

CORELA

CORELA вежби

Упатство за корисници



Содржина

I.	Вовед	5
II.	Големини во електрично коло	6
	1. Теоретска задача (сите ученици).....	6
	2. Пресметка на електричните големини (Ученик 1).....	7
	2.1. Електрично коло со сериска врска на отпорници	7
	2.2. Електрично коло со паралелна врска на отпорници	9
	2.3. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници	11
	2.4. Споредба на резултатите	14
	3. Симулација преку образовната платформа CORELA (Ученик 2)	14
	3.1. Електрично коло со сериска врска на отпорници	14
	3.2. Електрично коло со паралелна врска на отпорници	22
	3.3. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници	22
	3.4. Споредба на резултатите	22
	4. Мерење на електрични големини (Ученик 3)	22
	4.1. Мерење на електрична отпорност	22
	4.2. Електрично коло со сериска врска на отпорници	23
	4.3. Електрично коло со паралелна врска на отпорници	25
	4.4. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници	27
	4.5. Споредба на резултатите	29
III.	Мерење на импеданса	30
	1. Вовед.....	30
	2. Теоретска задача (сите ученици).....	31
	3. Пресметување на импеданса (Ученик 1)	32
	3.1. Пресметки.....	32
	3.2. Споредба на резултатите	34
	4. Определување на импеданса со симулација (Ученик 2)	34
	4.1. Активирање на вежбата	34
	4.2. Избор на видот на електричното коло и отчитување на резултатите	35
	4.3. Споредба на резултатите	37
	5. Мерење на импеданса (Ученик 3).....	37
	5.1. Постапка.....	38
	5.2. Споредба на резултатите	40
	6. Постапка за запис и испраќање на податоците на едукативната платформа	41



IV.	Снимање на статичка карактеристика на диода	46
1.	Вовед.....	46
2.	Теоретска задача (сите ученици).....	47
3.	Пресметка на вредноста на струјата на диода -1N4001 во зависност од напонот на поларизација (Ученик 1)	47
4.	Симулација на снимање на статичка карактеристика на диода со користење на Corela платформата (Ученик 2)	50
5.	Практична реализација и мерење (Ученик 3)	55
6.	Прилог 1 - Каталогски вредности за диоди кои се имплементирани на платформата .60	
V.	Логички функции	61
1.	Теоретска задача (Ученик 1)	61
1.1.	Реализација на логички функции	61
1.2.	Реализација на логички функции со употреба на логички кола	64
1.3.	Аналитички метод на минимизација на логички функции	65
1.4.	Карноов метод на минимизација на логички функции.....	67
2.	Симулација преку образовната платформа Corela (Ученик 2).....	69
2.1.	Реализација на логички функции	69
2.2.	Реализација на логички функции со употреба на НИ логички кола	72
2.3.	Аналитички метод за минимизација на логичките функции	74
2.4.	Карноов метод на минимизација на логички функции.....	76
3.	Лабораториски (практичен) дел (Ученик 3)	78
3.1.	Реализација на логички функции	78
3.2.	Реализација на логичка функција со НИ кола	82
3.3.	Аналитички метод за минимизација на логичките функции	83
3.4.	Карноов метод на минимизација на логички функции.....	85
VI.	PWM контрола на DC мотор.....	88
1.	Вовед.....	88
2.	Пресметување на параметрите на PWM сигнал (Ученик 1).....	89
2.1.	Споредба на резултатите	90
3.	Симулација на PWM контрола на DC мотор (Ученик 2)	91
3.1.	Споредба на резултатите	93
4.	Практична реализација и мерење (Ученик 3)	94
4.1.	Споредба на резултатите	96
5.	Постапка за запис и испраќање на податоците на едукативната платформа.....	96

VII. Максимален пренос на моќност.....	100
1. Вовед.....	100
2. Пресметување на пренесена моќност (Ученик 1).....	101
2.1. Споредба на резултатите	102
3. Симулација на максимален пренос на моќност (Ученик 2).....	102
3.1. Споредба на резултатите	105
4. Практична реализација и мерење (Ученик 3)	106
4.1. Споредба на резултатите	108
5. Постапка за запишување и испраќање на податоците на едукативната платформа..	108



I. Вовед

Развиената платформа е продукт на Erasmus+ CORELA проектот. Целта на проектот е развивање на единствена платформа за техничко стручно образование и обука (VET). CORELA платформата има продолжение со интегрирана далечинска виртуелна лабораторија (RVL) и е наменета за средношколски образовни институции. Платформата нуди колаборација (соработка) со други ученици или групи, заради размена на знаење, искуства или споредба на добиените резултати при различни методологии. Финалните или меѓу-резултатите од платформата се добиваат на Massive Open Online Course (MOOC) платформата. MOOC платформата може да ги прикажува резултатите на задачите за сите ученици, како форум за дискусија или приватно/индивидуално, каде пристап има само наставникот.

Платформата која ја претставуваме може да работи на три различни начини. На првиот начин овозможува аналитички пресметки. Аналитички пресметки се теориски задачи без да се вклучат реални параметри или елементи. Вториот начин ја претставува околината за симулација, која е чекор понапред во однос на теориската задача. Симулацијата вклучува тестирање на различни видови реални сценарија, како што се девијации на параметри, несовпаѓање на параметрите и неизвесноста од моделот на мерења, итн. Симулацијата е преоден чекор меѓу аналитичките пресметки и реалните експерименти со реални компоненти и алатки за мерење. Третиот начин на работа на платформата е експеримент со компоненти и мерења во реално време. Главниот уред за аквизиција е DAQ картичката. DAQ картичката може да се употреби како дигитален и аналоген влезно-излезен интерфејс. Платформата нуди цела низа од врски до различни алатки за мерење. Платформата, исто така, поддржува стандардна сериска комуникација, што ја проширува нејзината функционалност и врз специфични експерименти и мерна опрема. Сите податоци може да се зачуваат за подоцнежна анализа и проверка. Сите три начини на работа на платформата нудат врска до MOOC системот, каде може да се прикажат сите податоци и параметри од пресметките, симулациите и реалните експерименти. Со оглед на областа и наставната методологија, прикажаните резултати може да се употребат за колаборативно учење и интеракција на различни групи на ученици или само за автоматско прибирање на податоци под супервизија од наставникот.

Во продолжение, претставени се шест задачи од различни области, обработени од теориски аспект, преку симулација на платформата и експеримент. Претставен е и начинот на запишување на резултатите на MOOC платформата. За подобро запознавање со трите аспекти, додадени се и видео материјали на крајот од секоја задача.

Почитувани ученици,

Пред да започнете со решавање на теоретските задачи и практична реализација на вежбите, внимателно прочитајте ги упатствата. Следете ги упатствата и почитувајте ги препораките за безбедност и заштита при работа.

II. Големини во електрично коло

1. Теоретска задача (сите ученици)

1.1. Определи ги отпорностите на трите отпорници според боите со кои се означени.

Отпорник 1 (R_1): кафена, зелена, црна, кафена, црвена (brown, green, black, brown, red)

Отпорник 2 (R_2): кафена, црна, црна, кафена, црвена (brown, black, black, brown, red)

Отпорник 3 (R_3): зелена, црна, кафена, црвена (green, black, brown, red)

Табела 1. Вредности на електричниот отпор според означувањето на отпорници со боја

Отпорник	Бројна вредност (отчитана) *	Електрична отпорност R [Ω]	Апсолутна грешка p [Ω]	Минимална отпорност R_{min} [Ω]	Максимална отпорност R_{max} [Ω]
R_1	1 5 0 x 10 Ω +/- 2 %	1500 Ω	30 Ω	1470 Ω	1530 Ω
R_2	1 0 0 x 10 Ω +/- 2 %	1000 Ω	20 Ω	980 Ω	1020 Ω
R_3	5 0 x 10 Ω +/- 2 %	500 Ω	10 Ω	490 Ω	510 Ω

*бројна вредност определена според означување на отпорниците со бои:

„боја_боја_боја x множител [Ω] +/- толеранција [%] или боја_боја x множител [Ω] +/- толеранција [%]“

1.2. Објасни го Омовиот закон (дефиниција) и напиши ја формулата преку која е дефиниран.

Јачината на електричната струја што тече низ електричниот отпорник (проводен елемент) е право пропорционална со електричниот напон помеѓу неговите краеве.

$$U = R \cdot I$$

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

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

1.3. Објасни ги карактеристиките на сериско електрично коло. Напиши ги формулите со кои се дефинирани сновните карактеристики на колото.

1.4. Објасни ги карактеристиките на паралелно електрично коло. Напиши ги формулите со кои се дефинирани основните карактеристики на колото.



1.5. Што е контура во електрично коло? Објасни го Вториот Кирхофов закон и напиши ја формулата со која е дефиниран.

1.6. Што е јазол во електрично коло? Објасни го Првиот Кирхофов закон и напиши ја формулата со која е дефиниран.

1.7. Како се мери електричен напон?

а) Именувај го мерниот инструмент.

б) Опиши го начинот на вметнување на мерниот инструмент во електричното коло, односно врската со мерениот елемент.

в) Нацртај ја шемата на поврзување на мерениот елемент и инструментот.

1.8. Како се мери јачина на струја?

а) Именувај го мерниот инструмент.

б) Опиши го начинот на вметнување на мерниот инструмент во електричното коло, односно врската со мерениот елемент.

в) Нацртај ја шемата на поврзување на мерениот елемент и инструментот.

1.9 Како се мери електрична отпорност?

а) Именувај го мерниот инструмент.

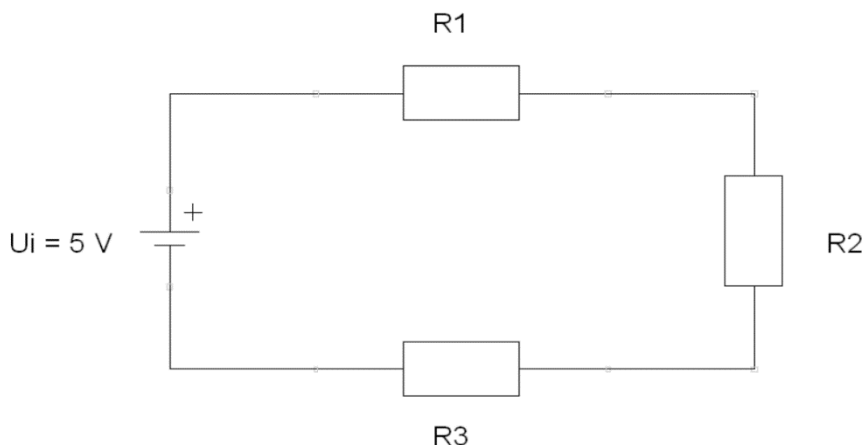
б) Опиши го начинот на поврзување на мерниот инструмент со мерениот елемент.

в) Нацртај ја шемата на поврзување на мерениот елемент и инструментот.

2. Пресметка на електричните големини (Ученик 1)

2.1. Електрично коло со сериска врска на отпорници

2.1.1. Три отпорници во сериска врска се поврзани на извор за еднонасочен напон. Електричната шема на коло со сериска врска на отпорници е прикажана на слика 2.1.



Слика 2.1. Електрично коло со сериска врска на отпорници

2.1.2. Пресметај ја еквивалентната отпорност R_N , минималната еквивалентна отпорност R_{Nmin} и максималната еквивалентна отпорност R_{Nmax} , во електрично коло со сериска врска на

отпорници, користејќи ги претходно определените отпорности на отпорниците преку означувањето со бои.

