кіріс кедергісі, Ом.

Онда қатынасты қателік

$$\delta_K = \pm \frac{1}{1 + \frac{R_B}{R_X}} \cdot 100\%$$

(2)

Амперметр  $R_x$  – мен тізбектей қосылған сұлба үшін

$$\Delta_{\partial} = R_A$$

(3)

$$\delta_{\partial} = \frac{R_A}{R_X} \cdot 100\%$$

4)

мұндағы  $R_A$  - амперметрдің ішкі кедергісі, Ом;

$R_X$  - өлшенетін кедергі, Ом.

Құралдық, қатынасты және абсолюттік қателіктер қолданылған өлшеу аспаптарының идеалды еместігімен түсіндіріледі және де бұл сұлбалар үшін келесі түрде жазылады:

$$\Delta_K = \pm \sqrt{\frac{\Delta U^2}{I^2} + \frac{U^2 \Delta I^2}{I^4}};$$

(5)

$$\delta_K = \pm \sqrt{(\Delta U/U)^2 + (\Delta I/I)^2}.$$

(6)

Өлшеу әдістерінің абсолюттік қателігі аспаптардың дәлдік класы бойынша табылады:

$$\Delta U = \frac{K_B \cdot U_H}{100} \quad ($$

7)

мұндағы  $K_B$  - вольтметрдің дәлдік класы, %;

$U_H$  – вольтметрдің номиналды кернеуі, В.

$$\Delta I = \frac{K_a \cdot I_H}{100} \quad ($$

8)

мұндағы  $K_a$  - амперметрдің дәлдік класы, %;

$I_H$  – амперметрдің номиналды тогы, А.

Жалпы қатынас қателігі мынаған тең:

$$\delta = |\delta_{\vartheta}| + |\delta_K| \quad (9)$$

мұндағы  $d_{\vartheta}$  - әдістемелік қателік, %;

$d_K$  - құралдық қателік, %.

Абсолюттік қателік мына түрде табылады

$$\Delta R = \frac{\delta \cdot R_{\text{өлш}}}{100}$$

(10)

мұндағы  $d$  - жалпы қатынас қателігі, %;

$R_{\text{өлш}}$  – өлшенген кедергі, Ом.

Есептеудің нәтижесін 1.2 кестеге енгіземіз

Берілген есептеуді талдағанда қолданылған өлшеу әдістерінің нақтылығына және өлшенген кедергінің шамасына байланысты берілген әдісті қолдануың тиімділігіне талдау жасаңыз.

## **1.5 Бақылау сұрақтары**

1.5.1  $A - V$  әдістерінің артықшылығы мен кемшілігі неде?

1.5.2 Қандай жағдайда  $A - V$  әдістерінің екі сұлбасы бірдей қателікте болады?

1.5.3 Жанама өлшеу қателігін қандай жалпы жағдайда анықтауға болады?

1.5.4 Шкала бөліндімен бірге өлшеу болып саналады. Ол қандай?

1.5.5 Дәлдік класы деген не?

1.5.6 Амперметр мен вольтметрдің өлшеу шегі қалай өзгереді?

1.5.7 Өлшеуді неге шкаланың соңғы шегінен бастау керек?

1.5.8 Шкаланың жұмыс істемейтін бөлігі қалай белгіленеді?

## **2 Лабораториялық жұмыс. Электрлік кедергіні өлшеу (салыстыру әдісі)**

2.1 Жұмыстың мақсаты: Электрлік кедергіні өлшеудің көпірлік әдісін оқу және өлшеу қателігін бағалау. Сандық аспаптардың көмегімен қатынастық емес әдіспен бағалау.

2.2 Жабдықтардың тізімі: жұмыста мына өлшеу жабдықтары қолданылады:

- Дара-қос көпір;
- Кедергінің магазині;
- Үлгілі катушкалар және кедергі;
- Тұрақты кернеудің көзі;
- Басқару блогымен Гальвано-көпірі.

2.3 Тапсырма: Өздігінше мына бөлімдерді оқу қажет:

- Көпірлік әдіспен өлшеу;
- Тұрақты токтың дара және қос көпірлері;
- Гальванометрдің жұмыс режимі (1, 3 тарау, 60 бет § 11.3).

Дара көпір және бір мәні қос көпір болатын әдіспен белгісіз кедергіні (үш мәнді) өлшеу қажет.

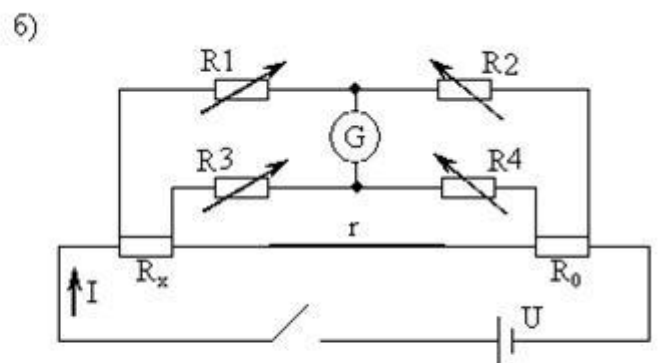
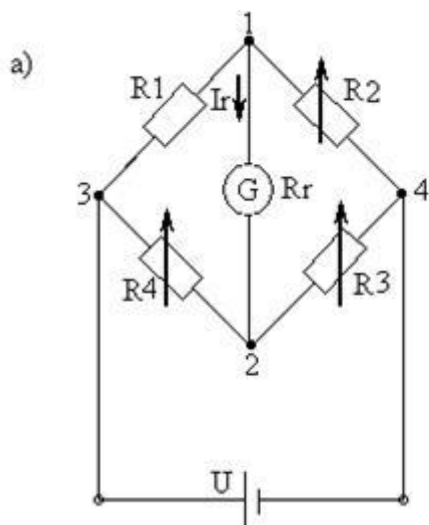
Нәтижелерін өңдеп, өлшеу нәтижесінің қателігін тауып, есептемені құру қажет.

2.4 Жұмысты орындау реті

2.4.1 Көпірлік әдіспен өлшеу (P3009 көпірі)

Өлшеу сұлбасы стендте көрсетілген. Көпір «220 желі» тумблерін қоректендіру көзіне қосқан кезде жұмыс істейді. Оқытушының берген мәндері бойынша дара көпір (МО-2) режимінде кедергіні өлшейміз.

2.1 суретінде тұрақты токты көпірлердің сұлбалары көрсетілген.



а) дара көпір, б) қос көпір



## 2.1 – Өлшеу көпірлерінің сұлбалары

$R_x$  қосқаннан кейін көпірдің параметрлерін өлшеу шамасына сәйкес келтіру қажет. Ол үшін стендте көрсетілген кесте бойынша  $M1$  және  $M2$  аралығының иығындағы кедергіні салыстыру иығындағы кедергіге келтіру  $R$  қажет. Көпірді ретке келтіру БТА кнопкасымен (олар гальванометрмен және көпірмен жалғанған) орындалады. Декадалық кедергіні  $R$  реттеу арқылы гальванометрдің нолдік көрсеткішін нақты қалыптастыруға болады. «Дәлдік» және «Ауытқу» кнопкалары гальванометрдің сезгіштігін білдіреді, «Тыныштандыру» кнопкасы сұлбаны ажырату кезінде гальванометрдің тілін тез тоқтату үшін қолданылады. Алдымен үлкен блоктан шығару кезінде «Ауытқу» кнопкасын қолдану қажет. Көпірді ретке келтіру (балансировка) жоғарғы екілік декададан бастап кедергіні  $R$  жайлап реттеу арқылы жүзеге асыру қажет. Гальванометрдің көрсеткіші нолді көрсеткеннен кейін, БТА-ның «Дәлдік» кнопкасын басып тұрып көпірді дәлдеп теңестіруге көшу қажет.

Теңестіру нәтижесі (өлшеу нәтижесі) кедергінің  $R$  келтірілген декадасының көрсеткіші бойынша анықталады. Онда іздеп отырған кедергіміз мына формула бойынша анықталады:

$$R_x = M1 \cdot M2 \cdot R$$

1)

мұндағы  $R$  – кедергінің декадтық магазині.

