

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ  
ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ  
ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ**

**“Телекоммуникация технологиялари  
ва касбий таълим” факультети**

**“Телекоммуникация инжиниринги” кафедраси**

**« Электр занжирлар назарияси» фанидан лаборатория  
ишлари бўйича**

**УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА**

**Фарғона-2016**

**Кафедра услубий семинарида**

**муҳокама қилинган**

**баён № \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2016**

**Факультет услубий кенгаши**

**томонидан тасдиқланган**

**баён № \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2016**

**Филиал илмий –услубий**

**кенгаши томонидан**

**тасдиқланган**

**Баён № \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2016**

Тузувчи:

У.У. Искандаров ,катта ўқитувчи,  
М.М. Халилов Г.Ф. Жўраева -  
ТАТУ Фарғона филиали  
“Телекоммуникация  
инжиниринги” кафедраси  
ассистенти

Такризчи:

Ю. Мамасодиқов -  
Фарғона Политехника Институтинин  
доценти

# 1-лаборатория иши

Ом қонунини экспериментал тасдиқи.

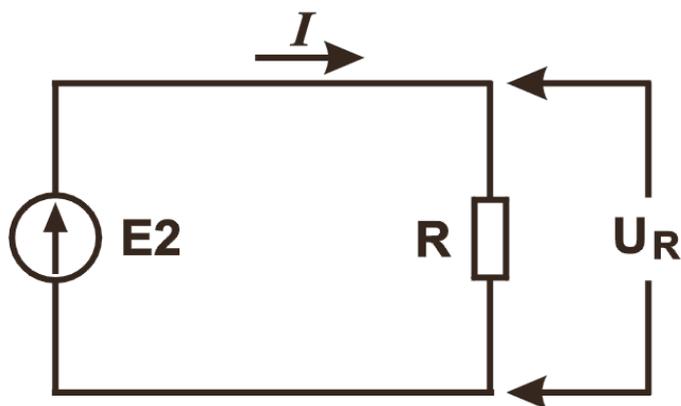
1- қисм

Ом қонунига мувофиқ ток электр зажирдаги кучланишга тўғри муносабатда, шу учаскадаги электр қаршиликка тескари боғлиқ

$$I = \frac{U}{R}$$

Ҳисоблаш қисми.

1- расмда тасвирланган схемада R резистор (қаршилик) орқали ўтатаётган ток қийматини ҳисобланг.



1- расм. Электр занжир қисмидаги ток ва кучланиш.

3 та резистр R=70 Ом, R=100 Ом, R=200 Ом қаршилик қийматлари учун ҳисоблаб чиқилади ва 5 та кучланиш манбаа қийматлари E2=2В, E2=4В, E2=6В, E2=8В и E2=10В учун ҳисоблаб чиқилади.

Ҳисобланган атижалар 1, 2 ва 3 таблицага олиб келиб тўлдирилади.

Таблица 1

R = 70 Ом резистори орқали ўтаётган ҳисобланган токнинг қиймати

U <sub>R</sub> , В	2	4	6	8	10
I, мА					

Таблица 2

R = 100 Ом резистори орқали ўтаётган токнинг ҳисобланган қиймати

U <sub>R</sub> , В	2	4	6	8	10
I, мА					

$R = 200\text{Ом}$  резистори орқали ўтаётган токнинг ҳисобланган қиймати

$U_R, \text{В}$	2	4	6	8	10
$I, \text{мА}$					

### Экспрементал қисм.

Экспрементал қисмда зарур:

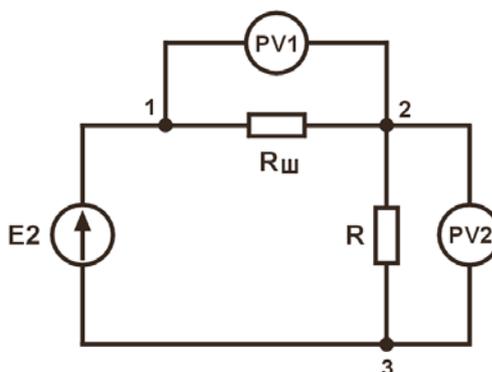
PV2 вольтметр ёрдамида  $U_R$  кучланишни ўлачаш.

PV1 вольтметри ва  $R_{ш}$  резистори ёрдамида  $I$  токни аниқлаш.

Олинган қийматларни қуйдаги формула орқали текшириб ишонч ҳосил қилинг.

$$I = \frac{U}{R}$$

2- расмда ўлчаш учун ўрнатилган принципал схема келтирилган.



2- расм. Ўлчаш учун принципал схема.

Эслатма.

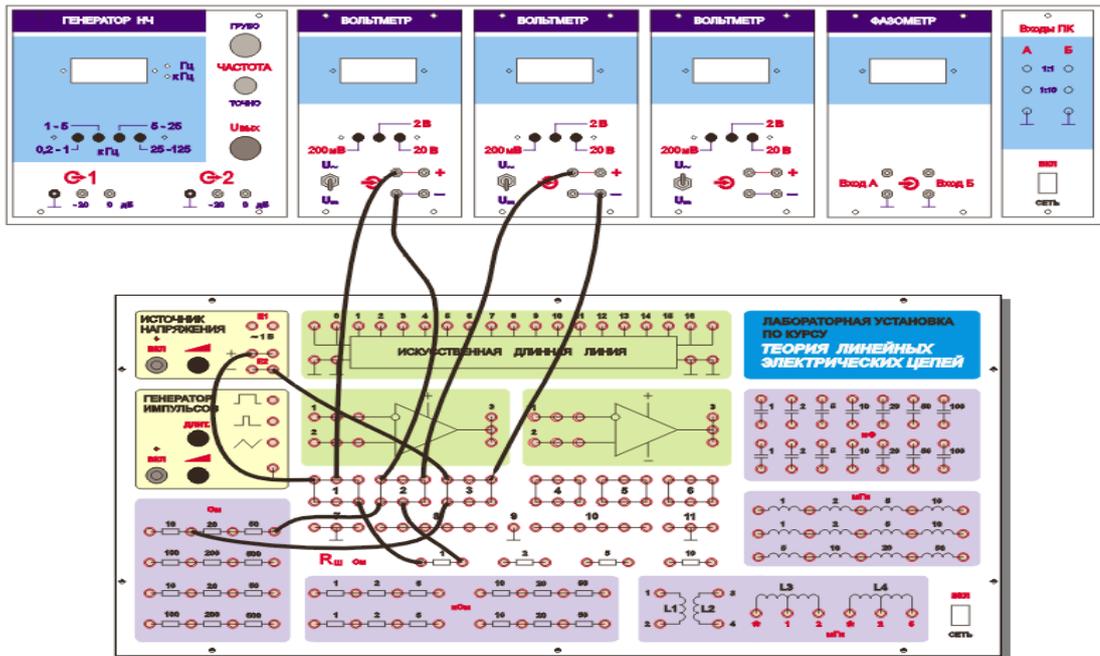
PV1 ва PV2 вольтметрларни ички қаршиликлари  $R$  ва  $R_{ш}$  резистр қаршиликларидан минг баравар кичикдир. Шунинг учун вольтметр орқали ўтаётганни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.  $R$  и  $R_{ш}$  резисторлар орқали ўтаётган  $I$  тони юқори даражадаги аниқликда ҳисоблаш мумкин. Қуйдаги муносабатдан буни ҳисоблаш мумкин.

$$I = \frac{U_{PV2}}{R_{ш}}$$

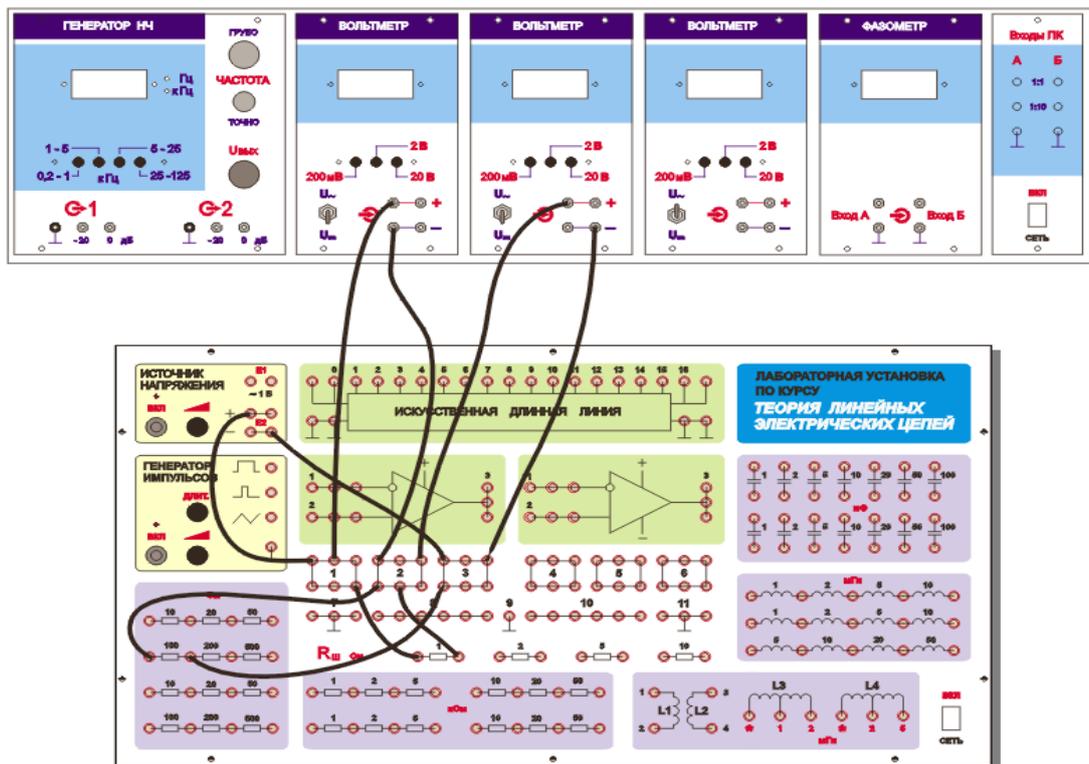
Бу ерда  $U_{PV2}$  – PV2 вольтметрни кўрсаткичи;  $R_{ш}$  –шунтланаган резисторнинг қаршилиги.

### Ўлчовларни ўтказишни тартиби.

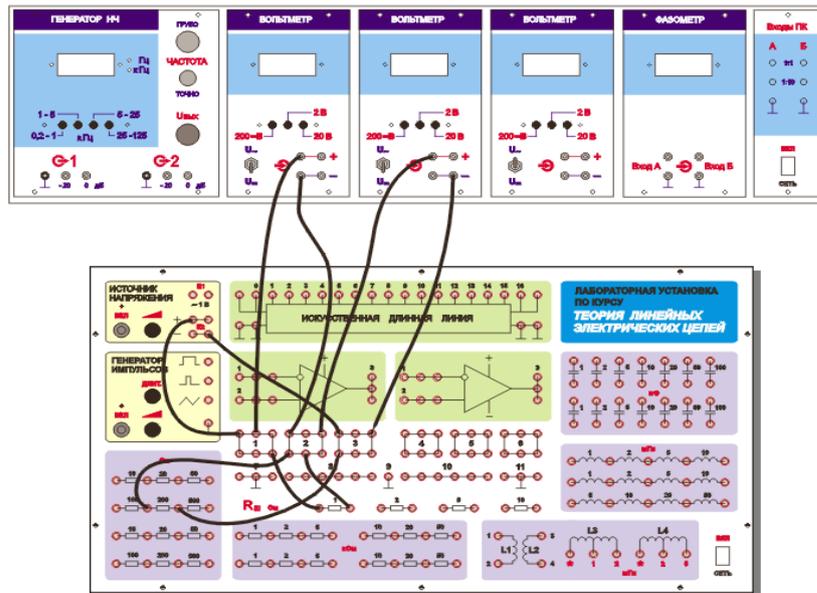
3-расмдаги ўлчаш схемаларни йиғинг.



3а- расм.  $R=70 \text{ Ohm}$  учун йиғилган схема.



3б- расм.  $R=100 \text{ Ohm}$  учун йиғилган схема.



3в- расм.  $R=200$  Ом учун йиғилган схема.

PV1 вольтметр ўлчашқўрсаткичини 200 мВ га ўрнатинг, PV2 вольтметрни қийматини 20 В га мосланг. Вольтметрни ишчи режимини тумблердан кучланишни ( $U_{\pm}$ ) доимий ҳолатига ўтказинг. E2 манбаа кучланиши чиқиш регуляторини соат стрелкасиги тескари йшнализда охиргача буранг. Ўқитувчини текширувидан сўнг йиғилган схемани ишга туширинг. E2 манбаа кучланишини ўзгартиринг,  $U_R$  кучланиш қийматларига мос равишда, 4 таблисани юқори қаторида кўрсатилган. PV1 вольтметр қийматларини ёзиб олинг. Токни қийматларини ҳисобланг ва жадвалга киритинг (протекающего в цепи).  $R_{ш}=1$  Ом қиймати учун ҳисоблансин.

4 – 6 таблицагаўқитувчи томонидан берилган топшириқларни ва олинган натижаларни киритинг.

Жадвал 4

$R = 70$  Ом резисторли схемадаги ўлчанган қийматлар.

$U_R, В$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{PV1}, В$									
$I, мА$									

Жадвал 5

R = 100 Ом резисторли схемадаги ўлчанган қийматлар

U <sub>R</sub> , В	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U <sub>PV1</sub> , В									
I, мА									

Таблица 6

R = 200 Ом резисторли схемадаги ўлчанган қийматлар

U <sub>R</sub> , В	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U <sub>PV1</sub> , В									
I, мА									

4, 5, 6 таблицалардаги маълумотлар бўйича  $I = f(U_R)$  графигини чизинг.

## 2 қисм

**Ома қонунини** қуйдаги кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$U = I \cdot R$$

Электр занжирнинг бир қисми учун кучланиш тушуви шу занжир қисмидан ўтаётган ток ва шу занжир қисмидаги қаршилик кўпайтмасига тенг.

### Ҳисоб қисми.

R резистрдаги кучланиш қийматини қайта ҳисобланг, токнинг схемада берилган қийматлари асосида, 1 расмда тасвирланган.

Қаршиликнинг иккита қиймати учун ҳисоблаб олинг  $R=300$  Ом и  $R=500$  Ом.

Ҳисоблаш учун қийматлар:

$R=300$  Ом учун ток қийматлари  $I=12,2$  мА,  $I=15,8$  мА;

$R=500$  Ом учун ток қийматлари  $I=10,2$  мА,  $I=15,3$  мА.

Олинган қийматларни 7 и 8 таблицаларга киритинг.

Таблица 7

Берилган ток қийматлари бўйича  $R=300$  Ом резистор учун ҳисоблаб олинган кучланиш қийматлари.

I, мА	12,2	15,8
U, В		

Таблица 8

Берилган ток қийматлари бўйича  $R=500$  Ом резистор учун ҳисоблаб олинган кучланиш қийматлари.

I, мА	10,2	15,3
U, В		

### Тажриба қисми

Тажриба қисмида юқорида ҳисоблаб олинган қийматларни тўғрилигини исботлашдан иборат. Бунинг учун:

4 расмдаги ўлчаш схемаларини йиғиш етарли;

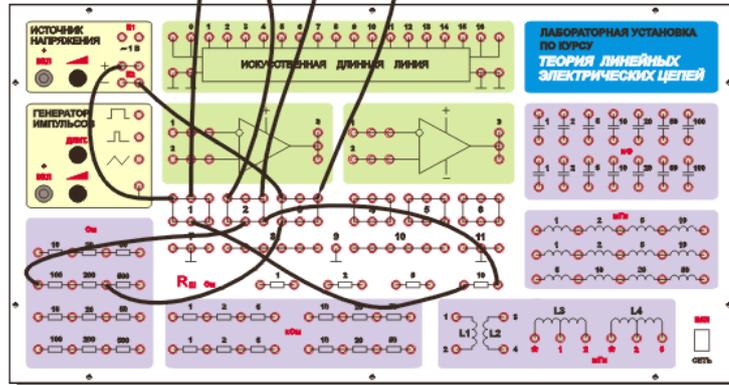
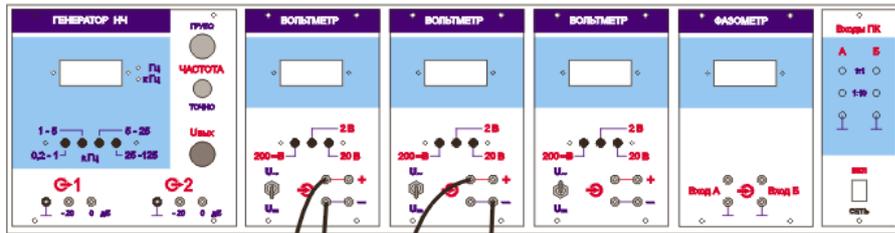
Берилган I ток қийматларин ўрнатинг;

R резистордаги кучланишни ўлчанг;

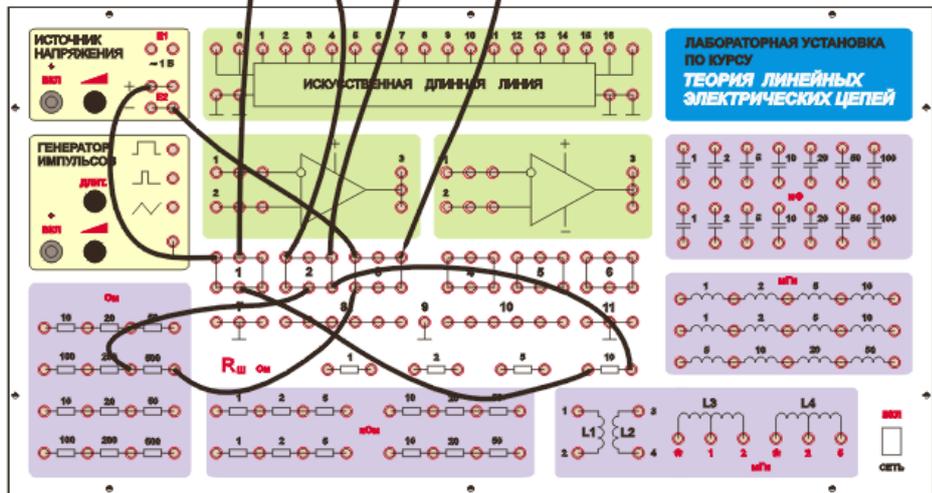
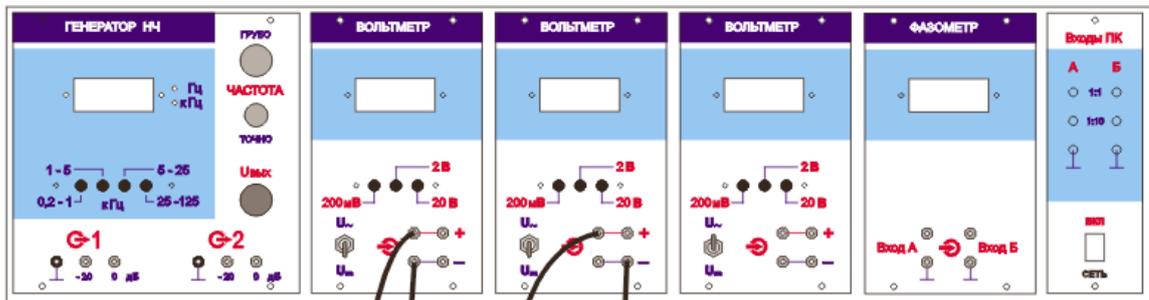
Ўлчанган ва ҳисобланган қийматларни солиштиринг

Ўлчашлар тартибига амал қилинг

4 расмда тасвирланган ўлчаш схемасини йиғинг.



