

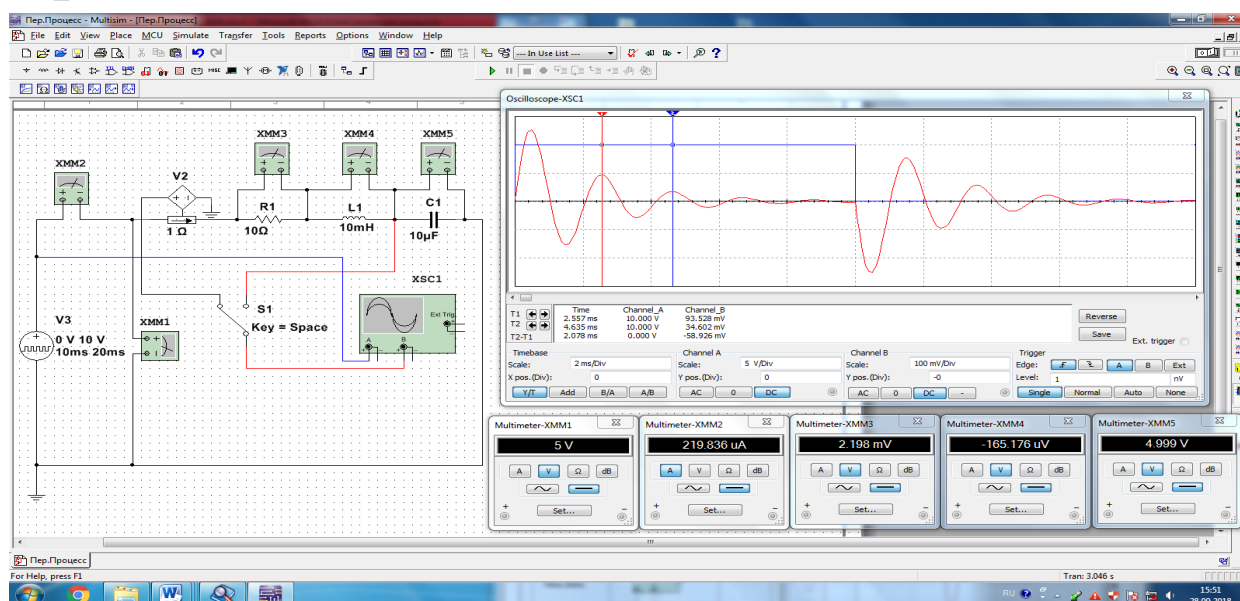
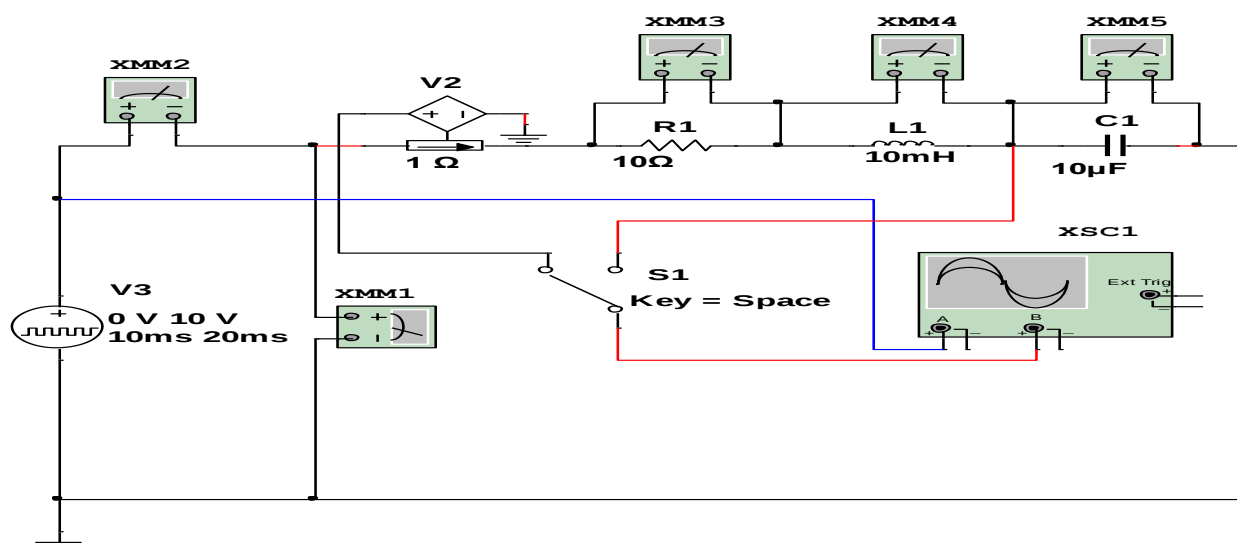
**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA  
UNIVERSITETI**

**NAZARIY ELEKTROTEXNIKA**

fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga

**USLUBIY QO‘LLANMA**



**Toshkent 2019**

Begmatov SH.E. «Nazariy elektrotexnika» fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy qoʻllanma. – Toshkent: ToshDTU, 2019. - 142 b.

Tavsiya etilayotgan uslubiy qoʻllanmada texnika sohasidagi oliy oʻquv yurtlarida va energetika yoʻnalishidagi kasb-hunar kollejlarda oʻqitiladigan «Nazariy elektrotexnika» fanidan laboratoriya ishlarini kompyuterda sxemotexnik modellashtirish dasturi «NI Multisim 14.0» asosida virtual bajarishning nazariy va amaliy tartibi koʻrsatilgan.

Oliy va kasb-hunar oʻquv yurtlarida taʼlim olayotgan talabalar va oʻquvchilar, multimediya xonalarida «Nazariy elektrotexnika» fanidan laboratoriya ishlarini virtual shaklda bajarish natijasida innovatsion kompyuter texnologiyalarini oʻrganadi.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti  
oʻquv - uslubiy kengashining qarori bilan nashr etildi*

Taqrizchilar:

Yakubov M.Y. Toshkent temir yoʻl muhandislari instituti,  
«Temir yoʻllar elektr taʼminoti» kafedrası  
professori;

Pirmatov N.B. Toshkent davlat texnika universiteti,  
«Elektr mashinalari» kafedrası professori.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2019

## Kirish

«Faol tadbirkorlik, innovatsion g'oyalar va texnologiyalarni qo'llab-quvvatlash yili»da o'quv jarayoniga zamonaviy ta'lim texnologiyalarini yanada jadallroq qo'llash vazifalari qo'yilgan.

Texnika sohasidagi oliy o'quv yurtlarida va energetika yo'nalishidagi kasb-hunar kollejlari o'qitiladigan «Nazariy elektrotexnika» umumiy ta'lim fanlari qatoriga kiradi. Fanni mukammal va puxta o'rganishda laboratoriya ishlari muhim o'rin tutadi.

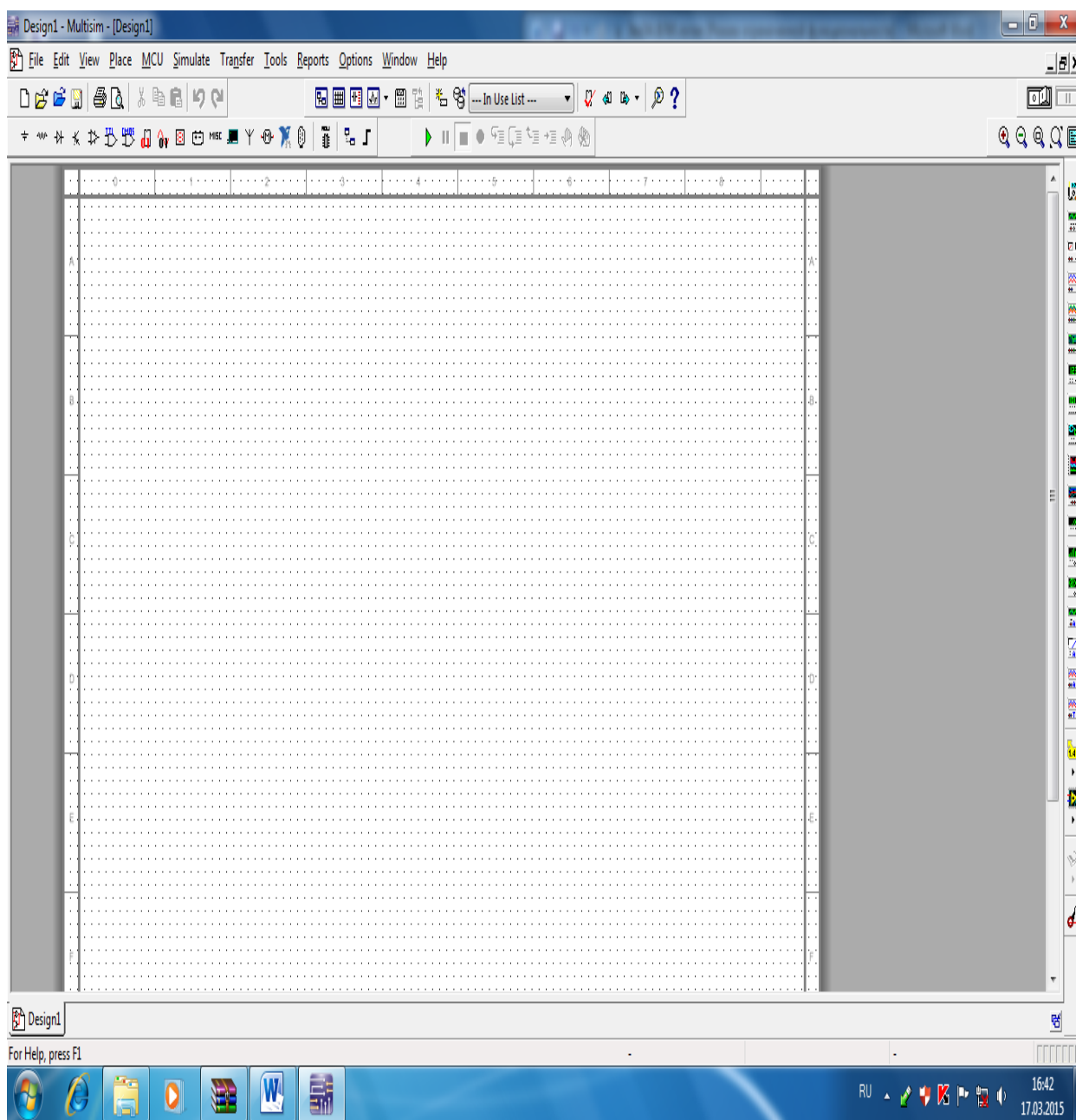
O'quvchilar laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida, nazariy bilimlarini tajribalar orqali amaliy jihatdan mustahkamlaydi, mustaqil xulosa chiqarishni o'rganadi va natijada malakaviy ko'nikmalar hosil qiladi.

Uslubiy qo'llanmada «Nazariy elektrotexnika» fanidan laboratoriya ishlarini virtual bajarishda zamonaviy ta'lim texnologiyalari qatoriga kiruvchi sxemotexnik modellashtirish «Multisim 14.0» (keyinda «MS 14.0») dasturini qo'llash tavsiya etiladi.

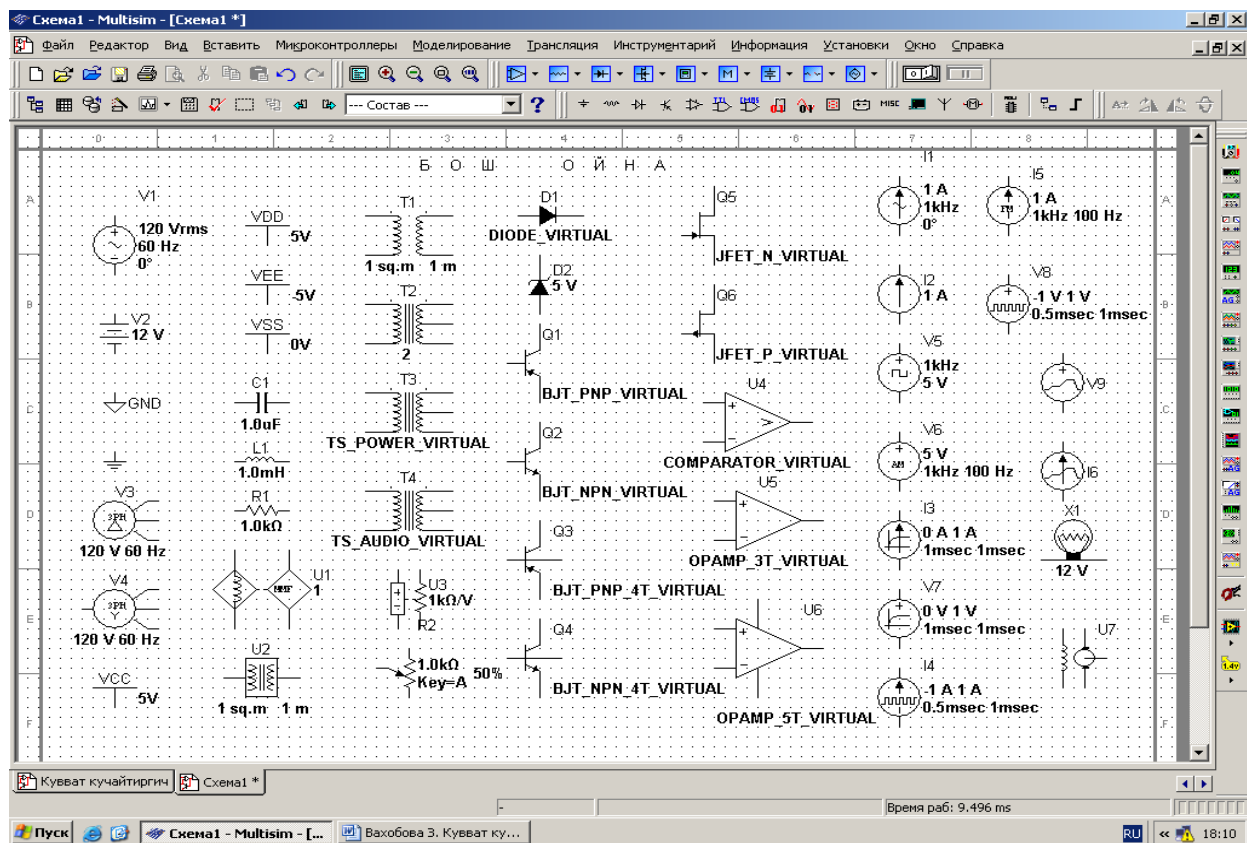
Mazkur uslubiy qo'llanma 5310200- Elektr energetikasi ta'lim yo'nalishi malaka talablari hamda «Nazariy elektrotexnika» fanining o'quv dasturi asosida tuzilgan bo'lib, fanni o'qiydigan barcha ta'lim yo'nalishlarida va kasb-hunar kollejlari mutaxassisliklarida laboratoriya ishlarini virtual bajarishga mo'ljallangan.

## Virtual laboratoriya ishlarini bajarish va hisobotini topshirish tartibi

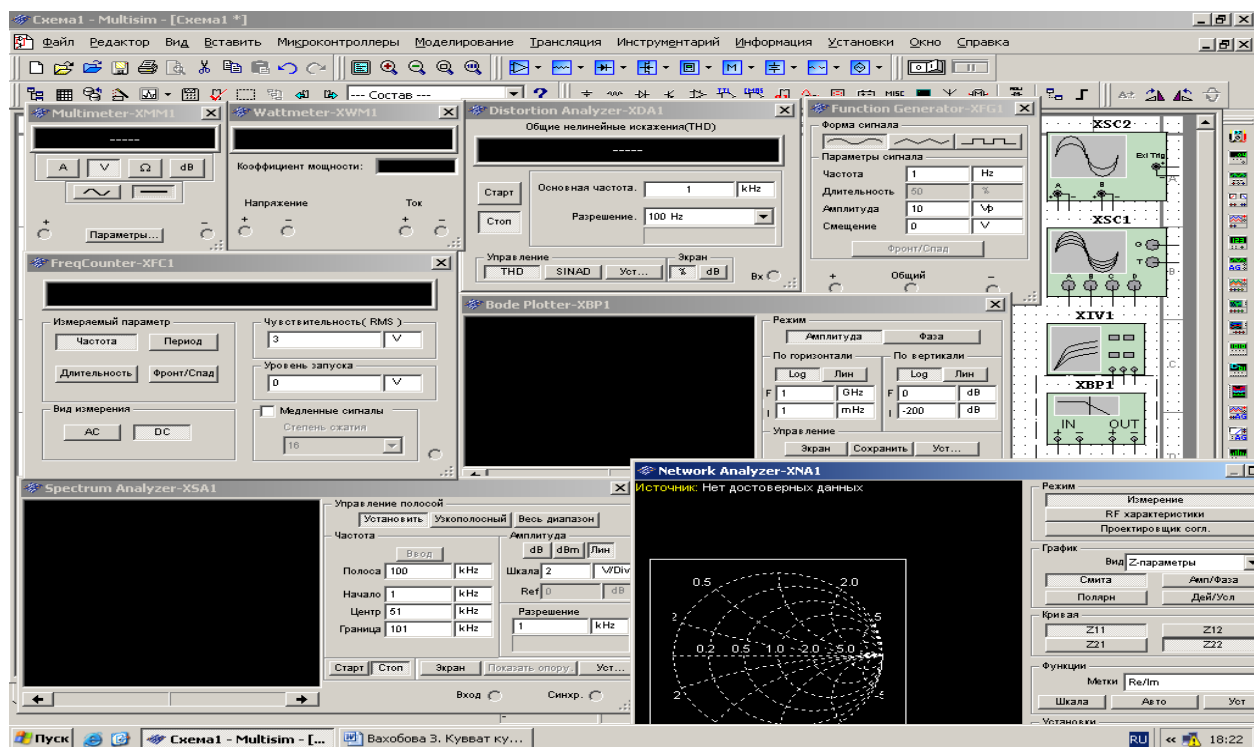
«Nazariy elektrotexnika» fanidan virtual laboratoriya ishlarini 486 va undan yuqori protsessorli IBM rusumidagi kompyuterlarda bajarish mumkin. Kompyuterning monitorida «MS 14.0» dasturining «Bosh oynasi» ochiladi (1-rasm). «Bosh oyna»ning yuqorisida virtual elektr va elektron elementlarning (2-rasm) hamda elektr sxemani ulash, pauza va uzish kalitlari, o'ng tarafida nazorat-o'lchov, kuzatish va qurish virtual asboblari (3-rasm) bazasi joylashgan.



1-rasm. «MS 14.0» dasturining «Bosh oynasi»



2-rasm. «MS 14.0» dasturining virtual elektr va elektron elementlar bazasi



3-rasm. «MS 14.0» dasturining virtual nazorat-o'lchash, kuzatish va qurish asboblari bazasi

Virtual laboratoriya ishlari quyidagi tartibda bajariladi:

- o'qituvchi talabalarga «MS 14.0» dasturi to'g'risida qisqacha nazariy va amaliy ma'lumotlar beradi;

- talaba kompyuterni elektr tarmog'iga ulab «MS 14.0» dasturining «Bosh oyna»siga kiradi va virtual elektr elementlar bazasini (2-rasm), nazorat-o'lchash, kuzatish va qurish asboblari (3-rasm) ajratib oladi hamda ularning ishlash jarayonlarini o'rganadi;

- o'qituvchining topshirig'i asosida talaba bajariladigan laboratoriya ishiga oid virtual elektr sxemani yig'adi va sxemaga nazorat-o'lchov, kuzatish va qurish virtual asboblari ulaydi;

- o'qituvchi yig'ilgan elektr sxemani tekshirib bergandan so'ng talaba ulash kalitini bosib sxemani ishga tushiradi;

- talaba virtual nazorat-o'lchov asboblari ko'rsatgan qiymatlarni hisobot jadvaliga yozadi hamda kuzatish va qurish virtual asboblardagi diagrammalarni va tavsiflarni printerdan chiqarib oladi.

Virtual laboratoriya ishlarining hisoboti quyidagi tartibda topshiriladi:

- talabalar o'qituvchi yordamida laboratoriya ishi jadvalidagi hisoblashlarni to'ldiradi;

- talabalar jadvaldagi qiymatlar asosida diagrammalarni, tavsiflarni va grafiklarni quradi;

- o'qituvchi laboratoriya ishining hisobotini tekshirib chiqadi va aniqlangan kamchiliklarni talabalar to'g'rilaydi;

- talabalar nazorat savollariga javob bergan holda laboratoriya hisobotni o'qituvchiga topshiradi.

## **1-LABORATORIYA ISHI**

### **O'ZGARUVCHAN TOKLI KUCHLANISHGA AKTIV QARSHILIKNI, INDUKTIV G'ALTAKNI VA SIG'IMNI ULASH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilikni, induktiv g'altakni va sig'imni ayrim ulab, elektr zanjirida Om qonunini o'rganish hamda tok va kuchlanish vektor diagrammalarini qurish.
2. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ayrim ulangan elektr zanjirining parametrlarini hisoblash.
3. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi ( 1-rasm).

#### **Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga aktiv qarshilik ulangan elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik ulangan (1.1-rasm) elektr zanjirining virtual sxemasini yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.
2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (1.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, Ohm qonunini tekshiradi.

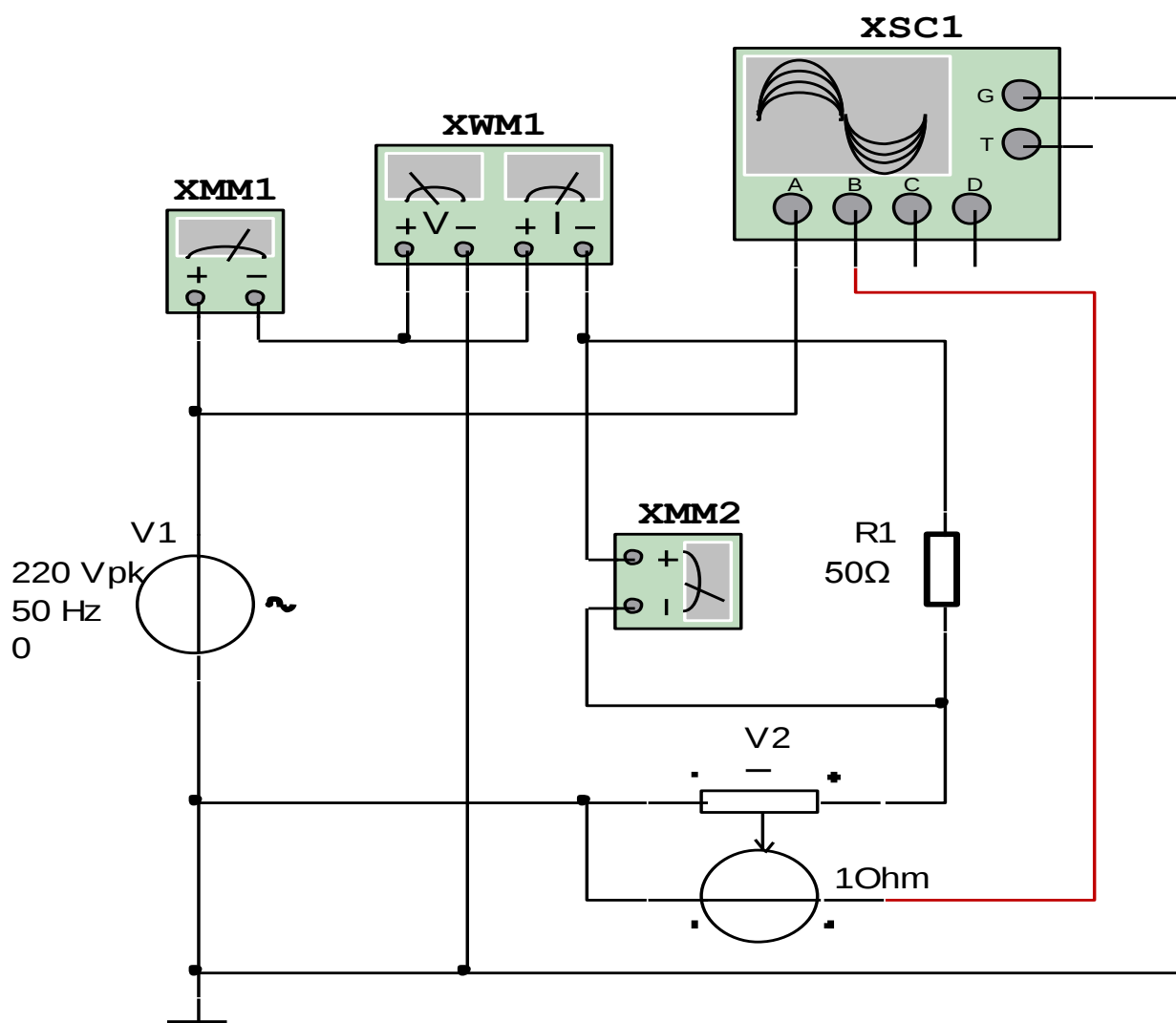
5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

1.1-rasmدا tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

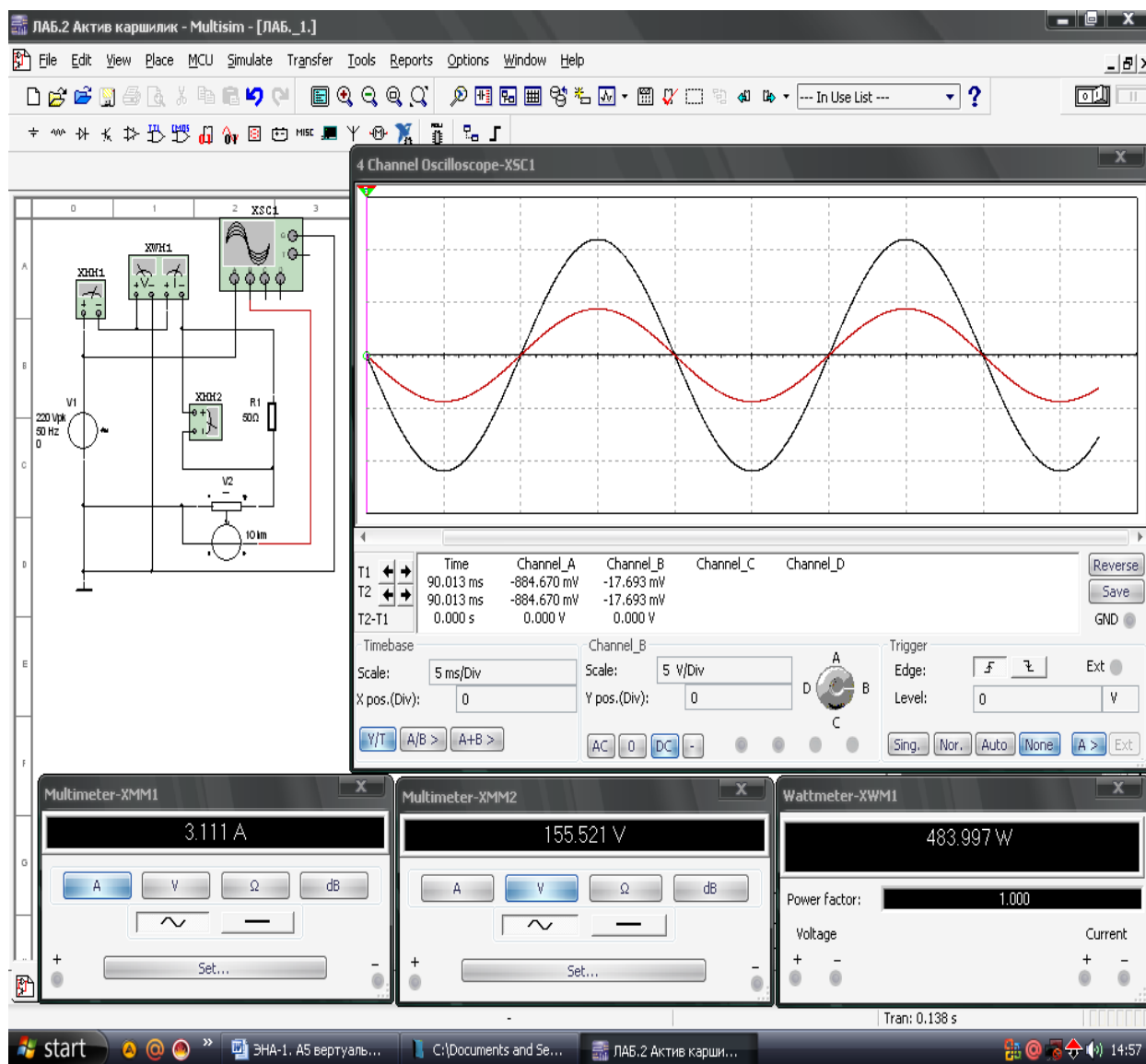
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati:  $R_1=50 \text{ /}\Omega\text{/}$ .

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 / $\Omega$ /.



1.1-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga aktiv qarshilik ulangan virtual elektr zanjir



1.2-rasm. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanishga aktiv qarshilik ulangan virtual elektr zanjirning modeli

### Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanishga induktiv gʻaltak ulangan elektr zanjiri

1. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga induktiv gʻaltak ulangan (1.3-rasm) elektr zanjirning virtual sxemasini yigʻadi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini oʻlchash uchun virtual oʻlchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

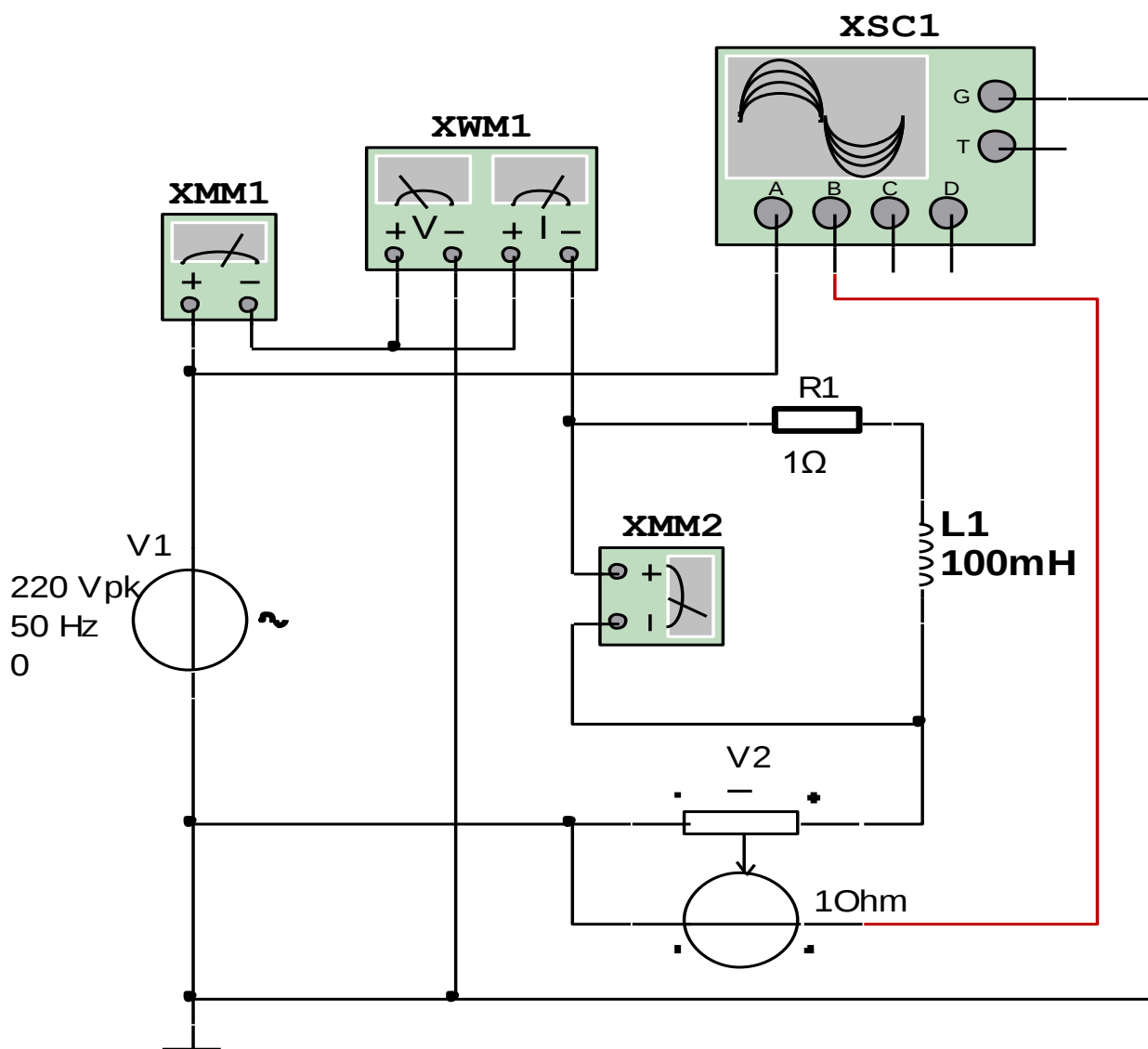
3. Virtual oʻlchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (1.4-rasm) ishga tushiradi va o'lov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 1.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, Ohm qonunini tekshiradi.

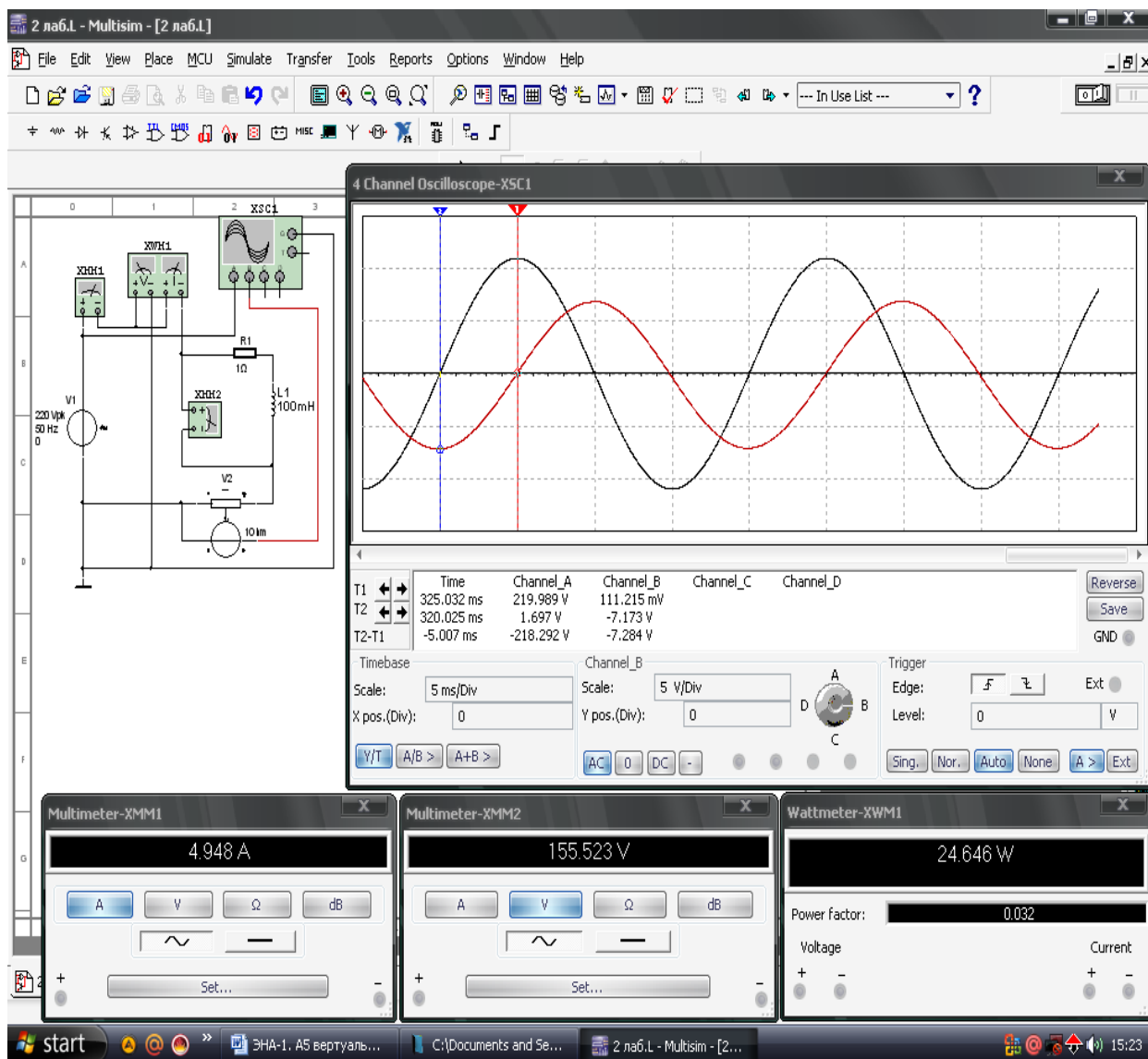
5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

1.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz /.
- Induktiv g'altakning induktivlik qiymati 100 /mGn/.
- Induktiv g'altakning ichki aktiv qarshilik qiymati  $R_1=1$  /Om/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



1.3-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga induktiv g'altak ulangan virtual elektr zanjir



1.4-rasm. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanishga induktiv gʻaltak ulangan virtual elektr zanjirning modeli

### **Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanishga sigʻim ulangan elektr zanjiri**

1. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga sigʻim ulangan (1.5-rasm) elektr zanjirning virtual sxemasini yigʻadi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini oʻlchash uchun virtual oʻlchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

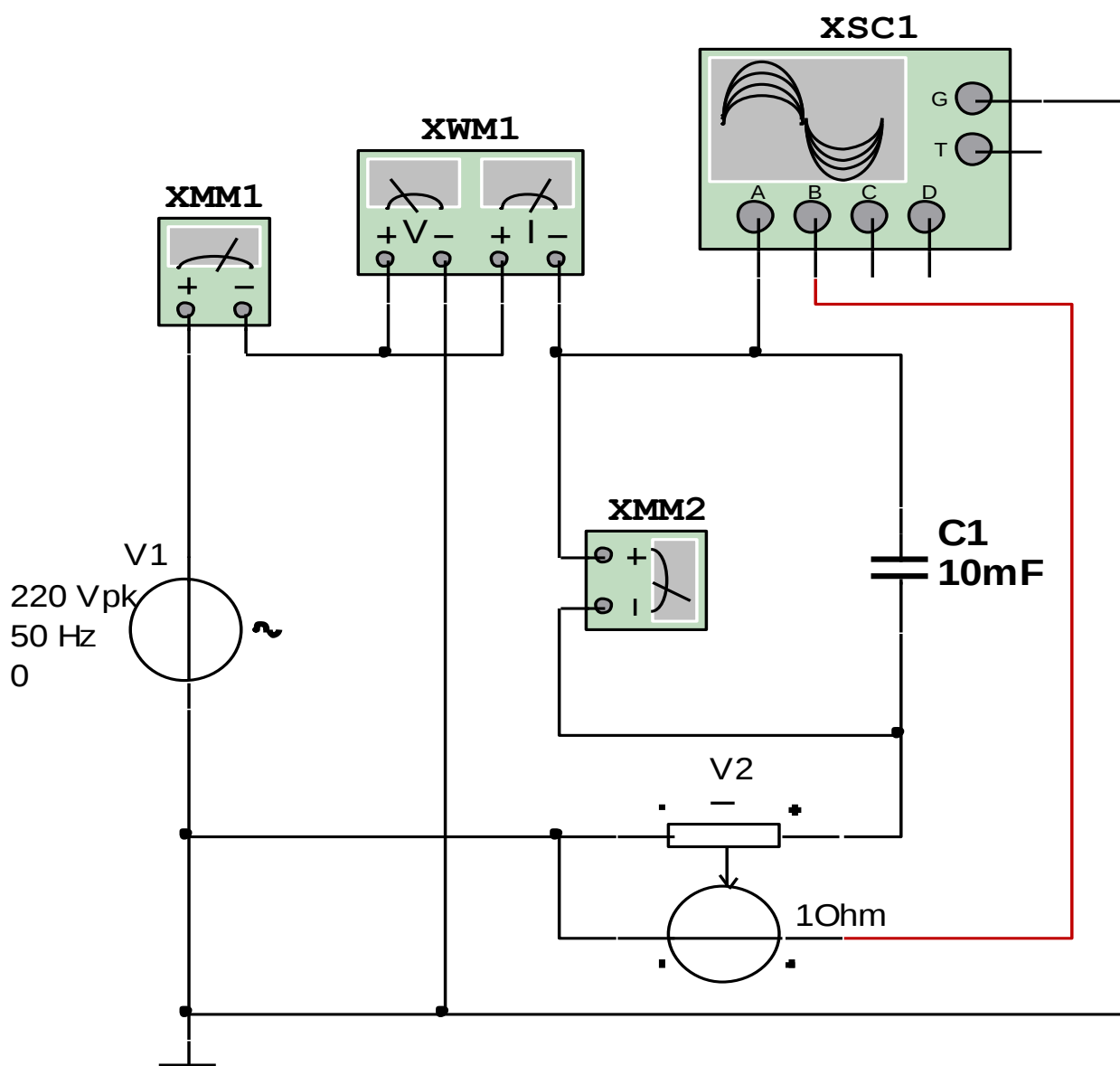
3. Virtual oʻlchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (1.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, Om qonunini tekshiradi.

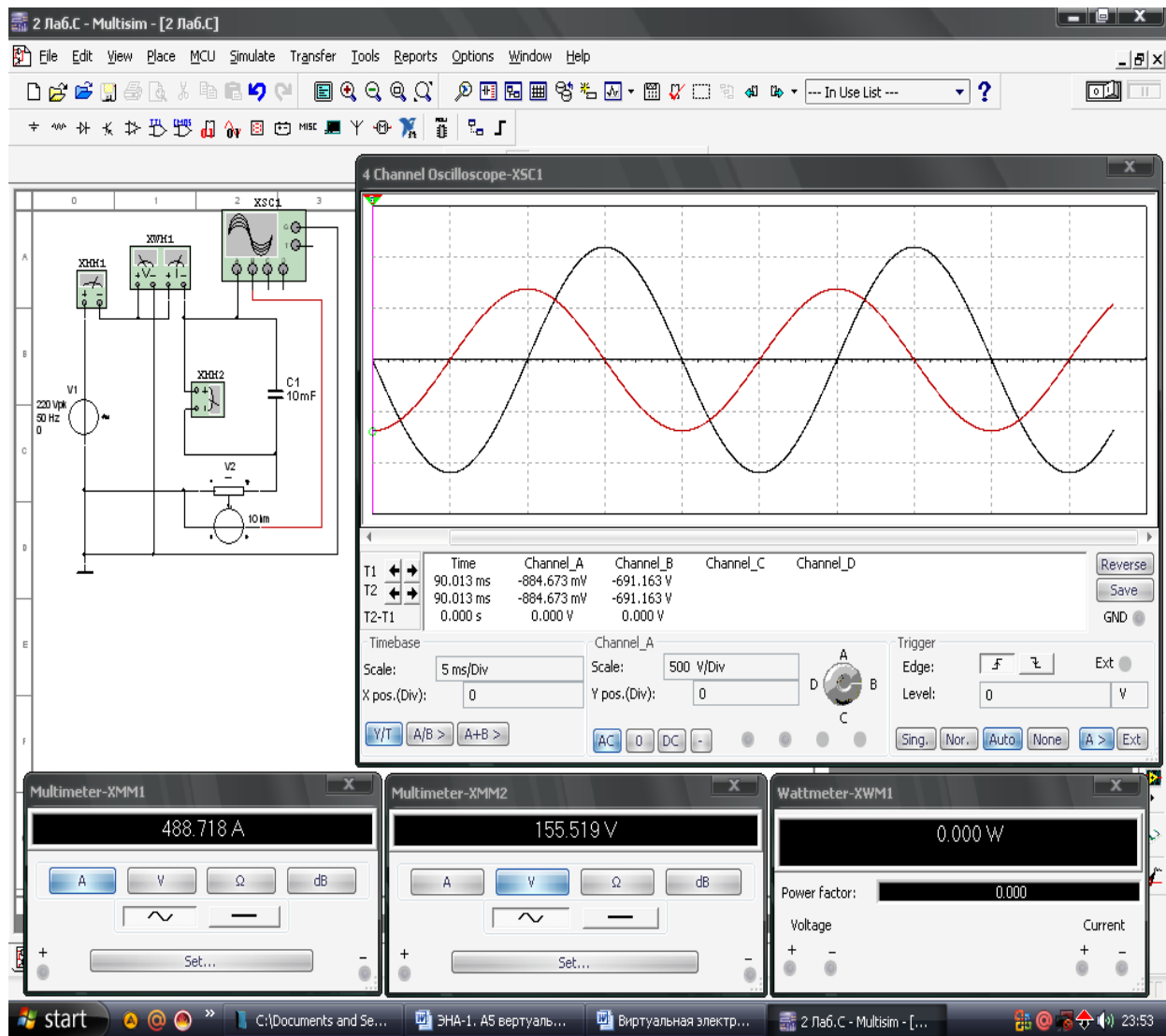
5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

1.5-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Sig'im qiymati 10 /mkF/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



1.5-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga sig'im ulangan virtual elektr zanjir



1.6-rasm. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanishga sigʻim ulangan virtual elektr zanjirning modeli

1.1-jadval

| Virtual sxema    | Oʻlchashlar |   |    | Hisoblashlar |       |       |    |     |               |
|------------------|-------------|---|----|--------------|-------|-------|----|-----|---------------|
|                  | I           | U | P  | r            | $X_L$ | $X_C$ | L  | C   | $\cos\varphi$ |
|                  | A           | V | Vt | Om           | Om    | Om    | Gn | mkF | -             |
| Aktiv qarshilik  |             |   |    |              |       |       |    |     |               |
| Induktiv gʻaltak |             |   |    |              |       |       |    |     |               |
| Sigʻim           |             |   |    |              |       |       |    |     |               |

## **Nazorat savollari**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ulangan elektr zanjiri uchun Om qonuni qanday ta'riflanadi ?
2. Kuchlanish va tok orasidagi fazaviy siljish burchagini tushuntiring.
3. Aktiv va reaktiv quvvatlar qanday aniqlanadi?
4. Quvvat ko'effitsiyenti nima?

## **2-LABORATORIYA ISHI**

### **O'ZGARUVCHAN TOKLI KUHLANISHGA ENERGIYA ISTE'MOLCHILARINI KETMA-KET ULASH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjirida Om qonunini va Kirxgoff qoidalarini o'rganish hamda tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini qurish.
2. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjirining parametrlarini hisoblash.
3. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi ( 1-rasm).

## **Induktiv g'altak qarshiligi sig'im qarshiligidan katta - $X_L > X_C$ shartdagi elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan,  $X_L > X_C$  shartdagi elektr zanjirining virtual sxemasini (2.1-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (2.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 2.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib Ohm qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

6. Tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

2.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

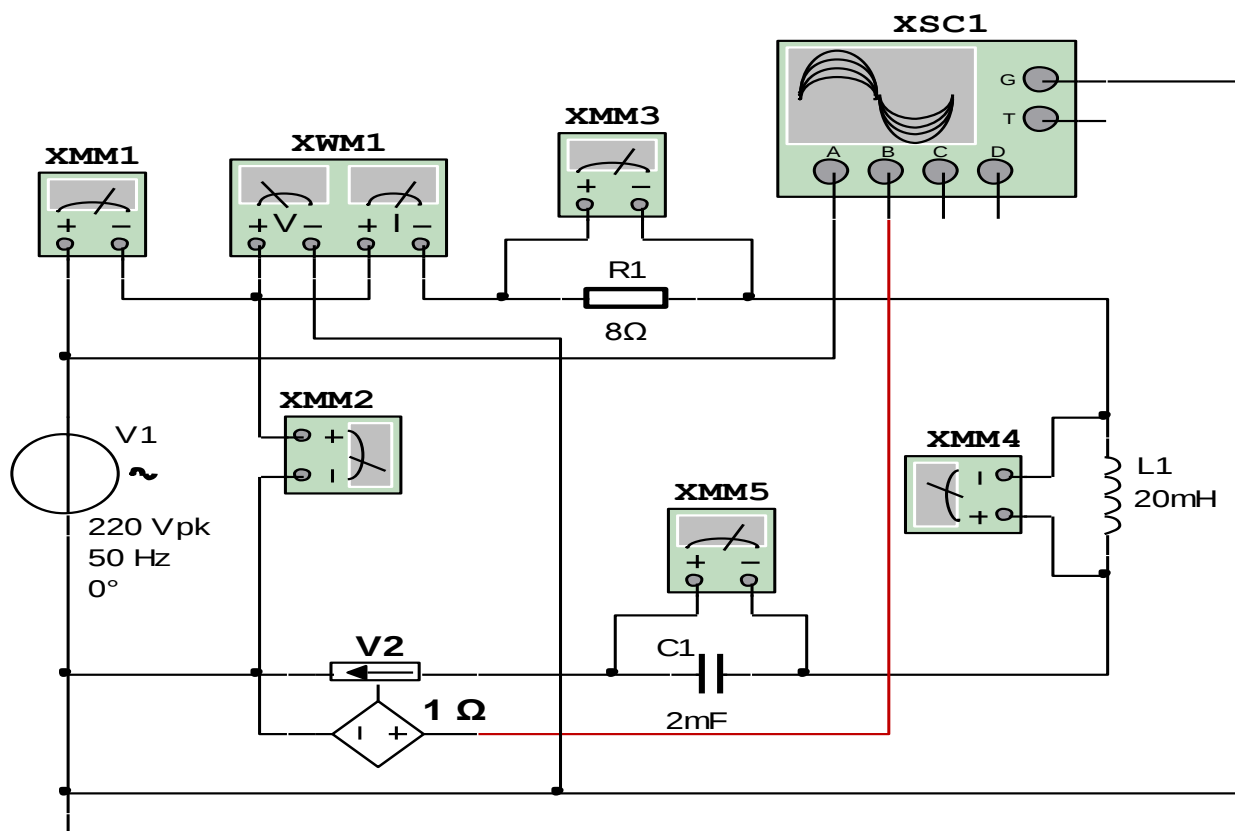
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1 = 8 \text{ /}\Omega\text{/}$ .

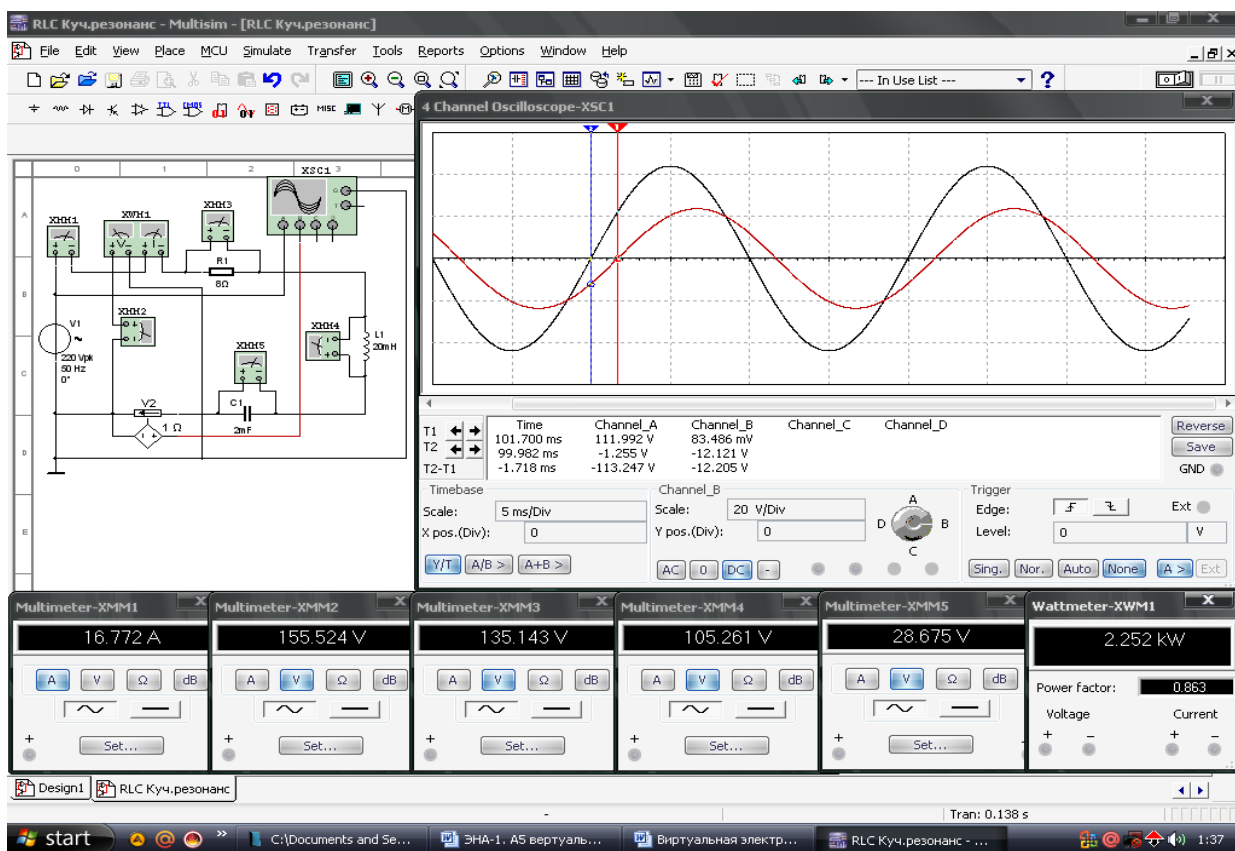
- Induktiv g'altak qiymati 20 /mGn/.

- Sig'im qiymati 2 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 / $\Omega$ /.



2.1-rasm.  $X_L > X_C$  shartdagi virtual elektr zanjir



2.2-rasm.  $X_L > X_C$  shartdagi virtual elektr zanjirning modeli

## **Induktiv g'altak qarshiligi sig'im qarshiligidan kichik - $X_L < X_C$ shartdagi elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan,  $X_L < X_C$  shartdagi elektr zanjirning virtual sxemasini (2.3-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogram-malarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (2.4-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 2.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib Om qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

6. Tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

2.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

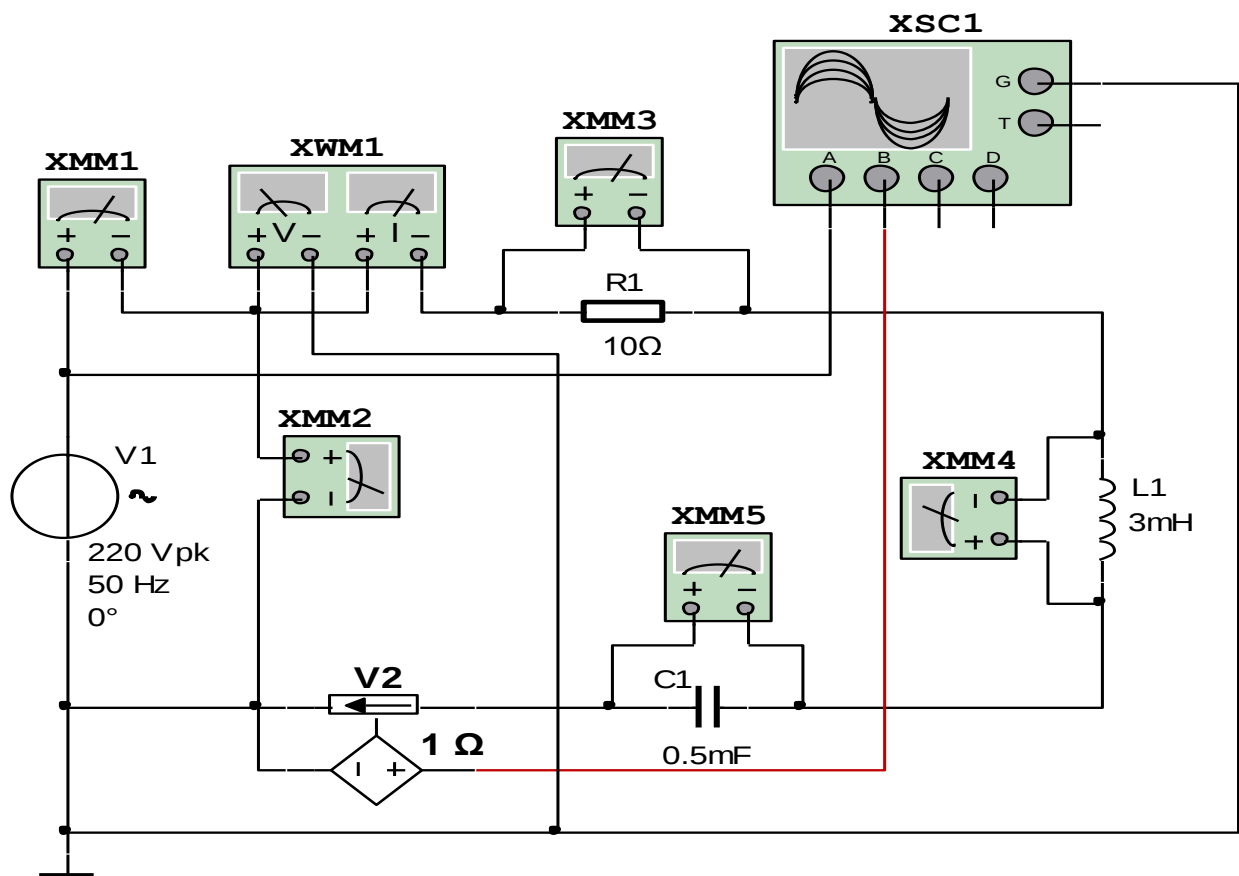
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=10$  /Om/.

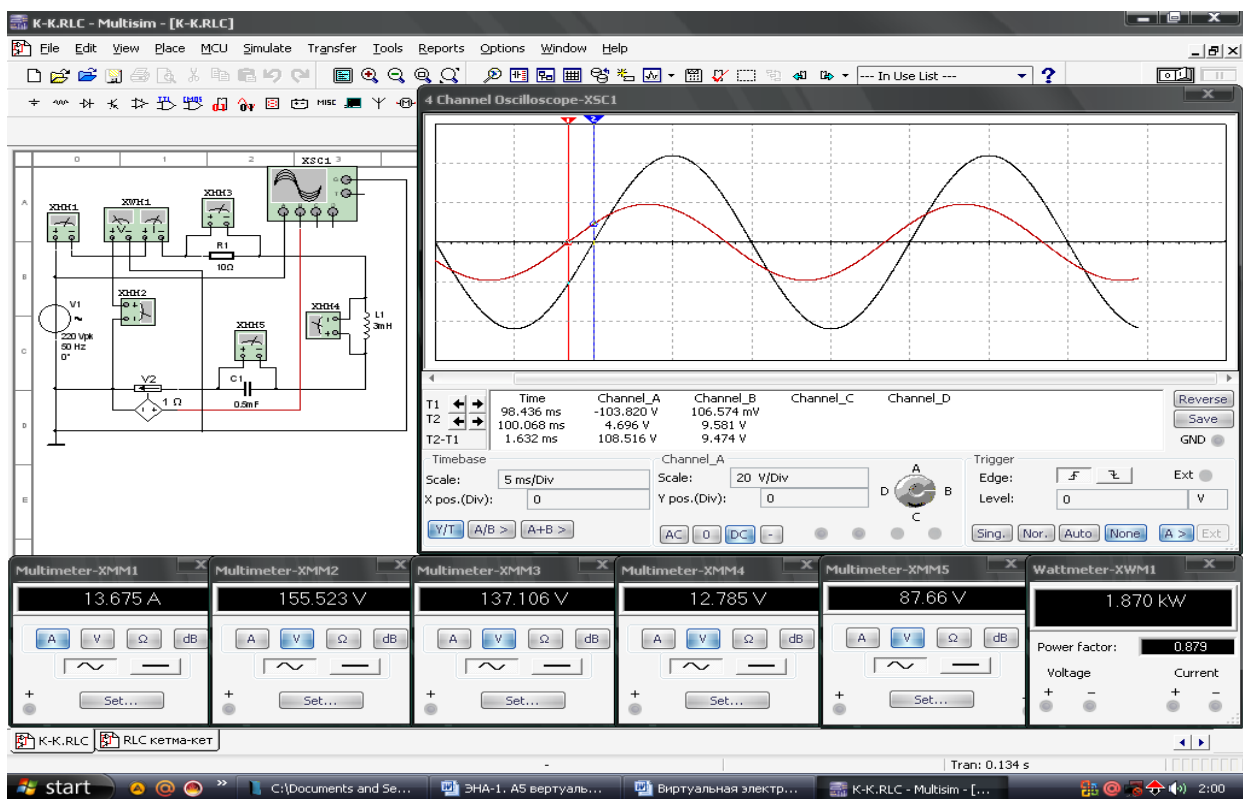
- Induktiv g'altak qiymati 3 /mGn/.

- Sig'im qiymati 0,5 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



2.3-rasm.  $X_L < X_C$  shartdagi virtual elektr zanjiri



2.4-rasm.  $X_L < X_C$  shartdagi virtual elektr zanjirning modeli

| Virtual sxema                                                         | O'lchashlar |   |    | Hisoblashlar |       |       |    |     |    |    |               |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|--------------|-------|-------|----|-----|----|----|---------------|
|                                                                       | I           | U | P  | r            | $X_L$ | $X_C$ | L  | C   | X  | Z  | $\cos\varphi$ |
|                                                                       | A           | V | Vt | Om           | Om    | Om    | Gn | mkF | Om | Om | -             |
| $X_L > X_C$ - induktiv g'altak qarshiligi sig'im qarshiligidan katta  |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                       |             |   |    |              | -     | -     | -  | -   | -  | -  |               |
| Induktiv g'altak                                                      |             |   |    | -            |       | -     |    | -   | -  | -  |               |
| Sig'im                                                                |             |   |    | -            | -     |       | -  |     | -  | -  |               |
| $X_L < X_C$ - induktiv g'altak qarshiligi sig'im qarshiligidan kichik |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                       |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Induktiv g'altak                                                      |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Sig'im                                                                |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |

### Nazorat savollari

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjiri uchun Oma qonuni va Kirxgoff qoidalari qanday ta'riflanadi ?
2. Aktiv, induktiv, sig'im va to'la qarshiliklar qanday hisoblanadi?
3. Fazaviy siljish burchagini tushuntiring.
4. Aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar qanday aniqlanadi?
5. Quvvatlar uchburchagini tushuntiring.
6. Quvvat ko'effitsiyenti nima?

### **3 - LABORATORISH ISHI**

## **O‘ZGARUVCHAN TOKLI KUCHLANISHGA ENERGIYA ISTE’MOLCHILARINI PARALLEL ULASH**

### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o‘zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g‘altak va sig‘im parallel ulangan elektr zanjirida Om qonunini va Kirxgoff qoidalarini o‘rganish hamda kuchlanish va toklar vektor diagrammasini qurish.
2. Sinusoidal o‘zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g‘altak va sig‘im parallel ulangan elektr zanjirining parametrlarini hisoblash.
3. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o‘zlashtiradi.

### **Ishni bajarish tartibi**

O‘qituvchining topshirig‘iga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi ( 1-rasm).

### **Induktiv g‘altak o‘tkazuvchanligi sig‘im o‘tkazuvchanligidan katta - $B_L > B_C$ shartdagi elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o‘zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g‘altak va sig‘im parallel ulangan,  $B_L > B_C$  shartdagi elektr zanjirining virtual sxemasini (3.1 -rasm) yig‘adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o‘lchash uchun virtual o‘lchov asboblarini ulaydi.
2. Sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

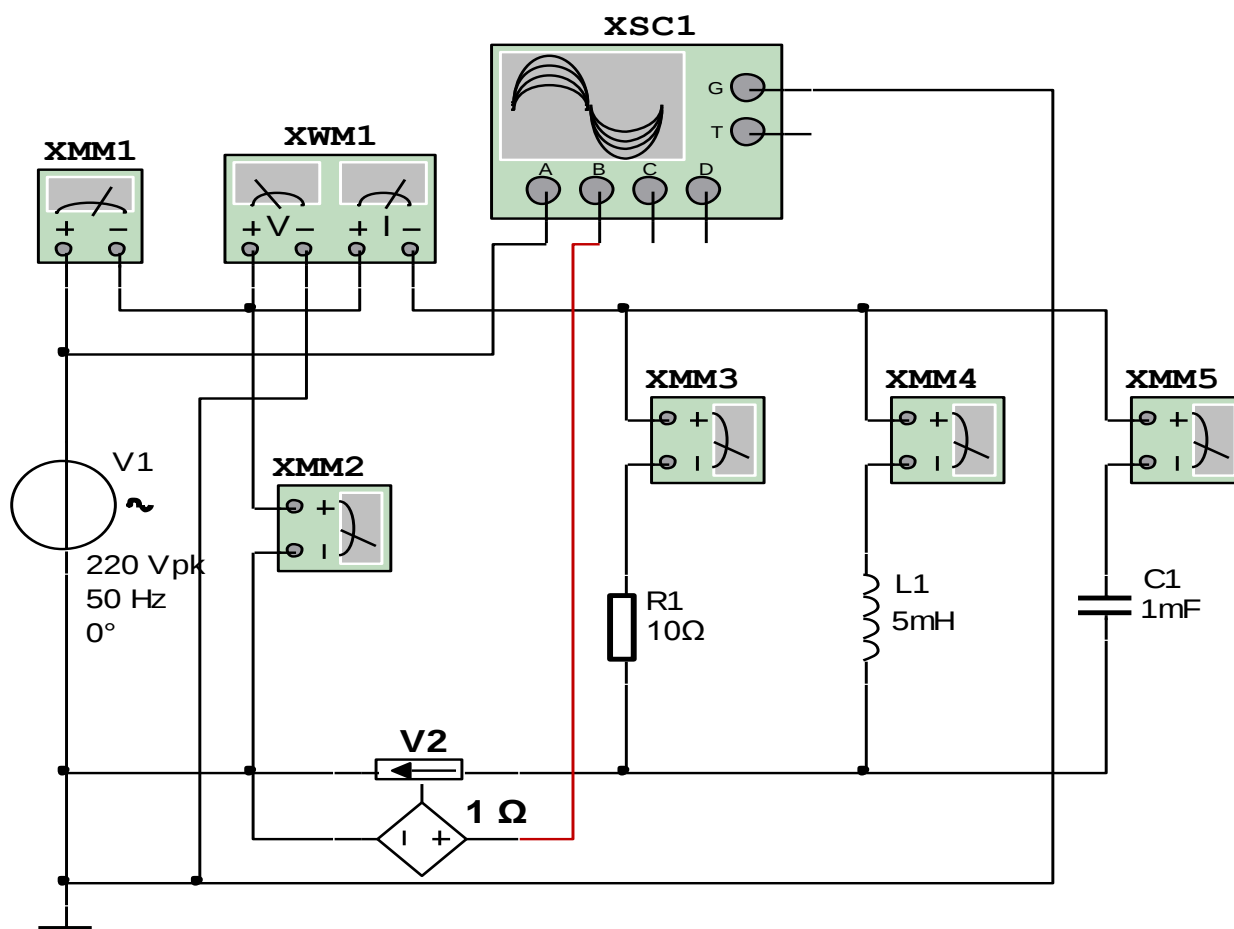
4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (3.2 -rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 3.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, Ohm qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

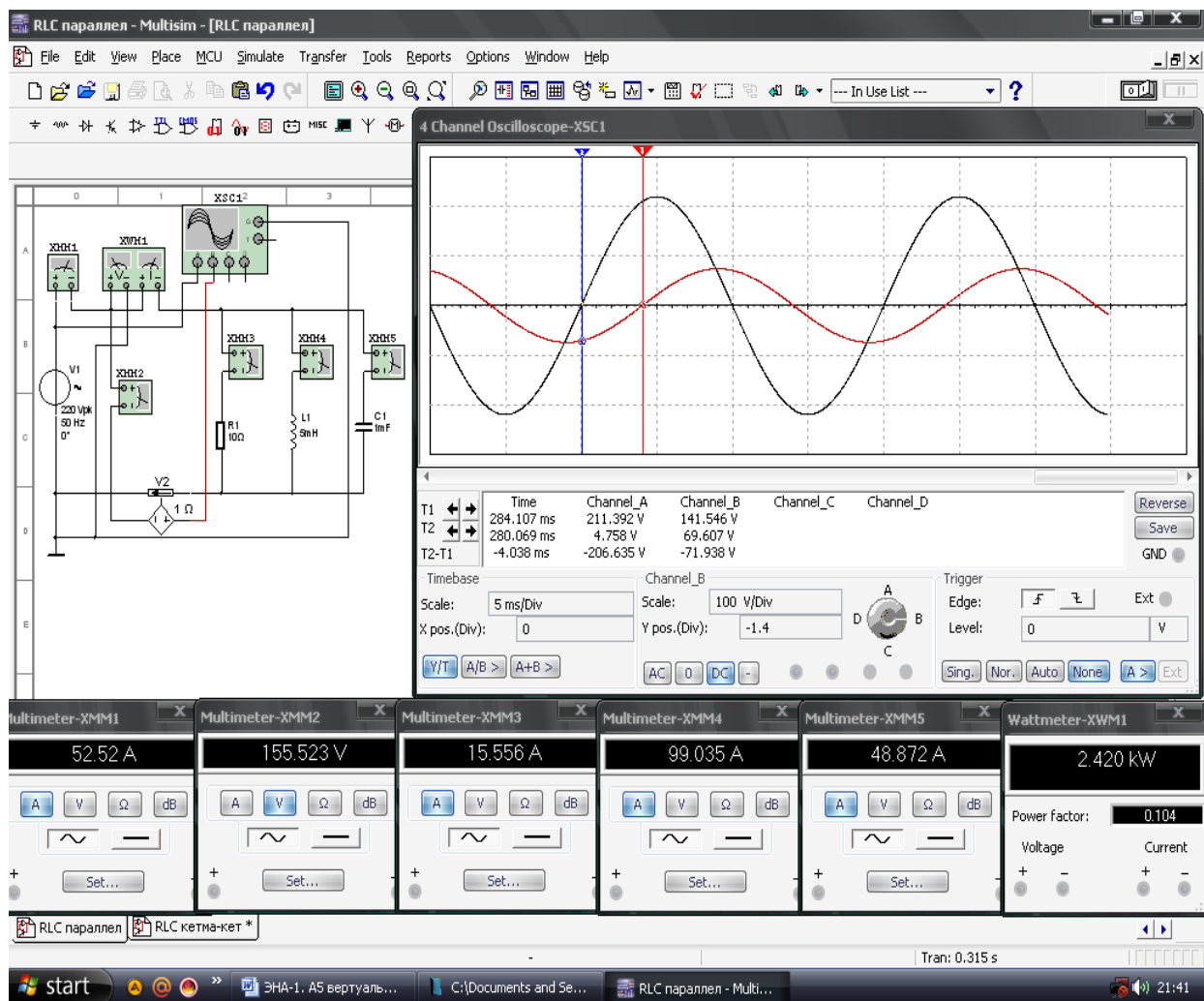
6. Kuchlanish va toklar vektor diagrammasini quradi.