Кедергінің алдын-ала мәнін енгізу үшін  $M1$ ,  $M2$  және  $R$  мәндерінен тұратын кесте қолданылады. Бұл кесте өлшенетін кедергіні алдын-ала құруға көмектеседі. Мысалы, егер кедергіні  $R = 1000 = 10^3$  қойсақ, онда  $M1=1$  және  $M2=10$  кезінде іздеп отырған кедергі төмендегідей болады

$$R_x = 1 \cdot 10 \cdot 100 = 10 \text{ кОм}$$

Егер  $M1=1$  және  $M2 = 1 - R_x = 1$  кОм болғанда, жеңіл жолды қолдануға болады. Мысалы өлшенетін кедергі  $R = 5$  кОм. (2) теңдеуді қолданамыз.  $M1=M2=1$  қоямыз. Онда нақты теңдік кезінде

$$R_x' = 1 \cdot 1 \cdot 5000 = 5000 \text{ Ом}$$

яғни барлық жоғарғы төрт R декадасы үтіріне дейін қолданылған. Қалған декадалар (үтірден кейінгі) жоғарғы дәлдікпен  $R_x$  мәнін анықтауға көмектеседі.

Өлшеу нәтижесін 2.1 кестесіне енгіземіз.

$\Delta R_x$  қателігі номиналды мәннен ауытқуы бойынша анықталады және оның мәні бойынша берілген нүктеде кедергі магазинінің дәлдік класына сәйкестілігіне қорытынды жасау қажет.

2.1 кесте – P3009 көпір көмегімен өлшеу нәтижесі

Берілген кедергі	Көпір режимі	Қойылған параметрлер				Нәтижесі	Өлшеу қателігі $\Delta = R_x - R_x', \text{ Ом}$
		M1	M2	R, Ом	$R_x$ Ом		

Қос көпір сұлбасы бойынша магазин кедергісімен P33 алынған төменгі кедергі  $R_x = 5 \dots 10 \text{ Ом}$  өлшенеді.

Жұмыстың қайта қосуын МД-2 жағдайына қойып, сұлбаны жинаймыз. Үлгілі кедергі  $R_0$  төртқысқышты сұлба бойынша орындалған.  $R_x$  және  $R_0$  қосатын өткізгіштік өлшеу қателігін азайту үшін үлкен қимадан тұру қажет. Сұлбаны қоректендіру +5В клемм арқылы орындалады.

Өлшеу нәтижесін мына формуламен табамыз:

$$R_x = M1 \cdot 0.001 \cdot R_0 \cdot R \quad (2)$$

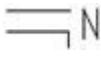
мұндағы  $R_0$  – үлгілі кедергі;

$R$  – декадтық кедергі магазині.

Өлшеу нәтижесі 2.1 кестеге енгізіледі.

#### 2.4.2 Кедергіні Щ 4300 типті сандық омметрмен өлшеу.

Аспапта өлшенетін шаманы оған пропорционалды тұрақты токты кернеумен түрлендіріледі. Бұл кернеу екілік интегралдау әдісімен өлшенеді.

Кедергіні өлшеу үшін «Тізбек» кнопокасын басы арқылы  кнопокасын қысу жағдайына қойып, өлшенетін шаманың қажетті қайта қосу кнопокасын басы керек, өлшенетін шаманың күту аралығына сәйкес келетін өлшеу аралығының кнопокасын басып, «\*» және «R»/ ұяшықтарына жалғанатын сымның көмегімен аспаптың кірісіне өлшенетін объектіні қосу қажет.

Өлшеу объектісі ретінде 2.4.1 бөлімінде алынған кедергі жатады.

Өлшеу нәтижесі бойынша омметрдің қателігін анықтап, өлшеу әдістерінің өзінің дәлдік класына сәйкес келетіндігіне қорытынды жасау қажет. Зерттелетін нүктеде дәлдік класы барлық аралықта 0.5/0.3 тең, ал 200 Ом аралығында – 1.0/0.5.

### 2.5 Бақылау сұрақтары

2.5.1 Дара-қос көпірде қандай өлшеу әдістері қолданылады?

2.5.2 Көпірдің баланс теңдеуін шығарыңыз.

2.5.3 Дара көпірде кедергінің өлшеу қателігі немен анықталады?

2.5.4 Қос көпірде кедергінің өлшеу қателігі немен анықталады?

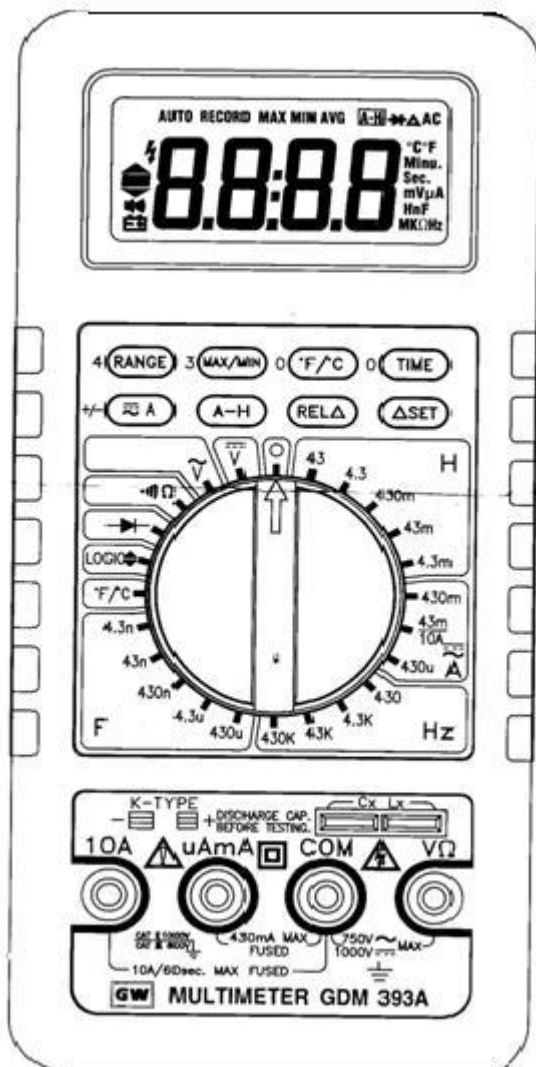
2.5.5 Неге төменгі кедергіні өлшегенде қос көпірді қолдану қажет? Егер өлшеуді дара көпірмен орындаса не болады?

2.5.6 Көпірлердің, кедергі магазиндерінің өлшеу катушкасының дәлдік класы қалай белгіленеді? Олар қандай қателікті анықтайды?

### **3 Лабораториялық жұмыс. Тұрақты токта физикалық шамаларды өлшеу (өлшеу аспабымен танысу – мультиметрмен)**

3.1 Жұмыстың мақсаты: Тұрақты токтағы электрлік кернеу, ток, қуат, кедергіні өлшеу принципін, тәсілдерін және әдістерін оқып үйрену, метрологиялық өңдеу әдістерін оқып үйрену, өлшеу нәтижесін шығару. Өлшеу жабдығы ретінде мультиметр қолданылады.

3.2 Тағайындалуы: GDM-393A түріндегі сандық мультиметр көп құрамды болып саналады.



3.1 сурет – Өлшеу аспабы мультиметр

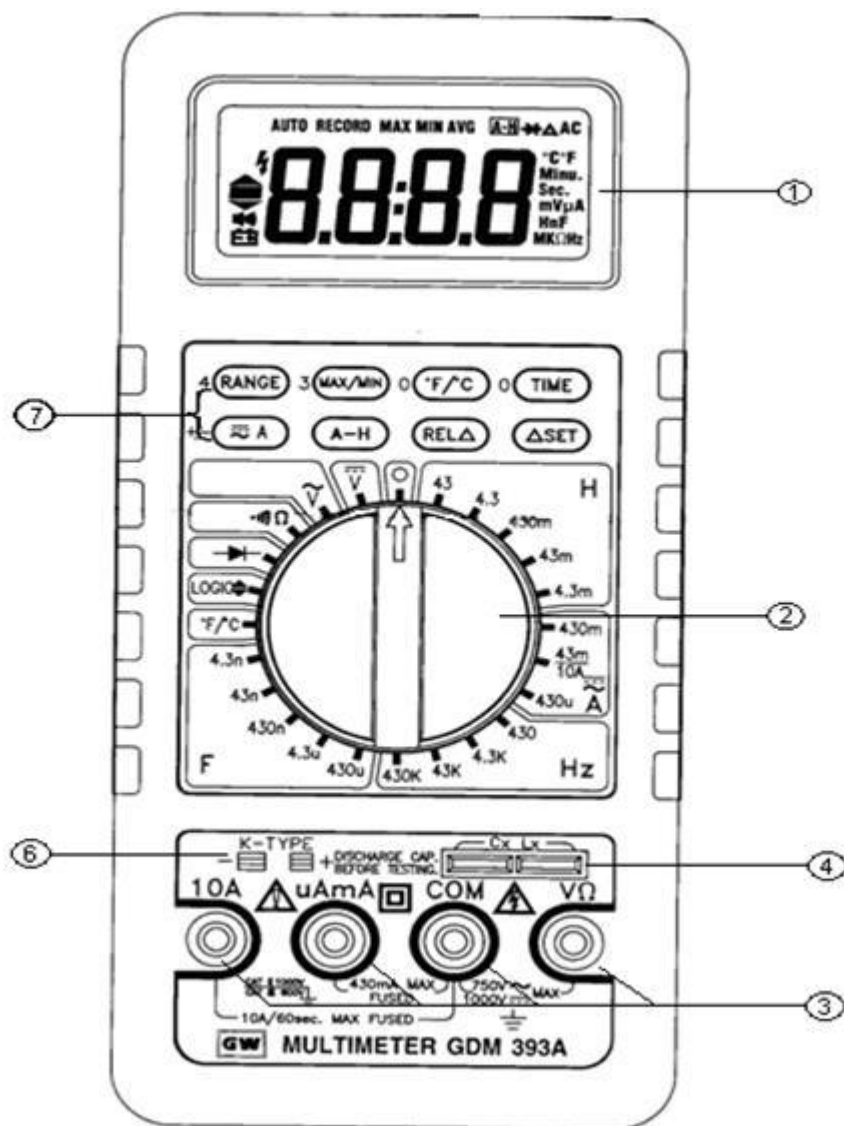
Жұмыс істеу мүмкіндігі:

