

## **LUCRAREA PRACTICĂ Nr 3 pentru clasa a XII-a**

### **(Suport didactic)**

#### **CURRENT ALTERNATIV și circuit RLC serie**

**Scop:** a studia comportarea rezistorilor, bobinelor și condensatoarelor în circuite de curent alternativ și pentru comparație cum se manifestă acestea în curent continuu. Prin măsurători electrice cu ajutorul senzorilor digitali PASCO SUA și a SOFTULUI SPARKvue se determină caracteristicile și parametrii electrice ale elementelor și componentelor electrice.

#### **Materiale, accesorii și SOFT utilizate Lucrarea practică:**

1. Rezistoare (20 Ω, **30 Ω**, 50 Ω, 80 Ω, 150 Ω, 200 Ω)±5%
2. Condensatoare (45 μF, **50 μF**.)
3. Placă sursă de c.c.
4. Placă sursă de c.a.
5. Potențiomtru
6. Placă cu dulie cu bec U= 3,5 V
7. Bobine coaxiale cu miez subțire și cu miez gros
8. Senzor digital de current PASCO-SUA sau Multimetre pentru (2 buc.) c.c./c.a.
9. Conductoare de legătură
10. Adaptor sursă de curent continuu și de curent alternativ
11. SPAK LXi
12. SOFT SPARK vue, (pasco.com)

**Pentru un studiu complet la tema CURENT ALTERNATIV ar fi necesar de realizat următoarele sarcini experimentale:**

- Transformatorul (în afara obiectului de studiu al prezentei lucrări practice)
  1. Rezistența, în curent continuu și în curent alternativ.
  2. Bobină în curent continuu și curent alrtenativ.
  3. Condensator în curent continuu și curent alrtenativ.
  4. Rezistența, Bobină și Condensator în curent continuu și curent alrtenativ. Circuit RLC serie.
- Montaje de redresare a curentului {a) Redresarea unei singure alternanțe; b) Redresarea în punte} (în afara obiectului de studiu al prezentei lucrări practice)

#### **Instrucțiuni de lucru cu selectarea datelor experimentale :**

Elevul cu nr. 7 în catalog; folosește datele 7, 17, 27, 37, **47=1** (în cazul când avem mai puțin de 47 date), plasându-le în tabel în ordine crescătoare de la 1 la 5.

Nr	U, (V)	I, (mA)	Z, (Ω)	$\bar{Z}$ , (Ω)
1	1,5	31,2	48,08	52,0
2	2,1	40,8	51,47	
3	3,1	58,8	52,73	
4	4,1	76,8	53,39	
5	5,1	93,6	54,49	
$U(I)=-0,263+57,1 \cdot I;$ $r=1,00; RMSE=0,0213$				<b>57,1</b>

Elevul cu nr. 8 în catalog; folosește datele 8, 18, 28, 38, **48=2**, plasându-le în tabel în ordine crescătoare de la 1 la 5; Elevul cu nr. 5 în catalog; folosește datele 5, 15, 25, 35, 45, plasându-le în tabel în ordine crescătoare de la 1 la 5; Elevul cu nr. 15 în catalog; folosește datele 15, 25, 35, 45, **55=9** plasându-le în tabel în ordine crescătoare de la 1 la 5etc, sau oricare altă iterație aleasă de profesor.

## Experiment 1. Rezistența în curent continuu și în curent alternativ

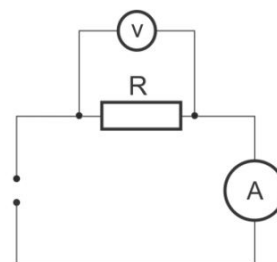
**Obiective:** se compară funcționarea rezistenței în c.a. și în c.c., și se calculează rezistența electrică în ambele cazuri (experiment 1 și experiment 2).