3.1 -rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50/Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=10$  /Om/.
- Induktiv g'altak qiymati 5 /mGn/.
- Sig'im qiymati 1 /mkF/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



3.1-rasm.  $B_L > B_C$  shartdagi virtual elektr zanjiri



3.2-rasm.  $B_L > B_C$  shartdagi virtual elektr zanjirning modeli

### Induktiv g'altak o'tkazuvchanligi sig'im o'tkazuvchanligidan kichik - $B_L < B_C$ shartdagi elektr zanjiri

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan,  $B_L < B_C$  shartdagi elektr zanjirning virtual sxemasini (3.3-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (3.4-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 3.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi.

Soʻngra «Hisoblashlar» qatorini toʻldirib Om qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

6. Kuchlanish va toklar vektor diagrammasini quradi.

3.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

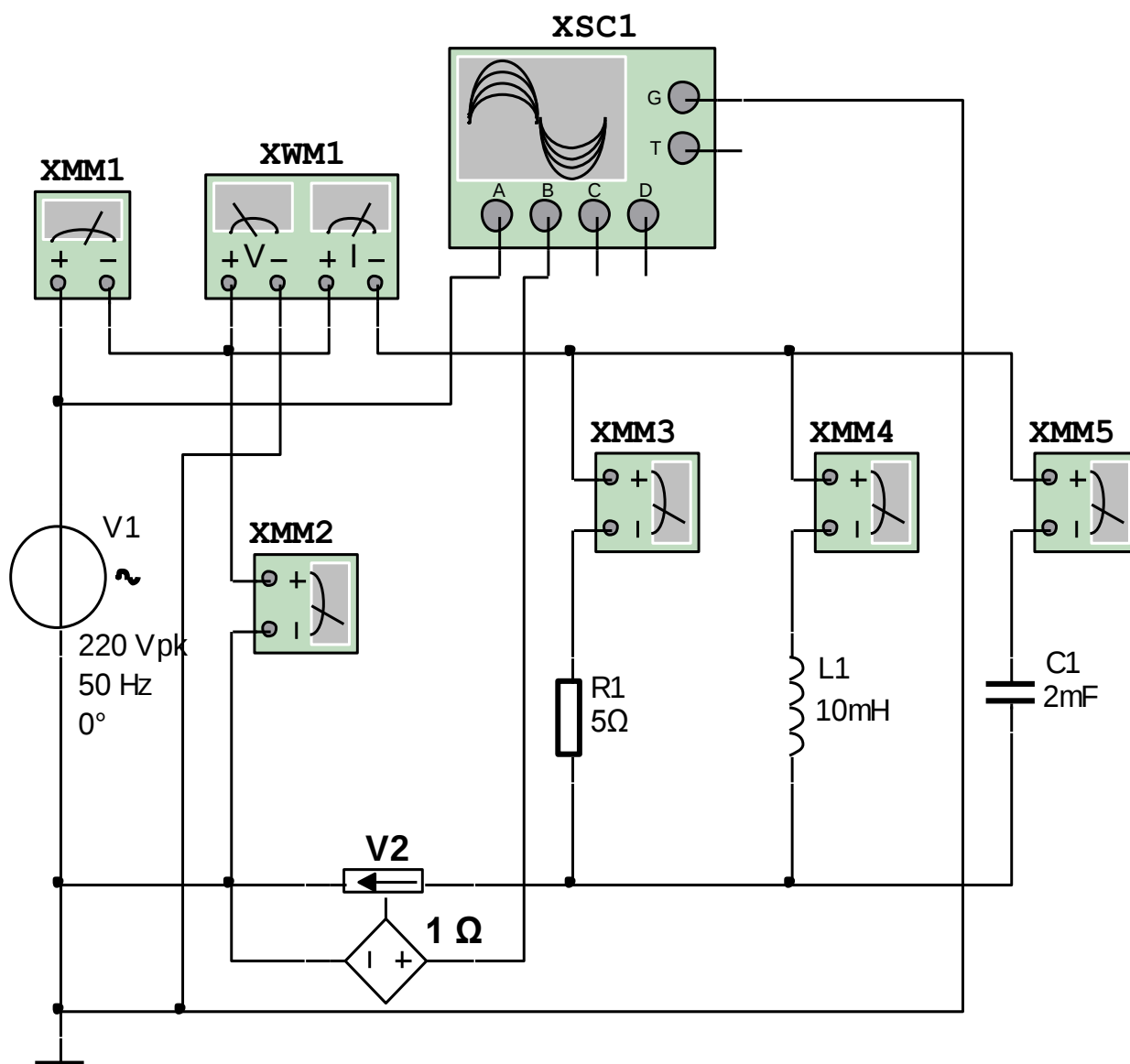
- Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=5$  /Om/.

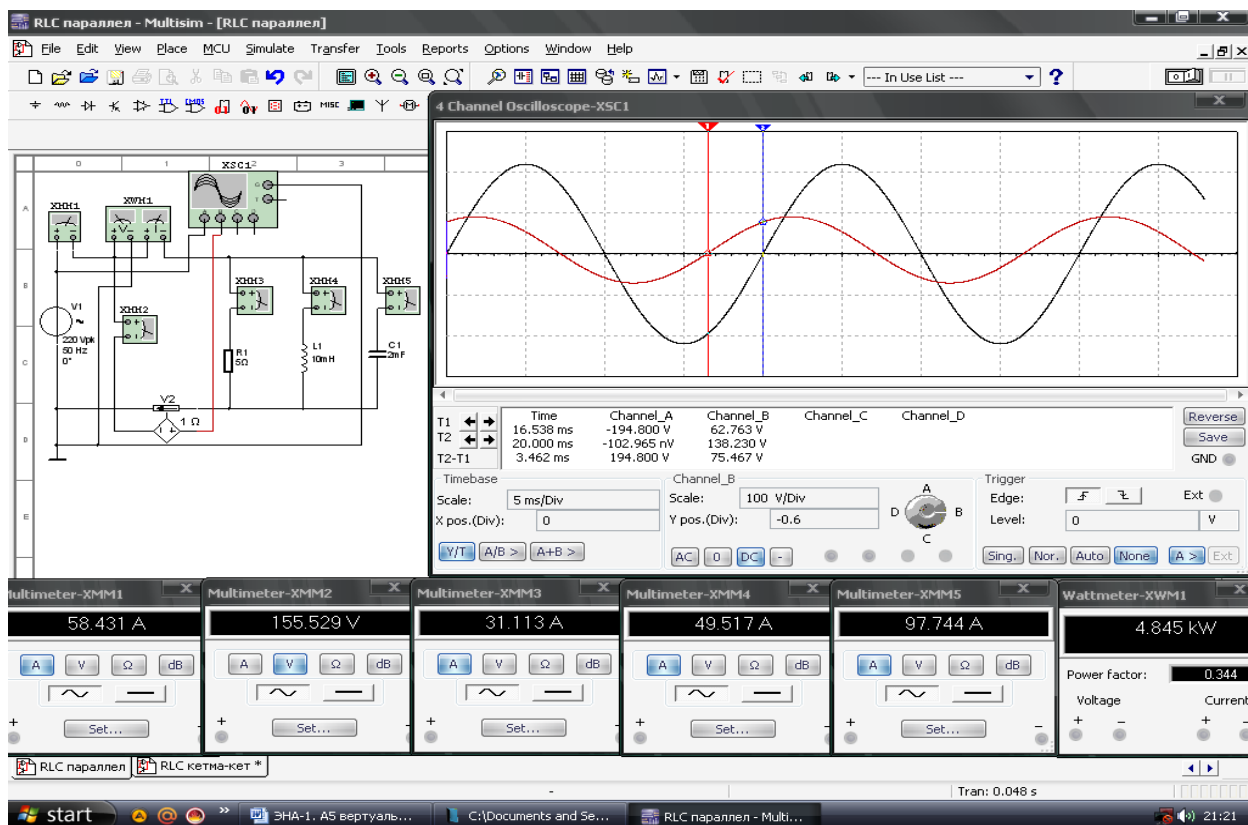
- Induktiv gʻaltak qiymati 10 /mGn/.

- Sigʻim qiymati 2 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



3.3-rasm.  $B_L > B_C$  shartdagi virtual elektr zanjiri



3.4- rasm.  $B_L > B_C$  shartdagi virtual elektr zanjirning modeli

3.1-jadval

| Virtual sxema                                                                     | O'lchashlar |   |    | Hisoblashlar |       |       |    |     |    |    |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|--------------|-------|-------|----|-----|----|----|---------------|
|                                                                                   | I           | U | P  | G            | $B_L$ | $B_C$ | L  | C   | B  | Y  | $\cos\varphi$ |
|                                                                                   | A           | V | Vt | Sm           | Sm    | Sm    | Gn | mkF | Sm | Sm | -             |
| $B_L > B_C$ - induktiv g'altak o'tkazuvchanligi sig'im o'tkazuvchanligidan katta  |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                                   |             |   |    |              | -     | -     | -  | -   | -  | -  |               |
| Induktiv g'altak                                                                  |             |   |    | -            |       | -     |    | -   | -  | -  |               |
| Sig'im                                                                            |             |   |    | -            | -     |       | -  |     | -  | -  |               |
| $B_L < B_C$ - induktiv g'altak o'tkazuvchanligi sig'im o'tkazuvchanligidan kichik |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                                   |             |   |    |              | -     | -     | -  | -   | -  | -  |               |
| Induktiv g'altak                                                                  |             |   |    | -            |       | -     |    | -   | -  | -  |               |
| Sig'im                                                                            |             |   |    | -            | -     |       | -  |     | -  | -  |               |

## **Nazorat savollari**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjiri uchun Oma qonuni va Kirxgoff qoidalarini qanday ta'riflanadi ?
2. Aktiv, induktiv, sig'im va to'la o'tkazuvchanliklar qanday hisoblanadi?
3. Fazaviy siljish burchagini tushuntiring.
4. Aktiv, reaktiv va tula quvvatlar qanday aniqlanadi? Quvvatlar uchburchagini tushuntiring.
5. Quvvat ko'effitsiyenti nima?

## **4 - LABORATORISH ISHI**

### **O'ZGARUVCHAN TOKLI KUCHLANISHGA ENERGIYA ISTE'MOLCHILARINI ARALASH ULASH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshi-lik, induktiv g'altak va sig'im aralash ulangan elektr zanjirida Om qonunini va Kirxgoff qoidalarini o'rganish hamda kuchlanish va toklar vektor diagrammasini qurish.
2. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im aralash ulangan elektr zanjirining parametrlarini hisoblash.
3. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

## **Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga aktiv qarshilik ketma-ket, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik ketma-ket, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (4.1-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (4.2 -rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 4-1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, Ohm qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

6. Kuchlanishlar va toklar vektor diagrammasini quradi.

4.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

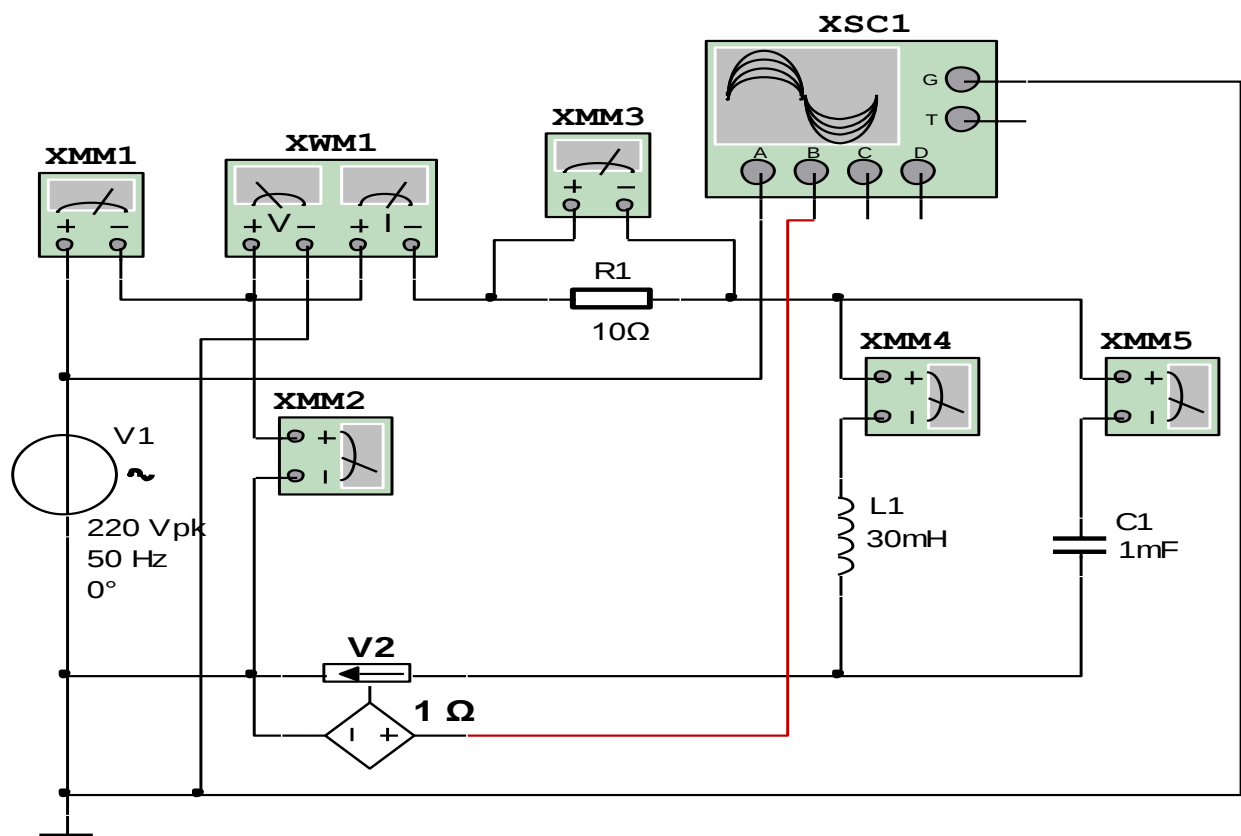
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=10$  /Om/.

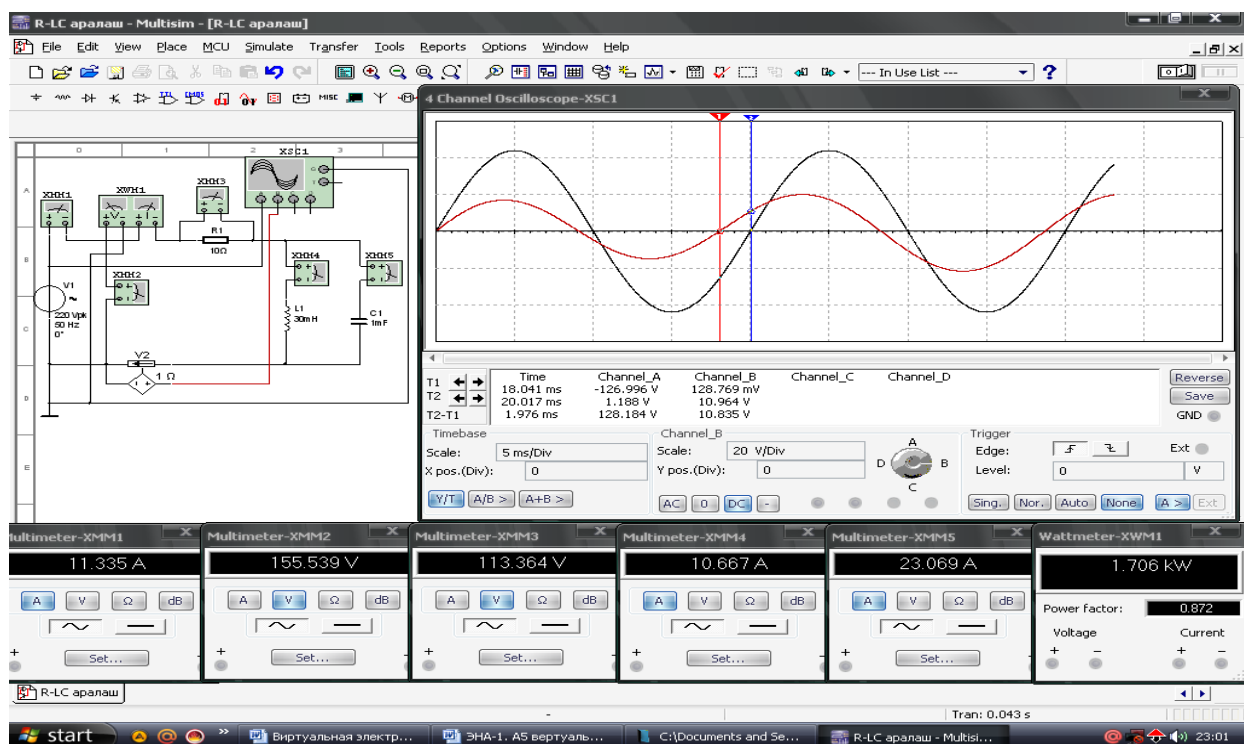
- Induktiv g'altak qiymati 30 /mGn/.

- Sig'im qiymati 1 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



4.1-rasm. Aktiv qarshilik ketma-ket, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan virtual elektr zanjiri



4.2 - rasm. Aktiv qarshilik ketma-ket, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan virtual elektr zanjirning modeli

## **Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga induktiv g'altak ketma-ket, aktiv qarshilik va sig'im parallel ulangan elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaigainduktiv g'altak ketma-ket, aktiv qarshilik va sig'im parallel ulangan elektr zanjirining virtual sxemasini (4.3 -rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari uleydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni uleydi.

3. Virtual o'lchov asboblari va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (4.4 -rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 4.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib Om qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

6. Kuchlanishlar va toklar vektor diagrammasini quradi.

4.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

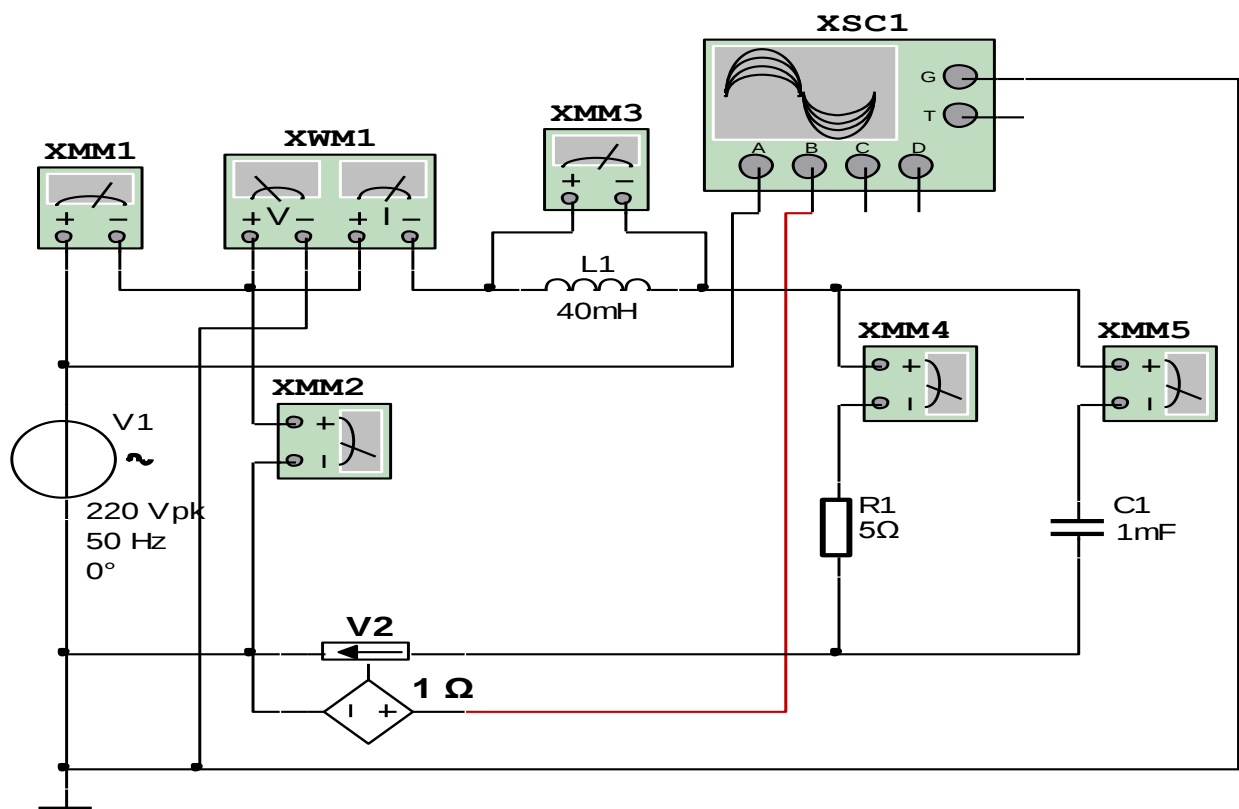
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=5$  /Om/.

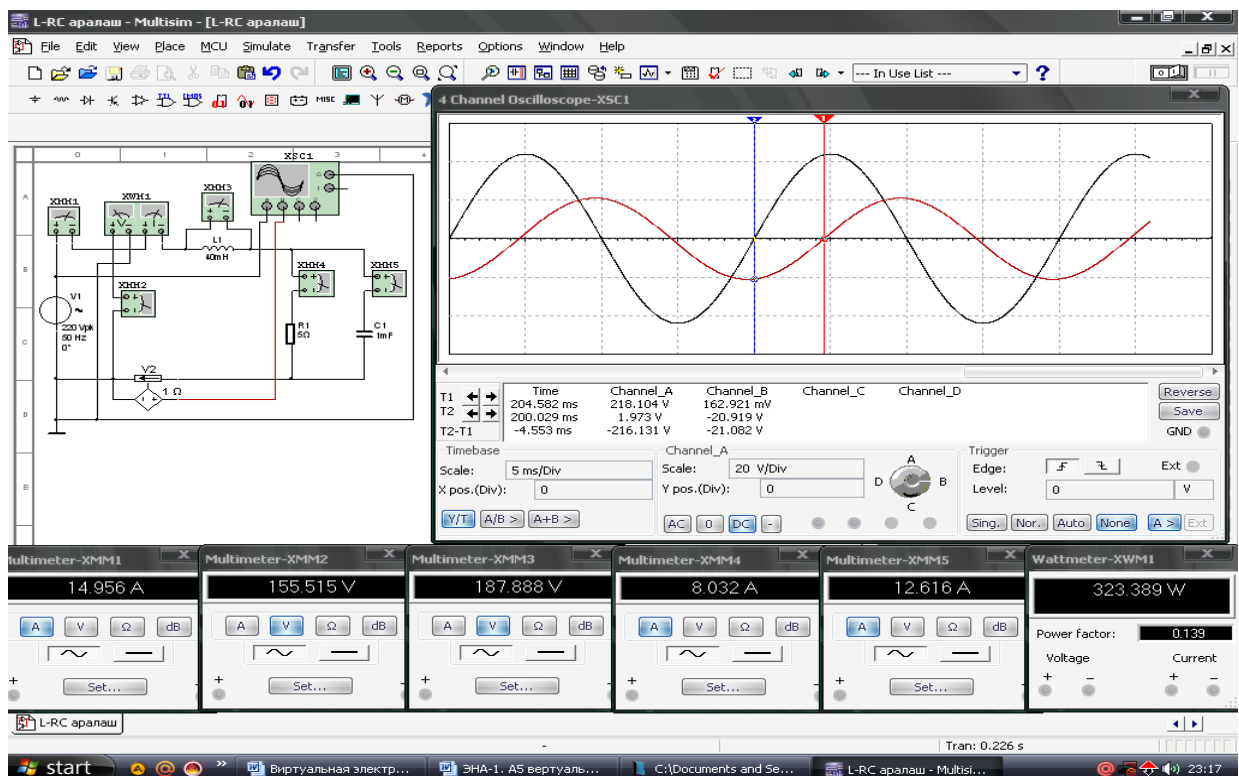
- Induktiv g'altak qiymati 40 /mGn/.

- Sig'im qiymati 1 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



4.3-rasm. Induktiv g'altak ketma-ket, aktiv qarshilik va sig'im parallel ulangan virtual elektr zanjiri



4.4 - rasm. Induktiv g'altak ketma-ket, aktiv qarshilik va sig'im parallel ulangan virtual elektr zanjirning modeli

## **Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga sig'im ketma-ket, aktiv qarshilik va induktiv g'altak parallel ulangan elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga sig'im ketma-ket, aktiv qarshilik va induktiv g'altak parallel ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (4.5-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari uleydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni uleydi.

3. Virtual o'lchov asboblari va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (4.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 4.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, Ohm qonunini va Kirxgoff qoidalarini tekshiradi.

5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

6. Kuchlanishlar va toklar vektor diagrammasini quradi.

4.5-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

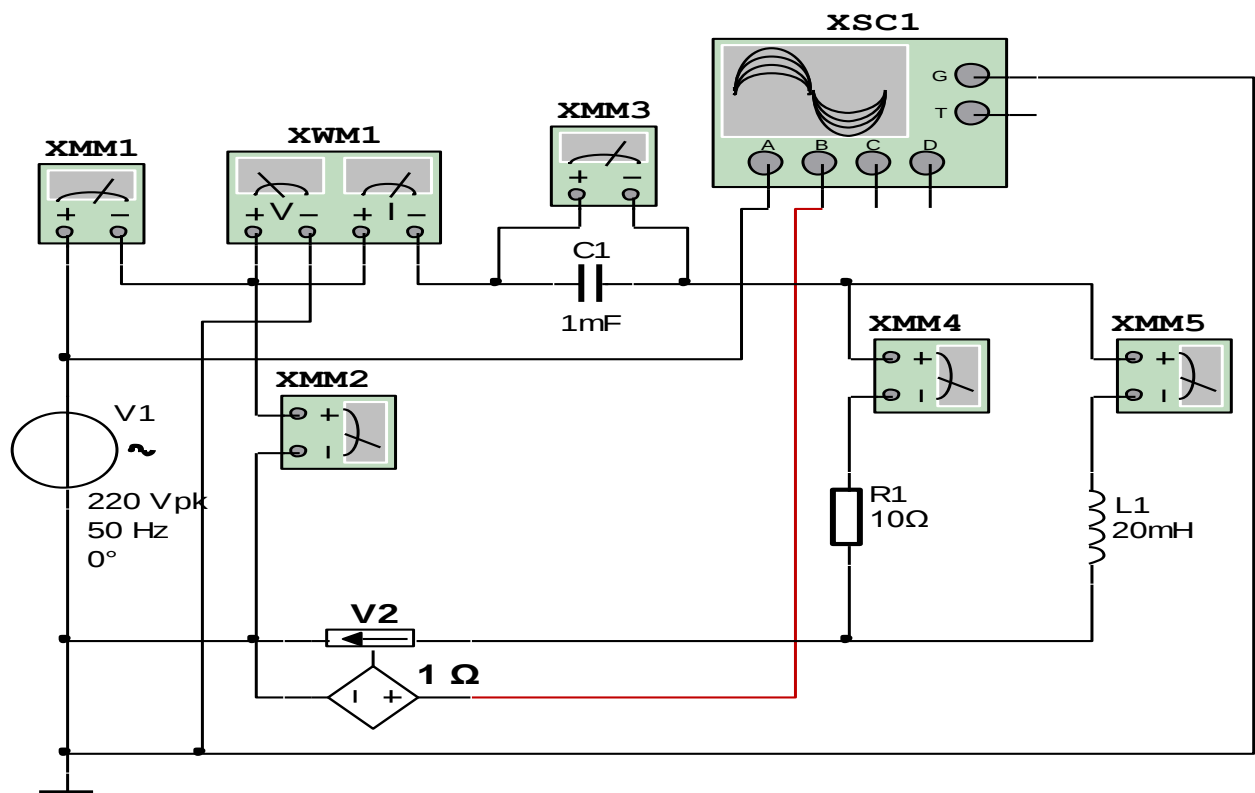
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=10$  /Om/.

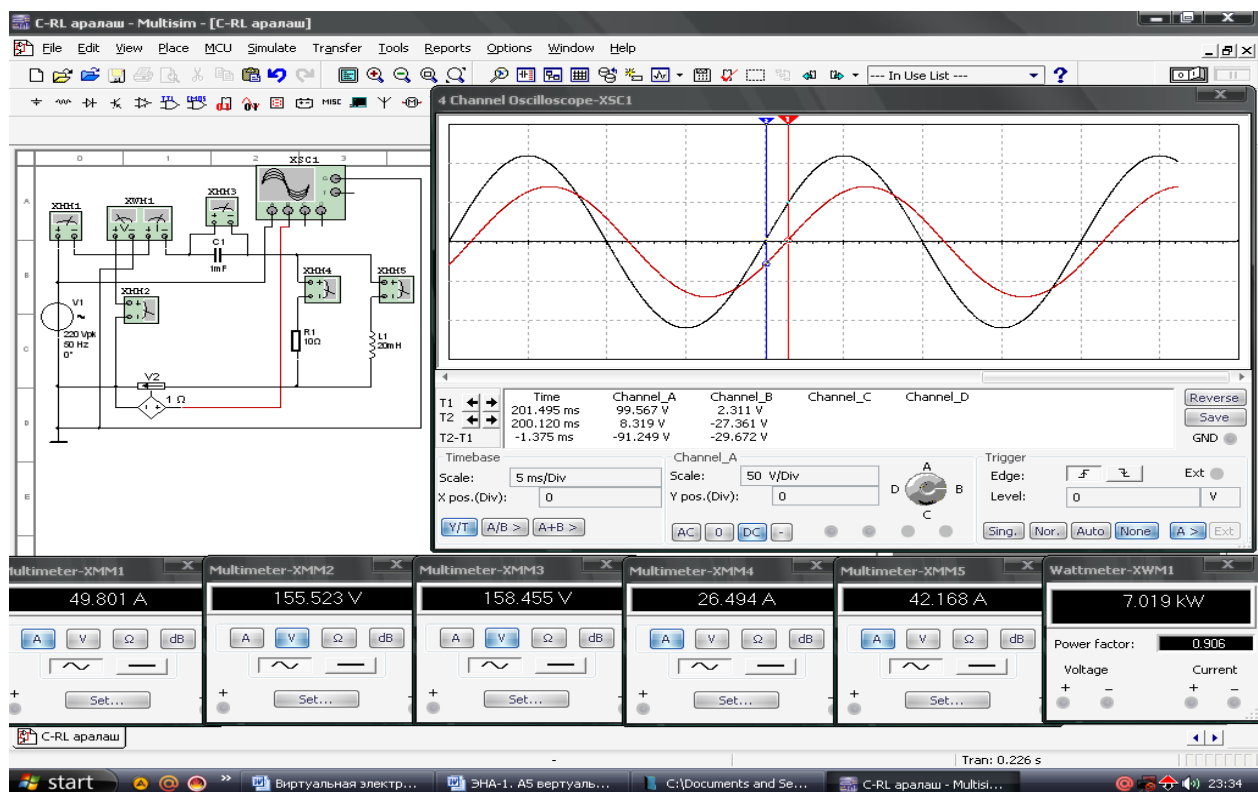
- Induktiv g'altak qiymati 20 /mGn/.

- Sig'im qiymati 1 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



4.5-rasm. Sig‘im ketma-ket, aktiv qarshilik va induktiv g‘altak parallel ulangan virtual elektr zanjiri



4.6- rasm. Sig‘im ketma-ket, aktiv qarshilik va induktiv g‘altak parallel ulangan virtual elektr zanjirining modeli

| Virtual<br>sxema                                                                      | O'lchashlar |   |    | Hisoblashlar |       |       |       |       |       |   |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---------------|
|                                                                                       | I           | U | P  | Z            | R     | X     | $X_L$ | $X_C$ | L     | C | $\cos\varphi$ |
|                                                                                       |             |   |    | Y            | G     | B     | $B_L$ | $B_C$ |       |   |               |
|                                                                                       | A           | V | Vt | $O_m$        | $O_m$ | $O_m$ | $O_m$ | $O_m$ | $G_n$ | F | -             |
| Aktiv qarshilik ketma-ket, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjiri |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Aktiv qarshilik                                                                       |             |   |    |              | -     | -     | -     | -     | -     | - |               |
| Induktiv g'altak                                                                      |             |   |    | -            |       | -     |       | -     | -     | - |               |
| Sig'im                                                                                |             |   |    | -            | -     |       | -     |       | -     | - |               |
| Butun zanjir                                                                          |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Induktiv g'altak ketma-ket, aktiv qarshilik va sig'im parallel ulangan elektr zanjiri |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Induktiv g'altak                                                                      |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Aktiv qarshilik                                                                       |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Sig'im                                                                                |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Butun zanjir                                                                          |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Sig'im ketma-ket, aktiv qarshilik va induktiv g'altak parallel ulangan elektr zanjiri |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Sig'im                                                                                |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Aktiv qarshilik                                                                       |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Induktiv g'altak                                                                      |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |
| Butun zanjir                                                                          |             |   |    |              |       |       |       |       |       |   |               |

### Nazorat savollari

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im aralash ulangan elektr zanjiri uchun  $O_m$  qonuni va Kirxgoff qoidalari qanday ta'riflanadi ?
2. Aktiv, reaktiv va tula qarshiliklar qanday hisoblanadi?
3. Aktiv, reaktiv va to'la o'tkazuvchanliklar qanday hisoblanadi?
4. Tok va kuchlanish orasidagi fazaviy siljish burchagini tushuntiring.
5. Aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar qanday aniqlanadi?
6. Quvvatlar uchburchagini tushuntiring.
7. Quvvat koeffitsiyenti qanday hisoblanadi?

## **5 - LABORATORIYA ISHI**

### **O'ZGARUVCHAN TOK ELEKTR ZANJIRLARIDA O'ZARO INDUKTIVLIK HODISASINI O'RGANISH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tok elektr zanjirlarida o'zaro induktivlik hodisasini o'rganish.
2. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga induktiv g'altakning ikkita cho'lg'ami mos va qarama-qarshi ulanganda induktivlik koeffitsiyentlarini tajribada aniqlash va parametrlarini hisoblash.
3. Tajribadan olingan qiymatlar asosida toklar va kuchlanishlar vektor diagrammalarini qurish.
4. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

#### **Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan chiziqli transformatorning birlamchi chulg'ami parametrlarini aniqlash elektr zanjiri**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga chiziqli T4 transformatorning birlamchi chulg'ami ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (5.1-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanish, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblarini ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va tok ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

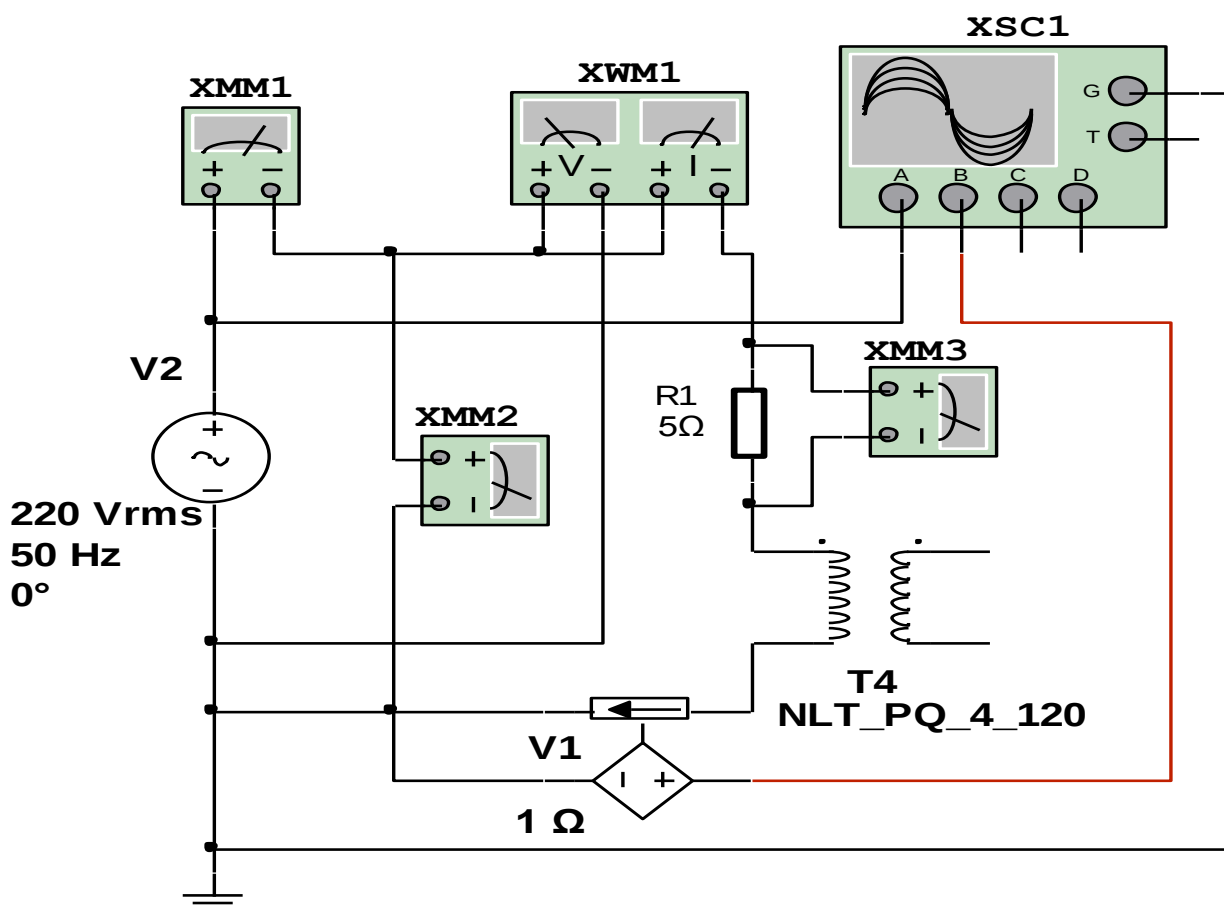
3. Virtual o'lchov asboblarning va ossillografning shaklini kattalashtiradi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (5.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 5.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, birlamchi chulg'amning parametrlarini hisoblaydi.

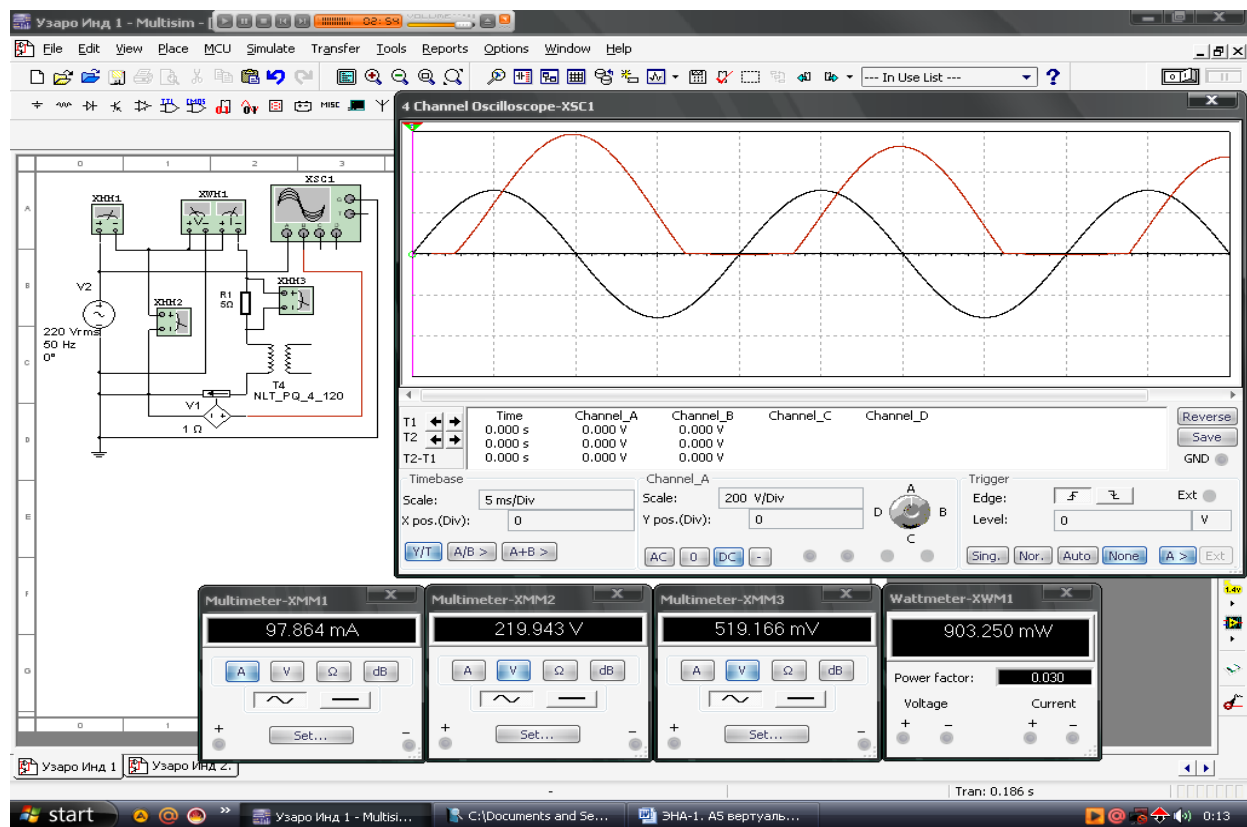
5. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

5.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=5$  /Om/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



5.1-rasm. Chiziqli transformatorning birlamchi chulg'ami parametrlarini aniqlash virtual elektr zanjiri



5.2-rasm. Chiziqli transformorning birlamchi chulgʻami parametrlarini aniqlash virtual elektr zanjirning modeli

### **Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanishga ulangan chiziqli transformorning ikkilamchi chulgʻami parametrlarini aniqlash elektr zanjiri.**

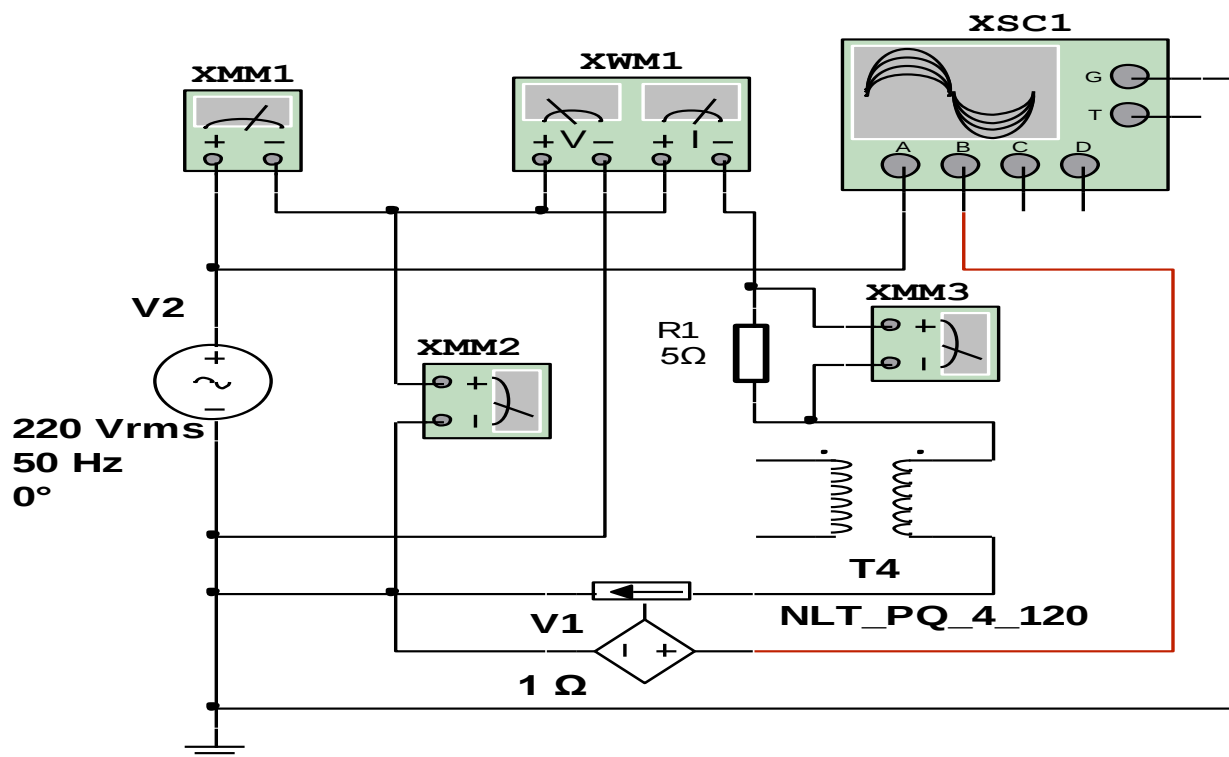
1. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga chiziqli T4 transformorning ikkilamchi chulgʻamini ulaydi (5.3-rasm).

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (5.4-rasm) ishga tushiradi va oʻlchov asboblari koʻrsatgan tok, kuchlanish va quvvat qiymatlarni 5.1-jadvaldagi «Oʻlchashlar» qatoriga yozadi. Soʻngra «Hisoblashlar» qatorini toʻldirib, ikkilamchi chulgʻamning parametrlarini hisoblaydi.

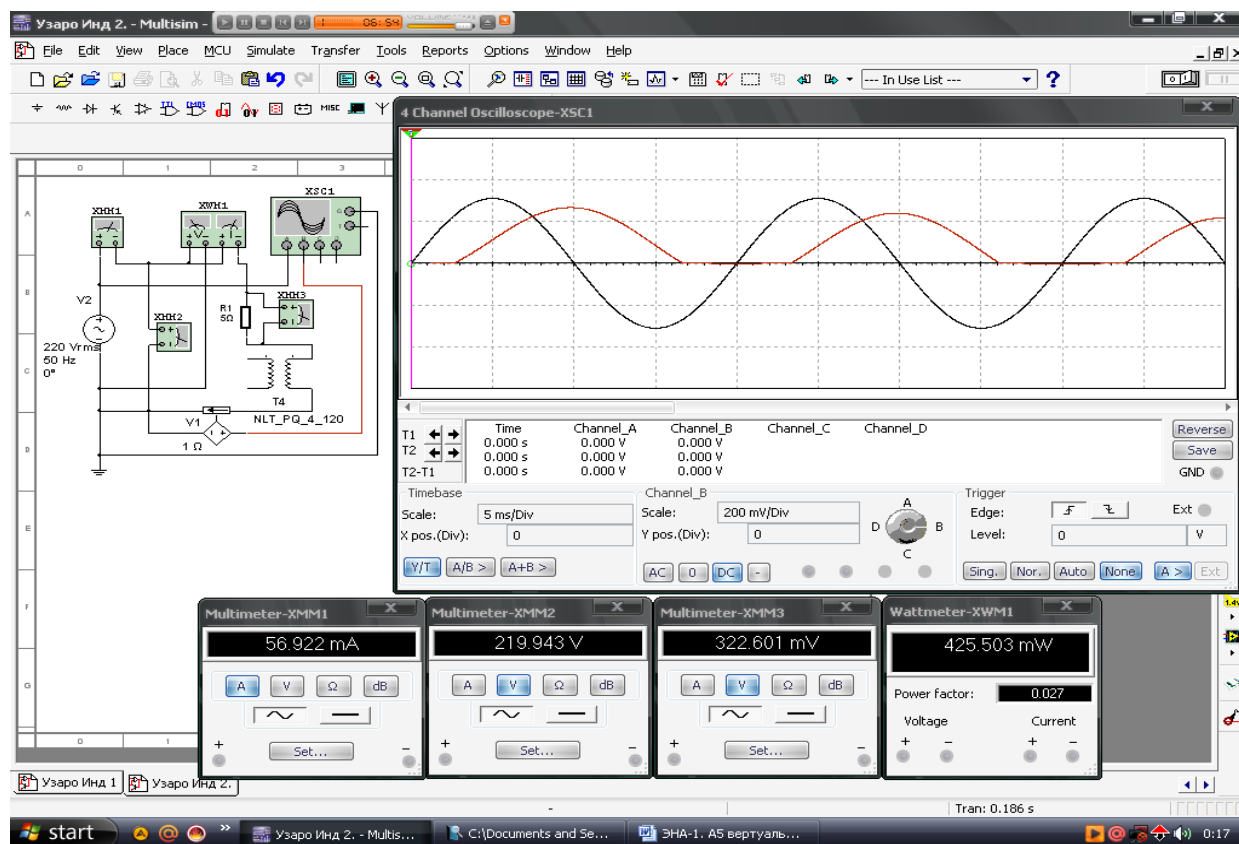
3. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

5.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=5$  /Om/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



5.3-rasm. Chiziqli transformatorning ikkilamchi chulgʻami parametrlarini aniqlash virtual elektr zanjiri



5.4-rasm. Chiziqli transformatorning ikkilamchi chulgʻami parametrlarini aniqlash virtual elektr zanjirining modeli

## Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga chiziqli transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari mos ulangan elektr zanjiri

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga chiziqli T4 transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari mos ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (5.5-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanishlar, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

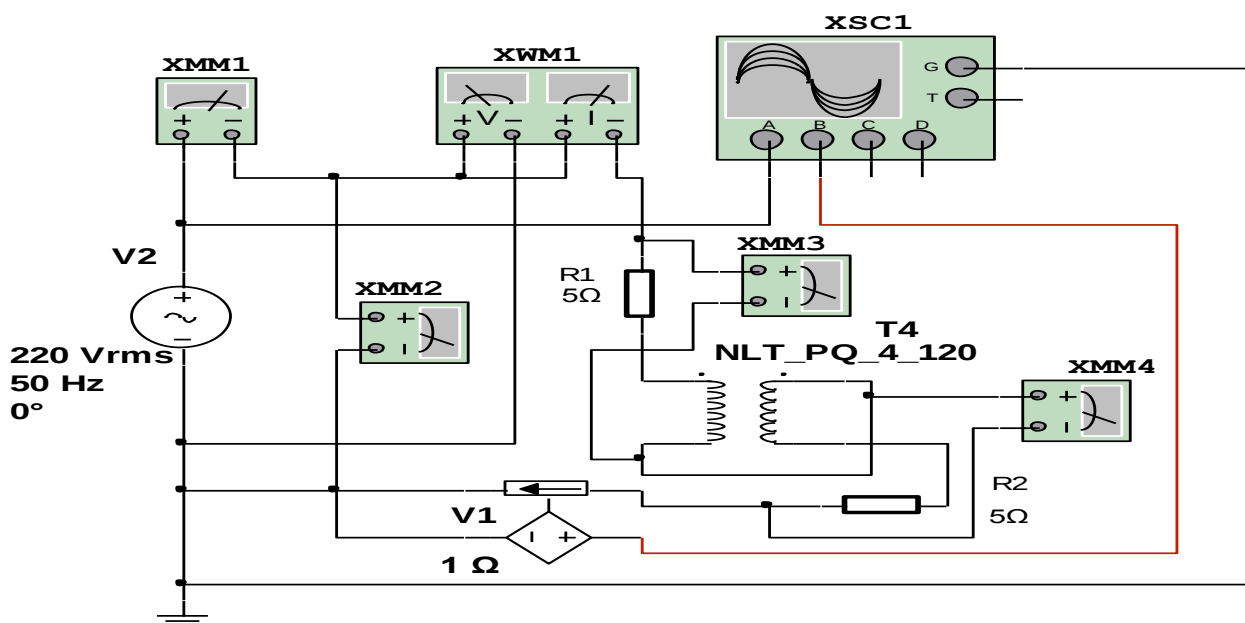
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (5.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanishlar va quvvat qiymatlarni 5.2-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldirib, reaktiv qarshilikni va o'zaro induktivlik koeffitsiyentini hisoblaydi.

3. Tajribada olingan qiymatlar asosida toklar va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

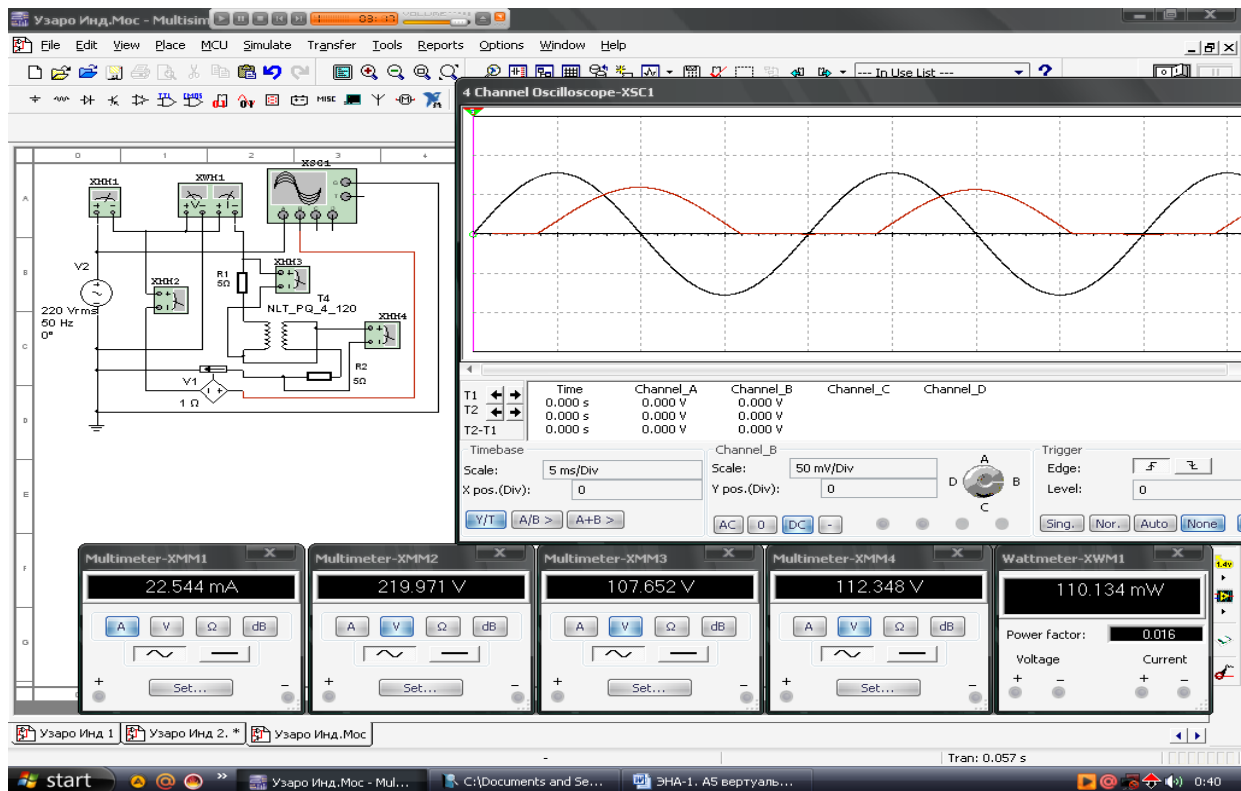
4. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

5.5-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Aktiv qarshiliklar qiymati  $R_1 = 5 \text{ /Om/}$ ,  $R_2 = 5 \text{ /Om/}$ .
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



5.5-rasm. Chiziqli transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari mos ulangan virtual elektr zanjiri



5.6-rasm. Chiziqli transformorning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlari mos ulangan virtual elektr zanjirning modeli

### **Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanishga chiziqli transformorning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlari qarama-qarshi ulangan elektr zanjiri**

1. Sinusoidal oʻzgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga chiziqli T4 transformorning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlari qarama-qarshi ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (5.7-rasm) yigʻadi hamda tok, kuchlanishlar, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini oʻlchash uchun virtual oʻlchov asboblari ulaydi.

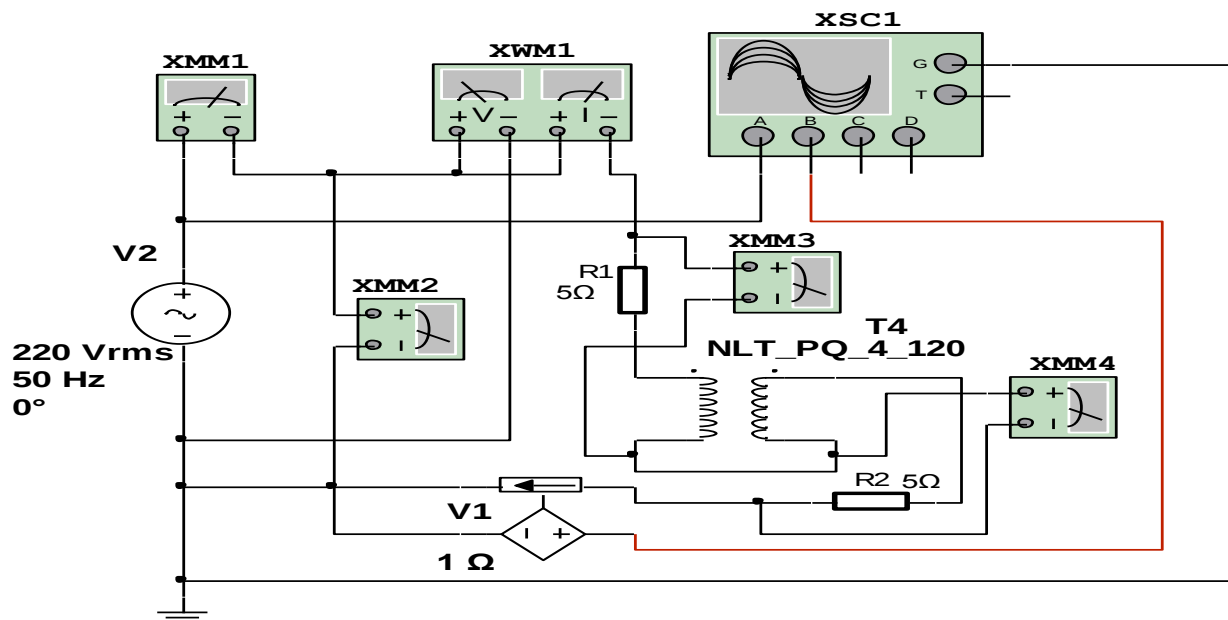
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (5.8-rasm) ishga tushiradi va oʻlchov asboblari koʻrsatgan tok, kuchlanishlar va quvvat qiymatlarni 5.2-jadvaldagi «Oʻlchashlar» qatoriga yozadi. Soʻngra «Hisoblashlar» qatorini toʻldirib, reaktiv qarshilikni va oʻzaro induktivlik koeffitsiyentini hisoblaydi.

3. Tajribada olingan qiymatlar asosida toklar va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

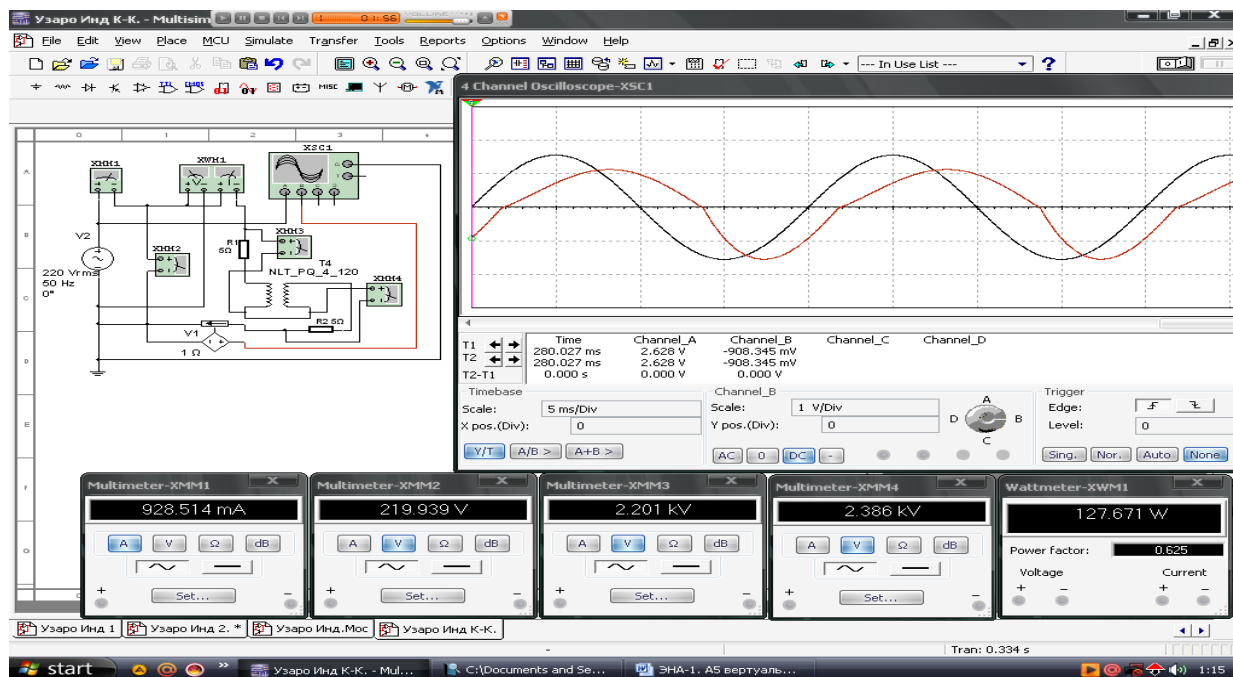
4. Tok va kuchlanishning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

5.7-rasmدا tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Aktiv qarshiliklar qiymati  $R_1=5 \text{ /Om/}$ ,  $R_2=5 \text{ /Om/}$ .
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



5.7-rasm. Chiziqli transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlari qarama-qarshi ulangan virtual elektr zanjiri



5.8-rasm. Chiziqli transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlari qarama-qarshi ulangan virtual elektr zanjirning modeli

5.1-jadval

| Chulg'am   | O'lchashlar |       |   |    | Hisoblashlar |    |    |    |               |
|------------|-------------|-------|---|----|--------------|----|----|----|---------------|
|            | U           | $U_R$ | I | P  | Z            | R  | X  | L  | $\cos\varphi$ |
|            | V           | V     | A | Vt | Om           | Om | Om | Gn | -             |
| Birlamchi  |             |       |   |    |              |    |    |    |               |
| Ikkilamchi |             |       |   |    |              |    |    |    |               |

5.2-jadval

| Chulg'amlar<br>ulanishi | O'lchashlar |          |          |   |    | Hisoblashlar |    |    |    |    |               |
|-------------------------|-------------|----------|----------|---|----|--------------|----|----|----|----|---------------|
|                         | U           | $U_{R1}$ | $U_{R2}$ | I | P  | Z            | R  | X  | L  | M  | $\cos\varphi$ |
|                         | V           | V        | V        | A | Vt | Om           | Om | Om | Gn | Gn | -             |
| Mos                     |             |          | -        |   |    |              |    |    |    |    |               |
| Qarama-qarshi           |             | -        |          |   |    |              |    |    |    |    |               |

### Nazorat savollari

1. O'zaro induktiv bog'langan elektr zanjirlarini tushuntiring.
2. O'zinduktivlik va o'zaro induktivlikni tushuntiring.
3. Induktiv g'altaklar mos va qarama-qarshi ulanganda o'zaro induktivlik koeffitsiyenti qanday o'zgaradi ?
4. O'zaro induktiv bog'langan ikkita g'altakning o'zaro induktivlik koeffitsiyentini tajriba orqali aniqlashni tushuntiring.

## **6 - LABORATORIYA ISHI**

### **ELEMENTLARI KETMA - KET ULANGAN ELEKTR ZANJIRDA REZONANS HODISASI**

#### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im elementlari ketma-ket ulangan elektr zanjirida rezonansni o'rganish.
2. Elektr zanjirida induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirib, kuchlanishlar rezonansini hosil qilish.
3. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishning chastotasini o'zgartirib, kuchlanishlar rezonansini hosil qilish.
4. Kuchlanishlar rezonansida elektr zanjirning parametrlarini hisoblash.
5. Tajribadan olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.
6. Tok va kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

#### **Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjirida rezonansgacha bo'lgan jarayon**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanishga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (6.1-rasm) yig'adi hamda tok, kuchlanishlar, aktiv quvvat va

quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan tok va kuchlanishlar ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

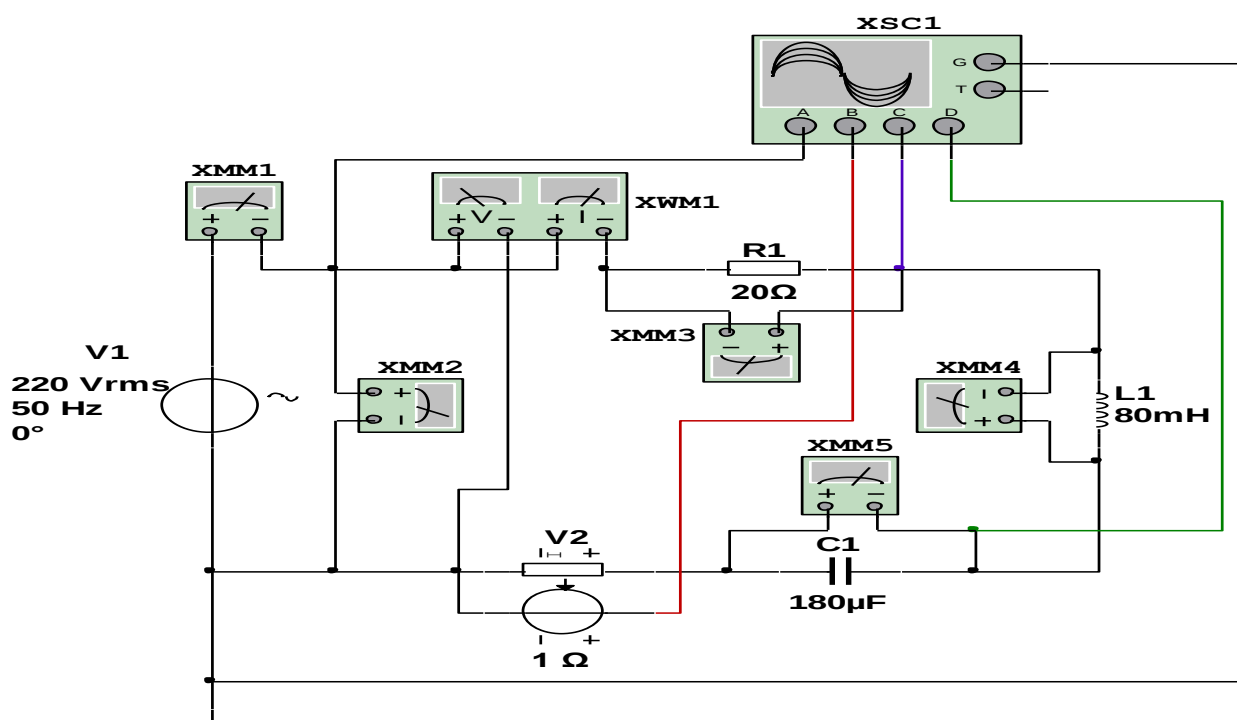
3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (6.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok, kuchlanishlar, quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarini 6.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

4. Tajribadan olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

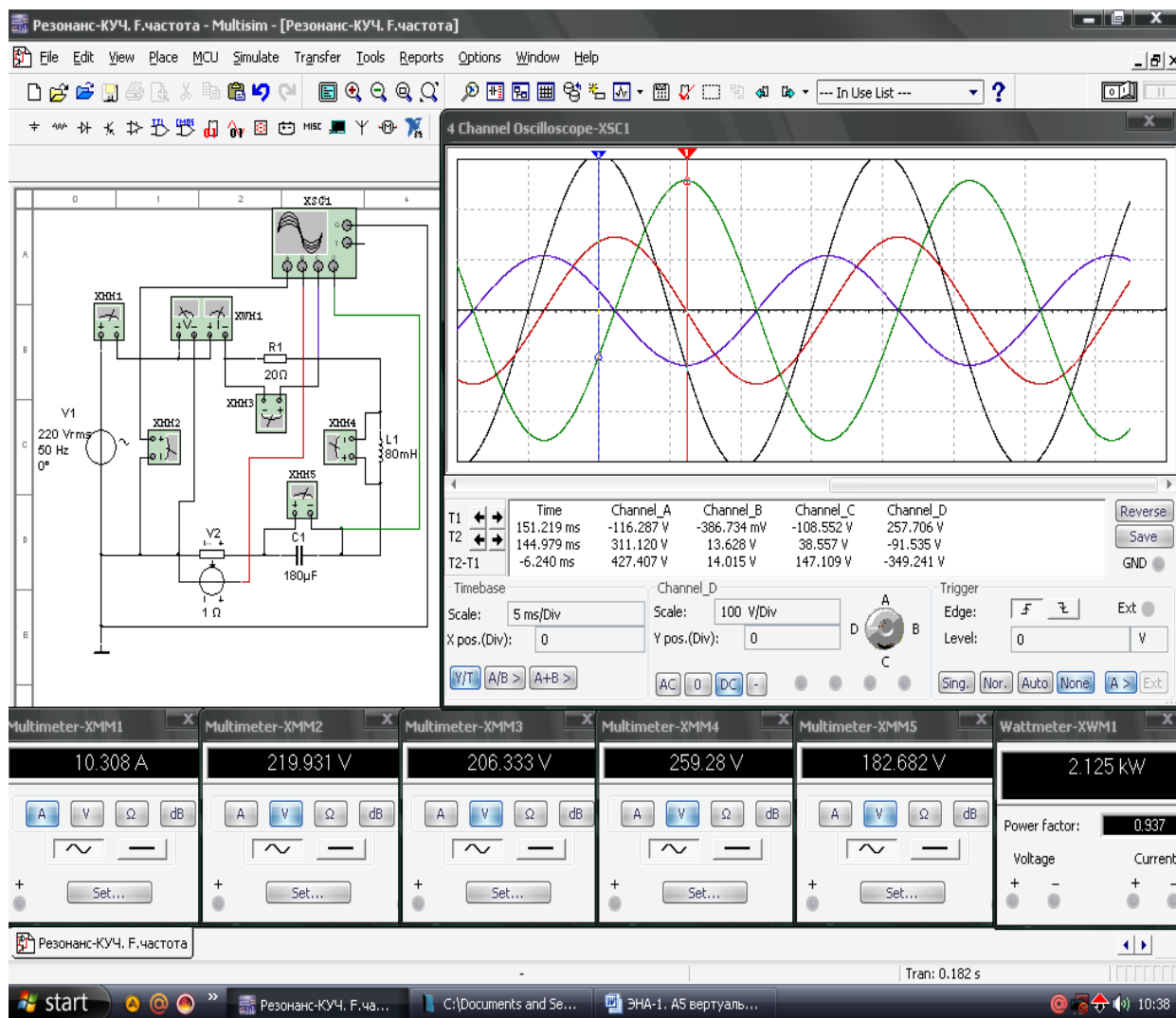
5. Rezonansda tok va kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatadi.