Тұрақты және айнымалы кернеу мен токты өлшеу;

1. Синусоидалық сигналдың (RMS) орташа дәрежелік мәндерін өлшеу;

2. Кедергіні, индуктивтілікті, сыйымдылықты, жиілікті, температураны өлшеу;

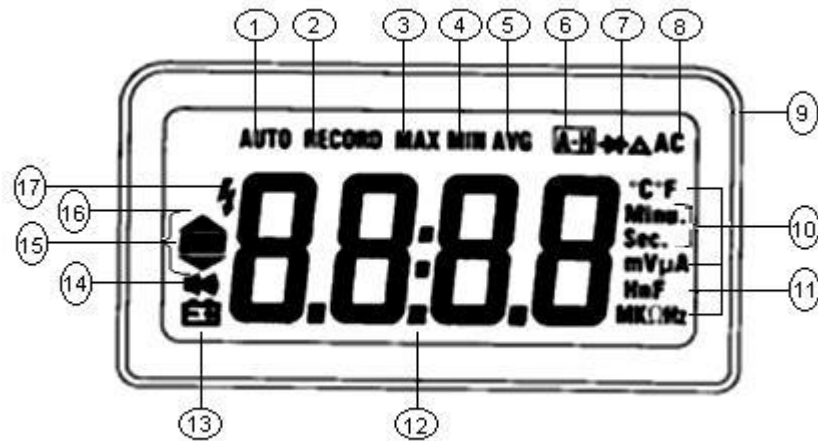
2. р-п өткелдерін сынау;
3. Тізбектерді дыбыс жыберіп тексеру;
4. Логикалық элементтерді тестілеу;
5. Сандық шкала;
6. Көрсеткішті автоматты сақтау;
7. min/max мәндерді тіркеу;
8. Орташа мәндерді есептеу;
9.  $\Delta$ -өлшеу,  $\Delta$ -өлшеу үшін тіректің деңгейін беру;
10. Өлшеу ұзақтығының таймері;
11. Нолді автоматты түрде орнату;
12. Өлшеу шегін автоматты таңдау;
13. Өлшеу шегін қолмен таңдау;
14. Қарама-қарсылықтың индикациясы, өлшеу шегін арттыру индикациясы, қауіпті кернеудің индикациясы;
14. Дыбыстық ескерту (токты өлшеу кірісін қорғауға);
15. Қоректендіру көзі разрядының индикациясы;
16. Қоректендіру көзін автоматты түрде өшіру;
17. Өлшенетін кірісті қорғау;
18. Соққыға төзімді, тіреуіші бар қорғанысты қап.



3.2 суретте жоғарғы панельді басқару органдары менидикациялар көрсетілген:

- 1 – ЖК дисплей.
- 2 – Өлшеу режимдерін қайта қосу.
- 3 – Өлшеу ұяшығы (U, I, R, f).
- 4 – Индуктивтілікті және сыйымдылықты (L, C) өлшеу үшін ұяшықтар.
- 6 – Температура датчигін қосу үшін ұяшық.
- 7 – Құрамдық клавишаны теру.

GDM-393A режимдерін қайта қосу – режимді және өлшеу шегін беру үшін қолданылады.



- 1 – Өлшеу шегін автоматты таңдау индикаторы.
- 2 – Жадьға жазу режимінің индикаторы.
- 3 – Максималды мәнді өлшеу режимінің индикаторы.
- 4 – Минималды мәнді өлшеу режимінің индикаторы.
- 5 – Өлшеу нәтижелерін орталаңдыру режимінің индикаторы.
- 6 – Көрсеткішті автоматты сақтау режимінің индикаторы.
- 7 – p-n өткелдерін тексеру режимінің индикаторы.
- 8 – Қатысты өлшеу режимінің индикаторы(Δ-өлшеуі).
- 9 – Айнымалы құрамды өлшеу режимінің индикаторы.
- 10 – Келтірілген таймер индикация режимдерінің индикаторы (сағат:минут/минут:секунд).
- 11 – Бірлікті өлшеу индикаторы.
- 12 – Сандық шкала.
- 13 – Батарея разрядының индикаторы.
- 14 – Тізбектің дыбыс жыберіп тексеру режимінің индикаторы.
- 15 – Өрістің индикаторы.
- 16 – Логикалық тестілеу режимінің индикаторы.
- 17 – Өлшенетін кірістің қауіпті кернеуінің индикаторы.

1 кесте – Басқару органдары мен индикациялардың тағайындалуы

Басқару органдары мен индикациялардың тағайындалуы	Аударылуы
Басқару органдары	
RANGE	Өлшеудің шегі
MAX/MIN	Максималды/минималды мәндер
1 кестенің жалғасы	
TIME	Ағымдағы уақыт
A-H (auto hold)	Өлшеу нәтижесін автоматты түрде сақтау
REL Δ	Салыстырмалы өлшеу
Δ SET	Салыстырмалы өлшеу деңгейін беру
H (Henry)	Генри (индуктивтіліктің бірлік өлшемі)
LOGIC	Логикалық сұлбаларды тексеру
▶	p-n өткелді тексеру
DUTY (duty factor)	Импульстерді бақылау аралығын толықтыру коэффициенті (кері тікөзектің шамасы)
$h_{FE}$	Транзистордың тоқты беру коэффициенті ( $h_{21}$ )
E B C E	Эмиттер-База-Коллектор-Эмиттер
K-TYPE	K-түріндегі температураның датчигі
O (off)	Ажыратылған
COM (common)	Жалпы шығыс
Индикация органдары	
AUTO	Шекті автоматты таңдау режімі
RECORD	Жадыға өлшеу нәтижелерін жазу режімі
MAX MIN	Максимальдық, минималдық мәндерді өлшеу режімі
AVG (average)	Өлшеу нәтижелерін орталау режімі
A-H (auto hold)	Көрсеткішті автоматты сақтау режімі
AC (alternating current)	Айнымалы ток
DC (direct current)	Тұрақты ток

2 кесте – Басқару органдары мен индикациялардың тағайындалуы

Индикация органдары	Мәні	Индикация органдары	Мәні
N	Нано ( $10^{-9}$ )	$\Omega$	Ом
$\mu$	Микро ( $10^{-6}$ )	V	Вольт
M	Мили ( $10^{-3}$ )	A	Ампер
K	Кило ( $10^3$ )	F	Фарад
M	Мега ( $10^6$ )	Hz	Герц
°F	Фаренгейт бойынша градус	H	Генри
°C	Цельсин бойынша градус	Minu./Sec.	Минуттар/Секундтар



### 3.3 Жабдықтардың тізімі:

Орталық процессор PU-2000;

ЕВ-101 баспа платасы;

Мультиметр.

### 2.6 3.4 Жұмысты орындау реті:

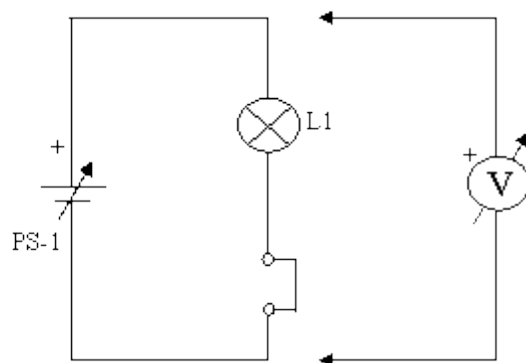
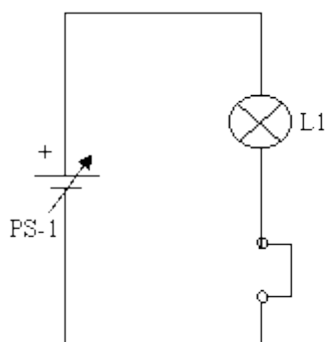
#### 3.4.1 ЕВ-101 баспа платасын PU-2000 орталық

сорға қойыңыз.