*N.B. Acest subiect experimental nu va fi abordat în prezenta lucrare practică, deoarece a fost detaliat studiat la circuite electrice simple și ramificate cu aplicarea Legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit și totodată vom aplica procedura repetată la Experimentul 2 unde vom determina rezistența electrică a bobinei în c.c. și c.a..*

**Materiale necesare ;** adaptor de c.c./c.a.1, placă simbol sursă c.c; c.a., resistor, Senzor digital de current PASCO/multimetru (intensitatea curentului, tensiune și puterea curentului electric: PS 2115, PS-3211, PS-3212), conductoare de legătură, potențiometru.

### Mod de lucru :

- Se realizează montajul din figură
- a) În curent continuu
  - Se conectează la bornele rezistenței diferite tensiuni ( $U$ )
  - Se măsoară intensitatea curentului prin rezistența ( $I$ )
  - Se calculează valoarea rezistenței electrice
- b) În curent alternativ
  - Se repetă operațiile de mai sus în c.a.
  - Se compară rezultatele de la punctul a) și b)
  - Se trag concluzii



### Rezultate experimentale a bobinei în curent continuu:

CURENT CONTINUU											
Nr	$U$ (V)	$I$ (mA)	Nr	$U$ (V)	$I$ (mA)	Nr	$U$ (V)	$I$ (mA)	Nr	$U$ (V)	$I$ (mA)
1	0,2	9,43	10	1,2	55,83	19	3,0	139,4	28	4,8	222,9
2	0,3	14,07	11	1,4	65,11	20	3,2	148,6	29	5,0	232,2
3	0,4	18,71	12	1,6	74,39	21	3,4	157,9	30	5,2	241,4
4	0,5	23,35	13	1,8	83,67	22	3,6	167,2	31	5,4	250,7
5	0,6	27,99	14	2,0	92,95	23	3,8	176,5	32	5,6	260,0
6	0,7	32,63	15	2,2	102,2	24	4,0	185,8	33	5,8	269,3
7	0,8	37,27	16	2,4	111,5	25	4,2	195,0	34	6,0	278,6
8	0,9	41,91	17	2,6	120,8	26	4,4	204,32	35	6,2	287,8
9	1,0	46,55	18	2,8	130,1	27	4,6	213,6	36	6,4	297,1

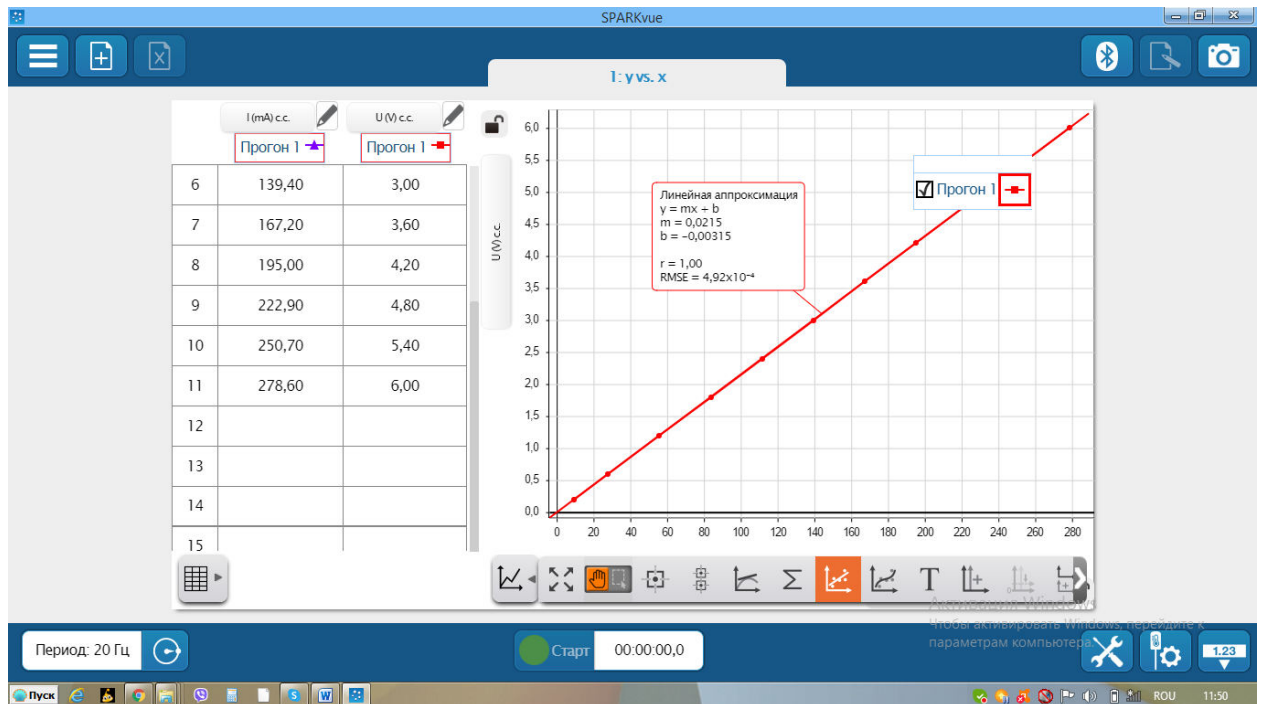
**Exemplu de prelucrare a rezultatelor (elevul preia/selectează din tot spectrul de date experimentale de la 5 până la 11 valori din tabelul cu rezultate experimentale)**