а) Еквивалентна отпорност R_N :

$$R_N = R_1 + R_2 + R_3 = 1500 \Omega + 1000 \Omega + 500 \Omega = 3000 \Omega$$

б) Минимална еквивалентна отпорност R_{Nmin} :

$$R_{Nmin} = R_{1min} + R_{2min} + R_{3min} = 1470 \Omega + 980 \Omega + 490 \Omega = 2940 \Omega$$

в) Максимална еквивалентна отпорност R_{Nmax} :

$$R_{Nmax} = R_{1max} + R_{2max} + R_{3max} = 1530 \Omega + 1020 \Omega + 510 \Omega = 3060 \Omega$$

2.1.3. Напонот на еднонасочниот извор на напојување (U_i) е 5 V. Пресметај ја јачината на струјата на изворот на напојување (I_i).

$$U_i = 5 \text{ V DC}$$

$$I_i = \frac{U_i}{R_N} = \frac{5 \text{ V}}{3000 \Omega} = 0,00167 \text{ A} = 1,67 \text{ mA}$$

2.1.4. Пресметај ги вредностите на електричните големини во колото. Пресметаните вредности за сите отпорници запиши ги во табела 2.1.

Забелешка: При пресметување на електричните големини, запиши ги соодветните формули.

Табела 2.1. Пресметани вредности на електричните големини во сериско електрично коло

Елемент	Јачина на електрична струја I [mA]	Електричен напон U [V]	Електрична отпорност R_m [Ω] *
Отпорник 1			
Отпорник 2			
Отпорник 3			

* Пренеси ги вредностите од Табела 1

$$I_1 = I_i = 0,00167 \text{ A} \rightarrow U_1 = R_1 \cdot I_1 = 1500 \Omega \cdot 0,00167 \text{ A} = 2,5 \text{ V}$$

$$I_2 = I_i = 0,00167 \text{ A} \rightarrow U_2 = R_2 \cdot I_2 = 1000 \Omega \cdot 0,00167 \text{ A} = 1,67 \text{ V}$$

$$I_3 = I_i = 0,00167 \text{ A} \rightarrow U_3 = R_3 \cdot I_3 = 500 \Omega \cdot 0,00167 \text{ A} = 0,835 \text{ V}$$

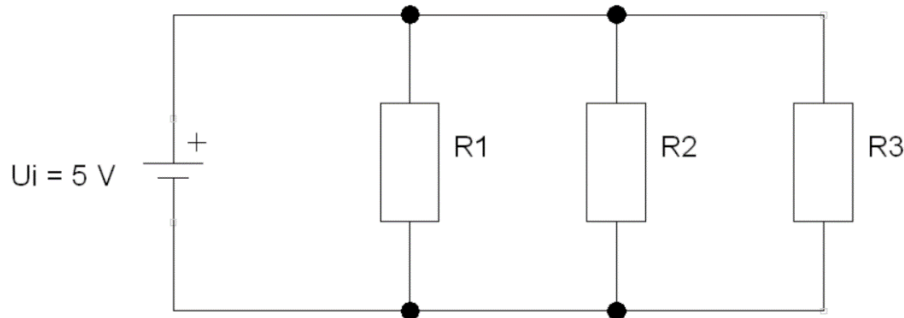
2.1.5. Пресметај го збирот на падови на напони на отпорниците во колото. Пресметаната вредност спореди ја со напонот на изворот на напојување (U_i).

$$U_1 + U_2 + U_3 = 2,5 \text{ V} + 1,67 \text{ V} + 0,835 \text{ V} = 5 \text{ V} = U_i$$



2.2. Електрично коло со паралелна врска на отпорници

2.2.1. Три отпорници во паралелна врска се поврзани на извор на еднонасочен напон. Електричната шема на колото со паралелна врска на отпорници е прикажана на слика 2.2.



Слика 2.2. Електрично коло со паралелна врска на отпорници

2.2.2. Пресметај ја еквивалентната отпорност R_N , минималната еквивалентна отпорност R_{Nmin} и максималната еквивалентна отпорност R_{Nmax} , во електрично коло со паралелна врска на елементите, користејќи ги претходно определените отпорности на отпорниците преку означувањето со бои.

а) Еквивалентна отпорност R_N :

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{1500 \Omega} = 0,00066667 S$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1000 \Omega} = 0,001 S$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{500 \Omega} = 0,002 S$$

$$G_N = G_1 + G_2 + G_3 = 0,00066667 S + 0,001 S + 0,002 S = 0,00366667 S$$

$$R_N = \frac{1}{G_N} = \frac{1}{0,00366667 S} = 272,73 \Omega = 273 \Omega$$

Пресметување со формулата за еквивалентна отпорност:

$$R_N = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3} =$$

$$R_N = \frac{1500 \Omega \cdot 1000 \Omega \cdot 500 \Omega}{1500 \Omega \cdot 1000 \Omega + 1500 \Omega \cdot 500 \Omega + 1000 \Omega \cdot 500 \Omega} =$$

$$R_N = \frac{750.000.000 \Omega^3}{1.500.000 \Omega^2 + 750.000 \Omega^2 + 500.000 \Omega^2} = \frac{750.000.000 \Omega^3}{2.750.000 \Omega^2} = 272,73 \Omega = 273 \Omega$$

б) Минимална еквивалентна отпорност R_{Nmin} :

$$G_{1min} = \frac{1}{R_{1min}} = \frac{1}{1470 \Omega} = 0,00068027 S$$

$$G_{2min} = \frac{1}{R_{2min}} = \frac{1}{980 \Omega} = 0,00102041 S$$

$$G_{3min} = \frac{1}{R_{3min}} = \frac{1}{490 \Omega} = 0,00204082 S$$

$$G_{Nmin} = G_{1min} + G_{2min} + G_{3min} =$$

$$G_{Nmin} = 0,00068027 S + 0,00102041 S + 0,00204082 S = 0,0037415 S$$

$$R_{Nmin} = \frac{1}{G_{Nmin}} = \frac{1}{0,0037415 S} = 267,27 \Omega = 267 \Omega$$

Пресметување со формулата за еквивалентна отпорност:

$$R_{Nmin} = \frac{R_{1min} \cdot R_{2min} \cdot R_{3min}}{R_{1min} \cdot R_{2min} + R_{1min} \cdot R_{3min} + R_{2min} \cdot R_{3min}} =$$

$$R_{Nmin} = \frac{1470 \Omega \cdot 980 \Omega \cdot 490 \Omega}{1470 \Omega \cdot 980 \Omega + 1470 \Omega \cdot 490 \Omega + 980 \Omega \cdot 490 \Omega} =$$

$$R_{Nmin} = \frac{705.894.000 \Omega^3}{1.440.600 \Omega^2 + 720.300 \Omega^2 + 480.200 \Omega^2} = \frac{705.894.000 \Omega^3}{2.641.100 \Omega^2} = 267,27 \Omega = 267 \Omega$$

в) Максимална еквивалентна отпорност R_{Nmax} :

$$G_{1max} = \frac{1}{R_{1max}} = \frac{1}{1530 \Omega} = 0,00065359 S$$

$$G_{2max} = \frac{1}{R_{2max}} = \frac{1}{1020 \Omega} = 0,00098039 S$$

$$G_{3max} = \frac{1}{R_{3max}} = \frac{1}{510 \Omega} = 0,00196078 S$$

$$G_{Nmax} = G_{1max} + G_{2max} + G_{3max} =$$

$$G_{Nmax} = 0,00065359 S + 0,00098039 S + 0,00196078 S = 0,00359476 S$$

$$R_{Nmax} = \frac{1}{G_{Nmax}} = \frac{1}{0,00359476 S} = 278,18 \Omega = 278 \Omega$$

Пресметување со формулата за еквивалентна отпорност:

$$R_{Nmax} = \frac{R_{1max} \cdot R_{2max} \cdot R_{3max}}{R_{1max} \cdot R_{2max} + R_{1max} \cdot R_{3max} + R_{2max} \cdot R_{3max}} =$$

$$R_{Nmax} = \frac{1530 \Omega \cdot 1020 \Omega \cdot 510 \Omega}{1530 \Omega \cdot 1020 \Omega + 1530 \Omega \cdot 510 \Omega + 1020 \Omega \cdot 510 \Omega} =$$

$$R_{Nmax} = \frac{795.906.000 \Omega^3}{1.560.600 \Omega^2 + 780.300 \Omega^2 + 520.200 \Omega^2} = \frac{795.906.000 \Omega^3}{2.861.100 \Omega^2} = 278,18 \Omega = 278 \Omega$$

2.2.3. Напонот на еднонасочниот извор на напојување (U_i) е 5 V. Пресметај ја јачината на струјата низ изворот на напојување (I_i).

$$U_i = 5 V DC$$



$$I_i = \frac{U_i}{R_N} = \frac{5\text{ V}}{273\ \Omega} = 0,018\text{ A} = 18\text{ mA}$$

2.2.4. Пресметај ги вредностите на електричните големини во колото. Пресметаните вредности за сите отпорници запиши ги во табела 2.2

Забелешка: При пресметување на електричните големини, запиши ги соодветните формули.

Табела 3.2. Пресметани вредности на електричните големини во паралелно електрично коло

Елемент	Јачина на електрична струја I [mA]	Електричен напон U [V]	Електричен отпор R_m [Ω] *
Отпорник 1			
Отпорник 2			
Отпорник 3			

* Пренеси ги вредностите од Табела 1

$$U_1 = U_i = 5\text{ V} \rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{5\text{ V}}{1500\ \Omega} = 0,0033\text{ A} = 3,3\text{ mA}$$

$$U_2 = U_i = 5\text{ V} \rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{5\text{ V}}{1000\ \Omega} = 0,005\text{ A} = 5\text{ mA}$$

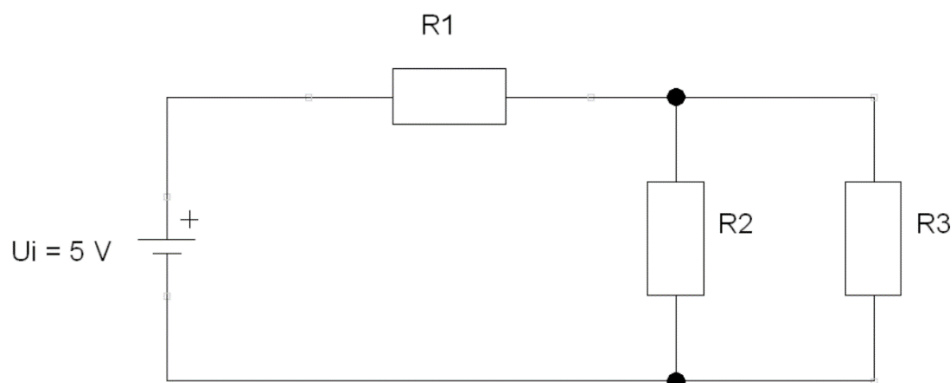
$$U_3 = U_i = 5\text{ V} \rightarrow I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{5\text{ V}}{500\ \Omega} = 0,01\text{ A} = 10\text{ mA}$$

2.2.5. Пресметај го збирот на јачините на струите низ отпорниците. Пресметаната вредност спореди ја со јачината на струјата низ изворот на напојување (I_i).

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0,0033\text{ A} + 0,005\text{ A} + 0,01\text{ A} = 0,0183\text{ A} \cong 0,018\text{ A} = I_i$$

2.3. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници

2.3.1. Три отпорници во комбинирана врска се поврзани на извор на еднонасочен напон. Електричната шема на колото со комбинирана врска на отпорници е прикажана на слика 2.3.



Слика 2.3. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници

2.3.2. Пресметај ја еквивалентната отпорност R_N , минималната еквивалентна отпорност R_{Nmin} и максималната еквивалентна отпорност R_{Nmax} , во електрично коло со паралелна врска на елементите, користејќи ги претходно определените отпорности на отпорниците преку означувањето со бои.