4а. расм.  $R=300$  Ом учун йиғилган схема



4б расм.  $R=500$  Ом учун йиғилган схема

PV1 ўлчаш вольтметрини тугмасини 200 мВ га ўрнатинг, PV2 вольтметр тугмасини 20 В га тенглинг. Тумблердаги вольтметрни ишчи ҳолатини домий кучланишни ўлчаш ҳолатига ўзгартиринг. E2 чиқиш кучланиш манбаини регуляторини соат стрелкаси бўйича охиргача буранг. Йиғилган схемани ўқитувчига кўрсатинг. Ўқитувчини назоратидан сўнг йиғилган схемани уланг. PV1 вольтметрни кўрсаткичини ҳисобланг, токнинг мос қийматида, 7,8 таблицаларда кўрсатилган.  $R_{ш} = 10 \text{ Ом}$  учун ҳисоб қабул қилинган.

Ҳисоблаб чиқилган қийматларни 9, 10 таблицага киритинг.

Таблица 9

Ўлчаш натижалари берилган ток қийматлари бўйича схемадаги  $R=300 \text{ Ом}$  резистор учун.

I, mA	12,2	15,8
$U_{PV1}$ , V		
$U_R$ , V		

Таблица 10

Ўлчаш натижалари берилган ток қийматлари бўйича схемадаги  $R=500 \text{ Ом}$  резистор учун.

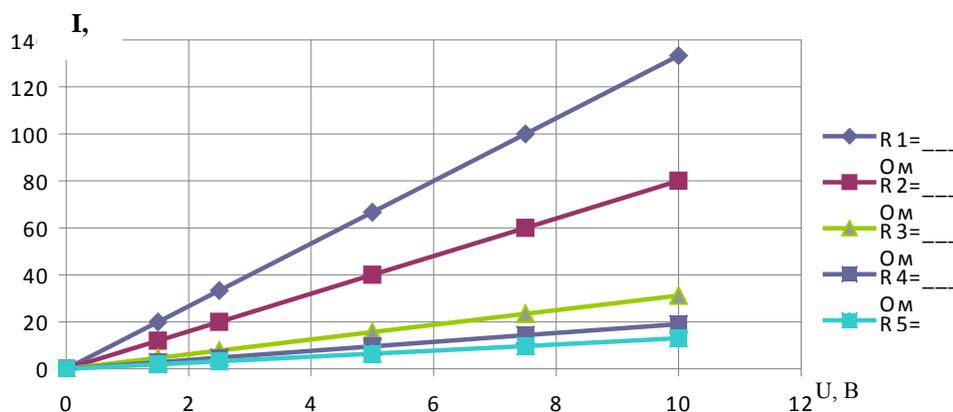
I, mA	10,2	15,3
$U_{PV1}$ , V		
$U_R$ , V		

E2 кучланиш манбаини ўзгартириб, токнинг қийматини олинг, 9 ва 10 таблицаларни юқори қаторида кўрсатилган. PV2 вольтметр кўрсатган қийматини ёзинг.

7 - 8 ва 9 – 10 таблицадаги маълумотларни солиштиринг. Ўтказилган ҳисоблар тўғрилигига ишонч ҳосил қилинг.

### Назорат саволлари.

1. График бўйича қаршилиқни аниқланг



2. 39 кОм резисторга ноаниқ кучланишли таъминот манбаи уланган. Резистор орқали 0,31 mA ток оқиб ўтмоқда. Таъминот манбаи кучланиши нимага тенг?

3. Резисторга қўйилган кучланишни камайиши ҳолатида резистордаги ток қандай ўзгаради?

4. Резистор қаршилиги камайган холатда, ўзгармайдиган қийматли кучланиш таъминот манбаига уланган, резистордаги ток қандай ўзгаради.

5. резистор орқали ўтаётган токни аниқлаш учун амперметр резисторга қандай уланган бўлиши керак. а) параллел б) кетма кет

Тўғри жавобни ёзинг.

## № 2 лаборатория иши.

**Мавзу: Кетма - кет ге занжирда гармоник тебранишлар режимини тахлил этиш.**

Электр занжирдаги комплекс қаршилиқ

$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi} ,$$

Бу ерда  $Z$  – комплекс қаршилиқни модкли,  $\varphi$  - комплекс қаршилиқни аргументи.

Занжирдаги комплекс қаршилиқни алгебрик кўринишини қуйдагича ёзиш мумкин.:

$$Z = R + jX ,$$

Бу ерда  $R$  – қаршилиқни актив ташкил этувчиси;  $X$  – қаршилиқни реактив ташкил этувчиси.

$$R = Z \cos\varphi ; X = Z \sin\varphi ;$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \varphi = \arctg \frac{X}{R}$$

Идиал резисторнинг комплекс қаршилиги  $\underline{Z}_R = R$  хақиқий бўлади.. унинг аргументи нольга тенг.

Идеал сифимнинг  $C$  комплекс қаршилигини сон қиймати мнумими -  $90^\circ$  аргументида эришади.

$$Z_C = -j X_C ,$$

Бу ерда  $X_C$  - сифим қаршилиги, частотага тескари боғланган:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

### Ҳисоблаш қисми.

Электр занжирлар учун, 1 расмда тасвирланган, топшириқ:

$U_G$  генератор кучланиши

$F$  частота генератори;

R резистор қаршилиги;

C конденсаторни сиғими.

Ҳисобланг:

Занжирдаги ток қийматини аниқланг;

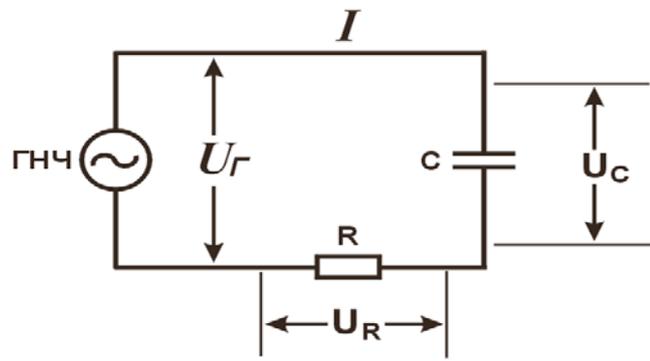
$U_{\Gamma}$  кучланиш ва  $I$  тоқлар орасидаги фаза силжишини;

$U_R$  резистордаги кучланишни.

$U_C$  конденсатордаги кучланишни.

Ҳисоблаш натижаларини 1 таблицага киритинг.

Вектор диаграммасини қуринг, қуйдаги ифодалар ёрдамида  $I$ ,  $U_R$ ,  $U_C$ ,  $\varphi$ .



1 расм. Кетма кет RC занжирни параметрини ҳисоблаш учун схема

RC-занжирни параметрини ҳисобланг, бунда  $U_{\Gamma} = 3\text{В}$ ,  $R = 5\text{кОм}$ ,  $C = 5\text{нФ}$   
таблица

F, кГц	0,5	1	2	5	10	20	50
I, mA							
$\varphi$ , град.							
$U_R$ , В							
$U_C$ , В							

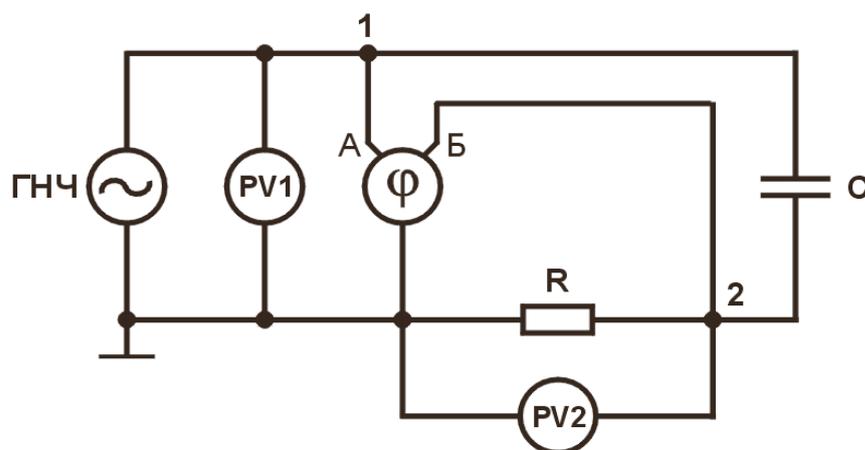
## Тажриба қисми.

Тажриба қисмига керак:

- Занжирдаги RC элементдаги кучланишни ўзгартириш бунда частота генераторини қийматларини ҳар хил ( $R$  ва  $C$  доимий);
- Занжирдаги RC кучланиш ва RC тоқлари орасидаги фаза силжишини ўлчанг бунда частота генераторини қийматлари ҳар хил ( $R$  ва  $C$  доимий);
- Тажрибадан олинган натижаларни билан ҳисобланганларни солиштириш ва ўтказилган ҳисоблар тўғрилигига ишонч ҳосил қилинг;
- RC элементла занжирдаги кучланишни ўзгартириш бунда  $R$  ва  $C$  қийматлари ҳар хил (частота генератори ўзгармас);
- $R$  ва  $C$  ларни ҳар хил қийматларида RC занжири кучланиши ва RC занжири тоқлари орасидаги фаза силжишини ўлчанг (частота генератори қиймати ўзгармайди).

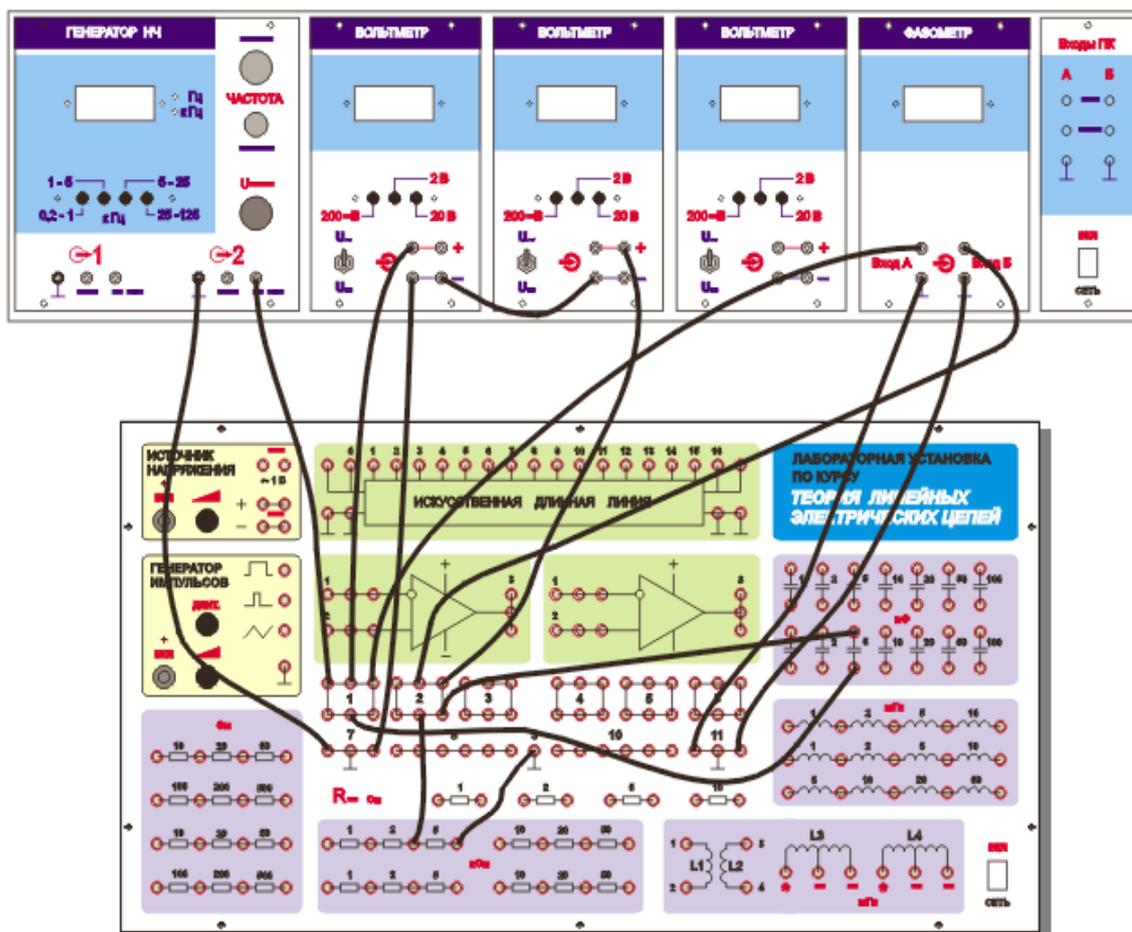
2-расмда ўлчашни амалга ошириш принципал схемаси тасвирланган. НЧ генератори гармоник тебраниш манбаидир ( $G2$  чиқиши «0 дБ»).  $U_G$  генератор чиқишидаги кучланишни ўлчаш учун PV1 вольтметри қўлланилади.  $U_R$  резистордаги кучланишни PV2 вольтметрда ўлчанади. занжирдаги ток куйдаги йўл билин аниқланади.

$$I = \frac{U_R}{R}$$



2-расм. Ўлчашни амалга ошириш принципал схемаси.(1- вариант)

3- расмда тасвирланганидек схема элементлари йиғилади.



3-расм.Элементларни ўзуро боғланган схемаси.(1-вариант).

PV1 вольтметр приделени 20 В га ўрнатиш. PV2 вольтметрини ҳам 20 В га мосланг (ўлчашни ўтказиш жараёнида башкага ўзгартириш мумкин). Вольтметр тумблерини ишчи режимини ўзгарувчан кучланишни ўлчаш холатига ўтказинг ( $U_{\text{н}}$ ). НЧ чиқиш кучланиш генератори соат стрелкасига қарши охиригача буранг. Йиғилган схемани ўқитувчига текширтиринг. Ўқитувчи текширувидан сўнг йиғилган схемани ёқинг.

НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_{\Gamma} = 3 \text{ В}$  га тенглаб ўрнатиш. Бу қиймат охиригача ўзгармас.

2- жадвалда келтирилган қийматлар бўйича генератор частоталарини ўрнатиш,  $\varphi_1$  фазаметр ва PV2 қолтметр кўрсаткичларини 2- жадвалга киритинг. I ток қийматини ҳисобланг ва уни 2- жадвалга киритинг.

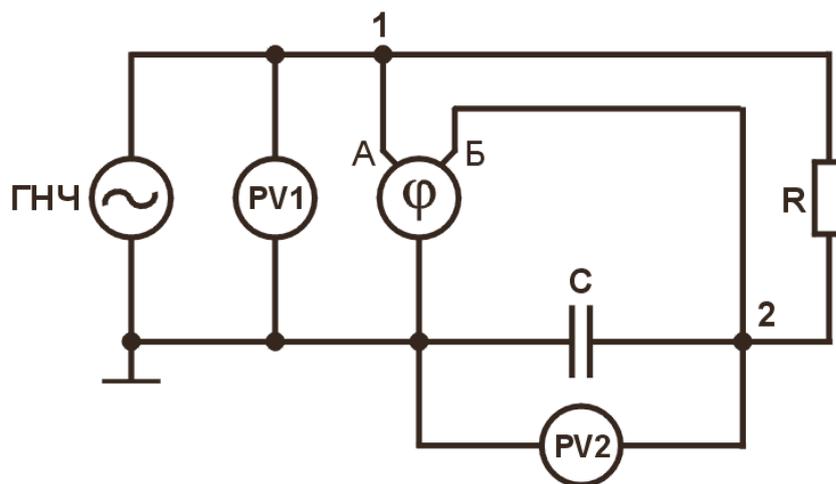
2-жадвал.

RC параметрли занжир қийматлари,  $U_{\Gamma} = 3 \text{ В}$  ,  $R = 5 \text{ кОм}$  ,  $C = 5 \text{ нФ}$ .

$F$ , кГц	0,5	1	2	5	10	20	50
$U_R$ , В							
$I$ , мА							
$\varphi_1$ , град.							
$U_C$ , В							
$\varphi_2$ , град.							

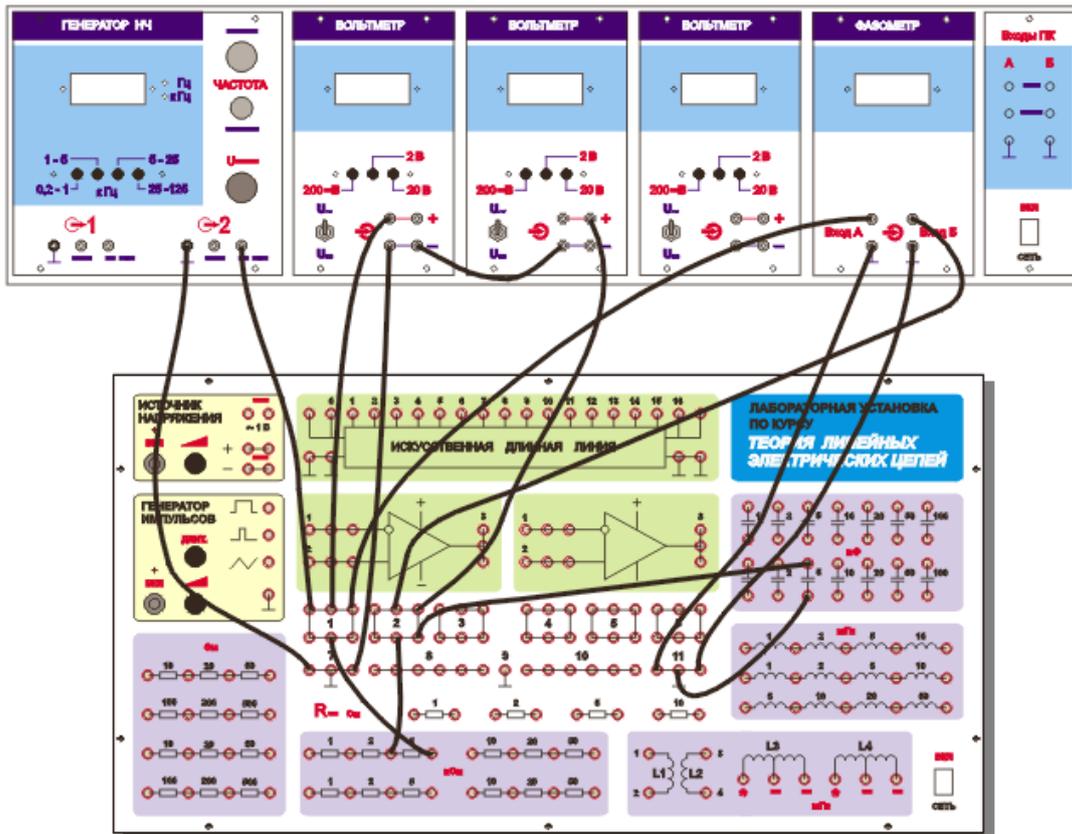
НЧ генератор чиқиш кучланиши созлагичини ўлчашлар охирида соат стрелкасига қарама қарши охиригача бураб қўйинг.