Ca exemplu avem Tabelul măsurătorilor cu date selectate și prelucrate

CURENT CONTINUU				
Nr	$U$ (V)	$I$ (mA)	$R$ , ( $\Omega$ )	$R_{med}$ ( $\Omega$ )
1	0,2	9,43	21,21	<b>21,50</b>
2	0,6	27,99	21,44	
3	1,2	55,83	21,50	
4	1,8	83,67	21,52	
5	2,4	111,5	21,53	
6	3,0	139,4	21,52	
7	3,6	167,2	21,54	
8	4,2	195,0	21,54	
9	4,8	222,9	21,54	
10	5,4	250,7	21,54	

11	6,0	278,6	21,54	
Din graficul $U(I)$			<b>21,5</b>	
$U(I) = -0,00315 + 21,5 \cdot I;$				
$r = 1,00; \quad RMSE = 4,92 \cdot 10^{-4}$				

Graficul  $U(I)$  pentru bobina care se comportă ca rezistor în curent continuu:



## Experiment 2. Bobină în curent continuu și curent alrtenativ. Reactanța inductivă. Determinarea inductanței unei bobine. (Studiu comparativ)

**Materiale necesare:** Senzor digital de current PASCO/multimetru (intensitatea curentului, tensiune și puterea curentului electric: PS 2115, PS-3211, PS-3212), bobina exterioră a bobinelor coaxiale, miez pentru bobina exterioră ,adaptor c.c./c.a. , placă simbol sursă c.c. și placă simbol sursă c.a., conductoare de legătură, eventual potențiomtru.

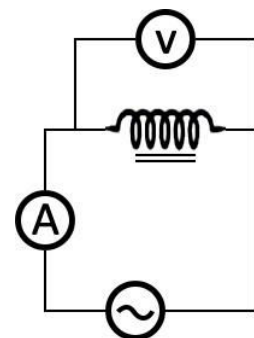
### Mod de lucru :

- Se realizează montajul din figură
- Se măsoară în curent continuu tensiunea și intensitatea prin bobina exterioră a bobinei coaxiale cu miez ( $U > 2V$ )
- Se calculează rezistența bobinei ( $R$ )
- Se repetă măsurătorile și în curent alternativ ( $U > 3V$ )
- Se calculează impedanța circuitului ( $Z$ )
- Se compară valorile, se trag concluzii referitoare la existent reactanței inductive
- Se calculează reactanța inductive