а) Еквивалентна отпорност R_N :

$$G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1000 \Omega} = 0,001 S$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{500 \Omega} = 0,002 S$$

$$G_{23} = G_2 + G_3 = 0,001 S + 0,002 S = 0,003 S$$

$$R_{23} = \frac{1}{G_{23}} = \frac{1}{0,003 S} = 333,33 \Omega = 333 \Omega$$

$$R_N = R_1 + R_{23} = 1500 \Omega + 333,33 \Omega = 1833,33 \Omega = 1833 \Omega$$

Пресметување со формулата за еквивалентна отпорност:

$$\begin{aligned} R_N &= R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 1500 \Omega + \frac{1000 \Omega \cdot 500 \Omega}{1000 \Omega + 500 \Omega} = 330 \Omega + \frac{500.000 \Omega^2}{1.500 \Omega} = 1500 \Omega + 333,33 \Omega \\ &= 1833,33 \Omega = 1833 \Omega \end{aligned}$$

б) Минимална еквивалентна отпорност R_{Nmin} :

$$G_{2min} = \frac{1}{R_{2min}} = \frac{1}{980 \Omega} = 0,00102041 S$$

$$G_{3min} = \frac{1}{R_{3min}} = \frac{1}{490 \Omega} = 0,00204082 S$$

$$G_{23min} = G_{2min} + G_{3min} = 0,00102041 S + 0,00204082 S = 0,00306123 S$$

$$R_{23min} = \frac{1}{G_{23min}} = \frac{1}{0,00306123 S} = 326,66 \Omega = 327 \Omega$$

$$R_{Nmin} = R_{1min} + R_{23min} = 1470 \Omega + 326,66 \Omega = 1796,66 \Omega = 1797 \Omega$$

Пресметување со формулата за еквивалентна отпорност:

$$\begin{aligned} R_{Nmin} &= R_{1min} + \frac{R_{2min} \cdot R_{3min}}{R_{2min} + R_{3min}} = 1470 \Omega + \frac{980 \Omega \cdot 490 \Omega}{980 \Omega + 490 \Omega} = 1470 \Omega + \frac{480.200 \Omega^2}{1.470 \Omega} \\ &= 1470 \Omega + 326,67 \Omega = 1796,67 \Omega = 1797 \Omega \end{aligned}$$

в) Максимална еквивалентна отпорност R_{Nmax} :

$$G_{2max} = \frac{1}{R_{2max}} = \frac{1}{1020 \Omega} = 0,00098039 S$$

$$G_{3max} = \frac{1}{R_{3max}} = \frac{1}{510 \Omega} = 0,00196078 S$$



$$G_{23max} = G_{2max} + G_{3max} = 0,00098039 S + 0,00196078 S = 0,00294117 S$$

$$R_{23max} = \frac{1}{G_{23max}} = \frac{1}{0,00294117 S} = 340,00 \Omega = 340 \Omega$$

$$R_{Nmax} = R_{1max} + R_{23max} = 1530 \Omega + 340 \Omega = 1870 \Omega$$

Максимална еквивалентна отпорност R_{Nmax} :

$$R_{Nmax} = R_{1max} + \frac{R_{2max} \cdot R_{3max}}{R_{2max} + R_{3max}} = 1530 \Omega + \frac{1020 \Omega \cdot 510 \Omega}{1020 \Omega + 510 \Omega} = 1530 \Omega + \frac{520.200 \Omega^2}{1.530 \Omega} = 1530 \Omega + 340 \Omega = 1870 \Omega$$

2.3.3. Напонот на еднонасочниот извор на напојување (U_i) е 5 V. Пресметај ја јачината на струјата низ изворот на напојување (I_i).

$$U_i = 5 \text{ V DC}$$

$$I_i = \frac{U_i}{R_N} = \frac{5 \text{ V}}{1833 \Omega} = 0,0027 \text{ A} = 2,7 \text{ mA}$$

2.3.4. Пресметај ги вредностите на електричните големини во колото. Пресметаните вредности за сите отпорници запиши ги во табела 2.2.

Забелешка: При пресметување на електричните големини, запиши ги соодветните формули.

Табела 2.3. Пресметани вредности на електричните големини во електрично колосо комбинирана врска на отпорници

Елемент	Јачина на електрична струја I [mA]	Електричен напон U [V]	Електричен отпор R_m [Ω] *
Отпорник 1			
Отпорник 2			
Отпорник 3			

* Пренеси ги вредностите од Табела 1

$$I_1 = I_i = 0,0027 \text{ A} \quad \rightarrow \quad U_1 = R_1 \cdot I_1 = 1500 \Omega \cdot 0,0027 \text{ A} = 4,05 \text{ V} = 4,1 \text{ V}$$

$$I_{23} = I_i = 0,0027 \text{ A} \quad \rightarrow \quad U_{23} = R_{23} \cdot I_{23} = 333 \Omega \cdot 0,0027 \text{ A} = 0,9 \text{ V}$$

$$\text{или} \quad U_i = U_1 + U_{23} \quad \rightarrow \quad U_{23} = U_i - U_1 = 5 \text{ V} - 4,1 \text{ V} = 0,9 \text{ V}$$

$$U_2 = U_{23} = 0,9 \text{ V} \quad \rightarrow \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{0,9 \text{ V}}{1000 \Omega} = 0,0009 \text{ A} = 0,9 \text{ mA}$$

$$U_3 = U_{23} = 0,9 \text{ V} \quad \rightarrow \quad I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{0,9 \text{ V}}{500 \Omega} = 0,0018 \text{ A} = 1,8 \text{ mA}$$

$$\text{или} \quad I_{23} = I_2 + I_3 \quad \rightarrow \quad I_3 = I_{23} - I_2 = 0,0027 \text{ A} - 0,0009 \text{ A} = 0,0018 \text{ A} = 1,8 \text{ mA}$$

2.3.5. Пресметај го збирот на падови на напони во контурата со сервиска врска. Пресметаната вредност спореди ја со напонот на изворот на напојување (U_i).

$$U_1 + U_{23} = 4,1 \text{ V} + 0,9 \text{ V} = 5 \text{ V} = U_i$$

2.3.6. Пресметај го збирот на јачините на струите во јазолот од електричното коло. Збирот на јачините на струите низ паралелно поврзаните отпорници ($I_2 + I_3$) спореди го со јачината струјата низ изворот на напојување (I_i).

$$I_2 + I_3 = 0,0009 A + 0,0018 A = 0,0027 A = I_1 = I_i$$

2.4. Споредба на резултатите

Постави ги резултатите на едукативната платформа Moodle.

Спореди ги добиените резултати за електричните големини, со резултатите од лабораториските мерења и од симулацијата преку платформата CORELA.

3. Симулација преку образовната платформа CORELA (Ученик 2)

Изврши симулација на сите три електрични кола преку образовната платформа CORELA.

Инсталирањето, структурата и користењето на платформата се објаснети во „Упатство за корисници на Образовната платформа CORELA“.

3.1. Електрично коло со сериска врска на отпорници

Користи ја платформата CORELA за одредување на вредноста на електричните големини во електрично коло со сериска врска на отпорници.

Чекорите со кои се изведува симулацијата, согласно упатството за користење на платформата, се наведени во продолжение:

1. Отвори ја платформата CORELA и најави се.
2. Поставување на вредностите на отпорот на отпорниците.
 - 2.1. *Function list – Electronic components – Pasive – Resistor – click.*
 - 2.2. Кликни на избрано поле на работната површина (на пр. Отпорник 1: ред 1, колона1).
 - 2.3. Се отвора скокачки прозорец „*Resistor.vi*“.
 - 2.4. Во полето „*Resistor making*“ одбери опција со 5- прстени.
 - 2.5. Во полињата „*First band, Second bend...*“, одберисоодветна вредност, односно боја.
 - 2.6. Во полето „*Resistor power*“ означи или напиши 0,25 W.
 - 2.7. Во „*Output IV value*“ избери опција „*Resistor value*“.



2.8. Кликни на копчето за снимање „Record button“ и скокачкиот прозорец „Resistor.vi“ ќе се затвори.

2.9. Зачувај ја вредноста на отпорот на Отпорник1: Function list - Controls and indicators – local variables – Write – Write-VAR-1 – click.

2.10. Кликни во полето на работната површина, веднаш до полето каде е поставен отпорникот (на пр. ред 1, колона 2).

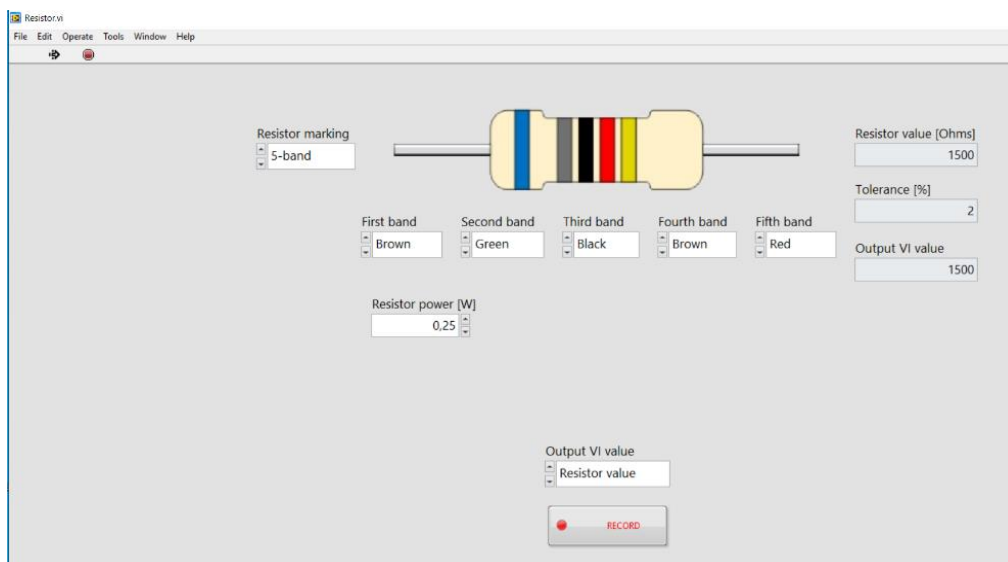
3. Повтори ја истата постапка и постави ја вредноста на Отпорникот 2.

3.1. Отпорник 2: ред 2, колона 1. Зачувување на вредноста (Write-VAR-2): ред 2, колона 2.

4. Повтори ја истата постапка и постави ја вредноста на Отпорник 3.

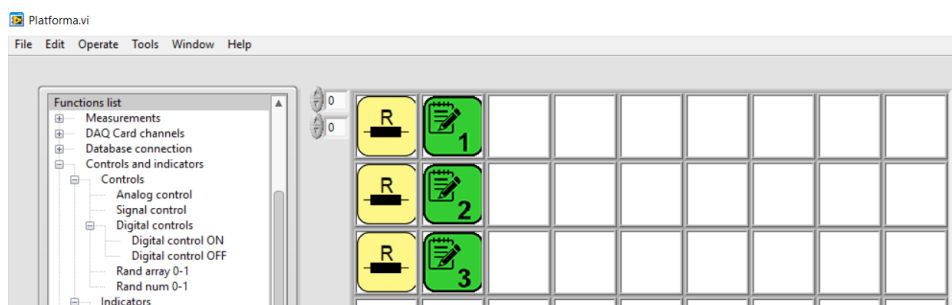
4.1. Отпорник 3: ред 3, колона 1. Зачувување на вредноста (Write-VAR-3): ред 3, колона 2.

Поставувањето на вредноста на отпорникот на функциската работна површина е прикажано на слика 3.1.



Слика 3.1. Одредување на вредноста на отпорникот

Вредностите на електричните отпорници зачувани на работната површина како „local variables“, се прикажани на слика 3.2.



Слика 3.2. Вредности на електричните големини зачувани како локални променливи

5. Пресметување на еквивалентната отпорност во електричното коло.

5.1. Прочитај ја зачуваната вредност на Отпорник 1: Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-1 – click.

5.2. Кликни на избрано поле од работната површина (на пр. ред 5, колона 1).

5.3. Прочитај ја зачуваната вредност на Отпорник2: Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-2 – click.

5.4. Кликни на поле од работната површина што е веднаш под полето кое е поставена функцијата „Read-VAR-1” (на пр. ред 6, колона 1).