Конденсатордаги  $U_C$  кучланиш қийматини олиш учун 4- расмга мувофиқ ўлчаш схемасига ўзгартириш лозим. Бу занжирдаги режим ўзгармайди, лекин PV2 вольтметри конденсатордаги кучланишни кўрсатади, фазаметр эса – генератор чиқишидаги кучланиш билан конденсатордаги кучланиш орасидаги фаза силжишини кўрсатади.



4-расм. Ўлчашларни ўтказиш принципиал схемаси.

Элементларининг уланган схемаси 5-расмда тасвирлангандек ўрнатилади.



5-расм. Ўрнатилган элементларнинг уланган схемаси.

Йиғилган схемалар ўқитувчи текширувидан сўнг НЧ генератор чиқиш кучланиши НЧ  $U_{\Gamma} = 3 \text{ В}$  га ўрнатилади. Бу қиймат охиригача ўзгармас.

2- жадвалда келтирилган қийматлар бўйича генератор частоталарини ўрнатиш,  $\phi_1$  фазаметр ва PV2 вольтметр(конденсатордаги кучланиш -  $U_C$ ) кўрсаткичларини 2- жадвалга киритинг.

НЧ генератор чиқиш кучланиши созлагичини ўлчашлар охирида соат стрелкасига қарама қарши охиригача бураб қўйинг.

1 ва 2- жадвал қийматларини солиштиринг. Олинган қийматларни олдин амалга оширилган ҳисоблар билан текширинг.

Занжирдаги  $5 \text{ нФ}$  ли конденсаторни ўрнига  $10 \text{ нФ}$  ли конденсаторни уланг. НЧ генератори частотасини  $F = 5 \text{ кГц}$  га ўрнатиш. НЧ генератори чиқиш кучланишин  $U_{\Gamma} = 3 \text{ В}$  га ўрнатиш. PV2 вольтметри ва фазаметр кўрсаткичларини 3-жадвалда ёзиб қўйинг.  $I$  ток қийматини ҳисобланг ва 3-жадвалга киритинг.

НЧ генератори чиқиш кучланиши регуляторини соат стрелкасига қарама қарши йўналишда охиригача буранг.

Занжирга 10 кОм резистор ва 5 нФ.конденсаторни уланг.

Таблица 3

Хар хил R ва C қийматли ва  $F_{\Gamma} = 5$  кГц бўлганда тажриба натижаларини олинг, Значения параметров RC - цепи, полученные в результате эксперимента, при  $F_{\Gamma} = 5$  кГц и различных R и C

	R = 5 кОм C= 10 нФ	R= 10 кОм C= 5 нФ
$U_R$ , В		
I, mA		
$\varphi_1$ , град.		
$U_C$ , В		
$\varphi_2$ , град.		

Чиқиш кучланиш генератори НЧ ни  $U_{\Gamma} = 3$  В созланг. 3 таблицага PV2 вольтметр ва фазометрни қийматларини ёзиб олинг. I ток қийматини ҳисобланг ва 3 таблицага киртинг.

Вернитесь к схеме измерений согласно рис. 2 и 3.

R= 10 кОм ,C = 5 нФ бўлганда ўлчашни ўтказинг. Натижаларни 3 таблицага киритинг..

R= 5 кОм , C = 10 нФ бўлганда ўлчашни ўтказинг. Натижаларни 3 таблицага киритинг.

3 таблицадан тажриба натижаларини 2 таблицадаги қийматлар билан солиштиринг, мос равишда частота 5 кГц. Керакли хулосаларни чиқаринг.

## Назорат саволлари

1. Қандай ток ва кучланиш гармоник дейилади. Унинг параметрик характеристикалари қандай?
2. Даврий тебранишли таъсир этувчи ток қиймати (кучланиш) нима дейилади? Гармоник ток ва кучланишни таъсир этувчи қиймати нимага тенг.
3. Гармоник ток ва кучланиш қиймати резистордаги қаршилиққа қандай муносабатда боғланган?
4. Как сдвинуты по фазе ток и напряжение на резистивном сопротивлении, на емкости?
5. Что называют векторной диаграммой цепи? Каковы правила построения векторных диаграмм RC - цепи?
6. Что такое емкостное сопротивление? Как оно связано с комплексным сопротивлением емкости?
7. Как зависит реактивное сопротивление емкости от частоты?
8. Что называют полным сопротивлением цепи? Как рассчитать полное сопротивление RC - цепи?

### 3-лаборатория иши.

## КЕТМА КЕТ УЛАНГАН RL – ЗАНЖИРИДА ГАРМОНИК ТЕБРАНИШ РЕЖИМИНИ ҶРГАНИШ.ЭЛЕКТР ЗАНЖИРИНИ КОМПЛЕКС ҚАРШИЛИГИ

$$\underline{Z} = Z e^{j\varphi}$$

Бу ерда  $Z$  – комплекс қаршиликнинг модели  $\varphi$ -комплекс қаршиликнинг аргументи.

Занжирнинг комплекс қаршилигини алгебрик кўринишда келтириш мумкин.

$$Z = R + jX,$$

Бу ерда  $R$  – актив қаршилик  $X$  реактив қаршилик.

$$R = Z \cdot \cos \varphi ; \quad X = Z \cdot \sin \varphi ;$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \varphi = \arctg \frac{X}{R}$$

Идеал резисторнинг комплекс қаршилиги  $\underline{Z}_R = R$  бўлади.

Унинг аргументи нольга тенг.

С идеал сиғимнинг комплекс қаршилиги  $+90^\circ$  аргументли хақиқий мавхум сон бўлади.

$$Z_L = jX_L,$$

Бу ерда  $X_L$  - индуктив қаршилик, частотага тўғри пропорциональ.

$$X_L = \omega L$$

Идеал индуктив қаршилигининг тушуви унинг реактив қаршилигига тенг.

$$X = X_L$$

Реал катушкаларла ток оқиб ўтганда энергия сочилади. реал катушкаларда энергия йўқотилишини ўриндошликнинг кетма кет уланган схемаси орқали хисобга олиш мумкин . бундай схемаларда идеал индуктив  $L$  ва йўқотишлар резистор қаршилиги  $R_L$  кетма – кет уланади. бундан ташқари шунга кўра реал индуктив катушкада комплекс қаршилиги нафақат мавхум қисми билан, лекин ва моддий қаршилиги

$$Z_L = R_L + jX_L$$



1-Расм. реал индуктив ғалтак алмашини схемаси.

хисоб қисми

электр занжир учун 2- расмда тасвирланган. топшириқ:

$u_r$  генератор кучланиши;

$F$  частота генератори;

$R$  резистор қаршилиги;

$L$  ғалтак индуктивлиги;

Хисоблансин

занжирда таъсир этувчи ток қиймати.

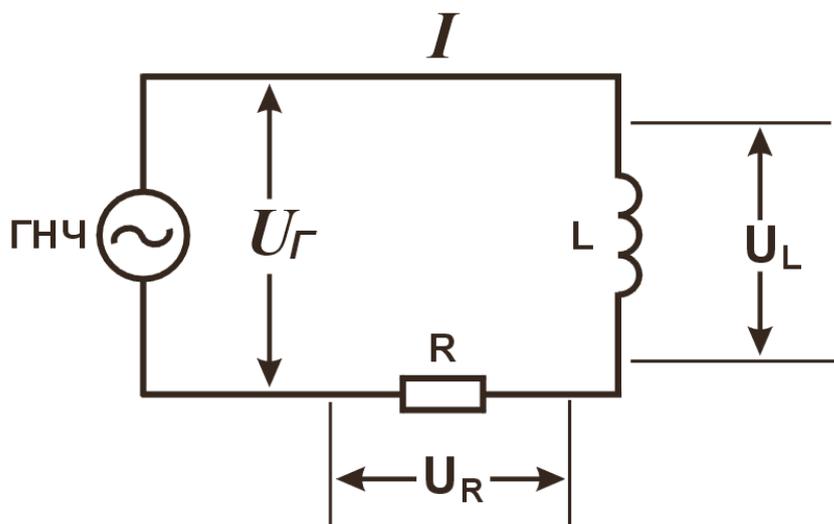
$U_G$  кучланиши ва  $I$  токлари орасидаги фаза

$U_R$  резистордаги кучланиш;

$U_L$  ғалтакдаги кучланиш.

Олинган натижаларни 1-таблицага киритинг.

Вектор диаграмма тузилсин,  $U$ ,  $I$ ,  $U_R$ ,  $U_L$ ,  $\phi$  қуйдагиларда акс эттиринг.



2-расм. Кетма – кет RL занжири параметрларини хисоблаш схемаси.

1-жадвал.

RL занжири параметрларини хисоблашда  $U_G = 1 \text{ В}$ ,  $R = 50 \text{ Ом}$ ,  $L = 20 \text{ мГн}$

F, кГц	0,5	1	2	5	10	20	50
I, mA							
$\phi$ , град.							
$U_R$ , В							
$U_L$ , В							

### Экспериментал қисм.

Экспериментал қисмига зарур;

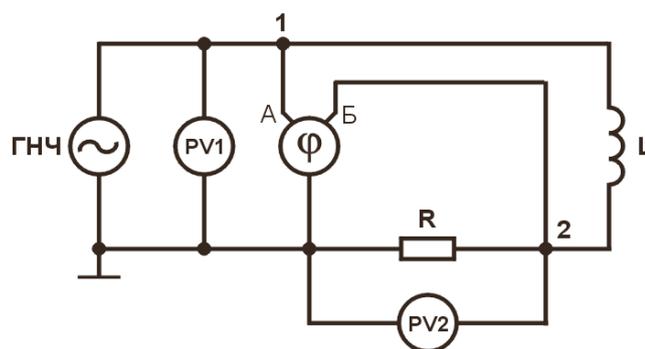
В экспериментальной части необходимо:

- Частота генераторини хар хил қийматларида ( $R$  ва  $L$  доимий) RL элементли занжирдаги кучланишни ўлчанг;
- Частота генераторини хар хил қийматларида ( $R$  ва  $L$  доимий) RL элементли занжирдаги кучланиш ва ток орасидаги фаза силжишини ўлчанг.
- Тажрибада олинган натижалар билан хисобланган қийматларни солиштиринг ва тўғрилигига ишонч хосил қилинг;
- $R$  ва  $L$  хар хил қийматларида (частота генератори ўзгармас) RL элементли занжиридаги кучланишни ўлчанг;

- RваLхар хил қийматларида (частота генератори ўзгармас) RLэлементли занжиридаги кучланиш билан ток кучи орасидаги фаза силжишини ўлчанг.

Расмда ўлчашни ўтказиш принципал схемаси келтирилган. НЧ генератори гармоник тебранишлар манбаи ҳисобланади.(чиқишG1 «0 дБ»).PV1 вольтметри  $U_{Г}$ генератори чиқишидаги кучланишни ўлчаш учун фойдаланилади. PV2 вольтметрда резистордаги  $U_{R}$ кучланиш ўлчанади. Занжирдаги ток ҳисоблаш орқали топилади.

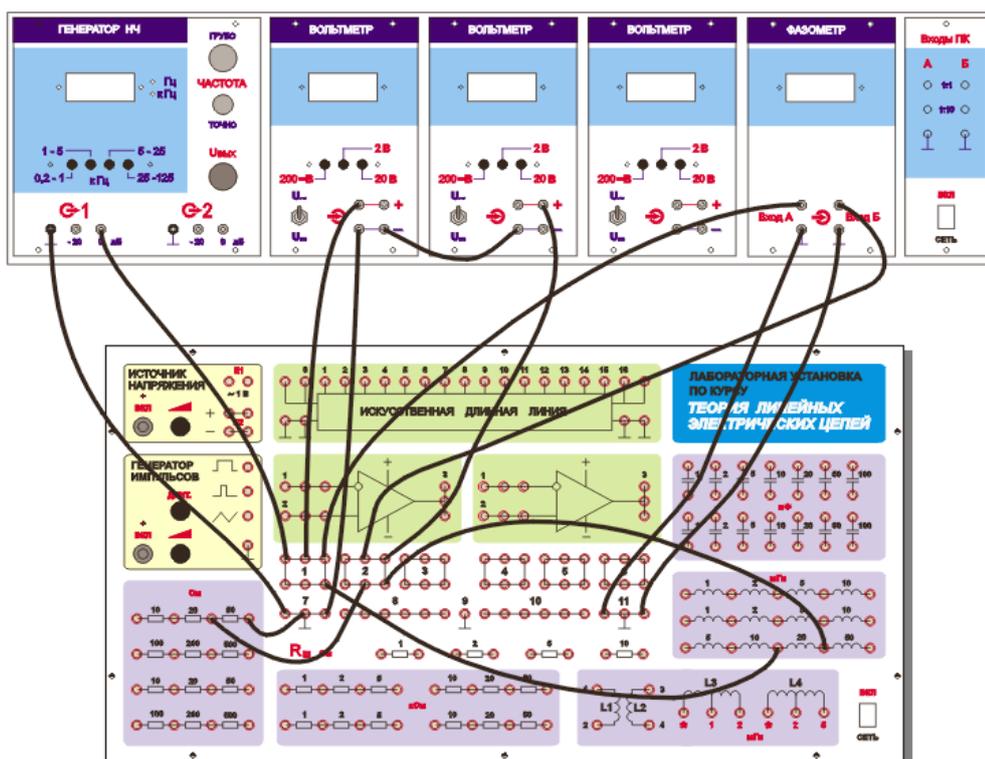
$$I = \frac{U_R}{R}$$



3. расм ўлчашларни ўтказиш принципал схемаси (1 вариант)

4 расмда элементларни йиғиш схемаси тасвирланган. Кучланишни ўлчашдаги хатолик энг кам бўлиши учун, қуйдаги PV1 ва PV2 вольтметрларни “минуси” умумий нуқта «⊥»га уланади.

PV1 вольтметрни ўлчаш кўрсаткичини 2 В га.PV2 вольтметрни мосланг (ўлчашни ўтказиш жараёнида бошқа ҳолатга ўзгартириш мумкин).Тумблерни кучланиш ишчи режими ҳолатини ўзгарувчан кучланиш ( $U_{\sim}$ ) ҳолатини ёқинг. НЧ кучланиш генератори чиқиши регуляторини соат стрелкасига қарама қарши ҳолатда охиригача буранг. Йиғилган схемани ўқитувчига текширтинг.ўқитувчини назоратидан сўнг йиғилган схемани манбага уланг.



4.расм. Йиғилган элементларни ўрнатиш схемаси (1 вариант)

НЧ генераторини чиқиш кучланишини  $U_{\Gamma} = 1$  В мосланг. Бу қиймат катталиги тажриба охиригача ўзгармас қолади.

2 таблицада келтирилган частота генератори етарли қийматларини ўрнатиш, PV2 вольтметр ва  $\phi_1$  фазаметр қийматлари 2 таблицага киритинг. I ток қийматини ҳисоблаб топинг ва 2 чи таблицага киритинг.

Таблица 2

Олинган тажриба натижалари, RL параметр қийматли занжир

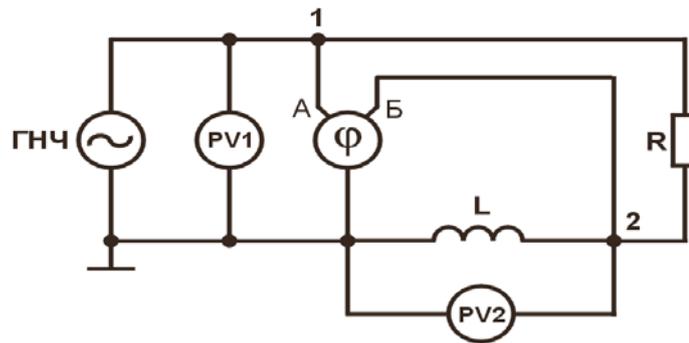
бунда  $U_{\Gamma} = 1$  В ,  $R = 50$  Ом ,  $L = 20$  мГн

F , кГц	0,5	1	2	5	10	20	50
$U_R$ , В							
I , мА							
$\phi_1$ , град.							
$U_L$ , В							

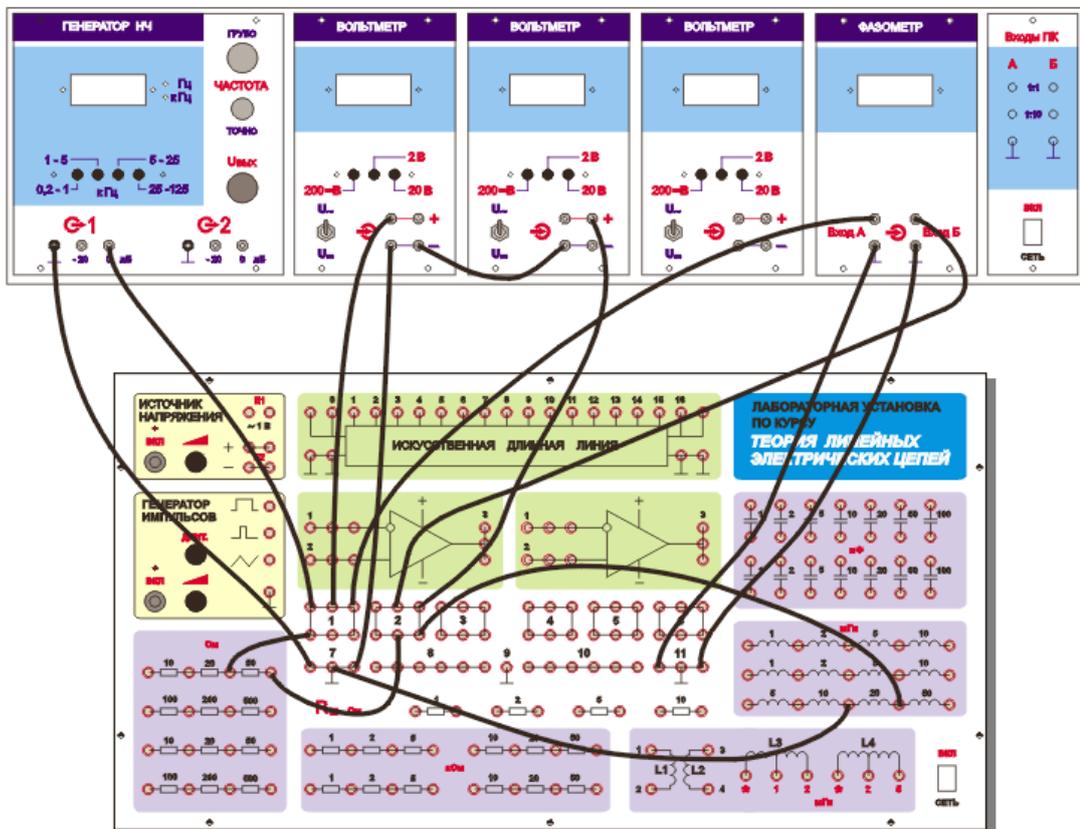
$\Phi_2$ , град.							
------------------	--	--	--	--	--	--	--

Ўлчашлар охирида НЧ генератор чиқиш кучланиши регуляторини соат стрелкасига карши йўналишда охиргача буранг.