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

- Se calculează inductanța bobinei ( $X_L = \omega L, \quad \omega = 2\pi\nu$ )

$$L = \frac{X_L}{2\pi\nu}$$



## Exemplu de prelucrare a rezultatelor

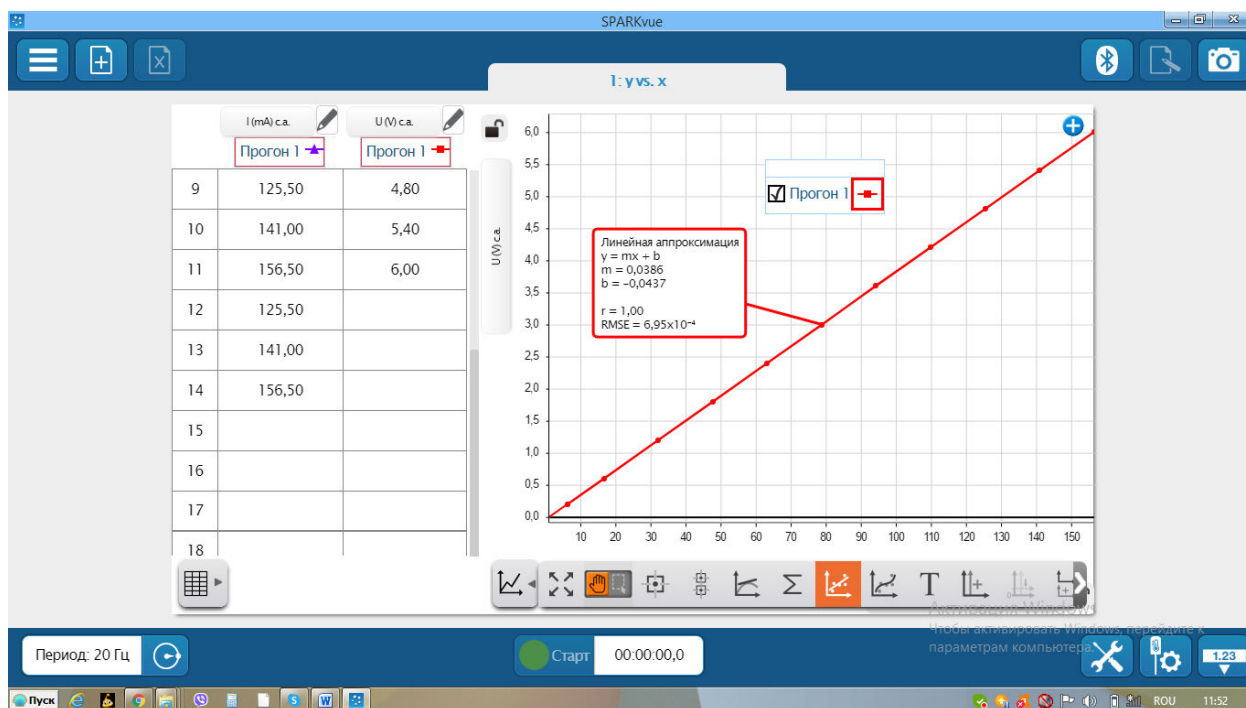
Tabelul măsurătorilor cu date selectate

CURENT CONTINUU					CURENT ALTERNATIV					$X_L$ , ( $\Omega$ )	L, (H)																																																								
N	U, (V)	I, (mA)	R, ( $\Omega$ )	$R_{med}$ ( $\Omega$ )	N	U, (V)	I, (mA)	R, ( $\Omega$ )	$Z_{med}$ ( $\Omega$ )																																																										
1	0,2	9,43	21,21	<b>21,5</b>	1	0,2	6,31	31,70	<b>37,3</b>	<b>31,2</b>	<b>0,099</b>																																																								
2	0,6	27,99	21,44		3	1,2	55,83	21,50				4	1,8	83,67	21,52	5	2,4	111,5	21,53	6	3,0	139,4	21,52	7	3,6	167,2	21,54	8	4,2	195,0	21,54	9	4,8	222,9	21,54	10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>		
3	1,2	55,83	21,50		4	1,8	83,67	21,52				5	2,4	111,5	21,53	6	3,0	139,4	21,52	7	3,6	167,2	21,54	8	4,2	195,0	21,54	9	4,8	222,9	21,54	10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>						
4	1,8	83,67	21,52		5	2,4	111,5	21,53				6	3,0	139,4	21,52	7	3,6	167,2	21,54	8	4,2	195,0	21,54	9	4,8	222,9	21,54	10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>										
5	2,4	111,5	21,53		6	3,0	139,4	21,52				7	3,6	167,2	21,54	8	4,2	195,0	21,54	9	4,8	222,9	21,54	10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>														
6	3,0	139,4	21,52		7	3,6	167,2	21,54				8	4,2	195,0	21,54	9	4,8	222,9	21,54	10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																		
7	3,6	167,2	21,54		8	4,2	195,0	21,54				9	4,8	222,9	21,54	10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																						
8	4,2	195,0	21,54		9	4,8	222,9	21,54				10	5,4	250,7	21,54	11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																										
9	4,8	222,9	21,54		10	5,4	250,7	21,54				11	6,0	278,6	21,54	Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																														
10	5,4	250,7	21,54		11	6,0	278,6	21,54				Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																																		
11	6,0	278,6	21,54		Din graficul $U(I)$							<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>			Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																																						
Din graficul $U(I)$				<b>21,5</b>	Din graficul $U(I)$				<b>38,6</b>																																																										
Valorile medii utilizate				<b>21,5</b>	Valorile medii utilizate				<b>37,9</b>																																																										