6.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=20$  /Om/.
- Induktiv g'altak qiymati 80 /mGn/.
- Sig'im qiymati 180 /mkF/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



6.1-rasm. Aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan rezonansgacha bo'lgan virtual elektr zanjiri



6.2-rasm. Aktiv qarshilik, induktiv g‘altak va sig‘im ketma-ket ulangan rezonansgacha bo‘lgan virtual elektr zanjirining modeli

### Elektr zanjirida induktiv g‘altak yoki sig‘im qiymatini o‘zgartirib kuchlanishlar rezonansini hosil qilish

1. 6.1-rasmdagi virtual elektr sxemada induktiv g‘altak yoki sig‘im qiymatini o‘zgartirib,  $U_L = U_C$  shartda kuchlanishlar rezonansini (6.3-rasm) hosil qiladi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (6.4-rasm) ishga tushiradi va o‘lchov asboblari ko‘rsatgan tok, kuchlanishlar, quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarini 6.1-jadvaldagi «O‘lchashlar» qatoriga yozadi. So‘ngra «Hisoblashlar» qatorini to‘ldiradi.

3. Tajribada olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

4. Rezonansda tok va kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatadi.

6.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

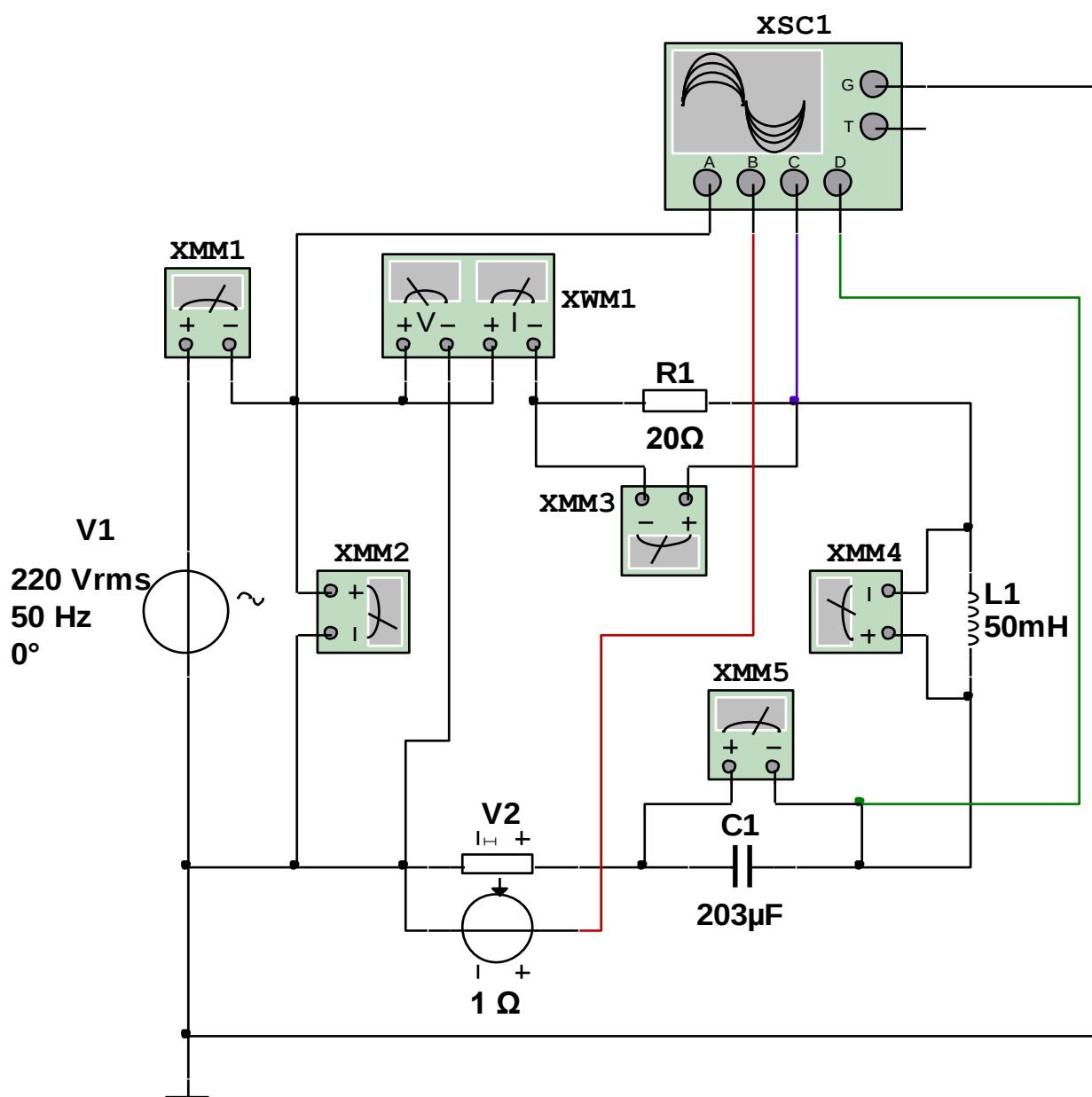
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Gs/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=20$  /Om/.

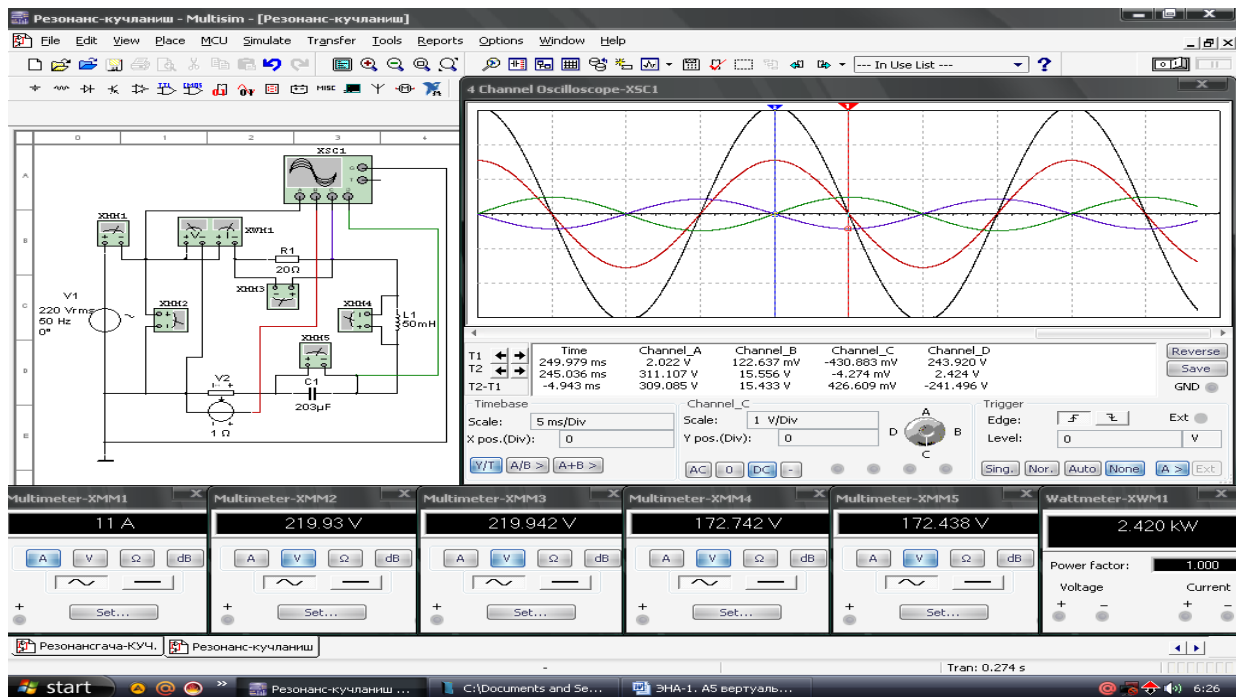
- Induktiv g'altak qiymati 50 /mGn/.

- Sig'im qiymati 203 /mkF/.

- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



6.3-rasm. Induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirib kuchlanishlar rezonansini hosil qilish virtual elektr zanjiri



6.4-rasm. Induktiv g‘altak yoki sig‘im qiymatini o‘zgartirib kuchlanishlar rezonansini hosil qilish virtual elektr zanjirning modeli

### **Sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanish chastotasi o‘zgartirib kuchlanishlar rezonansini hosil qilish**

1. 6.1-rasmdagi virtual elektr sxemada sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanish chastotasini o‘zgartirib kuchlanishlar rezonansini (6.5-rasm) hosil qiladi.

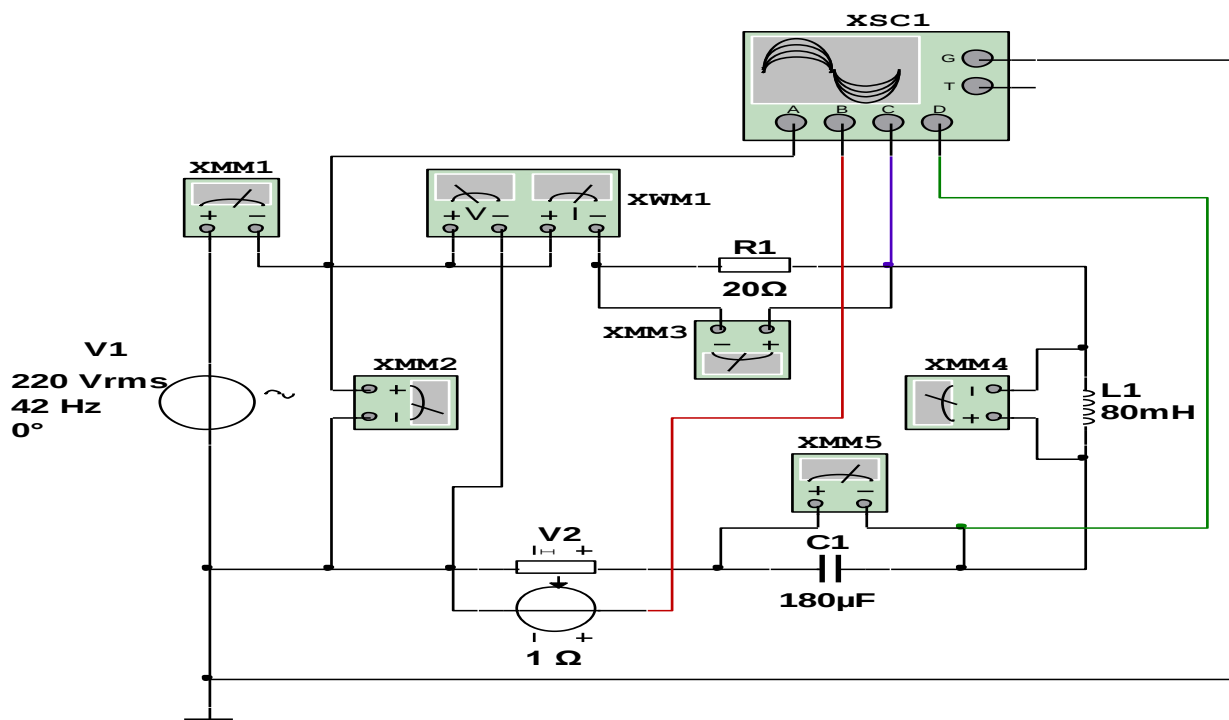
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (6.6-rasm) ishga tushiradi va o‘lchov asboblari ko‘rsatgan tok, kuchlanishlar, quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarni 6.1-jadvaldagi «O‘lchashlar» qatoriga yozadi. So‘ngra «Hisoblashlar» qatorini to‘ldiradi.

3. Tajribada olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

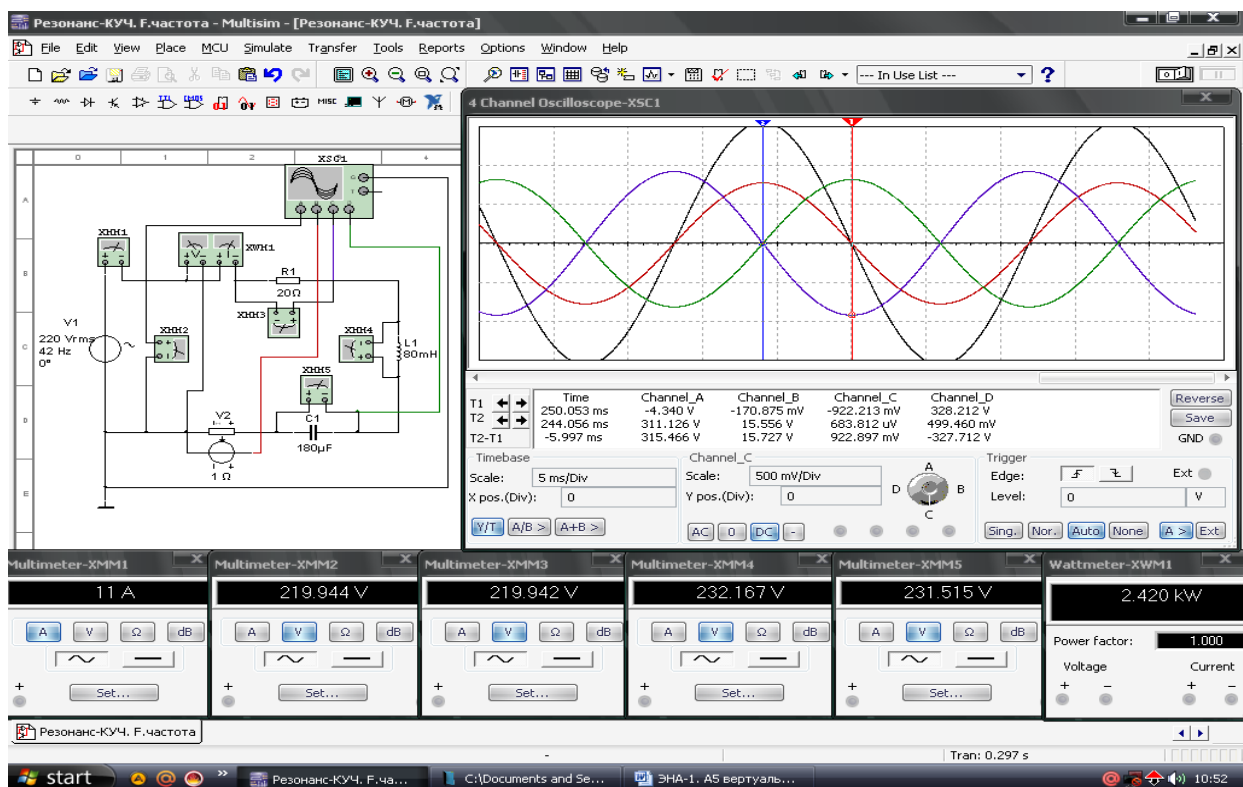
4. Rezonansda tok va kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatadi.

6.5-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 42 /Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=20$  /Om/.
- Induktiv g‘altak qiymati 80 /mGn/.
- Sig‘im qiymati 180 /mkF/.
- Tok datchigi V2 ichki qarshiligi 1 /Om/.



6.5-rasm. Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanish chastotasini oʻzgartirib kuchlanishlar rezonansini hosil qilish virtual elektr zanjiri



6.6-rasm. Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanishning chastotasini oʻzgartirib kuchlanishlar rezonansini hosil qilish virtual elektr zanjirining modeli

6.1-jadval

| Virtual sxema                                                           | O'lchashlar |   |    | Hisoblashlar |       |       |    |     |    |    |               |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|--------------|-------|-------|----|-----|----|----|---------------|
|                                                                         | I           | U | P  | r            | $X_L$ | $X_C$ | L  | C   | X  | Z  | $\cos\varphi$ |
|                                                                         | A           | V | Vt | Om           | Om    | Om    | Gn | mkF | Om | Om | -             |
| elektr zanjirida rezonansgacha bo'lgan jarayon                          |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                         | -           |   | -  |              | -     | -     | -  | -   | -  | -  | -             |
| Induktiv g'altak                                                        | -           |   | -  | -            |       | -     |    | -   | -  | -  | -             |
| Sig'im                                                                  | -           |   | -  | -            | -     |       | -  |     | -  | -  | -             |
| Butun zanjir                                                            |             |   |    | -            | -     | -     | -  | -   |    |    |               |
| induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirganda rezonans jarayoni |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                         | -           |   | -  |              | -     | -     | -  | -   | -  | -  | -             |
| Induktiv g'altak                                                        | -           |   | -  | -            |       | -     |    | -   | -  | -  | -             |
| Sig'im                                                                  | -           |   | -  | -            | -     |       | -  |     | -  | -  | -             |
| Butun zanjir                                                            |             |   |    | -            | -     | -     | -  | -   |    |    |               |
| kuchlanish chastotasini o'zgartirganda rezonans jarayoni                |             |   |    |              |       |       |    |     |    |    |               |
| Aktiv qarshilik                                                         | -           |   | -  |              | -     | -     | -  | -   | -  | -  | -             |
| Induktiv g'altak                                                        | -           |   | -  | -            |       | -     |    | -   | -  | -  | -             |
| Sig'im                                                                  | -           |   | -  | -            | -     |       | -  |     | -  | -  | -             |
| Butun zanjir                                                            |             |   |    | -            | -     | -     | -  | -   |    |    |               |

### Nazorat savollari

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjirida rezonans jarayonining sharti qanday?

2. Kuchlanishlar rezonansi jarayonini hosil qilish usullarini tushuntiring.

3. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish chastotasi qiymatining o'zgarishi kuchlanishlar rezonansi jarayoniga qanday ta'sir qiladi?
4. Kuchlanishlar rezonansining amaliy ahamiyati nimadan iborat?

## **7 - LABORATORIYA ISHI**

### **ELEMENTLARI PARALLEL ULANGAN ELEKTR ZANJIRDA REZONANS HODISASI**

#### **Ishning maqsadi**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im elementlari parallel ulangan elektr zanjirida rezonans jarayonini o'rganish.
2. Elektr zanjirida induktiv g'altak yoki sig'im qiymatlarini o'zgartirib, toklar rezonansi jarayonini hosil qilish.
3. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishning chastotasini o'zgartirib, toklar rezonansini hosil qilish.
4. Toklar rezonansida elektr zanjirning parametrlarini hisoblash.
5. Kuchlanish va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.
6. Tajribada olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.
7. Tok va kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

## **Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjirida rezonansgacha bo'lgan jarayon**

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjirning virtual sxemasini (7.1-rasm) yig'adi hamda kuchlanish, toklar, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyentining qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish va toklar ossillogrammalarini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

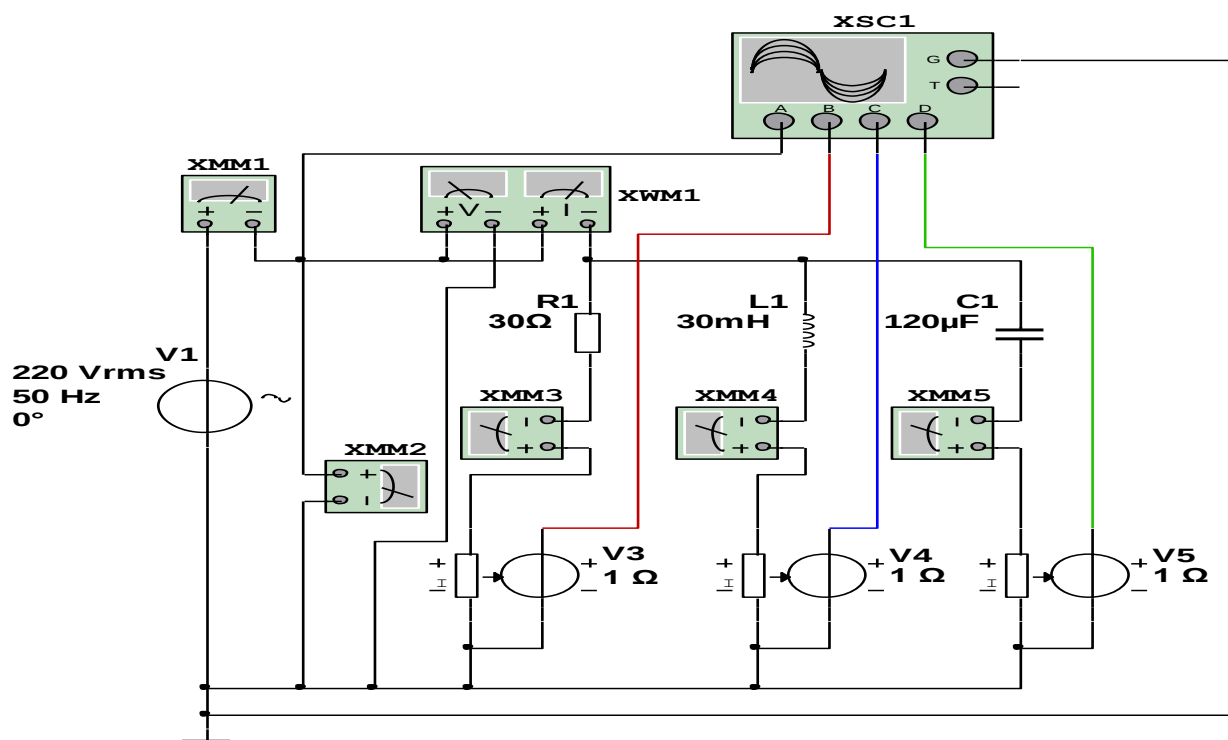
3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (7.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanish, toklar, quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarni 7.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

4. Tajribada olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

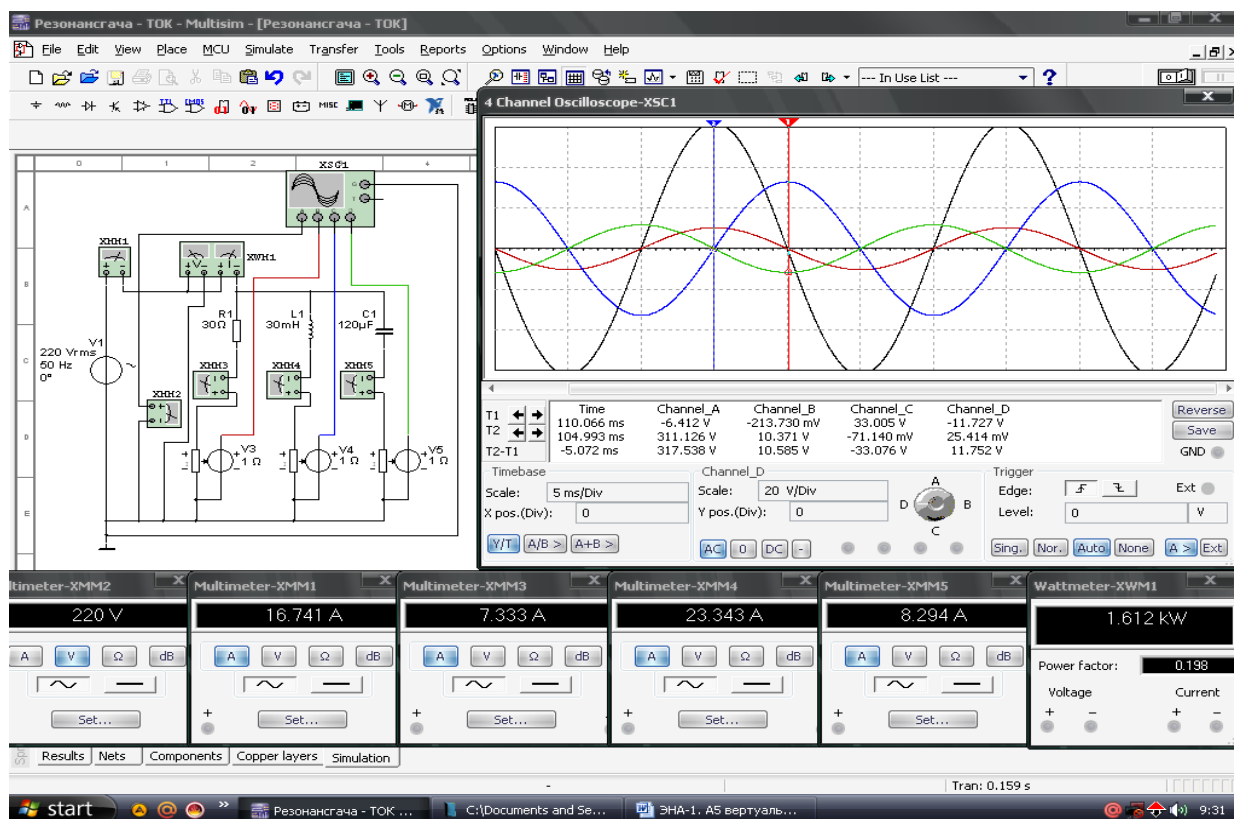
5. Rezonansda kuchlanish va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatadi.

6.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai  $V_1$  kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=30$  /Om/.
- Induktiv g'altak qiymati 30 /mGn/.
- Sig'im qiymati 120 /mkF/.
- Tok datchiklari  $V_3, V_4, V_5$  ichki qarshiliklari 1 /Om/.



7.1-rasm. Aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan rezonansgacha bo'lgan virtual elektr zanjiri



7.2-rasm. Aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan rezonansgacha bo'lgan virtual elektr zanjirning modeli

## Elektr zanjirida induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirib toklar rezonansini hosil qilish

1. 7.1-rasmdagi virtual elektr sxemada induktiv g'altak yoki sig'im qiymatlarini o'zgartirib,  $I_L = I_C$  shartda toklar rezonansini (7.3-rasm) hosil qiladi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (7.4-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanish, toklar va quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarni 7.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

3. Tajribada olingan qiymatlar asosida tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini quradi.

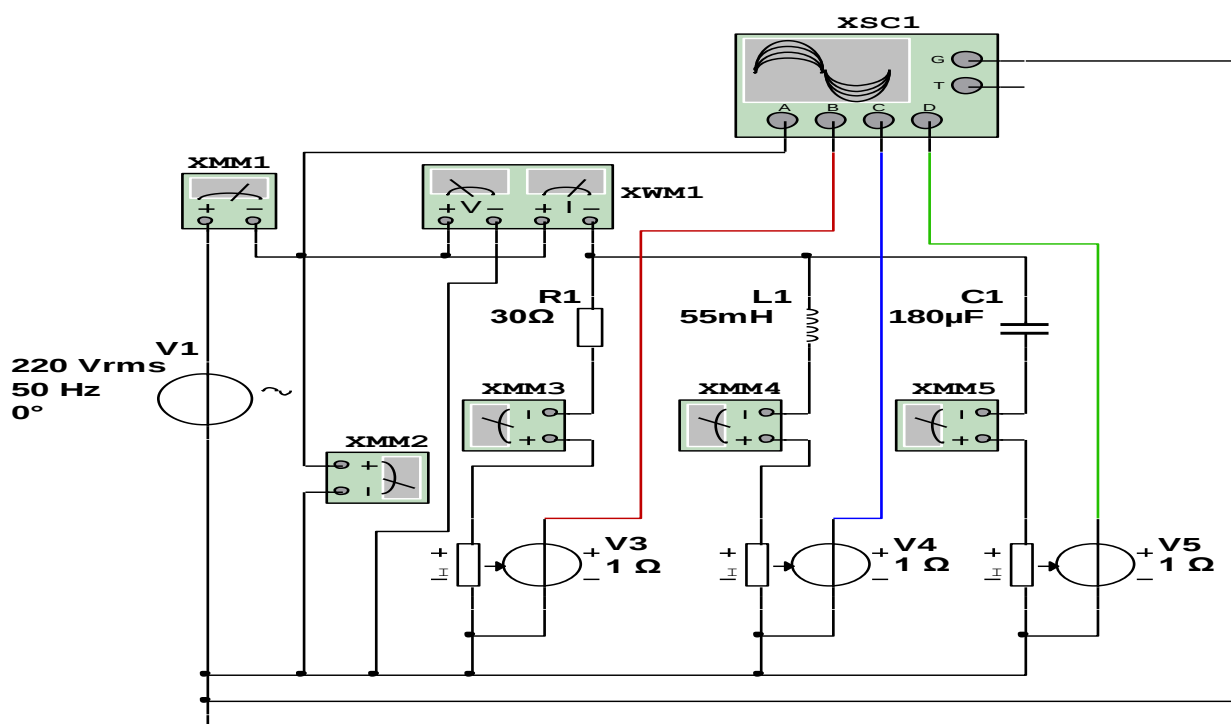
4. Rezonansda kuchlanish va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatadi.

6.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

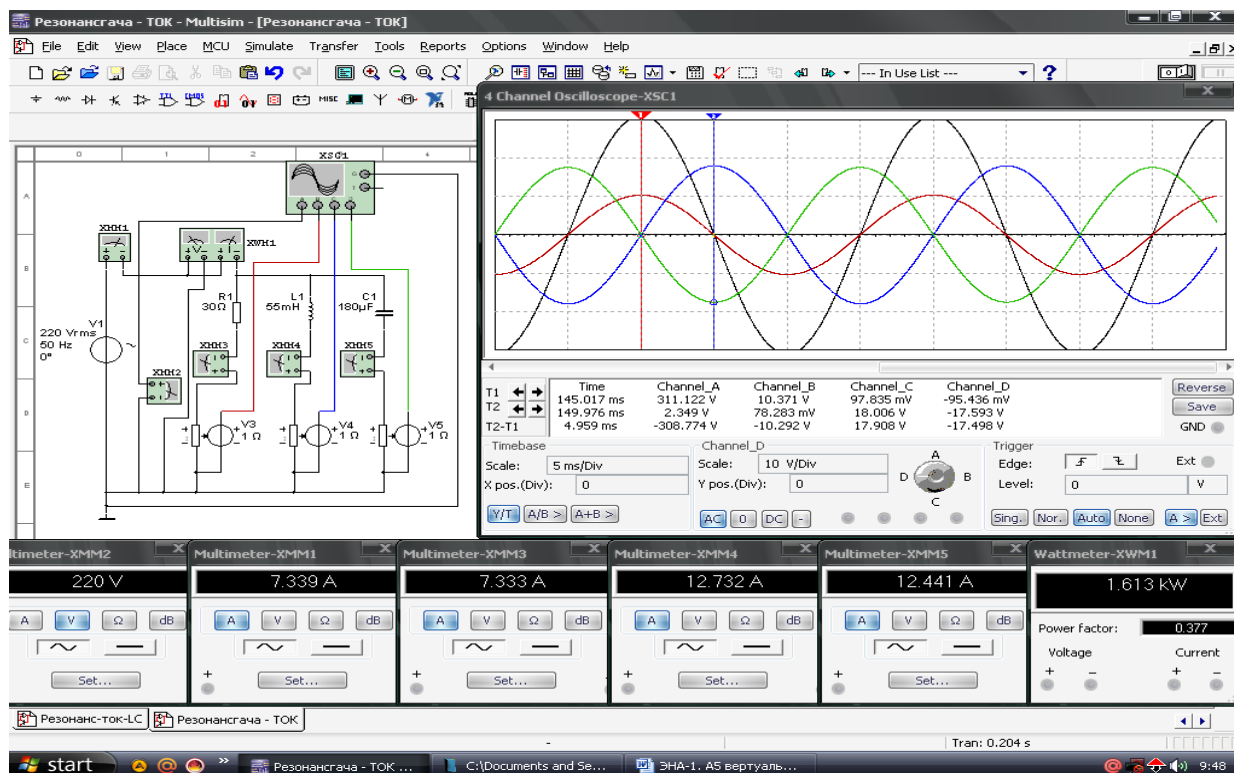
- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 50 /Hz/.

- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1 = 30 \text{ } \Omega$ . Induktiv g'altak qiymati 55 /mGn/. Sig'im qiymati 180 /mkF/.

- Tok datchiklari V3, V4, V5 ichki qarshiliklari 1 /Om/.



7.3-rasm. Induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirib, toklar rezonansini hosil qilish virtual elektr zanjiri



7.4-rasm. Induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirib, toklar rezonansini hosil qilish virtual elektr zanjirning modeli

### Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish chastotasini o'zgartirib toklar rezonansini hosil qilish

1. 7.1-rasmdagi virtual elektr sxemada sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish chastotasini o'zgartirib toklar rezonansini (7.5-rasm) hosil qiladi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (7.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanish, toklar, quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarini 7.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

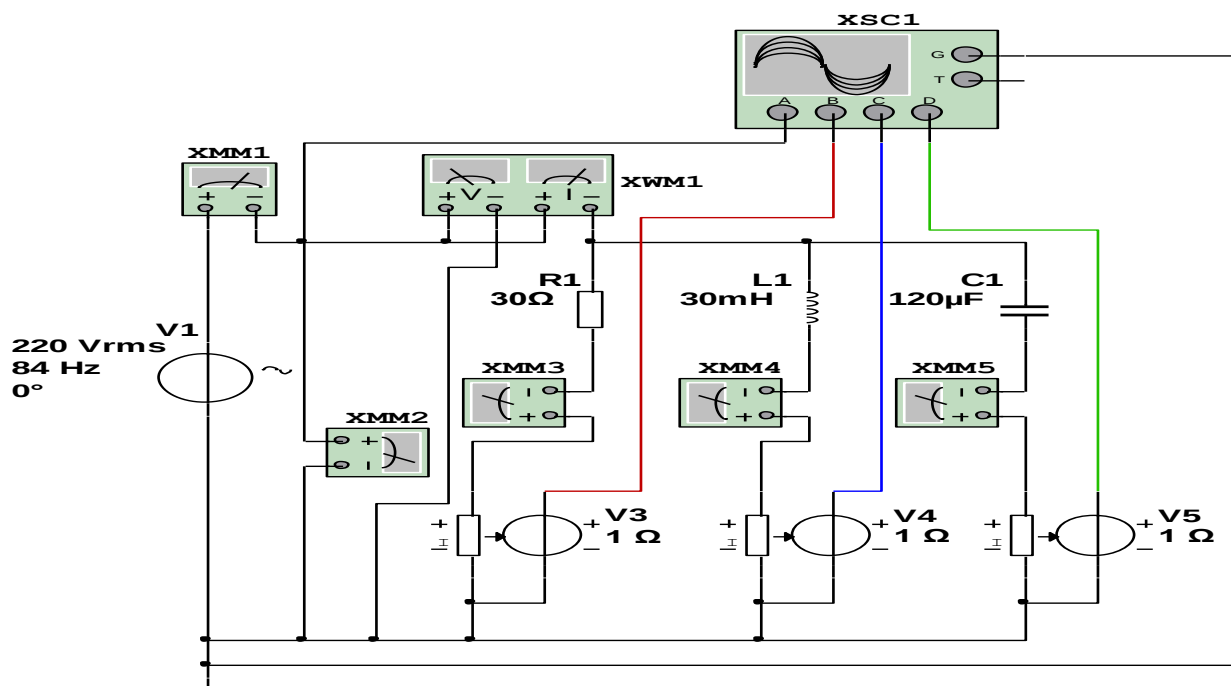
3. Tajribada olingan qiymatlar asosida kuchlanish va toklar vektor diagrammasini quradi.

4. Rezonansda kuchlanish va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatadi.

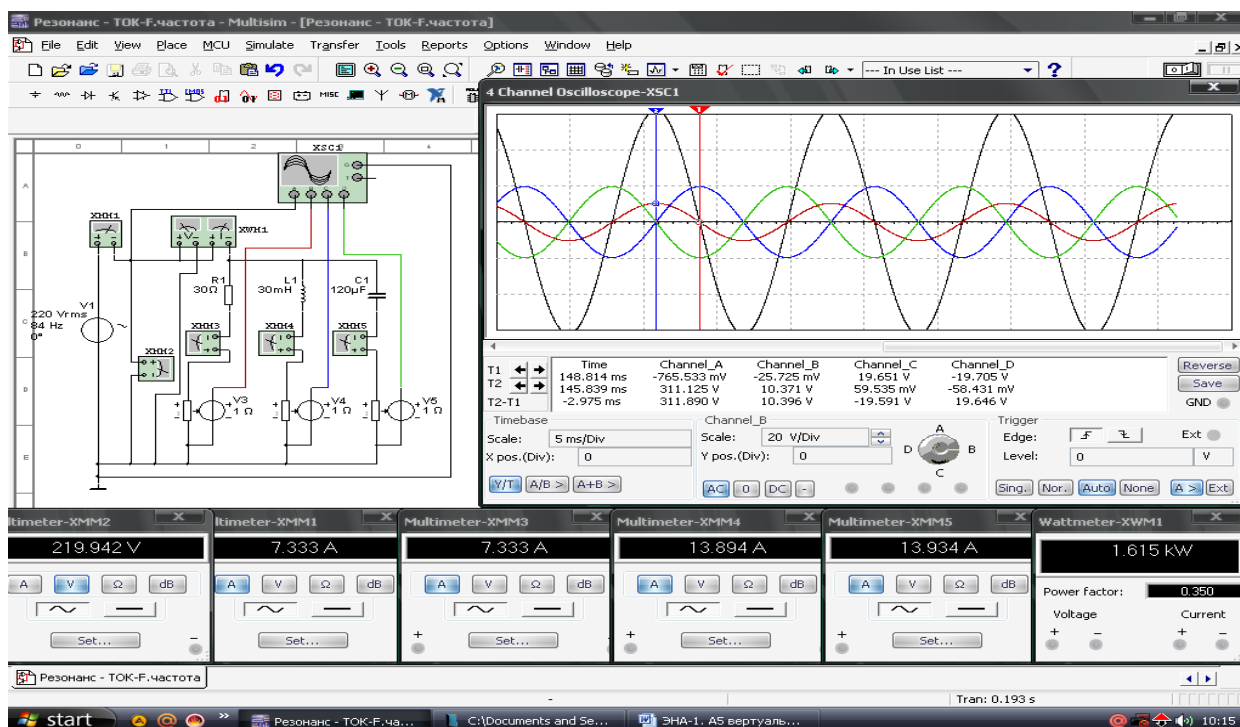
7.5-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

- Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1 kuchlanishi 220 /V/, chastotasi 84 /Hz/.
- Aktiv qarshilik qiymati  $R_1=30$  /Om/.
- Induktiv g'altak qiymati 30 /mGn/.

- Sig'imi qiymati 120 /mkF/.
- Tok datchiklari V3, V4, V5 ichki qarshiliklari 1 /Om/.



7.5-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish chastotasini o'zgartirib toklar rezonansni hosil qilish virtual elektr zanjiri



7.6-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish chastotasini o'zgartirib toklar rezonansni hosil qilish virtual elektr zanjirning modeli

| Virtual<br>sxema                                                        | O'lchashlar |   |                | Hisoblashlar |                |                |    |     |    |    |      |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----------------|--------------|----------------|----------------|----|-----|----|----|------|
|                                                                         | I           | U | P              | G            | B <sub>L</sub> | B <sub>C</sub> | L  | C   | B  | Y  | cosφ |
|                                                                         | A           | V | V <sub>t</sub> | Sm           | Sm             | Sm             | Gn | mkF | Sm | Sm | -    |
| elektr zanjirida rezonansgacha bo'lgan jarayon                          |             |   |                |              |                |                |    |     |    |    |      |
| Aktiv qarshilik                                                         | -           |   | -              |              | -              | -              | -  | -   | -  | -  | -    |
| Induktiv g'altak                                                        | -           |   | -              | -            |                | -              |    | -   | -  | -  | -    |
| Sig'im                                                                  | -           |   | -              | -            | -              |                | -  |     | -  | -  | -    |
| Butun zanjir                                                            |             |   |                | -            | -              | -              | -  | -   |    |    |      |
| induktiv g'altak yoki sig'im qiymatini o'zgartirganda rezonans jarayoni |             |   |                |              |                |                |    |     |    |    |      |
| Aktiv qarshilik                                                         | -           |   | -              |              | -              | -              | -  | -   | -  | -  | -    |
| Induktiv g'altak                                                        | -           |   | -              | -            |                | -              |    | -   | -  | -  | -    |
| Sig'im                                                                  | -           |   | -              | -            | -              |                | -  |     | -  | -  | -    |
| Butun zanjir                                                            |             |   |                | -            | -              | -              | -  | -   |    |    |      |
| kuchlanish chastotasini o'zgartirganda rezonans jarayoni                |             |   |                |              |                |                |    |     |    |    |      |
| Aktiv qarshilik                                                         | -           |   | -              |              | -              | -              | -  | -   | -  | -  | -    |
| Induktiv g'altak                                                        | -           |   | -              | -            |                | -              |    | -   | -  | -  | -    |
| Sig'im                                                                  | -           |   | -              | -            | -              |                | -  |     | -  | -  | -    |
| Butun zanjir                                                            |             |   |                | -            | -              | -              | -  | -   |    |    |      |

### Nazorat savollari

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish manbaiga aktiv qarshilik, induktiv g'altak va sig'im parallel ulangan elektr zanjirida rezonans jarayonining sharti qanday?
2. Toklar rezonansi jarayonini hosil qilish usullarini tushuntiring.
3. Sinusoidal o'zgaruvchan tokli kuchlanish chastotasi qiymatining o'zgarishi toklar rezonansi jarayoniga qanday ta'sir qiladi?
4. Toklar rezonansining amaliy ahamiyati nimadan iborat?

## **8-LABORATORIYA ISHI**

### **ENERGIYA ISTE'MOLCHILARI «YULDUZ» USULIDA ULANGAN UCH FAZALI ELEKTR ZANJIRINI O'RGANISH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga iste'molchilarni «Yulduz» usulida ulashni o'rganish.
2. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida simmetrik jarayonni o'rganish.
3. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida nosimmetrik jarayonni o'rganish.
4. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida neytral sim uzilgan nosimmetrik jarayonni o'rganish.
5. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida faza simi uzilgan nosimmetrik jarayonni o'rganish.
6. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida liniya simi uzilgan nosimmetrik jarayonni o'rganish.
7. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida bir fazada qisqa tutashuv jarayonini o'rganish.
8. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida neytral simning vazifasini o'rganish.
9. Faza va liniya kuchlanishlarini o'lchash va ular orasidagi nisbatni tajribada tekshirish.
10. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini qurishni o'rganish.
11. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

## «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida simmetrik jarayon

1. Uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga iste'molchilar-aktiv qarshiliklar «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirini (8.1-rasm) yig'adi hamda kuchlanishlar va toklar qiymatini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan faza va liniya kuchlanishlarining ossillogrammasini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

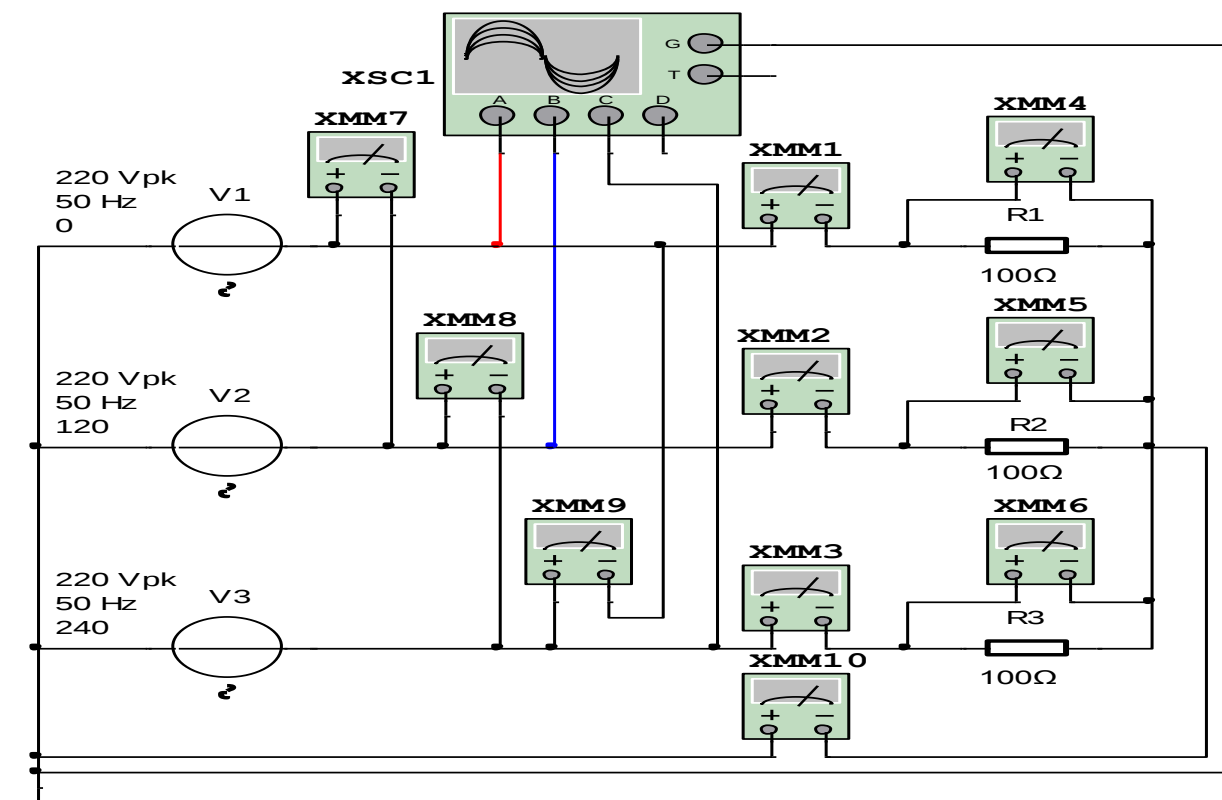
3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (8.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 8.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.

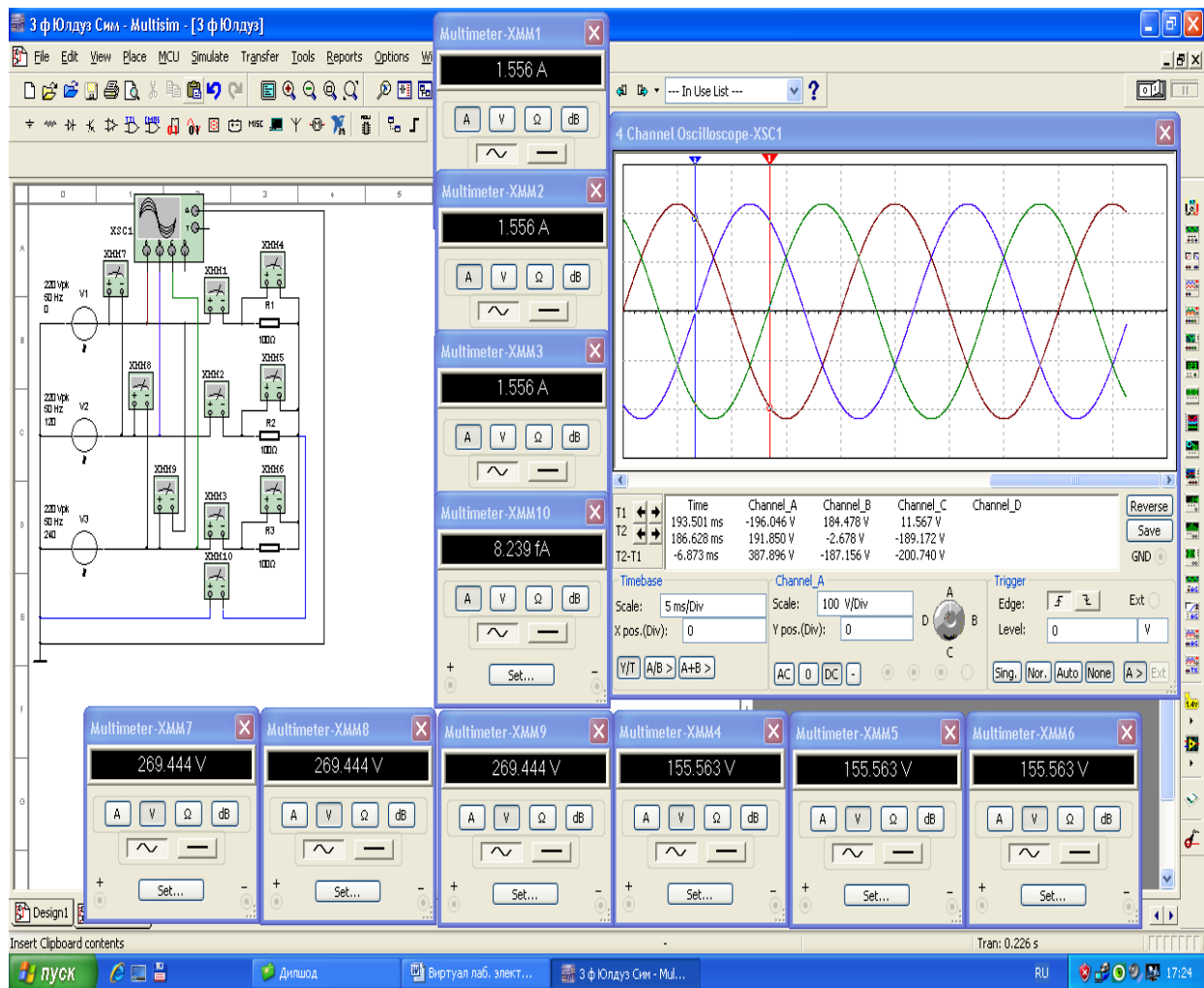
5. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

8.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

Uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai V1,V2,V3 kuchlanishi 220 V/, chastotasi 50 /Gs/. Aktiv qarshiliklar qiymati R1, R2, R3=100 /Om/.



8.1-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida simmetrik jarayon



8.2-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida simmetrik jarayon modeli

### «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida nosimmetrik jarayon

1. 8.1-rasmdagi elektr sxemada R2 va R3 qarshiliklar qiymatini oʻzgartirib, nosimmetrik jarayonni (8.3-rasm) hosil qiladi.

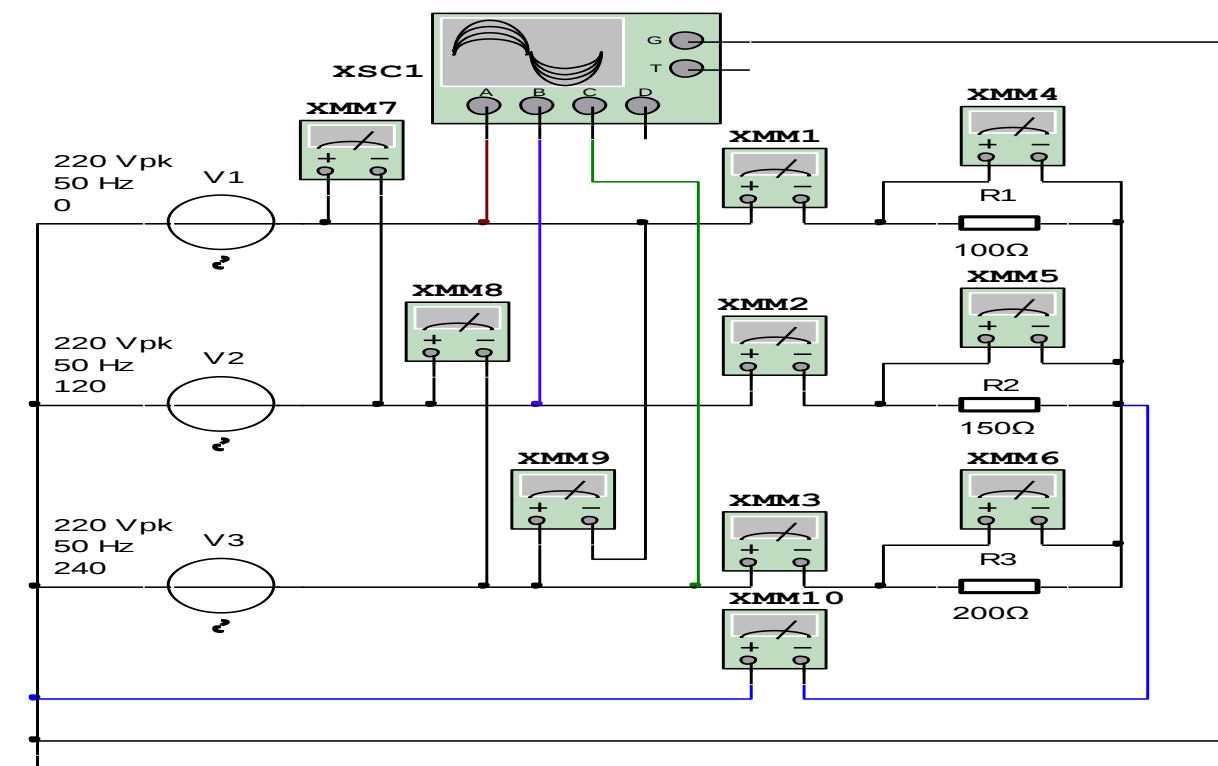
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (8.4-rasm) ishga tushiradi va oʻlchov asboblari koʻrsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 8.1-jadvaldagi «Oʻlchashlar» qatoriga yozadi. Soʻngra «Hisoblashlar» qatorini toʻldiradi.

3. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.

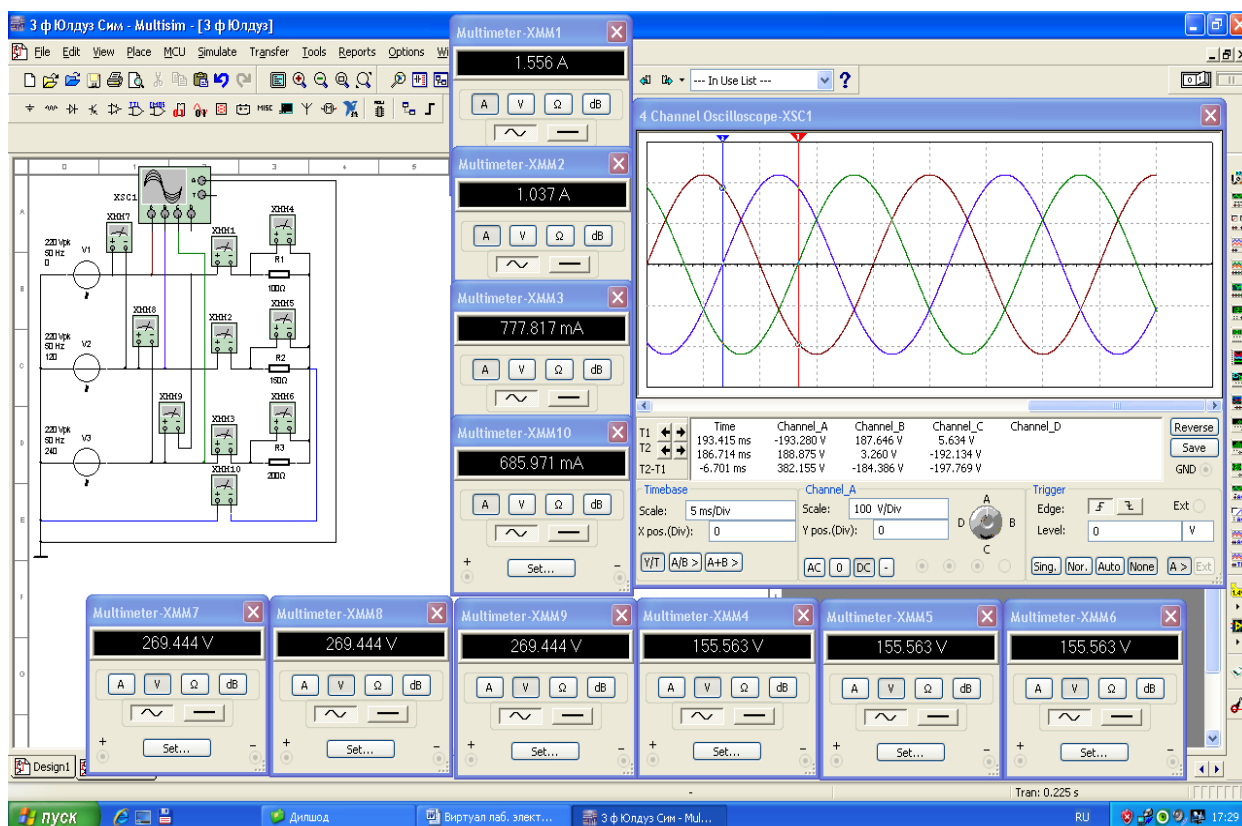
4. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

8.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida:

Aktiv qarshiliklar qiymati  $R_1 = 100 \text{ } \Omega$ ,  $R_2 = 150 \text{ } \Omega$ ,  $R_3 = 200 \text{ } \Omega$ .



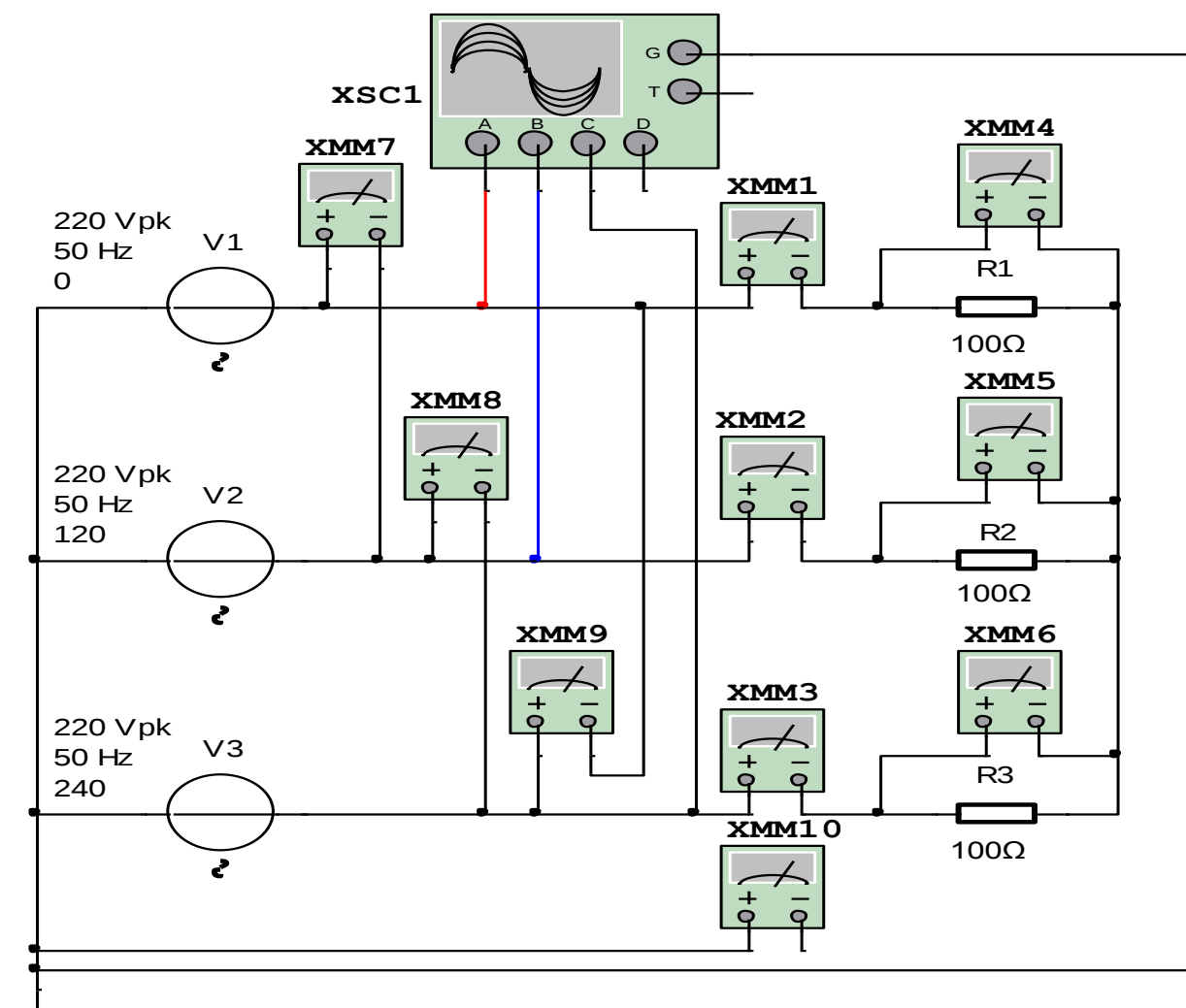
8.3-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida nosimmetrik jarayon



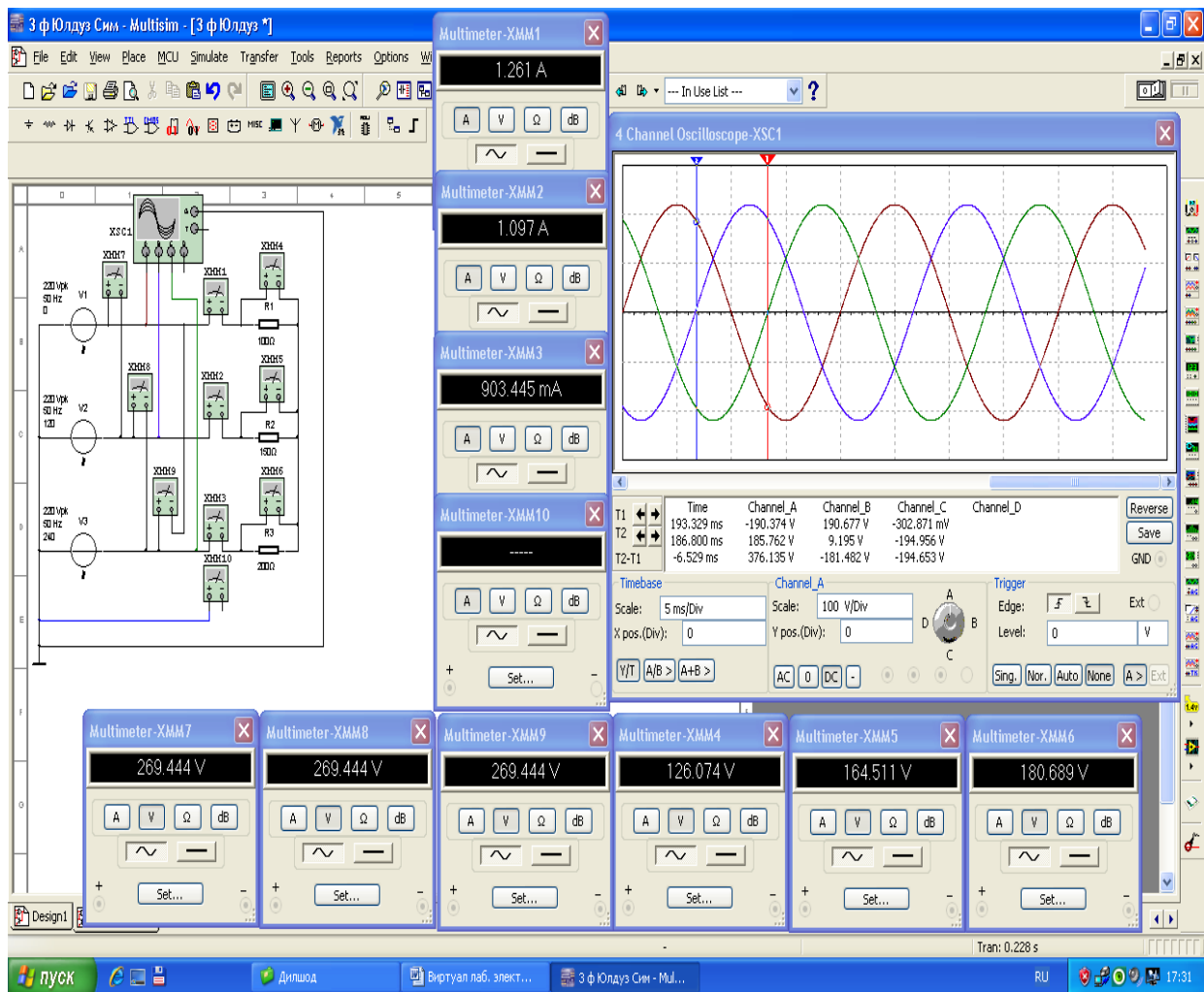
8.4-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida nosimmetrik jarayon modeli

## «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida neytral sim uzilganda nosimmetrik jarayon

1. 8.3-rasmdagi virtual elektr sxemada neytral simni uzadi (8.5-rasm).
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual sxemani (8.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 8.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.
3. Elektr zanjirida neytral sim uzilganda faza kuchlanishlari va toklari qiymatining o'zgarishini kuzatadi hamda neytral simning vazifasini o'rganadi.
4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.
5. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



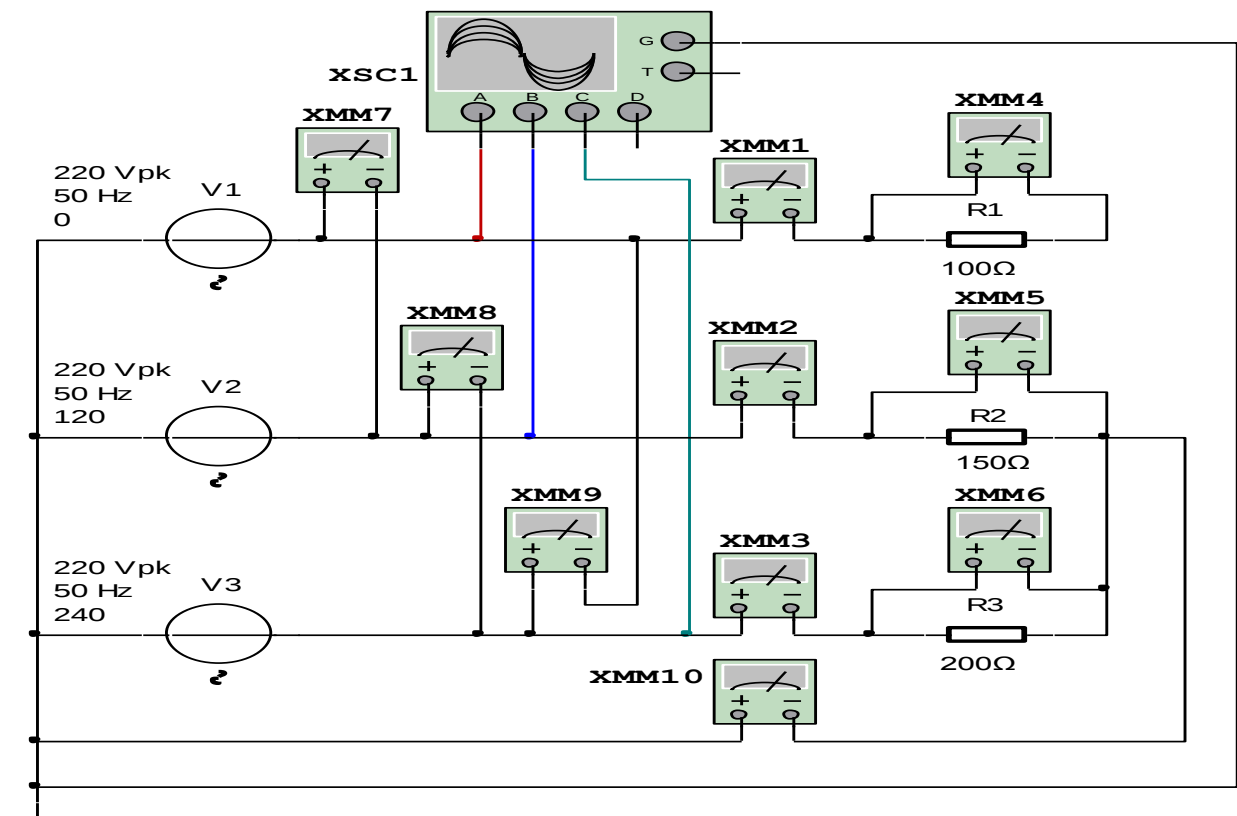
8.5-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida neytral sim uzilganda nosimmetrik jarayon.