Ғалтакдаги  $U_L$  кучланиш қийматини олиш учун ўлчаш лозим, 5 расмда ўлчаш схемаси етарли. Бунда занжир режими ўзгармайди, лекин PV2 вольтметри индуктив ғалтакдаги кучланиш қийматини кўрсатади, фазаметр эса генератор чиқиш кучланиш билан ғалтакдаги кучланиш орасидаги фаза силжиши. 6 расмда йиғилган элементлар схемаси тасвирланган.



5. расм. Ўлчашларни ўтказиш принципал схемаси келтирилган. (вариант 2)



6. Расм.Йиғилган элементларни ўрнатиш схемаси (вариант 2)

Ўқитувчини назоратидан сўнг йиғилган схемани НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_{\Gamma} = 1 \text{ В}$  га ўрнатинг. Тажриба охиригача бу қиймат катталиги ўзгармай қолади.

2 таблицада келтирилган частота генератори мос қийматларини ўрнатинг, олинган  $U_L$  (PV2 вольтметр кўрсаткичлари бўйича ) ва  $\phi_2$  фазаметр қийматларни 2 таблицага киритинг.

Ўлчашлар тугагандан сўнг НЧ генератор чиқиш кучланишини соат стрелкасига қарши охиригача буранг.

1 ва 2 таблицаларни таққосланг. Бўлиши мумкин бўлган фарқларни тушунтиринг.

Занжирдаги 20 мГн индук ғалтак ўрнига 10 мГн индуктив ғалтак уланг.

НЧ частота генераторини  $F = 5 \text{ кГц}$  га ўрнатинг. НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_{\Gamma} = 1 \text{ В}$  га ўрнатинг. PV2 ва фазаметр қийматларини 3 таблицага киритинг. I ток қийматларини ҳисоблаб чиқинг ва 3 таблицага киритинг.

НЧ генератор чиқиш кучланиши регуляторини соат стрелкасига қарши йўналишда охиригача буранг.

Занжирга 100 Ом ва 20 мГн индуктив ғалтакни уланг.

НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_{\Gamma} = 1 \text{ В}$  га ўрнатинг. PV2 вольтметр ва фазометр қийматларини 3 таблицага киритинг. I ток қийматларини ҳисоблаб чиқинг ва 3 таблицага киритинг.

Таблица 3

Значения параметров RL - цепи, полученные в результате эксперимента

при  $F_{\Gamma} = 5 \text{ кГц}$  и различных  $R$  и  $L$

	$R = 50 \text{ Ом}$ $L = 10 \text{ мГн}$	$R = 100 \text{ Ом}$ $L = 20 \text{ мГн}$
$U_R, \text{ В}$		
$I, \text{ мА}$		
$\phi_1, \text{ град.}$		
$U_L, \text{ В}$		

$\Phi_2$ , град.		
------------------	--	--

Вернитесь к схеме измерений согласно рис. 3 и 4.

Проведите измерения при  $R = 100 \text{ Ом}$ ,  $L = 20 \text{ мГн}$ . Результаты занесите в таблицу 3.

Проведите измерения при  $R = 50 \text{ Ом}$ ,  $L = 10 \text{ мГн}$ . Результаты занесите в таблицу 3.

Результаты эксперимента из таблицы 3 сравните с данными из таблицы 2, соответствующими частоте 5 кГц. Сделайте необходимые выводы.

### Контрольные вопросы

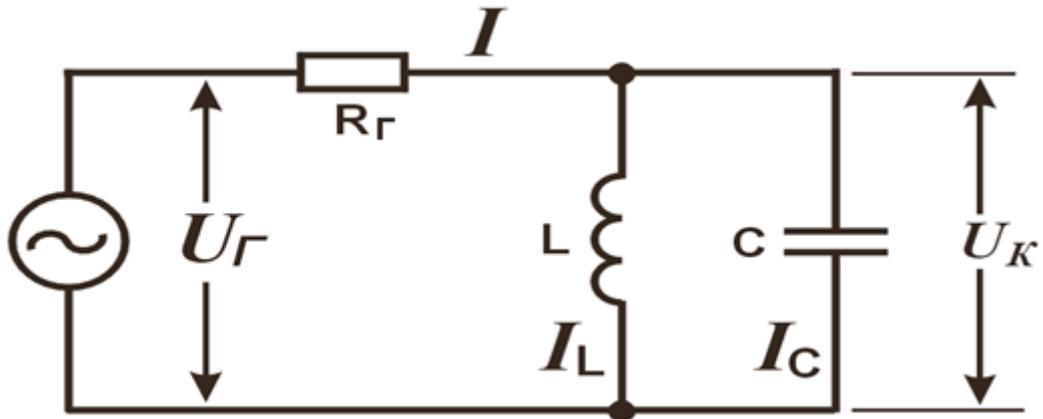
1. Какие токи и напряжения называются гармоническими? Какими параметрами они характеризуются?
2. Что называют действующим значением тока (напряжения) периодического колебания? Чему равно действующее значение гармонического тока или напряжения?
3. Какими соотношениями связаны значения гармонического тока и напряжения на резистивном сопротивлении, на индуктивности?
4. Как сдвинуты по фазе ток и напряжение на резистивном сопротивлении, на индуктивности?
5. Что называют векторной диаграммой цепи? Каковы правила построения векторных диаграмм RL - цепи?
6. Что такое индуктивное сопротивление? Как оно связано с комплексным сопротивлением индуктивности?
7. Как зависит реактивное сопротивление индуктивности от частоты?
8. Что называют полным сопротивлением цепи? Как рассчитать полное сопротивление RL - цепи?
9. Как учитываются потери энергии в реальной катушке индуктивности при проведении расчетов?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Тема: ПАРАЛЕЛ ТЕБРАНAYOTGAN KONTURNI KUZATISH

Paraleltebranmakonturdatoklarningrezonansixosilbo'ladi. Toklarningrezona sikuzatilayotgan  $f_0$ , lichastotanirezonsli deb ataladi.

Birinchirasmda. Parallel tebranmakonturning L va C reaktivelementlaribilansxemasikeltirilgan. Rezistor  $R_{\Gamma}$  generatorningichkiqarshiligi.



1-rasm.PARALEL TEBRANMAKONTUR

Yo'qotishsizkonturuchunyokikamroqyo'qotishlikonturuchunrezanslichast otanitenglamasiketma-ketlikonturbilanmoskeladi

$$\omega_p = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} .$$

RezanslichostatadagiKonturningekvivalentqarshiligiyo'qotishlarbilan

$$R_{0\exists} = \frac{\rho^2 + R^2}{R} ,$$

Bu yerda R – yo'qotishlarningumumiyqarshiligi.

Yo'qotishsiz ideal konturuchun  $R_{0\exists} = \infty$

.Kamy'o'qotishlikonturuchun  $R_{0\exists} \approx \frac{\rho^2}{R} = Q^2 R = Q\rho = \frac{L}{RC} .$

RezansdagiТок в неразветвленной части цепи при резонансе

$$I_0 = \frac{U}{R_{0\exists}} = \frac{U}{Q^2 R} .$$

Rezonans holatida konturning haqiqiy tok qiymatlari.

$$I_{L0} = I_{C0} = \frac{U}{\rho} = \frac{U}{Q \cdot R} .$$

Rezananspaytidakonturdatokzanjirningtarmoqlanmaganqismidanko'ra Q martako'pbo'ladi.

Paralelkonturnningrezonanshususiyatgakonturulangangeneratorningichkiqarshiligio'ztafiriniko'rsatadi. Generatorningichkiqarshiliktafirinibaholashuchunkonturningekvivalentishonchliligiqo'llaniladi.

$$Q_{\text{э}} = \frac{Q}{1 + \frac{R_{0\text{э}}}{R_{\Gamma}}}$$

Absolyutvanisbato'tkazishchizig'i

$$\Delta f_A = \frac{f_0}{Q_{\text{э}}} = \frac{f_0}{Q} \cdot \left( 1 + \frac{R_{0\text{э}}}{R_{\Gamma}} \right)$$

$$\delta f_0 = \frac{\Delta f_A}{f_0} = d \cdot \left( 1 + \frac{R_{0\text{э}}}{R_{\Gamma}} \right) .$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki bir xil ishonchlilik bilan parallel tebranma kontur umumiy holatda ketma-ket tebranma konturdan kengroq o'tkazgich chizig'iga ega. Faqat  $R_{\Gamma} = \infty$  ularning o'tkazgich chizig'i teng.

АЧХ параллельного контура относительно напряжения на контуре  $U_K$ , нормированного к напряжению на контуре при резонансе  $U_{KP}$  ,

$$\frac{U_K}{U_{KP}}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_{\text{э}}^2 \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2}} .$$

Parallel tebranma konturning FCHX

$$\varphi(\omega) = \arctg \left[ Q_{\text{э}} \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right) \right] .$$

## Xisoblashqismi

$L= 10 \text{ мГн}$ ,  $C= 10 \text{ нФ}$ ,  $R= 10 \text{ Ом}$  ,  $R_{\Gamma}= 10 \text{ кОм}$  ,bo'lgan paralel tebranma kontur uchun quyidagilarni xisoblang: Shaxsiy aylanma  $\omega_0$  vasiklik  $f_0$  chastotani добротность  $Q$ , эквивалентную добротность  $Q_{\text{Э}}$ , характеристическое сопротивление  $\rho$  и полосу пропускания  $\Delta f_{A0,707}$  на уровне 0,707 . Xisoblangan natijani 1- jadvalga kiriting .

jadval 1

Paralel tebranma konturning xisoblash parametrlari

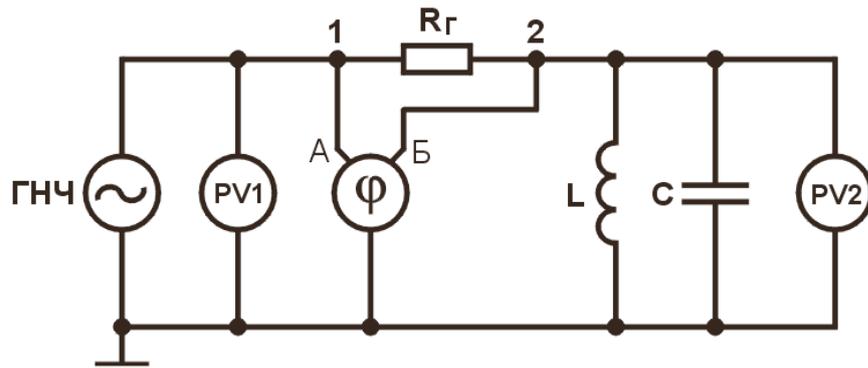
L, мГн	C, нФ	R, Ом	R <sub>Г</sub> , кОм	$\omega_0$ , рад/с	$f_0$ , кГц	Q	Q <sub>Э</sub>	$\rho$ , Ом	$\Delta f_{A0,707}$
10	10	10	10						

## Ekspereimental qism

Ekspereimental qismida quyidagilar zarur :

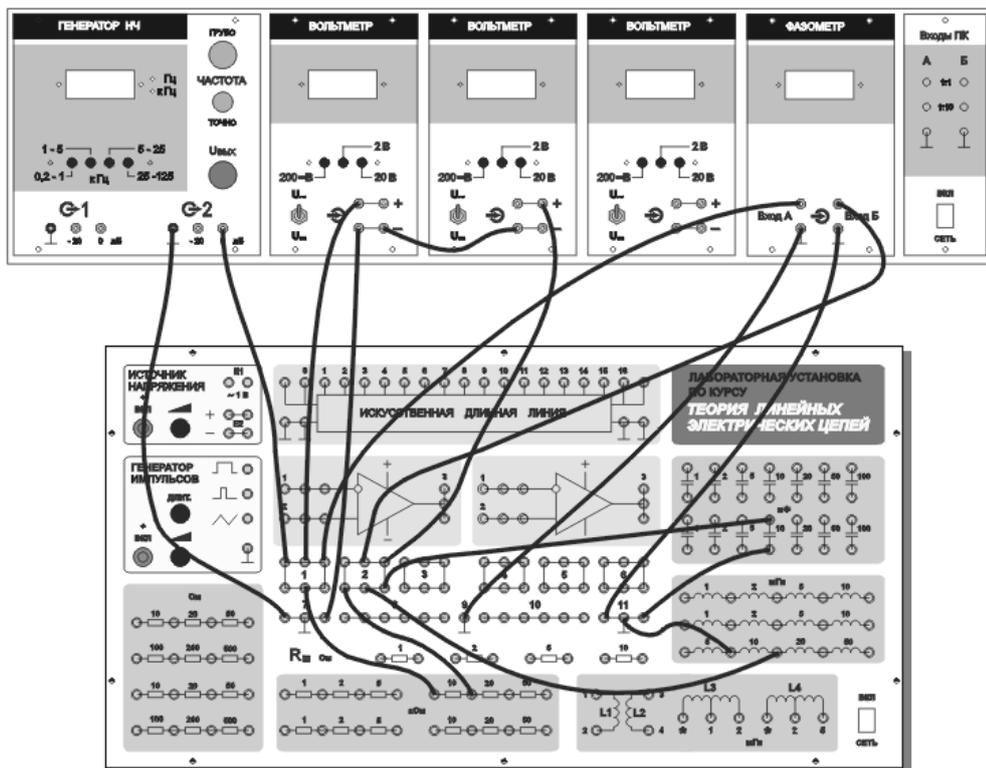
- $f_0$  Rezonans chastotasini va  $\Delta f_{A0,707}$ ; tebranma konturning o'tkazgich chizig'ini aniqlash
- o'lchangan chastotalarni qiymatini aniqlash;
- AЧХ va ФЧХ; ni qiymatlarini aniqlash
- AЧХ va ФЧХ; ni grafigini chizing
- tebranma konturning  $\Delta f_{A0,707}$  o'tkazgich chizig'ini va ekvivalent  $Q_{\text{Э}}$  aniqlash;
- ekspereimental natijalarni xisoblangan natija bilan taqqoslash ;
- generatorning ichki qarshiligini konturning ishonchlilik ekvivalentiga tasirini ko'rsatib bermoq.

O'lchash uchun prinsipial sxema 2-rasmda keltirilgan. Garmonik tebranishning manbasi generator НЧ xisoblanadi (chiqish G2 «0 дБ»). Generatorning chiqish kuchlanishini  $U_{\Gamma}$  o'lchash uchun voltmetr PV1 dan foydalaniladi.  $U_K$  kuchlanishi PV2 volt metr bilan o'lchanadi.



2-rasm AЧХ va ФЧХ параллель tebranma konturining aniqlanish sxemasi

3-rasmда Ulangan elementlarning sozlash sxemasi ko'rsatilgan .O'lchangan kuchlanishning xatoliklari kamroq bo'lishi uchun, PV1 va PV2voltmetrlarini <<minus>> bilan umumiy nuqtaga ulash kerak.(laborator qurilmaning texnik tafsifi).



3 rasm. Parallel

tebranmakonturning AЧХ va ФЧХ larini aniqlash uchun qurilma elementlarini ulashtirish sxemas ( $R_i = 10 \text{ k}\Omega$ )

PV1 voltmetrning o'lchash chegarasini 20 V teng qilib o'rnatish, PV2 voltmetrini ham 20 V teng (o'lchash paytida boshqasiga o'zgarib ketishi mumkin). Voltmetr ishining o'zgarish rejimidagi tumblerlarini o'zgaruvchan kuchlanishning o'lchash holatiga o'rnatish. NCh generatorining chiqish kuchlanishli regulyatorini tayanchgacha soat strelkasiga qarama qarshi tarzda aylantirish. Terilgan smemani



2 jadvaldakeltirilgangueneratorchastotasiniqiymatlariniyuklaganholda В PV2 voltmetrko'rsatgichlarigako'ra $U_K$ qiymatlarini 2 jadvalgakiriting. Generatorningkuchlanishivakonturdagikuchlanishningorasidagi $\varphi_K$  fazlarning siljishini fazometrko'rsatgichlarigako'rajadvalgakiriting.

O'lchashni tugallayotganda NCh generatorining chiqish kuchlanishli regulyatori nitayanch gacha soat strelkasiga qarama qarshi tarzda aylantiring.

Generator chastotalarining barcha qiymatlari uchun  $U_K/U_{KP}$  xisoblang. Zanjirning modul koeffisientini qiymatini  $H(\omega) = U_K/U_{\Gamma}$  chastotaning har bir qiymatiga o'tkazib berishini xisoblang. Ishlanish natijalarini 2 jadvalga kiriting.  $U_K/U_{KP}$ ,  $H(\omega)$  va  $\varphi_R(\omega)$  grafiklarini yasang  $U_K/UK$  grafikigi bo'ylab o'tkazgich chizig'ini va tebranma konturning ekvivalent ishonchliligini aniqlang. Konturning olingan qiymatlar parametrlarini yozing. Avvalroq xisoblangan parametrlar bilan solishtiring.

Generatorning ichki qarshiliginikonturning ishonchlilikekvivalentigata'sirini aniqlash uchun  $R_{\Gamma} = 5 \text{ k}\Omega$  o'rnatib. Buning uchun qurilmaning elementlarini ulashdao'zgarishlarni xisobga oling ( $10 \text{ k}\Omega$  resistor o'rniga  $5 \text{ k}\Omega$  resistor ulang).

NCh generatorining chiqish kuchlanishi  $U_{\Gamma} = 3 \text{ V}$  qilib o'rnatib. Keyinchalik bu kattalikni generatorning barcha chastotalarida o'zgarish qilib tutib turing.

$F_0$  tebranma kontur chastotasini xisoblash qiymatini generatorning chastotasi yaqinida o'zgartirgan holda PV2 voltmetrining maksimal ko'rsatgichi bo'ylab konturning rezonansli chastotasini aniqlang. PV2 ko'rsatgichlaridan  $U_{KP}$  rezonans paytidagi konturning kuchlanishini yozing.

$f_{0 \text{ ИЗМ}}$  generatorining chastotasini tepa va pastda o'zgartirgan holda,  $U_K = 0,707 U_{KP}$  teng bo'lgan PV2 voltmetr ko'rsatgichi bo'ylab  $f_t$  va  $f_p$  tepa va pastki chegarali chastotalarini toping.  $f_t$  va  $f_p$  qiymatlarini yozing.

O'lchashni tugallayotganda NCh generatorining chiqish kuchlanishli regulyatorini tayanch gacha soat strelkasiga qarama qarshi tarzda aylantiring.

$\Delta f_A$  absolyut o'tkazgich chizig'ini  $0,707$  darajasida va  $Q_{\text{Э}}$  ekvivalent ishonchlilikni xisoblang. Kontur parametrlarining yangi qiymatlarini yozing. Ularni  $R_{\Gamma} = 10 \text{ k}\Omega$  paytidagi eksperimentida olingan natijalar parametrlari bilan taqqoslang.