### Exemplu de calcul numeric

$$X_L = \sqrt{(37,9 \Omega)^2 - (21,5 \Omega)^2} = 31,2 \Omega; \quad L = \frac{X_L}{2\pi\nu} = \frac{31,2 \Omega}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Hz}} = 99,36 \text{ mH} = 0,099 \text{ H}$$

Graficul  $U(I)$  pentru bobina-rezistor în curent alternativ:



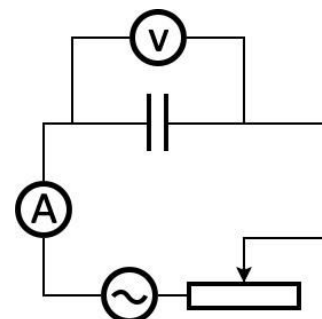
### Experiment 3. Condensator în curent continuu și curent alternativ. Reactanța capacitivă.

**Obiective:** studiul comportării condensatoarelor în c.c. și c.a.

**Materiale necesare:** condensator, adaptor sursă c.c./c.a., placă simbol sursă c.c. și placă simbol sursă c.a., senzori digitali de current PS 2115, PS-3211, PS-3212 / multimetre , eventual potențiometru .

**Mod de lucru:**

Se realizează montajul din figură



a) În c.c.

Se măsoară intensitatea curentului la diferite tensiuni

Se constată că  $I=0$

Se trage concluzia

b) În c.a.

Se repetă măsurătorile în c.a. ( $1 < U < 10$  V și se constată că fiabili sunt măsurătorii din intervalul de valori  $3 < U < 10$  V)

Se constată trecerea curentului alternativ prin condensator

Se explică fenomenul

Se calculează reactanța capacitivă ( $X_C = \frac{U}{I}$ ), se face valoarea medie care se compară cu valoarea reactanței capacitivă determinate din panta graficului  $U(I)$  folosind SOFTUL SPARKvue

Se folosesc relațiile ( $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ,  $\omega = 2\pi\nu$ )

Se calculează capacitatea condensatorului  $C = \frac{1}{2\pi\nu X_C}$

Se compară valoarea obținută cu cea nominală scrisă pe condensator și se trag concluzii.