процес

3.4.2 PS-1, PS-2 қоректендіру көзін нөлге қойыңыз, яғни реттеу тұтқасын сағат тіліне қарсы толық бұраңыз. Бұл лабораториялық жұмыста PS-1, PS-2 қоректендіру көзі кернеумен қамтамасыздандырады.

3.4.3 3.1a суретінде көрсетілгендей PS-1 қоректендіру көзін L1 шамына жалғаңыз.



3.1 а - сурет

3.1 б – сурет

3.4.4 PS-1 қоректендіру көзінің кернеуді реттеу тұтқасын сағат тіліне толық бұраңыз. Шамның жану жарығын бақылаңыз.

### 3.4.5 Кернеуді өлшеу

3.4.5.1 Мультиметрді тұрақты токты (DC) вольтметр режиміне қосыңыз. 3.1б суретте көрсетілгендей вольтметрді L1 шамына параллель қосыңыз. Шамдағы кернеуді өлшеп, жазыңыз.

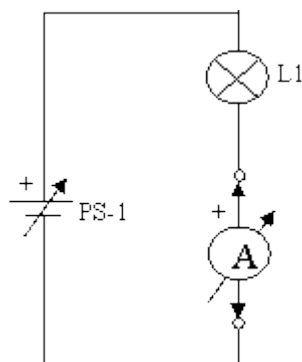
3 кесте – Шамдағы өлшенген кернеудің мәндері

Кернеуді реттеу тұтқасы (PS-1)		
Сағат тілі бойынша шеткі жағдайы	Ортаңғы жағдайы	Сағат тіліне қарама-қарсы шеткі жағдайы
$U_{L\text{макс.}}$	$U_{L\text{орт.}}$	$U_{L\text{мин.}}$
Шамның жану жарықтығы		

3.4.5.2 Мультиметрді тізбектен ажыратыңыз.

### 3.4.6 Токты өлшеу

3.4.6.1 Мультиметрді тұрақты токты (DC) амперметр режиміне қосыңыз, өлшеу аралығы 200mA. 2суретте көрсетілгендей тізбектей тізбекке амперметрді L1 шамына қосыңыз. Шам арқылы өтетін токты өлшеп, жазыңыз.



2 сурет – Амперметрдің шамға тізбектей қосылуы

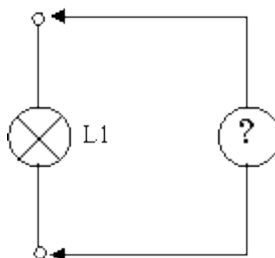
4 кесте – Шамдағы өлшенген токтың мәндері

Кернеуді реттеу тұтқасы (PS-1)		
Сағат тілі бойынша шеткі жағдайы	Ортаңғы жағдайы	Сағат тіліне қарама-қарсы шеткі жағдайы
$I_{\text{макс.}}$	$I_{\text{Лорт.}}$	$I_{\text{мин.}}$
Шамның жану жарықтығы		

3.4.6.2 Мультиметрді тізбектен ажыратыңыз.

3.4.7 Кедергіні өлшеу

3.4.7.1 Мультиметрді омметр режиміне қосыңыз, өлшеу аралығы 200 Омдейін. 3 суретте көрсетілгендей омметрді L1 шамына параллель қосыңыз. Кедергінің мәнін өлшеп, жазыңыз.



3 сурет – Кедергіні өлшеу

3.4.8 Кедергіге бөлінген қуатты өлшеу

Кедергіге бөлінген қуат ток пен кернеудің көбейтіндісінен тұрады. Қуат ватт (Вт) арқылы өлшенеді. Қуатты үш негізгі деңгеймен анықтауға болады:

$$P = U \cdot I$$

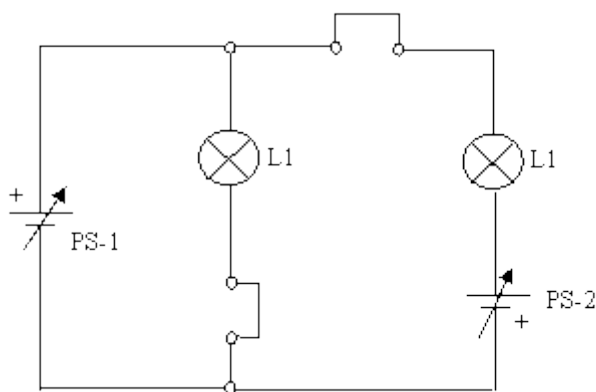
Алгебралық түрлендірудің көмегімен Ом заңының теңдеуін өзгертіп, қуатты кедергі шамасына байланыстырып мына теңдеуді табамыз

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Шамның жану жарықтығы, шамда түрленген қуат арқылы анықталады. Бұл жұмыста қуат ток шамасының кернеуге көбейтілуі арқылы табылады. Өртүрлі кедергіден тұратын екі шамды қолданып, олардың жарықтылығын салыстырамыз. Берілген қуат бірдей болғанда, шамның жарықтығы бірдей болады.

3.4.9 Екі қоректендіру көзін 0 вольтқа қойып, 4 сұлбада көрсетілген тізбекті жинаңыз.



4 сурет – Кернеу мен токты өлшеу

3.4.9.1 PS-1 қоректендіру көзінің кернеуін L1 шамы жанғанша жоғарлатыңыз. L1 шамындағы кернеуді өлшеп, одан кейін L1 шамы арқылы өтетін токты өлшеңіз. Бұл мәндерді 5кестеге жазыңыз.

5 кесте – Өлшенген кернеу мен токтың мәндері

Шам, L1		
U, В	I, мА	P, Вт

3.4.9.2 PS-2 қоректендіру көзінің кернеуін L2 шамы мен L1 шамы бірдей жарықты бергенше жоғарлатыңыз. L2 шамы арқылы өтетін кернеу мен токтың мәндерін өлшеңіз. Өлшенген мәндерді 6 кестеге жазыңыз.

6 кесте – Өлшенген кернеу мен токтың мәндері

Шам, L2		
U, В	I, мА	P, Вт

3.4.9.3 L1 шамының жарықтығымен L2 шамының жарықтығы бірдей болу үшін L1 шамындағы кернеуді 7 кестеде көрсетілген қадам әдісі бойынша жоғарлатыңыз. Әрбір қадам үшін L1 және L2 шамдары арқылы өтетін ток пен кернеудің мәндерін 7 кестеге жазыңыз.

7 кесте – Әрбір қадам үшін өлшенген ток пен кернеудің мәндері

Шам, L1			Шам, L2		
U, В	I, мА	P, Вт	U, В	I, мА	P, Вт
5					
6					
7					
8					
9					
10					

3.4.9.4 Екі қоректендіру көзін 0кернеуіне қойып, тізбекті ажыратыңыз.

3.4.9.5 Екі шамның әрбір кернеу мәндері үшін формуланы қолданып қуатты есептеңіз.

3.5 Бақылау сұрақтары:

3.5.1 Дәлдік класының тағайындалуы.

3.5.2 Өлшеу әдістерінің негізгі және қосымша қателіктері деген не?

3.5.3 Омметрдің дәлдік класы қалай беріледі? Өлшенген кедергінің абсолюттік қателігі қалай анықталады?

3.5.4 Қандай өлшеу жанама әдіс деп аталады? Жанама әдістің абсолюттік және салыстырмалы қателігі қалай анықталады?

3.5.5 Магнитоэлектрлік өлшеу аспаптарынан тұратын омметрдің жұмыс істеу принципі. Тізбектей және параллель қосылған сұлбалары. Шкаланың теңдеуі.

3.5.6 Келтірілген қателік деген не?

3.5.7 Магнитоэлектрлік жүйе аспаптарының жетістіктері мен кемшіліктері.

3.5.8 Аспаптың дәлдік класы дөңгелек сан түрінде анықталған. Ол нені сипаттайды және қандай қателік анықталады?

#### **4 Лабораториялық жұмыс. Электрондық осциллографтың көмегімен өлшеу**

4.1 Жұмыстың мақсаты: Универсалды электрондық осциллографтың жұмыс істеу принципін және құрамын оқу (ЭСО), әртүрлі электрлік сигналдардың типтік параметрлеріне өлшеуді жүргізу.

4.2 Жабдықтардың тізімі: жұмыста мына өлшеу жабдықтары қолданылады: универсалды электронды осциллограф, өлшеу сигналдарының генераторы, өлшеу құралдары.