$R_{\Gamma} = 50 \text{ k}\Omega$  qilib o'rnatib. Buning uchun qurilmaning elementlarini ulashdao'zgarishlarni xisobga oling ( $5 \text{ k}\Omega$  resistor o'rniga  $50 \text{ k}\Omega$  resistor ulang).

NCh generatorining chiqish kuchlanishi  $U_{\Gamma} = 3 \text{ V}$  qilib o'rnating. Keyinchalik bu kattalikni generatorning barcha chastotalarida o'zgaras qilib tutib turing.

$F_0$  tebranma kontur chastotasini hisoblash qiymatini generatorning chastotasi yaqinida o'zgartirgan holda PV2 voltmetrining maksimal ko'rsatgichi bo'ylab konturning rezonansli chastotasini aniqlang. . PV2 ko'rsatgichlaridan  $U_{KP}$  rezonans paytidagi konturning kuchlanishini yozing .

$f_{0 \text{ ИЗМ}}$  generatorining chastotasini tepa va pastda o'zgartirgan holda ,  $U_K = 0,707$   $U_{KP}$  teng bo'lgan PV2 voltmetr ko'rsatgichi bo'ylab  $f_t$  va  $f_p$  tepa va pastki chegarali chastotalarini toping.  $f_t$  va  $f_p$  qiymatlarini yozing.

O'lchashni tugallayotganda NCh generatorining chiqish kuchlanishli regulyatorini tayanchgacha soat strelkasiga qarama qarshi tarzda aylantiring.

$\Delta f_A$  absolyut o'tkazgich chizig'ini 0,707 darajasida va  $Q_{\text{эквивалент}}$  ishonchlilikni hisoblang. Kontur parametrlarining yangi qiymatlarini yozing. Ularni  $R_{\Gamma} = 10 \text{ k}\Omega$  paytidagi ekperimentida olingan natijalar parametrlari bilan taqqoslang

Generatorning ichki qarshiligini  
paralleltebranma konturning parametrlariga ta'siri haqida xulosachiqaring

Nazorat savollari.

1.  $H(j\omega)$  zanjirining kompleks o'tkazadigan funksiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Zanjirning amplituda-chastotaviy va fazochastotaviy karakteristikasiga ta'rif bering?
3. Tebranma konturning o'tkazgich chizig'i deb nimaga aytiladi?
4. Tebranma konturning xususiy chastotasi deb nimaga aytiladi?
5. Ishonchlilikni fizik manosi nimadan iborat? Ishonchlilikni o'lchami qanday?
6. Konturning ishonchliligini qanday aniqlash mumkin?
7. Tebranma konturning izdan chiqishi nimaga aytiladi? Konturning qanday izdan chiqishlari haqida bilasiz? Ular orasidagi farq qanday?
8. Qanday xolatlarda konturda rezonans hosil bo'ladi?
9. Nima uchun parallel tebranma konturdagi rezonansni toklar rezonansi deb atashadi?
10. Tebranma kontur kuchaytirgichli element xisoblanadimi ?
11. Rezonans chastotadagi kontur qarshiligini xarakteri qanday? Rezonansdan past chastotada? Rezonansdan baland chastotada?
12. Konturning xarakteristik qarshiligi deb nimaga aytiladi?
13. Rezonans paytida konturning toklari orasidagi fazlar siljishini kattaligi qanday
14. Rezonans paytida zanjirning tarmoqlanmagan qismida oqayotgan tok haqida nima aytish mumkin?

Generatorning ichki qarshiligi konturning parametrlariga qanday ta'sir ko'rsatadi?

## 6 - ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### ДАВРИЙ НОСИНУСОИДАЛ ТАЪСИР ОСТИДАГИ ЧЭЗНИ ТЕКШИРИШ

Иш мақсади: Даврий носинусоидал таъсир берилганда RL ва RC занжирларнинг ток ва элементлардаги кучланишнинг шаклига таъсирини дастурли ЭҲМ да тажрибали текшириш, токнинг ва элементлардаги кучланишнинг таъсир этувчи қийматларини аниқлаш.

#### 1. Назарий маълумотлар.

Даврий носинусоидал ЭЮК  $e(t)=e(t+nT)$  (бунда,  $T=e(t)$  функция даври) Фурьенинг тригонометрик қатори ёрдамида ўзгармас ЭЮК  $E_0$  ва гармоник кучланишлар йиғиндиси сифатида кўрсатилиши мумкин:

$$e(t) = E_0 + e_1 + e_2 + \dots = E_0 + \sum_{k=1}^{\infty} e_k$$

бу ерда:  $E_0 = \frac{1}{T} \int_0^T e(t) dt$  функциянинг давр ичида

ўртача қийматига тенг бўлган ўзгармас ташкил этувчиси;

$$e_k = E_{km} \sin(k\omega_1 t + \varphi_k) = E'_{km} \sin k\omega_1 t + E''_{km} \cos k\omega_1 t$$

$k$  — гармоника ЭЮКи;

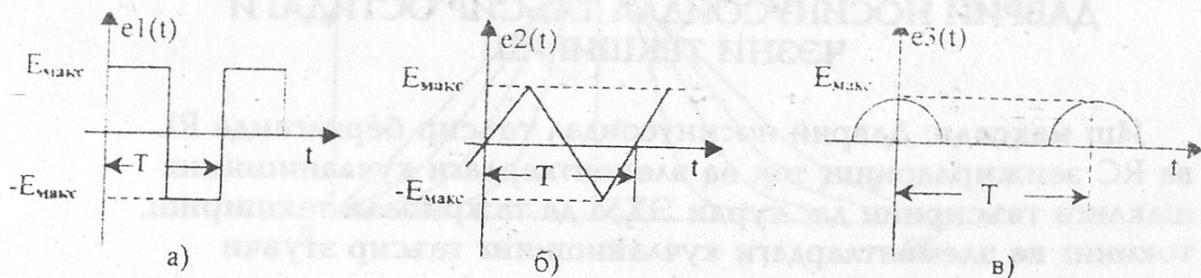
$E_{km}$ ,  $\varphi_k$  —  $k$  — гармоника ЭЮКнинг амплитудаси ва бошланғич фазаси; уларни аниқлаш ифодалари:

$$E'_{km} = 2/T \int_0^T e(t) \sin k\omega_1 t dt; \quad E''_{km} = 2/T \int_0^T e(t) \cos k\omega_1 t dt;$$

$$E_{km} = \sqrt{(E'_{km})^2 + (E''_{km})^2}; \quad \varphi_k = \arctg \frac{E''_{km}}{E'_{km}}; \quad \omega_1 = 2\pi f_1 = 2\pi/T.$$

$\omega_1 = \frac{2\pi}{T}$  — асосий (биринчи) гармониканинг бурчак частотаси.

Мазкур ишда қўлланилган даврий носинусоидал ЭЮКлар қуйидаги шакллардан бирига эга (5.1 — расм):



5.1 – расм. ЭЗ киришдаги сигналлар шакллари.

5.1 – расмдаги ЭЮКларнинг Фурье қаторига ёйилмалари қуйидагича кўринишда бўлади:

5.1 – а расм учун:

$$e_1(t) = E_{1m} \sin \omega_1 t + E_{3m} \sin 3\omega_1 t + E_{5m} \sin 5\omega_1 t + \dots \quad (5.1)$$

бунда:  $E_{km} = 4E_{\max} k \pi, \quad k = 1, 2, 3, \dots$

5.2 – б расм учун:

$$e_2(t) = E_{1m} \sin \omega_1 t - E_{3m} \sin 3\omega_1 t - E_{5m} \sin 5\omega_1 t + \dots \quad (5.2)$$

бунда:  $E_{km} = 4E_{\max} k^2 \pi, \quad k = 1, 2, 3, \dots$

5.2 – в расм учун:

$$e_3(t) = E_0 + E_{1m} \cos \omega_1 t - E_{2m} \cos 2\omega_1 t - E_{4m} \cos 4\omega_1 t + \dots \quad (5.3)$$

бунда:  $E_0 = E_{\max} \pi, \quad E_{1m} = E_{\max} / 2, \quad E_{2m} = 2E_{\max} / \pi, \quad E_{4m} = 2E_{\max} / 15\pi.$

Токлар (кучланишлар) оний қийматларини топиш учун олдин ҳар бир гармоникада алоҳида ҳосил бўлган оний токлар (кучланишлар) оний қийматларигина топилиб, сўнгра улар ўзаро қўшилади:

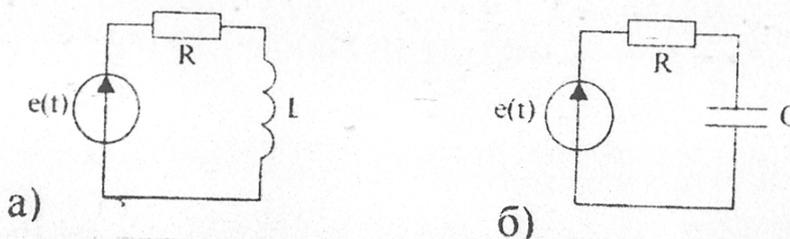
$$i = I_0 + \sum_{k=1}^n i_k + \sum_{k=1}^{\infty} I_{km} \sin(k\omega_1 t + \psi_{ik}).$$

5.2 – расмдаги схемалар учун К – гармоника токларининг амплитудалари қуйидаги ифодалардан топилади:

$$I_{km} = E_{km} / Z_k = E_{km} / \sqrt{R^2 + (kX)^2}; \quad (5.4)$$

$$I_{km} = E_{km} / Z_k = \frac{E_{km}}{\sqrt{R^2 + (X_c/k)^2}}, \quad (5.5)$$

бу ерда:  $X_L = \omega L = 2\pi fL$ ;  $X_C = 1/(\omega C) = 1/(2\pi fC)$   
 биринчи гармоникадаги индуктив ва сифим қаршиликлар.



5.2 – расм. Текширилатган RL ва RC занжир.

5.2 — расмдаги занжир элементларидаги кучланишлар амплитудаларининг К — гармоникадаги қийматлари:

$$U_{Rm}^{(k)} = R I_{km}; \quad U_{Lm}^{(k)} = k X_L I_{km}; \quad U_{Cm}^{(k)} = (X_C / k) I_{km} \quad (5.6)$$

5.2 — расмдаги занжир элементларидаги кучланишларнинг таъсир этувчи қийматлари:

$$U = \sqrt{U_0^2 + \left(\frac{U_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{2m}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{3m}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \dots} \quad (5.7)$$

Турли шаклдаги (5.1 — расм) даврий носинусоидал ЭЮКларнинг таъсир этувчи қийматлари қуйидаги ифодалардан топилади:

$$E = E_{\max} \quad ; \quad (5.1, \text{а расм}); \quad (5.9)$$

$$E = E_{\max} / \sqrt{3} \quad ; \quad (5.1, \text{б расм}); \quad (5.10)$$

$$E = E_{\max} / 2 \quad , \quad (5.1, \text{в расм}), \quad (5.11)$$

бу ерда  $E$  — даврий носинусоидал ЭЮКнинг таъсир этувчи қиймати.

Даврий носинусоидал сигналнинг актив қуввати алоҳида гармоникалар қувватлари йиғиндисига тенг:

$$P = \sum_{k=0}^{\infty} U_k I_k \cos \varphi_k = \sum_{k=0}^{\infty} P_k \quad , \quad (5.12)$$

бу ерда  $U_k$ ,  $I_k$  — занжир киришидаги кучланиш ва ток таъсир этувчи қийматлари.

$\varphi_k$  — К — гармоникадаги кучланиш ва ток орасидаги фазалар силжиши.

Даврий носинусоидал сигналлар одатда бузилишлар коэффиценти билан (кучланиш бўйича):

$$K_H = U_1 / U = U_1 / \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} U_k^2} \quad (5.13)$$

ва иккинчи гармоникадан бошлаб барча юқори гармоникалар таъсир этувчи қийматининг биринчи гармоника таъсир этувчи қийматига тенг бўлган гармоникалар коэффиценти билан тавсифланади:

$$K_r = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} U_k^2}}{U_1} \quad (5.14)$$

## 2. ДАСТЛАБКИ ҲИСОБ

2.1 — жадвалдаги вариантлар вазифаларига биноан биринчи учта гармоникалар учун ЭЮКлар амплитудаларининг (5.1) — (5.3) — формулалар билан (5.9) — (5.11) — ни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланг.



## Кучланишнинг таъсир қиймати

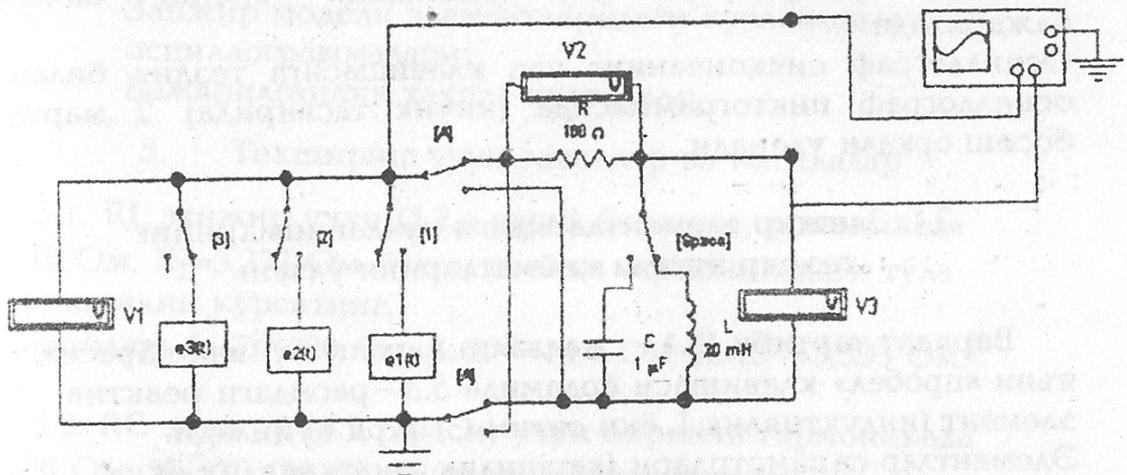
	Даслабки ҳисоб	Ўлчов натижалари	Нисбий хатолик
$U_R, \text{В}$			
$U_L   U_C, \text{В}$			

## Қўшимча вазифа

2.5. (5.16), (5.17) – формулалар бўйича бузилишлар коэффициентини  $K_u$  ва гармоникалар коэффициентини  $K_r$  ни ҳисобланг.

## 3. Ишни бажариш

Electronics Workbench системасини юклаш бажарилади. Lab TEC папкаси очилади. Lb5\_1 файли юкланади. Бунда ДЭХМ монитори дисплейида 5.3 – расмдаги схема пайдо бўлади.



5.3 – расм. Даврий носинусоидал таъсир  $e(t)$  таъсири остидаги RL ва RC занжирни текшириш схемаси.

5.3 – расмдаги схема RL ва RC занжирга қуйидаги шакллардаги даврий носинусоидал таъсир этганда уни текшириш имконини беради:

- 1) Қўшқутбли тўғрибурчакли даврий носинусоидал импульслар кетма – кетлиги (5.1 – а расм) «1» клавишани босиш билан бу схема уланади ва узилади;
- 2) Қўшқутбли аррасимон даврий носинусоидал импульслар кетма – кетлиги (5.2 – а расм). Схемани улаш ва узиш «2» клавишани босиш билан бажарилади.

3) Бирқутбали синусоидал импульсларнинг даврий кетма-кетлиги (5.1 – в расм). Схемани улаш ва узиш «3» клавишани босиш билан бажарилади

Сигим  $C$  ёки индуктивлик  $L$  ни улаш учун «Space», яъни «пробел» клавишаси босилади.

Даврий носинусоидал ЭЮК  $e(t)$  нинг таъсир этувчи қиймати  $E$   $V1$  вольтметр билан,  $R$  қаршиликдаги кучланиш таъсир этувчи қиймати  $u_R$   $V2$  вольтметр билан, индуктивликдаги ёки сифимдаги кучланиш таъсир этувчи қиймати ( $U_L$  ёки  $U_C$ )  $V3$  вольтметр билан ўлчанади.

Индуктивликдаги ёки сифимдаги кучланиш ( $U_L(t)$  ёки  $U_C(t)$ ) шаклини осциллограф модели экранида текшириш учун [A] қайта улагич юқори ҳолатда туриши керак. Қаршиликдаги кучланиш  $U_R(t)$  шаклини кузатиш учун [A] қайта улагич пастки ҳолатда туриши керак. Бу қайта улагич ҳолатини ўзгартириш [A] клавишани босиш билан бажарилади.

Осциллограф сичқончанинг чап клавишасига тезлик билан осциллограф пиктограммасида (кичик тасвирида) 2 марта босиш орқали уланади.

### 3.1. Занжир элементларидаги кучланишларнинг таъсир этувчи қийматларини ўлчаш

Вариант тартиби (5.1 – жадвалга қаранг) бўйича «Space», яъни «пробел» клавишаси ёрдамида 5.3 – расмдаги реактив элемент (индуктивлик  $L$  ёки сифим  $C$ ) тури қўйилади. Элементлар параметрлари (қаршилик, индуктивлик ёки сифим катталиклари) қўйилади.

«1», «2» ёки «3» клавишалар ёрдамида 5.1 – жадвал варианты талаб қилган 5.1 – расмдаги даврий носинусоидал таъсир турларидан бири манбаи ўрнатилади.

Моделлаштириш режими уланади ва жараён ўрнатилгач,  $V_1$ ,  $V_2$  ёки  $V_3$  вольтметрлар кўрсатишлари 5.2 – жадвалга ёзиб олинади.

### 3.2. Занжир элементларидаги кучланиш шаклини текшириш

Сичқончанинг чап клавишаси ёрдамида осциллограф пиктограммасига 2 марта босиш; натижада осциллографнинг олдинги панели очилади. Эмуляцияни (моделлаштиришни) ҳам «вкл. – выкл.» тугмачасига (ДЭХМ дисплейи экранининг юқори ўнг бурчагида жойлашган ва «1 – 0» деб белгиланган)

сичқончанинг чап клавишасини икки марта тез—тез босилади. Бунда осциллограф модели экранда қаршилиқдаги кучланиш  $u_R(t)$ , ёки индуктивликдаги кучланиш  $u_L(t)$ , ёки сифимдаги кучланиш  $u_C(t)$  тасвирини кўрамиз. [А] ва «Space» клавишалари ёрдамида талаб қилинган схемасини ўрнатиб, осциллограф модели экрандан тегишли кучланиш тасвирини диққат билан чизиб олинади.

#### 4. Ҳисобот мазмуни

- 4.1. Электр схемаси, унинг элементлари параметрлари ва киришдаги кучланиш графиги;
- 4.2. Натижалари 5.2, 5.3—жадвалларга киритилган бошланғич ҳисоблаш;
- 4.3. Занжир модели элементларидаги кучланишлар таъсир этувчи қийматларини ўлчашнинг 5.3—жадвалга киритилган натижалари;
- 4.4. Занжир модели элементларидаги кучланишлар осциллограммалари;
- 4.5. Бажарилганлик ҳақида хулосалар.