#### Rezultate experimentale a condensatorului în curent alternativ:

Tabelul cu date experimentale

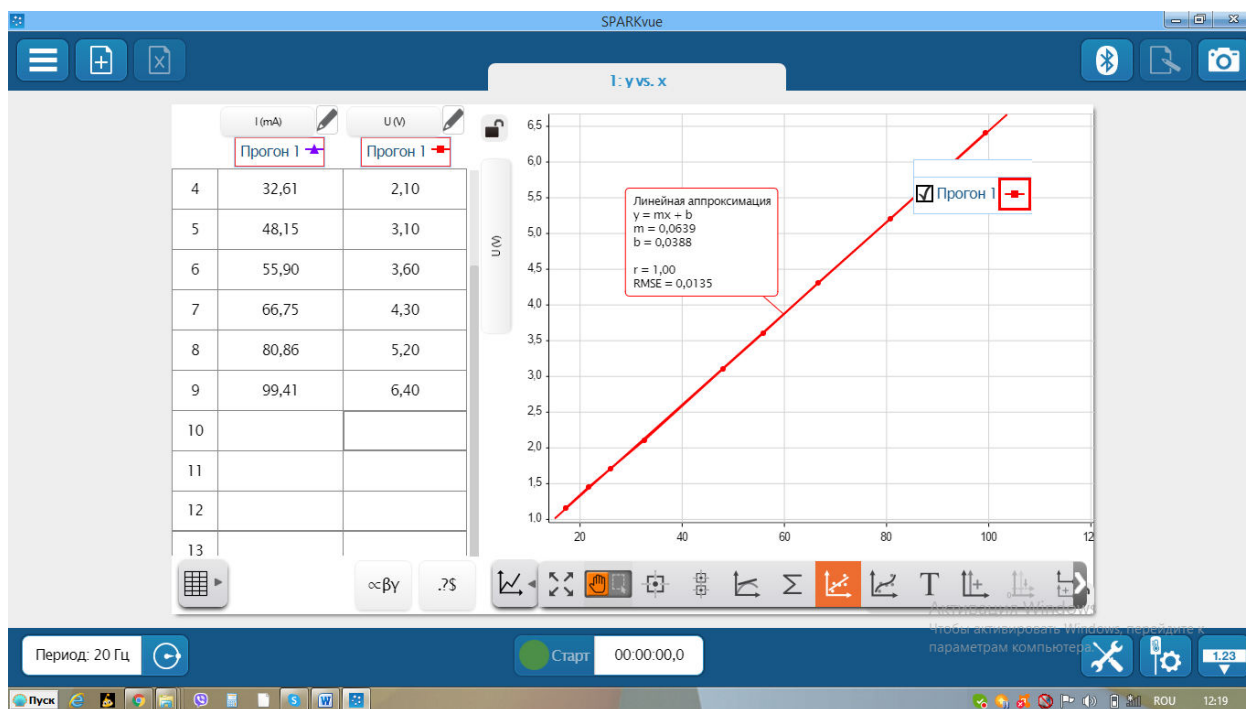
Nr.o.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$U$ , (V)	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45
$I$ , (mA)	17,25	17,40	17,55	17,70	17,85	18,01	18,72	19,61	20,22	21,05	21,70
Nr.o.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$U$ , (V)	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
$I$ , (mA)	22,55	23,41	24,32	25,25	26,08	26,94	27,76	28,54	29,26	30,12	30,92
Nr.o.	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$U$ , (V)	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10
$I$ , (mA)	32,61	34,15	35,71	37,26	38,80	40,35	41,70	43,45	44,99	46,54	48,15
Nr.o.	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$U$ , (V)	3,20	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00	4,10	4,20
$I$ , (mA)	49,70	51,25	52,79	54,35	55,90	57,45	58,99	60,55	62,10	63,65	65,20
Nr.o.	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
$U$ , (V)	4,30	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00	5,10	5,20	5,30
$I$ , (mA)	66,75	68,30	69,85	71,40	72,94	74,49	76,05	77,60	79,15	80,86	82,24
Nr.o.	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
$U$ , (V)	5,40	5,50	5,60	5,70	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,40
$I$ , (mA)	83,79	85,35	86,90	88,45	89,99	91,55	93,11	94,65	96,21	97,74	99,41

#### Exemplu de prelucrare a rezultatelor

Tabelul măsurătorilor cu date selectate

	$U$ , (V)	$I$ , (mA)	$X_C$ , ( $\Omega$ )	$C$ , ( $\mu\text{F}$ )	$C$ (nominal)	$\varepsilon$ , (%)
1	1,15	17,25	66,67	47,8	<b>50 <math>\mu\text{F}</math></b>	
2	1,45	21,70	66,82	47,7		
3	1,70	26,08	65,19	48,9		
4	2,10	32,61	64,40	49,4		
5	3,10	48,15	64,39	49,5		
6	3,60	55,90	64,40	49,4		
7	4,30	66,75	64,42	49,4		
8	5,20	80,86	64,31	49,5		
9	6,40	99,41	64,38	49,5		
Media			<b>65,00</b>	<b>49,0</b>		2,0
Din grafic			<b>63,9</b>	<b>49,7</b>		<b>0,6</b>
$U(I)=0,0388+63,9 \cdot I$ ; $r=1,00$ ; $\text{RMSE}=0,0135$						