4.3 Тапсырма: Өздігінше оқулықтан мына бөлімдерді оқу қажет:

Универсалды электрондық осциллограф және өлшеу сигналдарының генераторы [1, 5 тарау, §§ 5.1-5.5]. Түзубұрыштық, үшбұрыштық, периодтық, синусоидалық сигналдардың амплитудалық және уақыттық параметрлерін өлшеу. Екі сигналдардың фазалық ығысуын өлшеу. Өлшеу

қателігін бағалау. Electronic Workbench 5.12 пакетін қолдана отырып есептемені құру.

#### 4.5 Жұмысты орындау реті

##### 4.5.1 Синусоидалы сигналдың параметрлерін өлшеу

Синусоидалы сигналдың кернеуін стенттағы фазоайналдырғыш клемм арқылы өшіріп, I ЭСО кірісіне береміз.

ЭСО басқару элементтерінің көмегімен 1-3 периодтық (4.1 сурет) тұрақты осциллограмманы алуға болады. Масштабты тордың көмегімен  $L_{\text{ж}}$  жоғарғы және  $L_{\text{т}}$  төменгі амплитуда мәндерін сигналды күшейту сызығынан бастап өлшеп, сигналдың кернеуін аламыз

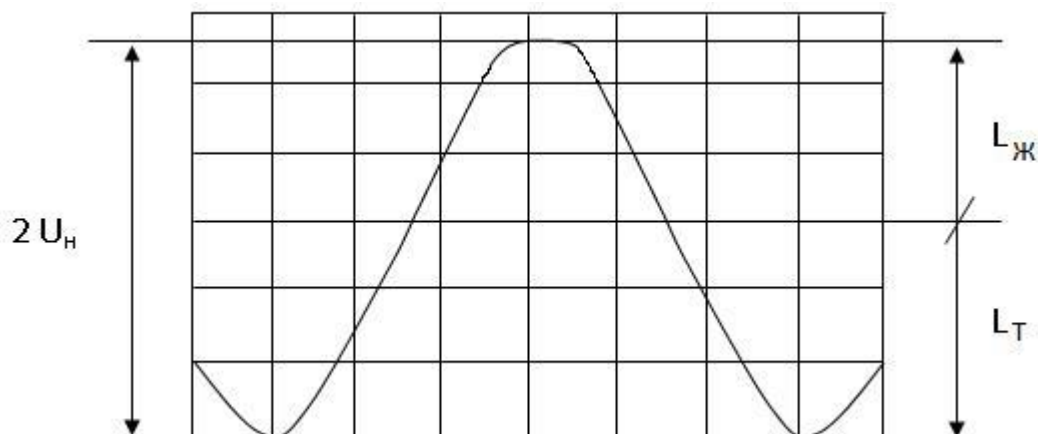
$$U_{\text{X}} = \frac{(L_{\text{ж}} + L_{\text{т}}) \cdot K_{\text{U}}}{2}$$

1)

мұндағы  $K_{\text{U}}$  – ауытқу коэффициентінің қайта қосу тұтқасының сырты бойынша пайда болған нәтиже U/БӨЛ;

$L_{\text{ж}}$  – жоғарғы сигналдың амплитудалық мәні;

$L_{\text{т}}$  – төменгі сигналдың амплитудалық мәні.



4.1 сурет – Айнымалы кернеудің толық өзгерісін өлшеу.

$T_x$  периодын табу үшін синусоиданың нөлден нүктеге дейінгі аралығындағы сигналды күшейту сызығымен  $L_x$  арақашықтығын өлшеу қажет (4.2 сурет), онда

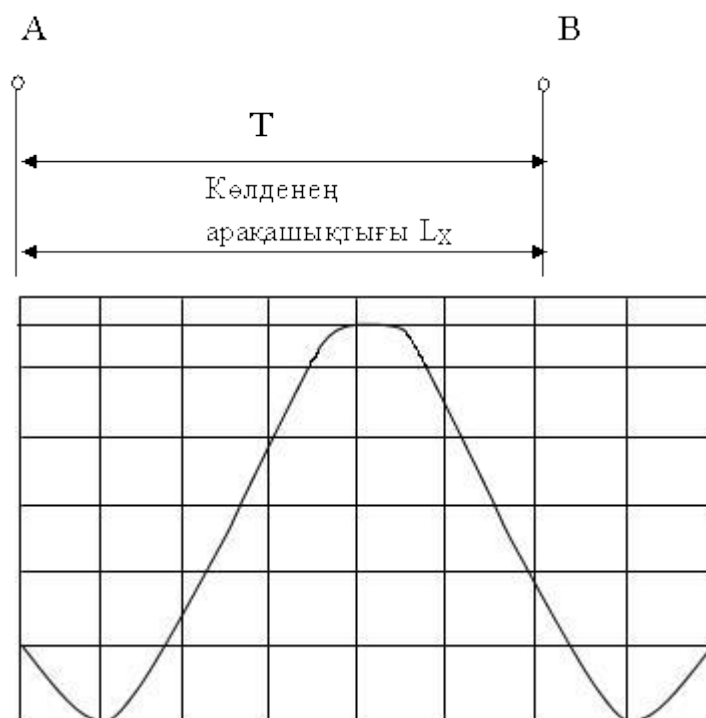
$$T_x = L_x \cdot K_B \cdot K_X \quad (2)$$

мұндағы  $L_x$  – көлденең арақашықтық;

$K_B$  – сигналды күшейту коэффициентін қайта қосу тұтқасының сыртқы есептемесі УАҚЫТ/БӨЛ;

$K_X$  – созу коэффициенті.

Жиілікті мына формуламен табамыз  $F_x = 1/T_x$ .



4.2 сурет – Жиілікті және ұзындықты өлшеу.

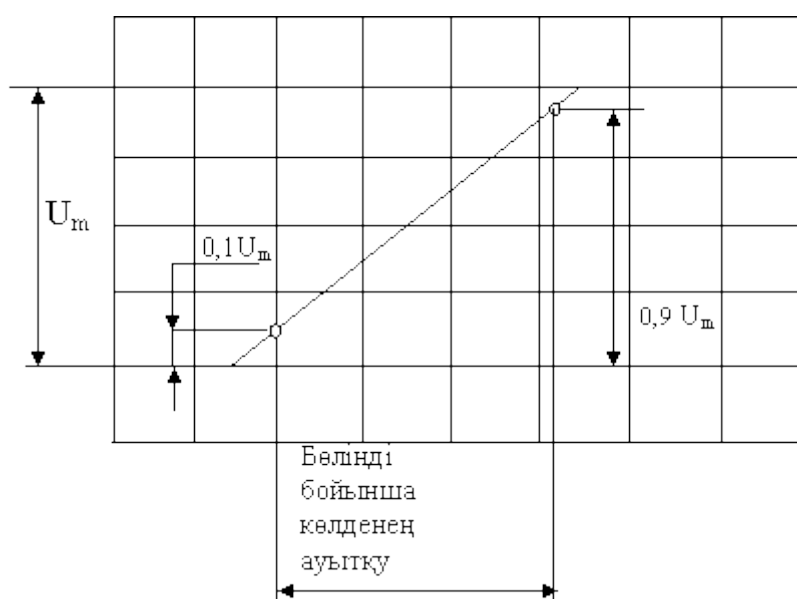
4.5.2 Үшбұрышты сигналдың параметрлерін өлшеу



Үшбұрыштың кернеуін ГИС шығысынан аламыз.  $U_m$ кернеудің және  $T$  периодтың амплитудалық мәндерін 4.5.1 тарауындағыдай табамыз.

Уақыттың өсуін өлшеу уақыттың ұзақтығын өлшеу әдісіне негізделген. Оның негізгі ерекшелігі өлшеу жүргізілетін аралықтағы нүктеге байланысты. Төменде 0,1 және 0,9 деңгейінде импульс нүктелерінің арасындағы уақыттың өсуін өлшеу әдісі көрсетілген (4.3 сурет).

Уақыттың төмендеуін сыртқы фронты уақытша созуын қолданып, импульстің сыртқы фронты арқылы өлшеуге болады.



4.3 сурет – Уақыттың өсуін өлшеу.