5.5. Собери ги прочитаните вредности:Function list - Math - Arithmetics – Add – click

5.6. Кликни на поле десно од полето во кое е поставена функцијата „Read-VAR-1” (на пр. ред 5, колона 2).

5.7. Прочитај ја зачуваната вредност на Отпорник 3: Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-3 – click.

5.8. Кликни на полето од работната површина што е под полето во кое е поставена функцијата „Add” (на пр. ред 6, колона 2).

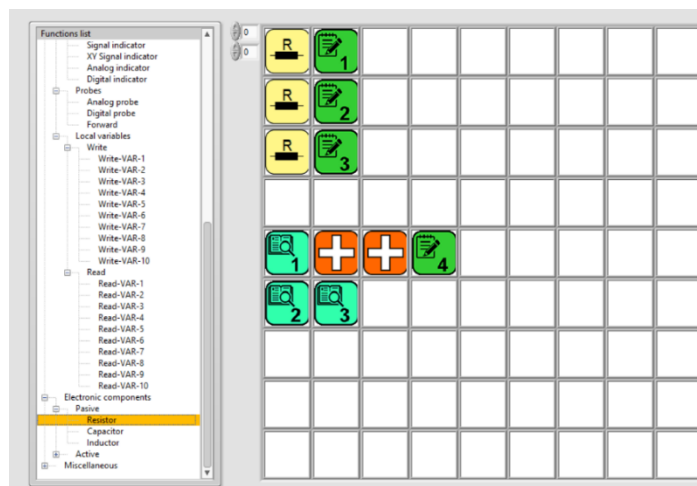
5.9. Собери го претходниот збир (поле „Add”) со вредноста на Отпорник 3 (поле „Read-VAR-3”): Function list - Math - Arithmetics – Add – click.

5.10. Кликни на работната површина во поле, десно од полето во кое е поставена функцијата „Add” (на пр. ред 5, колона 3).

5.11. Зачувај ја вредноста на вкупниот збир: Function list - Controls and indicators – local variables – Write – Write-VAR-4 – click.

5.12. Кликни на полето од работната површина, десно од полето во кое е поставена втората функција „Add” (на пр. ред 5, колона 4).

Пресметувањето на еквивалентната отпорност е прикажано на слика 3.3.



Слика 3.3. Определување на еквивалентната отпорност R_N во сервиско електрично коло



6. Поставување и зачувување на вредноста на напонот на изворот на напојување.

6.1 Function list -Controls and indicators – Controls – Analog control – click.

6.2 Кликни на избрано поле на работната површина (на пр. ред 8, колона 1).

6.3 Се отвора скокачки прозорец „Analog control.avi“.

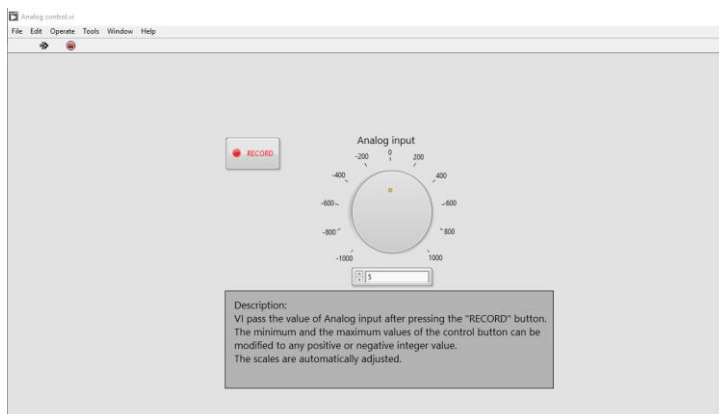
6.4 Внеси ја или означи ја вредноста „5“.

6.5 Кликни на копчето за снимање „Record button“. Се затвора скокачкиот прозорец „Analog control.avi“.

6.6 Зачувај ја вредноста на напонот на изворот: *Function list - Controls and indicators – local variables – Write – Write-VAR-5 – click.*

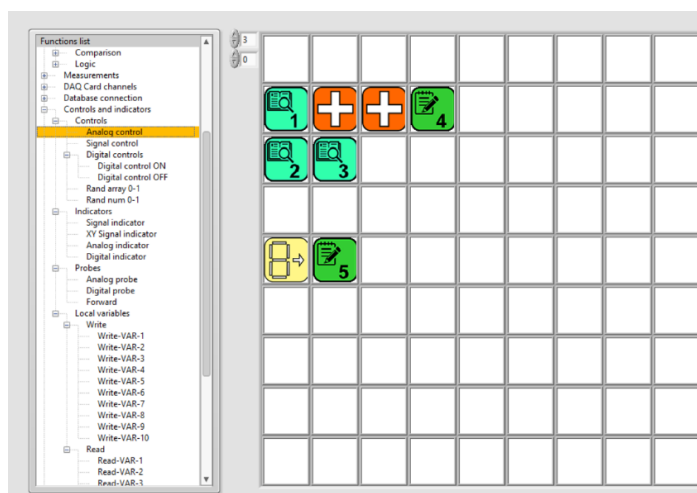
6.7 Кликни на поле десно, веднаш до полето каде е поставена „Analog control“ (на пр. ред 8, колона 2).

Внесувањето на вредноста на напонот на изворот преку „Analog control“ е прикажано на слика 3.4.



Слика 3.4. Поставување на вредноста на напонот на изворот на напојување

Поставувањето на вредноста на напонот на изворот и нејзино зачувување како „local variables“ е прикажано на слика 3.5.



Слика 3.5. Вредноста на електричниот напон зачувана како локална променлива

7. Пресметување на струјата низ изворот на напојување: вредноста на напонот на изворот поделена со еквивалентната отпорност.

7.1 Прочитај ја зачуваната вредност на напонот на изворот: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read -VAR-5 – click.*

7.2. Кликни на избрано поле на работната површина (на пр. ред 8, колона 4).

7.3. Прочитај ја зачуваната вредност на еквивалентната отпорност: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-4 – click.*

7.4. Кликни на поле од работната површина што е под полето во кое е поставено „Read-VAR-5” (на пр. ред 9, колона 4).

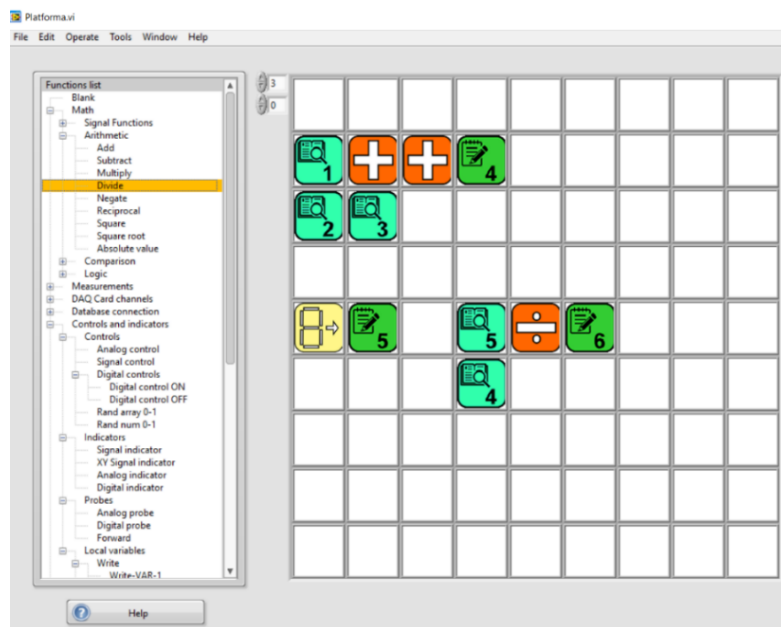
7.5. Подели ги двете „Read-VAR” вредности: *Function list – Math - Arithmetics – Divide – click.*

7.6. Кликни во поле десно од полето во кое е поставена функцијата „Read-VAR-5” (на пр. ред 8, колона 5).

7.7. Зачувај ја вредноста на јачината на струјата низ изворот: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-6 – click.*

7.8. Кликни во поле десно од полето кое е поставена функцијата „Divide” (на пр. ред 8, колона 6).

Пресметувањето на вредноста на јачината на струјата низ изворот на работната површина е прикажано на слика 3.6.



Слика 3.6. Пресметка на јачината на струјата

8. Пресметување на падот на напонот на Отпорник 1.

8.1. Прочитај ја зачуваната вредност на Отпорник 1: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-1 – click.*



- 8.2. Кликни во поле на работната површина (на пр. ред 11, колона 1).
- 8.3. Прочитај ја зачуваната вредност на јачината на струјата: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Read – Read-VAR-6 – click.
- 8.4. Кликни во полето под полето во кое е поставена функцијата „Read-VAR-1” (на пр. ред 12, колона 1).
- 8.5. Помножи ги избраните (read) вредности: *Function list - Math - Arithmetics – Multiply* – click.
- 8.6. Кликни во поле десно од полето во кое е поставена функцијата „Read-VAR-1” (на пр.ред 11, колона 2).
- 8.7. Зачувај ја вредноста на падот на напонот на Отпорник 1: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Write – Write -VAR-7 – click.
- 8.8. Кликни во полето десно, до полето со поставената функција „Multiply” (на пр.ред 11, колона 3).
9. Пресметување на падот на напонот на Отпорник 2.
- 9.1. Прочитај ја зачуваната вредност за Отпорникот 2: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Read – Read-VAR-2 – click.
- 9.2. Кликни во избрано поле на работната површина (на пр. ред 11, колона 5).
- 9.3. Прочитај ја зачуваната вредност на јачината на струјата: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Read – Read-VAR-6 – click
- 9.4. Кликни во полето од работната површина што е под полето во кое е внесено „Read-VAR-2” (на пр. Ред 12, колона 5).
- 9.5. Помножи ги прочитаните вредности: *Function list - Math - Arithmetics – Multiply* – click.
- 9.6. Кликни во полето десно од полето во кое е внесено „Read-VAR-1” (на пр. ред 11, колона 6).
- 9.7. Зачувај ја вредоста на падот на напонот на Отпорник 2: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Write – Write -VAR-8 – click.
- 9.8 Кликни во полето десно од полето „Multiply” (на пр. ред 11, колона 7).
10. Пресметување на падот на напонот на Отпорник 3.
- 10.1. Прочитај ја зачуваната вредност на Отпорник 3: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Read – Read-VAR-3 – click.
- 10.2. Кликни во избрано поле на работната површина (на пр. ред 11, колона 9).
- 10.3. Прочитај ја зачуваната вредност на јачината на струјата: *Function list - Controls and indicators – local variables* – Read – Read-VAR-6 – click.
- 10.4. Кликни во полето од работната површина, под полето во кое е внесено „Read-VAR-3” (на пр. ред 12, колона 9).

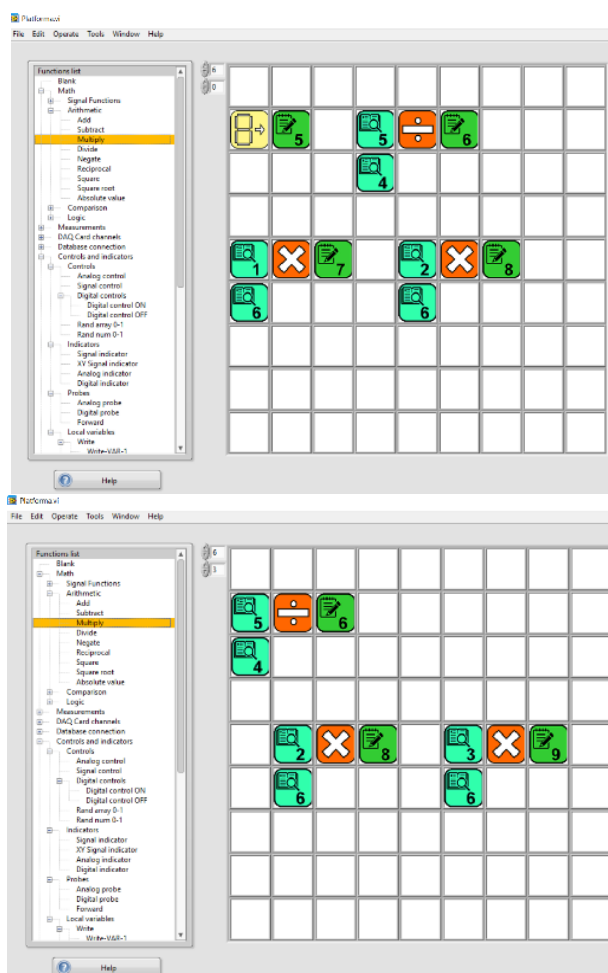
10.5. Помножи ги прочитаните вредности: *Function list - Math - Arithmetics – Multiply – click.*

10.6. Кликни во полето десно од полето во кое е внесено „Read-VAR-3” (на пр. ред 11, колона 10).