Graficul  $U(I)$  pentru condensator în curent alternativ



## Experiment 4. Studiul circuitului RLC serie

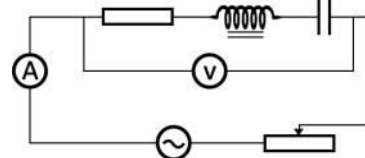
**Obiective:** studiul unui circuit RLC în serie.

**Materiale necesare:** bobina exterioră a bobinelor coaxiale, miez pentru bobina exterioră, condensator, rezistor, senzori digitali de current PS 2115, PS-3211, PS-3212 /multimetre, conductoare de legătură , eventual potențiomtru .

### Mod de lucru:

- Se realizează mnotajul din figură
- Conectând la bornele circuitului diferite tensiuni ( $U$ ) se măsoară intensitatea curentului ( $I$ )
- Se calculează impedanța  $Z = U/I$

Datele se trec în tabel:



### Rezultate experimentale a condensatorului în curent alternativ:

Nr	$U$ , (V)	$I$ , (mA)	$Z$ , ( $\Omega$ )	Nr	$U$ , (V)	$I$ , (mA)	$Z$ , ( $\Omega$ )
1	1,5	31,2		24	3,8	70,8	
2	1,6	32,4		25	3,9	73,2	
3	1,7	34,8		26	4,0	74,4	
4	1,8	36,0		27	4,1	76,8	
5	1,9	37,2		28	4,2	78,0	
6	2,0	39,6		29	4,3	80,4	
7	2,1	40,8		30	4,4	81,6	
8	2,2	43,2		31	4,5	82,8	
9	2,3	44,4		32	4,6	85,2	
10	2,4	46,8		33	4,7	86,4	
11	2,5	48,0		34	4,8	88,8	
12	2,6	50,4		35	4,9	90,0	
13	2,7	51,6		36	5,0	92,4	
14	2,8	54,0		37	5,1	93,6	
15	2,9	55,2		38	5,2	96,0	
16	3,0	57,6		39	5,3	97,2	
17	3,1	58,8		40	5,4	99,6	
18	3,2	60,0		41	5,5	100,8	
19	3,3	62,4		42	5,6	103,2	
20	3,4	63,6		43	5,7	104,4	
21	3,5	66,0		44	5,8	105,6	
22	3,6	67,2		45	5,9	108,0	
23	3,7	69,6		46	6,0	109,2	
Valoarea medie $\bar{Z}$ , ( $\Omega$ )				Valoarea mediea $\bar{Z}$ , ( $\Omega$ )			
Din graficul $U(I)$ $\bar{Z}$ , ( $\Omega$ )				Din graficul $U(I)$ $\bar{Z}$ , ( $\Omega$ )			

### Exemplu de prelucrare a rezultatelor

Rezistența totală activă în circuitul serie RLC este de  $51,5 \Omega (\pm 5\%)$ ;