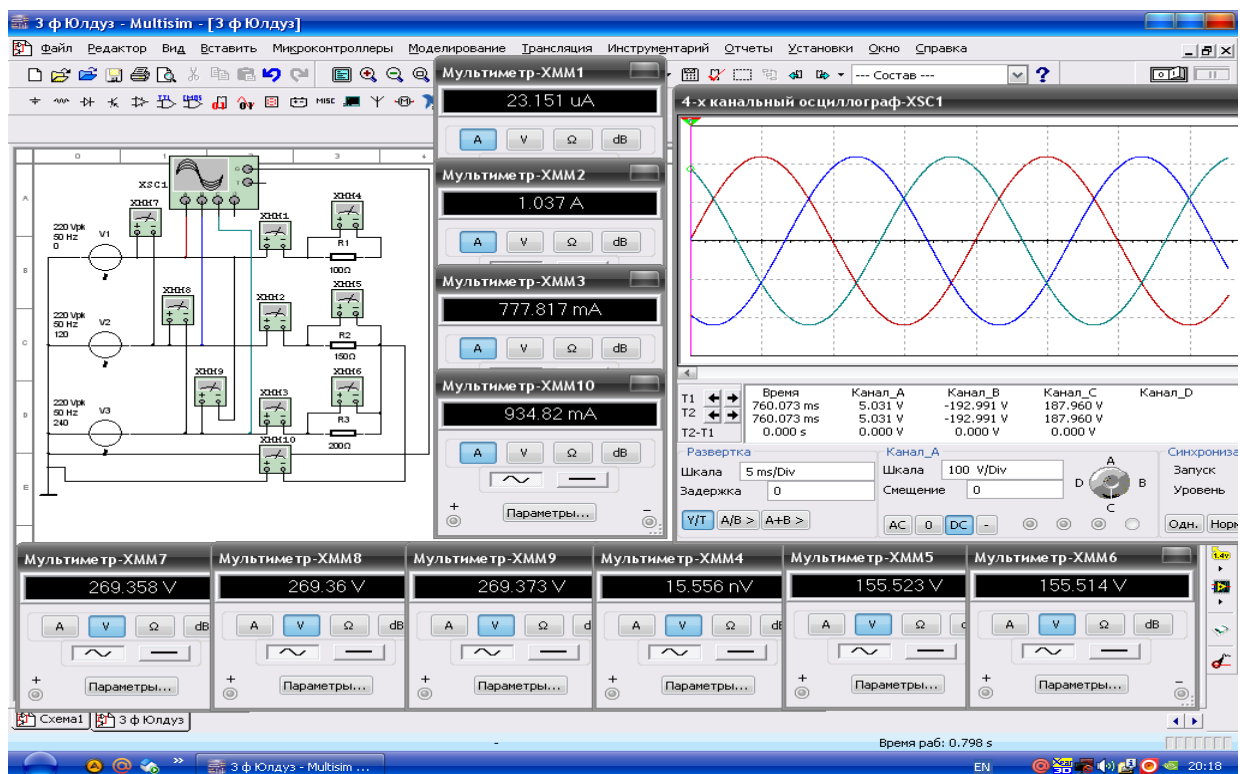
8.6-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida neytral sim uzilganda nosimmetrik jarayon modeli

### «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida faza simi uzilganda nosimmetrik jarayon

1. 8.3-rasmdagi virtual elektr sxemada faza simini uzadi (8.7-rasm).
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (8.8-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 8.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.
3. Elektr zanjirida faza simi uzilganda faza kuchlanishlari va toklari qiymatining o'zgarishini kuzatadi hamda neytral simning vazifasini o'rganadi.
4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.
5. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



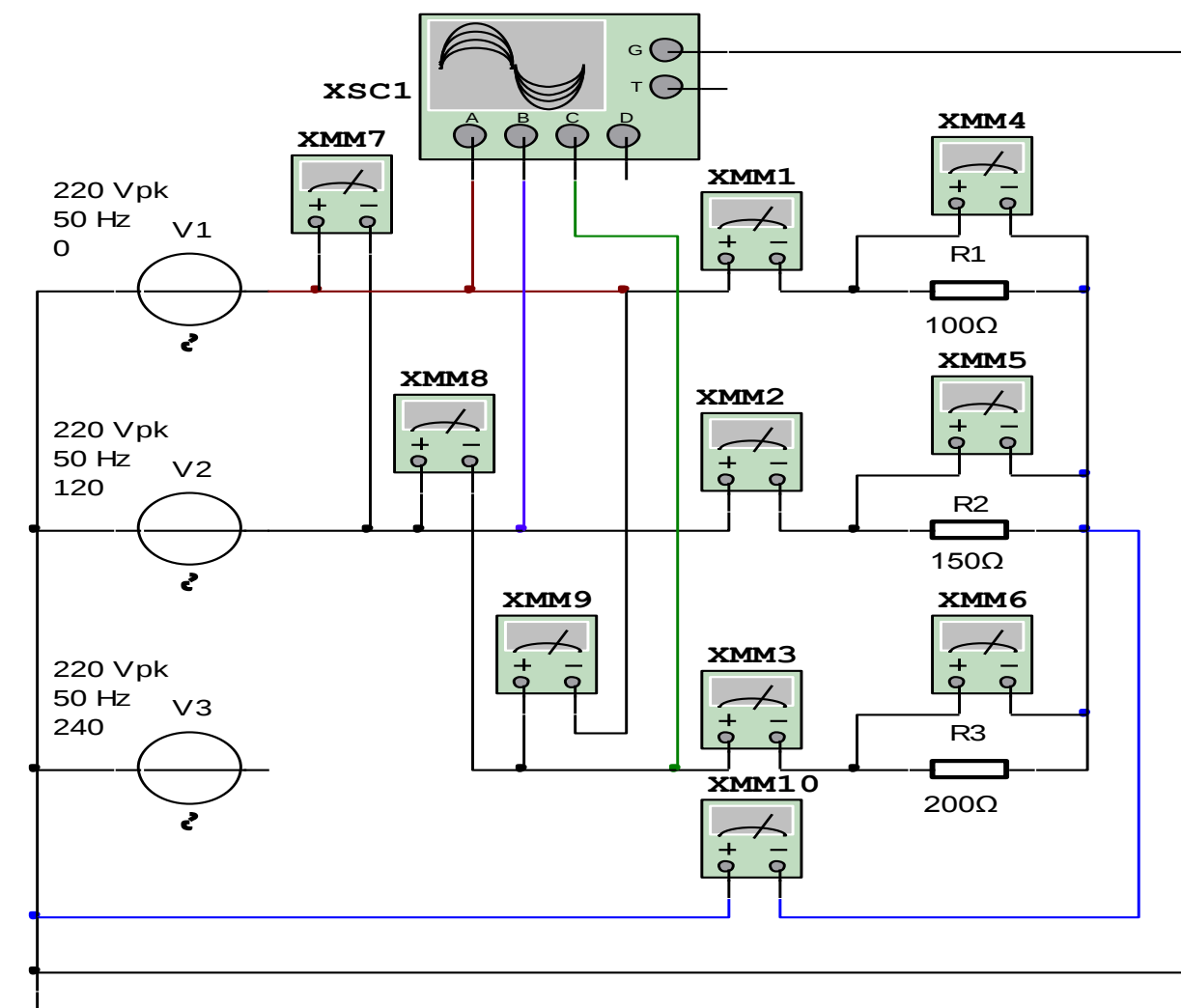
8.7-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida faza simi uzilganda nosimmetrik jarayon



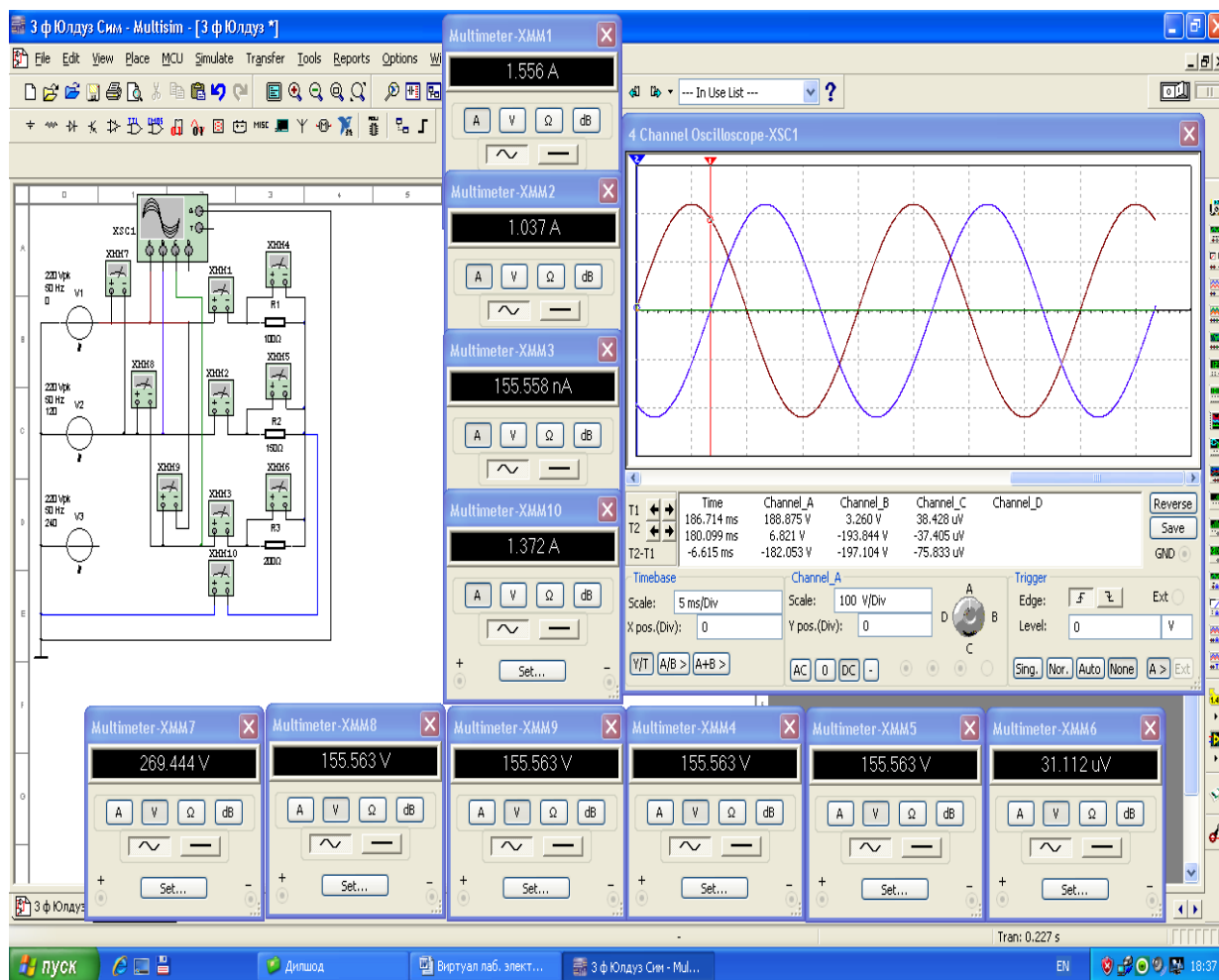
8.8-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida faza simi uzilganda nosimmetrik jarayon modeli

## «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida liniya simi uzilganda nosimmetrik jarayon

1. 8.3-rasmdagi virtual elektr sxemada liniya simini uzadi (8.9-rasm).
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (8.10-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 8.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.
3. Elektr zanjirida liniya simi uzilganda faza kuchlanishlari va toklari qiymatining o'zgarishini kuzatadi hamda neytral simning vazifasini o'rganadi.
4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.
5. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



8.9-rasm. «Yulduz» usulida ulangan virtual elektr zanjirida liniya simi uzilganda nosimmetrik jarayon



8.10-rasm. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida liniya simi uzilganda nosimmetrik jarayon modeli

### «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida qisqa tutashuv jarayoni

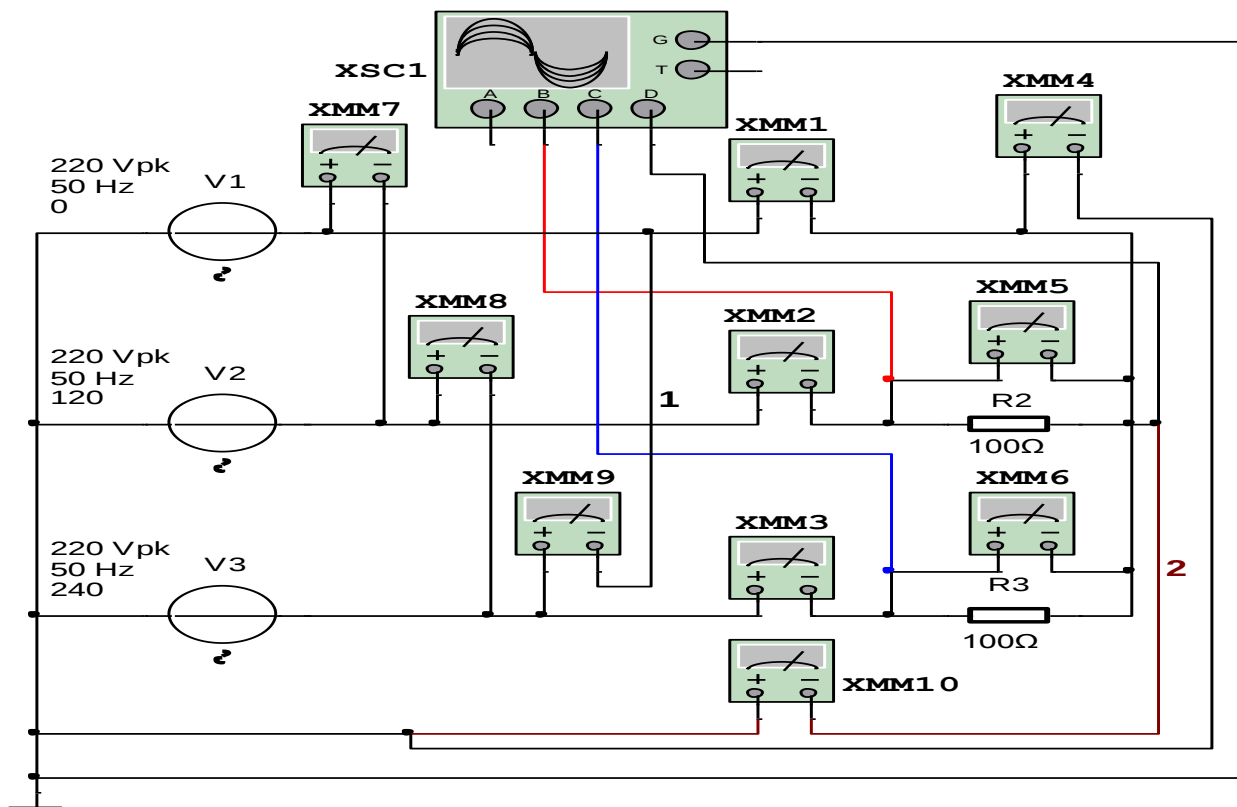
1. 8.1-rasmdagi virtual elektr sxemada A faza qisqa tutashtiradi (8.11-rasm).

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (8.12-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 8.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

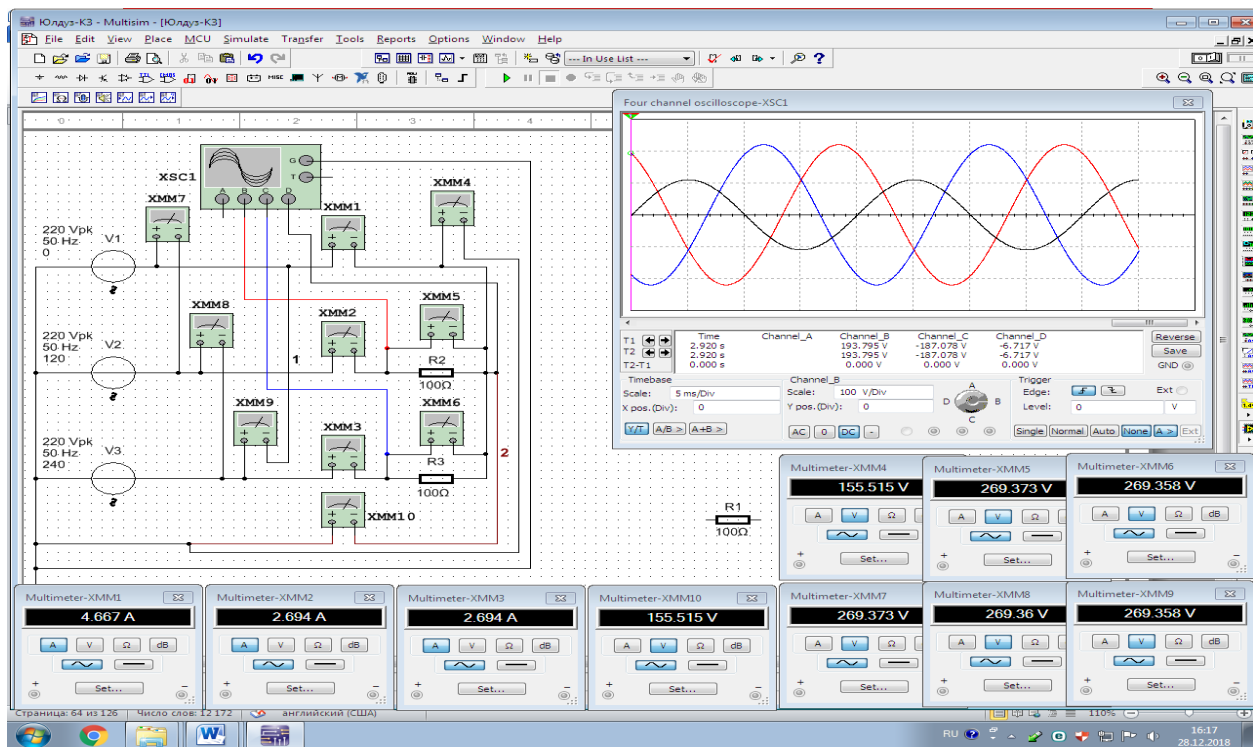
3. Elektr zanjirida qisqa tutashuv jarayonida faza kuchlanishlari va toklari qiymatining o'zgarishini kuzatadi hamda neytral simning vazifasini o'rganadi.

4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.

5. Faza va liniya kuchlanishlari tebranma harakatlari osillogrammasini kuzatadi.



8.11-rasm. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida bir fazada qisqa tutashuv jarayoni



8.12-rasm. «Yulduz» usulida ulangan elektr zanjirida bir fazada qisqa tutashuv jarayoni modeli

| Ish<br>jarayonlari                    | O'lchashlar |       |       |       |       |       |       |          |          |          | Hisoblashlar         |                      |                      |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                       | $I_A$       | $I_B$ | $I_C$ | $I_0$ | $U_A$ | $U_B$ | $U_C$ | $U_{AB}$ | $U_{BC}$ | $U_{CA}$ | $\frac{U_{AB}}{U_A}$ | $\frac{U_{BC}}{U_B}$ | $\frac{U_{CA}}{U_C}$ |
|                                       | A           | A     | A     | A     | V     | V     | V     | V        | V        | V        |                      |                      |                      |
| Simmetrik                             |             |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Nosimmetrik                           |             |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Neytral sim<br>uzilgan<br>nosimmetrik |             |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Faz simi<br>uzilgan<br>nosimmetrik    |             |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Liniya simi<br>uzilgan<br>nosimmetrik |             |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Bir fazada<br>qisqa<br>tutashuv       |             |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |

### Nazorat savollari

1. Uch fazali tok va kuchlanishlar qanday holda simmetrik sistemani tashkil qiladi?
2. Uch fazali simmetrik va nosimmetrik iste'molchi nima?
3. Iste'molchilar «Yulduz» sxemada ulangan elektr zanjirida neytral simning vazifasi nimadan iborat?
4. Fazadlarga qisqa tutashuv jarayoning elektr zanjiriga ta'sirini tushutiring.
5. Uch fazali zanjirlarning to'rt simli liniyalarida nima uchun neytral simning ko'ndalang kesimi faza simining ko'ndalang kesimidan kichik?
6. Uch fazali simmetrik va nosimmetrik iste'molchilarga oid misollar keltiring.

## **9 - LABORATORIYA ISHI**

### **ENERGIYA ISTE'MOLCHILARI «UCHBURCHAK» USULIDA ULANGAN UCH FAZALI ELEKTR ZANJIRINI O'RGANISH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga iste'molchilarni «Uchburchak» usulida ulashni o'rganish.
2. «Uchburchak» sxemada ulangan elektr zanjirida simmetrik jarayonni o'rganish.
3. «Uchburchak» sxemada ulangan elektr zanjirida nosimmetrik jarayonni o'rganish.
4. «Uchburchak» sxemada ulangan elektr zanjirida faza simi uzilgan nosimmetrik jarayonni o'rganish.
5. «Uchburchak» ulangan elektr zanjirida liniya simi uzilgan nosimmetrik jarayonni o'rganish.
6. «Uchburchak» ulangan elektr zanjirida qisqa tutashuv jarayonni o'rganish.
7. Faza va liniya toklarini o'lchash va ular orasidagi nisbatni tajribada tekshirish.
8. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini qurishni o'rganish.
9. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

## «Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida simmetrik jarayon

1. Uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga iste'molchilar-aktiv qarshiliklar «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirini (9.1-rasm) yig'adi hamda kuchlanishlar va toklar qiymatini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

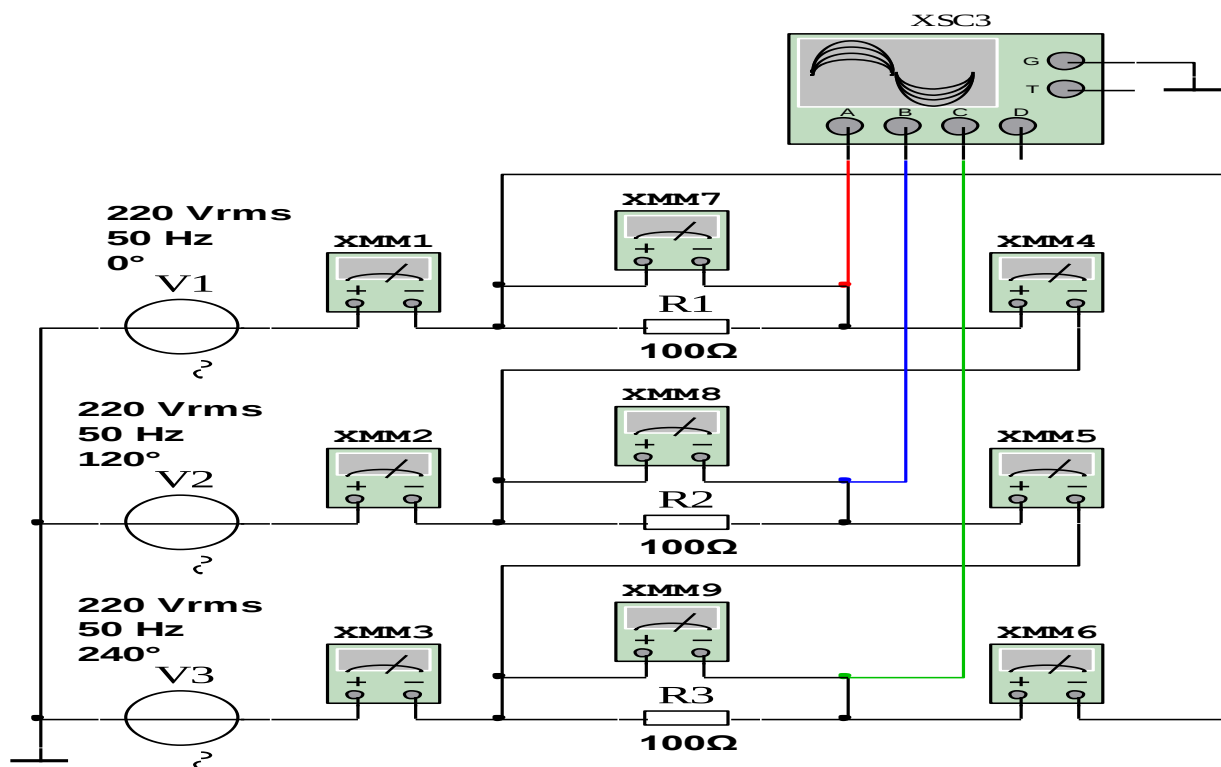
2. Sinusoidal o'zgaruvchan faza va liniya kuchlanishlarining ossillogrammasini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (9.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 9.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

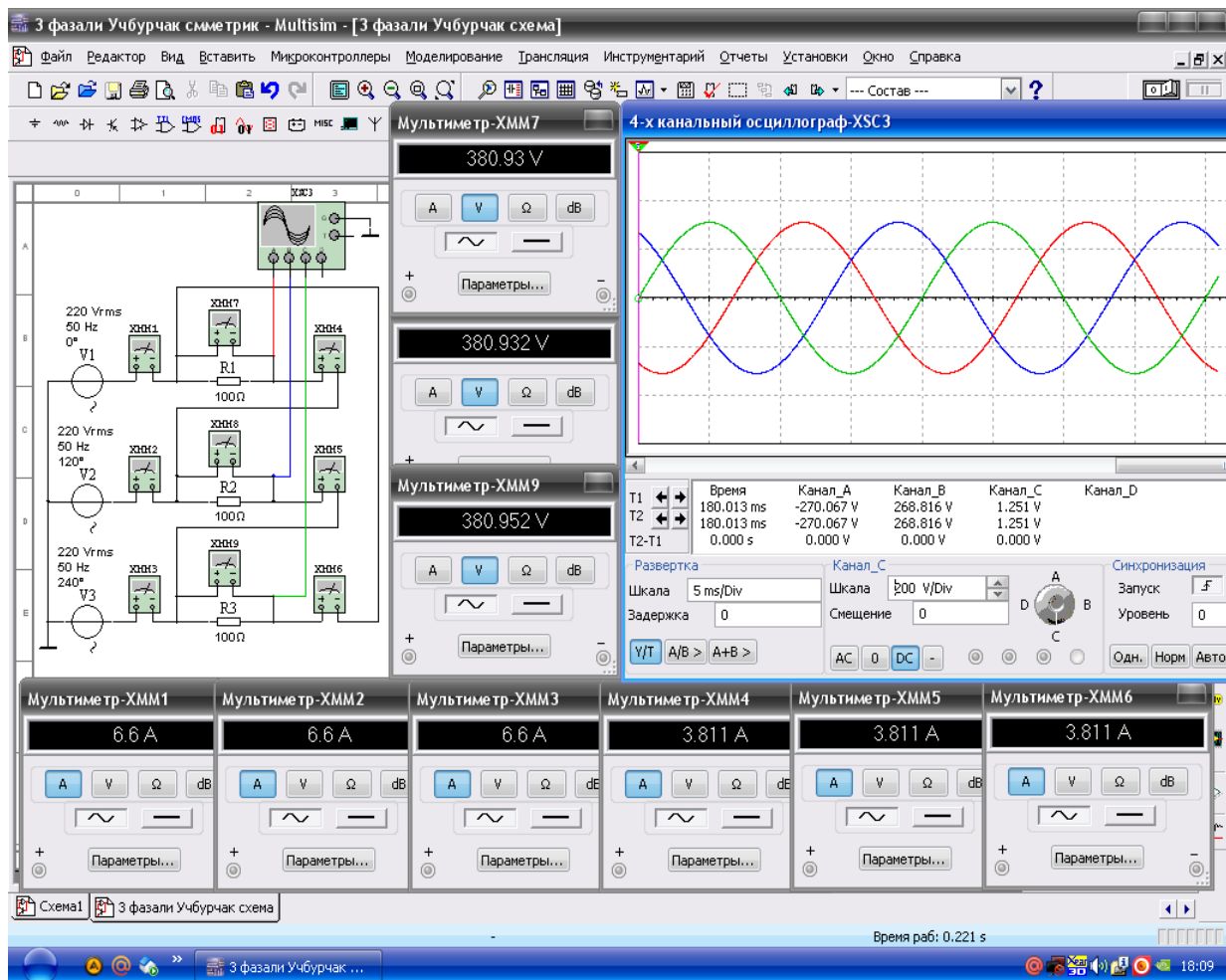
4. Faza va liniya toklarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

5. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.

9.1-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida: Uch fazali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish manbai  $V_1, V_2, V_3$  kuchlanishi  $220 \text{ V}$ /, chastotasi  $50 \text{ Hz}$ /. Aktiv qarshiliklar qiymati  $R_1, R_2, R_3 = 100 \text{ Ohm}$ /.



9.1-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida simmetrik jarayon



9.2-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida simmetrik jarayon modeli

### **«Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida nosimmetrik jarayon**

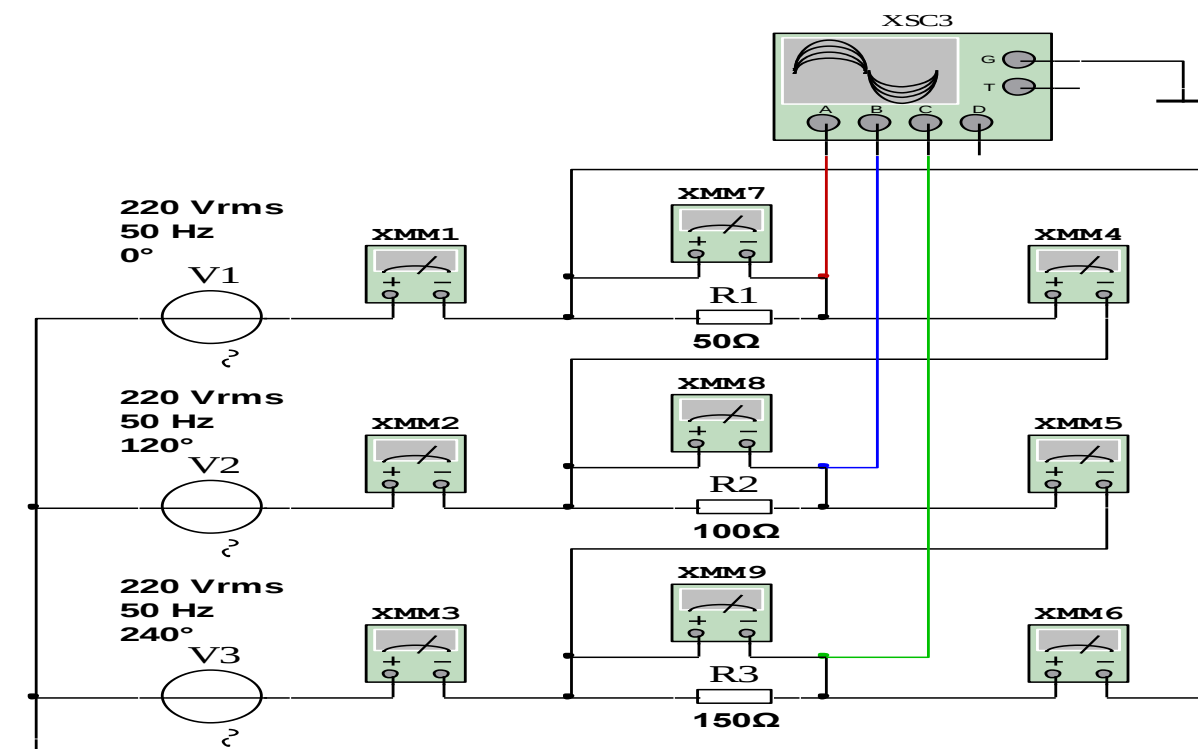
1. 9.1-rasmdagi elektr sxemada R1 va R3 qarshiliklar qiymatini o'zgartirib nosimmetrik jarayonni (9.3-rasm) hosil qiladi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (9.4-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 9.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

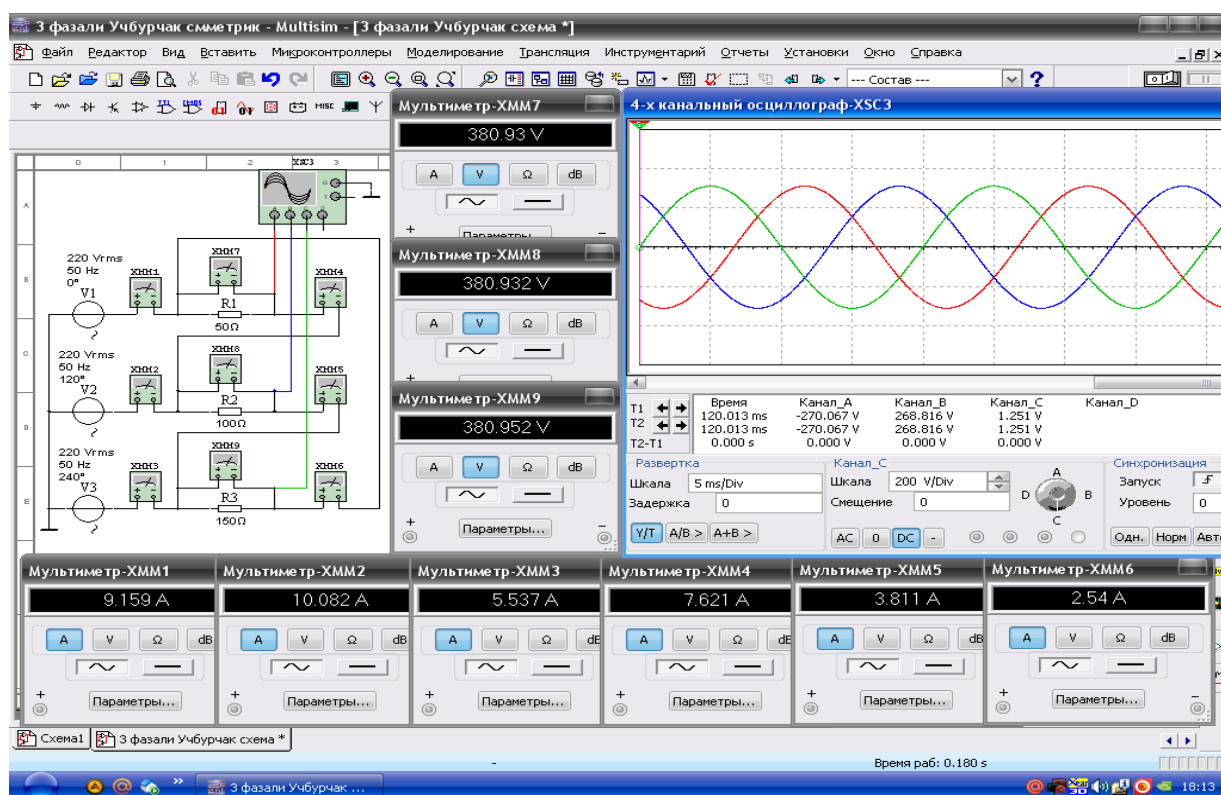
3. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.

9.3-rasmda tasvirlangan virtual elektr zanjirida: Aktiv qarshiliklar qiymati  $R1 = 50 \text{ } \Omega$ ,  $R2 = 100 \text{ } \Omega$ ,  $R3 = 150 \text{ } \Omega$ .



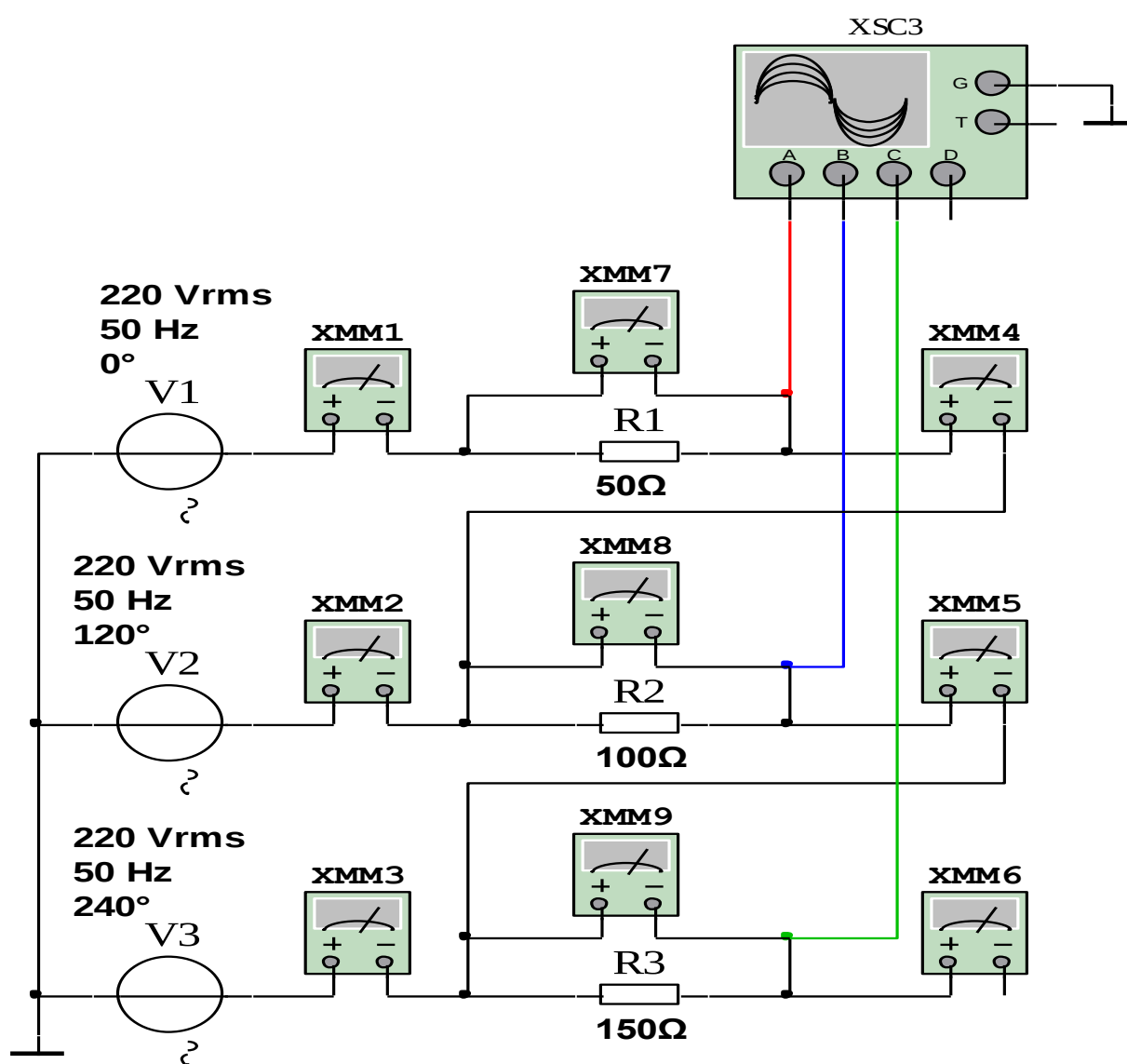
9.3-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida nosimmetrik jarayon



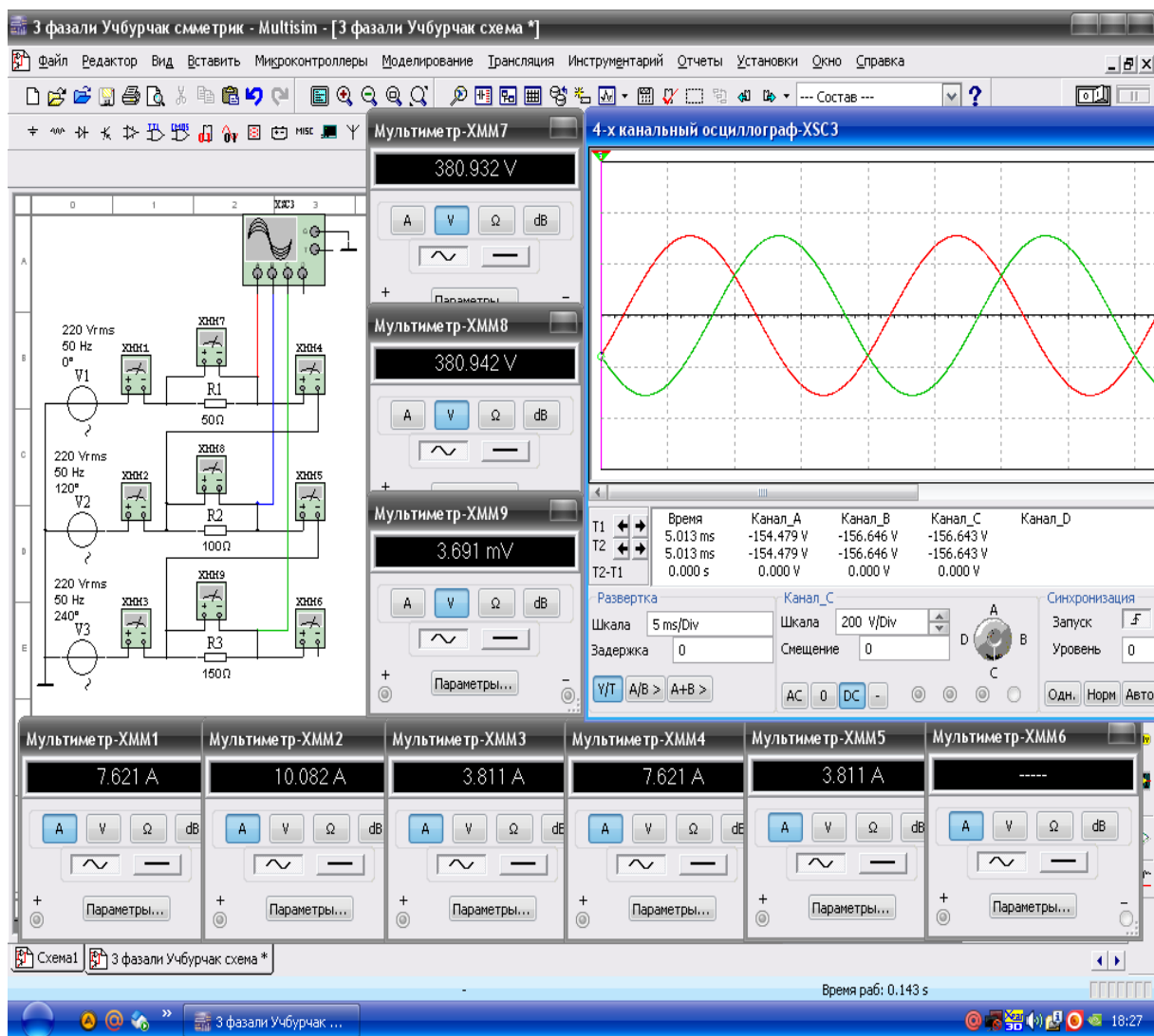
9.4-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida nosimmetrik jarayon modeli

## «Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida faza simi uzilganda nosimmetrik jarayon

1. 9.3-rasmdagi elektr sxemada faza simini uzadi (9.5-rasm).
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (9.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 9.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.
3. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.
4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.



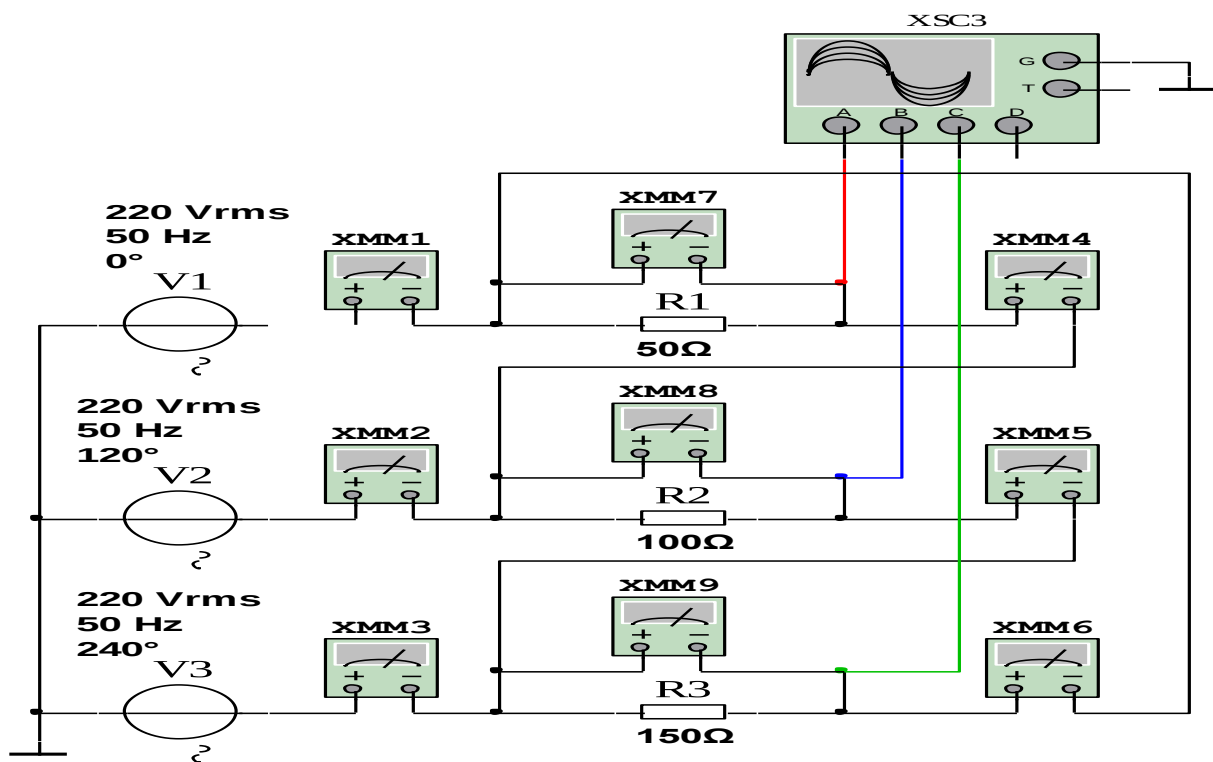
9.5-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida faza simi uzilganda nosimmetrik jarayon



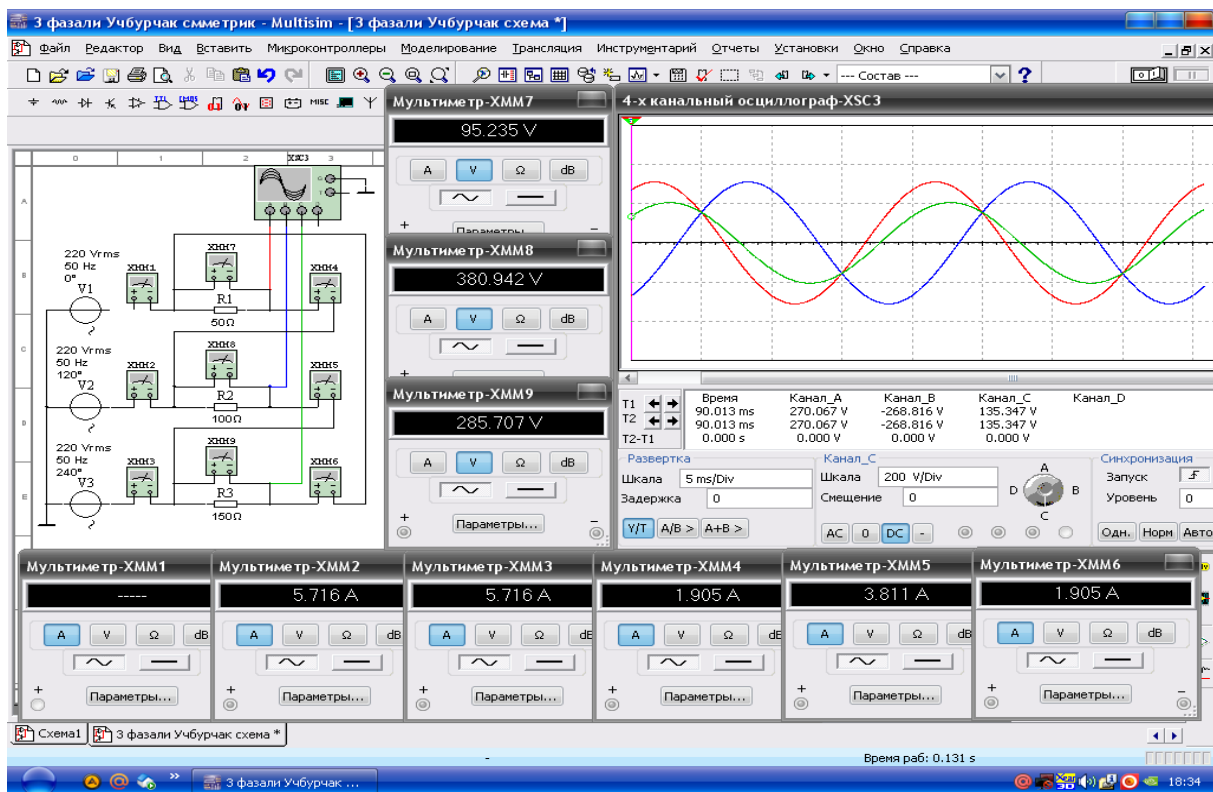
9.6-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida faza simi uzilganda nosimmetrik jarayon modeli

### «Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida liniya simi uzilganda nosimmetrik jarayon

1. 9.3-rasmdagi virtual elektr sxemada liniya simini uzadi (9.7-rasm).
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (9.8-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 9.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.
3. Faza va liniya kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.
4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.



9.7-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida liniya simi uzilganda nosimmetrik jarayon



9.8-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan virtual elektr zanjirida liniya simi uzilganda nosimmetrik jarayon modeli

## «Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida qisqa tutashuv jarayoni

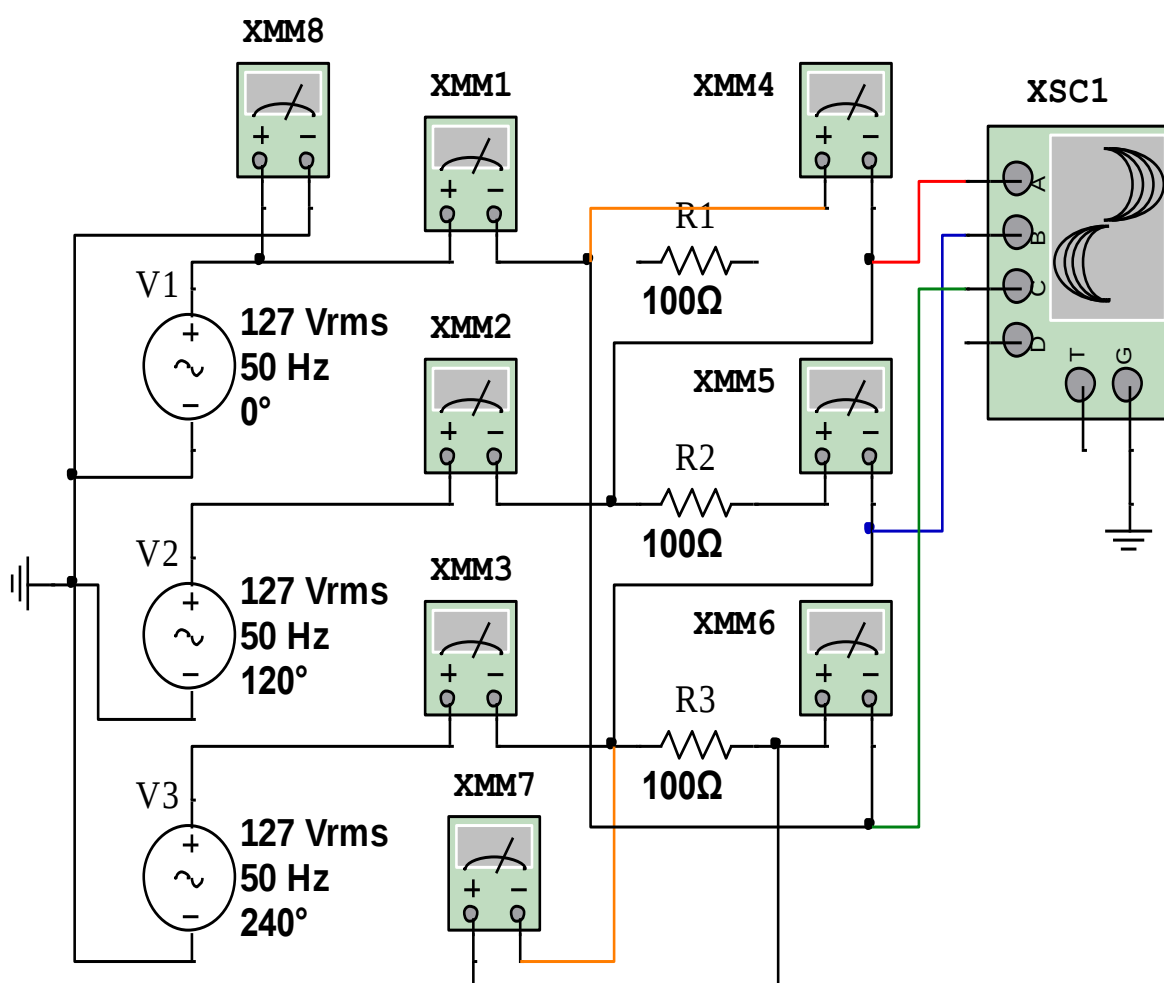
1. 9.1-rasmdagi virtual elektr sxemada AB faza qisqa tutashtiradi (9.9-rasm).

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual sxemani (9.10-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 9.1-jadvaldagi «O'lchashlar» qatoriga yozadi. So'ngra «Hisoblashlar» qatorini to'ldiradi.

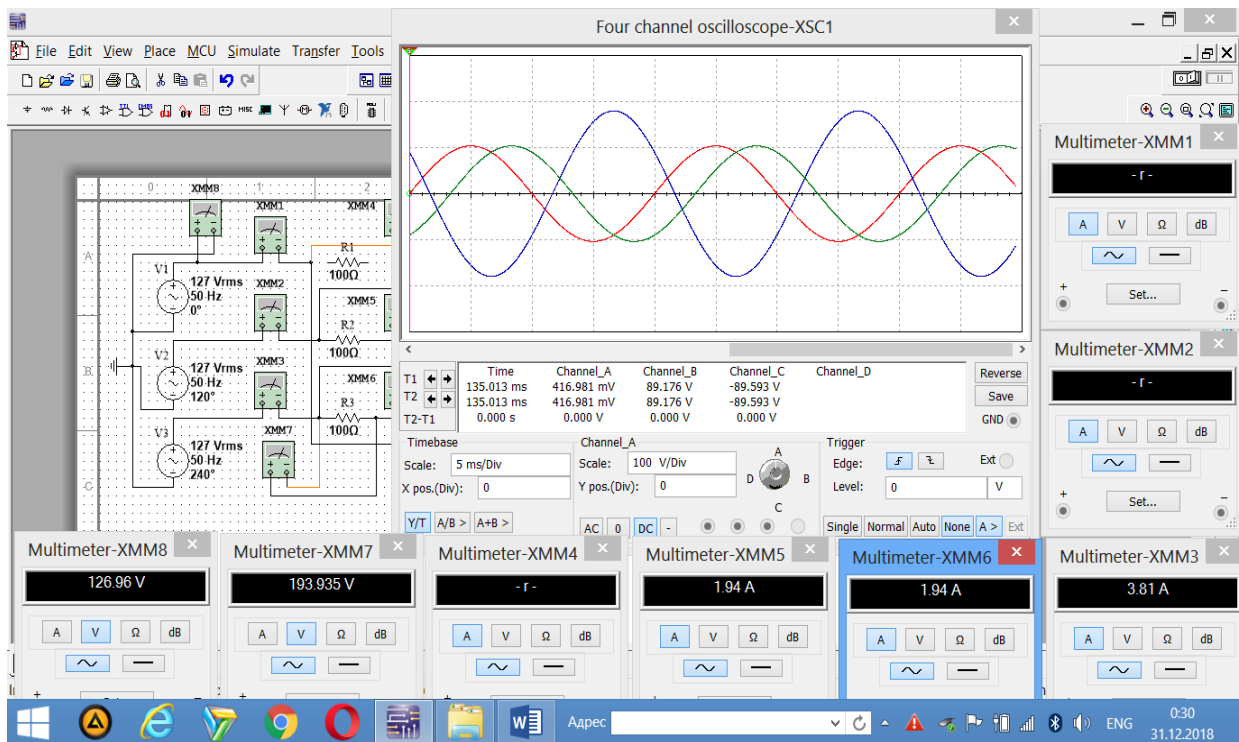
3. Elektr zanjirida qisqa tutashuv jarayonida faza kuchlanishlari va toklari qiymatining o'zgarishini kuzatadi hamda neytral simning vazifasini o'rganadi.

4. Kuchlanishlar va toklarning vektor diagrammasini quradi.

5. Faza va liniya kuchlanishlari tebranma harakatlari osillogrammasini kuzatadi.



9.9-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida bir fazada qisqa tutashuv jarayoni



9.10-rasm. «Uchburchak» usulida ulangan elektr zanjirida bir fazada qisqa tutashuv jarayon modeli

9.1-jadval

| O'lchashlar                     |          |          |          |       |       |       |          |          |          | Hisoblashlar         |                      |                      |
|---------------------------------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                 | $I_{AB}$ | $I_{BC}$ | $I_{CA}$ | $I_A$ | $I_B$ | $I_C$ | $U_{AB}$ | $U_{BC}$ | $U_{CA}$ | $\frac{I_A}{I_{AB}}$ | $\frac{I_B}{I_{BC}}$ | $\frac{I_C}{I_{CA}}$ |
|                                 | A        | A        | A        | A     | A     | A     | B        | B        | B        |                      |                      |                      |
| Simmetrik                       |          |          |          |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Nosimmetrik                     |          |          |          |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Faza simi uzilgan nosimmetrik   |          |          |          |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Liniya simi uzilgan nosimmetrik |          |          |          |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |
| Bir fazada qisqa tutashuv       |          |          |          |       |       |       |          |          |          |                      |                      |                      |

### **Nazorat savollari**

1. Uch fazali tok va kuchlanishlar qanday holda simmetrik sistemani tashkil qiladi?
2. Uch fazali simmetrik va nosimmetrik iste'molchi nima?
3. Iste'molchilar «Uchburchak» sxemada ulangan elektr zanjiri qanday yig'iladi?
4. Iste'molchilar «Uchburchak» sxemada ulangan elektr zanjirida liniya va faza toklari o'rtasida farq qanday aniqlanadi?
5. Bir fazada qisqa tutashuv jarayoning elektr zanjiriga ta'sirini tushutiring.
6. Iste'molchilar «Uchburchak» sxemada ulangan elektr zanjirlarida simmetrik va nosimmetrik iste'molchilarga oid misollar keltiring.

## **10-LABORATORIYA ISHI**

### **ELEKTR ZANJIRLARIDA NOSINUSOIDAL KATTALIKLARNI TEKSHIRISH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Elektr zanjirlarida davriy nosinusoidal kattaliklarni yuzaga keltiruvchi jarayonlarni o'rganish.
2. Nosinusoidal elektr energiya manbaining yoki nochiziqli Volt-Amper tavsifiga ega bo'lgan elementlarning elektr zanjirlariga ko'rsatadigan ta'sirini tahlil qilish.
3. Davriy nosinusoidal shakldagi funksiyalarni Furiye qatoriga yoyib sinusoidal garmonikalarning qiymatlarini hisoblash.
4. Davriy nosinusoidal shakldagi funksiyalarning simmetrik xususiyatlarini aniqlash.
5. Davriy nosinusoidal shakldagi kuchlanishlar va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

## Ishni bajarish tartibi

O'qituvchining topshirig'iga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

### Elektr energiya manbai-funksional generatorning kuchlanishi shakli sinusoidal funksiya

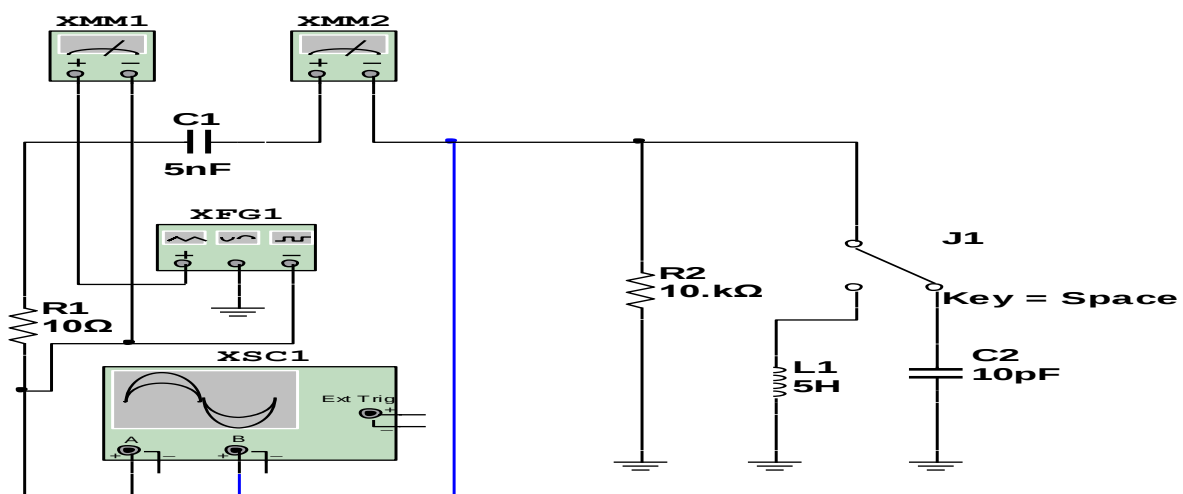
1. Funksional generatorning davriy sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishiga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjirini (10.1-rasm) yig'adi hamda kuchlanish va tok qiymatini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Funksional generatorning va multivibratorning davriy sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishi ossillogrammasini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

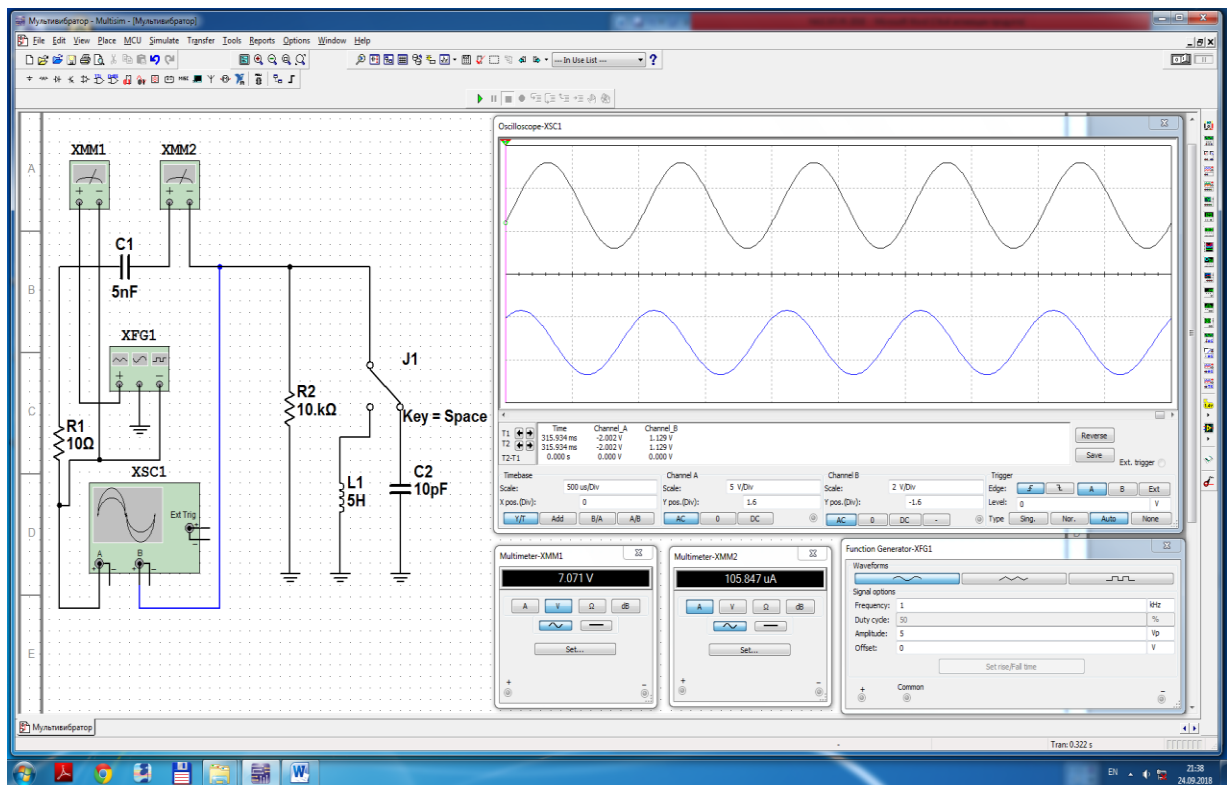
3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirini (10.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanish va tok qiymatini yozib oladi.

4. J1 ulagich C2 sig'imiga (10.2-rasm) va L1 induktiv g'altakga (10.4-rasm) ulanganda multivibrator kuchlanishining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

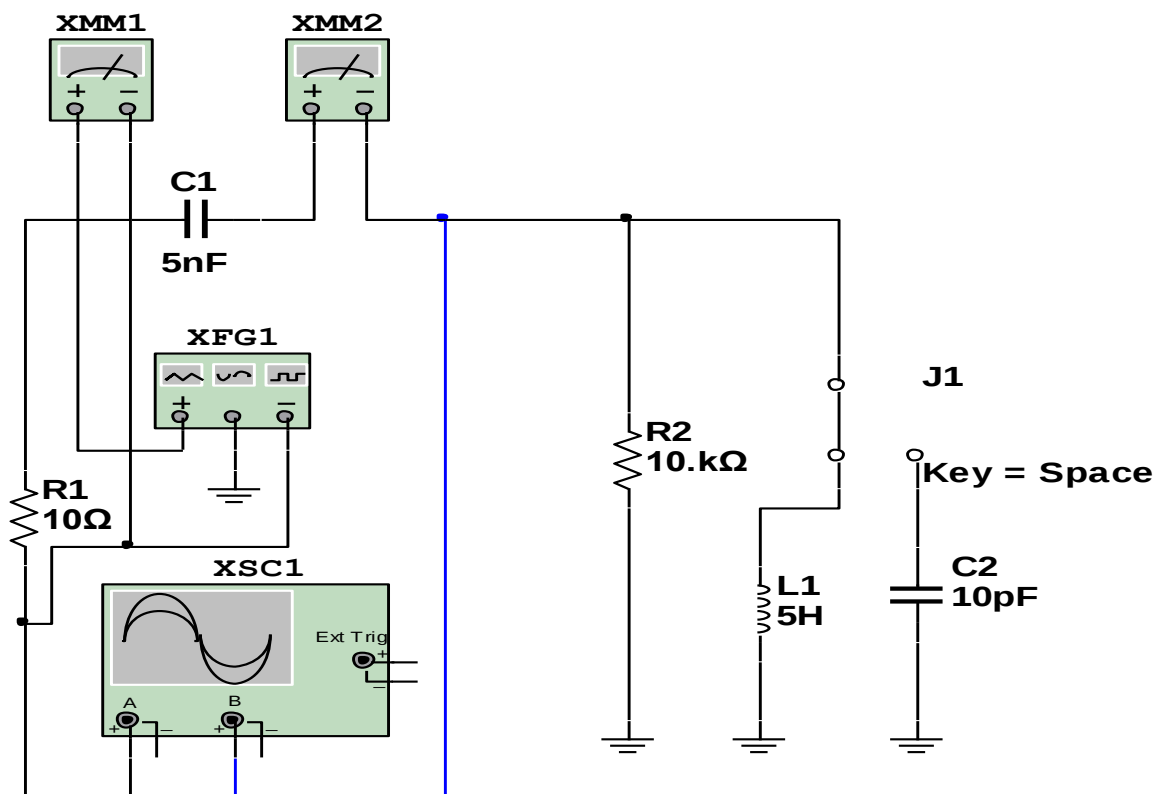
5. Multivibrator kuchlanishining shaklini (havo rang) Furiye qatoriga yoyib sinusoidal garmonikalar qiymatlarini hisoblaydi va davriy tebranishlar grafigini chizadi.