#### 4.5.3 Екі сигналдың арасындағы фазалық ығысу бұрышын өлшеу

Бірінші әдіс:

$K_n$  бірдей болғанда  $U_{кір}(U_1)$  және  $U_{шығ}(U_2)$  кернеуін фазоайналдырудан ЭСО екі кірісіне береміз.  $U_{кіріс}$  сигнал I кірісіне береміз.  $U_{шығыс}$  сигналын II кірісіне береміз. Екі сигналда 1-2 периодпайда болуы қажет. Тұрақтылығы синхронизациямен орындалады. Бұл сигналдардың фазасы  $R_1$  кедергісімен реттеледі. Негізгі сигнал периодының ұзындығын  $L_T$  (ac) және фазалық ығысуға сәйкес келетін  $L_\phi$  (ab) ұзындығын өлшеу қажет (4.4 сурет). Онда

$$\varphi = \left( \frac{L_{\Phi}}{L_T} \right) \cdot 360.$$

(3)

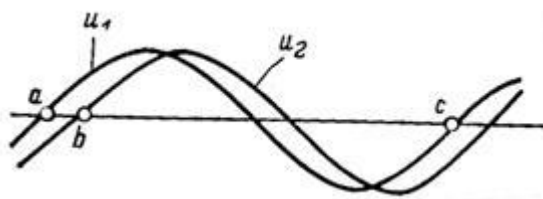
Екінші әдіс:

К<sub>ц</sub>, К<sub>в</sub> және R1 кедергінің жағдайын өзгертпей ЭСО синусоидалық сигналды күшейту режиміне қоямыз. Экранда эллипс фигурасын бақылаймыз (4.5 сурет). Оны X және Y осьін ығыстыру тұтқасының көмегімен экранның ортасына орналастырамыз. Ол үшін I (I режимі) каналын ажыратамыз және көлденең сызықты Y осьі бойынша экранның ортасына ығыстырамыз. Одан кейін керісінше II каналды ажыратамыз және көлденең сызықты X осьі бойынша экранның ортасына ығыстырамыз. Эллипс және фазалық ығыстыру параметрлерін өлшеу тәртібі 4.5 суретте келтірілген, ол арқылы фазалық ығысуды анықтауға болады. Өлшеудің дәлдігін алу үшін 2U<sub>x</sub> және 2U<sub>y</sub> аралығы тең болу қажет.

$$\varphi = \arcsin \frac{2u_x}{2U_x};$$

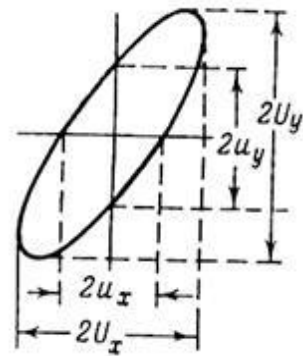
$$\varphi = \arcsin \frac{2u_y}{2U_y}.$$

(4)



4.4 сурет – Осциллограмма әдісі бойынша бойынша

фазаны өлшеу.



4.5 сурет – Эллипс әдісі

фазаны өлшеу.

Бұл әдістің кемшілігі  $\varphi$  бұрышын өлшеу дәлдігінің, осциллографтың тік және көлденең ауытқу күшейткіштері арқылы алынған фазалық ығысудың дәлдігінің аздығына байланысты.  $\varphi$  өлшеу қателігінің көзі

ретінде эллипстің жарықтанған сызығының соңғы қалыңдығы (1 мм аз емес) және зерттелген кернеуде жоғарғы гармониктің болуы саналады. 0 немесе  $180^0$  жуық фаза бұрышын өлшеген кезде өлшеу қателігі 2 –  $3^0$ -дейін жетеді, ал егерде  $\varphi 90$  немесе  $270^0$  жақын болса, онда өлшеу қателігі  $10^0$ . Эллипс әдісі бойынша бұрыштың белгісі анықталмайтындықтан, оның кемшілігі ретінде екіреттік өлшеу нәтижесін жатқызуға болады.

4.6 Бақылау сұрақтары:

4.6.1 Электронды – сәулелі аспаптың (түтікше) құрылысы неден тұрады?

4.6.2 Кіріс сигналы болмаған кезде электронды сәулемен басқару қалай орындалады?

4.6.3 Кіріс аттенюатордың құрылысы неден тұрады?

## 5 Лабораториялық жұмыс. Потенциометр. Кернеу көзі.

5.1 Жұмыстың мақсаты:

Потенциометрді кернеуді бөлгіш ретінде қолдану.

5.2 Жабдықтардың тізімі:

Орталық процессор PU-2000;

ЕВ-102 баспа платасы;

Мультиметр.

5.3 Кіріспе

Потенциометр 1 суретте көрсетілгендей құрамнан тұрады. Қозғалмалы түйіспе резистор ортасының қатынасы бойынша байланысты өзгертеді және әр уақытта өзгермейтін жалпы кедергімен байланыста бола тұрып, екі кедергі мәндерінің өзгеруін шарттандырады.

Бұл тізбек кернеуді бөлгішті құрады. Оның жалпы кедергісі тұрақты болып саналады, ал шығыс кедергісі потенциалометрдің қозғалмалы түйіспесінің жағдайына байланысты өзгереді.

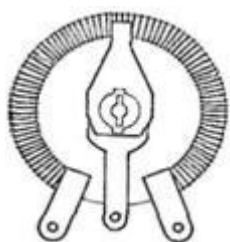
Егер жалпы кедергі  $R_{\text{тең}}$ , шығыс арқылы өлшенетін кедергі  $n \cdot R_{\text{тең}}$  болса, онда шығыс кернеуі  $U$  мына формуламен анықталады:

$$U_{\text{шығыс}} = n \cdot U_{\text{кырыс}}$$

Кернеудің көзі аз кедергімен тізбектей жалғанған, идеалды кернеу көзіне тең қоректендіру блогы немесе аккумулятор. Бұл жұмыста жүктеменің сипаттамасын өлшеп, қоректендіру көзінің кернеуін және ішкі кедергіні есептейміз.

1 – MOVING CONTACT (WIPER)

2 - RESISTIVE ELEMENT



5.1 сурет – 1 қозғалмалы түйіспе, 2 кедергі элементі

5.4 Жұмысты орындау тәртібі:

5.4.1 ЕВ-101 баспа платасын PU-2000 орталық

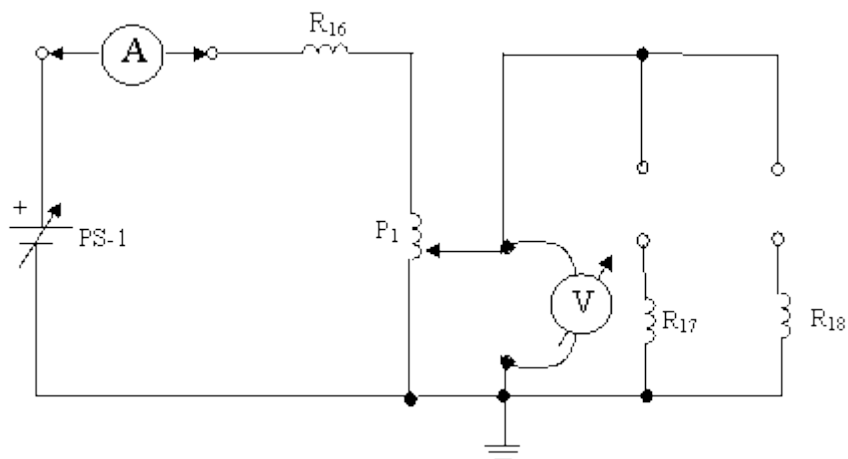
процессорға

қойыңыз.

5.4.2 Потенциометрдің жалпы кедергісін өлшеп, жазыңыз  $R(\text{жалпы}) =$

5.4.3 Потенциометрді сағат тіліне қарсы 20%, 40%, 60%, 80% және 100% қойып, қозғалмалы түйіспе мен жерлеу арасындағы кедергінің шамасын өлшеңіз (қоректендіру көзін әр уақытта ажыратып отыру қажет). Нәтижесін кестеге енгізіңіз.

5.4.4 2суретте көрсетілгендей PS-1 қоректендіру көзін потенциометрге қосып, кіріс кернеуін  $U_6$  қойыңыз.



5.1 сурет – Қоректендіру көзін потенциометрге қосу

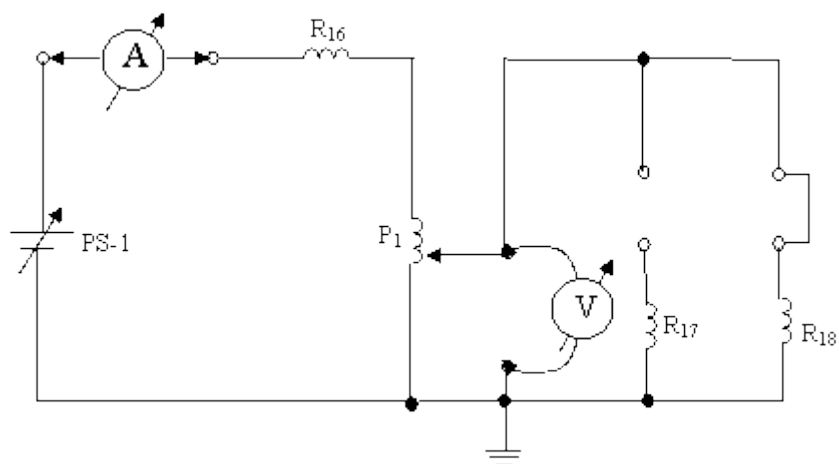
5.4.5 Қозғалмалы түйіспе мен жерлеудің арасындағы шығыс кернеуін өлшеңіз. Нәтижесін 1 кестеге енгізіңіз.