10.7. Зачувај ја вредноста на падот на напонот на Отпорник 3: *Function list - Controls and indicators – local variables – Write – Write -VAR-9 – click.*

10.8. Кликни во полето десно од полето „Multiply” (на пр. ред 11, колона 11).

Пресметувањето на падовите на напон на работната површина е прикажано на слика 3.7.



Слика 3.7. Одредување на вредностите на падовите на напон

11. Пресметај го збирот на падови на напони на отпорниците.

11.1. Прочитај ја зачуваната вредност на падот на напон на Отпорник 1: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-7 – click.*

11.2. Кликни на избрано поле на работната површина (на пр. ред 14, колона 1).

11.3. Прочитај ја зачуваната вредност на падот на напон на Отпорник 2: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-8 – click.*



11.4. Кликни во полето од работната површина, под полето во кое е внесено „Read-VAR-7” (на пр. ред 15, колона 1).

11.5. Собери ги прочитаните вредности: *Function list - Math - Arithmetics – Add – click*.

11.6. Кликни во полето десно од полето во кое е внесено „Read-VAR-7” (на пр. ред 14, колона 2).

11.7. Прочитај ја зачуваната вредност на падот на напон на Отпорник 3: *Function list - Controls and indicators – local variables – Read – Read-VAR-8 – click*.

11.8. Кликни во полето од работната површина, под полето со функцијата „Add” (на пр. ред 15, колона 2).

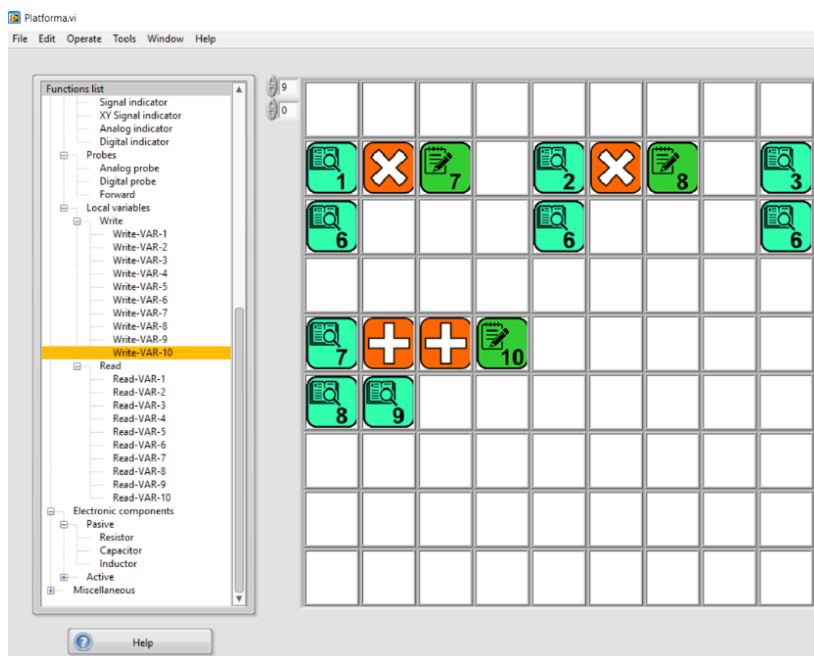
11.9. Собери го претходниот збир (поле „Add”) со вредоста на падот на напонот на Отпорник 3 (поле „Read-VAR-9”): *Function list - Math - Arithmetics – Add – click*.

11.10. Кликни во поле на работната површина, десно од полето во кое е внесена функцијата „Add” (на пр. ред 14, колона 3).

11.11. Зачувај ја вредноста на вкупниот збир: *Function list - Controls and indicators – local variables – Write – Write-VAR-10 – click*.

11.12. Кликни на поле десно од полето во кое е внесена втората функција „Add” на работната површина (на пр. ред 14, колона 4).

Пресметувањето на збирот на падови на напони на отпорниците на работната површина е прикажан на слика 3.8.



Слика 3.8. Пресметување на збирот на падови на напони на отпорниците

12. Спореди ја вредноста на напонот на изворот со вредноста на пресметаниот збир на падови на напон на отпорниците.

12.1. Објасни зошто се разликуваат споредените вредности.

3.2. Електрично коло со паралелна врска на отпорници

Користи ја платформата CORELA за определување на електричните големини во коло со паралелна врска на елементите.

Чекорите со кои се изведува симулацијата, согласно упатството за користење на платформата, се слични со чекорите наведени во точка 3.1.

3.3. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници

Користи ја платформата CORELA за определување на електричните големини во коло со комбинирана (сериска-паралелна) врска на елементите.

Чекорите со кои се изведува симулацијата, согласно упатството за користење на платформата, се слични со чекорите наведени во точка 3.1.

3.4. Споредба на резултатите

Резултатите од симулацијата изведена на платформата CORELA се зачувуваат и поставуваат на едукативната платформа *Moodle*.

Спореди ги добиените резултати со резултатите од теориските пресметки и од лабораториските мерења.

4. Мерење на електрични големини (Ученик 3)

4.1. Мерење на електрична отпорност

Измери ја електричната отпорност на сите отпорници со употреба на мултиметар-омметар; примени директен метод. Пополни ја табелата 4.1 со измерените вредности.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина и избери мерно подрачје.

Дали измерените вредности за електричната отпорност се во граници на толеранцијата (помеѓу максималната и минималната вредност) според ознаките на самите отпорници (табела 1)?

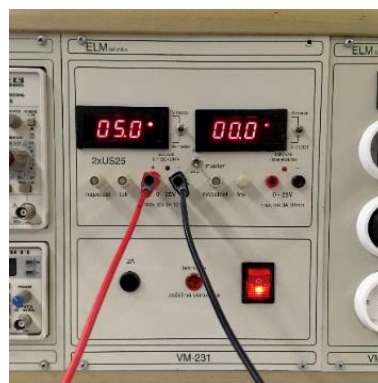


Табела 4.1. Мерење електрична отпорност

Елемент	Измерена отпорност R_m [Ω] (директно мерење)	Минимална отпорност R_{min} [Ω]	Максимална отпорност R_{max} [Ω]	Споредба на измерената вредност со опсегот (ДА/ НЕ)
Отпорник 1		1470 Ω	1530 Ω	
Отпорник 2		980 Ω	1020 Ω	
Отпорник 3		490 Ω	510 Ω	



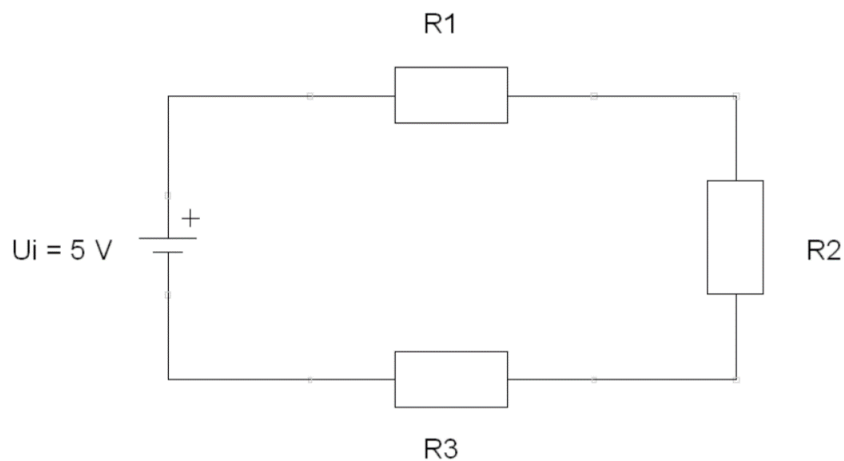
Слика 4.1.1. Мултиметар



Слика 4.1.2. Извор на напон

4.2. Електрично коло со сериска врска на отпорници

4.2.1. Трите отпорници се поврзани во серија со еднонасочен извор на напон. Електричната шема за сериската врска прикажана е на слика 4.2.



Слика 4.2. Електрично коло со сериска врска на отпорници

4.2.2. Реализирај ја сериската врска на отпорниците на протоборд плочка. Измери ја вкупната отпорност во колото.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина и избери мерно подрачје.

$$R_{N-m} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

Дали измерената вкупна отпорност е во граници на толеранција (помеѓу минималната пресметана вредност $R_{Nmin} = 2940 \Omega$ и максималната вредност $R_{Nmax} = 3060 \Omega$)?

Да, измерената вкупна отпорност е во границите на толеранција, помеѓу 2940Ω и 3060Ω .

4.2.3. Подготви го изворот на напон; намести излезен напон $U_i = 5 \text{ V DC}$. Употреби мултиметар-волтметар за мерење на вредноста на електричниот напон.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветниот вид на напон (AC / DC) и мерно подрачје.

$$U_{i-m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

4.2.4. Поврзи ја сериската врска на отпорниците со изворот на еднонасочен напон $U_i = 5 \text{ V DC}$. Употреби мултиметар-амперметар за мерење на вредноста на електричната струја.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветниот вид на струја (AC / DC) и мерно подрачје.

$$I_{i-m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

4.2.5. Изведи ги мерењата за наведените големини и запиши ги во табела 4.2; запиши ги и измерените вредности за сите отпорници поединечно.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина (AC / DC) и мерно подрачје.

4.2.5.1. Измери го падот на напон на секој отпорник во електричното коло.

4.2.5.2. Измери ја струјата низ секој отпорник во електричното коло.

4.2.5.3. Определи ја (пресметај) измерената вредност за секој отпорник со индиректна U - I метода (со измерените пад на напон и струја за секој отпорник).