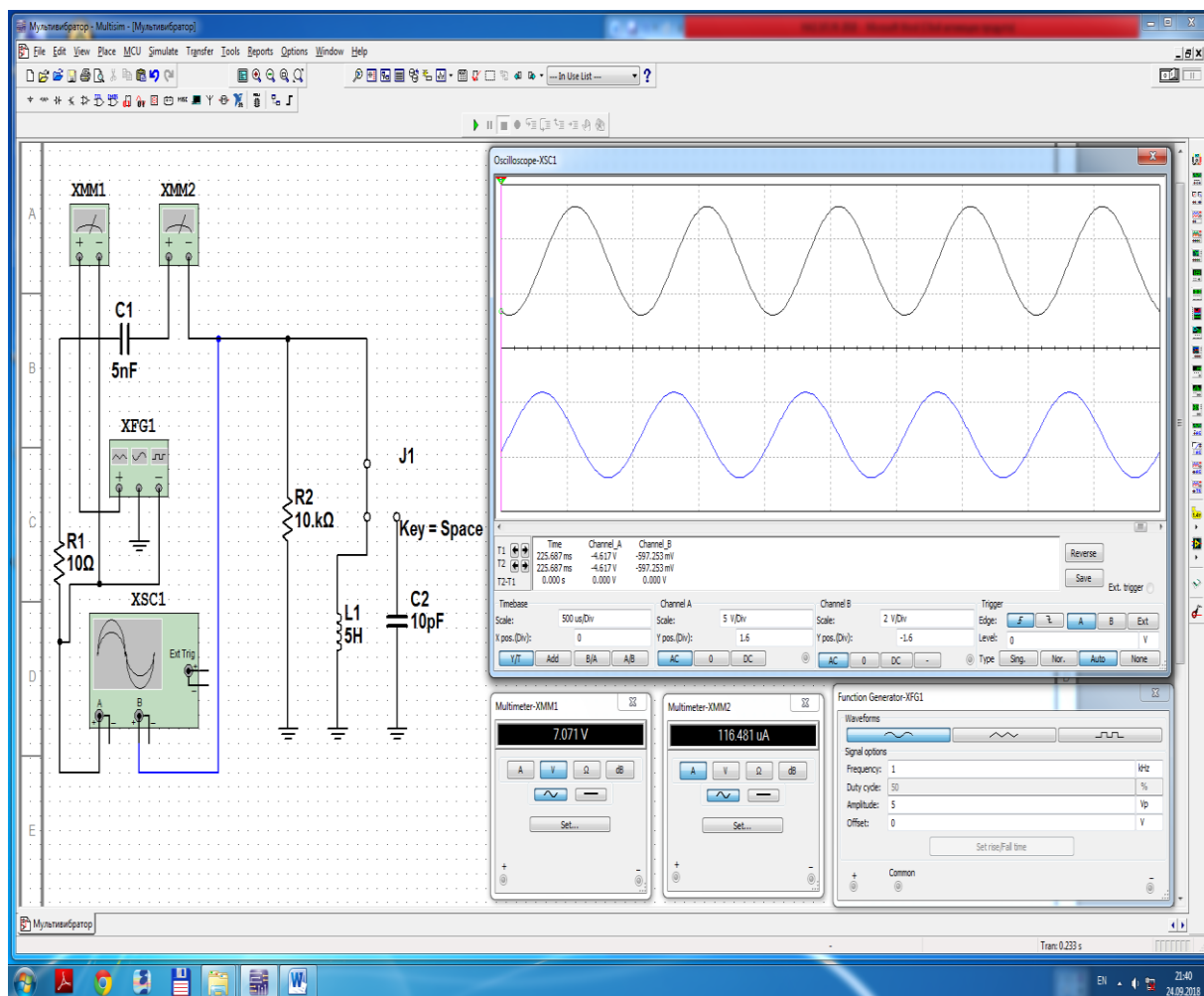
10.1-rasm. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri



10.2-rasm. Sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri modeli



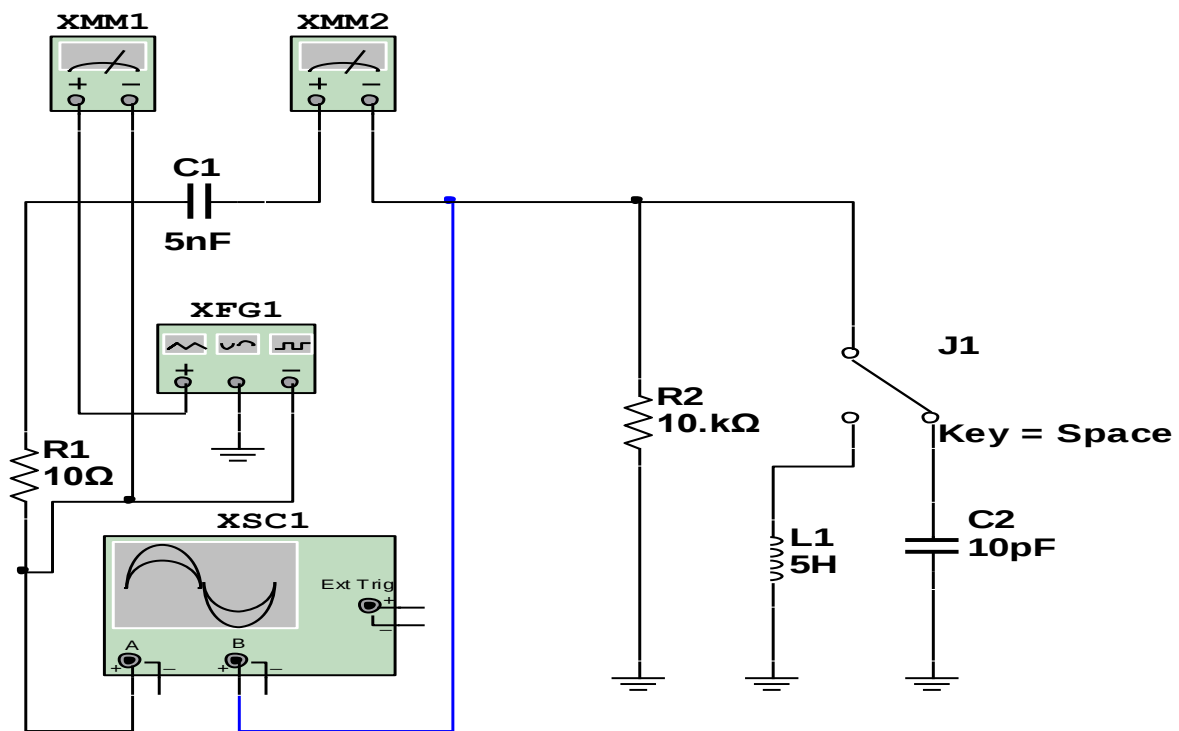
10.3-rasm. Sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri



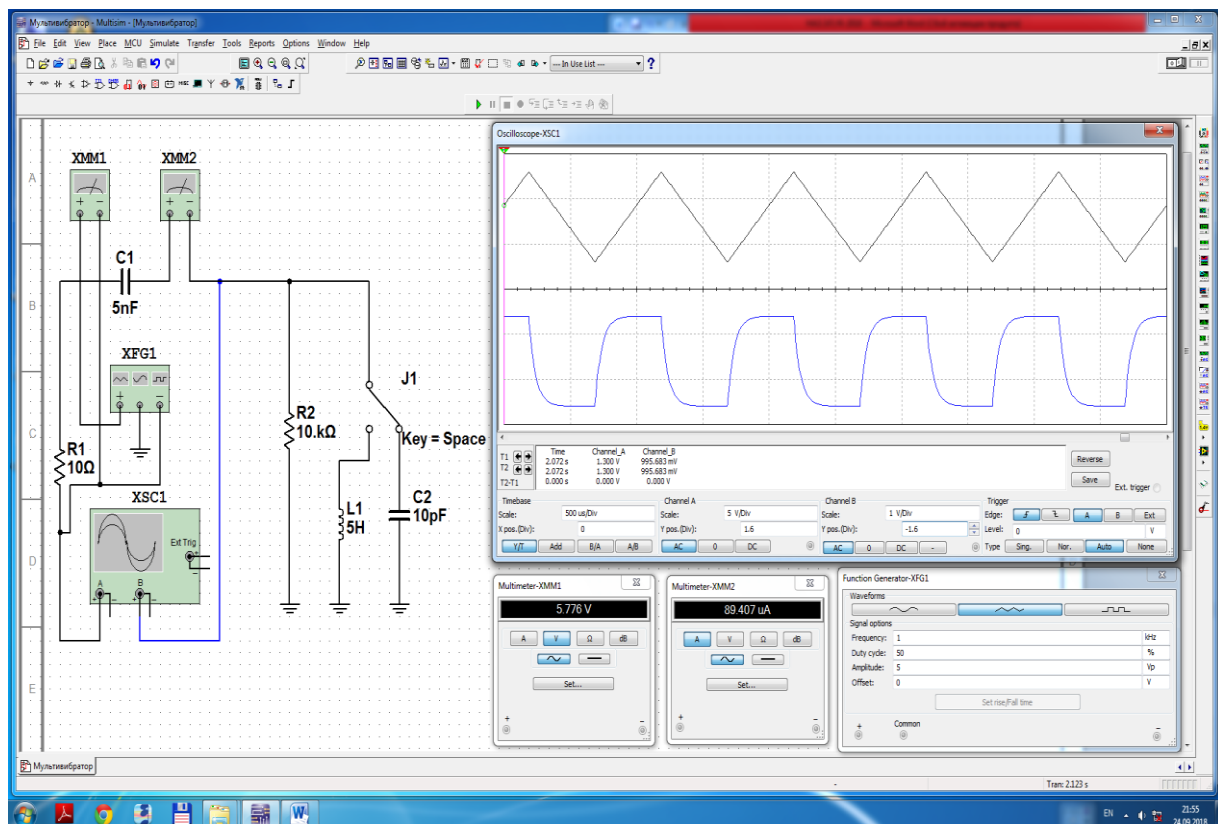
10.4-rasm. Sinusoidal oʻzgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri modeli

### Elektr energiya manbai-funksional generatorning kuchlanishi shakli nosinusoidal (uchburchak) funksiya

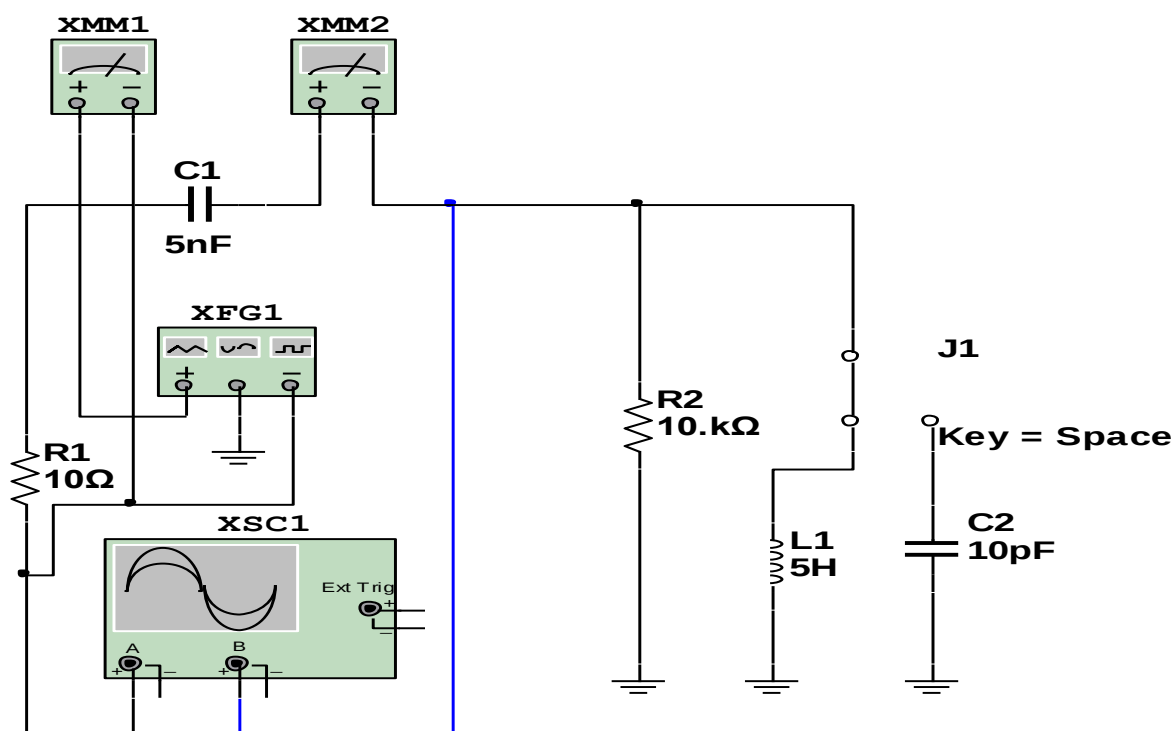
1. Multivibratori funksional generatorning davriy nosinusoidal (uchburchak) oʻzgaruvchan kuchlanishiga ulaydi (10.5-rasm).
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual elektr zanjirini (10.6-rasm) ishga tushiradi va oʻlchov asboblari koʻrsatgan kuchlanish va tok qiymatini yozib oladi.
3. J1 ulagich C2 sigʻimga (10.6-rasm) va L1 induktiv gʻaltakga (10.8-rasm) ulanganda multivibrator kuchlanishining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.
4. Multivibrator kuchlanishining shaklini (havo rang) Furiye qatoriga yoyib sinusoidal garmonikalar qiymatlarini hisoblaydi va davriy tebranishlar grafigini chizadi.



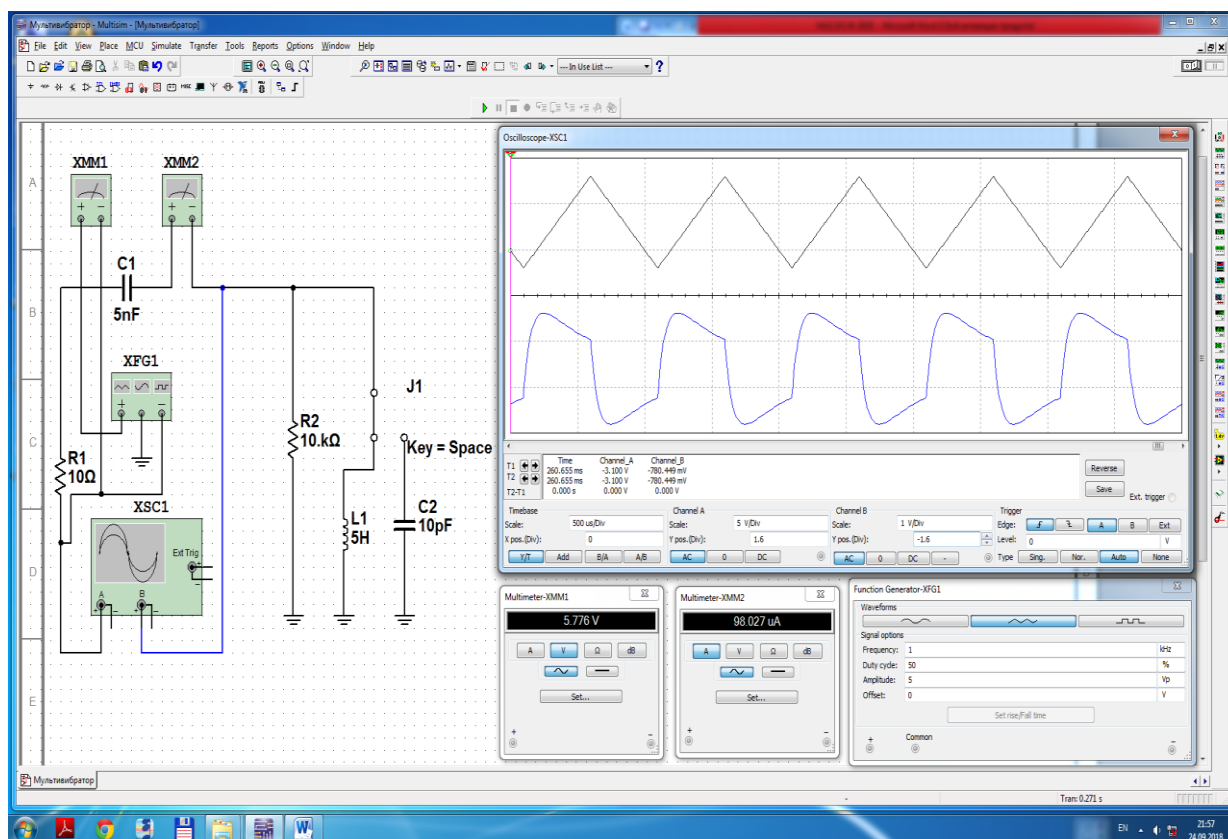
10.5-rasm. Nosinusoidal (uchburchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri



10.6-rasm. Nosinusoidal (uchburchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri modeli



10.7-rasm. Nosinusoidal (uchburchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri



10.8-rasm. Nosinusoidal (uchburchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri modeli

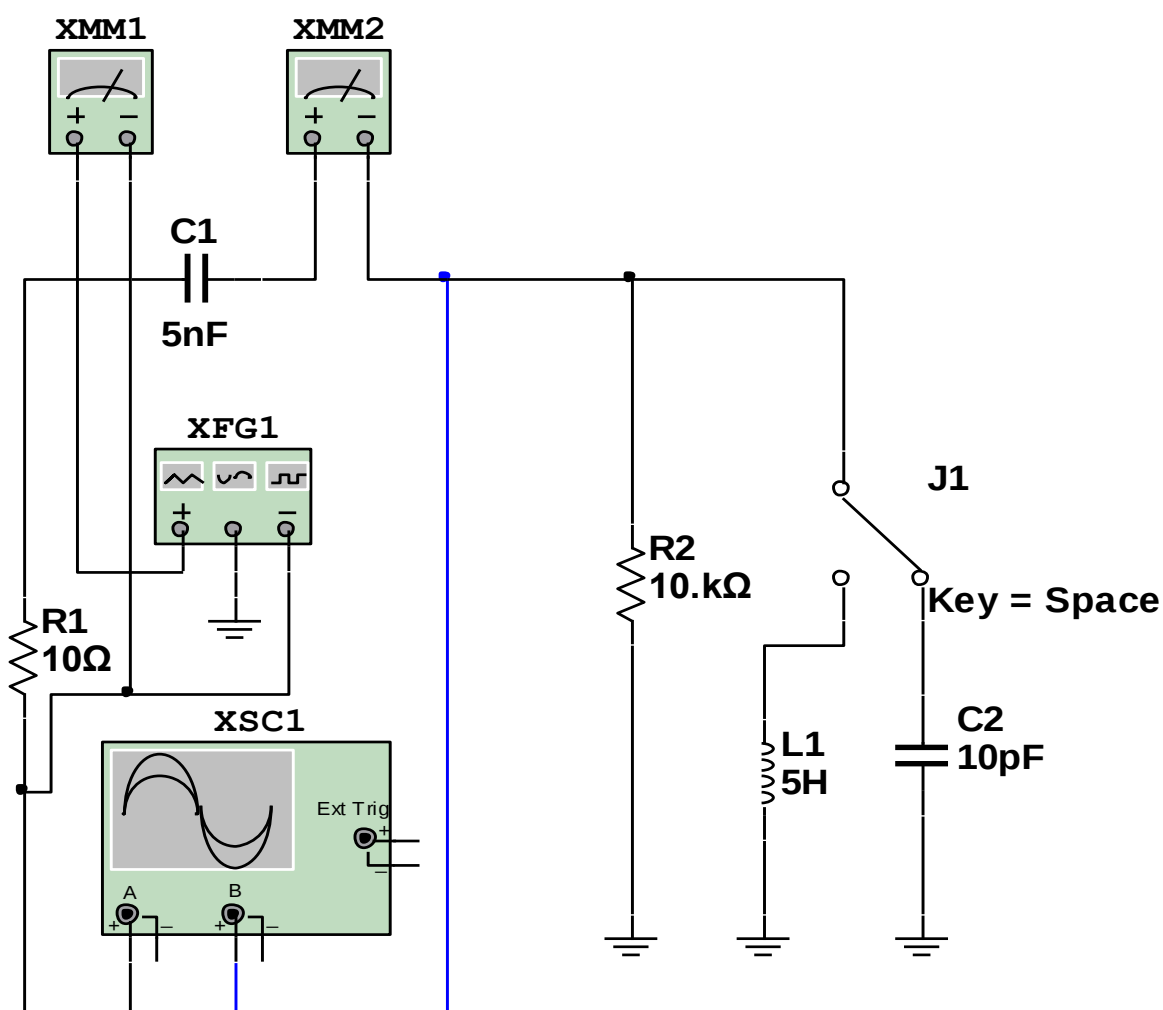
## Elektr energiya manbai-funksional generatorning kuchlanishi shakli nosinusoidal (to'g'ri burchak) funksiya

1. Multivibratorni funksional generatorning davriy nosinusoidal (to'g'ri burchak) o'zgaruvchan kuchlanishiga ulaydi (10.9-rasm).

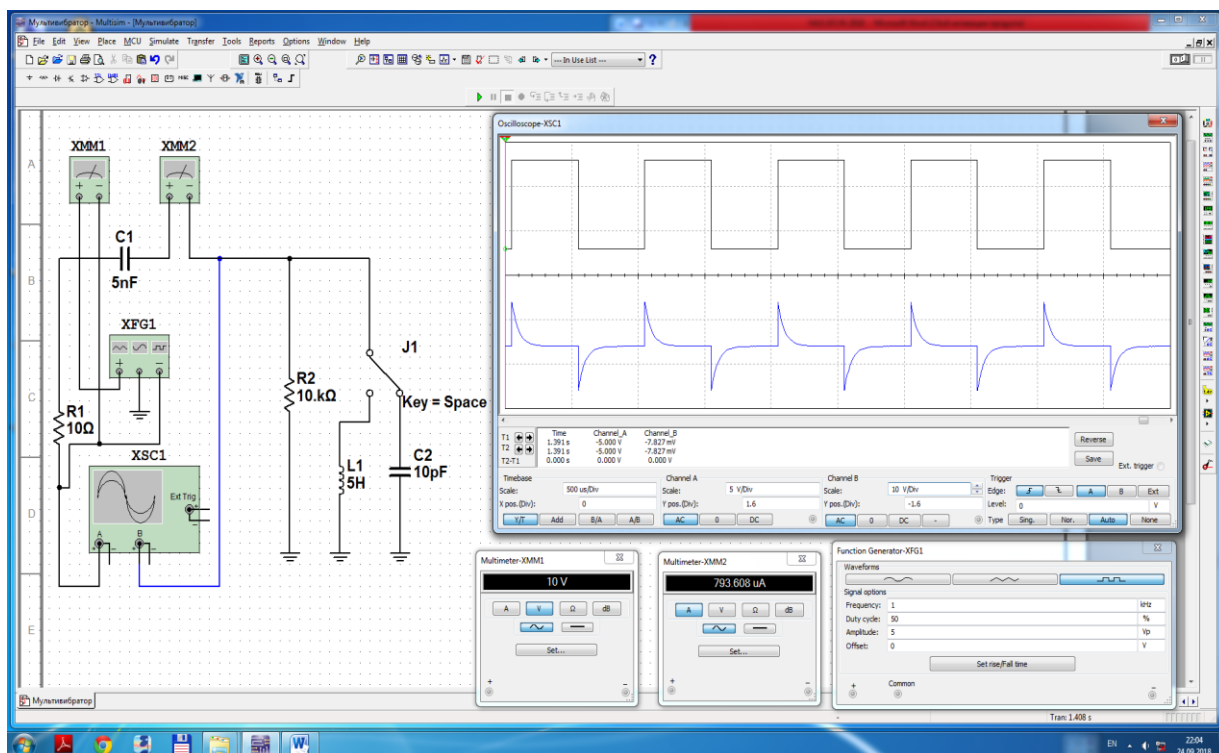
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirini (10.10-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanish va tok qiymatini yozib oladi.

3. J1 ulagich C2 sig'imiga (10.10-rasm) va L1 induktiv g'altakga (10.12-rasm) ulanganda multivibrator kuchlanishining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

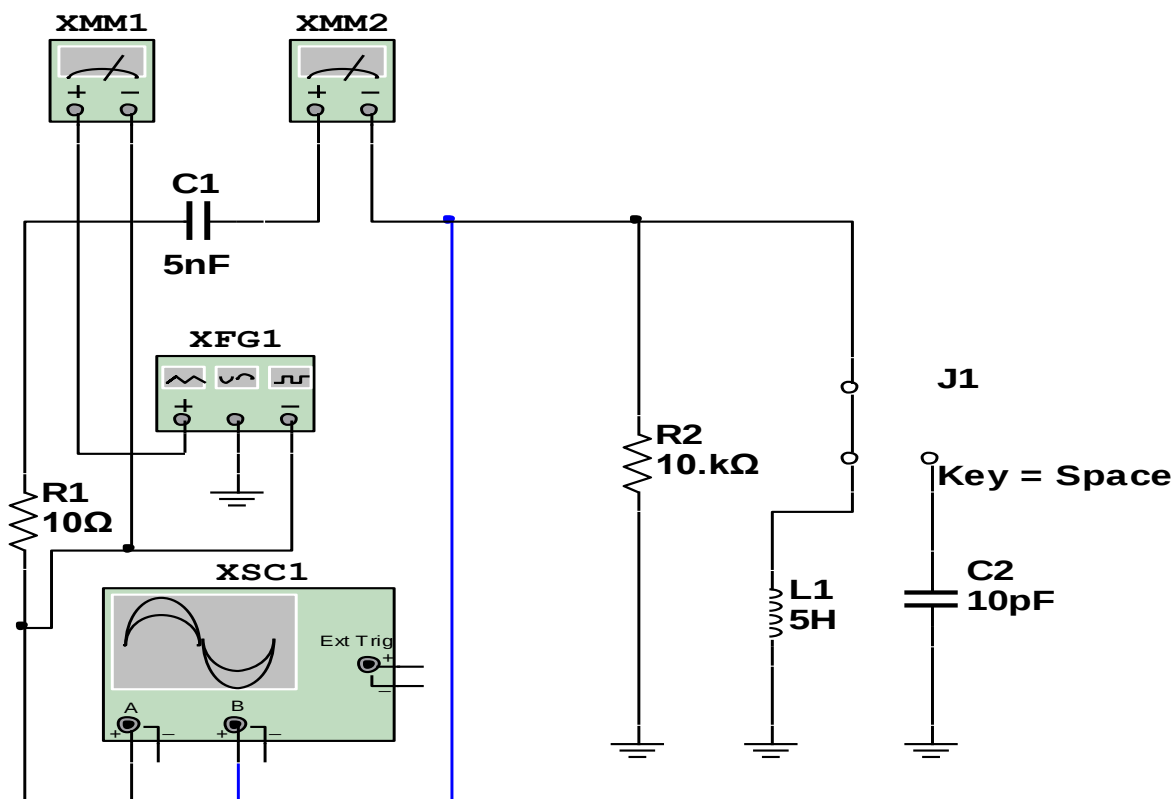
4. Multivibrator kuchlanishining shaklini (havo rang) Furye qatoriga yoyib sinusoidal garmonikalar qiymatlarini hisoblaydi va davriy tebranishlar grafigini chizadi.



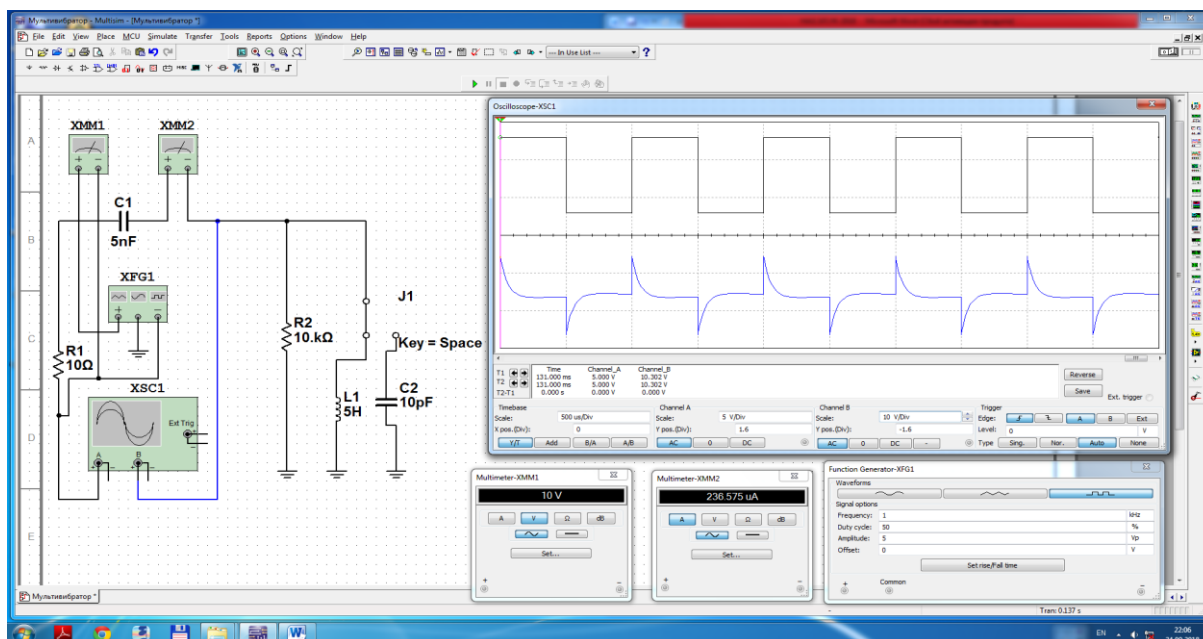
10.9-rasm. Nosinusoidal (to'g'ri burchak) o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri



10.10-rasm. Nosinusoidal (to‘g ‘ri burchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri modeli



10.11-rasm. Nosinusoidal (to‘g ‘ri burchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri



10.12-rasm. Nosinusoidal (to‘g‘ri burchak) o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan multivibratorning virtual elektr zanjiri modeli.

### Nazorat savollari

1. Elektr zanjirlarida nosinusoidal o‘zgaruvchan toklar va kuchlanishlar qaysi hollarda kuzatiladi?
2. Simmetrik nosinusoidal funktsiyani tushuntiring.
3. Nosinusoidal funktsiyaning shaklini Furiye qatoriga qaysi tartibda yoyiladi?
4. Furiye qatoriga yoyilgan nosinusoidal tok yoki kuchlanishning qiymatlari qanday aniqlanadi?
5. Nosinusoidal funktsiyaning garmonik tashkil etuvchiarini tushuntiring.

## 11-LABORATORIYA ISHI

### KONDENSATORNING AKTIV QARSHILIKKA VA INDUKTIVLIKKA ZARYADSIZLANISHIDAGI O‘TISH JARAYONINI TEKSHIRISH

#### Ishning maqsadi

1. Elektr zanjirlarida o‘tish jarayonlarini o‘rganish.
2. O‘tish jarayonlari qonunlarini tahlil qilish.

3. Elektr zanjirlarida o'tish jarayonlarini hisoblash usullarini o'zlashtirish.

4. Kondensatorning aktiv qarshilik va induktiv g'altakka zaryadsizlanishida o'tish jarayonlarini tajribada tekshirish.

5. O'tish jarayonining parametrlarini hisoblash.

6. O'tish jarayonida kuchlanishlar va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.

### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

### **Elektr energiyani bitta elementda jamlovchi elektr zanjirda o'tish jarayoni**

1. R1 rezistor va C1 kondensator o'zgarmas V3 kuchlanish manbaiga S1 ulagich orqali ketma-ket ulangan virtual elektr zanjirini (11.1-rasm) yig'adi hamda tok va kuchlanishlar qiymatini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatish uchun XSC1 ossillografni ulaydi.

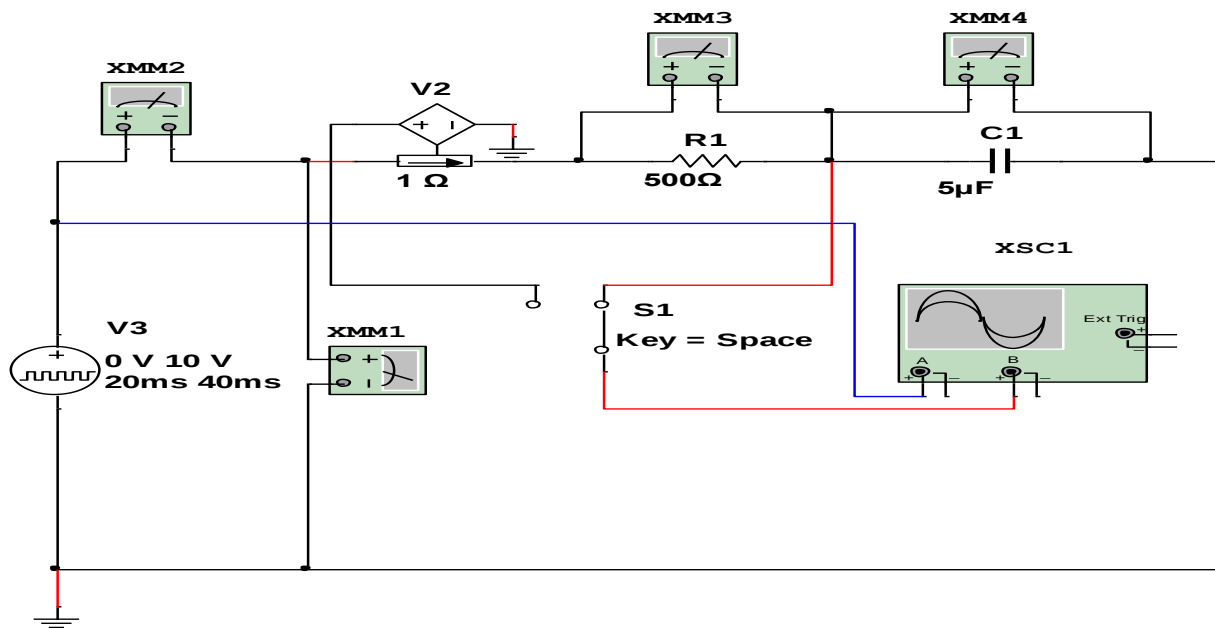
3. S1ulagichni 0-1 holatiga ulab, ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirini (11.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok va kuchlanishlar qiymatini yozib oladi.

4. Ossillografda manba kuchlanishi (havo rang) va kondensator kuchlanishi (qizil rang) tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

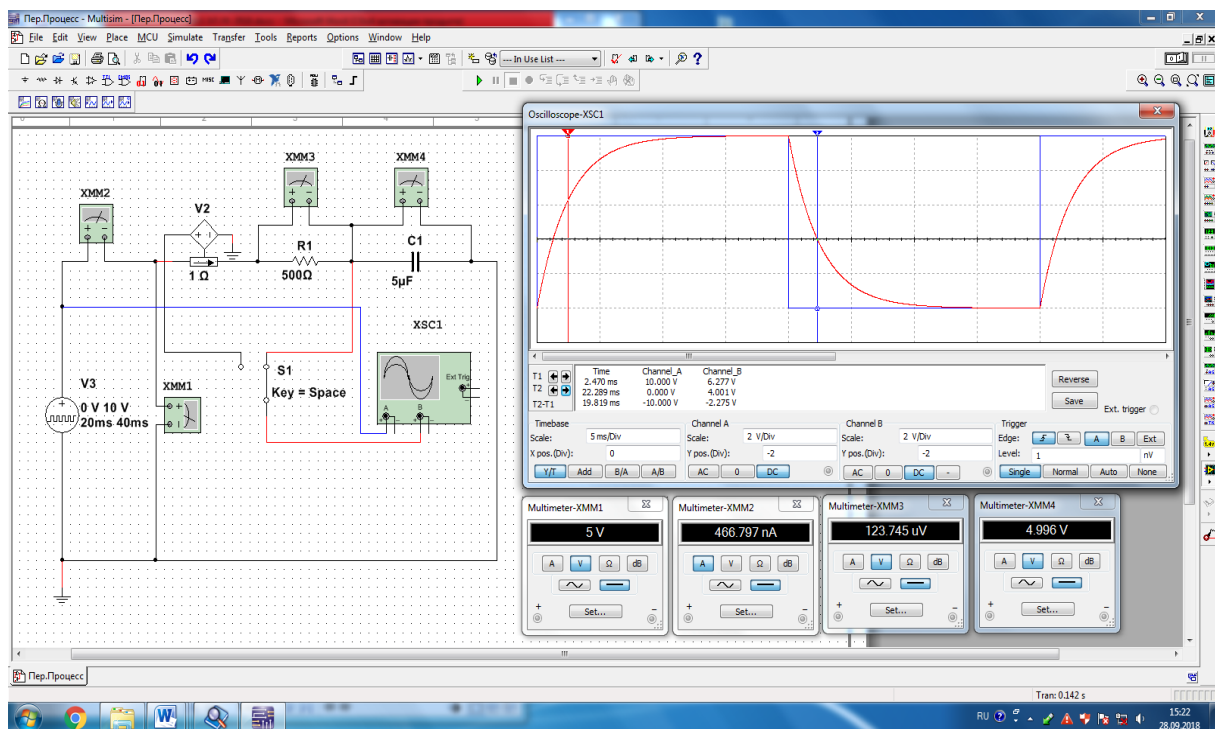
5. Kondensatordagi kuchlanish (qizil rang) ossillogrammasidan elektr zanjiri manbaga ulangan va manbadan uzilgan (ulagich 0-1 holatda) vaqtda o'tish jarayonining vaqt doimiylarini aniqlaydi.

6. S1 ulagichni 0-2 holatiga ulab (11.3-rasm), ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirini (11.4-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok va kuchlanishlar qiymatini yozib oladi.

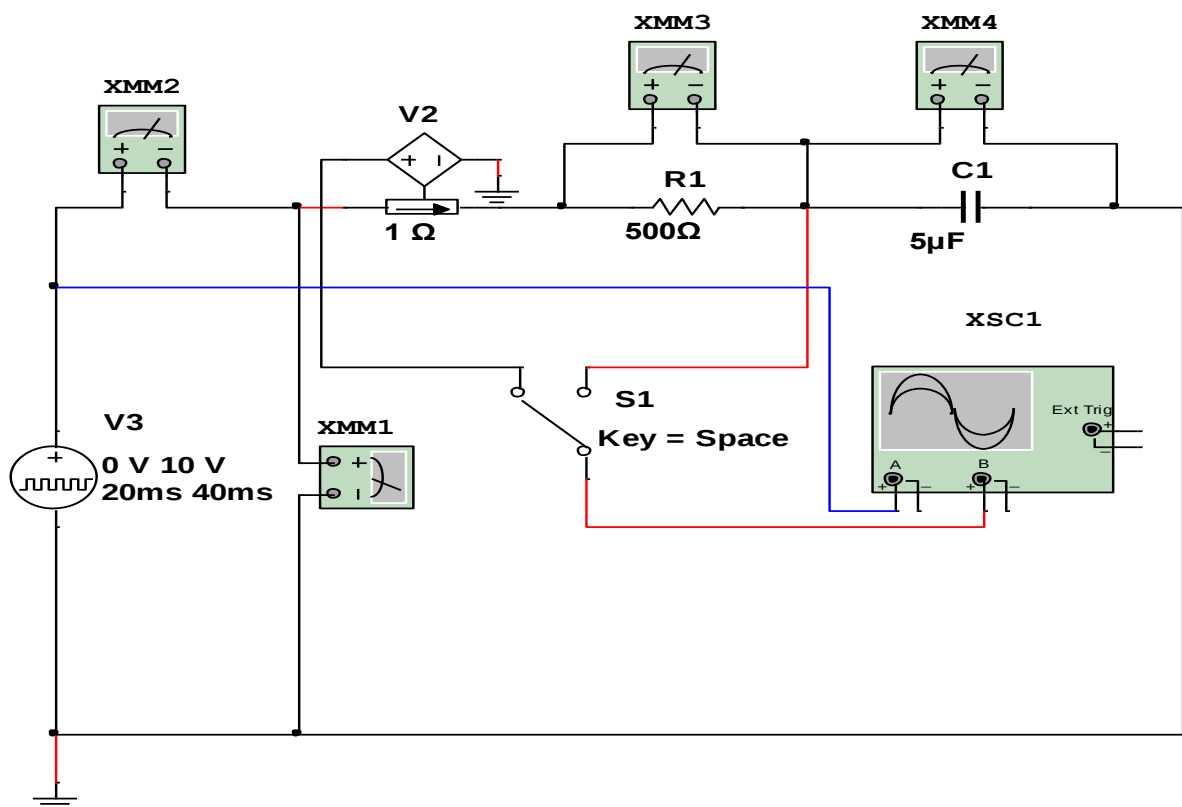
7. Elektr zanjiridagi tok (qizil rang) ossillogrammasidan elektr zanjiri manbaga ulangan va manbadan uzilgan (ulagich 0-2 holatda) vaqtda o'tish jarayonining vaqt doimiylarini aniqlaydi.



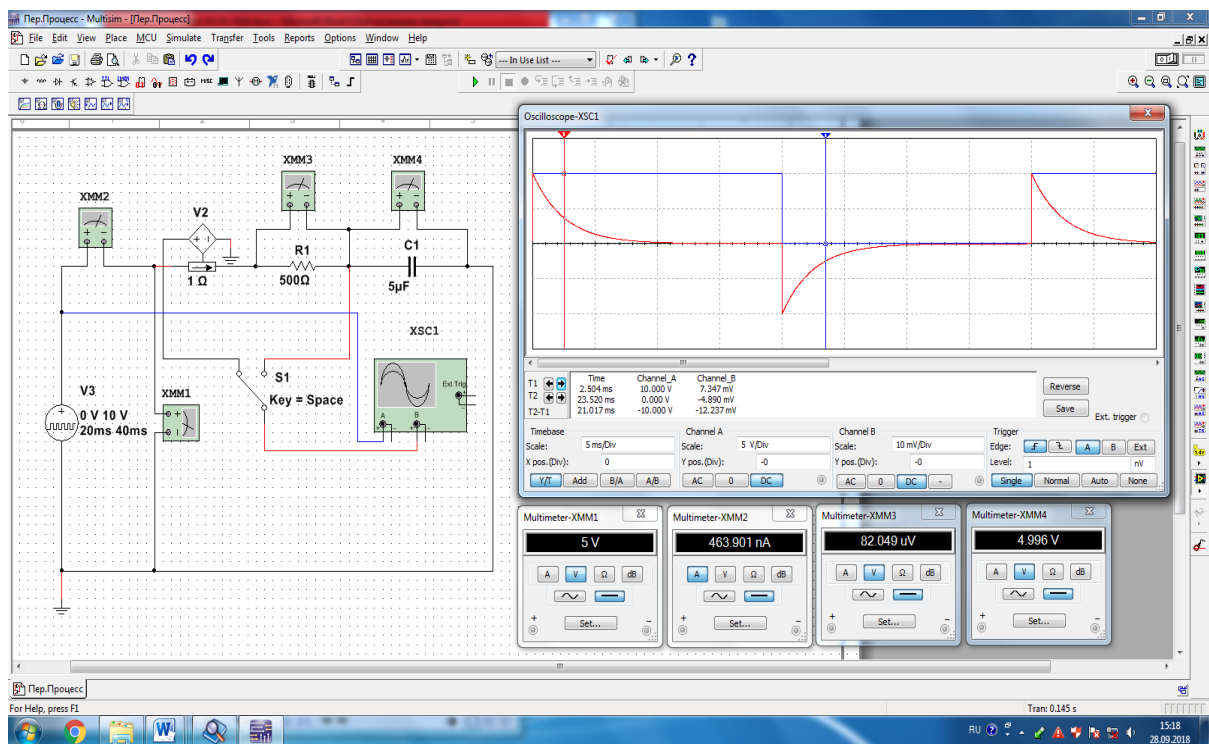
11.1-rasm. Elektr energiyani bitta elementda jamlovchi virtual elektr zanjiri (S1 ulagich 0-1 holatda)



11.2-rasm. Elektr energiyani bitta elementda jamlovchi virtual elektr zanjirida o'tish jarayonining modeli (S1 ulagich 0-1 holatda)



11.3-rasm. Elektr energiyani bitta elementda jamlovchi virtual elektr zanjiri (S1 ulagich 0-2 holatda)



11.4-rasm. Elektr energiyani bitta elementda jamlovchi virtual elektr zanjirida o'tish jarayonining modeli (S1 ulagich 0-2 holatda)

## Elektr energiyani ikkita elementda jamlovchi elektr zanjirida o'tish jarayoni

1. R1 rezistor, L1 induktiv g'altak va C1 kondensator o'zgaras V3 kuchlanish manbaiga S1 ulagich orqali ketma-ket ulangan virtual elektr zanjirini (11.5-rasm) yig'adi hamda tok va kuchlanishlar qiymatini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.

2. Kuchlanishlarining tebranma harakat ossillogrammasini kuzatish uchun XSC1 ossillografni ulaydi.

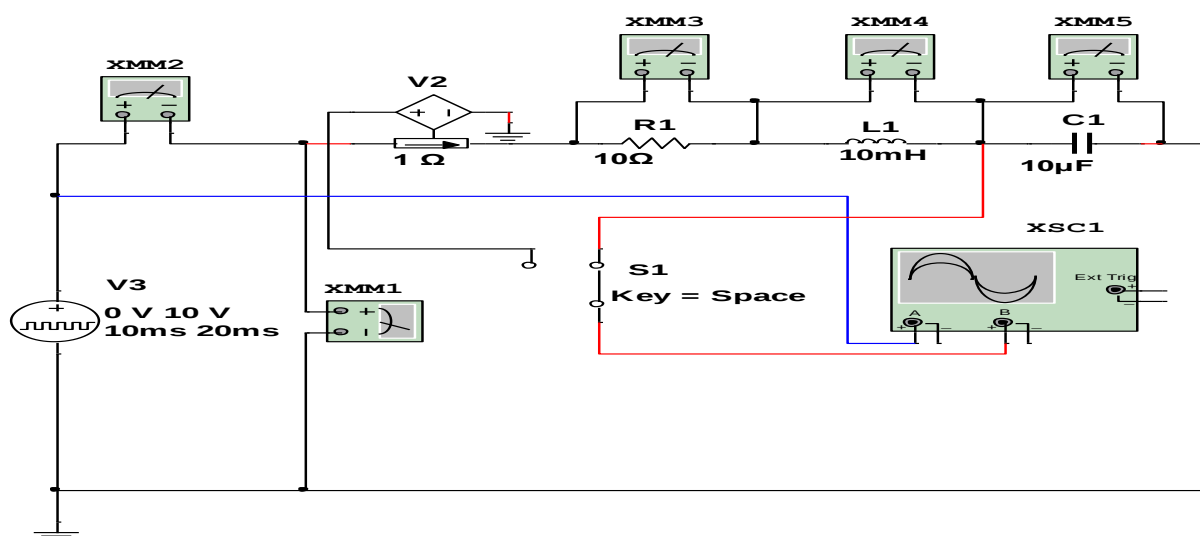
3. S1 ulagichni 0-1 holatiga ulab, ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirini (11.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok va kuchlanishlar qiymatini yozib oladi.

4. Ossillografda manba kuchlanishi (havo rang) va kondensator kuchlanishi (qizil rang) tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.

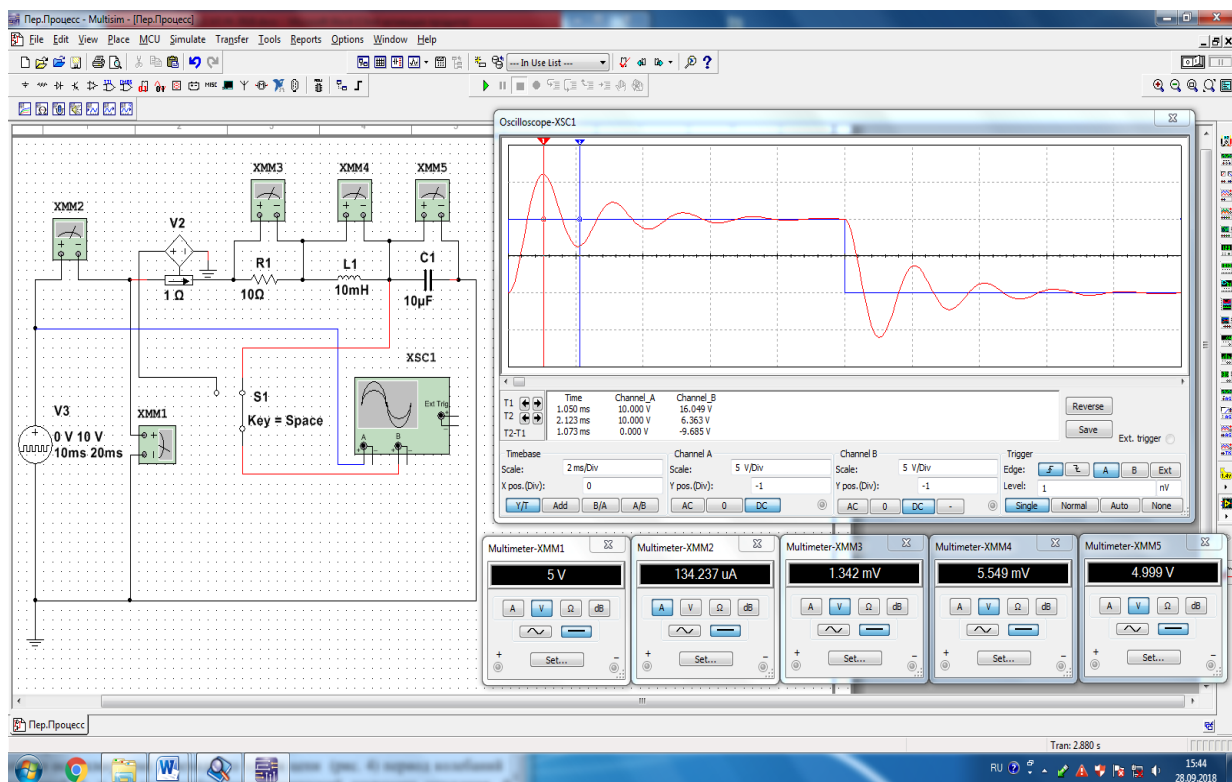
5. Kondensatordagi kuchlanish (qizil rang) ossillogrammasidan elektr zanjiri manbaga ulangan va manbadan uzilgan (ulagich 0-1 holatda) vaqtda o'tish jarayoni so'nishining logorifm dekrementini aniqlaydi.

6. S1 ulagichni 0-2 holatiga ulab (11.7-rasm), ulash (1 raqami) tugmasini bosib, virtual elektr zanjirini (11.8-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan tok va kuchlanishlar qiymatini yozib oladi.

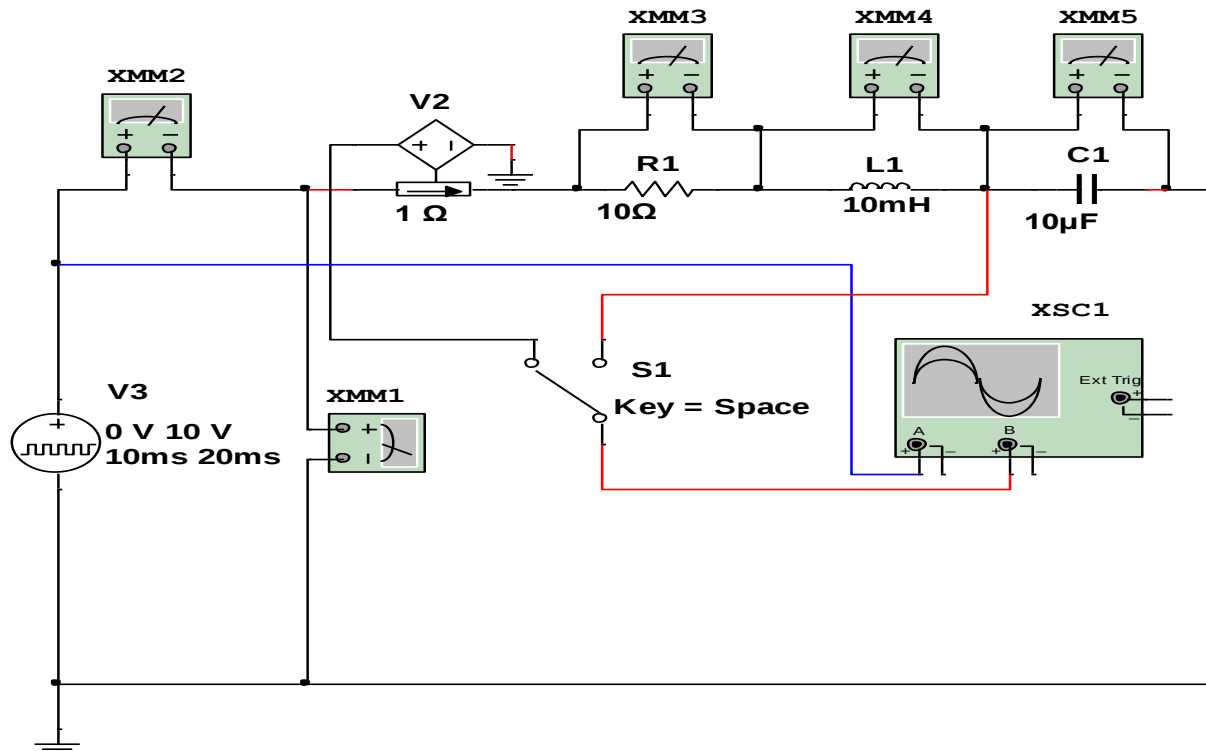
7. Elektr zanjiridagi tok (qizil rang) ossillogrammasidan elektr zanjiri manbaga ulangan va manbadan uzilgan (ulagich 0-2 holatda) vaqtda o'tish jarayonining tebranish davrini, so'nish koeffitsiyentini, so'nishining logorifm dekrementini va to'liq qarshiligini aniqlaydi.



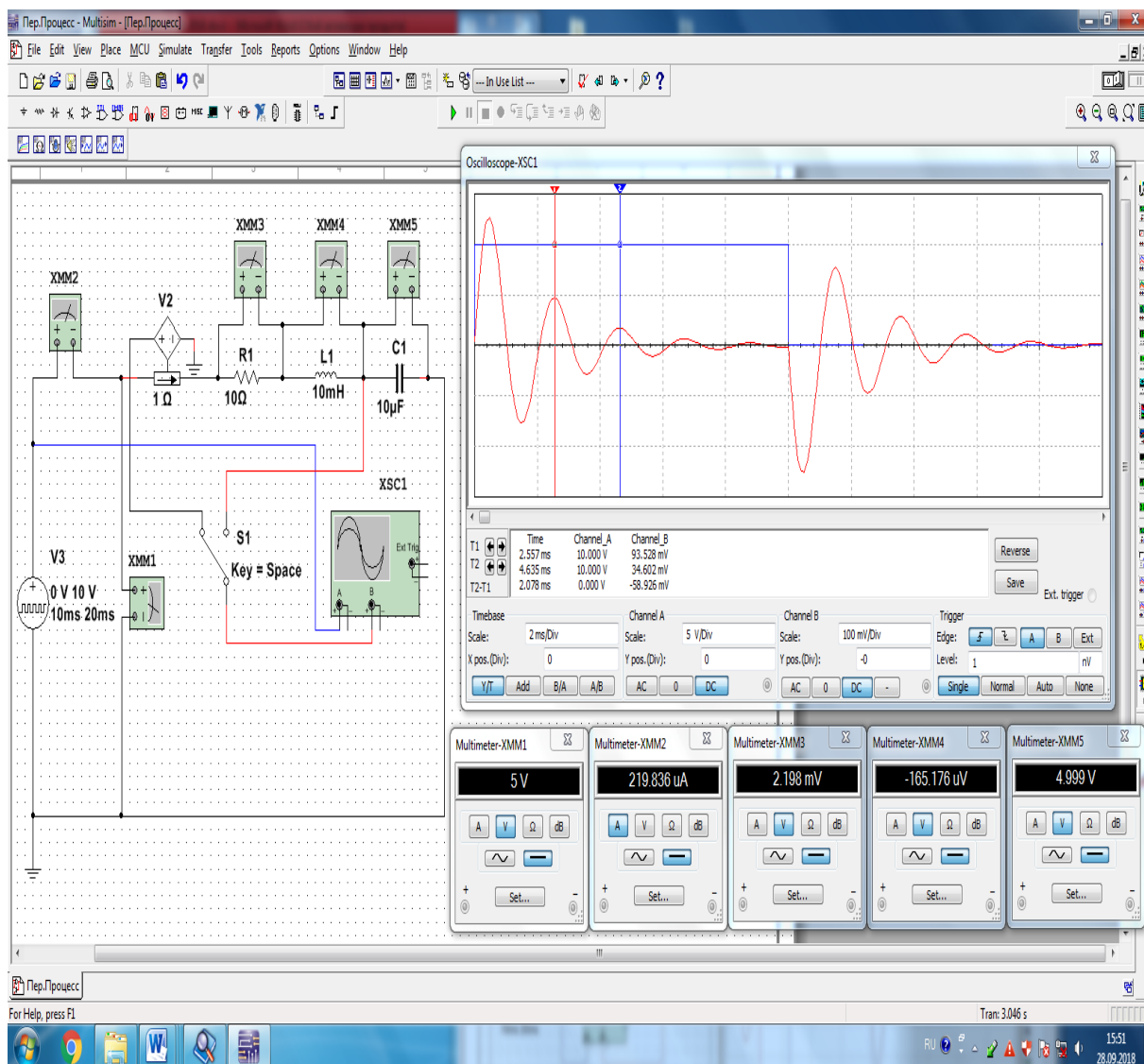
11.5-rasm. Elektr energiyani ikkita elementda jamlovchi virtual elektr zanjiri (S1 ulagich 0-1 holatda)



11.6-rasm. Elektr energiyani ikkita elementda jamlovchi virtual elektr zanjirida o‘tish jarayonining modeli (S1 ulagich 0-1 holatda)



11.7-rasm. Elektr energiyani ikkita elementda jamlovchi virtual elektr zanjiri (S1 ulagich 0-2 holatda)



11.8-rasm. Elektr energiyani ikkita elementda jamlovchi virtual elektr zanjirida o'tish jarayonining modeli (S1 ulagich 0-2 holatda)

### Nazorat savollari

1. Elektr zanjirlarida o'tish jarayoni qachon kuzatiladi?
2. O'tish jarayonlari qonunlarini tushuntiring.
3. O'tish jarayonining tebranish davri, so'nish koeffitsiyenti, so'nishining logorifm dekrementi va to'lqin qarshiligi qanday hisoblanadi?
4. O'tish jarayonlari qaysi usullarda hisoblanadi?
5. Kondensatorming aktiv qarshilik va induktiv g'altakka zaryadsizlanishidagi o'tish jarayonida kuchlanishlar va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini tushuntiring.

## **12-LABORATORIYA ISHI**

### **PASSIV TO‘RTQUTBLIKNING PARAMETRLARINI TAJRIBADA ANIQLASH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Ikkita juft qutblariga ega bo‘lgan to‘rtqutblilik nomli elektrotexnik qurilmalar bilan tanishish.
2. To‘rtqutblilikning to‘g‘i va teskari ulanish holatlarida va salt, qisqa tutashuv iste’molchi ulangan ish jarayonlarida parametrlarini tajribalarda aniqlash.
3. Tajribalarda aniqlangan parametrlar qiymatlaridan, to‘rtqutblilik tenglamalarining koeffitsiyentlarini hisoblash.
4. To‘rtqutblilikning tenglamalaridan uning kirish qarshiliklarini, quvvatlarini va foydali ish koeffitsiyentini aniqlash.
5. To‘rtqutblilikning juft qutblaridagi kuchlanishlar va toklarning tebranma harakat ossillogrammalarini kuzatish.
6. To‘rtqutblilikning ish jarayonlaridagi tavsiflarini qurish va tahlil qilish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o‘zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O‘qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

#### **To‘rtqutblilikning parametrlarini salt ish jarayonida aniqlash**

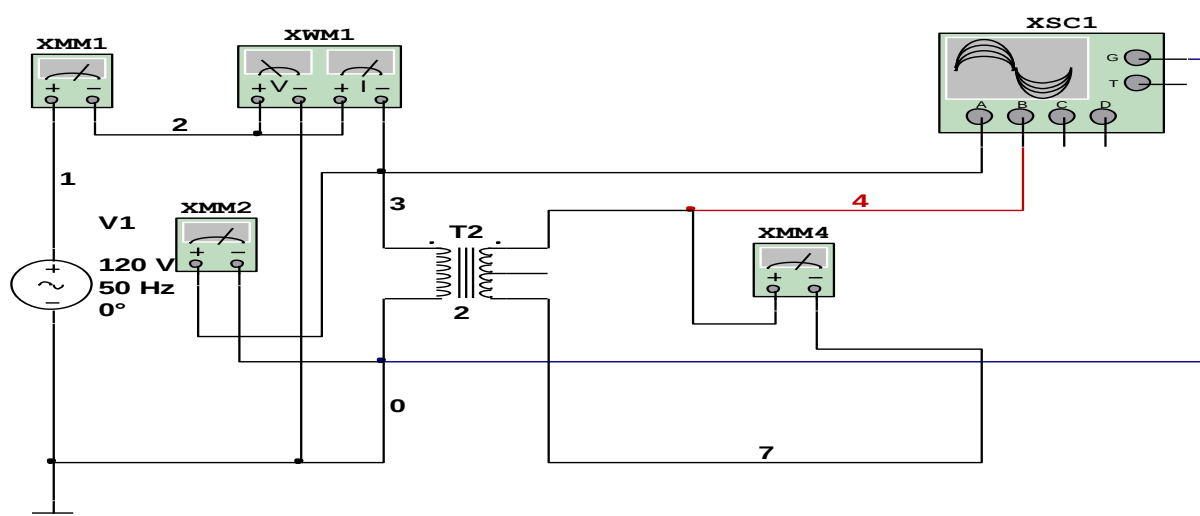
1. To‘rtqutblilikning kirish qutblari sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan va chiqish qutblari ochiq holdagi virtual elektr zanjirini (12.1-rasm.) yig‘adi hamda kuchlanishlar, tok, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarini o‘lchash uchun virtual o‘lchov asboblari ulaydi.

2. To'rtqutblikning chiqish qutblari sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan va kirish qutblari ochiq holdagi virtual elektr zanjirini (12.3-rasm.) yig'adi

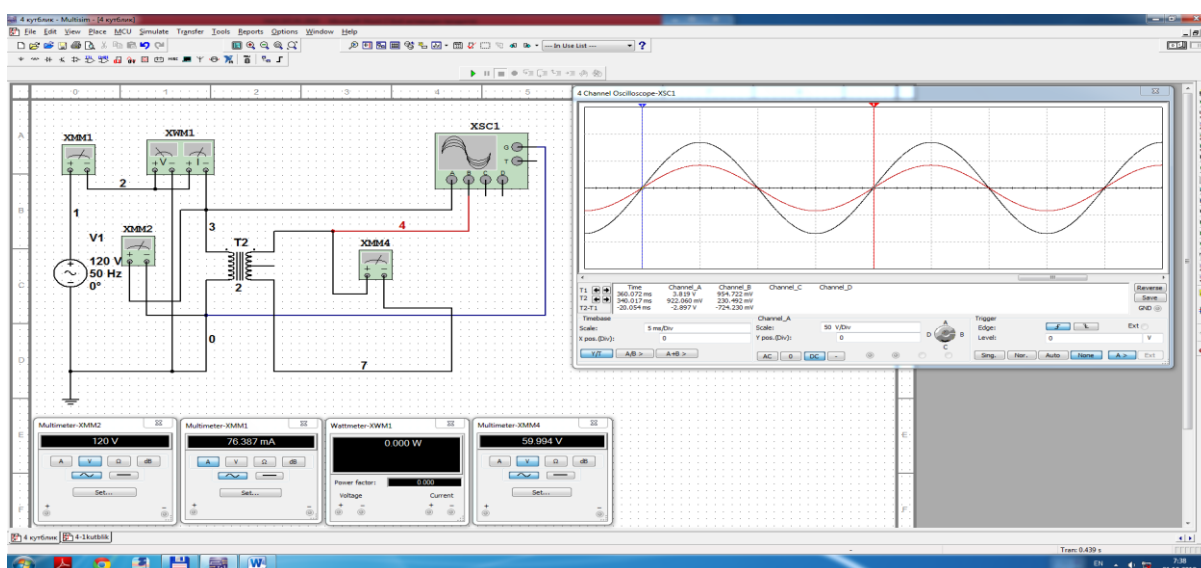
3. To'rtqutblikning qutblaridagi o'zgaruvchan kuchlanishlarning ossillogrammasini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirini (12.2 va 12.4-rasmlar.) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan qiymatlarni 12.1-jadvalga kiritadi va to'rtqutblikning parametrlarini hisoblaydi.