1 кесте – Тәжірибе нәтижесі

	Жалпы R кедергісі %	$U_{\text{шығыс}}$	$U_{\text{шығыс, R}_{17}}$ кезінде	$U_{\text{шығыс, R}_{18}}$ кезінде
Бұру				
20%				
40%				
60%				
80%				
100%				

5.4.6  $R_{17}$  кедергісін қозғалмалы  $P_1$  түйіспеге қосып, шығыс кернеуін өлшеуді қайталаңыз. Нәтижесін 1 кестеге енгізіңіз.

5.4.7 Тізбектегі  $R_{17}$  кедергісін  $R_{18}$  кедергісіне ауыстырып, кернеуді өлшеуді қайталаңыз. Нәтижесін 1 кестеге енгізіңіз.

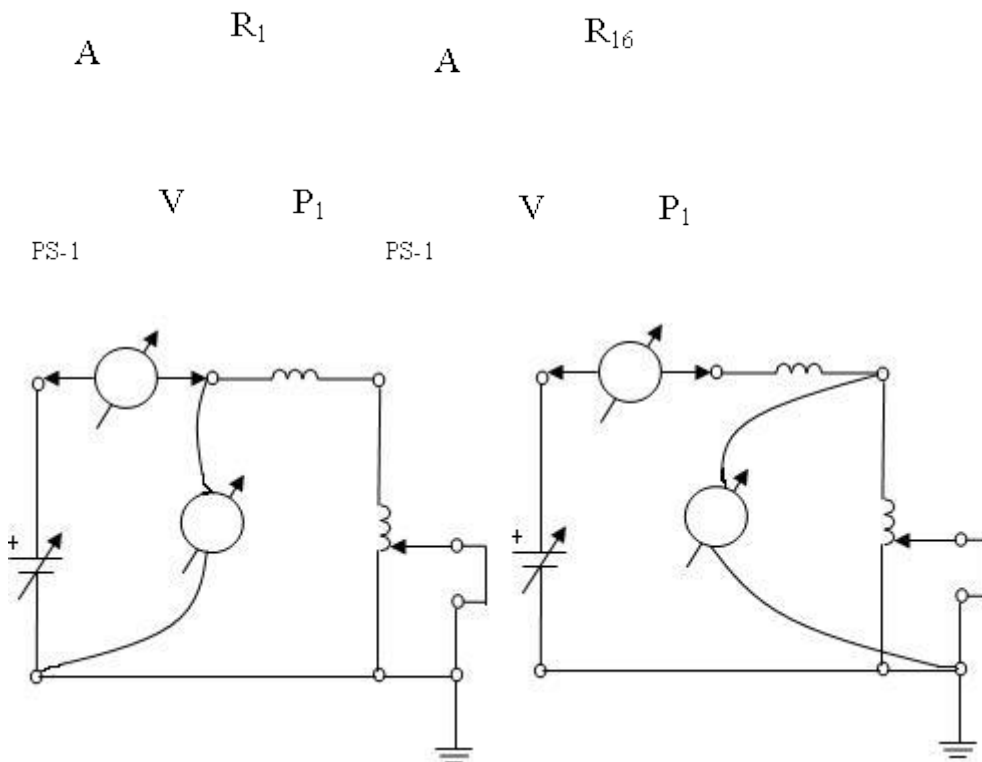


5.2 сурет – Жерлеу мен қозғалмалы түйіспе арасындағы шығыс кернеуін өлшеу.

5.4.8 Өлшенген мәндердің  $U_{\text{шығыс}} = f(\text{бұрау}(\%))$  тәуелділік графигін тұрғызыңыз.

Кернеудің қоректендіру көзі

5.4.9 5.3 асуретте көрсетілген сұлбаны жинаңыз.



5.3 а суреті – Қозғалмалы түйіспені қосу 5.3б суреті– Кедергіні қосу

Потенциометрдің қозғалмалы түйіспесін айнымалы кедергінің резисторын құра отырып 5.б суретінде көрсетілгендей оның төменгі шегіне қосыңыз. Потенциометр реостат ретінде қосылады, ал оның  $R_{16}$  резисторымен тізбектей қосылуы қоректендіру көзі үшін жүктеме болып саналады.

5.4.10 PS-1 қоректендіру көзін 5 В қойыңыз.

5.4.11 Потенциометрдің жүктемесін әртүрлі реттеу үшін тізбектегі кернеу мен токтың мәндерін өлшеп кестеге жазыңыз ( $R_{16}$  және  $P_1$  қосындысына тең жүктемеге). Әрбір реттеу үшін жүктеменің кедергісін Ом заңы бойынша есептеңіз. Шығыс тогын өлшеу кезінде  $R_{16}$  кедергісімен тізбектей қосылған қысқа тұйықталған қосқышты миллиамперметрмен ауыстырыңыз.

2 кесте – Тәжірибе нәтижесі

Бұрау	I, мА	U <sub>шығыс</sub> , В		R <sub>н</sub> , Ом	
	$P_1 + R_{16}$	$P_1 + R_{16}$		$P_1 + R_{16}$	$P_1$
0%					
20%					
40%					
60%					
80%					
100%					

5.4.12 3б суретінде көрсетілген тізбекті жинаңыз. Потенциометр қоректендіру көзі үшін айнымалы жүктеме ретінде қызмет атқарады. PS-1 қоректендіру көзіне тізбектей жалғанған  $R_{16}$  резисторы кедергінің көзі үшін Тевенинның баламасы болып саналады.

5.4.13  $P_1$  жүктемесі үшін 12 тарауды қайталаңыз. Нәтижесін кестеге енгізіңіз.

5.4.14  $P_1$  жүктемесі мен  $P_1 + R_{16}$  жүктемесінің қосындысына тең  $U_{шығыс} = f(I_{шығыс})$  графиктерді сызыңыз.

5.5 Бақылау және талдау:

5.5.1 Потенциометрдің әртүрлі жүктемесі үшін алынған әртүрлі қисықтарды түсіндіріңіз, тұрғызылған графиктерді талдаңыз.

5.5.2 Потенциометр радиоаппараттардың қуатын реттеу үшін қолданылады. Потенциометрдің жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.

5.5.3  $U_{\text{ШЫҒЫС}} = f(I_{\text{ШЫҒЫС}})$  графиктерін қолданып ток төменгі шамадан жоғарғы шамаға дейін өскенде шығыс кернеуі қанша шамаға төмендейтіндігін анықтаңыз.

5.5.4 Тізбекті екі жағдайда конфигурациялау үшін арналған формуланы қолданып  $R_n$  есептеңіз

$$R_n = \frac{\text{төмендету } U_{\text{ШЫҒЫС}}}{\text{жоғарлату } I_{\text{ШЫҒЫС}}}$$

5.5.5 Екі жағдайдағы тізбектің конфигурациясы үшін шығыс кернеуінің тұрақтылығын есептеңіз

$$U_{\text{тур.ШЫҒЫС}} = \frac{U_{\text{ШЫҒ.МИН.ТОК}} - U_{\text{ШЫҒ.МАКС.ТОК}}}{U_{\text{ШЫҒ.МИН.ТОК}}} \cdot 100\%$$

5.6 Бақылау сұрақтары

5.6.1 Типтік қоректендіру көзі үшін 5 тарауда алынған тұрақтандыру жоғары немесе төмен болып санала ма? Екі тізбектің конфигурациясын салыстырыңыз және түсіндіріңіз.

5.6.2 Өлшеу әдістері мен түрлері.

5.6.3 Неге потенциометр э.к.к. өлшейді, ал кернеуді ше?

5.6.4 Жалпы түрде кернеуді бөлгіштің формуласын шығарыңыз.

## 6 Лабораториялық жұмыс. Кернеу мен токты бөлгіштер

6.1 Жұмыстың мақсаты:

Кернеу мен токты бөлгіштердің жұмыс істеу принципімен танысу. Кернеу мен токты бөлу шарттарын қолданып кернеудің мәнін есептеу және өлшеу арқылы кернеуді бөлудің шартын (принцип) дәлелдеу. Кернеу мен ток бөлгіштерінің бүлінген жерін іздеп, түзету.