Табела 4.2. Мерење на електрични големини во електрично коло со сериска врска на отпорници

Елемент	Електрична струја I_m [mA]	Електричен напон U_m [V]	Електрична отпорност R_m [Ω] (индиректна метода)	Електрична отпорност R_m [Ω] (директна метода*)
Отпорник 1				
Отпорник 2				
Отпорник 3				

* Пренеси ги измерените вредности од Табела 4.1



$$R_{1m} = \frac{U_{1m}}{I_{1m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

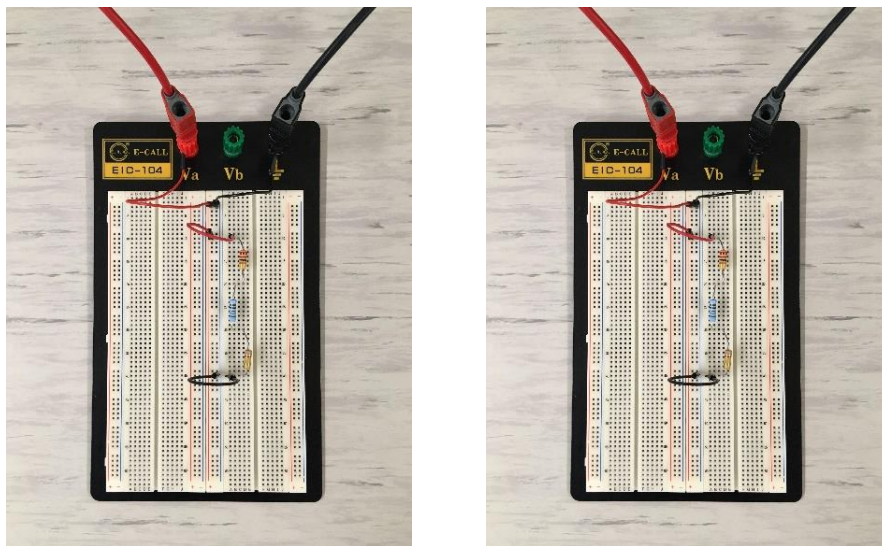
$$R_{2m} = \frac{U_{2m}}{I_{2m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

$$R_{3m} = \frac{U_{3m}}{I_{3m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

4.2.6. Пресметај го збирот од измерените падови на напон на сите отпорници. Спореди ја пресметаната вредност со измерениот напон на изворот U_{i-m} .

$$U_{1m} + U_{2m} + U_{3m} = \text{---} V + \text{---} V + \text{---} V = \text{---} V \cong U_{im}$$

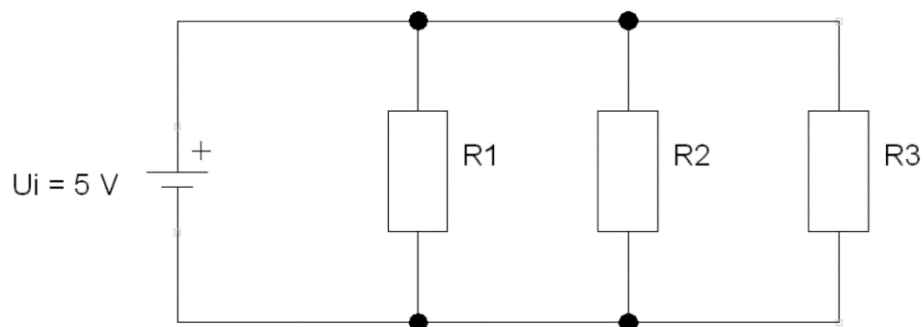
Сериското електрично коло на протоборд плочка е прикажано на слика 4.3.



Слика 4.3. Сериска врска на отпорници на протоборд плочка

4.3. Електрично коло со паралелна врска на отпорници

4.3.1. Трите отпорници се паралелно поврзани со извор на напон. Електричната шема за паралелната врска прикажана е на слика 4.4.



Слика 4.4. Електрично коло со паралелна врска на отпорници

4.3.2. Реализирај ја паралелната врска на протоборд плочка. Измери ја вкупната отпорност во колото.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина и избери мерно подрачје.

$$R_{N-m} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

Дали измерената вкупна отпорност R_{N-m} е во граници на толеранција (помеѓу минималната пресметана вредност $R_{Nmin} = 267 \Omega$ и максималната $R_{Nmax} = 278 \Omega$)?

Да, измерената вкупна отпорност е во граници на толеранција, помеѓу 267 Ω и 278 Ω .

4.3.3. Подготви го изворот на напон; намести излезен напон $U_i = 5 \text{ V DC}$. Употреби мултиметар-волтметар за мерење на вредноста на електричниот напон.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на напон, избери вид на напон (AC / DC) и мерно подрачје.

$$U_{i-m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

4.3.4. Поврзи ја паралелната врска на отпорниците со изворот на еднонасочен напон $U_i = 5 \text{ V DC}$. Употреби мултиметар-амперметар за мерење на вредноста на електричната струја.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на јачина на струја, избери вид на струја (AC / DC) и мерно подрачје.

$$I_{i-m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

4.3.5. Изведи ги мерењата за наведените големини и запиши ги во табела 4.3; запиши ги и измерените вредности за сите отпорници поединечно.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина (AC / DC) и избери мерно подрачје.

4.3.5.1. Измери го падот на напон на секој отпорник во електричното коло.

4.3.5.2. Измери ја струјата низ секој отпорник во електричното коло.

4.3.5.3. Определи ја (пресметај) измерената вредност за секој отпорник со индиректна $U-I$ метода (со измерените пад на напон и струја за секој отпорник).

Табела 4.3. Мерење на електрични големини во електрично коло со паралелна врска на отпорници

Елемент	Електрична струја I_m [mA]	Електричен напон U_m [V]	Електрична отпорност R_m [Ω] (индиректна метода)	Електрична отпорност R_m [Ω] (директна метода*)
Отпорник 1				
Отпорник 2				
Отпорник 3				

* Пренеси ги измерените вредности од Табела 4.1



$$R_{1m} = \frac{U_{1m}}{I_{1m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

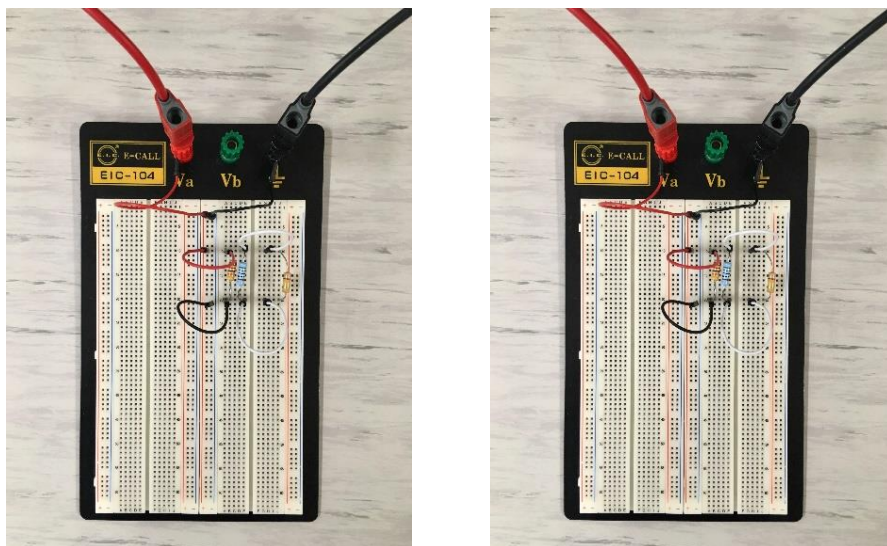
$$R_{2m} = \frac{U_{2m}}{I_{2m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

$$R_{3m} = \frac{U_{3m}}{I_{3m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

4.3.6. Пресметај го збирот од измерените струи низ сите отпорници. Спореди ја пресметаната вредност со измерената струја од изворот I_{im} .

$$I_{1m} + I_{2m} + I_{3m} = \text{---} \text{ mA} + \text{---} \text{ mA} + \text{---} \text{ mA} = \text{---} \text{ mA} \cong I_{im}$$

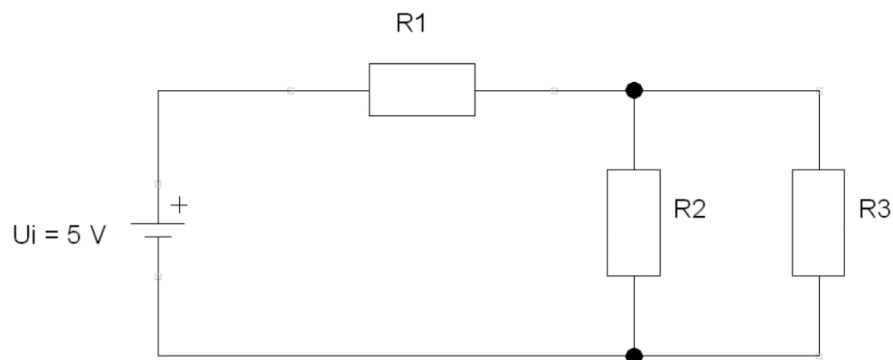
Паралелната врска на отпорници на протоборд плочка е прикажано на слика 4.5.



Слика 4.5. Паралелна врска на отпорници на протоборд плочка

4.4. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници

4.4.1. Трите отпорници се поврзани во сериско-паралелна (комбинирана) врска со извор на напон. Електричната шема за комбинираната врска прикажана е на слика 4.6.



Слика 4.6. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници

4.4.2. Реализирај ја комбинираната врска на протоборд плочка. Измери ја вкупната отпорност во колото.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина и избери мерно подрачје.

$$R_{N-m} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

Дали измерената вкупна отпорност R_{N-m} е во граници на толеранција (помеѓу минималната пресметана вредност $R_{Nmin} = 1797 \Omega$ и максималната $R_{Nmax} = 1870 \Omega$)?

Да, измерената вкупна отпорност е во граници на толеранција, помеѓу 1797Ω и 1870Ω .

4.4.3. Подготви го изворот на напон; намести излезен напон $U_i = 5 \text{ V DC}$. Употреби мултиметар-волтметар за мерење на вредноста на електричниот напон.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветниот вид на напон (AC/DC) и избери мерно подрачје.

$$U_{i-m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

4.4.4. Поврзи ја комбинираната врска на отпорниците со изворот на еднонасочен напон $U_i = 5 \text{ V DC}$. Употреби мултиметар-амперметар за мерење на вредноста на електричната струја.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветниот вид на струја (AC/DC) и избери мерно подрачје.

$$I_{i-m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

4.4.5. Изведи ги мерењата за наведените големини и запиши ги во табела 4.4; запиши ги и измерените вредности за сите отпорници поединечно.

Забелешка: Постави ја преклопката на мултиметарот во положба за мерење на соодветната големина (AC/DC) и избери мерно подрачје.

4.4.5.1. Измери го падот на напон на секој отпорник во електричното коло.

4.4.5.2. Измери ја струјата низ секој отпорник во електричното коло.

4.4.5.3. Определи ја (пресметај) измерената вредност за секој отпорник со индиректна U - I метода (со измерените пад на напон и струја за секој отпорник).

Табела 4.4. Мерење на електрични големини во електрично коло со комбинирана врска на отпорници

Елемент	Електрична струја I_m [mA]	Електричен напон U_m [V]	Електрична отпорност R_m [Ω] (индиректна метода)	Електрична отпорност R_m [Ω] (директна метода*)
Отпорник 1				
Отпорник 2				
Отпорник 3				

* Пренеси ги измерените вредности од Табела 4.1



$$R_{1m} = \frac{U_{1m}}{I_{1m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

$$R_{2m} = \frac{U_{2m}}{I_{2m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

$$R_{3m} = \frac{U_{3m}}{I_{3m}} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

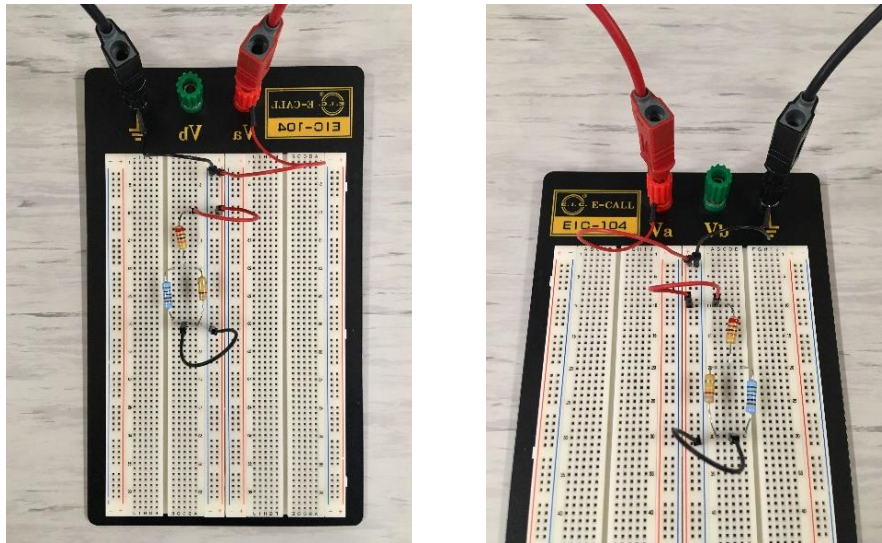
4.4.6. Пресметај го збирот од измерените падови на напон на сериската врска на отпорници. Спореди ја пресметаната вредност со измерениот напон на изворот U_{i-m} .

$$U_{1m} + U_{23m} = \text{---} V + \text{---} V = \text{---} V \cong U_{im}$$

4.4.7. Пресметај го збирот од измерените струи во јазолот од паралелната врска на отпорници. Спореди ја пресметаната вредност со измерената струја од изворот I_{i-m} .

$$I_{2m} + I_{3m} = \text{---} mA + \text{---} mA = \text{---} mA \cong I_{1m} \cong I_{im}$$

Електрично коло со комбинирана врска на отпорници на протоборд плочка е прикажано на слика 4.7.