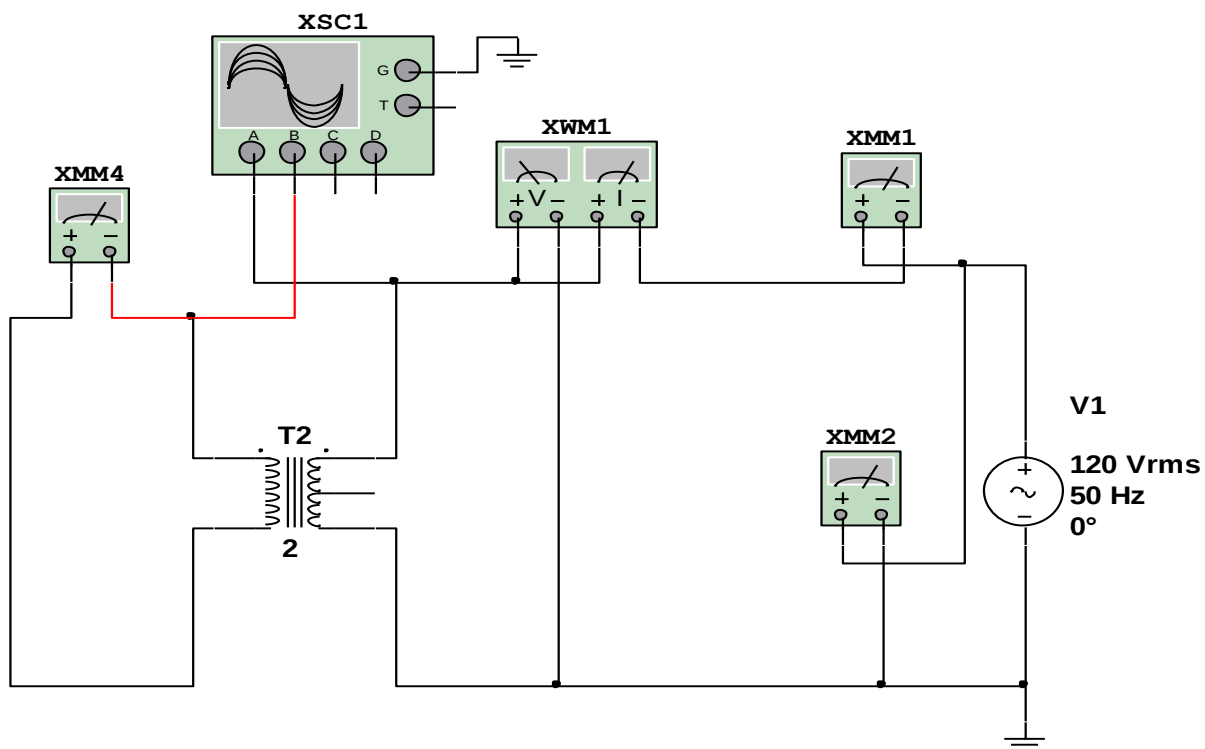
5. Kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



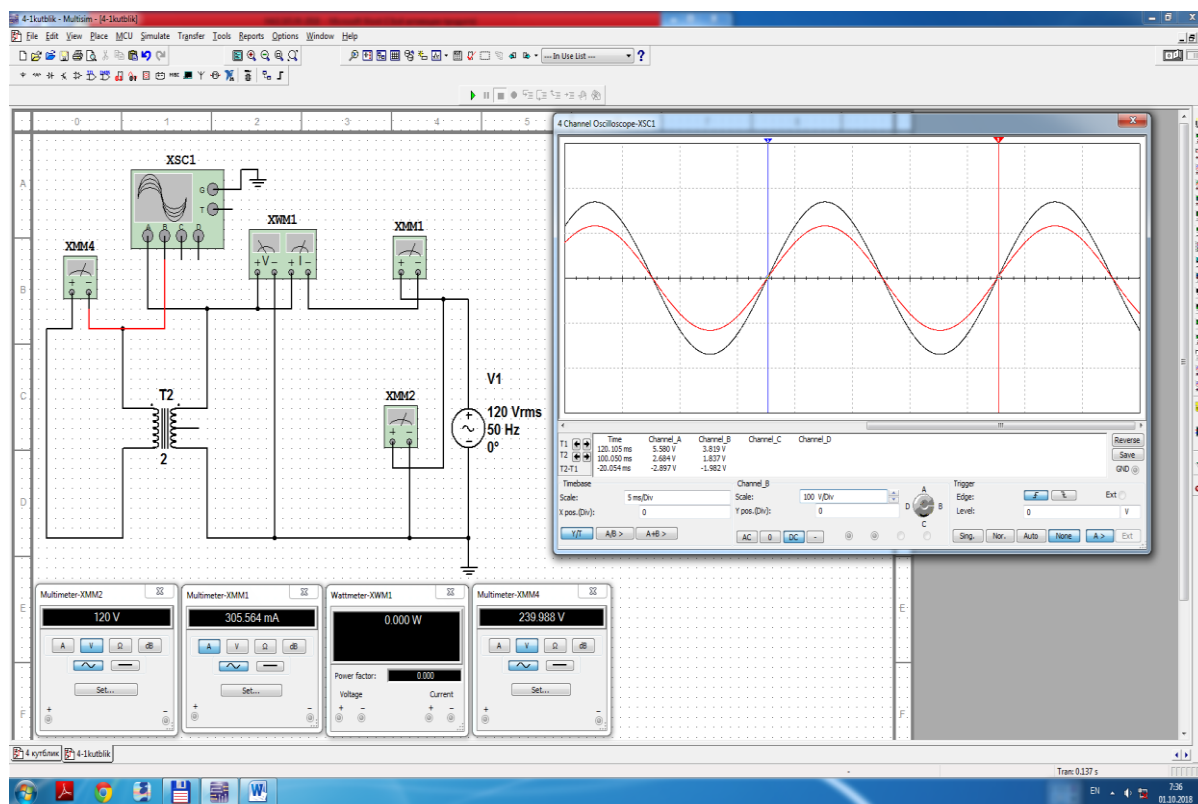
12.1-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini salt ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri



12.2-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini salt ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri modeli



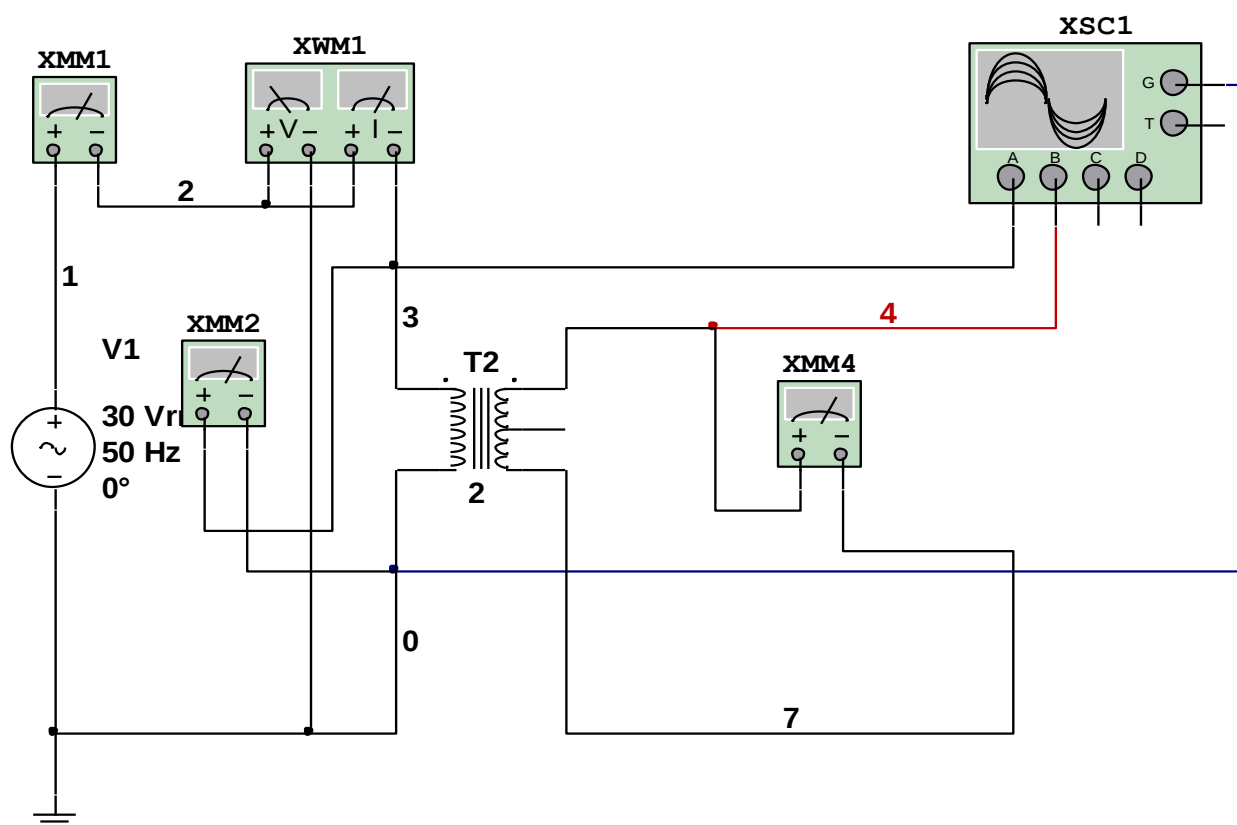
12.3-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini salt ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri



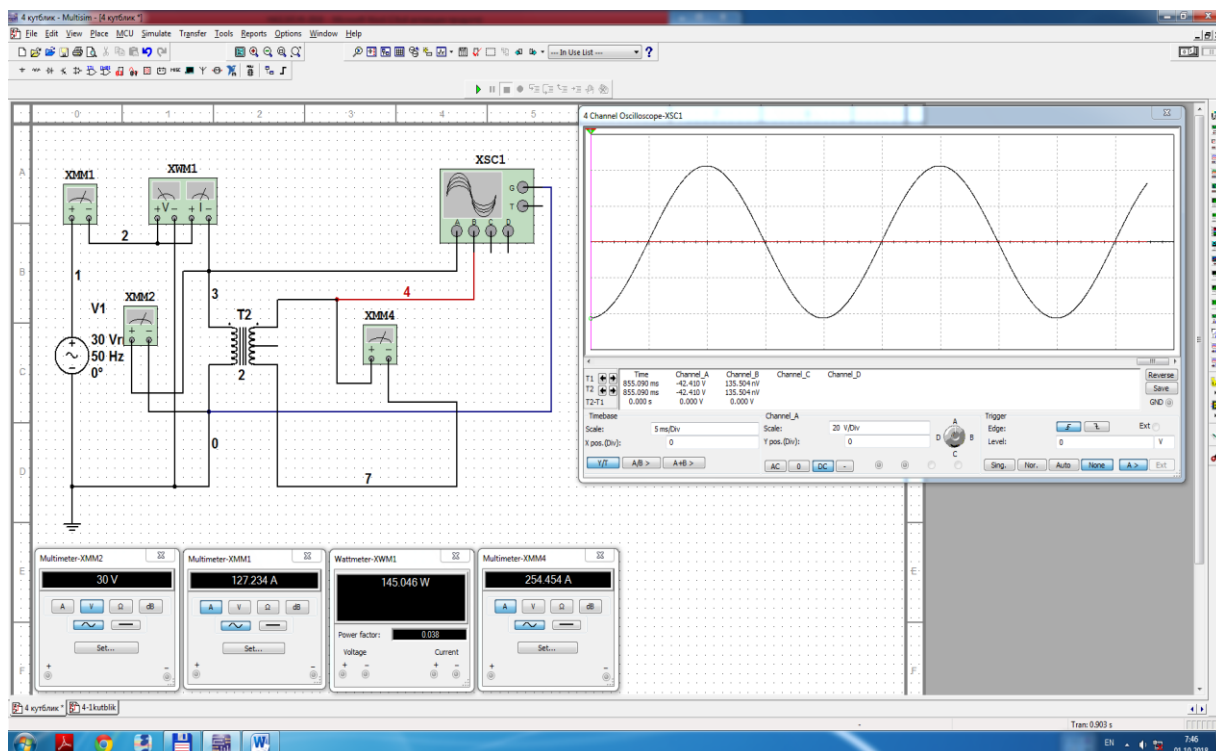
12.4-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini salt ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri modeli

## To'rtqutblikning parametrlarini qisqa tutashgan ish jarayonida aniqlash

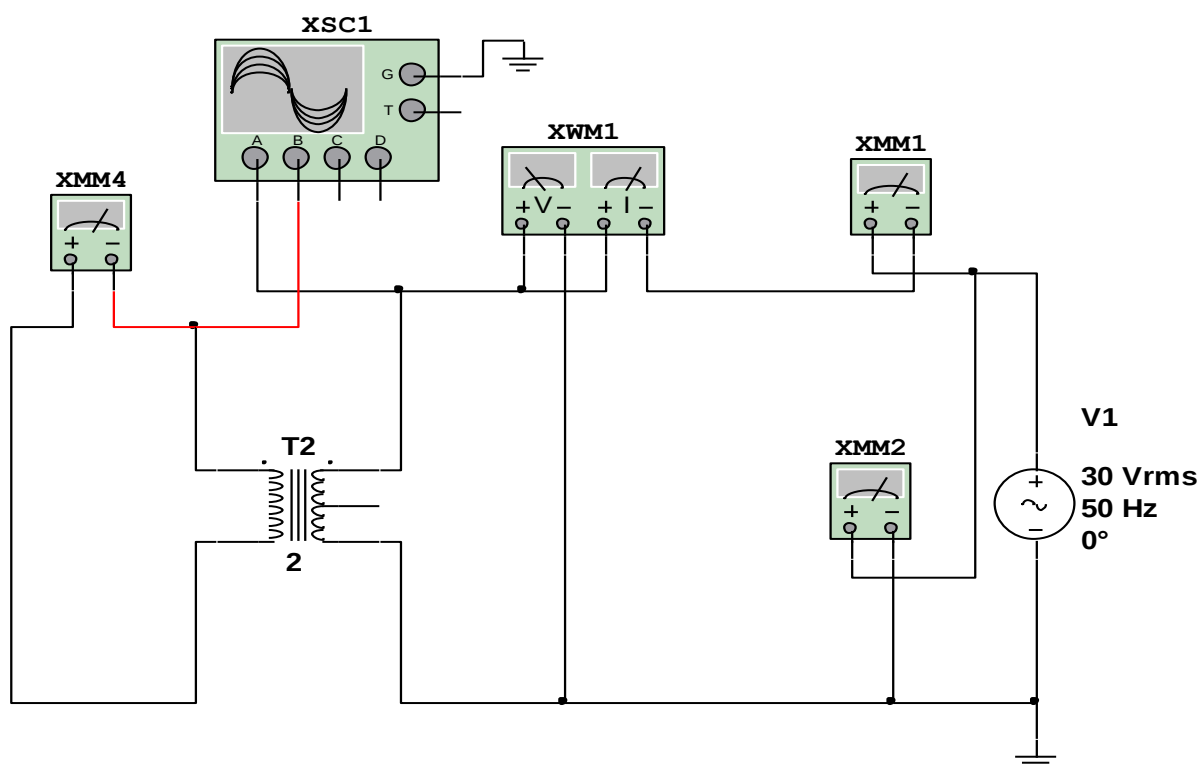
1. To'rtqutblikning kirish qutblari sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan va chiqish qutblari qisqa tutashgan virtual elektr zanjirini (12.5-rasm.) yig'adi hamda kuchlanish, toklar, aktiv quvvat va quvvat koeffitsiyenti qiymatlarini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblari ulaydi.
2. To'rtqutblikning chiqish qutblari sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan va kirish qutblari qisqa tutashgan virtual elektr zanjirini (12.7-rasm.) yig'adi
3. To'rtqutblikning qutblaridagi o'zgaruvchan kuchlanishlarning ossillogrammasini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.
4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirini (12.6 va 12.8-rasmlar.) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan qiymatlarni 12.1-jadvalga kiritadi va to'rtqutblikning parametrlarini hisoblaydi.
5. Kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



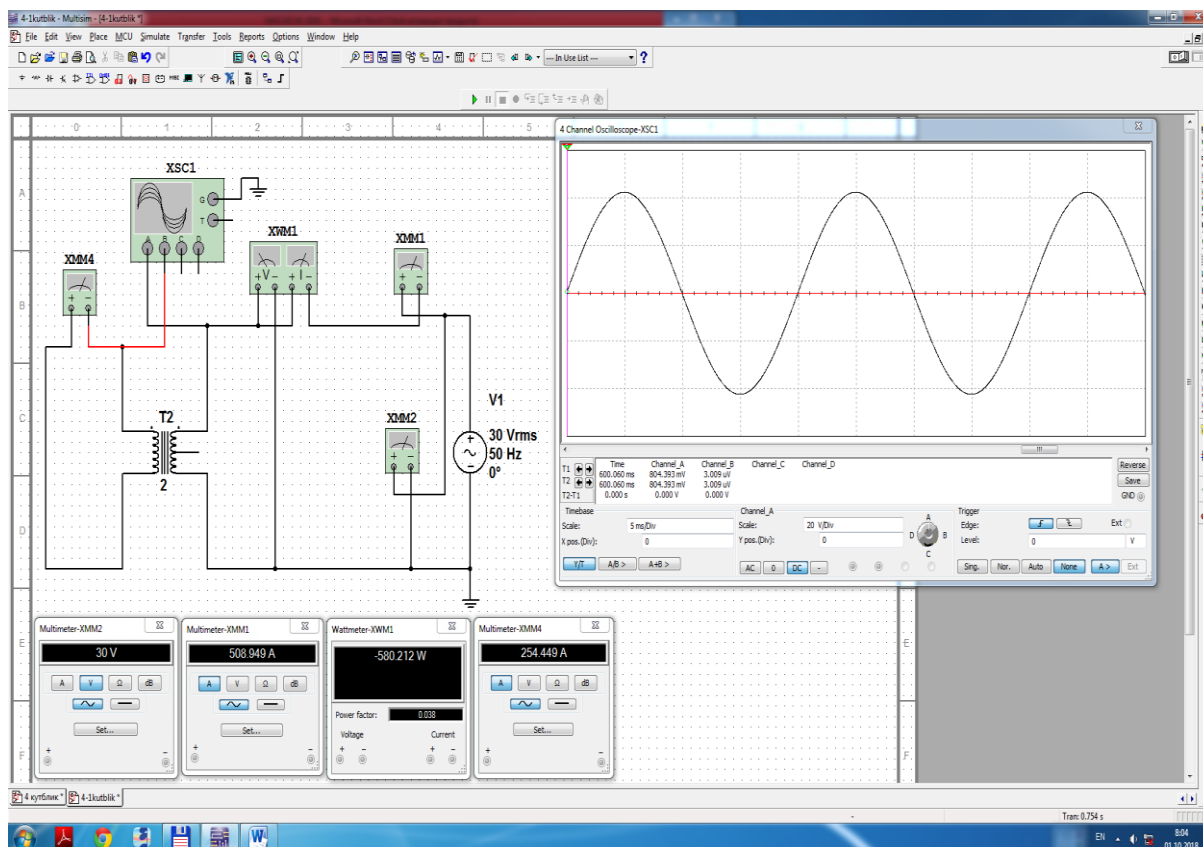
12.5-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini qisqa tutashgan ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri



12.6-rasm. To‘rtqutblikning parametrlarini qisqa tutashgan ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri modeli



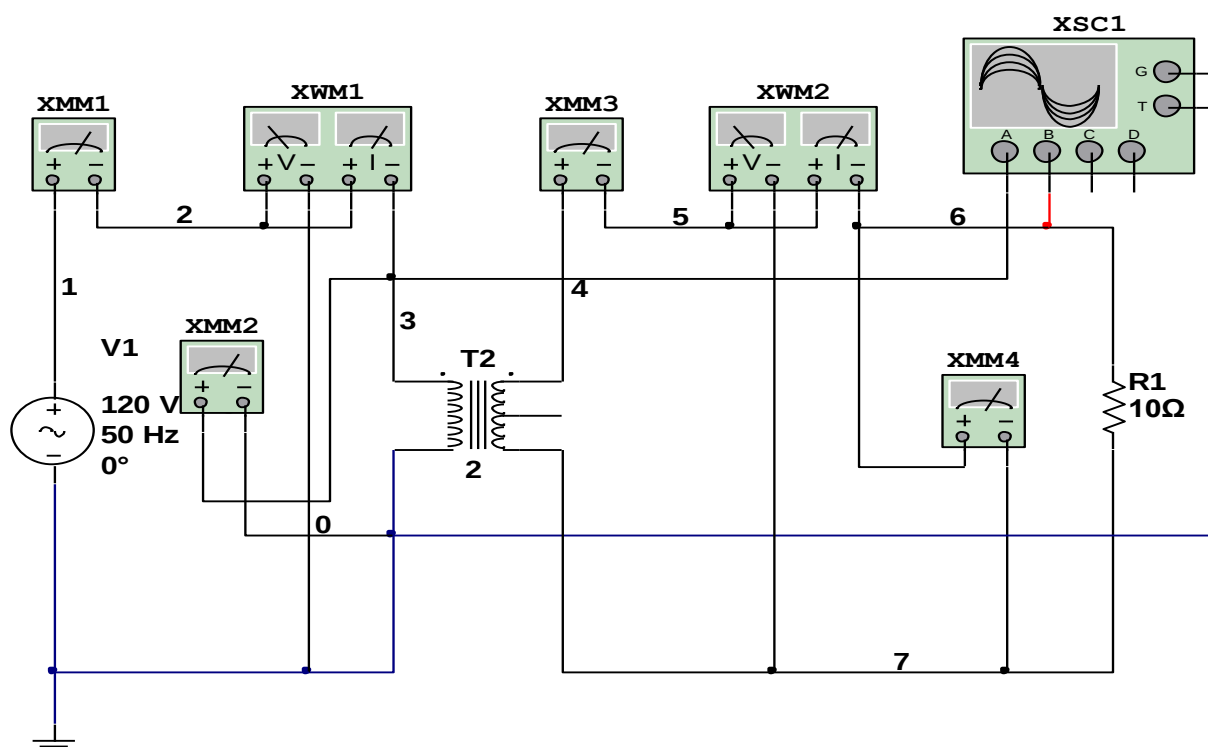
12.7-rasm. To‘rtqutblikning parametrlarini qisqa tutashgan ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri



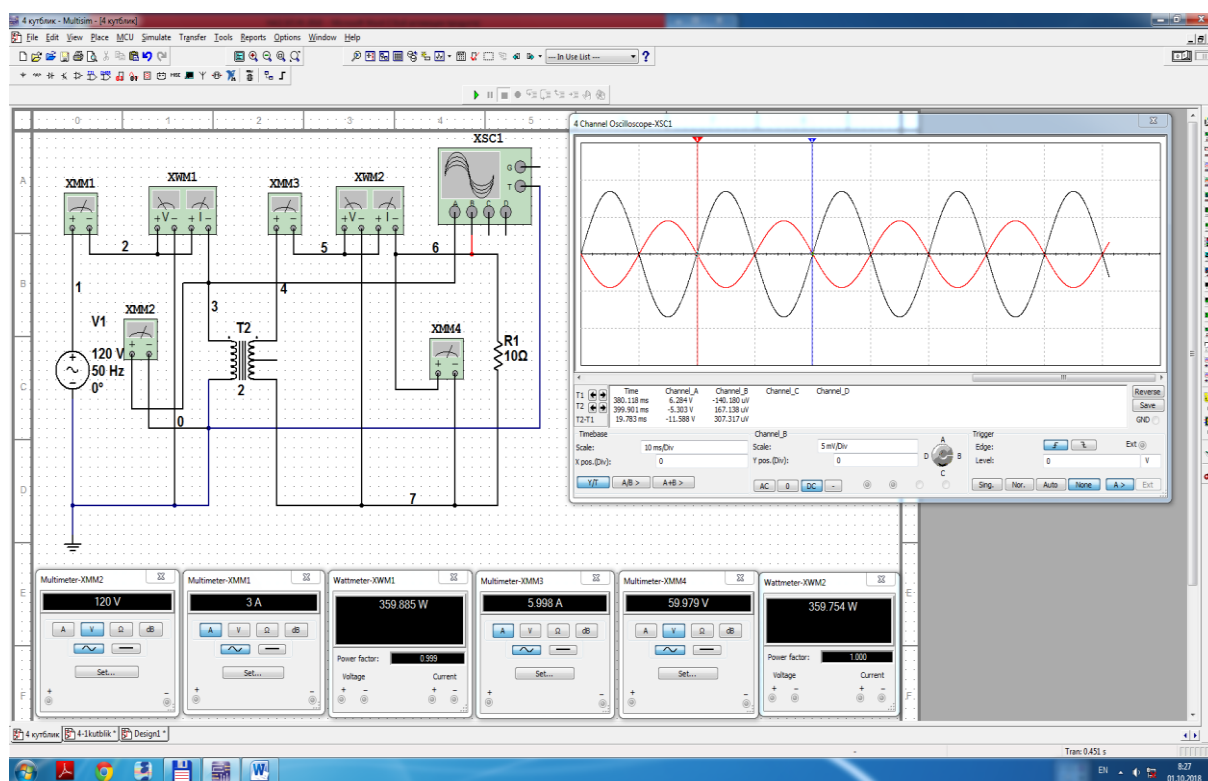
12.8-rasm. To‘rtqutblikning parametrlarini qisqa tutashgan ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri modeli

### **To‘rtqutblikning parametrlarini iste‘molchi ulangan ish jarayonida aniqlash**

1. To‘rtqutblikning kirish qutblari sinusoidal o‘zgaruvchan kuchlanishga ulangan va chiqish qutblari iste‘molchiga ulangan virtual elektr zanjirini (12.9-rasm.) yig‘adi hamda kuchlanishlar, toklar, aktiv quvvat va quvvat ko‘effitsiyentlarini o‘lchash uchun virtual o‘lchov asboblari ulaydi.
2. To‘rtqutblikning qutblaridagi o‘zgaruvchan kuchlanishlarning ossillogrammasini kuzatish uchun ossillografni ulaydi.
3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirini (12.10 -rasm.) ishga tushiradi va iste‘molchi qarshiligini o‘zgartirib, o‘lchov asboblari ko‘rsatgan qiymatlarni 12.2-jadvalga kiritadi va to‘rtqutblikning tashqi tavsiflarini quradi.
4. Kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



12.9-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini iste'molchi ulangan ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri



12.10-rasm. To'rtqutblikning parametrlarini iste'molchi ulangan ish jarayonida aniqlash virtual elektr zanjiri modeli

12.1-jadval

| Ish jarayonlari            | $U_1$ | $I_1$ | $P_1$ | $U_2$ | $I_2$ | $P_2$ |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            | V     | A     | $V_T$ | V     | A     | $V_T$ |
| Salt: 12.2-rasm.           |       |       |       |       |       |       |
| Salt: 12.4-rasm.           |       |       |       |       |       |       |
| Qisqa tutashuv: 12.6-rasm. |       |       |       |       |       |       |
| Qisqa tutashuv: 12.8-rasm. |       |       |       |       |       |       |

12.2-jadval

| Ish jarayoni                        | $U_1$ | $I_1$ | $P_1$ | $\cos \varphi_1$ | $U_2$ | $I_2$ | $P_2$ | $\cos \varphi_2$ | $R_2$ |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|
|                                     | V     | A     | $V_T$ | -                | V     | A     | $V_T$ | -                | $O_M$ |
| Iste'molchi ulangan:<br>12.10-rasm. |       |       |       |                  |       |       |       |                  | 10    |
|                                     |       |       |       |                  |       |       |       |                  | 20    |
|                                     |       |       |       |                  |       |       |       |                  | 30    |
|                                     |       |       |       |                  |       |       |       |                  | 40    |
|                                     |       |       |       |                  |       |       |       |                  | 50    |
|                                     |       |       |       |                  |       |       |       |                  | 60    |

### Nazorat savollari

1. To'rtqutblikning asosiy tenglamalarini nechta?
2. Simmetrik va nosimmetrik to'rtqutbliklarni tushuntiring.
3. Salt va qisqa tutashuv tajribalaridan to'rtqutblikning qaysi parametrlari aniqlanadi?
4. To'rtqutblikning ko'effitsiyentlarini tushuntiring.
5. Iste'molchi ulangan tajribadan to'rtqutblikning qaysi qiymatlari hisoblanadi?
6. To'rtqutblikning tashqi tavsiflarini tushuntiring.
7. To'rtqutblik elektr zanjirlarga misollar keltiring.

## **13-LABORATORIYA ISHI**

### **QUYI VA YUQORI CHASTOTA ELEKTR FILTRLARNI TADQIQ QILISH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Elektr filtrlarlarning funksional qo'llanishi bilan tanishish.
2. Quyi va yuqori chastota filtrlarning elektr zanjirlarini tajribada o'rganish.
3. Quyi va yuqori chastota filtrlarning chastota so'nishi chegaralarini aniqlash.
4. Filtrlarning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflari ossilogrammalarini kuzatish.
5. Filtrlarning elektr parametrlarini hisoblash va tavsiflarini qurish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

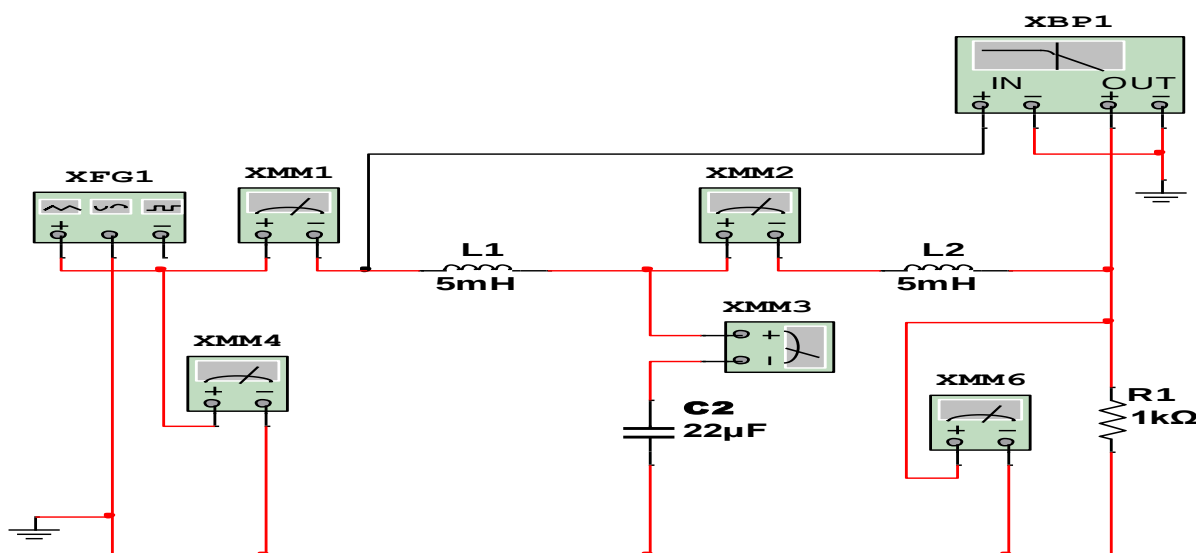
O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

#### **Quyi chastota filtri, T-shakl**

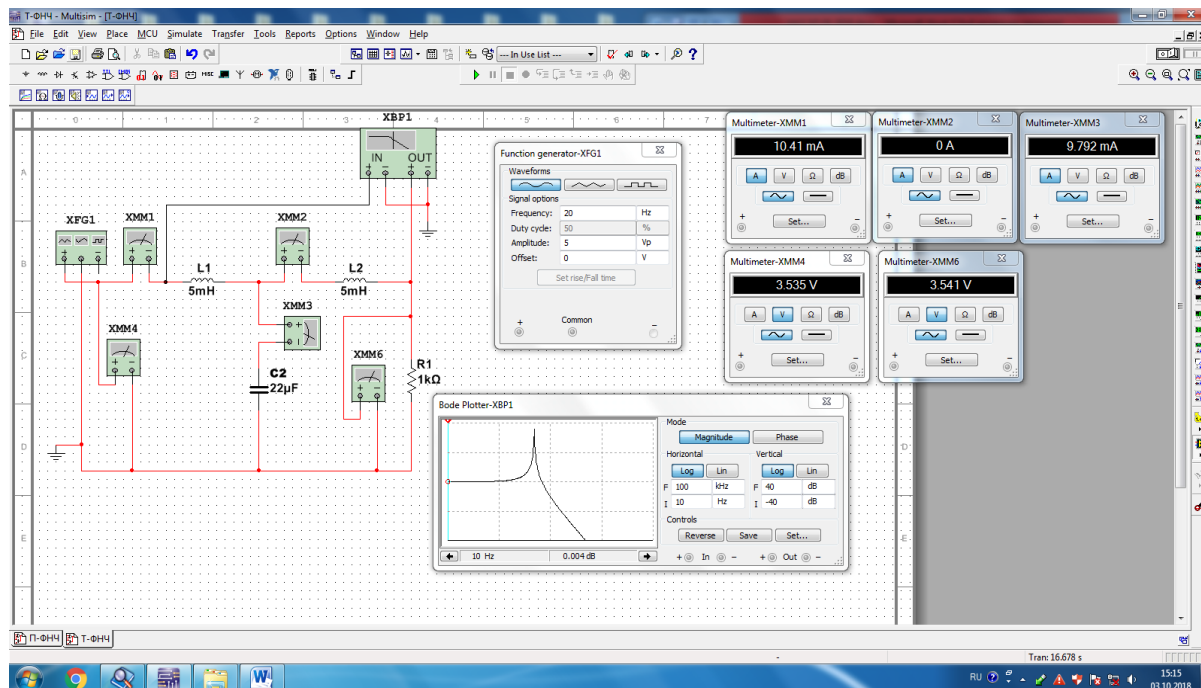
1. Quyi chastota filtrning T-shakldagi virtual elektr zanjirlarini (13.1-rasm) yig'adi hamda kirish va chiqishdagi kuchlanishlar va toklar qiymatini o'lchash uchun virtual o'lchov asboblarini ulaydi.
2. Funksional generatoridagi (XFG1) sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishning amplitudasi 5 /V/ va chastotasi 20 /Gts/.
3. Filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini qurish uchun bode-plotterni (XBP1) ulaydi.
4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirini (13.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 13.1-jadvalga yozadi.

5. Bode–plotterdagi amplituda-chastota (13.3-rasm) va faza-chastota (13.4-rasm) tavsiflaridan o‘lchangan qiymatlar (13.2-jadval) asosida filtrning parametrlarini hisoblaydi hamda uzatish va so‘nish ko‘effitsiyenti, kirishdagi qarshilik, chiqishdagi kuchlanish tavsiflarini quradi.

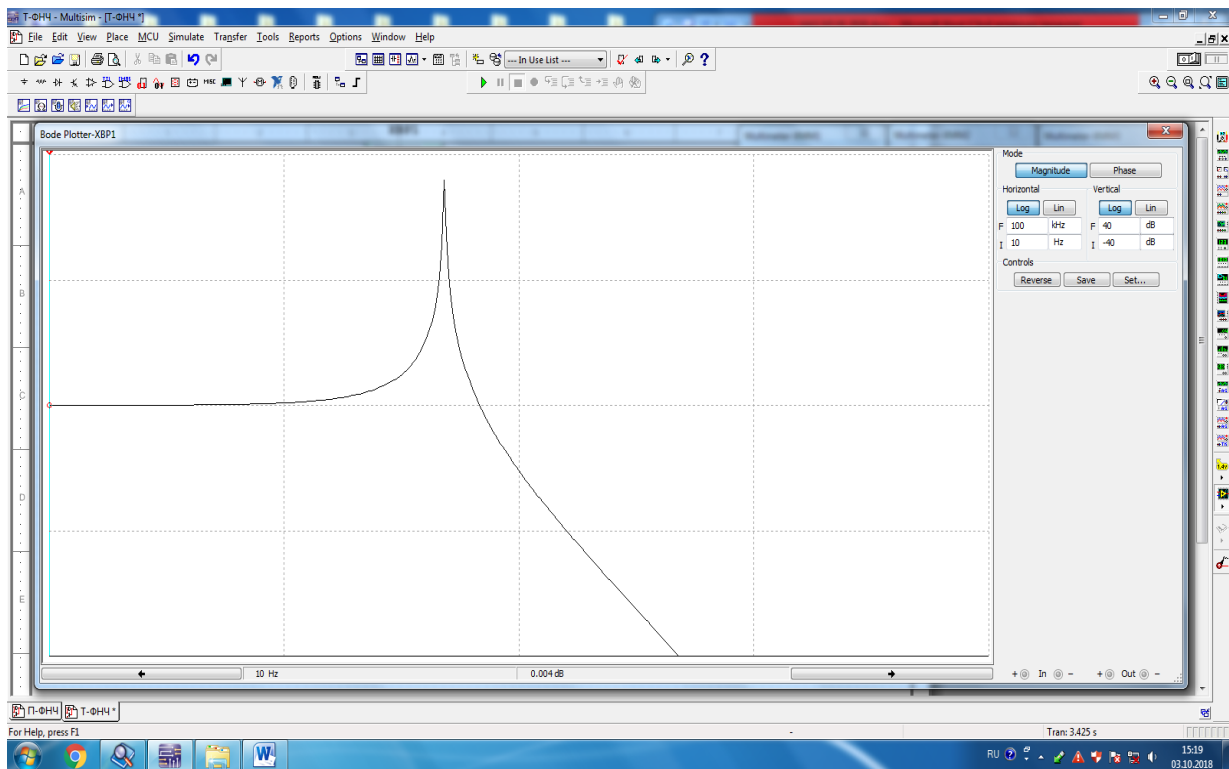
6. Filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi.



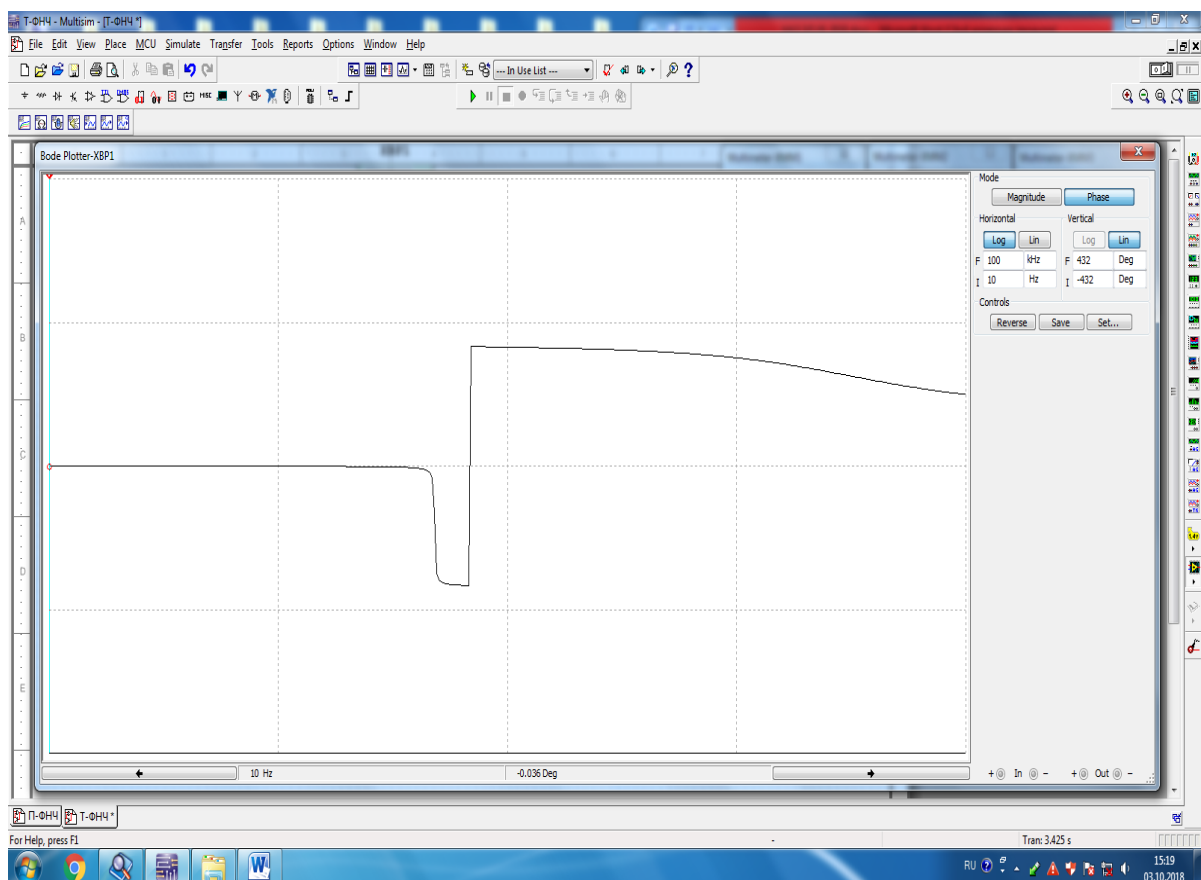
13.1-rasm. Quyi chastota filtrning T-shakldagi virtual elektr zanjiri



13.2-rasm. Quyi chastota filtrning T-shakldagi virtual elektr zanjiri modeli



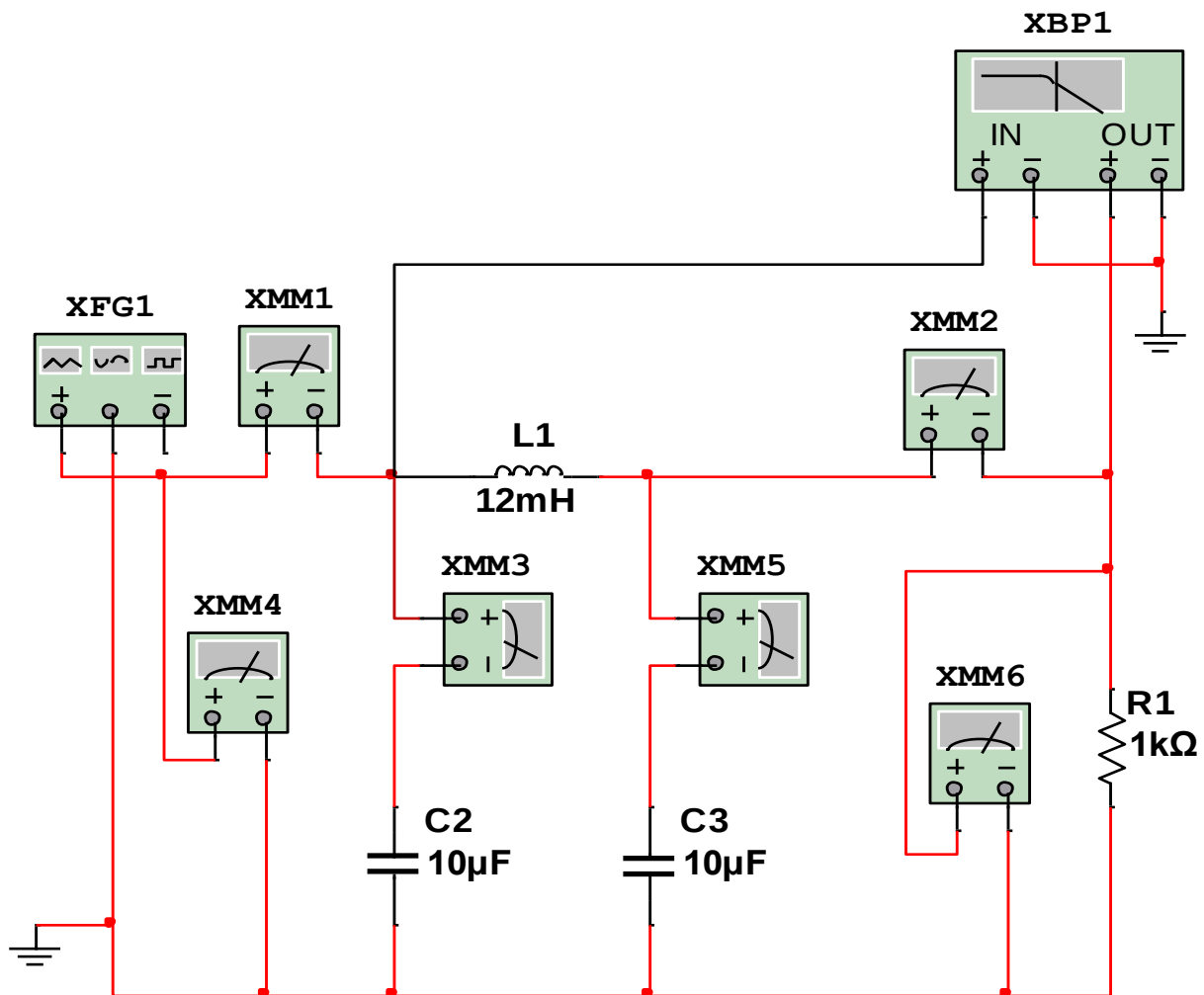
13.3-rasm. Quyi chastota T-shakldagi filtrning amplituda-chastota tavsifi



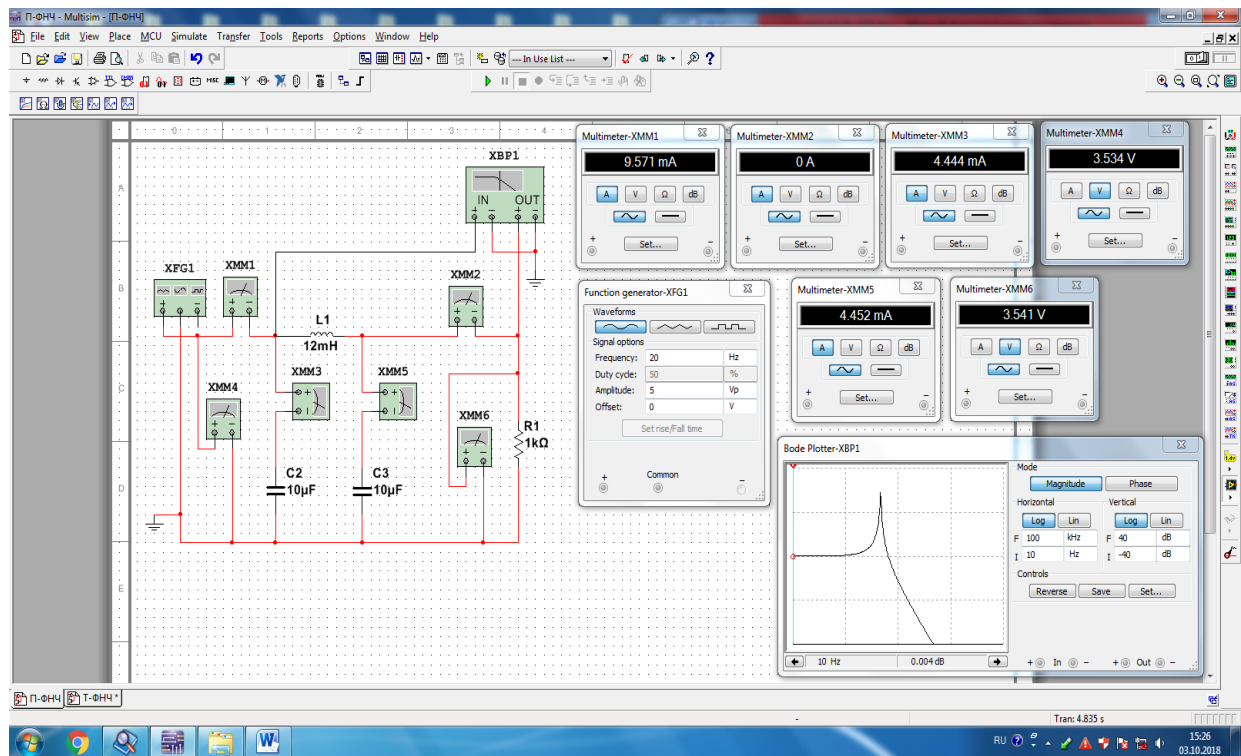
13.4-rasm. Quyi chastota T-shakldagi filtrning faza-chastota tavsifi

## Quyi chastota filtri, $\Pi$ -shakl

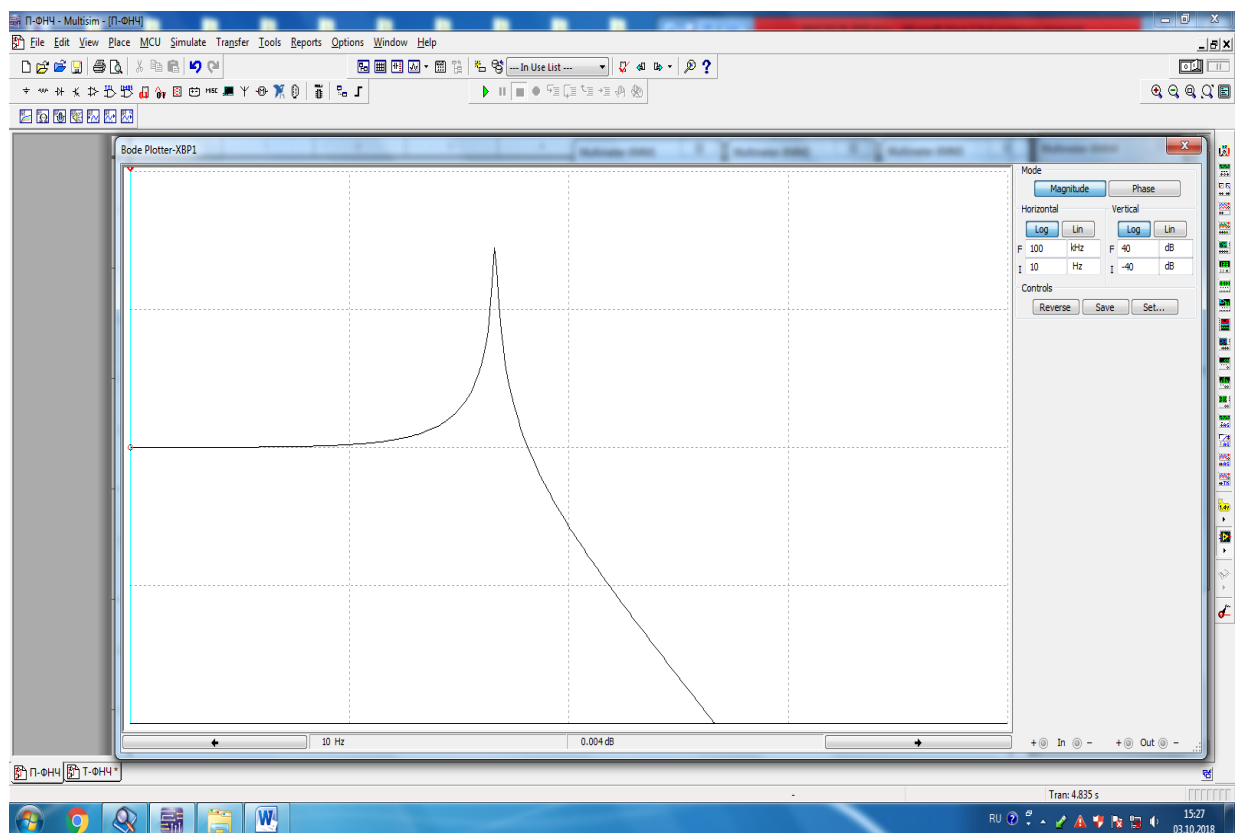
1. Quyi chastota filtrning  $\Pi$ -shakldagi virtual elektr zanjirini (13.5-rasm) yig'adi.
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (13.6-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 13.1-jadvalga yozadi.
3. Bode-plotterdagi amplituda-chastota (13.7-rasm) va faza-chastota (13.8-rasm) tavsiflaridan o'lchangan qiymatlar (13.2-jadval) asosida filtrning parametrlarini hisoblaydi hamda uzatish va so'nish koeffitsiyenti, kirishdagi qarshilik, chiqishdagi kuchlanish tavsiflarini quradi.
4. Filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi.



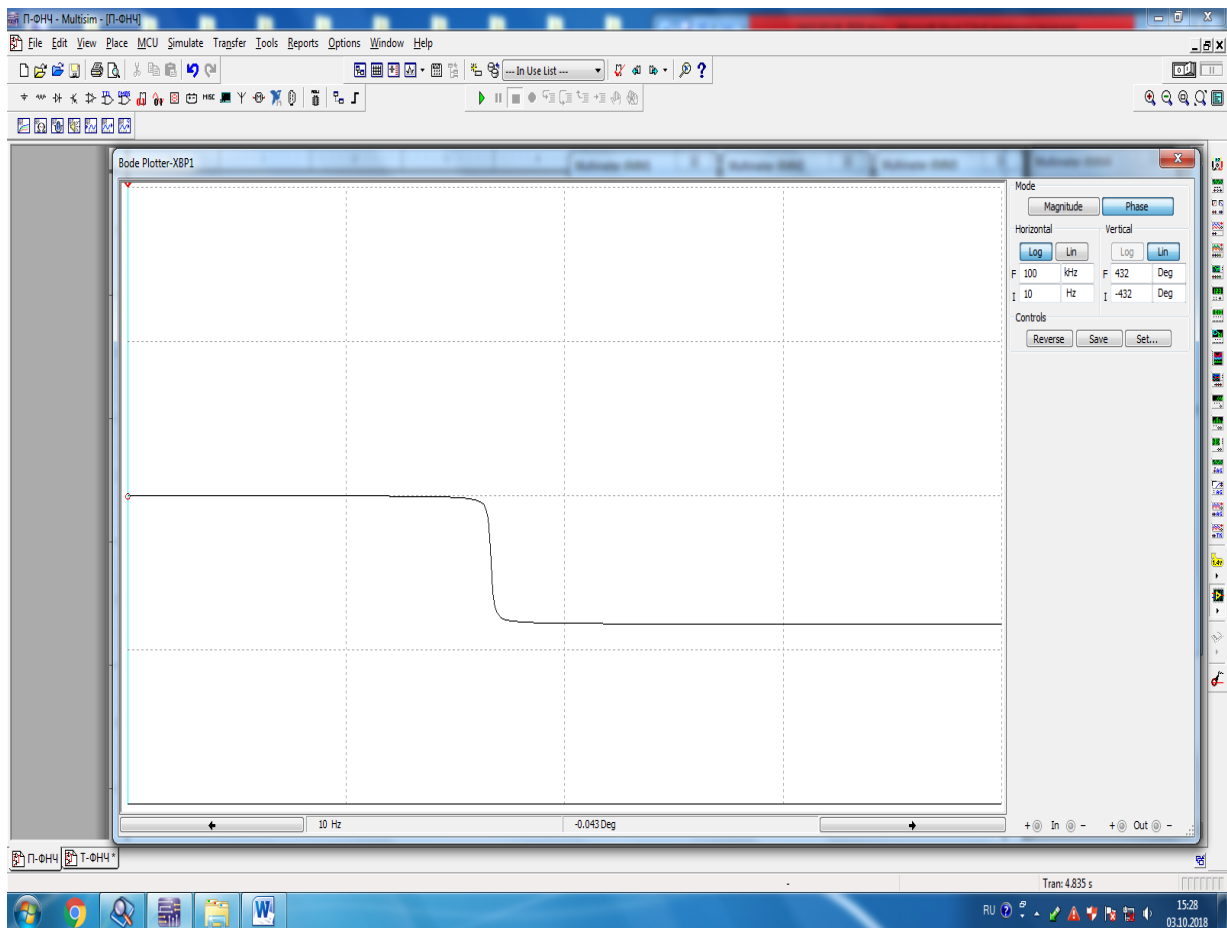
13.5-rasm. Quyi chastota filtrning  $\Pi$ -shakldagi virtual elektr zanjiri



13.6-rasm. Quyi chastota filtrning  $\Pi$ -shakldagi virtual elektr zanjiri modeli



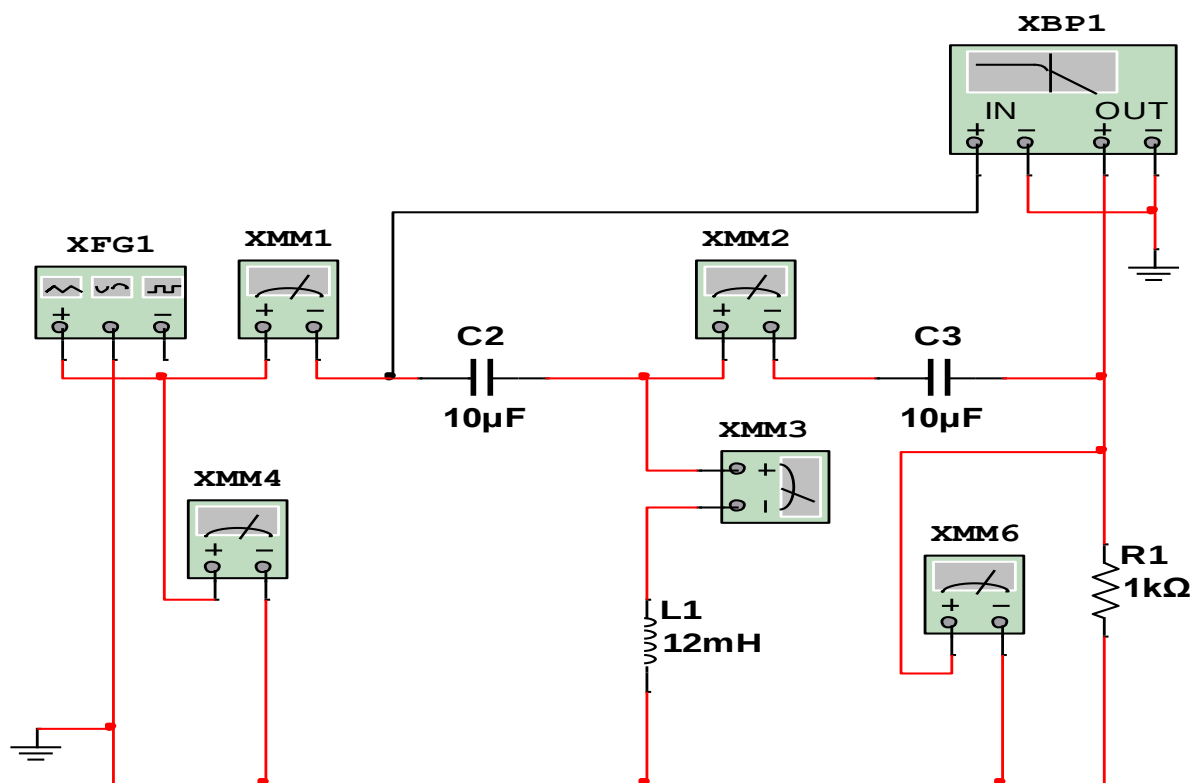
13.7-rasm. Quyi chastota  $\Pi$ -shakldagi filtrning amplituda-chastota tavsifi



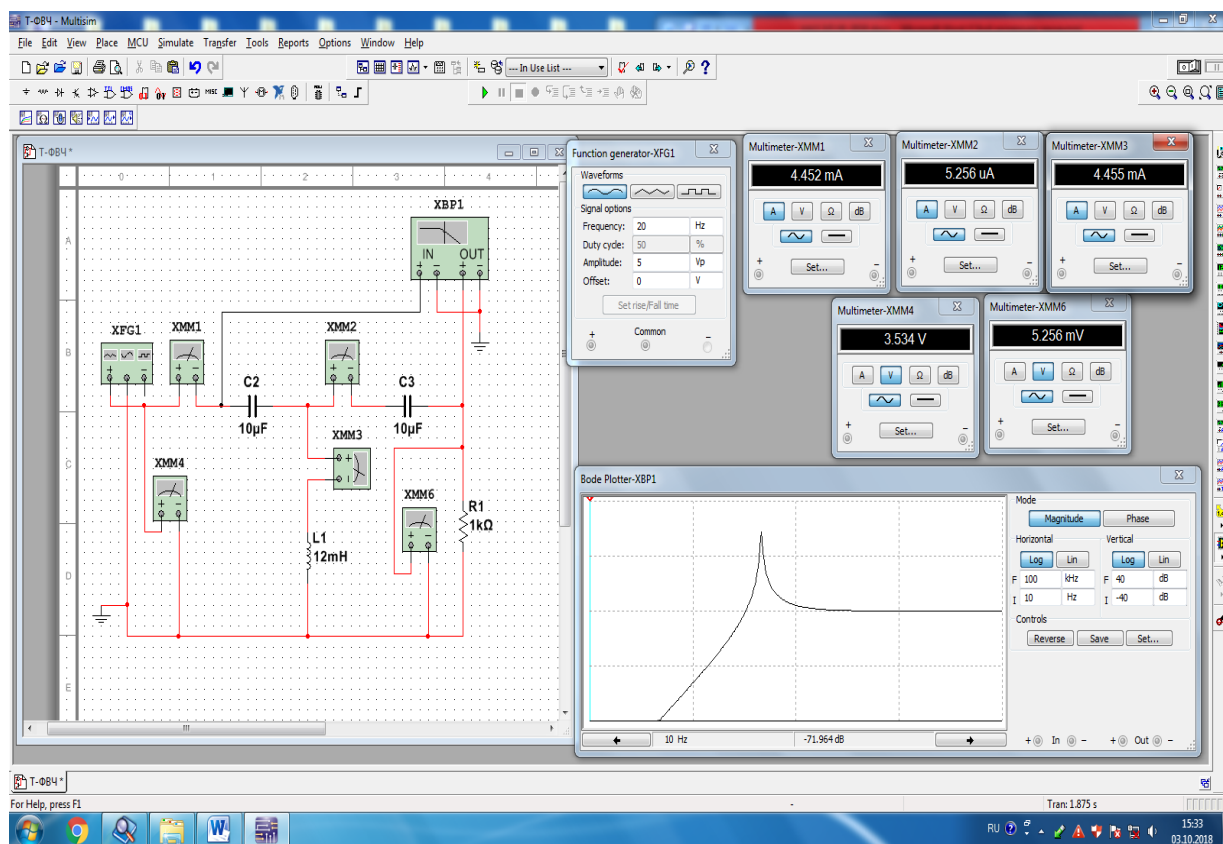
13.8-rasm. Quyi chastota  $\Pi$ -shakldagi filtrning faza-chastota tavsifi

### Yuqori chastota filtri, T-shakl

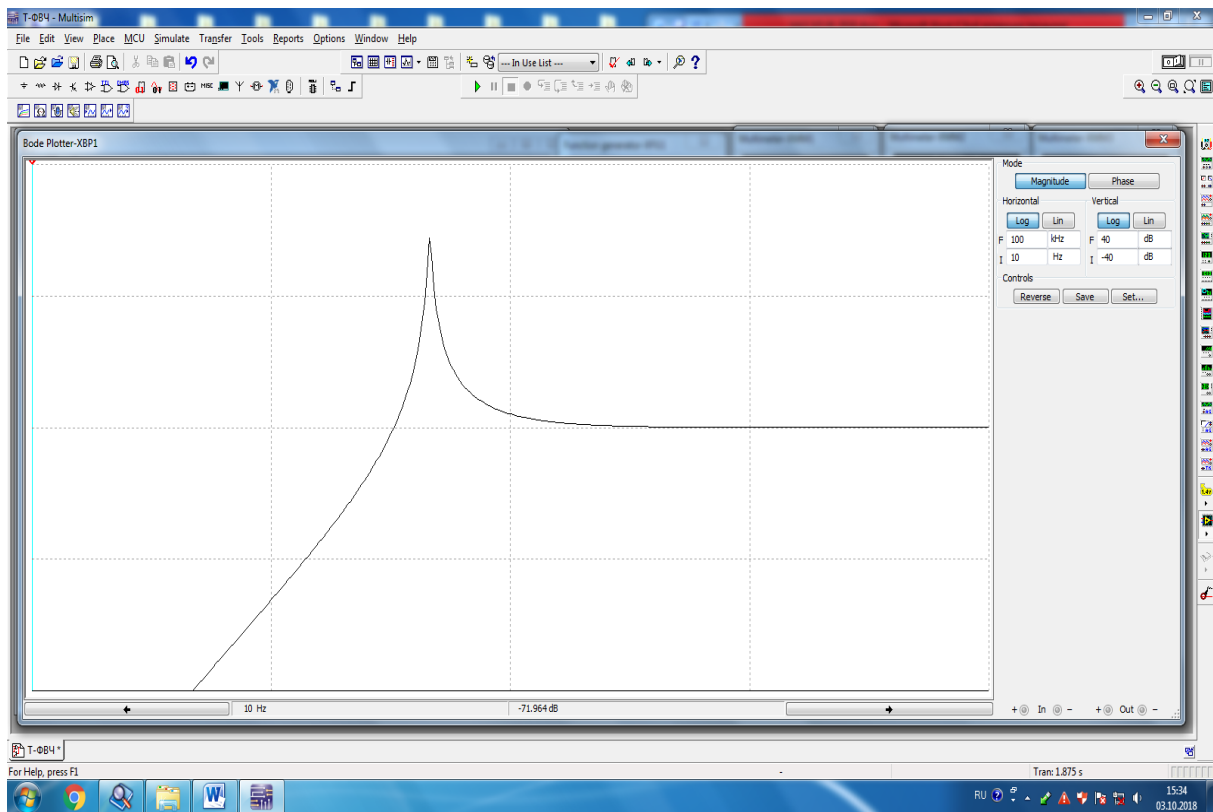
1. Yuqori chastota filtrning T-shakldagi virtual elektr zanjirini (13.9-rasm) yig'adi.
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (13.10-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 13.1-jadvalga yozadi.
3. Bode-plotterdagi amplituda-chastota (13.11-rasm) va faza-chastota (13.12-rasm) tavsiflaridan o'lchangan qiymatlar (13.2-jadval) asosida filtrning parametrlarini hisoblaydi hamda uzatish va so'nish ko'effitsiyenti, kirishdagi qarshilik, chiqishdagi kuchlanish tavsiflarini quradi.
4. Filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi.



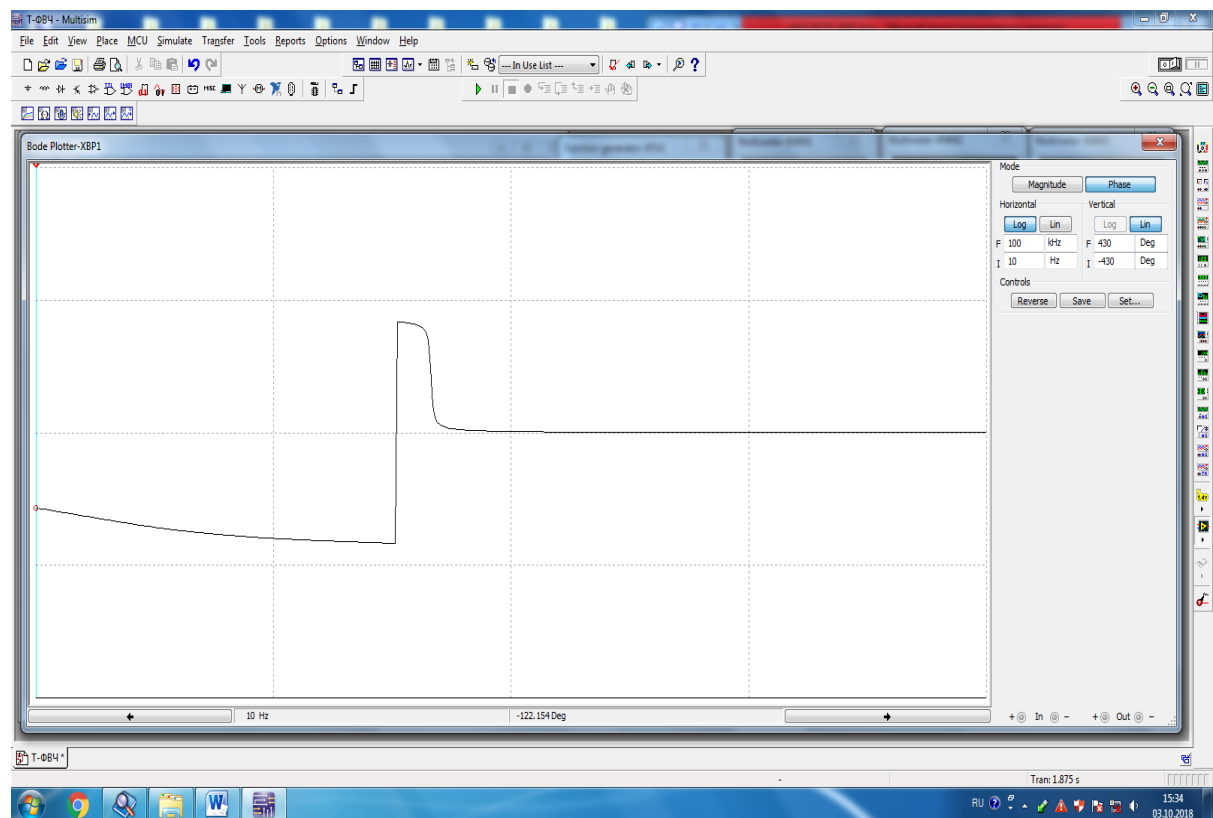
13.9-rasm. Yuqori chastota filtrning T-shakldagi virtual elektr zanjiri



13.10-rasm. Yuqori chastota filtrning T-shakldagi virtual elektr zanjiri modeli



13.11-rasm. Yuqori chastota T-shakldagi filtrning amplituda-chastota tavsifi



13.12-rasm. Yuqori chastota T-shakldagi filtrning faza-chastota tavsifi

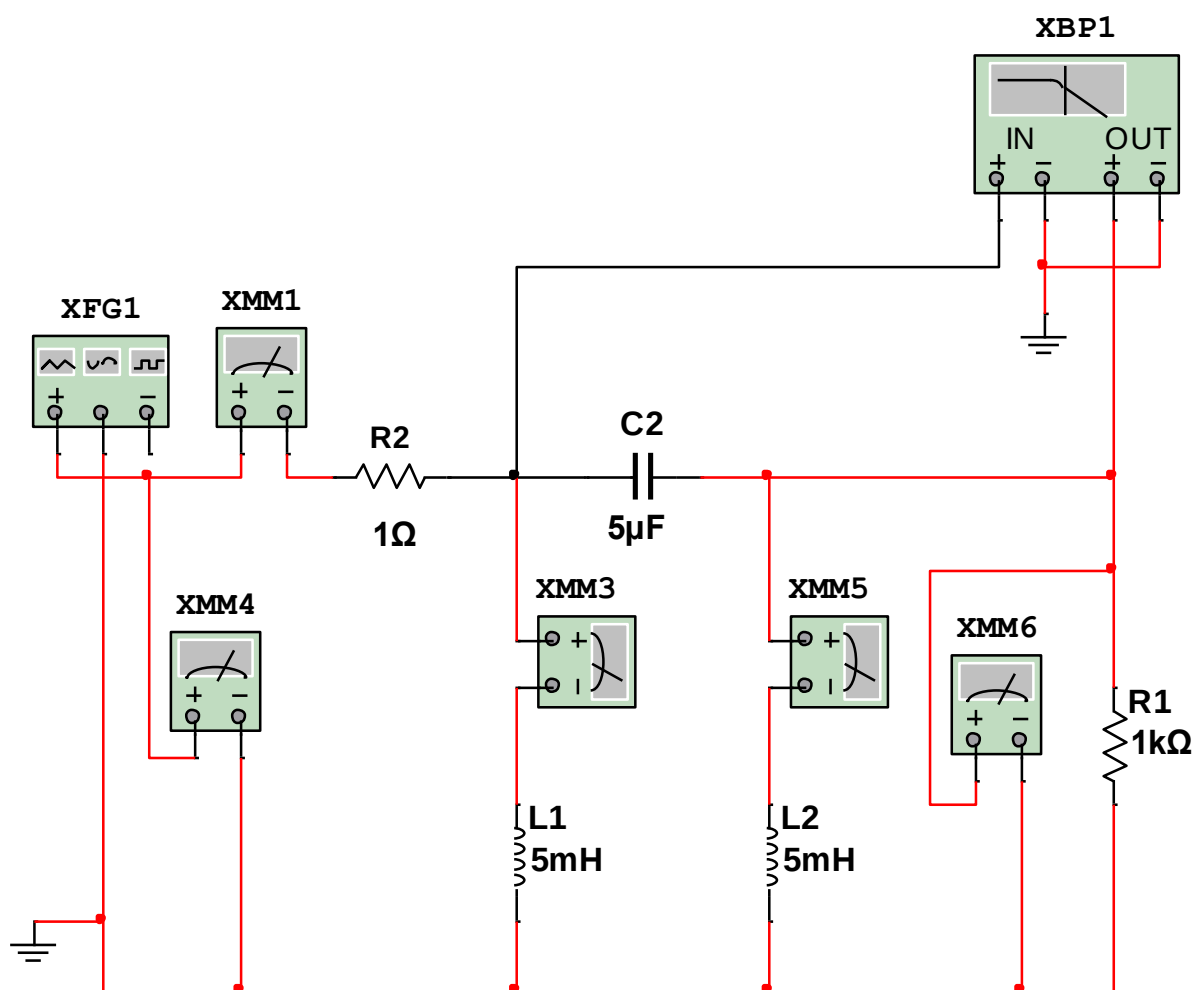
## Yuqori chastota filtri, II-shakl

1. Yuqori chastota filtrning II-shakldagi virtual elektr zanjirini (13.13-rasm) yig'adi.

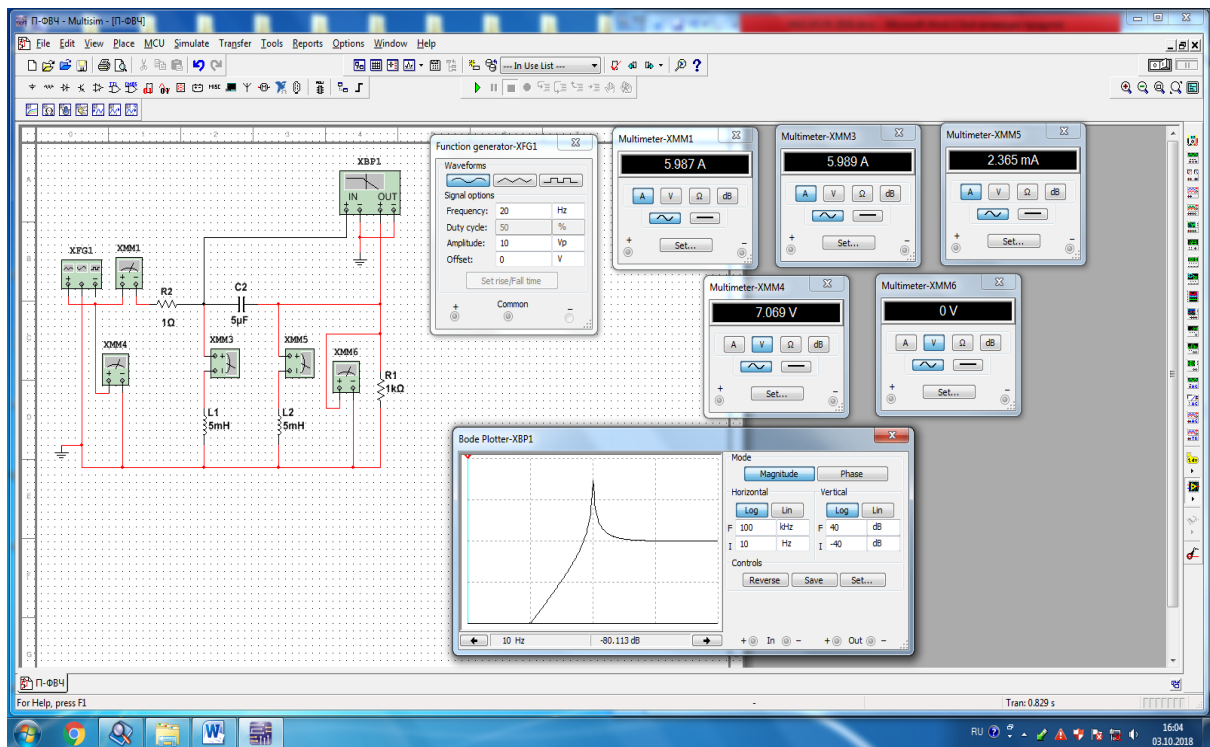
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (13.13-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 13.1-jadvalga yozadi.