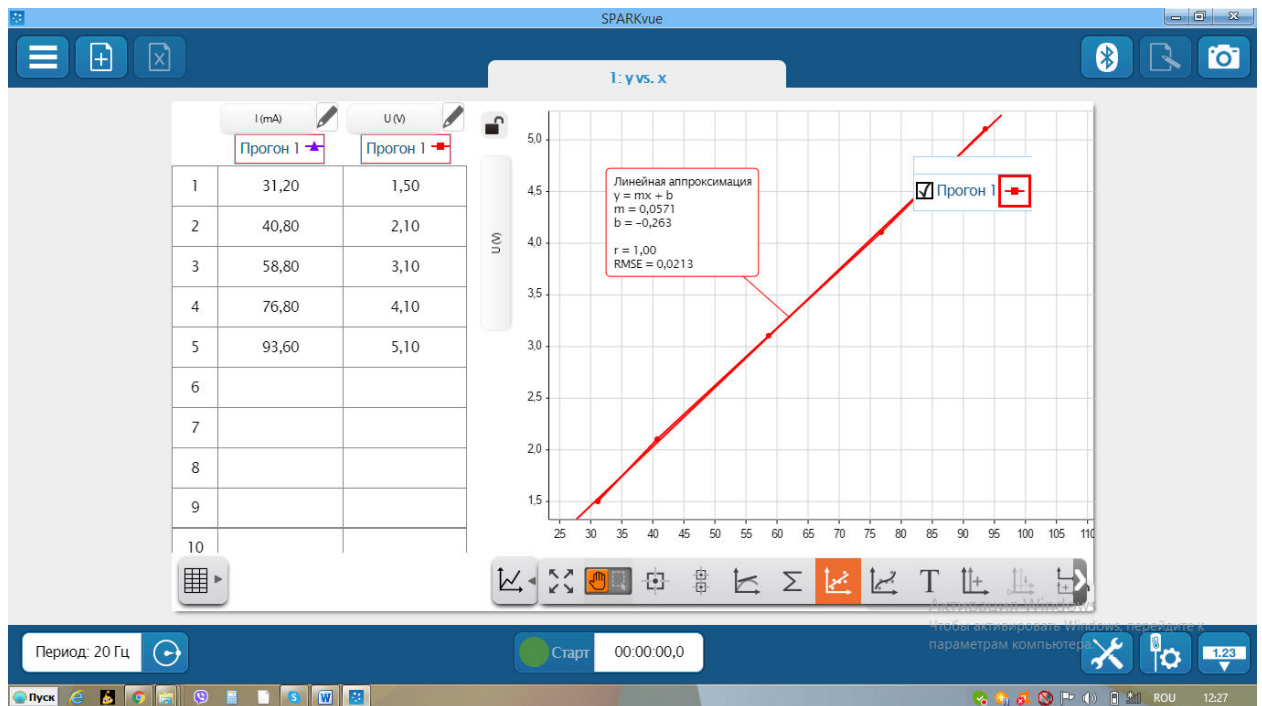
( $R = R_r + R_b = 30 \Omega + 21,5 \Omega = 51,5 \Omega (\pm 5\%)$ )

Tabelul măsurătorilor cu date selectate pentru elevul cu nr. 7 în catalog; folosește datele 7, 17, 27, 37, 47=1, plasându-le în tabel în ordine crescătoare de la 1 la 5.

Nr	$U$ , (V)	$I$ , (mA)	$Z$ , ( $\Omega$ )	$\bar{Z}$ , ( $\Omega$ )
1	1,5	31,2	48,08	52,0
2	2,1	40,8	51,47	
3	3,1	58,8	52,73	
4	4,1	76,8	53,39	
5	5,1	93,6	54,49	
$U(I)=-0,263+57,1 \cdot I;$ $r=1,00; RMSE=0,0213$				57,1

· Se calculează impedanța cu relația, având în vedere ( $R=51,5 \Omega$ ,  $X_L=31,2 \Omega$  și  $X_C=63,6 \Omega$ )  
 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(51,5 \Omega)^2 + (31,2 \Omega - 63,6 \Omega)^2} = 59,5 \Omega$ , din valorile caracteristicii elementelor de circuit determinate la punctele anterioare ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ), obținând valoarea de  $59,5 \Omega$ .

Graficul  $U(I)$  pentru RLC serie în curent alternativ:



· Se compară valorile obținute din măsurători.

· Se constată că limitele de măsurare ale valorilor sunt aceleași, eroarea relativă

$\varepsilon = \frac{52,0-59,5}{59,5} \cdot 100\% = 12,6\%$ , pentru datele tabelare selectate aleatoriu au intervalul de încredere de  $(52,0 (\Omega) \pm 12,6\%)$ , iar pentru metoda grafică avem o eroare de  $\varepsilon = \frac{57,1-59,5}{59,5} \cdot 100\% = 4,04\%$ , astfel avem intervalul de încredere  $(57,1 (\Omega) \pm 4,0\%)$ .