#### 5. Текшириш учун саволлар ва масалалар

5.1. RL занжир учун (5.2,а расм) биринчи гармоникада  $R=10$  Ом,  $X_L=3,333$  Ом бўлса, учинчи гармоникадаги тўла қаршилиқни кўрсатинг.

Жавоблар: А.  $Z^{(3)}=20$  Ом; Б.  $Z^{(3)}=14,1$  Ом; В.  $Z^{(3)}=3,333$  Ом.

5.2. RC занжир (5.2 б расм) учун биринчи гармоникада  $R=20$  Ом,  $X_C=20$  Ом бўлса, занжирнинг учинчи гармоникадаги тўла қаршилигини кўрсатинг.

Жавоблар: А.  $Z^{(3)}=12,1$  Ом; Б.  $Z^{(3)}=20$  Ом; В.  $Z^{(3)}=14,1$  Ом.

5.3. Даврий носинусоидал ток таъсир этувчи қийматини кўрсатинг:

$$i(t)=2+4 \sin\omega_1 t+2,83 \sin 2\omega_1 t_1 \text{ A.}$$

Жавоблар: А.  $I=8,83$  А, Б.  $I=8$  А, В.  $I=4$  А, Г.  $I=5$  А.

5.4. Кучланиш ўзгармас ташкил этувчиси  $U_0$ , биринчи ва иккинчи гармоникалари амплитудалари берилган бўлса, оний қийматини ифодасини кўрсатинг.

$$U_0=3,5 \text{ В, } U_{1m}=6,5 \text{ В, } U_{2m}=3,1 \text{ В.}$$

Жавоблар:

А.  $u(t)=3,5 + 6,5\sqrt{2} \sin \omega_1 t + 3,1\sqrt{2} \sin 2\omega_1 t_1$  (В);

Б.  $u(t)=3,5 + \frac{6,5}{\sqrt{2}} \sin \omega_1 t + \frac{3,1}{\sqrt{2}} \sin 2\omega_1 t_1$  (В);

В.  $u(t)=3,5 + 6,5 \sin \omega_1 t + 3,1 \sin 2\omega_1 t_1$  (В).

5.5. Ток ўзгармас ташкил этувчиси  $I_0$ , гармоникалар амплитудалари  $I_{km}$  берилган бўлса, оний қиймати ифодасини кўрсатинг:  $I_0=1,5$  А,  $I_{2m}=2,3$  А,  $I_{4m}=1,2$  А.

Жавоблар:

А.  $i(t)=3,5 + \frac{2,3}{\sqrt{2}} \sin 2\omega_1 t + \frac{1,2}{\sqrt{2}} \sin 4\omega_1 t_1$  (А);

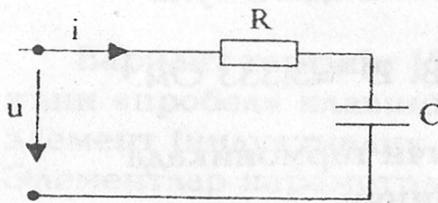
Б.  $i(t)=1,5 + \sqrt{2} 2,3 \sin 2\omega_1 t + \sqrt{2} 1,2 \sin 4\omega_1 t_1$  (А);

В.  $i(t)=1,5 + 2,3 \sin 2\omega_1 t + 1,2 \sin 4\omega_1 t_1$  (А).

5.6. Агар  $u(t)=28,2 + \sin \omega_1 t + 11,2 \sin 2\omega_1 t_1$  (В) берилган бўлса, оний қиймати ифодаси  $i(t)=2 \sin (\omega_1 t - 45^\circ) + 0,5 \sin (2\omega_1 t - 63^\circ)$  (А) бўлган ток ўтадиган занжирни кўрсатинг.

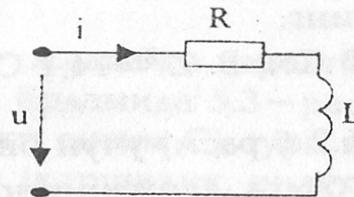
Жавоблар:

А.



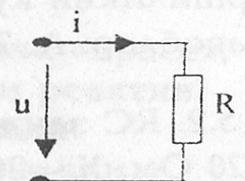
а)

Б.



б)

В.



в)

5.7. Киришдаги кучланиш ва ток оний қийматлари ифодалари:

$$u = 1,5 + 2 \sin (\omega_1 t + 80^\circ) \text{ В}; \quad i = 0,5 + 3 \sin (\omega_1 t + 80^\circ) \text{ А.}$$

бўлган занжир истеъмол қилаётган актив қувват  $P$  қийматини кўрсатинг:

Жавоблар: А)  $P=2,5$  Вт; Б)  $P=1,5$  Вт; В)  $P=6,75$  Вт.

5.8. Кучланиш учун бузилишлар коэффициентни  $K_u$  ни кўрсатинг.  $u = 3 + 5 \sin \omega_1 t + 2 \sin 2\omega_1 t + \sin 3\omega_1 t + 0,5 \sin 4\omega_1 t$  В.

Жавоблар: А)  $K_u=0,52$ ; Б)  $K_u=0,72$ ; В)  $K_u=0,82$ .

5.9. Кучланиш учун гармоникалар коэффициентни  $K_r$  ни кўрсатинг:  $u = 5 \sin \omega_1 t + 0,5 \sin 2\omega_1 t + 0,1 \sin 3\omega_1 t$  В.

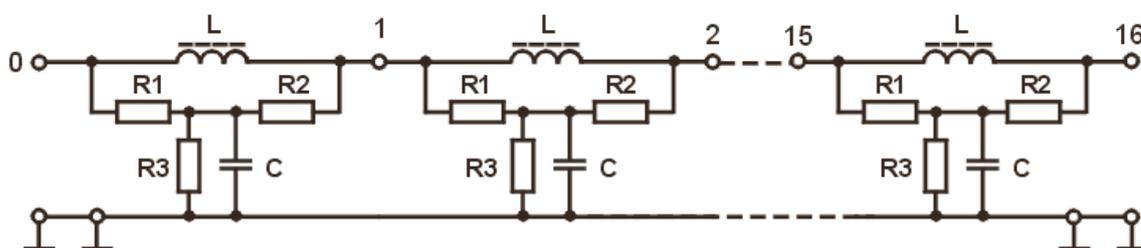
Жавоблар: А)  $K_r=0,2$ ; Б)  $K_r=0,1$ ; В)  $K_r=0,3$ .

## № 7 лаборатория иши

### ЧОРАК ТЎЛҚИНЛИ ТРАНССФОРМАТОРЛАРНИ ТАХЛИЛ ЭТИШ.

Геометрик узунлик баъзида тўлқин узунлик билан қиёсланади, узун линиялар линиялар деб аталади. Жуда катта ўлчамдаги геометрик реал узун линияларда физик процессларни ундан келиб чиқиб ўрганиш ноқулайдир.

Айни берилган ўрнатилган лабораторияда (установка қилинган) сунъий узун линиядан (СУЛ) фойдаланилган, тизимларга уланган 16 та алохида таркиблардан иборат, хар бир таркибий қисмлардан тармоқлар хосил бўлади. Тармоқлар 0 дан 16 гача номерланган.



1-расм. Сунъий узун линия принципиал схемаси.

Узун линиялни куйдаги теоремасидан, узун линияларни бўлагини тахминий умумий кириш қаршилиги юклама қаршилиги қийматига тенг эмас, линия бўлаги қаршилиги ўзгарувчан қобиятга эга. Мисол учун, узун линия бўлаги  $\lambda/4$  (чорак тўлқинлик трансформатор) юқори қаршиликни кичигига алмаштиришимиз мумкин ва аксинча.

Чорак тўлқинлик трансформаторучун юклама қаршилиги бир холатдан иккинчи холатга ўтувчи тенгламаси.

$$R_{BX} = \frac{Z_B^2}{R_H}, \quad (1)$$

Бу ерда  $R_{BX}$ - чорак тўлқинлик трансформаторни чиқиш қаршилиги

$Z_B$  – узун линияни тўлқин қршилиги,  $R_H$  – юклама қаршиилиги.

### Экспериментал қисм

Экспериментал қисмда зарил:

частота тўғрилагич, СУЛ эквивалент узунлиги билан мос келадиган қайсики чорак узунли тўлқинлар.

ишонч хосил қилинг, чорак тўлқинли трансформаторни эркин ҳолатдаги режимида унинг чиқишқаршилиги нолга яқин бўлади.  
 ишонч хосил қилинг, чорак тўлқинли трансформаторни чиқиши қисқа туташув режимида унинг кириш қаршилиги катта (чексизликка яқин).  
 қисқа туташув юклама режимида чорак тўлқинли трансформаторни ҳар тамонлама кучланишини бўлинишини текширинг.  
 линияни тўлқин қаршилигини аниқланг.  
 келишилган юкламада чорак тўлқинли трансформаторни режимини текширинг.  
 Юклама қаршилигини бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш сатҳини назорат қилинг.

СУЛ эквивалент узунлиги билан тўғри келадиган чорак тўлқин узунлиги  $f_{(1/4)}$  аниқланган частоталарни ўрнатилган лабораторияга тайёрланг.

Ўлчашлани ўтказиш принципиал схемаси 2- расмда тақдим этилган

Элементларни йиғиб ўрнатиш схемаси 3-расмда тасвирланган. Қуйдаги PV1 ва PV2 вольтметрларни “минуслари” умумий нуқта «⊥»га уланган, чунки хато ўлчанган кучланишлар жуда кичик бўлади.

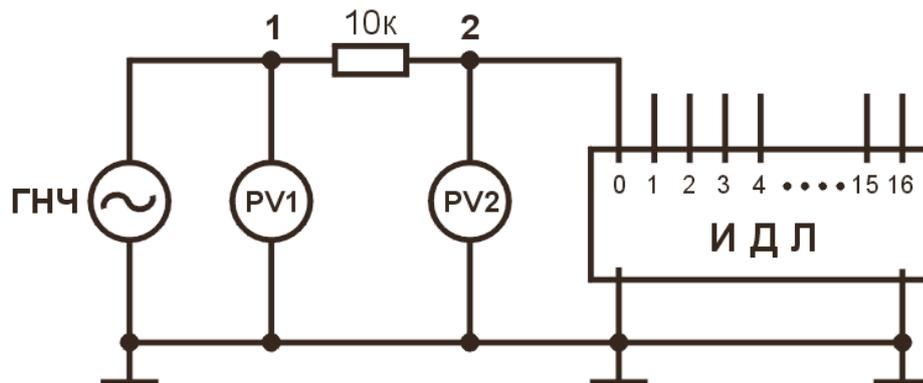


Рис. 2. Аниқланган  $f_{(1/4)}$  частоталар учун ўлчашларни ўтказиш принципиал схемаси

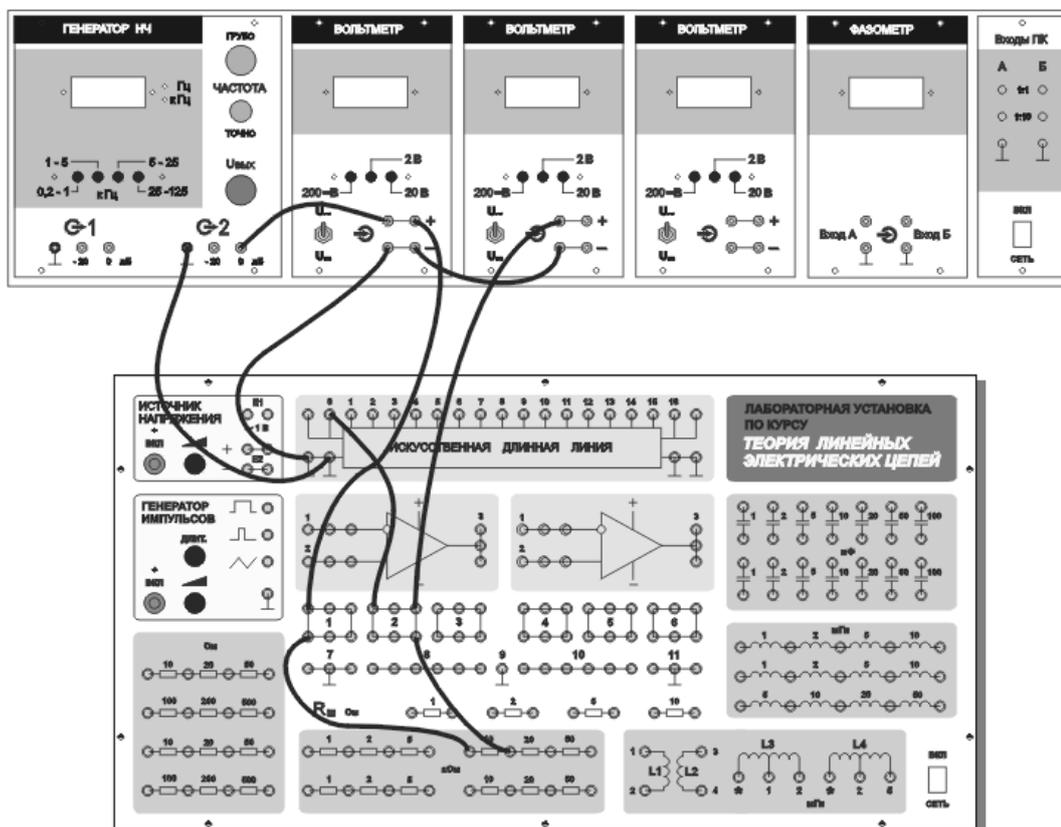


Рис. 3. Аниқланган  $f_{(1/4)}$  частоталар учун ўрнатилган элементларни йиғиш схемаси.

PV1 вольтметрни ўлчаш кўрсаткичини 20 В га тенглаб ўрнатинг, PV2 вольтметрни 2 В га, (бу холат ўлчашларни ўтказиш жараёнида ўзгариш мумкин) Тумблерлардаги кучланишни ишчи режими ўлчашни ( $U_{\text{н}}$ ) кучланишни ўзгарувчан холатига ўрнатиб уланг НЧ чиқиш кучланиш генератори регуляторини соат стрелкасига қарши охиргача буранг. Йиғилган схемани ўқитувчи назоратидан сўнг уланг.

НЧ генераторини чиқиш кучланишини  $U_{\text{Г}} = 5 \text{ В}$  га ўрнатинг.

Генератор частотасини танланг, қайсики эквивалент узун линиялар билан мос келадиган чорак тўлқин узунликларини.

Бунинг учун частота генераторини текис ошириш керак. Частота генераторини оширилса  $\lambda$  тўлқин узунлик камаяди. Қачонки тўлқин узунлик қиймати  $l = \lambda / 4$  гача камайтирилса,  $l$  – эквивалент узун линия, линия чиқиш қаршилиги тахминан нольгача камаяди. Шу сабабли PV2 вольтметр кўрсаткичи бирмунча минимал қийматгача камаяди.

Генератор частотаси  $f_{(1/4)}$  қийматини ёзинг, бунда  $l = \lambda / 4$  ва чорак тўлқинли трансформаторга ўхшатилиб ишланган текширилаётган СУЛни кўриш мумкин.

Кейинги барча ўлчашлар айна берилган лаборатория ишида топилган частоталарда ишлаб чиқилади.

Идиал чорак тўлқинли трансформаторларни чиқишидаги қисқа туташув режимида унинг киришидаги қаршилиқ чексиз бўлади.

Бу экспериментни текширинг, СУЛ нинг умумий нуқтасидан ((гнездо «⊥».) узун линиядаги № 16

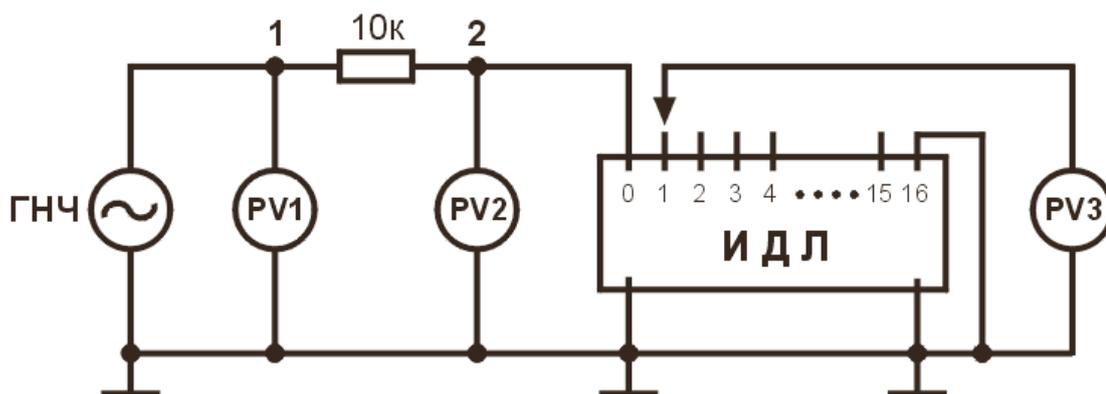
Проверьте это экспериментально, закоротив перемычкой отвод №16 длиной линии с общей точкой ИДЛ (гнездо «⊥»).

Қисқа туташув пайдо бўлгандан сўнг чиқиш линиясидаги PV2 вольтметрдаги курсаткич қийматини ошишини ишонч ҳосил қилинг. Чорак тўлқинли трансформаторни кириш қаршилигини ҳисоблаш қуйдаги муносабат билан аниқланади:

$$R_{BX} = \frac{U_{PV2}}{U_{PV1} - U_{PV2}} \cdot 10000, \quad (2)$$

Бу ерда 10000 –кириш СУЛ ва чиқиш генератори орасидаги қўшимча резистор номинали.