3. Bode-plotterdagi amplituda-chastota (13.14-rasm) va faza-chastota (13.15-rasm) tavsiflaridan o'lchangan qiymatlar (13.2-jadval) asosida filtrning parametrlarini hisoblaydi hamda uzatish va so'nish koeffitsiyenti, kirishdagi qarshilik, chiqishdagi kuchlanish tavsiflarini quradi.

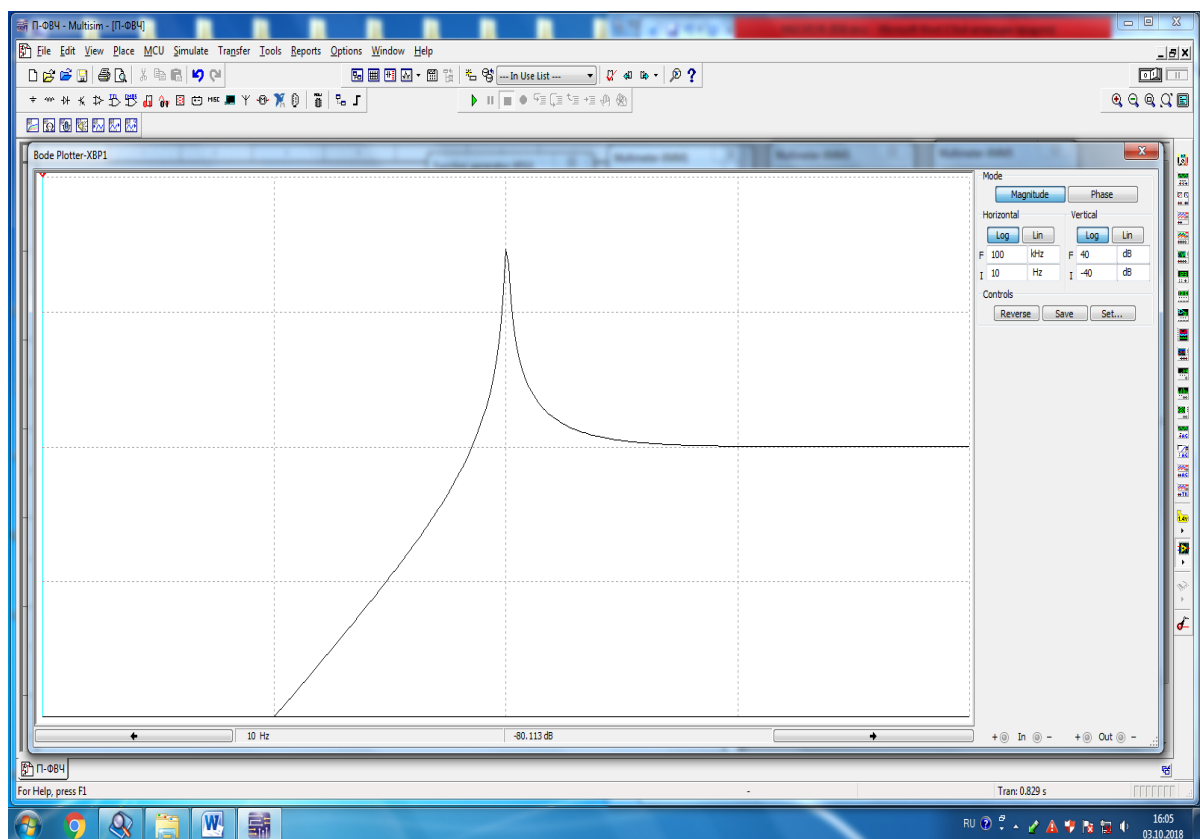
4. Filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi.



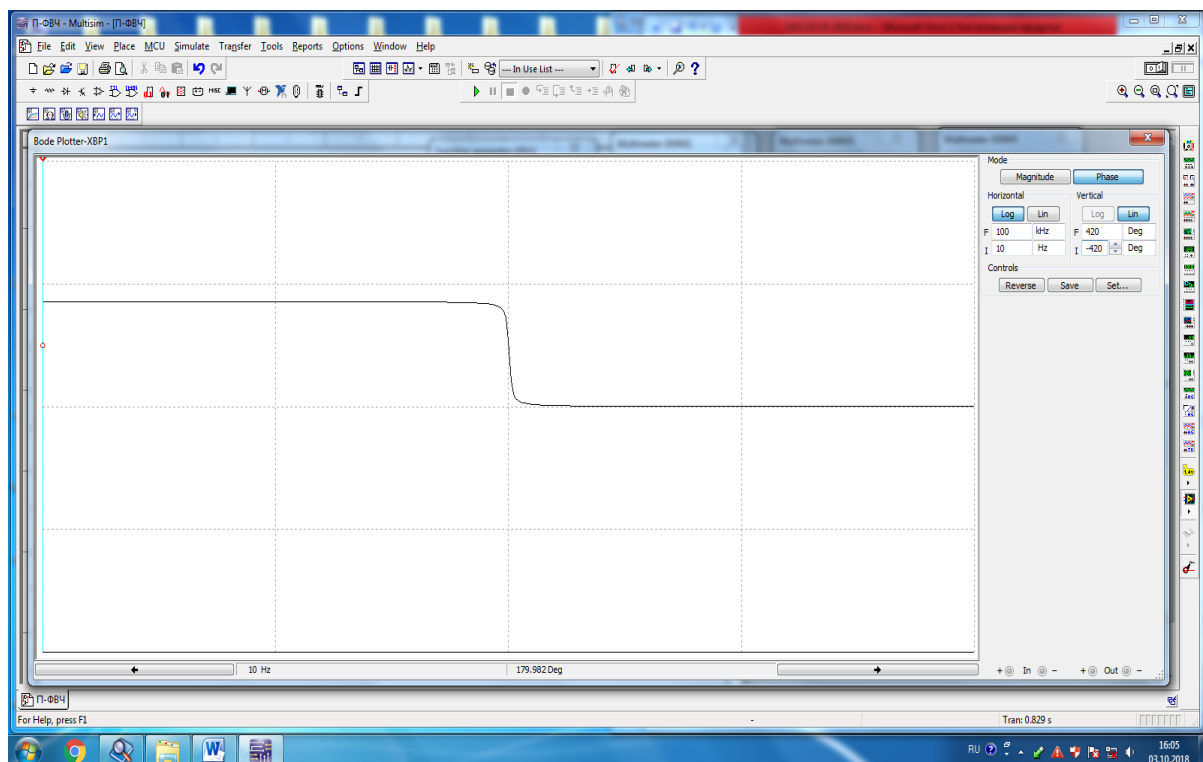
13.13-rasm. Yuqori chastota filtrning II-shakldagi virtual elektr zanjiri



13.14-rasm. Yuqori chastota filtrning  $\Pi$ -shakldagi virtual elektr zanjiri modeli



13.15-rasm. Yuqori chastota  $\Pi$ -shakldagi filtrning amplituda-chastota tavsifi



13.16-rasm. Yuqori chastota  $\Pi$ -shakldagi filtrning faza-chastota tavsifi

13.1-jadval

| Filtr turi                   | O'lchashlar |            | Hisoblashlar |       |       |                             |                |           |        |
|------------------------------|-------------|------------|--------------|-------|-------|-----------------------------|----------------|-----------|--------|
|                              | $f$         | $2U_{mch}$ | $U_{ch}$     | $F_p$ | $A_p$ | $\frac{Z_{krT}}{Z_{kr\Pi}}$ | $\omega_{o'r}$ | $f_{o'r}$ | $\rho$ |
|                              | Gts         | V          | V            | dB    | $N_p$ | Om                          | rad/s          | Gts       | Om     |
| Quyi chastota T-shakl        |             |            |              |       |       |                             |                |           |        |
| Quyi chastota $\Pi$ -shakl   |             |            |              |       |       |                             |                |           |        |
| Yuqori chastota T-shakl      |             |            |              |       |       |                             |                |           |        |
| Yuqori chastota $\Pi$ -shakl |             |            |              |       |       |                             |                |           |        |

| Quyi chastota filtri, T-shakl        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $f$ /Gts/                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F_p$ /dB/                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\varphi$ /gradus/                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Quyi chastota filtri, $\Pi$ -shakl   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $f$ /Gts/                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F_p$ /dB/                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\varphi$ /gradus/                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Yuqori chastota filtri, T-shakl      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $f$ /Gts/                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F_p$ /dB/                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\varphi$ /gradus/                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Yuqori chastota filtri, $\Pi$ -shakl |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $f$ /Gts/                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F_p$ /dB/                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\varphi$ /gradus/                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Nazorat savollari

1. Elektr filtrning funksional vazifasi nimada?
2. Elektr filtrlarning qanday turlari mavjud?
3. Quyi va yuqori chastota filtrlarning shakllari va ish jarayonlarini tushuntiring.
4. «k» turdagi filtr nima?
5. Quyi va yuqori chastota filtrlarning qanday parametrlarini bilasiz?
6. Quyi va yuqori chastota filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tushuntiring.

## **14-LABORATORIYA ISHI**

### **ORALIQ VA TO'SUVCHI ELEKTR FILTRLARNI TADQIQ QILISH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Elektr filtrlarlarning funksional qo'llanishi bilan tanishish.
2. Oraliq va to'suvchi filtrlarlarning elektr zanjirlarini tajribada o'rganish.
3. Oraliq va to'suvchi filtrlarning chastotani o'tkazish va to'sish chegaralarini aniqlash.
4. Oraliq va to'suvchi filtrlarning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflari ossilogrammalarini kuzatish.
5. Filtrlarning elektr parametrlarini hisoblash va tavsiflarini qurish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

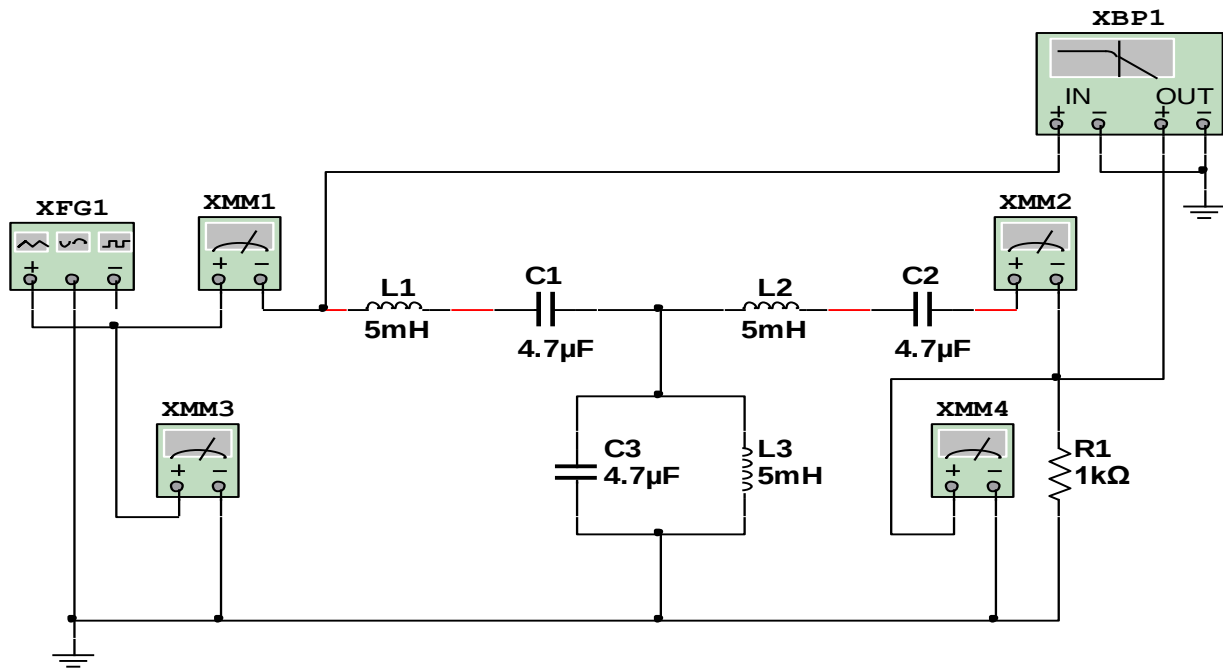
#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

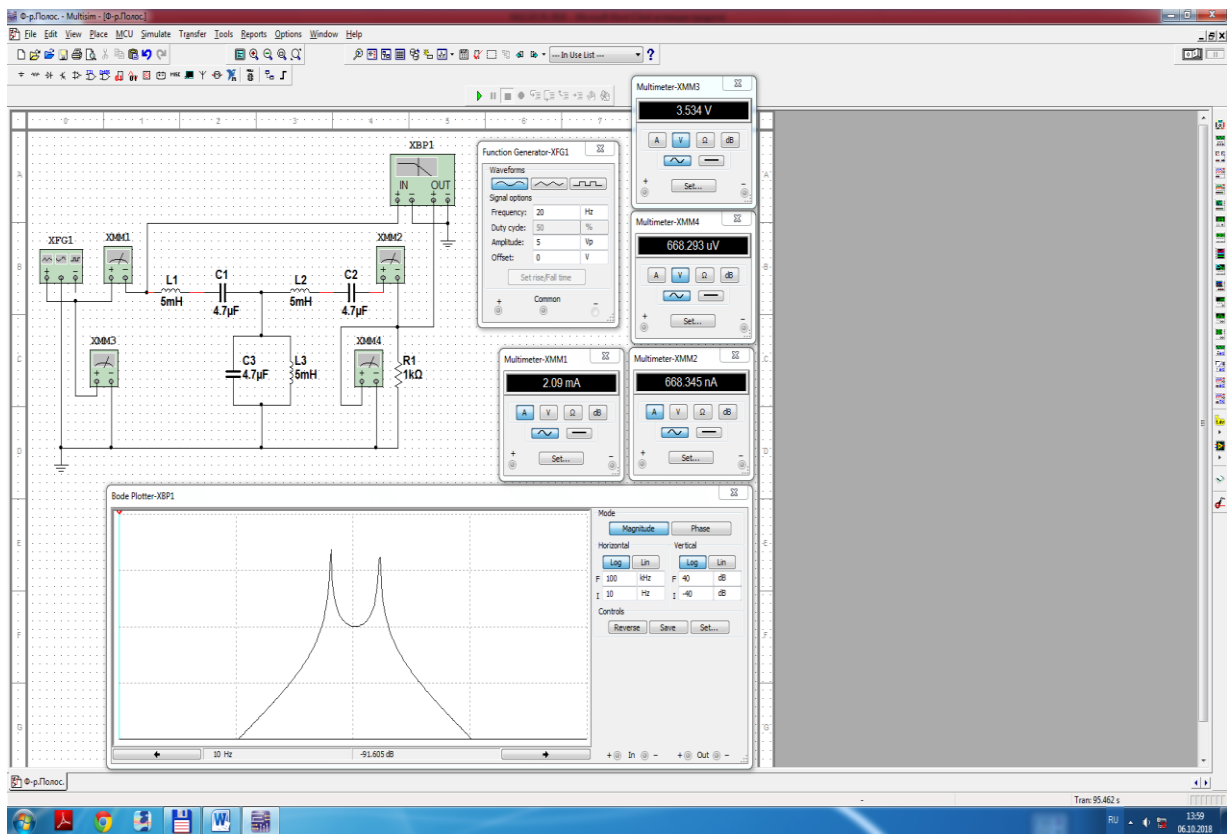
#### **Oraliq filtr**

1. Oraliq filtrning virtual elektr zanjirini (14.1-rasm) yig'adi.
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (14.2-rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 14.1-jadvalga yozadi.
3. Bode–plotterdagi amplituda-chastota (14.3-rasm) va faza-chastota (14.4-rasm) tavsiflaridan o'lchangan qiymatlar (14.2-jadval) asosida filtrning parametrlarini hisoblaydi hamda uzatish va so'nish koeffitsiyenti, kirishdagi qarshilik, chiqishdagi kuchlanish tavsiflarini quradi.

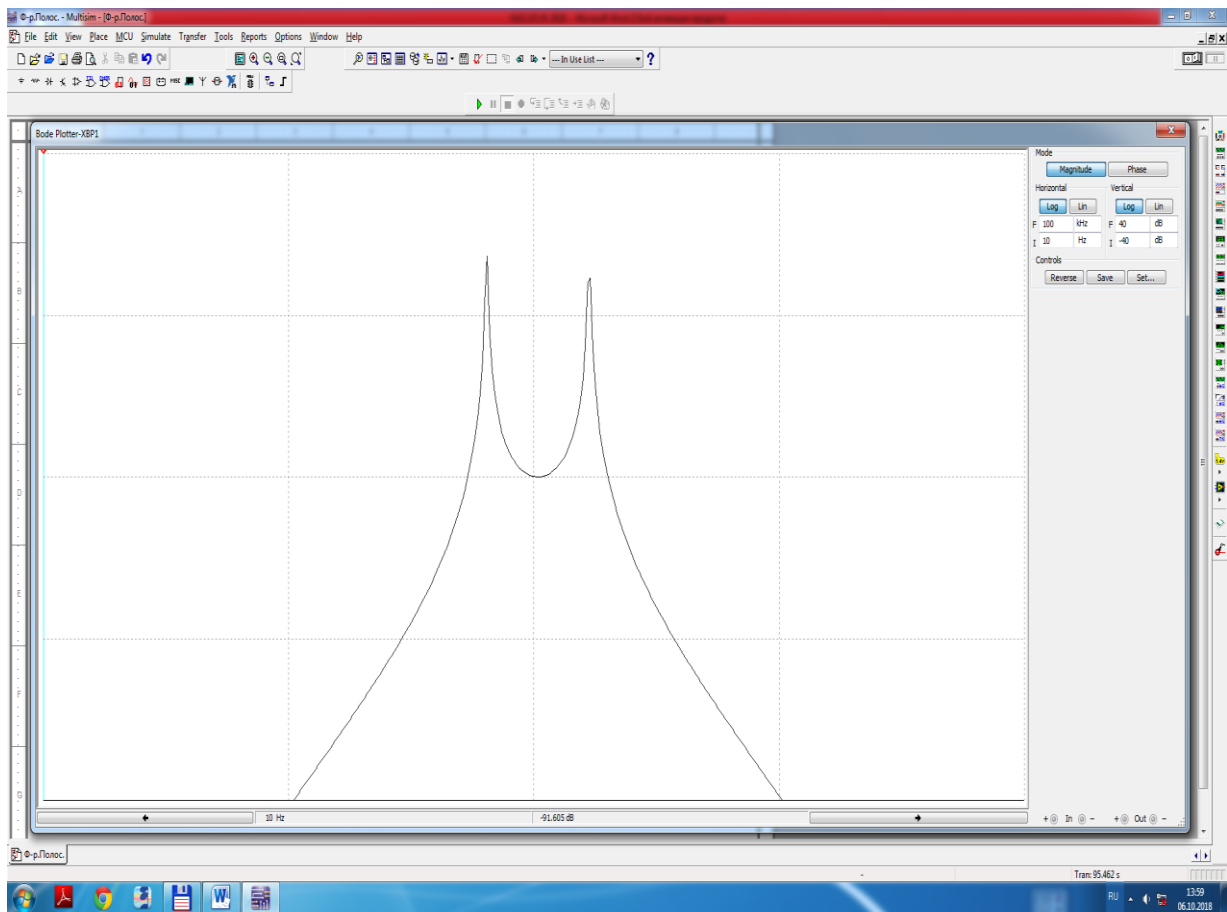
4. Oraliq filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi.



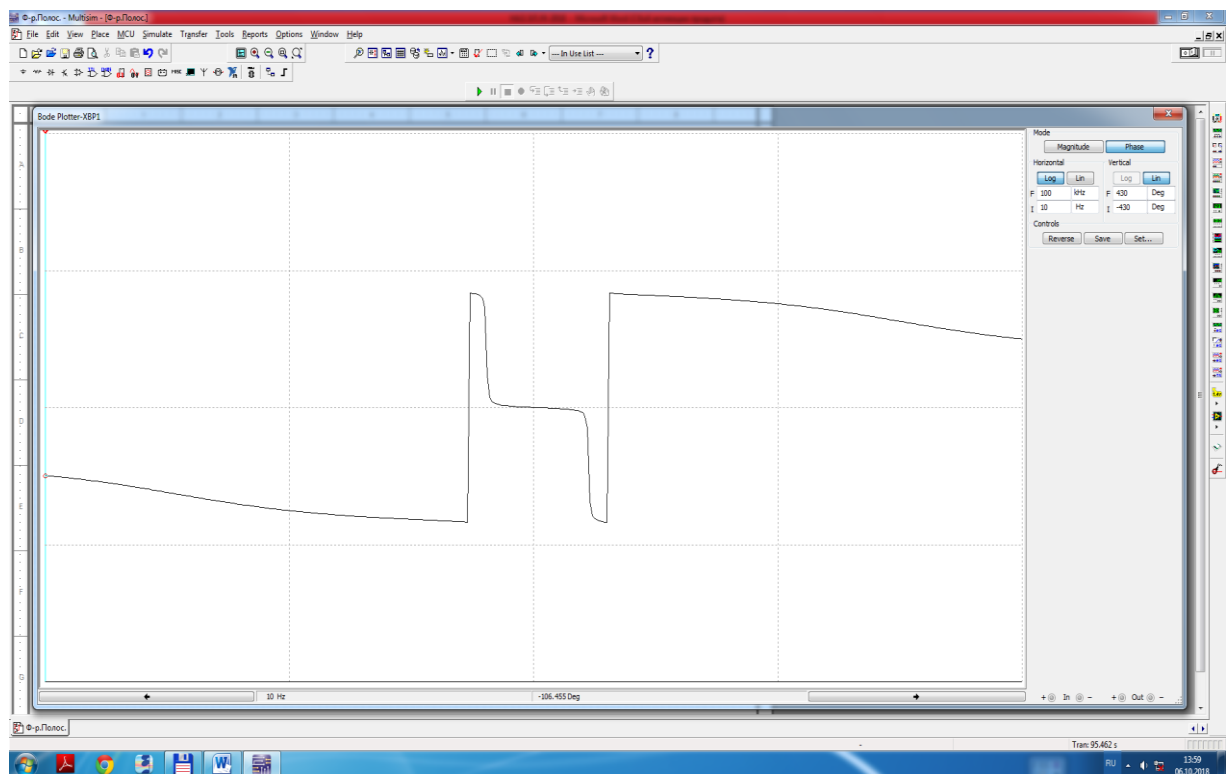
14.1-rasm. Oraliq filtrning virtual elektr zanjiri



14.2-rasm. Oraliq filtrning virtual elektr zanjiri modeli



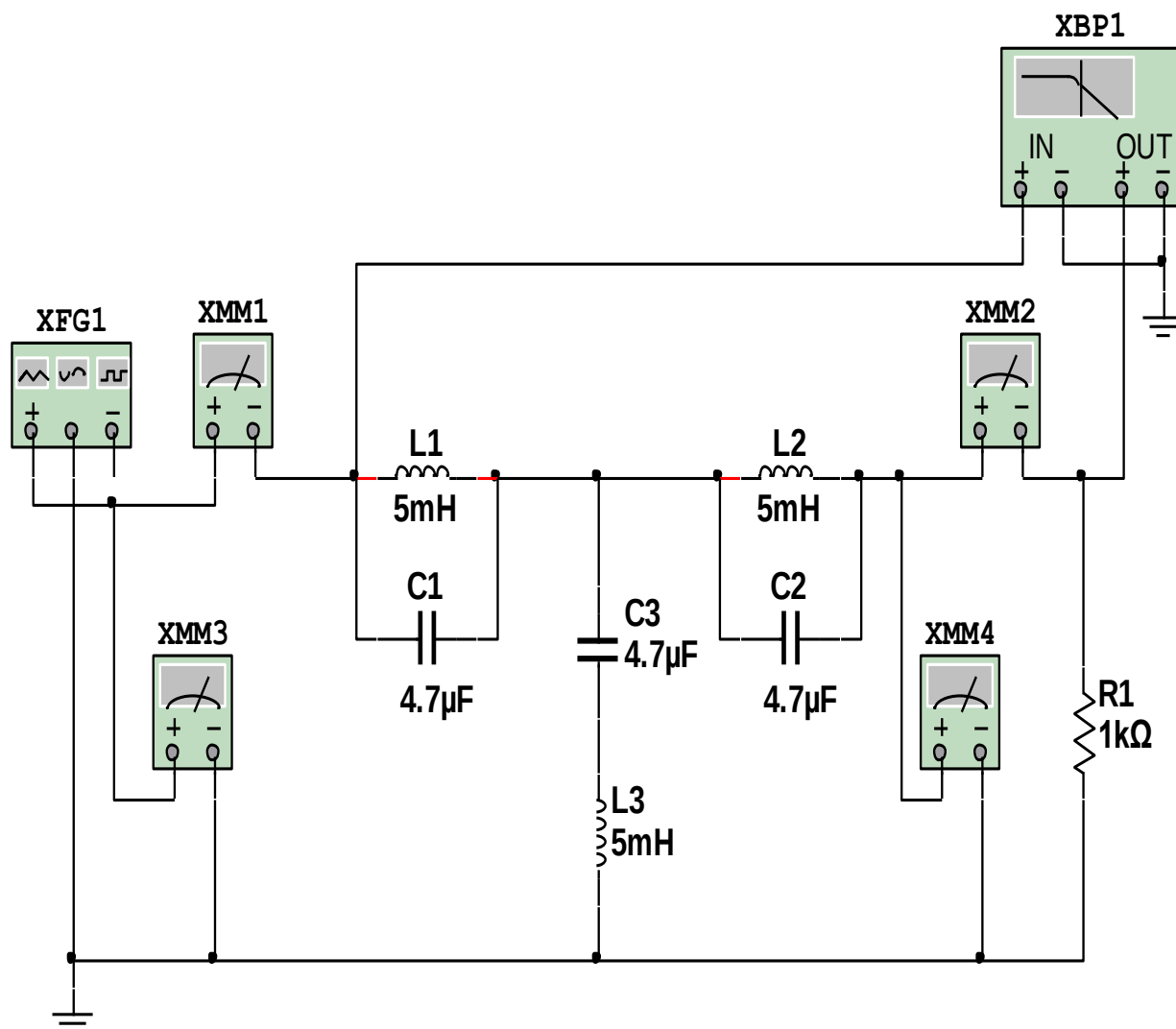
14.3-rasm. Oraliq filtrning amplituda-chastota tavsifi



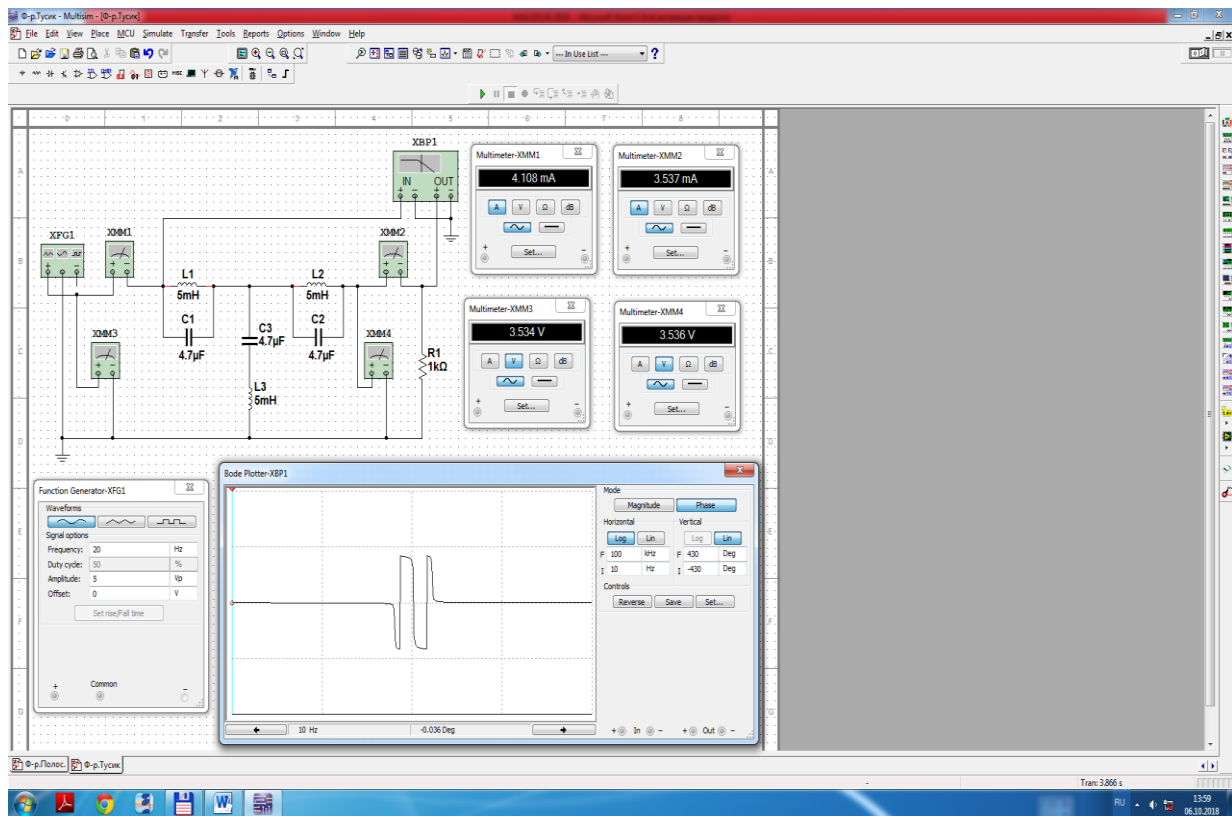
14.4-rasm. Oraliq filtrning faza-chastota tavsifi

## To'suvchi filtr

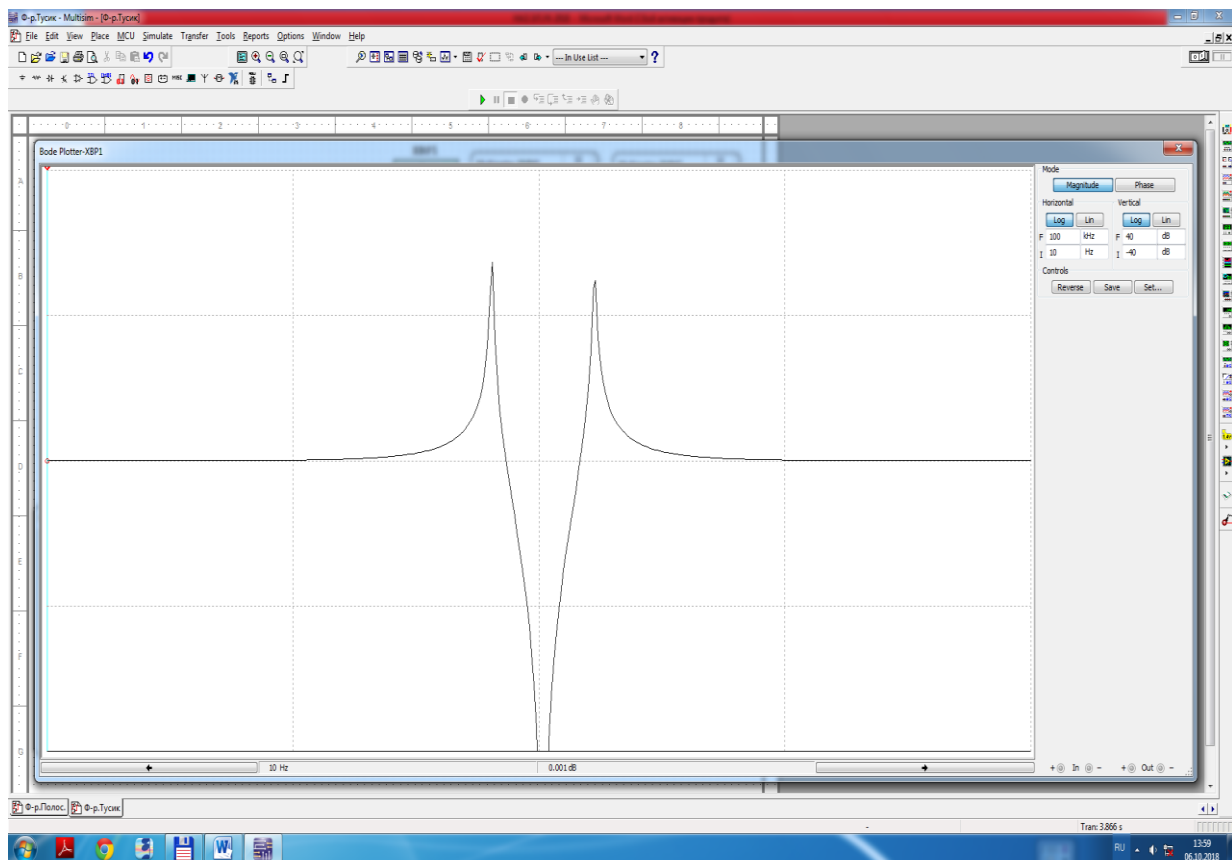
1. To'suvchi filtrning virtual elektr zanjirini (14.5-rasm) yig'adi.
2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (14.6 -rasm) ishga tushiradi va o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 14.1-jadvalga yozadi.
3. Bode-plotterdagi amplituda-chastota (14.7-rasm) va faza-chastota (14.8-rasm) tavsiflaridan o'lchangan qiymatlar (14.2-jadval) asosida filtrning parametrlarini hisoblaydi hamda uzatish va so'nish ko'effitsiyenti, kirishdagi qarshilik, chiqishdagi kuchlanish tavsiflarini quradi.
4. To'suvchi filtrning amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi.



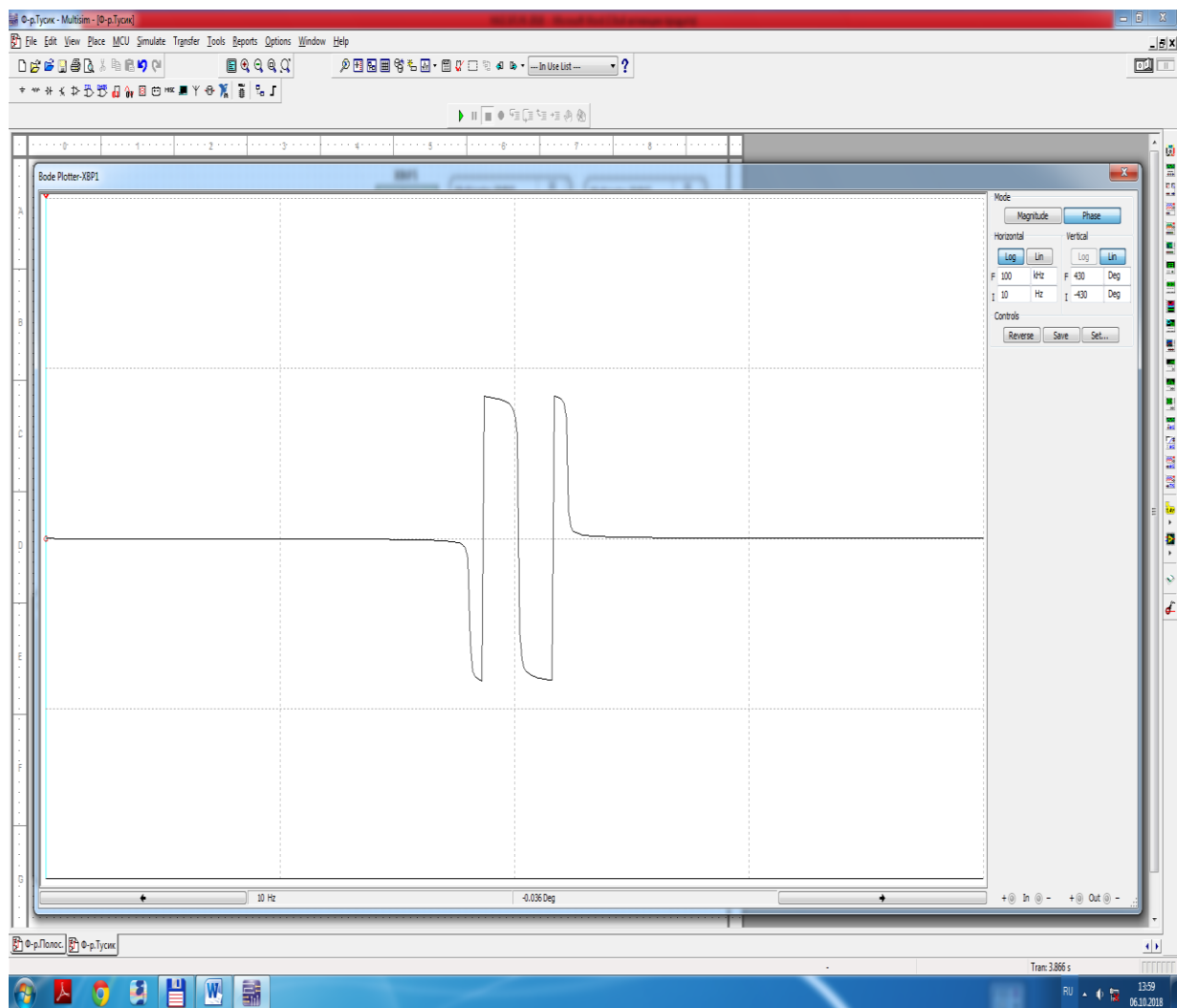
14.5-rasm. To'suvchi filtrning virtual elektr zanjiri



14.6-rasm. To'suvchi filtrning virtual elektr zanjiri modeli



14.7-rasm. To'suvchi filtrning amplituda-chastota tavsifi



14.8-rasm. To'suvchi filtrning faza-chastota tavsifi

14.1-jadval

| Filtr turi | O'lchashlar |            | Hisoblashlar |       |       |                                  |                |           |        |
|------------|-------------|------------|--------------|-------|-------|----------------------------------|----------------|-----------|--------|
|            | $f$         | $2U_{mch}$ | $U_{ch}$     | $F_p$ | $A_p$ | $Z_{krT}$<br>yoki<br>$Z_{kr\Pi}$ | $\omega_{o'r}$ | $f_{o'r}$ | $\rho$ |
|            | Gts         | V          | V            | dB    | Np    | Om                               | rad/s          | Gts       | Om     |
| Oraliq     |             |            |              |       |       |                                  |                |           |        |
| To'suvchi  |             |            |              |       |       |                                  |                |           |        |

| Oraliq filtr       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| $f$ /Gts/          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F_p$ /dB/         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\varphi$ /gradus/ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| To'suvchi filtr    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $f$ /Gts/          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $F_p$ /dB/         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\varphi$ /gradus/ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Nazorat savollari

1. Elektr filtr nima?
2. Oraliq va to'suvchi filtrlarning ish jarayonlarini tushuntiring.
3. Oraliq va to'suvchi filtrlarning chastotani o'tkazish va to'sish chegaralarini qanday aniqlanadi?
4. Oraliq va to'suvchi filtrlarning qanday parametrlarini bilasiz?
5. Oraliq va to'suvchi amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflarini tushuntiring.

## 15-LABORATORIYA ISHI

### TAQSIMLANGAN PARAMETRLIK ELEKTR TARMOQLARNI O'RGANISH

#### Ishning maqsadi

1. Taqsimlangan parametrlik elektr tarmoqlarni bir jinsli isrofsiz uzun tarmoq modelida o'rganish.
2. Bir jinsli isrofsiz uzun tarmoqning bir qismini, simmetrik to'rt qutblik modelida tekshirish.
3. Simmetrik to'rt qutblik elektr zanjirining salt ish holatida tarmoq bo'ylab kuchlanishning taqsimlanishini o'lchash.

4. Bir jinsli uzun tarmoqning elektr zanjiriga ulangan turli iste'molchilarda tarmoq bo'ylab kuchlanishning taqsimlanishini o'lchash.

5. Tarmoq bo'ylab taqsimlangan kuchlanishning turli iste'molchilarda tebranma harakat ossilogrammalarini kuzatish.

6. O'lchangan qiymatlardan bir jinsli uzun tarmoqning parametrlarini hisoblash va diagrammalarini qurish.

### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirig'iga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

### **Bir jinsli uzun tarmoqni salt ishlash jarayonida o'rganish**

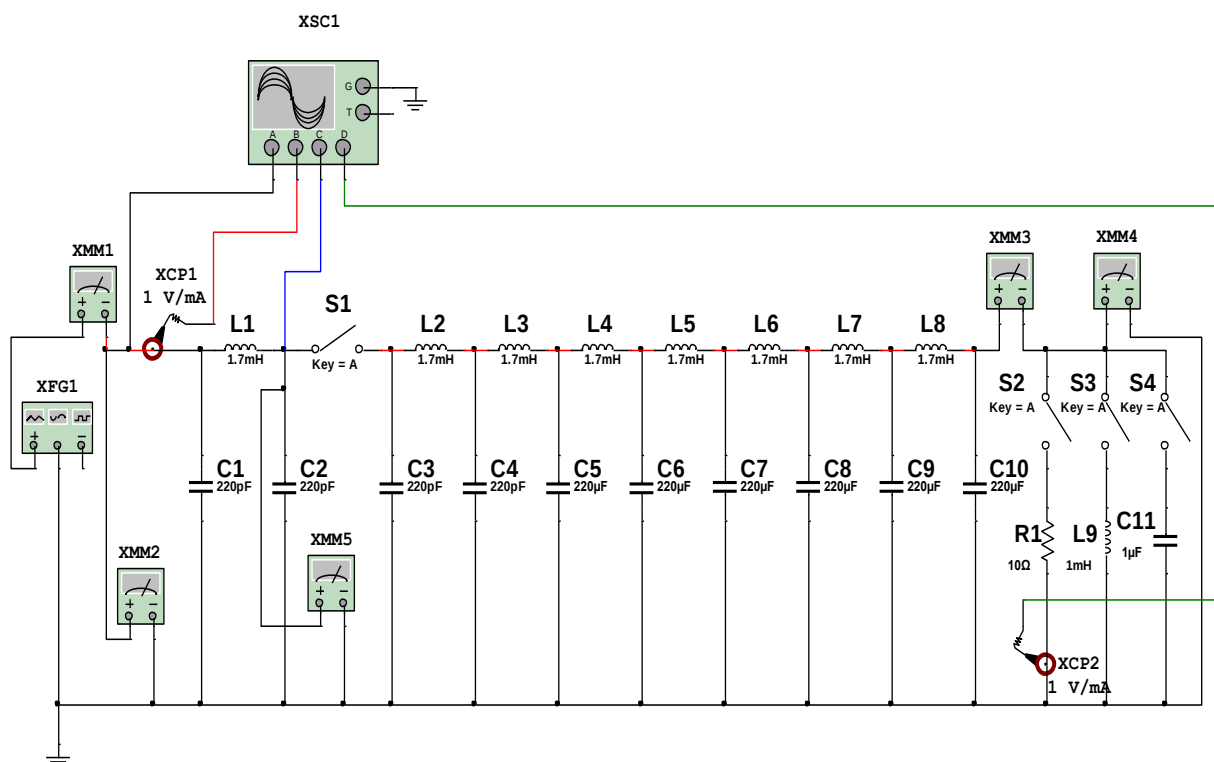
1. Bir jinsli uzun tarmoqni to'rt qutblik modelida o'rganish virtual elektr zanjirini (15.1-rasm) yig'adi.

2. Virtual elektr zanjirda (15.1-rasm) funksional generatorning (XFG1) sinusoidal kuchlanish amplitudasini 50/V/, chastotasini 10/kGts/ va  $L=1.7/\text{mGn/}$  va  $C=220/\text{pF/}$  qiymatlarni o'rnatadi.

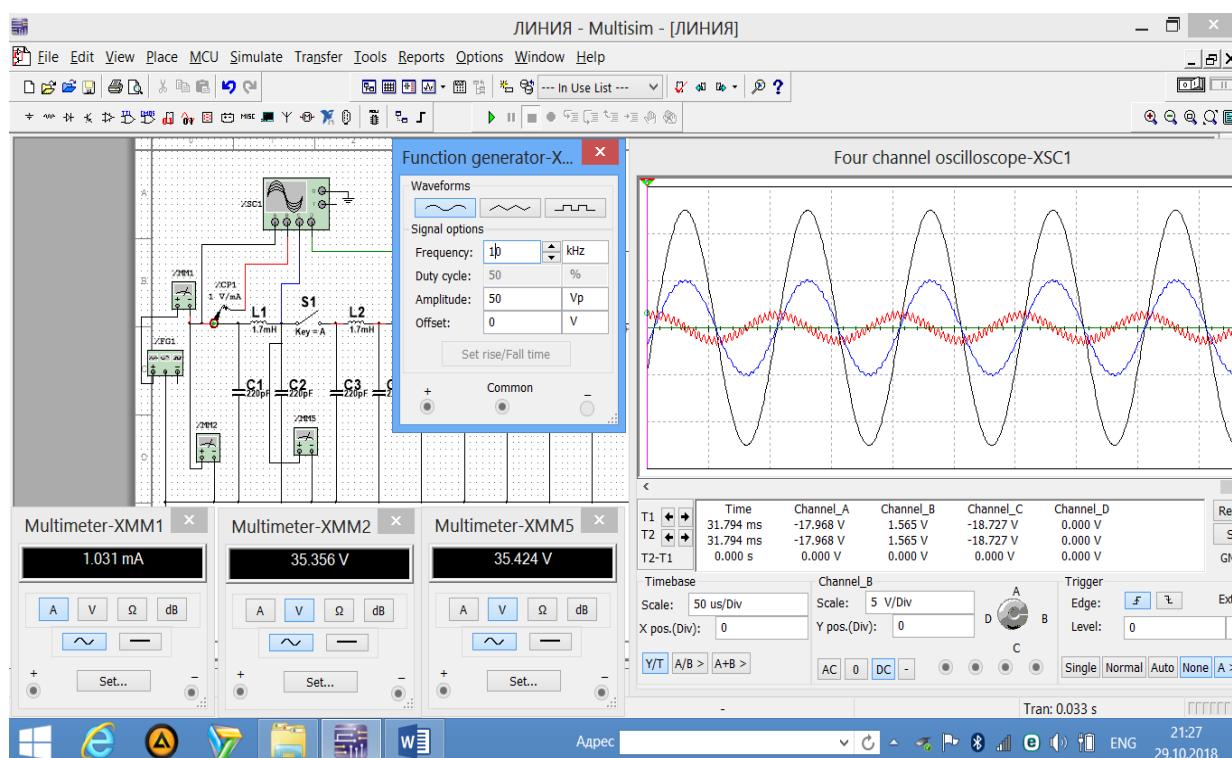
3. Bir jinsli uzun tarmoqning bir qismini simmetrik to'rt qutblik modelida salt ishlash jarayonida o'rganish uchun S1 kalitni uzadi va ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (15.2-rasm) ishga tushiradi.

4. Virtual multimetrlardagi (XMM1, XMM2, XMM5) tok va kuchlanishlar qiymatini 15.1-jadvalga yozadi va to'rt qutblikning tavsifiy qarshiligini ( $Z_c$ ) va faza koeffitsiyentini ( $b$ ) hisoblaydi.

5. XSC1 ossillografda tok (qizil rang) va kuchlanishlar (qora va ko'k ranglar) ossilogrammasini (15.2-rasm) kuzatadi.



15.1-rasm. Bir jinsli uzun tarmoqni to‘rt qutblik modelida o‘rganish virtual elektr zanjiri



15.2-rasm. Bir jinsli uzun tarmoqning bir qismini simmetrik to‘rt qutblik modelida salt ishlash jarayonida o‘rganish virtual elektr zanjiri modeli

## Bir jinsli uzun tarmoqni turli is'temolchilar ulanganda o'rganish

### a). Is'temolchi aktiv qarshilik

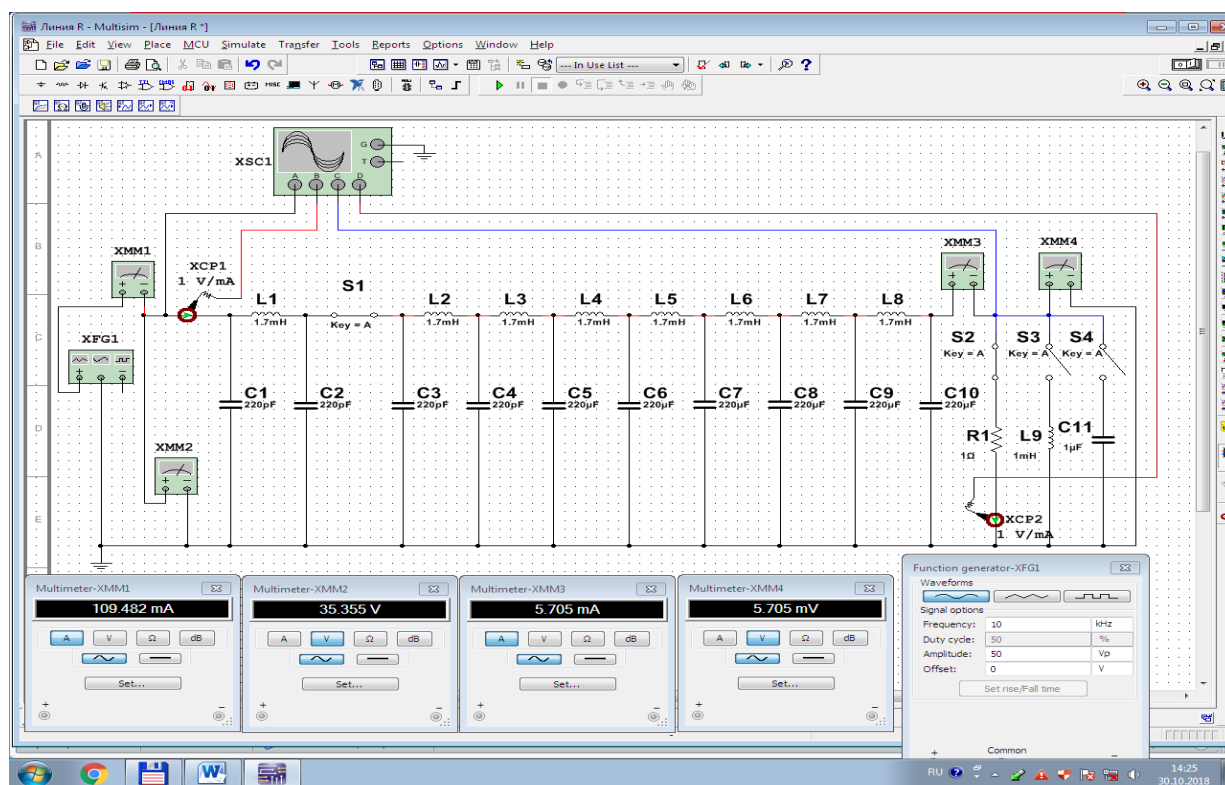
1. Virtual elektr zanjirda (15.1-rasm) S1 va S2 kalitlar ulangan va S3 va S4 kalitlar uzilgan holatda uzun tarmoqni aktiv qarshiligi  $R=1/\Omega m$ / is'temolchiga ulaydi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirni (15.3-rasm) ishga tushiradi.

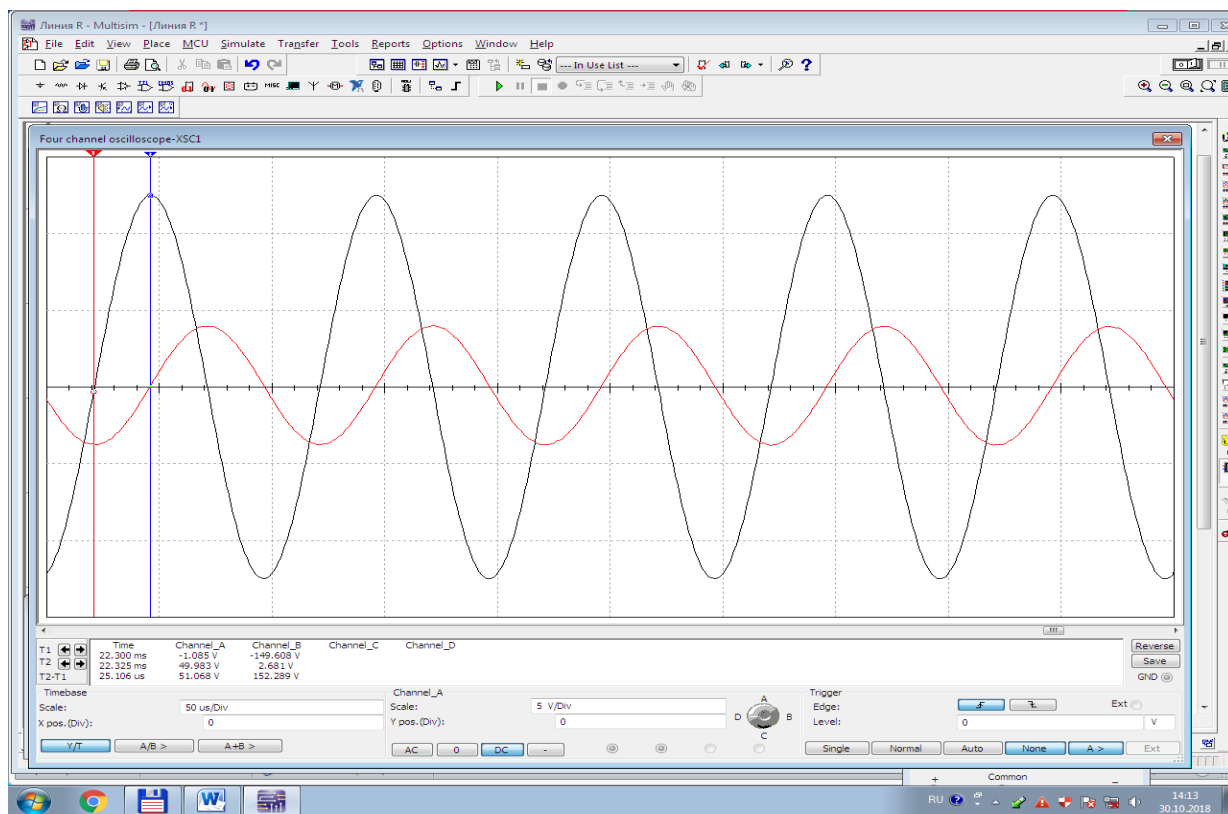
3. Uzun tarmoqning virtual multimetrlardagi kirish (XMM1, XMM2) va chiqish (XMM3, XMM4) toklari va kuchlanishlari qiymatini 15.1-jadvalga yozadi va tarmoqning to'liq qarshiligini ( $Z_0$ ), faza ko'effitsiyentini ( $\beta$ ) va uzunligini ( $l$ ) hisoblaydi.

4. XSC1 ossillografda uzun tarmoqning kirishdagi (15.3a-rasm) va chiqishdagi (15.3b-rasm) kuchlanishlar va toklar ossillogrammasini kuzatadi hamda tarmoq bo'ylab kuchlanishning taqsimlanishida is'temolchining ta'sirini o'rganadi.

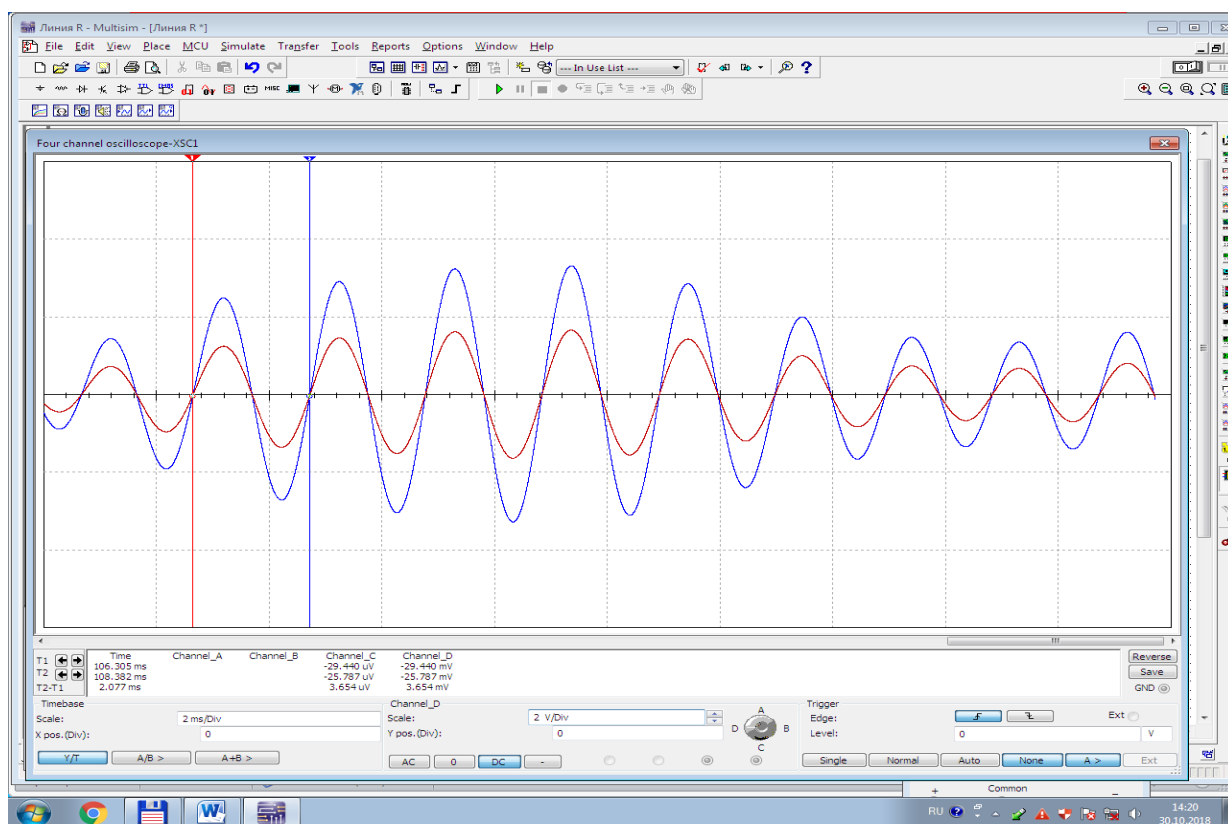
5. Aktiv ( $R=1/\Omega m$ ) is'temolchida uzun tarmoq bo'ylab kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati va boshlang'ich fazasining taqsimlanish diagrammasini quradi.



15.3-rasm. Bir jinsli uzun tarmoqqa aktiv qarshilik is'temolchi ulangan virtual elektr zanjiri modeli



15.3a-rasm. Kirishdagi kuchlanish (qora) va tok (qizil) ossillogrammasi



15.3b-rasm. Chiqishdagi kuchlanish (ko'k) va tok (qizil) ossillogrammasi

## b). Is'temolchi induktiv qarshilik

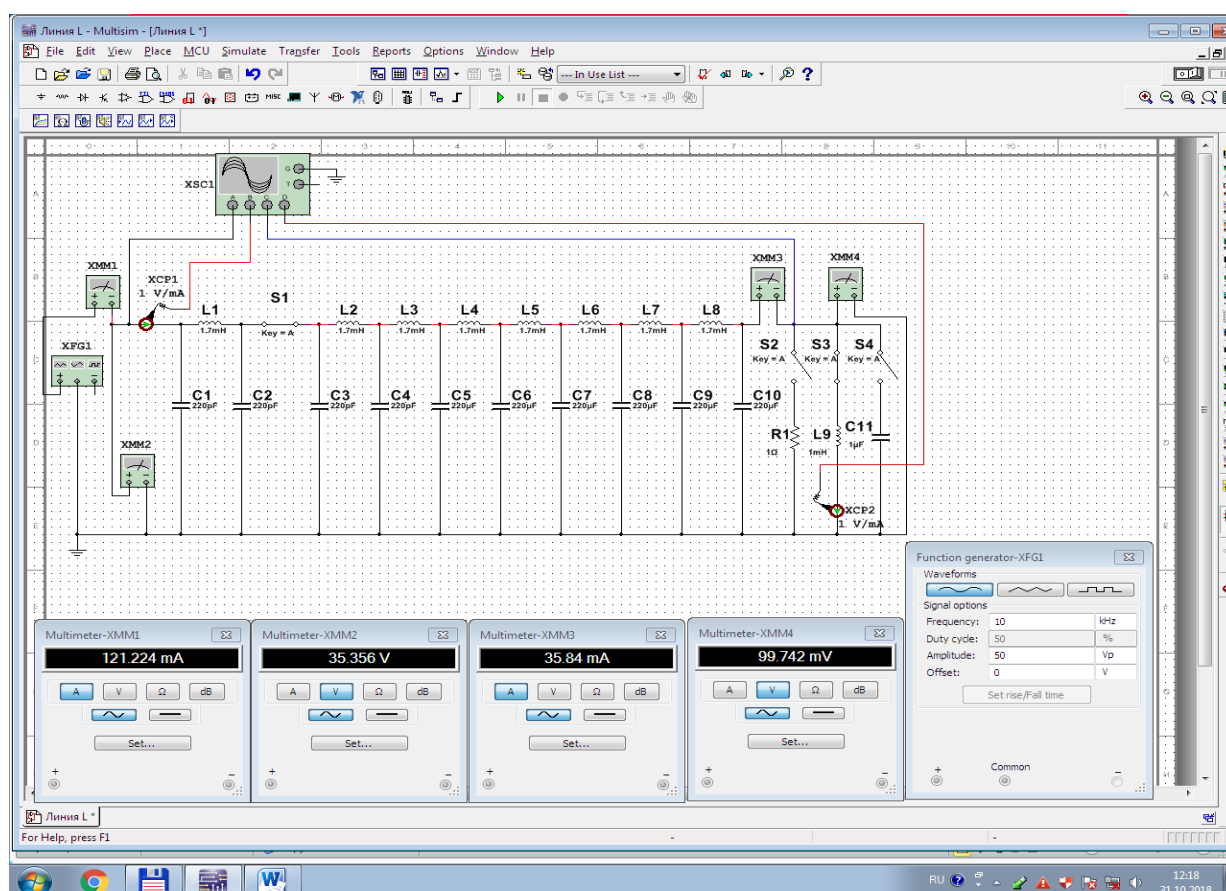
1. Virtual elektr zanjirda (15.1-rasm) S1 va S3 kalitlar ulangan va S2 va S4 kalitlar uzilgan holatda uzun tarmoqni induktivligi  $L=1\text{mH}$ /is'temolchiga ulaydi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirni (15.4-rasm) ishga tushiradi.

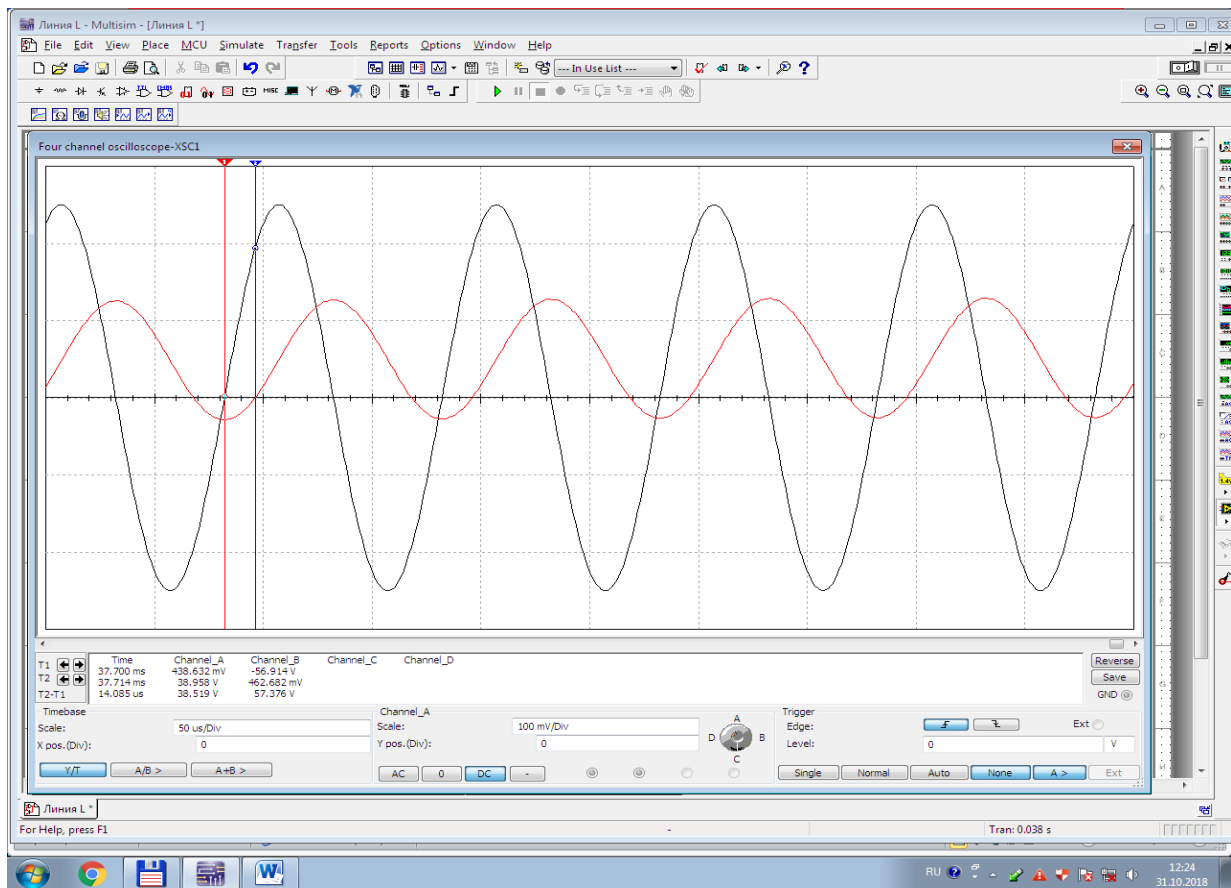
3. Uzun tarmoqning virtual multimetrlardagi kirish (XMM1, XMM2) va chiqish (XMM3, XMM4) toklari va kuchlanishlari qiymatini 15.1-jadvalga yozadi va tarmoqning to'liq qarshiligini ( $Z_0$ ), faza koeffitsiyentini ( $\beta$ ) va uzunligini ( $l$ ) hisoblaydi.

4. XSC1 ossillografda uzun tarmoqning kirishdagi (15.4a-rasm) va chiqishdagi (15.4b-rasm) kuchlanishlar va toklar ossillogrammasini kuzatadi hamda tarmoq bo'ylab kuchlanishning taqsimlanishida is'temolchining tasirini o'rganadi.