Слика 4.7. Електрично коло со комбинирана врска на отпорници на протоборд плочка

4.5. Споредба на резултатите

Постави ги резултатите на Moodle платформата.

Спореди ги резултатите од теориските пресметки, резултатите од лабораториските мерења и резултатите од симулацијата изведена на платформата CORELA.

Мултимедијален видео линк:

<https://www.youtube.com/watch?v=8P3Clw4ZEHk&feature=youtu.be>

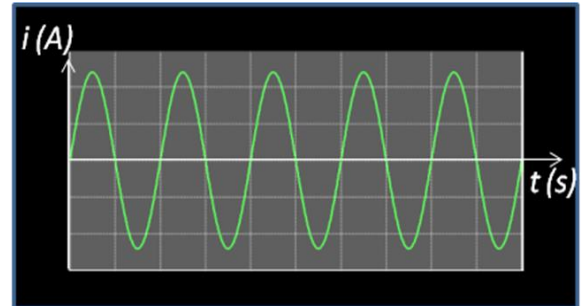
III. Мерење на импеданса

1. Вовед

Во електричните кола во кои изворот на влезен напон е наизменичен, тече наизменична струја.

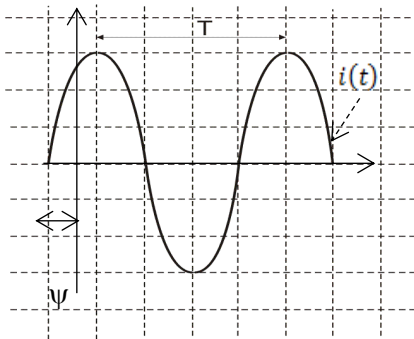
Наизменичните струи се временски променливи струи кои наизменично го менуваат интензитетот и насоката (слика 1.1).

Во електротехниката најчесто се користат простопериодични наизменични струи кои се менуваат по синусен закон.



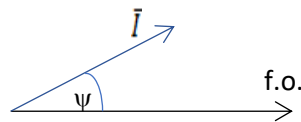
Сл.1.1. Простопериодична наизменична струја

Наизменичните големини може да се претстават на следните три начини (Слика 1.2, 1.3 и 1.4):



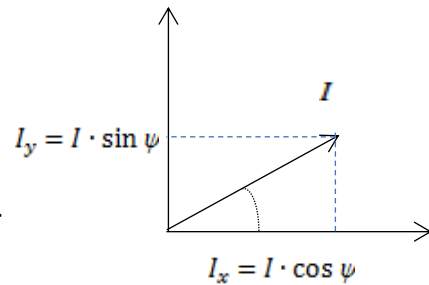
$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + \psi) [A]$$

Слика 1.2
временски (тригонометриски)
приказ



$$I = I \cdot \cos \psi + jI \cdot \sin \psi$$

Слика 1.3
фазорски (геометриски)
приказ



$$I = I \cdot \cos \psi + jI \cdot \sin \psi$$

Слика 1.4
комплексно (аритметички)
приказ

$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + \psi) [A]$$

$$u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t + \theta) [V]$$

I_m, U_m - амплитуда или максимална вредност на наизменичната струја, односно напон;

ω - кружна фреквенција на наизменичната величина ($\omega = 2\pi f \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$);

f - фреквенција на наизменичната големина [Hz];

ψ, θ - почетна фаза на наизменичната струја, односно напон [rad];

φ - фазна разлика помеѓу напонот и струјата ($\varphi = \theta - \psi$);



Амперметрите и волтметрите за мерење на наизменични струи и напони ја мерат ефективната вредност на наизменичната величина.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 \cdot I_m \text{ [A]}$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0.707 \cdot U_m \text{ [V]}$$

I , U - ефективна вредност на наизменичната струја, односно напон.

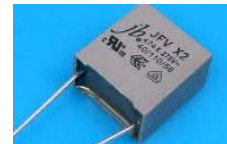
Елементи во коло со наизменична струја



Омски отпорник



Калем



Кондензатор

Вкупната импеданса во електричното коло со наизменична струја, се пресметува во зависност од видот и бројот на елементите, како и од начинот на кој се меѓусебно поврзани.

Импедансата може да се определи и практично, преку мерење на ефективните вредности на напонот и струјата, со примена на U-I метода:

$$Z = \frac{U}{I} \text{ [\Omega]}$$

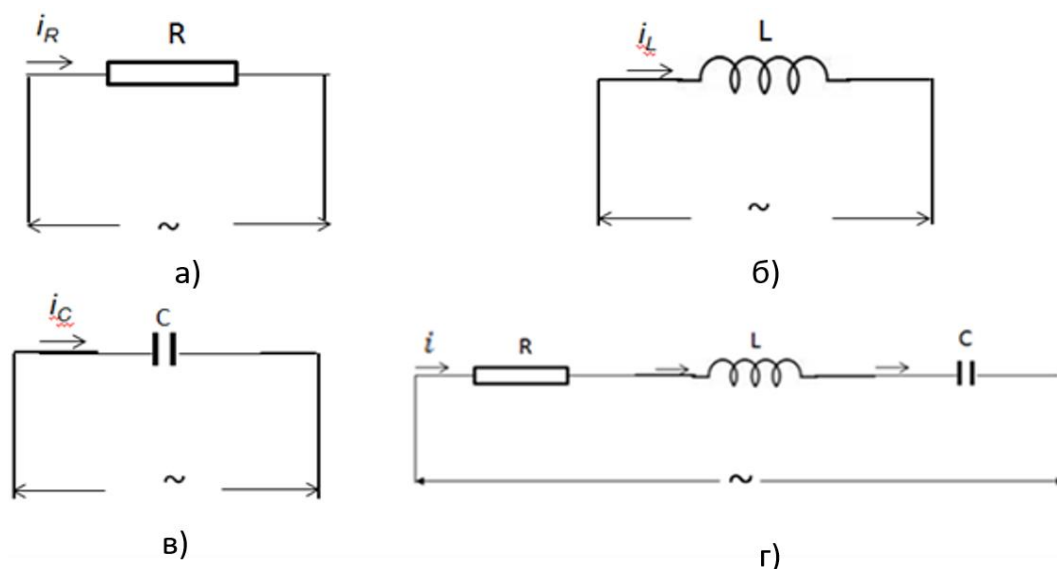
Z - модул на импедансата, односно вкупната отпорност во колото;

U , I - ефективни вредности на напонот и струјата во колото.

2. Теоретска задача (сите ученици)

Да се определи импедансата за различни фреквенции (f) на приклучениот наизменичен напон, за електричните кола прикажани на слика 2, во случај кога во колото е поврзано:

- а) Омски отпорник со отпорност $R = 470 \text{ }\Omega$ (слика 2.а);
- б) Калем со индуктивност $L = 1 \text{ mH}$ (слика 2.б);
- в) Кондензатор со капацитивност $C = 0,47 \text{ }\mu\text{F}$ (слика 2.в);
- г) Редна врска на сите три елементи (слика 2.г).



Слика 2. Електрични шеми

3. Пресметување на импеданса (Ученик 1)

3.1. Пресметки

Пресметај ја импедансата за секое електрично коло од слика 2, за различни фреквенции на наизменичниот напон.

а. Електрично коло со наизменична струја во кое е поврзан само омски отпорник е прикажано на слика 2.а. Импедансата во електричното коло се пресметува со формулата:

$$Z = R[\Omega]$$

Пресметаните вредности запиши ги во табела 3.а.

б. Електрично коло со наизменична струја во кое е поврзан само калем е прикажано на слика 2.б. Импедансата во електричното коло се пресметува со формулата:

$$Z = X_L[\Omega] \quad X_L = \omega \cdot L [\Omega] \quad \omega = 2\pi f \left[\frac{rad}{s} \right]$$

каде X_L е индуктивната отпорност на калемот $[\Omega]$

Пресметаните вредности запиши ги во табела 3.б.

в. Електрично коло со наизменична струја во кое е поврзан само кондензатор е прикажано на слика 2.в. Импедансата во колото се пресметува до формулата:

$$Z = X_c[\Omega]$$



каде X_C е капацитивната отпорност на кондензаторот [Ω].

$$X_C = \frac{1}{\omega C} [\Omega]$$

Пресметаните вредности запиши ги во табела 3.в.

г. Електрично коло со наизменична струја со редна врска на отпорник, калем и кондензатор (редно RLC коло) е прикажано на слика 2.в. Импедансата во колото се пресметува до формулата:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} [\Omega]$$

R – активна (омска) отпорност во колото [Ω]

X – реактивна отпорност во колото [Ω]

$$X = X_L - X_C [\Omega]$$

Пресметаните вредности запиши ги во табела 3.г.

Опреди го карактерот на електричното коло ако е познато дека при:

- $X_L > X_C$, електричното коло има претежно индуктивен карактер;
- $X_L < X_C$, електричното коло има претежно капацитивен карактер;
- $X_L = X_C$, електричното коло има омски карактер.

Внесување на пресметаните вредности во табела

Табела 3.а. Електрично коло со омски отпорник

f(Hz)	100	1000	10000	100000
Z(Ω)				

Табела 3.б. Електрично коло со калем

f(Hz)	5000	10000	50000	100000
Z(Ω)				

Табела 3.в. Електрично коло со кондензатор

f(Hz)	100	200	500	1000
Z(Ω)				

Табела 3.г. Редно RLC коло

f(Hz)	100	1000	10000	100000
Z(Ω)				

Прашање 1: Како се менува капацитивната отпорност со зголемување на фреквенцијата?

Прашање 2: Како се менува индуктивната отпорност со зголемување на фреквенцијата?

Прашање 3: Каков е карактерот на редното RLC коло од задачата?

3.2. Споредба на резултатите

Најавете се на Corela платформата.

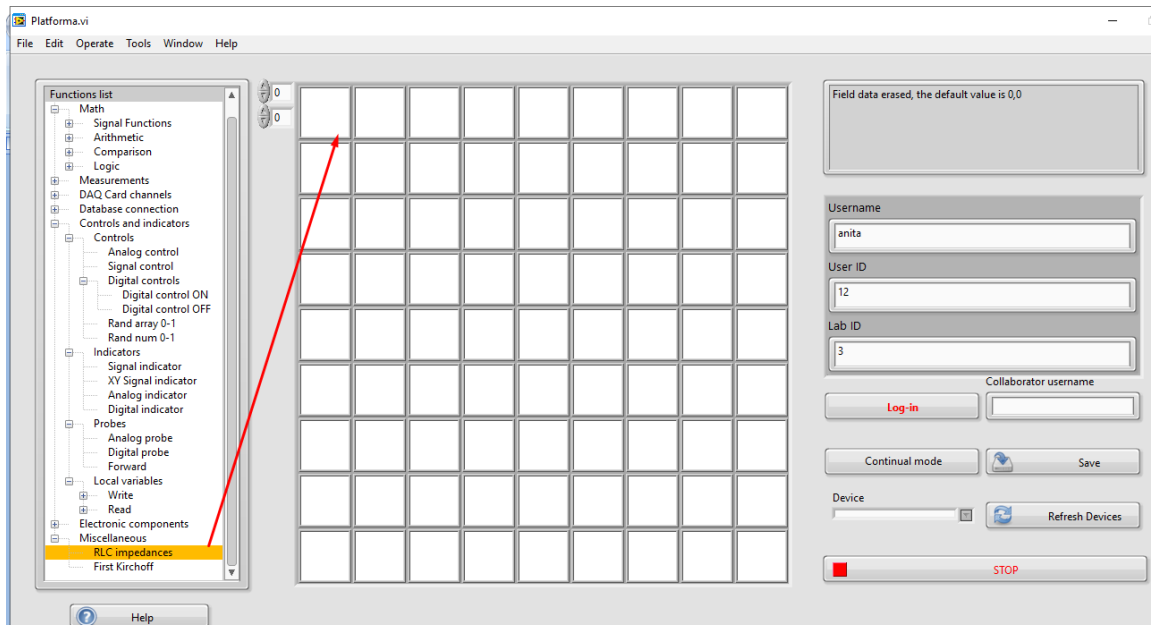
Внесувањето на вредностите на фреквенциите и на импедансите, како и нивно испраќање на едукативната платформа, се врши според постапката објаснета во точка 6, поглавје II.