6.2 Жабдықтардың тізімі:

Орталық процессор PU-2000;



ЕВ-101 баспа платасы;

Мультиметр.

### 6.3 Кіріспе

Кернеуді бөлгіш дегеніміз кіріс кернеуін төменгі мәнге дейін төмендету үшін арналған кедергілер жүйесінен тұрады. Шығыс кернеуін есептеу формуласы төмендегідей

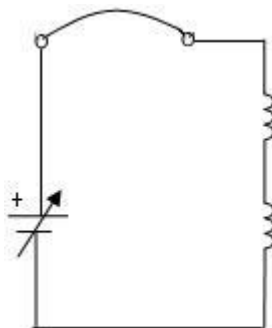
$$U_{\text{шығыс}} = \left( \frac{\text{шығ. өлш. кедергі}}{\text{тыз. жал. кед.}} \right) \cdot U_{\text{кіріс}}$$

### 6.4 Жұмысты орындау реті:

#### 6.4.1 Кернеуді бөлгіштер

6.4.1.1 ЕВ-101 түріндегі баспа платаны PU-2000 орталық процессорға қойыңыз.

6.4.1.2 Екі қоректендіру көзін 0 вольттік кернеуге қойыңыз. R<sub>7</sub> және R<sub>8</sub> резисторларын кернеу бөлгіш ретінде 1 суреттегідей жалғаңыз.



6.1 сурет – R<sub>7</sub> және R<sub>8</sub> резисторларының жалғануы

6.4.1.3 R<sub>7</sub> және R<sub>8</sub> кедергілерінің мәндерін өлшеңіз.

6.4.1.4 PS-1 қоректендіру көзін 7.5 В кернеуге қойыңыз. Мультиметрді қоректендіру көзінен кернеуді өлшеуге және R<sub>8</sub> резистордағы кернеуді өлшеуге қолданыңыз. Екі мәнді де жазыңыз.

U<sub>кіріс</sub> =

U<sub>R8</sub> =

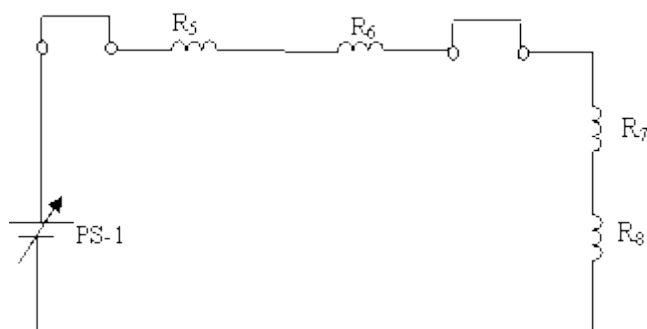
6.4.1.5 Кернеуді бөлу формуласын қолданып теориялық шығыс кернеуін есептеңіз.  $R_8$  шығыс кедергісі ретінде және  $R_7 + R_8$  жалпы кедергі ретінде қолданамыз.

$$U_{\text{есеп шығ. кер.}} = \frac{R_8}{R_7 + R_8} U_{\text{кіріс}}$$

(1)

6.4.1.6 Қоректендіру көзін 0В кернеуге қойып, тізбекті ажыратыңыз.

6.4.1.7 4 резистордан тұратын кернеу бөлгішті құрып 2 суретте көрсетілгендей тізбекті жинаңыз



6.2 сурет – Кернеу бөлгішті құратын сұлба

6.4.1.8  $R_5$  және  $R_6$  кедергілердің мәнін өлшеңіз

6.4.1.9 PS-1 қоректендіру көзін 8В қойып,  $R_8$  арқылы кернеу бөлгіштің шығыс кернеуін өлшеп, жазыңыз.

$U_{\text{кіріс}} =$

$U_{R8} =$

6.4.1.10 Кернеу бөлгіштің формуласын қолданып, кернеу бөлгіштің шығыс мәнін есептеңіз:

$$U_{\text{есеп шығ. кер.}} = \frac{R_8}{R_7 + R_8 + R_6 + R_5} \cdot U_{\text{кіріс}} \quad (2)$$

6.4.1.11 Қоректендіру көзін 0В қойып, тізбекті ажыратыңыз.

## 6.5 Токты бөлгіштер

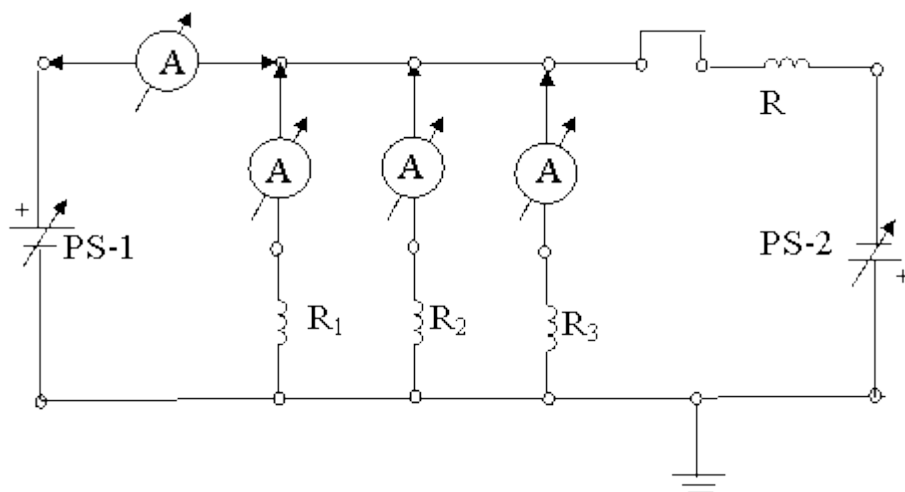
Токты бөлгіш дегеніміз кіріс тогын төменгі мәнге дейін төмендету үшін арналған кедергілер жүйесінен тұрады. Шығыс кернеуін есептеу формуласы төмендегідей

$$I_{\text{шыы}} = \frac{G_{\text{ш}}}{G_{\text{ж}}} I_{\text{кіріс}} \quad (3)$$

мұндағы  $G_{\text{ш}}$  - шығыс мәні өлшенетін өткізгіштік;

$G_{\text{ж}}$  - параллельді тізбектің жалпы өткізгіштігі.

6.5.1 Қоректендіру көзін 0В кернеуге қойып, 6.3 суретінде көрсетілгендей, 3 резистордан тұратын ток бөлгіш тізбегін қосыңыз. PS-1 қоректендіру көзін 10В кернеуге қойыңыз.



6.3 сурет – Токты бөлгішті құратын сұлба

6.5.2  $R_1$ ,  $R_2$  және  $R_3$  кедергілердің мәнін өлшеңіз.

6.5.3  $R_1$ ,  $R_2$  және  $R_3$  өткізгіштіктерін есептеңіз. Одан кейін тізбектің жалпы өткізгіштігін алу үшін қосу қажет:

$G_1 =$

$G_2 =$

$G_3 =$

$$G_{\text{жампы}} = G_1 + G_2 + G_3 \dots$$

6.5.4 Кіріс тогын өлшеп, жазыңыз  $I_{\text{кіріс}} =$

6.5.5 Формуланы қолданып  $R_1$ ,  $R_2$  және  $R_3$  шығыс тогын есептеңіз:

$$I_{\text{шығыс}} = \frac{G_1}{G_{\text{жампы}}} I_{\text{кіріс}} \quad (4)$$

6.5.6 Үш кедергі арқылы өлшенген токтың мәндері есептелген мәндерге сәйкес келетіндігін тексеріп, PS-1 қоректендіру көзін 0В қойыңыз, тізбекті ажыратыңыз.

6.6 Бақылау және талдау:

6.6.1 5, 10 және 16 бөлімде анықталған шығыс кернеуінің өлшенген және есептелген мәндері сәйкес келетіндігін анықтау және неліктен сәйкес келетіндігін түсіндіру.

6.7 Бақылау сұрақтары

6.7.1 Кернеуді бөлгіштер не үшін қолданылады?

6.7.2 Қандай жоғарғы емес жиілікте резистивті бөлгішті қолдануға болады?

6.7.3 Кернеу бөлгіш пен ток бөлгіштің сұлбаларын түсіндіріңіз.

6.7.4 Кернеуді бөлгіштердің қандай түрлері болады?

6.7.5 Кернеуді бөлгіштердің қандай сұлба түрлері болады?

### Әдебиеттер тізімі

1. Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения; учебн. Издание для ВУЗов. Л. Энергоатомиздат. 1983. – 318с.
2. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. – М.: Высшая школа, 1989. – 383с.
3. Г.Г Раннев, В.А. Суругина, В.И. Калашников.: учебник для студ. ВУЗ. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 512с.