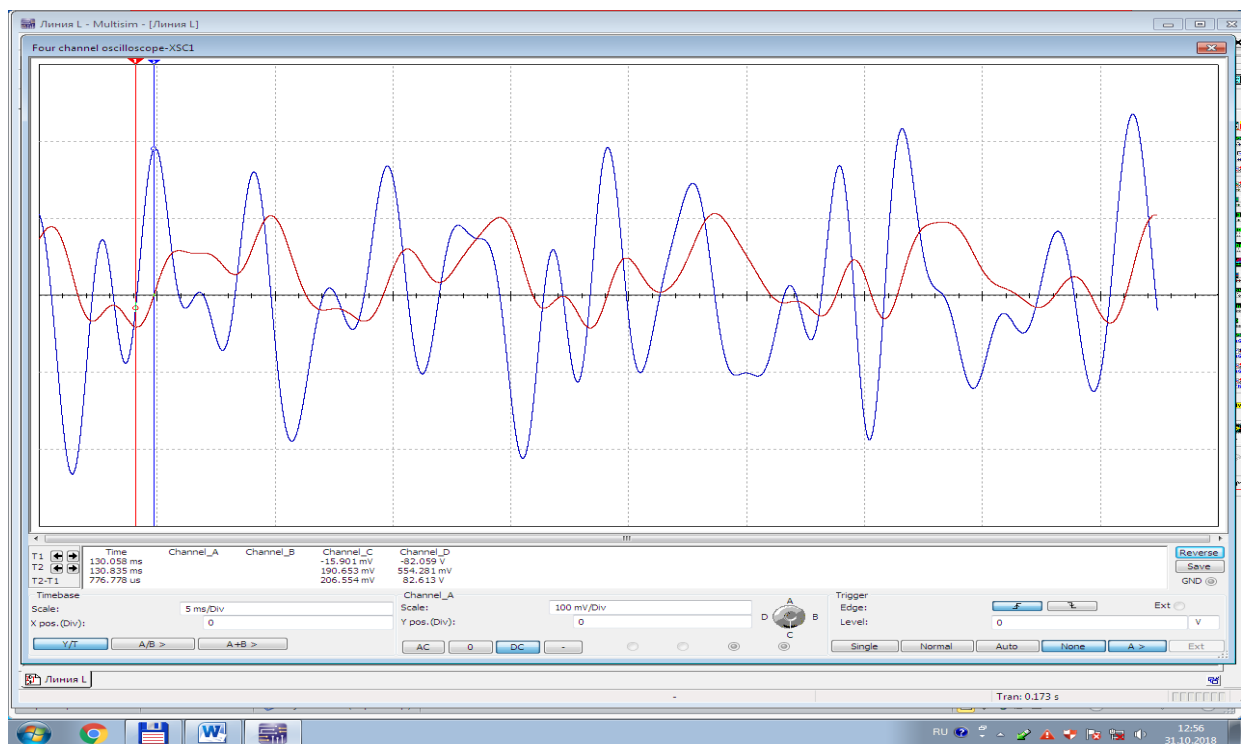
5. Reaktiv ( $L=1\text{mH}$ ) is'temolchida uzun tarmoq bo'ylab kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati va boshlang'ich fazasining taqsimlanish diagrammasini quradi.



15.4-rasm. Bir jinsli uzun tarmoqqa induktiv qarshilik is'temolchi ulangan virtual elektr zanjiri modeli



15.4a-rasm. Kirishdagi kuchlanish (qora) va tok (qizil) ossillogrammasi



15.4b-rasm. Chiqishdagi kuchlanish (ko'k) va tok (qizil) ossillogrammasi

### v). Is'temolchi sig'im qarshilik

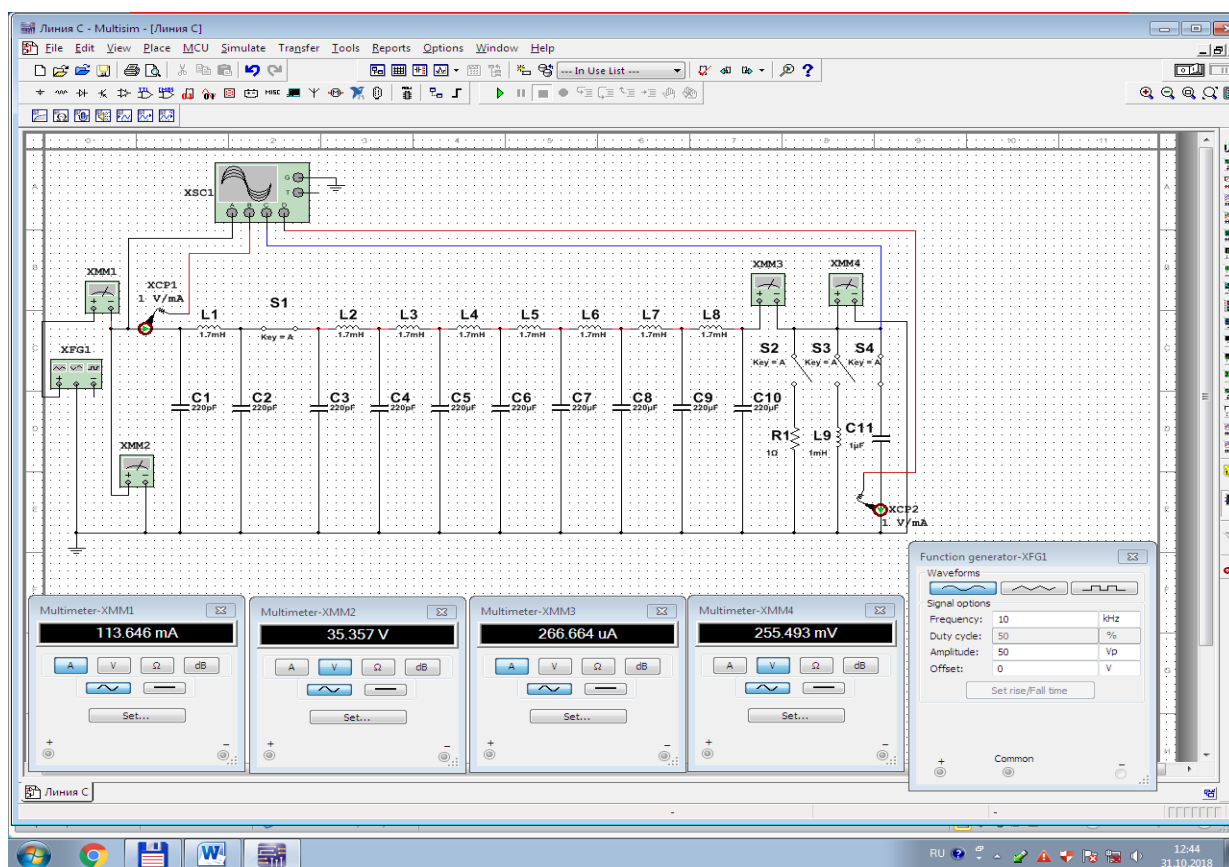
1. Virtual elektr zanjirda (15.1-rasm) S1 va S4 kalitlar ulangan va S2 va S3 kalitlar uzilgan holatda uzun tarmoqni sig'imi  $C=1/\text{mkF/}$  is'temolchiga ulaydi.

2. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib virtual elektr zanjirni (15.5-rasm) ishga tushiradi.

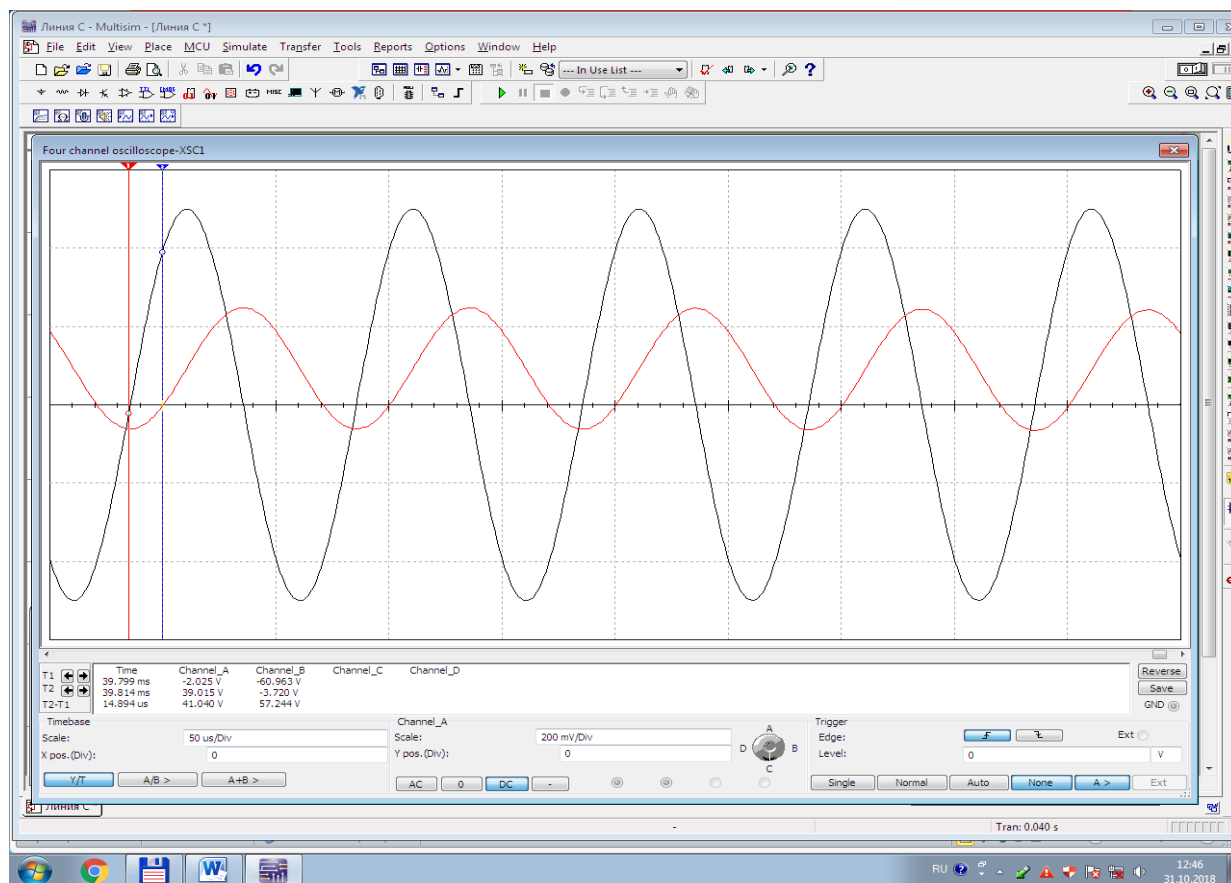
3. Uzun tarmoqning virtual multimetrlardagi kirish (XMM1, XMM2) va chiqish (XMM3, XMM4) toklari va kuchlanishlari qiymatini 15.1-jadvalga yozadi va tarmoqning to'liq qarshiligini ( $Z_0$ ), faza ko'effitsiyentini ( $\beta$ ) va uzunligini ( $l$ ) hisoblaydi.

4. XSC1 ossillografda uzun tarmoqning kirishdagi (15.5a-rasm) va chiqishdagi (15.5b-rasm) kuchlanishlar va toklar ossillogrammasini kuzatadi hamda tarmoq bo'ylab kuchlanishning taqsimlanishida is'temolchining tasirini o'rganadi.

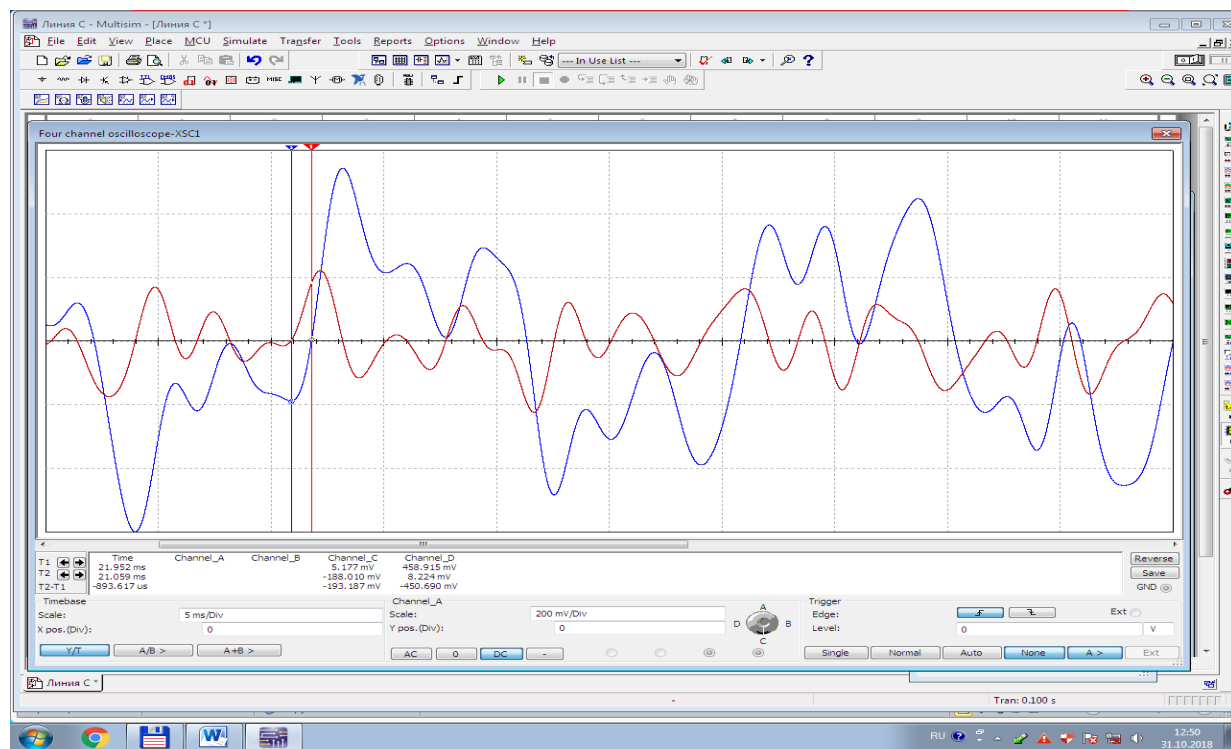
5. Reaktiv ( $C=1/\text{mkF/}$ ) iste'molchida uzun tarmoq bo'ylab kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati va boshlang'ich fazasining taqsimlanish diagrammasini quradi.



15.5-rasm. Bir jinsli uzun tarmoqqa sig'im qarshilik is'temolchi ulangan virtual elektr zanjiri modeli



15.5a-rasm. Kirishdagi kuchlanish (qora) va tok (qizil) ossillogrammasi



15.5b-rasm. Chiqishdagi kuchlanish (ko'k) va tok (qizil) ossillogrammasi

| Iste'molchi turi               | O'lchashlar |       |       |       | Hisoblashlar      |     |       |     |         |
|--------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------------------|-----|-------|-----|---------|
|                                | $U_1$       | $I_1$ | $U_2$ | $I_2$ | $\underline{Z}_c$ | $b$ | $Z_0$ | $l$ | $\beta$ |
|                                | V           | A     | V     | A     | Om                | -   | Om    | m   | -       |
| Salt ishlash                   |             |       |       |       |                   |     |       |     |         |
| Iste'molchi aktiv qarshilik    |             |       |       |       |                   |     |       |     |         |
| Iste'molchi induktiv qarshilik |             |       |       |       |                   |     |       |     |         |
| Iste'molchi sig'm qarshilik    |             |       |       |       |                   |     |       |     |         |

### Nazorat savollari

1. Taqsimlangan parametrlil elektr zanjirlarga misol keltiring.
2. Bir jinsli isrofsiz uzun tarmoq nima?
3. Bir jinsli uzun tarmoqning qaysi parametrlari hisoblanadi?
4. Uzun tarmoqqa ulangan turli is'temolchilarning tarmoq bo'ylab kuchlanishning taqsimlanishiga ta'sirini tushuntiring.
5. Uzun tarmoq bo'ylab kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati va boshlang'ich fazasining taqsimlanish diagrammasidan is'temolchining turi qanday aniqlanadi?

## 16-LABORATORIYA ISHI

### KUCHLANISHLAR FERROREZONANSI

#### Ishning maqsadi

1. Elektr zanjirlarida ferreazonans hodisasini o'rganish.
2. Chiziqli o'zgaruvchan qarshilik, nochiziqli induktiv g'altak va chiziqli sig'im ketma-ket ulangan elektr zanjirida kuchlanishlar ferreazonansini tajribada o'rganish.
3. Kuchlanishlar ferreazonansida asosiy parametrlarni aniqlash.

4. Kuchlanishlar ferreazonansining Volt-Amper tavsifini (VAT) va vektor diagrammasini qurish.

5. Kuchlanishlar ferreazonansida kuchlanish va toklar ossillogrammasini kuzatish.

### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

### **Nochiziqli induktiv g'altakning Volt-Amper tavsifini o'rganish**

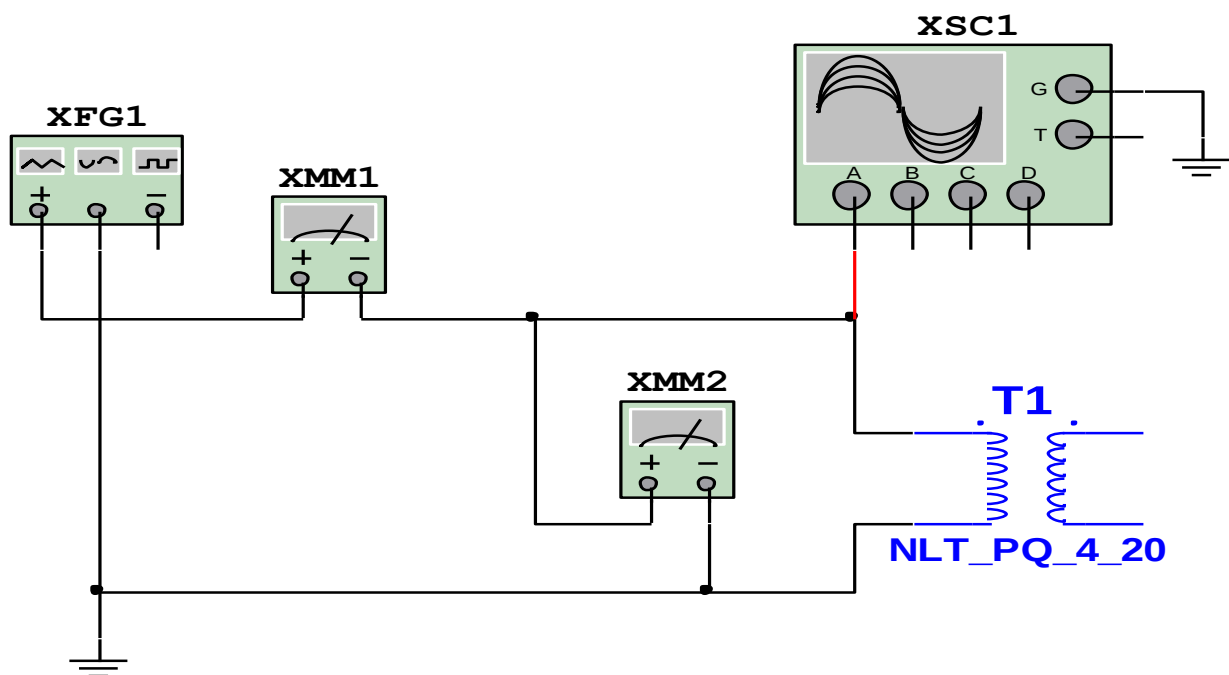
1. Nochiziqli induktiv g'altakning (NLT\_PQ\_4\_20) chulg'ami funksional generatorning (XFG1) sinusoidal kuchlanishiga ulangan virtual elektr zanjirini (16.1-rasm) yig'adi. Toklar va kuchlanishlar qiymatini o'lchash va ossillogrammasini kuzatish uchun virtual o'lchov (XMM1, XMM2) va kuzatuv (XSC1) asboblari ulaydi.

2. Nochiziqli induktiv g'altakni ochadi va Value, keyingida Edit Model oynalariga kirib uning parametrlarini (16.2-rasmda Edit Model oynasi) o'rnatadi.

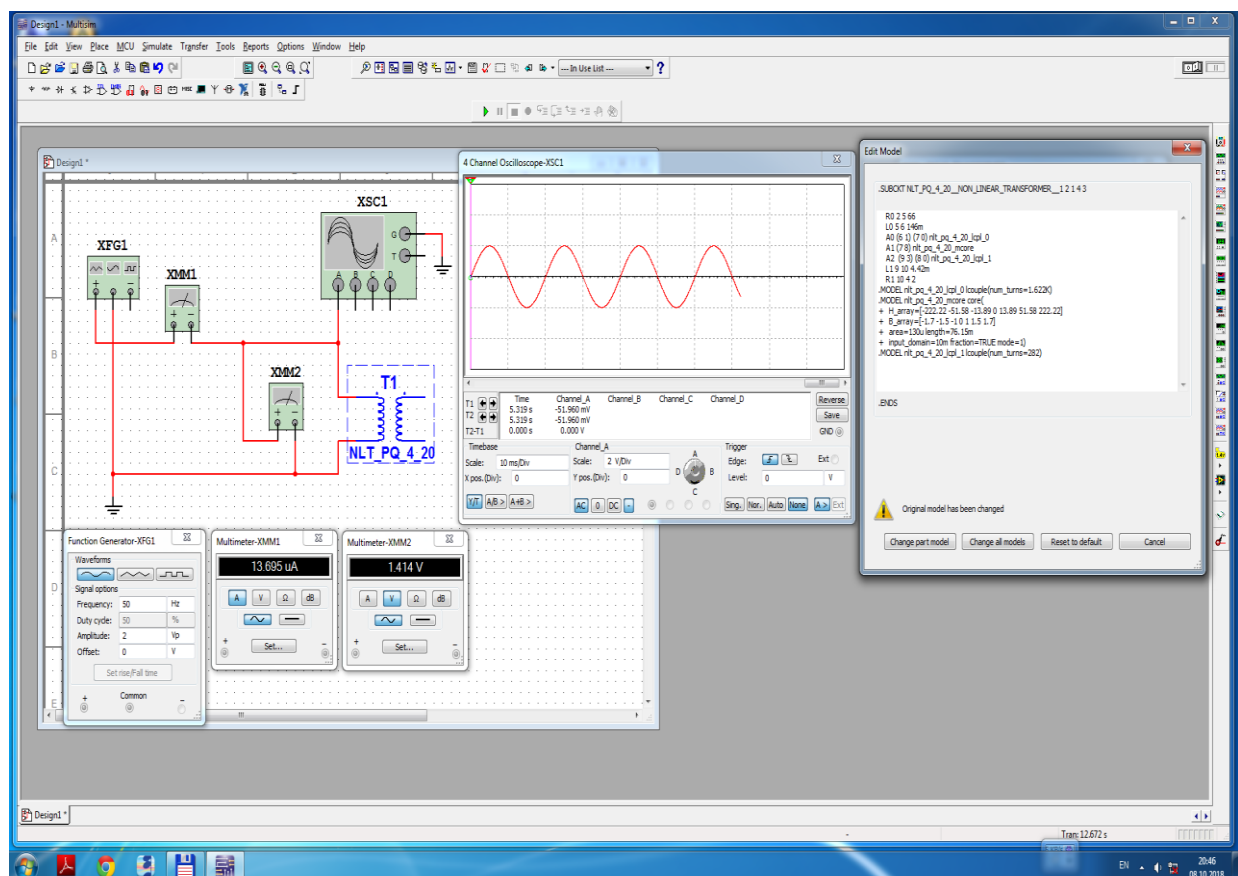
3. Funksional generatorga sinusoidal kuchlanish amplitudasi  $2/B/$  va chastotasi  $50/Gts/$  qiymatlarni kiritadi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (16.2-rasm) ishga tushiradi va generatorning kuchlanishini  $2/B/$  dan  $180/B/$  gacha silliq oshirib boradi hamda o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 16.1-jadvalga yozadi. So'ngra o'lchangan qiymatlardan nochiziqli induktiv g'altakning VATni quradi.

5. Ossillografda kuchlanish va tokning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



16.1-rasm. Nochiziqli induktiv g'altakning Volt-Amper tavsifini o'rganish virtual elektr zanjiri



16.2-rasm. Nochiziqli induktiv g'altakning Volt-Amper tavsifini o'rganish virtual elektr zanjiri modeli

## Kuchlanishlar ferreazonansini o'rganish

1. Chiziqli o'zgarmas qarshlik, nochiziqli induktiv g'altak va chiziqli o'zgaruvchan sig'im ketma-ket ulangan virtual elektr zanjirini (16.3-rasm) yig'di. Toklar va kuchlanishlar qiymatini o'lchash va ossillogrammasini kuzatish uchun virtual o'lchov (XMM1, XMM2, XMM3 XMM4) va kuzatuv (XSC1,XCP1) asboblari ulaydi.

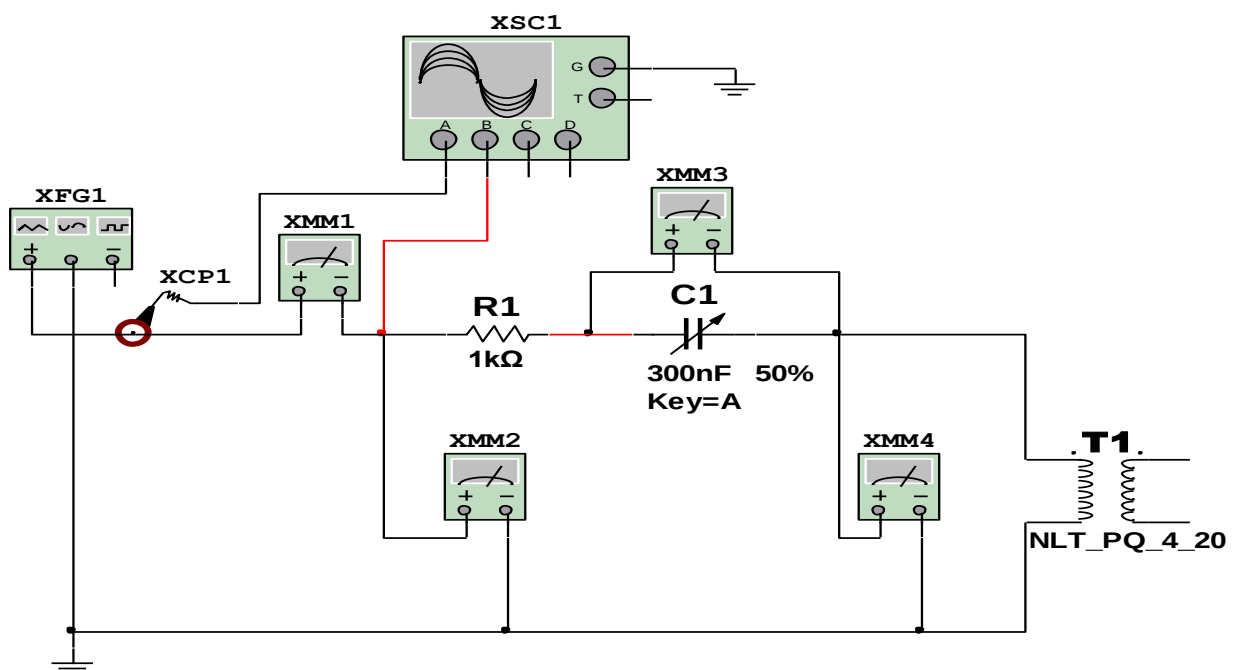
2. Funktsional generatorga sinusoidal kuchlasnish amplitudasi  $2/B/$  va chastotasi  $50/Gts/$  qiymatlarni kiritadi.

3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (16.4-rasm) ishga tushiradi va generatorning kuchlasnishini  $2/B/$  dan  $100/B/$  gacha silliq oshirib borib, tokning qiymati sakrab o'zgarib o'shganiga to'g'ri keladigan kuchlanish qiymatini aniqlaydi. O'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 16.2-jadvalga yozadi.

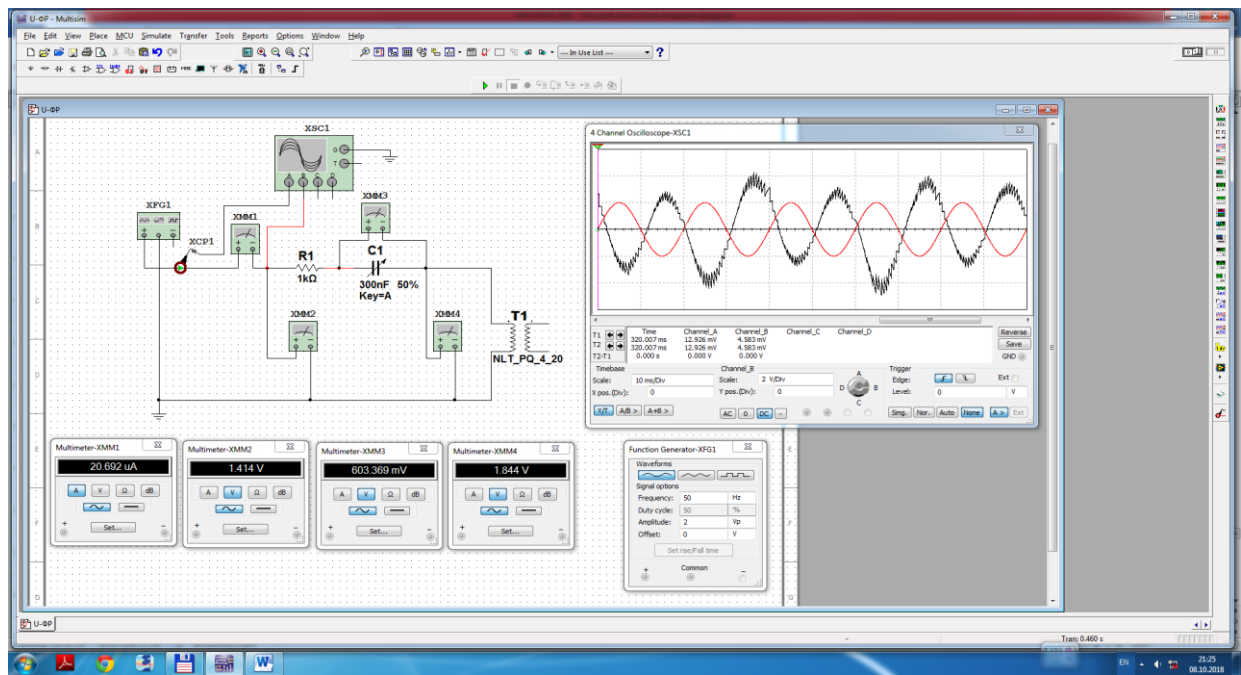
4. Keyingida, generatorning kuchlasnishini  $100/B/$  dan  $2/B/$  gacha silliq pasaytirib borib, tokning qiymati sakrab o'zgarib pasayganiga to'g'ri keladigan kuchlasnish qiymatini aniqlaydi. O'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 16.2-jadvalga yozadi.

5. So'ngra o'lchangan qiymatlardan ferreazonansning VATni quradi, tahlil qiladi (trigger effekti) va asosiy parametrlarni aniqlaydi.

6. Ossillografda kuchlanish va tokning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



16.3-rasm. Kuchlanishlar ferreazonansini o'rganish virtual elektr zanjiri



16.4-rasm. Kuchlanishlar ferrezonansini o‘rganish virtual elektr zanjiri modeli

16.1-jadval

|      |   |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Ung‘ | V |  |  |  |  |  |  |  |
| I    | A |  |  |  |  |  |  |  |

16.2-jadval

| Ish jarayoni                                           | O‘lchash | U   | I | Uc | Ung‘ |
|--------------------------------------------------------|----------|-----|---|----|------|
|                                                        |          | V   | A | V  | V    |
| Funksional generator kuchlanishini oshirib borganda    | 1        | 2   |   |    |      |
|                                                        | 2        |     |   |    |      |
|                                                        | 3        |     |   |    |      |
|                                                        | -        |     |   |    |      |
|                                                        | -        |     |   |    |      |
|                                                        | 14       | 100 |   |    |      |
| Funksional generator kuchlanishini pasaytirib borganda | 1        | 100 |   |    |      |
|                                                        | 2        |     |   |    |      |
|                                                        | 3        |     |   |    |      |
|                                                        | -        |     |   |    |      |
|                                                        | -        |     |   |    |      |
|                                                        | 14       | 2   |   |    |      |

## **Nazorat savollari**

1. Elektr zanjirlarda ferreazonans jarayonini tushuntiring.
2. Elektr zanjirida kuchlanishlar ferreazonansi qaysi shartlarda hosil bo'ladi?
3. Trigger effektini tushuntiring.
4. Kuchlanishlar ferreazonansining BATni tushuntiring.
5. Kuchlanishlar ferreazonansida qaysi parametrlar aniqlanadi?
6. Kuchlanishlar ferreazonansining amaliy ahamiyati nimada?

## **17-LABORATORIYA ISHI**

### **TOKLAR FERREAZONANSI**

#### **Ishning maqsadi**

1. Elektr zanjirlarida ferreazonans hodisasini o'rganish.
2. Nochiziqli induktiv g'altak va chiziqli sig'im parallel ulangan elektr zanjirlarda toklar ferreazonansini tajribada o'rganish.
3. Toklar ferreazonansida asosiy parametrlarni aniqlash.
4. Toklar ferreazonansining Volt-Amper tavsifini (VAT) va vektor diagrammasini qurish.
5. Toklar ferreazonansida kuchlanish va toklar ossillogrammasini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

## Nochiziqli induktiv g'altakning Volt-Amper tavsifini o'rganish

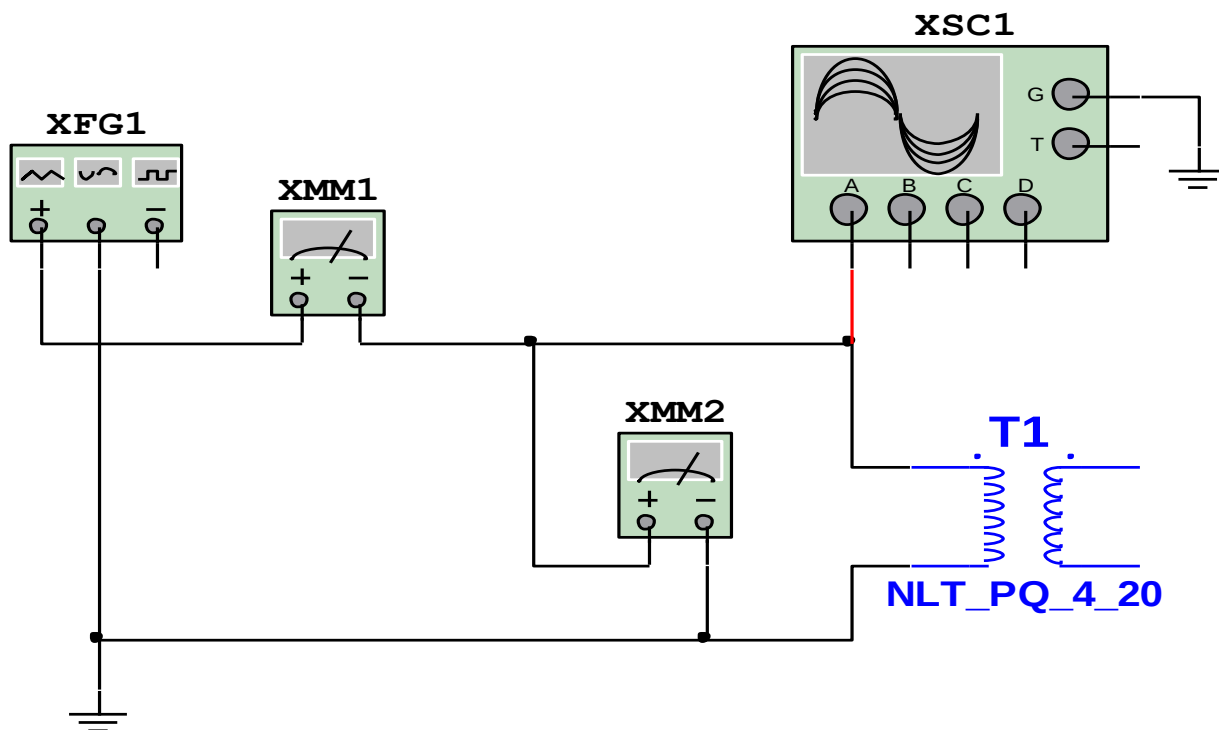
1. Nochiziqli induktiv g'altakning (NLT\_PQ\_4\_20) chulg'ami funksional generatorning (XFG1) sinusoidal kuchlanishiga ulangan virtual elektr zanjirini (17.1-rasm) yig'adi. Toklar va kuchlanishlar qiymatini o'lchash va ossillogrammasini kuzatish uchun virtual o'lchov (XMM1, XMM2) va kuzatuv (XSC1) asboblari ulaydi.

2. Nochiziqli induktiv g'altakni ochadi va Value, keyingida Edit Model oynalariga kirib uning parametrlarini (17.2-rasmda Edit Model oynasi) o'rnatadi.

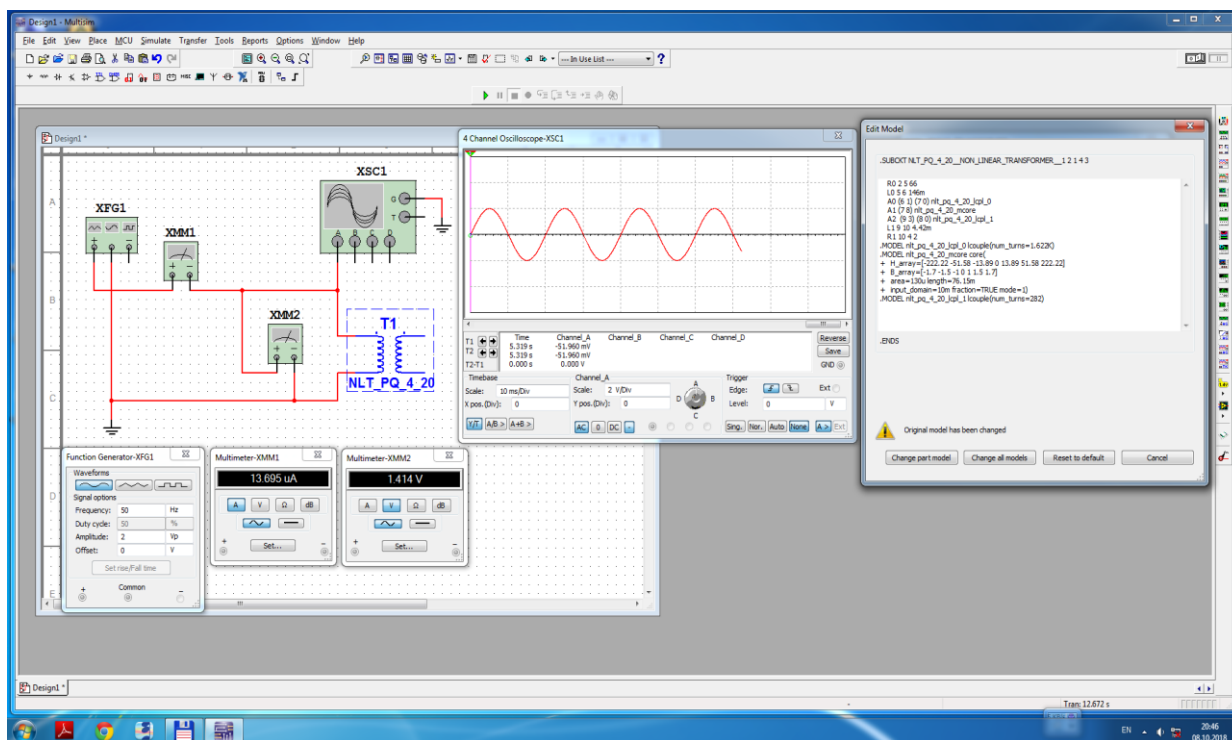
3. Funksional generatorga sinusoidal kuchlanish amplitudasi 2/B/ va chastotasi 50/Gts/ qiymatlarni kiritadi.

4. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (17.2-rasm) ishga tushiradi va generatorning kuchlanishini 2/B/ dan 180/B/ gacha silliq oshirib boradi hamda o'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 17.1-jadvalga yozadi. So'ngra o'lchangan qiymatlardan nochiziqli induktiv g'altakning VATni quradi.

5. Ossillografda kuchlanish va tokning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



17.1-rasm. Nochiziqli induktiv g'altakning Volt-Amper tavsifini o'rganish virtual elektr zanjiri



17.2-rasm. Nochiziqli induktiv g'altakning Volt-Amper tavsifini o'rganish virtual elektr zanjiri modeli

### Toklar ferreazonansini o'rganish

1. Chiziqli o'zgaruvchan qarshlik ketma-ket va nochiziqli induktiv g'altak va chiziqli o'zgaruvchan sig'im parallel ulangan virtual elektr zanjirini (17.3-rasm) yig'di. Toklar va kuchlanishlar qiymatini o'lchash va ossillogrammasini kuzatish uchun virtual o'lchov (XMM1, XMM2, XMM3, XMM4) va kuzatuv (XSC1, XCP1) asboblari ulaydi.

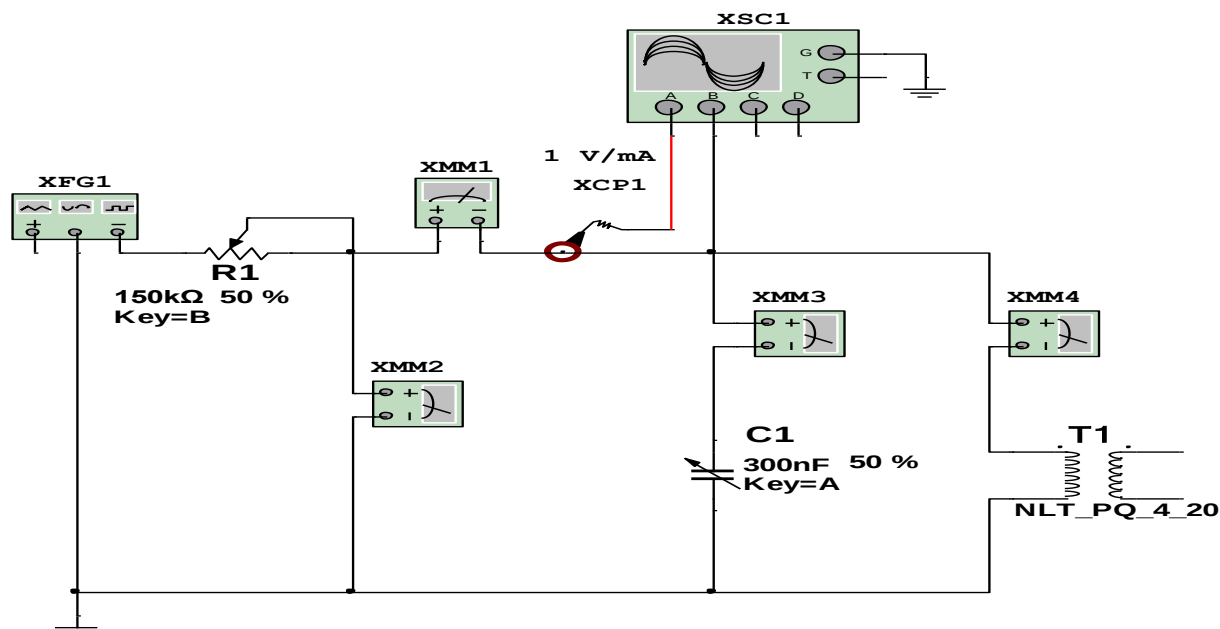
2. Funktsional generatorga sinusoidal kuchlashtirish amplitudasi 150/B/ va chastotasi 50/Gts/ qiymatlarni kiritadi. O'zgaruvchan qarshlikni ochadi va Value, keyingida Increment oynalariga kirib qarshlik qiymatining o'zgarish odimini 1% ga (17.3-rasm Key=B) o'rnatadi.

3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (17.4-rasm) ishga tushiradi va chiziqli o'zgaruvchan qarshilikning qiymatini silliq pasaytirib borib, kuchlanishning qiymati sakrab o'zgarib oshganiga to'g'ri keladigan tok qiymatini aniqlaydi. O'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 17.2-jadvalga yozadi.

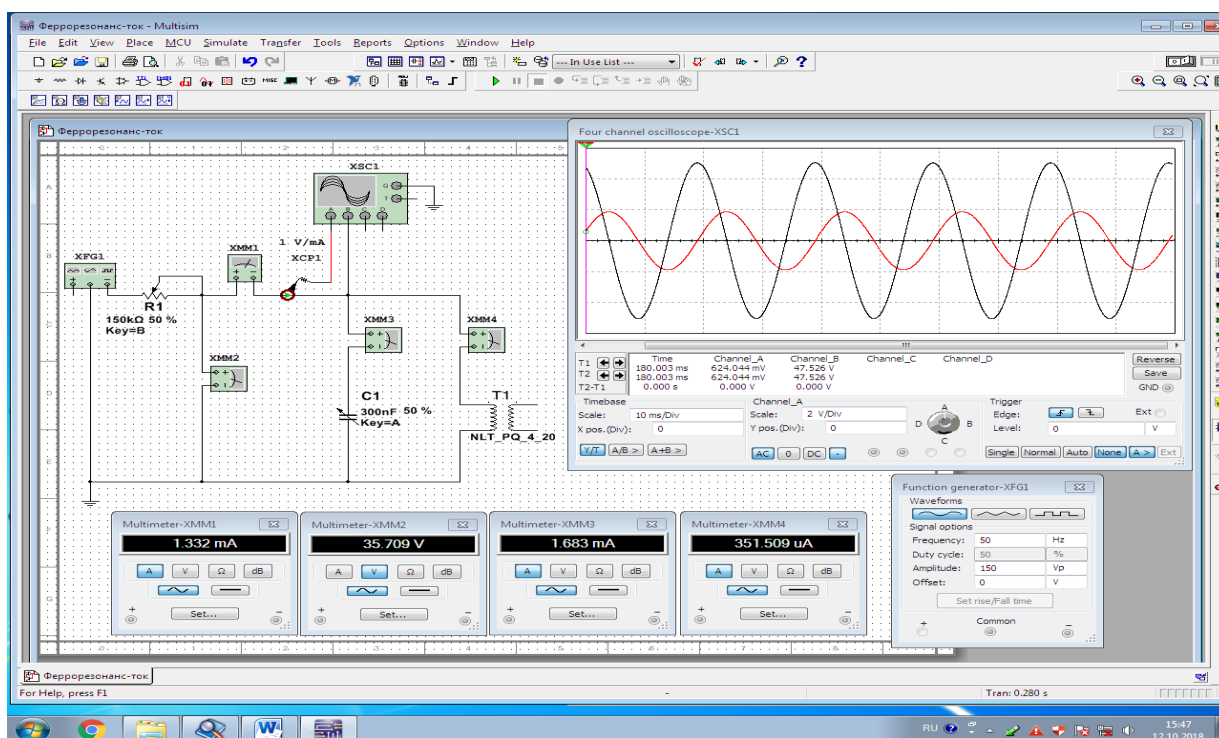
4. Keyingida, chiziqli o'zgaruvchan qarshilikning qiymatini silliq oshirib borib, kuchlanishning qiymati sakrab o'zgarib pasayganiga to'g'ri keladigan tok qiymatini aniqlaydi. O'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar qiymatini 17.2-jadvalga yozadi.

5. Soʻngra oʻlchangan qiymatlardan ferreazonansning VATni quradi, tahlil qiladi va asosiy parametrlarni aniqlaydi.

6. Ossillografda kuchlanish va tokning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



17.3-rasm. Toklar ferreazonansini oʻrganish virtual elektr zanjiri



17.4-rasm. Toklar ferreazonansini oʻrganish virtual elektr zanjiri modeli

17.1-jadval

|      |   |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Ung' | V |  |  |  |  |  |  |  |
| I    | A |  |  |  |  |  |  |  |

17.2-jadval

| Ish jarayoni                                         | O'lchash | R <sub>1</sub> | U | I | I <sub>c</sub> | Ing' |
|------------------------------------------------------|----------|----------------|---|---|----------------|------|
|                                                      |          | %              | V | A | V              | V    |
| O'zgaruvchan qarshilik qiymatini pasaytirib borganda | 1        | 100            |   |   |                |      |
|                                                      | 2        |                |   |   |                |      |
|                                                      | 3        |                |   |   |                |      |
|                                                      | -        |                |   |   |                |      |
|                                                      | -        |                |   |   |                |      |
|                                                      | 14       | 1              |   |   |                |      |
| O'zgaruvchan qarshilik qiymatini oshirib borganda    | 1        | 1              |   |   |                |      |
|                                                      | 2        |                |   |   |                |      |
|                                                      | 3        |                |   |   |                |      |
|                                                      | -        |                |   |   |                |      |
|                                                      | -        |                |   |   |                |      |
|                                                      | 14       | 100            |   |   |                |      |

### Nazorat savollari

1. Elektr zanjirlarda ferreazonans jarayonini tushuntiring.
2. Elektr zanjirida toklar ferreazonansi qaysi shartlarda hosil bo'ladi?
3. Toklar ferreazonansining BATni tushuntiring.
4. Toklar ferreazonansida qaysi parametrlar aniqlanadi?
5. Toklar ferreazonansining amaliy ahamiyati nimada?

## **18-LABORATORIYA ISHI**

### **FERROMAGNIT QUVVAT KUCHAYTIRGICH**

#### **Ishning maqsadi**

1. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichni tajribada tekshirish.
2. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichning ish jarayoni tavsiflarini qurish.
3. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichning parametrlarni aniqlash.
4. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichning kuchlanishlar va toklar ossillogrammasini kuzatish.

#### **Ishga oid nazariy tushunchalar**

Talabalar laboratoriya ishiga oid nazariy tushunchalarni mundarijada keltirilgan adabiyotlardan o'zlashtiradi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

O'qituvchining topshirigiga binoan talaba laboratoriya ishini quyidagi tartibda bajaradi: - Kompyuter monitorida «NI MS 14» dasturining «Bosh oynasi»ni ochadi (1-rasm).

#### **Ferromagnit quvvat kuchaytirgichni tajribada organish**

1. Nochiziqli induktiv g'altaklarni T1(NLT\_PQ\_4\_20) va T2 (NLT\_PQ\_4\_20) ochadi va Value, keyingida Edit Model oynalariga kirib 18.1-jadvaldagi parametrlarini o'rnatadi.

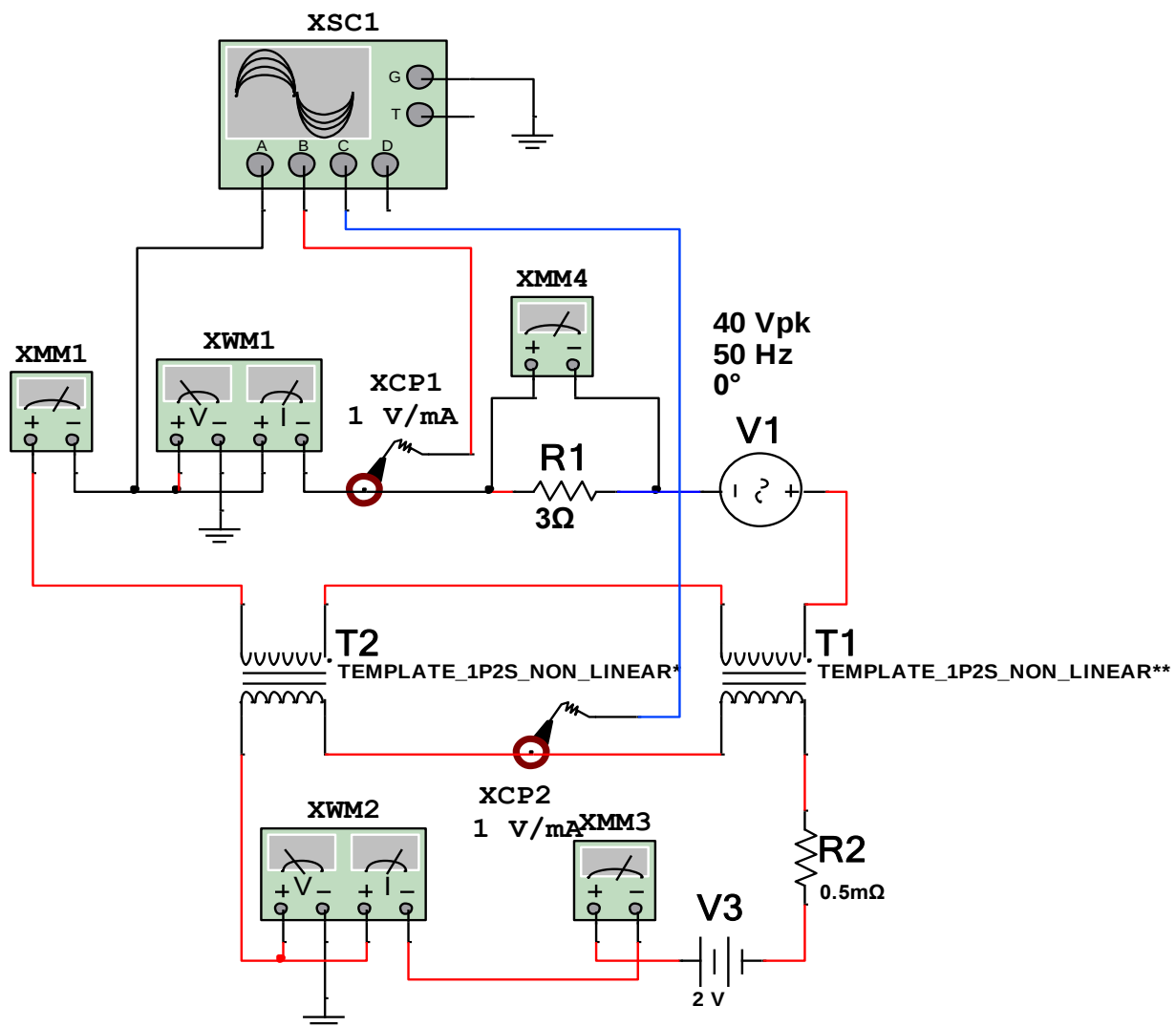
2. Nochiziqli induktiv g'altaklarning o'zaro mos ketma-ket ulangan birlamchi chulg'amlari R1 qarshilik orqali sinusoidal kuchlasnish manbaiga (V1) va o'zaro mos qarama-qarshi ulangan ikkilamchi chulg'amlari R2 qarshilik orqali o'zgarmas kuchlasnish manbaiga (V3) ulangan virtual elektr zanjirini yig'adi.

Toklar, kuchlanishlar va quvvatlar qiymatini o'lchash va ossillogrammasini kuzatish uchun virtual o'lchov (XMM1, XMM2, XMM3, XMM4, XWM1, XWM2) va kuzatuv (XSC1) asboblarni ulaydi (18.1-rasm).

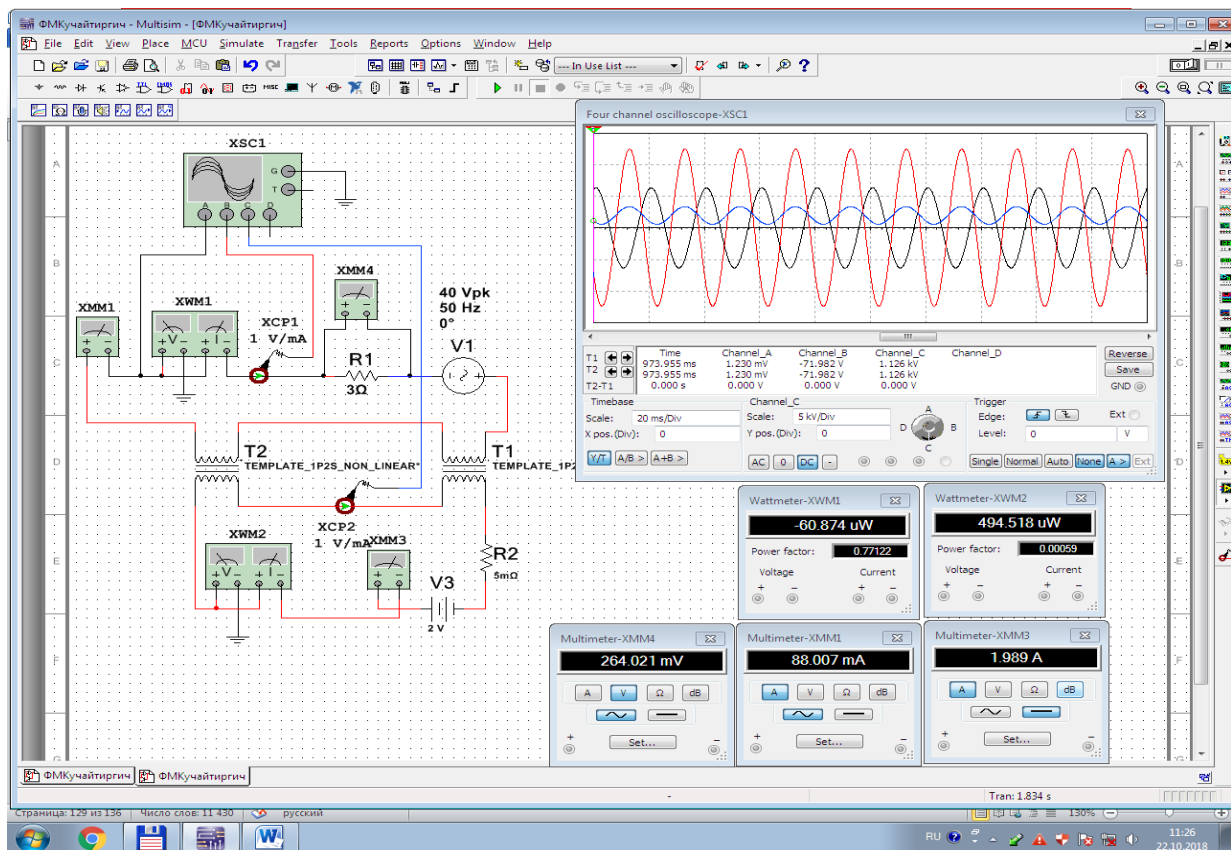
3. Ulash (1 raqami) tugmasini bosib elektr zanjirni (18.2-rasm) ishga tushiradi. R2 qarshilik qiymatini silliq oshirib borib, ikkilamchi chulg'am tokini boshqarish hisobiga birlamchi chulg'amning kuchlanishi va tokini oshiradi. Natijada, birlamchi chu'lg'amga ulangan R1 qarshilikda quvvat qiymatining (XWM1) oshishini kuzatadi. O'lchov asboblari ko'rsatgan kuchlanishlar va toklar va quvvatlar qiymatini 18.2-jadvalga yozadi.

4. O'lchangan qiymatlardan (18.2-jadval) ferromagnit quvvat kuchaytirgichning parametrlarini hisoblaydi va Volt-Amper-«Kirish-Chiqish» tavsiflarini quradi.

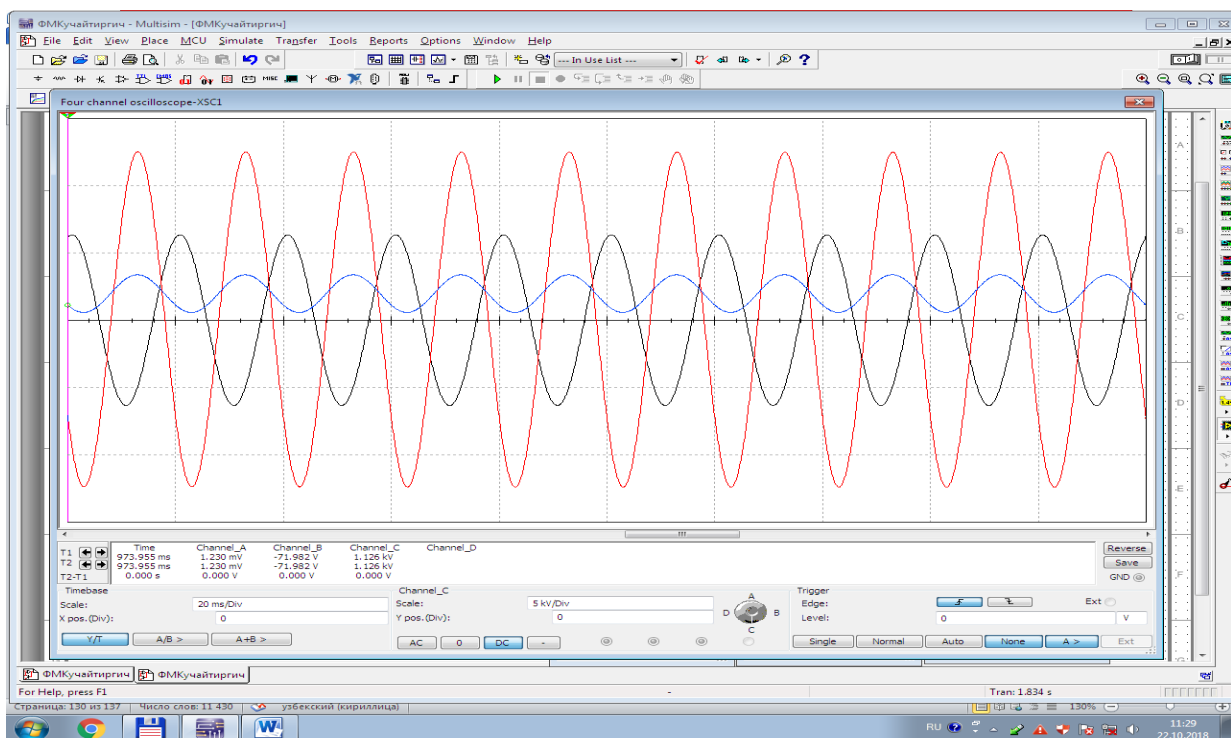
5. Ossillografda toklar va kuchlanishlarning tebranma harakat ossillogrammasini kuzatadi.



18.1-rasm. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichni o'rganish virtual elektr zanjiri



18.2-rasm. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichni o'rganish virtual elektr zanjiri modeli



18.3-rasm. Ferromagnit quvvat kuchaytirgichda kuchlanish va toklar ossillogrammasi

18.1-jadval

| №       | 1       | 2      | 3      | 4 | 5     | 6     | 7      |
|---------|---------|--------|--------|---|-------|-------|--------|
| H /A/M/ | -222,22 | -51,58 | -13,89 | 0 | 13,89 | 51,58 | 222,22 |
| B /ТЛ/  | -1,7    | -1,5   | -1     | 0 | 1     | 1,5   | 1,7    |

18.2-jadval

| O'lchashlar    |                 |                |                |                |                | Hisoblashlar    |                 |                 |          |           |                |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----------|----------------|
| I <sub>1</sub> | U <sub>R1</sub> | P <sub>1</sub> | I <sub>0</sub> | U <sub>0</sub> | P <sub>0</sub> | R <sub>st</sub> | X <sub>st</sub> | Z <sub>st</sub> | $\delta$ | $\varphi$ | K <sub>p</sub> |
| A              | V               | Vt             | A              | V              | Vt             | Om              | Om              | Om              | -        | gradus    | -              |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |
|                |                 |                |                |                |                |                 |                 |                 |          |           |                |

### Nazorat savollari

- 1.Elektr zanjirlarda quvvatni kuchaytirich jarayonini tushuntiring.
- 2.Ferromagnit quvvat kuchaytirgichning Volt-Amper-«Kirish-Chiqish tavsifini tushuntiring.
- 3.Ferromagnit quvvat kuchaytirgichning qaysi parametrlari hisoblanadi?
- 4.Quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti qiymati o'zgarishi qaysi parametrlarga bog'liq?

## **ADABIYOTLAR RO‘YXATI:**

### **Asosiy adabiyotlar**

1. Каримов А.С., Ибодуллаев М., Абдуллаев Б. Назарий электротехника. 1 қисм. Дарслик. “Фан ва технологиялар” нашриёти, -Тошкент: 2017.-296 б.
2. Демирчан К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. –СПб. Питер, 2003. -462 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник для вузов. - М.: Гардарики, 2006. -701 с.
4. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учебное пособие.-СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010.- 592 с.
5. Amirov S.F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. I-III qismlar.–Toshkent: 2007.- 426 b.
6. K.Charles, A.Matthew, N.O.Sadiku “Fundamentals of Electric Circuits” NEW YORK, 2014.-458 p.
7. John Bird. “Electrical and Electronic Principles and Technology” LONDON AND NEW YORK, 2014.-455 p.
8. Под редакцией В.М.Геворкяна. Лабораторный практикум по курсу “Теоретические основы электротехники” Ч.2.-М.: Знак, 2000.- 130 с.
9. Begmatov Sh.E., Abidov Q.G‘. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar.–Toshkent: TDTU, 2013.-72 б.
10. Begmatov Sh.E.«Elektrotexnika va elektronika» fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy qo‘llanma.–Toshkent: TDTU, 2018.-115б.

### **Qo‘shimcha adabiyotlar**

1. Хернитер Марк.Е. Multisim 7\*: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. Перевод с англ. Осипов А.И. М.: Издательский дом ДМК пресс, 2006.

2. Alimxodjayev K.T., Abdullayev B.A., Ibodullayev M.I., Abidov Q.G‘., Elektr texnikaning nazariy asoslari. 1-qism. Darslik. “Fan va texnologiyalar” nashiryoti, -Toshkent: 2015, 320 bet.

3. Музин Ю.М. Основы электротехники и электроники «Виртуальная электротехника», С-Пб, «Питер» 2010.

4. Степанов А.П.,и др. “Теоретические основы электротехники”. Учебное пособие для лабораторных занятий.-Иркутск: ИрГУПС, 2016.- 188 с.

### **Elektron resurslar**

1. [www.ni.com/multisim/](http://www.ni.com/multisim/)

2. Профессиональная и образовательная среда  
схемотехнического проектирования - [http://russia.ni.com/](http://russia.ni.com/multisim) multisim.

3. [knigi.km.ru](http://knigi.km.ru) › Vse projekt

## MUNDARIJA

|                                                                                                           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Kirish.....</b>                                                                                        | <b>3</b> |
| <b>1. Virtual laboratoriya ishlarini bajarish va hisobotini topshirish tartibi.....</b>                   | <b>4</b> |
| <b>2. 1 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| O‘zgaruvchan tokli kuchlanishga aktiv qarshilikni, induktiv g‘altakni va sig‘imni ulash.....              | 7        |
| <b>3. 2 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| O‘zgaruvchan tokli kuchlanishga energiya iste’molchilarini ketma-ket ulash.....                           | 14       |
| <b>4. 3 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| O‘zgaruvchan tokli kuchlanishga energiya iste’molchilarini parallel ulash.....                            | 20       |
| <b>5. 4 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| O‘zgaruvchan tokli kuchlanishga energiya iste’molchilarini aralash ulash.....                             | 25       |
| <b>6. 5 - LABORATORIYA ISHI.</b>                                                                          |          |
| O‘zgaruvchan tok elektr zanjirlarida o‘zaro induktivlik hodisasini o‘rganish.....                         | 33       |
| <b>7. 6 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| Elementlari ketma - ket ulangan elektr zanjirda rezonans hodisasi.....                                    | 41       |
| <b>8. 7 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| Elementlari parallel ulangan elektr zanjirda rezonans hodisasi.....                                       | 48       |
| <b>9. 8 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                           |          |
| Energiya iste’molchilari «yulduz» usulida ulangan uch fazali elektr zanjirini o‘rganish.....              | 55       |
| <b>10. 9 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                          |          |
| Energiya iste’molchilari «uchburchak» usulida ulangan uch fazali elektr zanjirini o‘rganish.....          | 66       |
| <b>11. 10 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                         |          |
| Elektr zanjirlarida nosinusoidal kattaliklarni tekshirish .....                                           | 75       |
| <b>12. 11 - LABORATORIYA ISHI</b>                                                                         |          |
| Kondensatorning aktiv qarshilikka va induktivlikka zaryadsizlanishidagi o‘tish jarayonini tekshirish..... | 83       |

|     |                                                               |            |
|-----|---------------------------------------------------------------|------------|
| 13. | <b>12 - LABORATORIYA ISHI</b>                                 |            |
|     | Passiv to'rtqutblikning parametrlarini tajribada aniqlash.... | 90         |
| 14. | <b>13 - LABORATORIYA ISHI.</b>                                |            |
|     | Quyi va yuqori chastota elektr filtrlarni tadqiq qilish.....  | 98         |
| 15. | <b>14 - LABORATORIYA ISHI</b>                                 |            |
|     | Oraliq va to'suvchi elektr filtrlarni tadqiq qilish.....      | 110        |
| 16. | <b>15 - LABORATORIYA ISHI</b>                                 |            |
|     | Taqsimlangan parametrlilik elektr tarmoqlarni o'rganish.....  | 116        |
| 17. | <b>16 - LABORATORIYA ISHI</b>                                 |            |
|     | Kuchlanishlar ferorezonansi.....                              | 125        |
| 18. | <b>17 - LABORATORIYA ISHI</b>                                 |            |
|     | Toklar ferorezonansi.....                                     | 130        |
| 19. | <b>18 - LABORATORIYA ISHI</b>                                 |            |
|     | Ferromagnit quvvat kuchaytirgich.....                         | 135        |
|     | <b>Adabiyotlar ro'yxati .....</b>                             | <b>139</b> |

## This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 28 horizontal blue or grey lines spaced evenly apart, typical of notebook paper. The lines extend across the entire width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There are no vertical lines, text, or other markings on the page.

**«Nazariy elektrotexnika»**  
fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy qoʻllanma

Tuzuvchi:

Begmatov SH.E.

Muharrir:

Miryusupova Z.