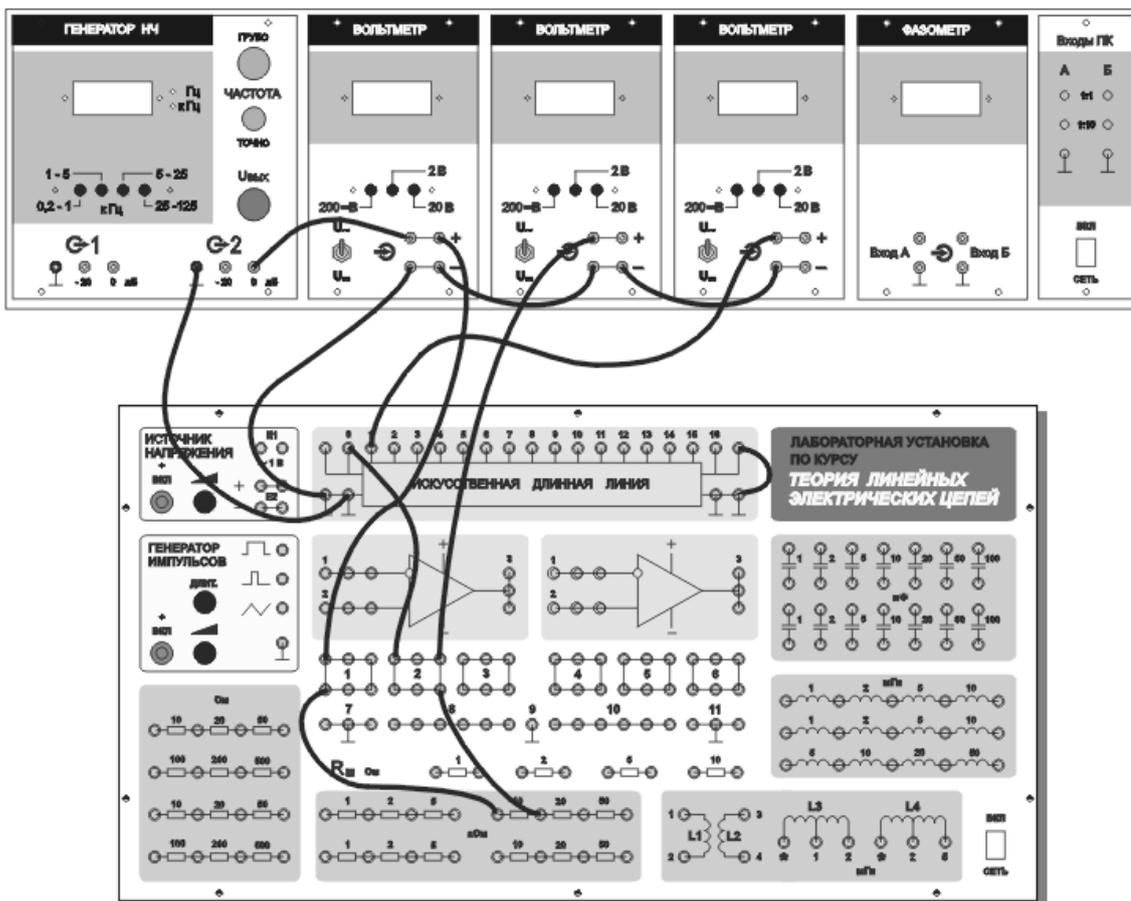
Юклагани қисқа туташув режимида чорак тўлқинли трансформаторни хар тарафлама кучланишни тақсимланишини ўрганинг. 4-расмдагидек ўтказиш схемасини ўрганинг. 5- расмда тасвирланган элементларни ўтказиш схемаси йиғилган.



4-расм. Юклагани қисқа туташув режимида чорак тўлқинли трансформаторни хар тарафлама кучланишни тақсимланишини ўлчаш схемаси

Кетма кет ҳамма СУЛ тугунларга PV3 вольтметрини кириши уланган, топилган частоталарда линия бўйича тақсимланган кучланишни ўлчанг. №1 таблицага ўлчанган қийматларни киритинг.

Юклагмалм кмса туташув режмнда чорак тўлқнм трансформатордагм тақсммланган кучланишнм ўлчаш резултатларм бўймча графмк чзмнг.



5-расм. Юклагмалм кмса туташув режмнда чорак тўлқнм трансформаторнм хар тарафлама кучланишнм тақсммланишнм ўлчаш учун элементларм ўрнатилган йғмилган ссма.

Таблица 1

Юклагмалм кмса туташув режмнда чорак тўлқнм трансформаторнм хар тарафлама кучланишнм тақсммланишнм ўлчанган резултатларм.

№ тугунлар	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Тугундаги кучланиш, В																		
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Чиқиш кучланишли НЧ генератори регуляторини соат стрелкасига қарши охиригача буранг.

Чорак тўлқинли трансформаторни юклама қаршилигиникетма - кет яқинлашиши методи ўзгарувчи хусусияти фойдаланиб линиядаги тўлқин қаршилиқни аниқланг

$$R_{BX} = \frac{Z_B^2}{R_H} .$$

Агар  $R_H = R_{BX}$  , у ҳолда  $Z_B = R_H = R_{BX}$  . демак, агар юклама қаршилиқ шундай танлаб олинса, у линияни кириш қаршилиқига тенг бўлади, у ҳолда тўлқин қаршилиқ юклама қаршилиқка тенг бўлади.

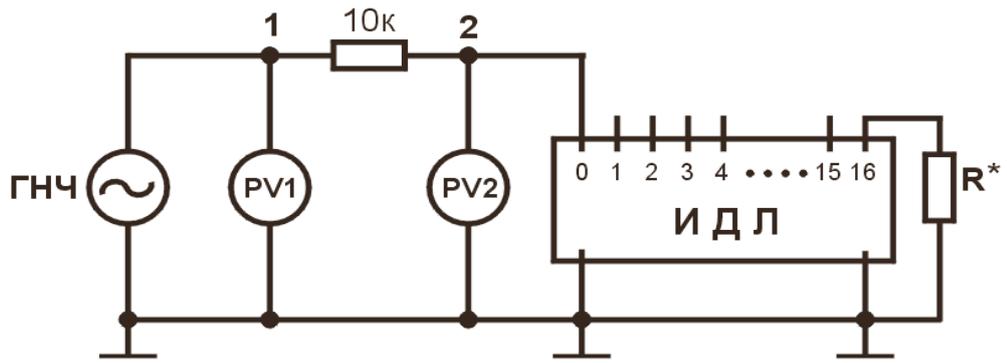
Булардан келиб чиқади, тўлқин қаршилиқни аниқлаш усули қуйдагиларни олиб келади:

- Чиқиш линиясига (тугун №16) номинал  $R$  юклама қаршилигини сифатли уланиш ;
- 1 ва 2 нуқталарда кучланишни ўлчаш;
- ( 2 ) формула бўйича  $R_{BX}$  ҳисоблаш;
- $R_{BX}$  ва  $R$  катталиқларни солиштириш \*;
- агар  $R_{BX} > R^*$ , қуйдаги  $R^*$  катталаштирилади , янги ўлчашлар амалга оширилади;
- если  $R_{BX} < R^*$ , қуйдаги  $R^*$  камайитириладиваянги ўлчашлар амалга оширилади.

Такрор ўлчашлар  $R_{BX} = R$  натижа олунгача амалга оширилади. Бундай ҳолда  $Z_B = R_H = R^*$  .

б- расмга мувофиқ ўлчаш схемасида уланишлар ишлаб чиқилган :

Чиқиш линиясига (тугунига №16) номинал 100 Ом сифатли юклама қаршилиқига уланг .



6-расм. СУЛни тўлқин қаршилигини аниқлаш схемаси.

Юқорида келтирилган методга мос СУЛни тўлқин қаршилигини аниқланг. Кетма кет уланган резисторлардан фойдаланиб  $R^*$  катталикини олиш мумкин

Қаршиликлари  $R_H = Z_B$  тенг режимда чорак тўлқинли трансформаторни кўндаланг бўйича кучланишларни тақсимланишини тадқиқ этинг.

Линияда таъсир кучланиш қийматини ўзгартирмасдан юкламани мослангўқотишларсиз идиал узун линияда. Реал узун линияларда йўқотишлар линия йўналиши бўйича кучланиши бир хил равишда камаяди.

Схема проведения исследования дана на рис. 7. Схема соединения элементов установки представлена на рис. 8 (в качестве примера показано подключение  $R_H=300 \text{ Ом}$ ).

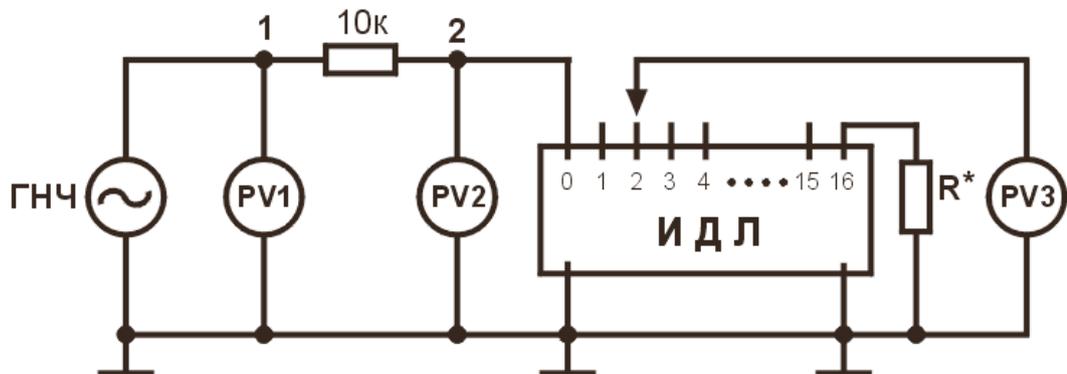
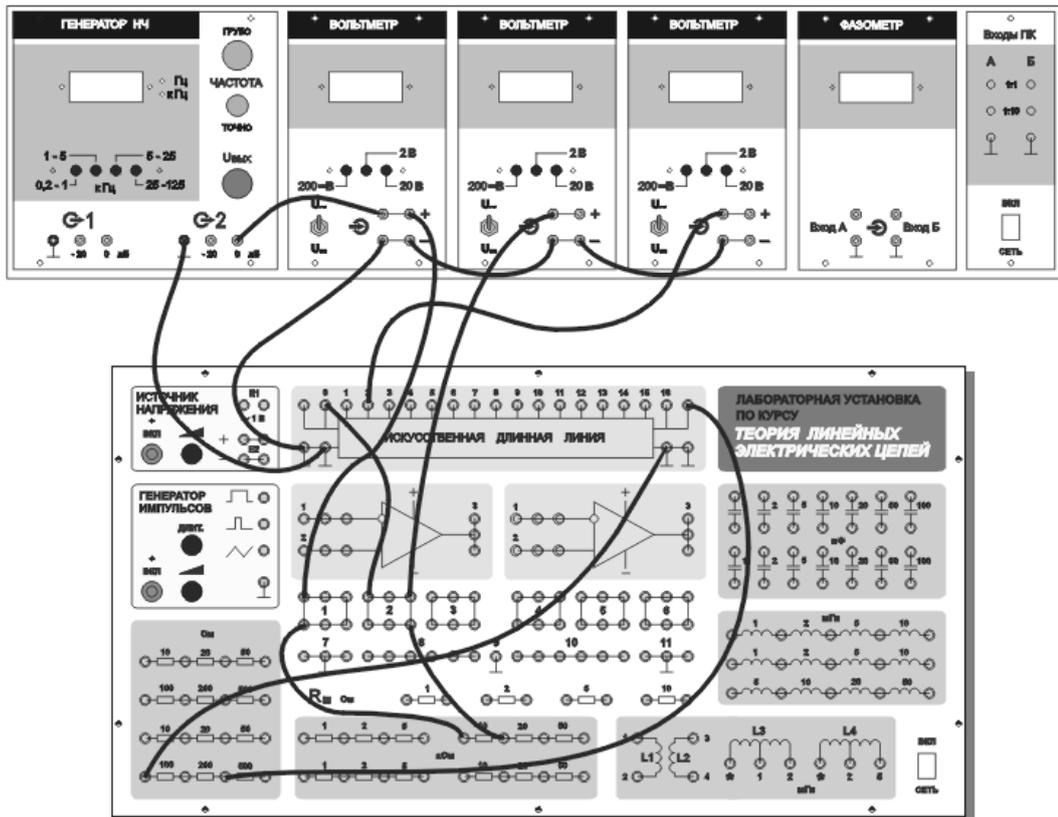


Рис. 7. Схема измерения распределения напряжения вдоль четвертьволнового трансформатора в режиме согласованной нагрузки



## 8 лаборатория иши

Танловчан актив тўрт кутблик хоссаларини текшириш. Электр филтрлари ва тескари боғланишли занжирлар.

### Паст частотали БАТТЕРВОРТ филтрини текшириш

Паст частотали филтр курилмаси тақдим этади, паст частотали тебранишларни ўтказди ва юқори частотали тебранишларни тўсиб (тўхтатиб) қолади. 1 – расмда филтрни ўтказиш оралиғи тасвирланган, частота паласаси  $0 < \omega < \omega_{\Gamma}$  ( $\omega_{\Gamma}$  - чегаравий частота), тўсиш (тўхтатиш) полоса  $\omega_1 < \omega$ , ўтказиш сохаси частота диапозонидай  $\omega_{\Gamma} < \omega < \omega_1$ . паст частотали филтрнинг АЧХ си (1-расмда) тўсувчи ва ўтказувчи оралиғи йўл қўйилган оғиш характеристикаси шитрихланган соха билан тасвирланагн.

2-расмда ПЧФ нинг ишчи сохасининг боғлилик частотаси тасвирланган. Бу ерда:  $A_p$  – филтрнинг ишчи сохаси;  $\Delta A_p$  – ўтказиш оралиғини нотекис камайиши;  $A_{\min}$  – тўсиш оралиғини минимал камайиши.

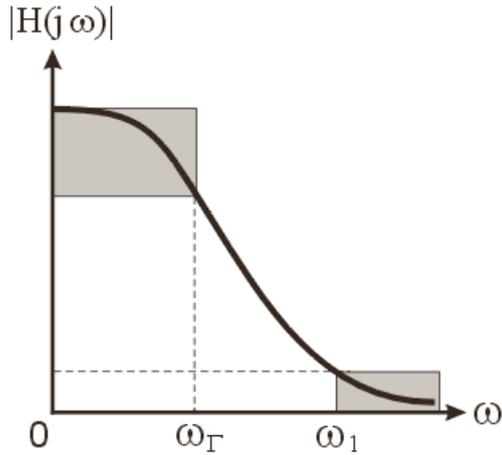


Рис. 1. ПЧФ нинг АЧХ

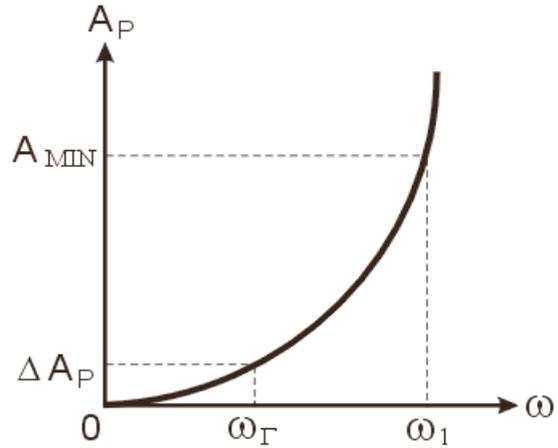


Рис. 2. ПЧФ нинг камайиш характеристикаси

Фильтр с рабочим ослаблением вида

$$A_p = 10 \lg(1 + \varepsilon^2 \Omega^{2n}) \quad [\text{дБ}] \quad (1)$$

НЧ фильтрини характеристикаси билан номланиши Баттерворта (максимал текис характеристикаси)  $n$ -гача тартиби.

(1) формулада:  $\Omega = \omega / \omega_\Gamma$  - нормаллаштирилган частота;

$\varepsilon = \sqrt{10^{0,1\Delta A_p} - 1}$  - ўтказиш оралиғида нотекислик коэффициенти.

Баттерворт фильтрини АЧХ си

$$|H_p(j\Omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 \Omega^{2n}}} \quad (2)$$

(1) ва (2) тиклик характеристикаси  $n$  дан даражадан олинади (фильтр тартиби).  $N$  канча катта бўлса, тиклик характеристикаси юқори бўлади.

### Ҳисоб қисми

2-тартибли Баттерворта НЧ фильтри айти лаборатория ишида тадқиқ қилинади (3-расм). В данной лабораторной работе исследуется фильтр НЧ Баттерворта 2-го порядка (рис. 3). Баттерворт фильтрининг математик анализи, шундай фильтр учун бир тамонлама юклама қаршилиги билан, (тармоқланиб чиқиш жойи) чиқиш бажаришга рухсат берилади, ўтказиш

областида айни нотекис камайиши 3дБ га тенг.

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0,$$

Демак. Занжирнинг резананс частотасида филтърнинг чегара частотаси камаяди, филтърнинг кириш қисмида, элементлардан ташкил топган.

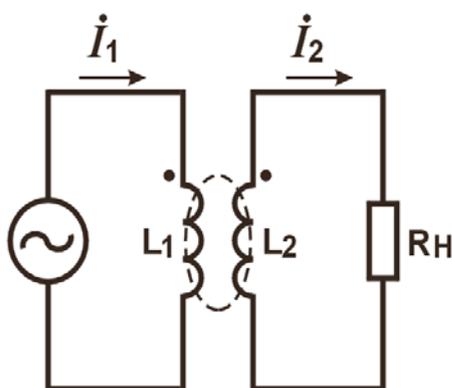
## ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ 9

### Мавзу: Ўзаро индуктивликни ўлчаш.

Агар катушка қуйдаги кўринишда (1- расм) тайёрланган бўлсаки, бир магнит оқим бошқа шахобчани кесиб ўтади, у холда катушка орасида ўзаро индуктивликка эга бўлади. Ўзаро индуктивлик каэффиценти тенг

$$M = k\sqrt{L_1 \cdot L_2},$$

Бу ерда  $k$ - боғланиш каэффиценти, катушкалар орасидаги магнитли боғланиш характеристика даражаси.  $k$  қиймат 0 дан (боғлиқлик мавжуд эмас) 1 гача (тўлиқ боғланиш) ўзгаради.



1-расм. Катушкаларни индуктив боғланиши.

Ўзаро йўналтирилган магнит оқимнинг ўз ва ўзаро индукцияси ғалтак токлари йўналишига ва уларнинг ўзаро жойлашигига боғлиқ. Агар обимлар шз ва ўзаро индукция деб ҳисобланса, у холда бундай боғланиш қарама - қарши деб қабул қилинади.

Ўзаро индуктивли электр занжирларини тасвирлаш қулай бўлиши учун бир хил қисқичлар тушунча киритилади. Улар шундай тугундан иборатки уларга нисбатан бир йўналган тоklar ўзи ва ўзаро индукция токлари оқими йиғиндисини ташкил қилади. Бундай тугунлар белгиланиб (мисол, юлдузча

билан) “чўлғам боши” деб аталади. Мос равишда ғалтакни охири “чўлғам охири” дейилади.

Ўзаро индуктивлик икки марта ўлчаш методидан топиш мумкин. Агар катушкалар қўшиб уланган бўлса (2-расм) умумий индуктивлик бунга тенг.

$$L_C = L_1 + L_2 + 2M .$$



2-расм. Қўшиб уланган ғалтакларнинг индуктивлиги.

Коунтер боғланиш ғалтакка да (шакл. 3) умумий индуктивлиги.

$$L_B = L_1 + L_2 - 2M .$$



3-расм. Қарама қарши уланган ғалтакларни индуктивлиги.

Ўзаро индуктивлик

$$M = \frac{L_C - L_B}{4}$$

### Ҳисоб қисми

$L_1$  ва  $L_2$  индуктив боғланган катушкалар параметрлари ушбу лаборатория ишида аниқланади. Катушкалар индуктивлиги 1 -10 мГн ораликда ётади, уларнинг аниқ қийматини анишлаш зарур.

Катушкаларни индуктивлигини аниқлаш учун резонанс методидан фойдаланилади. Маълумки, реактив элементли контурда максимал кучланишга кетма кет тебранишда бўлади. Агар конденсатор сиғими ва резонанс частотаси маълум булса, катушкани индуктивлигини аниқласа бўлади. 1 кГц дан 25 кГц гача генератор частота диапазонида ўлчашларни ўтказиш учун ҳисоблаш қисмида конденсатор сиғимини танлаб олиш зарур. Ҳисобни амалга оширишда қуйдаги образда амалга ошири Олинган сиғим қиймати лаборатория ўрнатиш таркибида мавжуд юз капасит?рлер билан бир вақтга тўғри келди, шунинг учун бу ҳал қилиш учун ҳаракат қилиб кўринг.

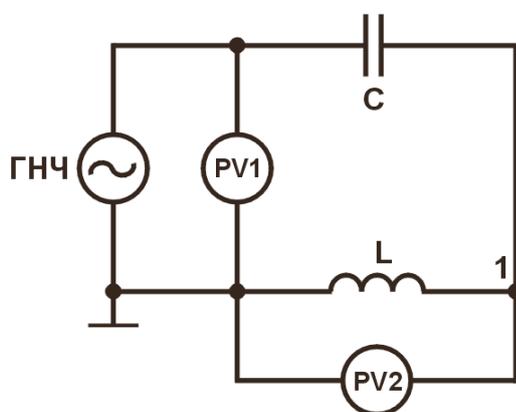
$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} .$$

## Эксперимент қисм.

### Эксперимент қисмга керак:

- L1 катушка индуктивлигини аниқлаш;
- L2 катушка индуктивлигини аниқлаш;
- L1 ва L2 катушкаларни кетма-кет улаб ва уларни умумий индуктивлигини аниқлаш;
- L1 ва L2 катушкаларни тартибини ўзгартириб ва уларни умумий индуктивлигини аниқлаш;
- L1 и L2 катушкаларни боғланиш каэффиценти ква ўзаро индукциясини M ҳисобланг.

Номаълум ғалтакни индуктивлигини аниқлаш учун қуйдаги ўлчаш схемасидан фойдаланилади, 4-расмда тасвирлангин. Шакл ўлчов палласида фойдаланиш керак номаълум индуктивите ласан аниқлаш учун. 4.



4- расм. Катушка индуктивлигини аниқлашни принципиал схемаси.

Ласан индуксион аниқлаш 4. схематик диаграммаси

Осилат?р частота L писк бир акс садо электрон кучланиш, шундай қилиб, индуктивите қуйдаги муносабатлар аниқлаш мумкин бўлса, ҳалқа L Серия, номаълум бўлган энд?ктансі, маълум сизгим C билан капасит?р ёқилган

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_p \cdot C} \cdot$$

Мувофиқлик тебранишлар манбаи ЛФ генератор (чиқиш Г1 «-20 дБ») ҳисобланади. Чиқиш кучланиш ўлчаш учун УГ бир вольтметр ПВ1 ишлатилади. Индуклейисинин бўйлаб УЛ кучланиш бир вольтметр ПВ2 билан ўлчанади. Акс садо борлиги максимал кучланиш ўлчаш ПВ2 томонидан белгиланади.

5-расмда L1 катушка индуктивлигини аниқлаш учун элементлари



вольтметре, ( $U \sim$ ). НЧ генераторини чиқиш кучланиши регулятрини ўлчашлар якунида соат стрелкасига қарши охиригача буранг. Дурана қадар солағичи чиқиш кучланиш генератор ЛФ соунтер-соат йўналиши бўйича айлантинг йиғилган схемани ўқитувчига кўрсатинг. Ўқитувчи тўлайдилар ҳосил схемаси. Ўқитувчи текширувидан сўнг йиғилган схемани уланг. Ўқитувчи текшириш сўнг, мен хусусиятларини ўчириш учун палласида тўпланган.

НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_r = 0,1$  В га ўрнатинг. Паст УГ чиқиш кучланиш  $0,1$  В = солаш Генераторнинг ҳамма қийматларида бу катталиқни доимийлигини охиригача сақлаб қолинг. Келажакда барча частоталар генератор бу қиймати собит тутиш.  $1$  кГц –  $5$  кГц ва  $5$  кГц –  $25$  кГц частоталар диапазонида генератор частотасини ўзгартиринг, ПВ2 вольтметрни максимал кўрсатқичи бўйича тебраниш контуринг резонанс частотасини  $f_r$  топинг. Частота оралиғида осилат?р?н частотасини ўзгартириб,  $1$  кХз -  $5$  гигагертсли ва  $5$  кХз -  $25$  кХз, ФП максимал кучланиш ўлчаш ПВ2 турилиши палласида жарангдор частотасини олиш.  $f_r$  қийматларини 1-таблицага ёзинг. 1-жадвалда сурати сақланг. Катушка индуктивлигини ҳисобланг. 1-таблицага ҳисоб натижаларини киритинг. Ласан энд?ктанс аниқланг. Ҳисоблаш натижаси, 1-жадвал сақлаш.

Таблица 1

Катушкалар индуктивлигини аниқлаш натижалари индуктивлансан аниқлаш натижалари

Ғалтак номери, чиқишлар номери кетма кетлик уланишлар уланиш тартиби	$C, \text{нФ}$	$f_r, \text{кГц}$	Индуктивлик қиймати, мГн
Л1 (1 – 2)			
Л2 (3 – 4)			
Кетма - кет Л1 и Л2 (1 – 2 – 3 – 4)			
Кетма - кет Л1 и Л2 (1 – 2 – 4 – 3)			

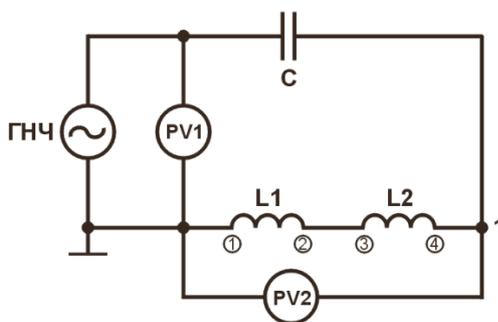
НЧ генераторини чиқиш кучланиши регулятрини ўлчашлар якунида соат стрелкасига қарши охиригача буранг. Дурана қадар ўлчаш сўнг, солағичи чиқиш кучланиш генератор ЛФ соунтер-соат йўналиши бўйича айлантинг.

Ўрнига ласан Л1 электрон ўлчаш ласан Л2 уланг. НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_r = 0,1$  В га ўрнатинг. Генератор чиқиш кучланиш ўрнатинг НЧ  $U_r = 0,1$  В. Генераторнинг ҳамма қийматларида бу катталиқни

доимийлигини охиригача сақлаб қолинг. Келажакда, генератор барча частоталар бу қиймат қаттиқ тутиш. 1 кГц – 5 кГц ва 5 кГц – 25 кГц частоталар диапазолида генератор частотасини ўзгартиринг, ПВ2 вольтметрни максимал кўрсаткичи бўйича тебраниш контуринг резонанс частотасини  $f_p$  топинг. Частота кенгликларидида осилат?р?н частотасини ўзгартириб, 1 кГц – 5 кГц и 5 кГц – 25 кГц, жарангдор частотасини топинг  $f_p$  максимал кучланиш ўлчаш учун тебраниш даври, ПВ2.  $f_p$  қийматларини 1-таблицага ёзинг. ёзиб  $f_p$  в стол 1. Катушка индуктивлигини ҳисобланг. 1-таблицага ҳисоб натижаларини киритинг. Ласан энд?ктанс аниқланг. Таблаланмиш ҳисоблаш натижаси 1.

НЧ генераторини чиқиш кучланиши регулятрини ўлчашлар якунида соат стрелкасига қарши охиригача буранг. Дурана қадар ўлчаш сўнг, созлагичи чиқиш кучланиш генератор ЛФ соунтер-соат йўналиши бўйича айлантинг.

Сериал алоқаси натижасида, калава энд?ктанс ўлчаш учун жиҳозни тайёрлаш Л1 и Л2 (рис. 6 и 7). Шу билан бир вақтда, ласан Л2 терминали 3-а бобини Л1 ўртасида терминали 2 уланг.



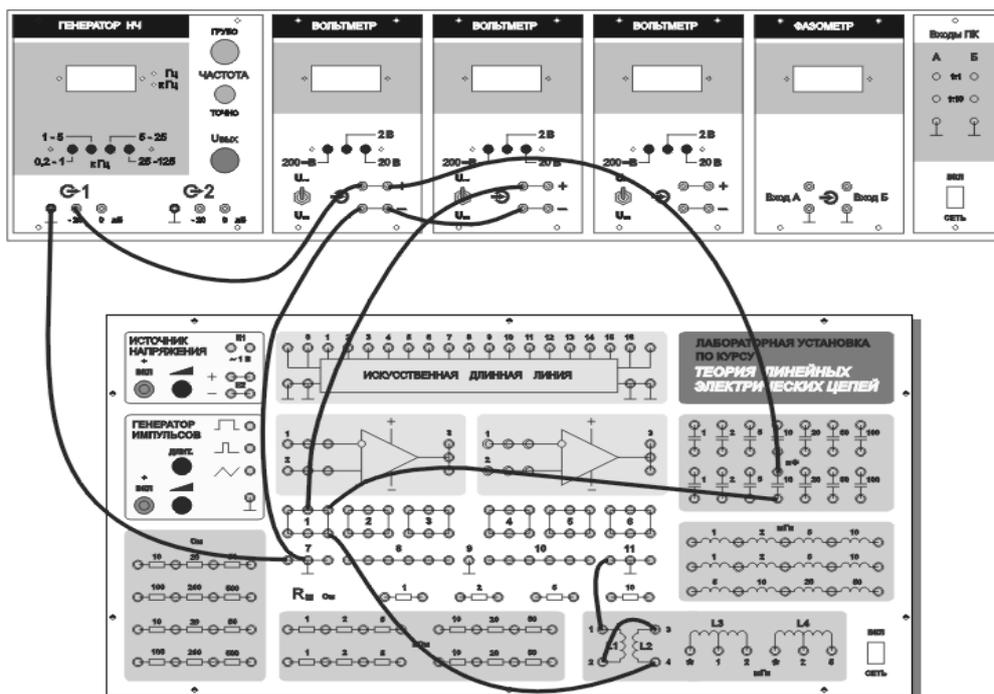
6- расм. Л1 и Л2 кетма – кет уланган контурларниг индуктивлигини аниқлашни принципиал схемаси. (вариант 1) Рис. 6. Индуксион аниқлаш сематик диаграммаси

кетма-кет уланган ўрамли Л1 ва Л2 (р 1)

НЧ генератор чиқиш кучланишини  $U_T = 0,1$  В га ўрнатинг. Паст  $U_T = 0,1$  В чиқиш таранглигини созлаш генератор нинг Хамма қийматларида бу катталиқни доимийлигини охиригача сақлаб қолинг. Келажакда, генератор барча частоталар бу қиймат қаттиқ тутиш. 1 кҲз - 5 кҲз Исландс 5 кҲз - частоталар диапазолида частотасини ўзгартиринг, ПВ2 вольтметрни максимал кўрсаткичи бўйича тебраниш контуринг резонанс частотасини ФП тепаси 25 кҲз осилат?р. Частота оралиғида осилат?р?н частотасини ўзгартириб, 1 кҲз - 5 кҲз ва 5 кҲз - 25 кҲз, ФП максимал кучланиш ўлчаш ПВ2.  $f_p$  қийматларини 1 таблитсага ёзинг турилиши палласида жарангдор частотасини олиш. Жадвал 1. ласан индуктивлигини ҳисобланг ичида Л сақланг. Ласан 1 таблитсага ҳисоб натижаларини киритинг. Рассчитайте инд?ктивите. ҳисоблаш натижаси, 1-жадвал сақлаш.

ЛФ генераторлар ўлчов сўнг кучланиши муҳарриридан ўлчашлар якунида эБЛД стрелкасига қарши охиригача буранг. По чиқиш, созлагичи

чиқиш кучланиш генератор ЛФ навбат соунтер-соат йўналиши бўйича



итаринг.

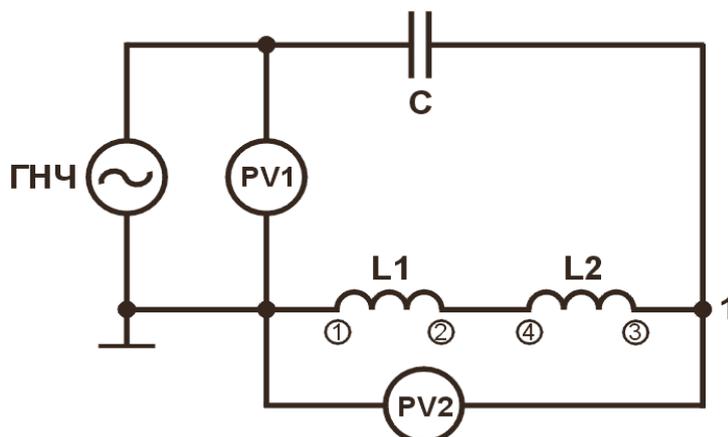
7-расм. Л1 и Л2 кетма – кет уланган контурларниг индуктивлигини аниқлаш учун элементлари уланиб ўрнатилган схема. Фиг. 7. Соннестийон диаграммаси элементлар ўрнатиш кетма-кет уланган ласан Л1 ва Л2 энд?ктанси аниқлаш учун (вариант 1)

Л1 ва Л2 катушкаларни уланиши ўзгартиринг. Алоқа ласан Л1 ва калава Л2.Л2 чиқиш 4 билан Л1 ҳалқа чиқиш 2 ёки орасини ўзаро Уланга (8.9-Расми) ўзгартиринг. Ласан Л2 терминали 4 2 ласан Л1 орасида бир чиқиш уланг (шакл. 8, 9). ЛФ генератор чиқиш кучланишини  $U_{г} =$  ўрнатиинг 0,1 га. Паст УГ чиқиш кучланиш = созлаш 0,1 В. Генераторнинг Хамма қийматларида бу катталиқни доимийлигини охиригача сақлаб қолинг. Келажакда, генератор барча частоталар бу қиймат қаттиқ тутиш. 1 кҲз - 5 кҲз Исландс 5 кҲз - частоталар диапазолида частотасини ўзгартиринг, ПВ2 вольтметрни максимал кўрсаткичи бўйича тебраниш контуринг резонанс частотасини ФП тепаси 25 кҲз осилат?р. Частота оралиғида осилат?р?н частотасини ўзгартириб, 1 кҲз - 5 кҲз ва 5 кҲз - 25 кҲз, ФП максимал кучланиш ўлчаш ПВ2 турилиши палласида жарангдор частотасини олиш. Жадвал 1. ласан индуктивлигини ҳисобланг.1-таблитсага ҳисоб натижаларини киритинг ичида фРқийматларини 1 таблитсага ёзинг.Запишите ФП қиймати.НЧ генераторини чиқиш кучланиш регуляторини ўлчашлар сўнгида соат стрелкасига қарши охиригача буранг.

Соил Ларни индуктивтилиги ўлчаш натижаларини қилинг таҳлил.

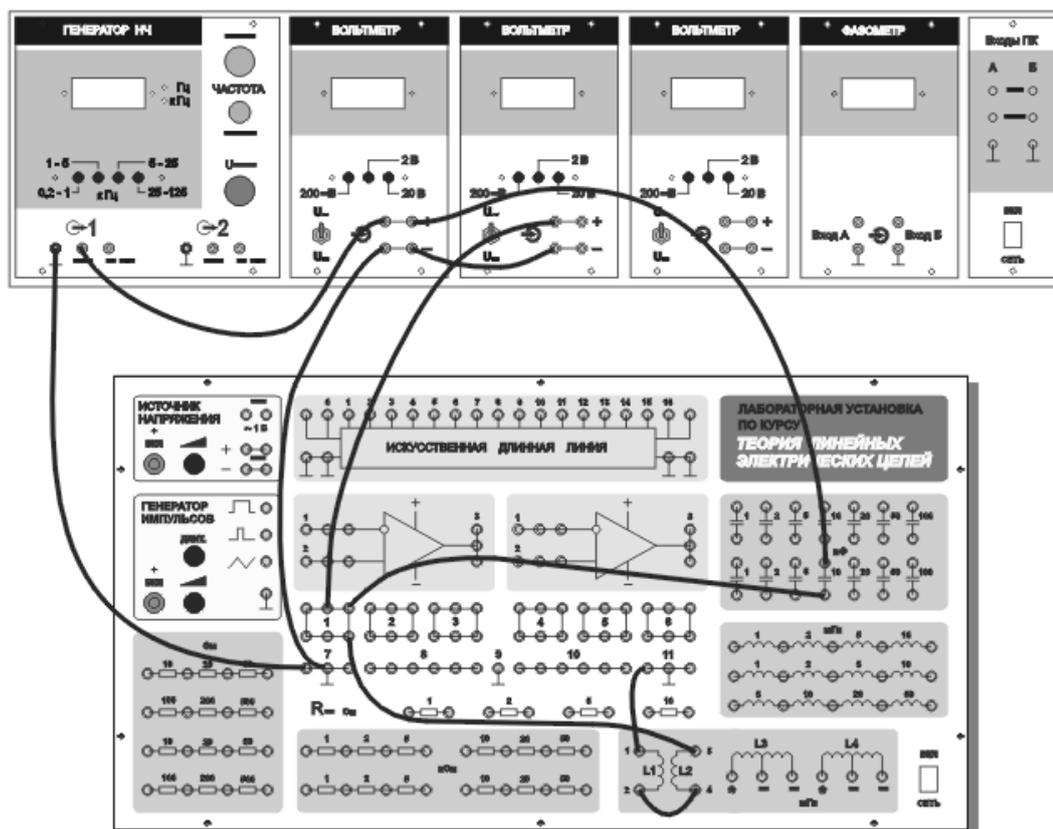
Инд?ктивите ласан ўлчаш натижаларини таҳлил. Л1 ва Л2 катушкаларни Бочес охирилари ва ва уйланганмисиз мослиги номерларига ҳулосаларни ҳисоботда келтиринг бошида ва ласан Л1 ва Л2 охирида ва уларнинг

хулосалар сони мувофиқлигини ҳисоботда олиб келди.  $L1$  ва  $L2$  контурларини боғланиш коэффициентини к алайҳи ўзоро индуктивлигини  $M$  ҳисобланг. Рассчитайте жец ўзоро инд?ктивите  $M$  ва улаш коэффициентсенти к



ўрамли  $L1$  ва  $L2$ .

8-расм.  $L1$  ва  $L2$  кетма- кет уланган катушкаларни индуктивлигини аниқлаш принципал схемаси (2-вариант).



9- расм.  $L1$  ва  $L2$  кетма- кет уланган катушкаларни индуктивлигини аниқлаш учун элементлари улашиб ўрнатилган схема. (2-вариант)

## Назорат саволлари.

1. Қандай қилиб мен қайтиб ўзаро индуксион белгисини ўзгартириш учун бир хил исм тугунлари тартибини ўзгартириш керак?
2. аралашма ундош ва соунтер Тасма нима?
3. ғалтакка ўртасида свзи максимал ва минимал қийматлари нима?
4. бирликлари ўзаро эндўктанс ўлчаш?
5. икки аппарати бирлашганда ласан умумий инд?ктивите 0 тенг бўлиши мумкинми





У.У.Искандаров иши

13.08.2016 й