Спореди ги добиените резултати за импедансата со резултатите што ги добиле ученик 2 и ученик 3.

4. Определување на импеданса со симулација (Ученик 2)

4.1. Активирање на вежбата

По најавување на Corela платформата, од листата со функции во „Miscellaneous“ се избира вежбата RLC импеданса, и со лев клик на маусот се поставува во поле од работната површина, како што е прикажано на слика 4.1.



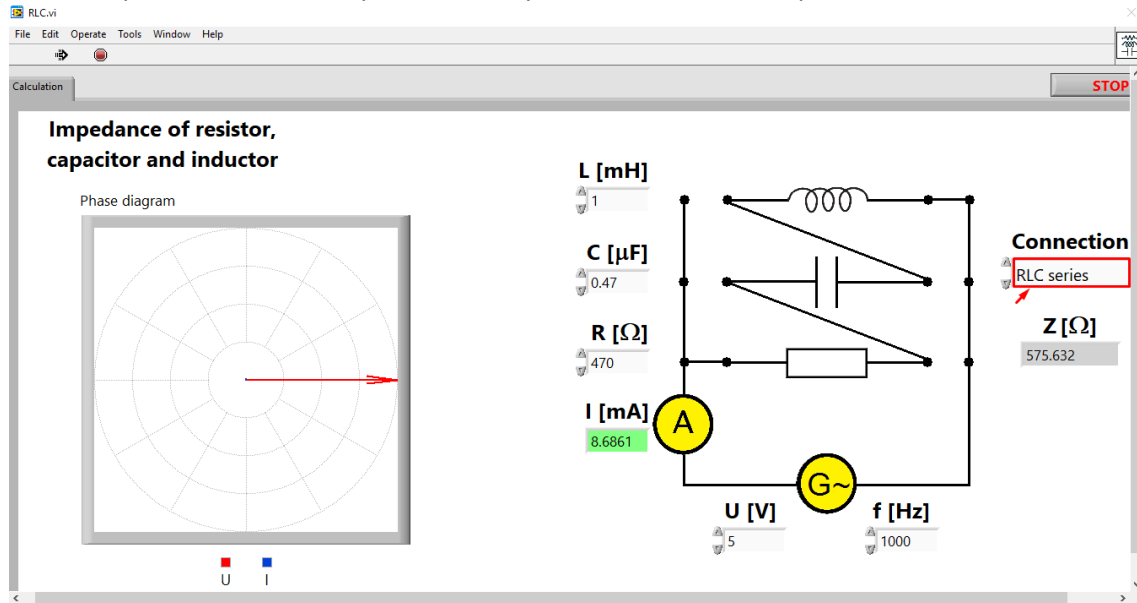
Слика 4.1. Поставување на вежбата на работната површина

На екранот се прикажува скокачки прозорец со вежбата RLC импеданса, прикажано на слика 4.2.



4.2. Избор на видот на електричното коло и отчитување на резултатите

Видот на електричното коло, со врската помеѓу елементите, се избира од полето „Connection“.



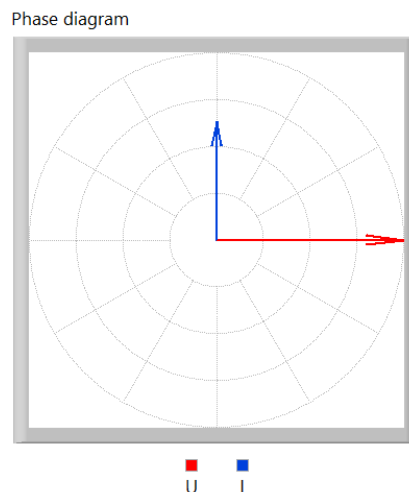
Слика 4.2. Избор на видот на електричното коло

Симулацијата на мерењата се вршат посебно за секое електрично коло, според редоследот на слика 2.

По изборот на потребното електрично коло, во соодветните полиња од работната површина се внесуваат ефективната вредност на наизменичниот напон $U=5\text{ V}$, фреквенцијата f , отпорноста на отпорникот R , индуктивноста на калемот L и капацитивноста на кондензаторот C , според карактеристиките на елементите наведени во задачата.

За секое електрично коло се вршат повеќе мерења за различни вредности на фреквенцијата, дадени во соодветните табели. При секоја промена на фреквенцијата се отчитуваат вредностите на струјата и импедансата и се внесуваат во соодветните табели (4.а, 4.б, 4.в и 4.г).

Фазната разлика φ , помеѓу напонот и струјата, може да се воочи од фазорскиот дијаграм што се исцртува на левата страна од екранот (слика 4.3).



Слика 4.3. Фазорски дијаграм за електрично коло со кондензатор

На предвиденото место, до табелите, запиши ја фазната разлика (φ) помеѓу напонот и струјата за електричното коло со идеален калем (слика 2.б) и за електричното коло со идеален кондензатор (слика 2.в).

Табела 4.а. Електрично коло со омски отпорник

f(Hz)	100	1000	10000	100000
I(A)				
Z(Ω)				

Табела 4.б. Електрично коло со калем

f(Hz)	5000	10000	50000	100000
I(A)				
Z(Ω)				

$\varphi = \text{-----}$

Табела 4.в. Електрично коло со кондензатор

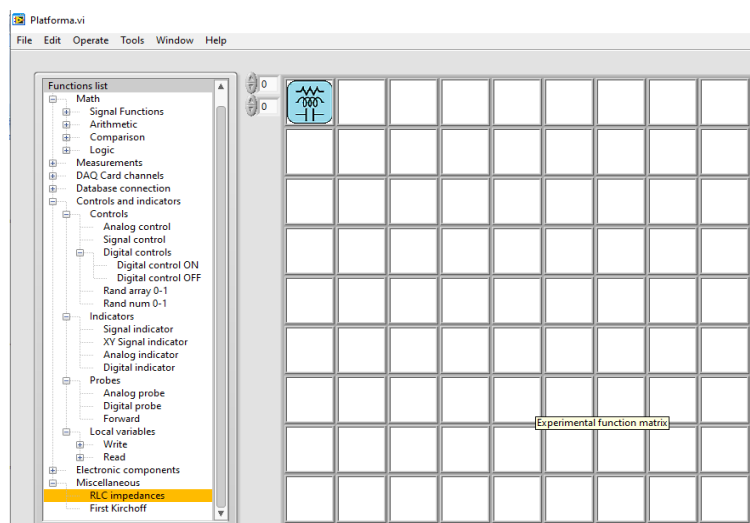
f(Hz)	100	200	500	1000
I(A)				
Z(Ω)				

$\varphi = \text{-----}$

Табела 4.г. Редно RLC коло

f(Hz)	100	1000	10000	100000
I(A)				
Z(Ω)				

Откако ќе се отчитаат и запишат измерените вредности за I и Z, за сите четири електрични шеми, се затвора скокачкиот прозорец со притискање на копчето „STOP“ и на работната површина се прикажува иконата на вежбата (слика 4.4).



Слика 4.4. Изглед на работната површина после мерењето со симулација



Прашање 1: Колку изнесува фазната разлика помеѓу напонот и струјата во електричното коло со идеален калем (слика 2.б)?

Прашање 2: Колку изнесува фазната разлика помеѓу напонот и струјата во електричното коло со идеален кондензатор (слика 2.в)?

Прашање 3: Како се менува вредноста на импедансата со промена на фреквенцијата во електричното коло на слика 2.б?

Прашање 4: Како се менува вредноста на импедансата со промене на фреквенцијата во електричното коло на слика 2.в?

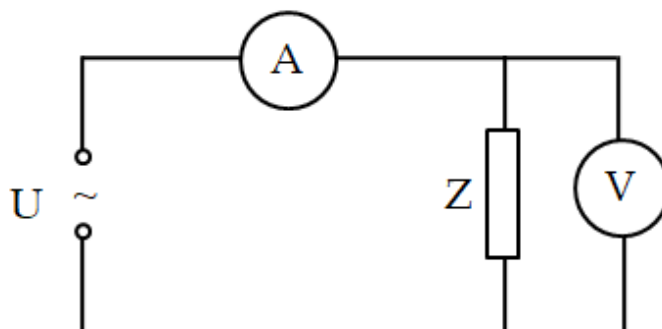
4.3. Споредба на резултатите

Вредностите за фреквенциите и вредностите на импедансата, за сите четири електрични кола од вежбата, се внесуваат на Corela платформата и се испраќаат на едукативната платформа според постапката објаснета во точка 6 од ова упатство.

Спореди ги добиените податоци за импедансата со податоците што ги добиле ученик 1 и ученик 3.

5. Мерење на импеданса (Ученик 3)

Опреди ја импедансата со практична изведба, преку мерење на јачината на струјата, за различни фреквенции на приклучениот наизменичен напон.

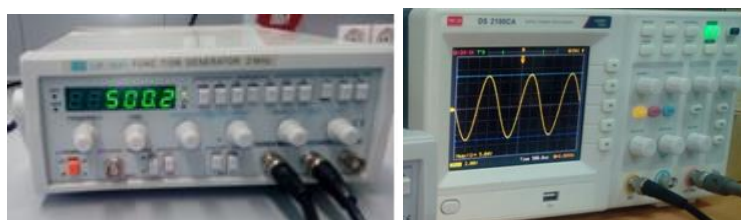


Слика 5.1. Електрична шема според која се вршат мерењата

Мерен прибор

- Функциски генератор (слика 5.2. а)
- Осцилоскоп (слика 5.2 б)
- Експериментална табла (слика 5.2. в) на која се поставени следните елементи
 - Отпорник $R = 470 \Omega$
 - Калем $L = 1 \text{ mH}$
 - Кондензатор $C = 0,47 \mu\text{F}$
- Дигитален мултиметар ACV (слика 5.2 г)

- Картичка за аквизиција NI-myDAQ, (слика 5.2 д)
- Спроводници



а)

б)



в)



г)



д)

Слика 5.2. Мерење прибор

а) функциски генератор; б) осцилоскоп; в) експериментална табла; г) дигитален мултиметар; д) аквизициска картица

5.1. Постапка

Практичната изведба на вежбата се врши според следните чекори:

Чекор 1. Се поврзуваат функцискиот генератор и осцилоскопот. Се избира синусен облик на сигналот и се нагудува ефективната вредност на напонот $U = 5\text{ V}$.

Чекор 2. На експерименталната табла на слика 5.2.в, со спроводници се поврзуваат елементите со што се формираат редоследно електричните кола со различни видови импенданси, прикажани на слика 2.

Чекор 3. Картицата за аквизиција NI-myDAQ се поврзува како амперметар во колото, за мерење на ефективната вредност на наизменичната струја, со мерно подрачје од 200 mA.

Напомена: Бидете внимателни при поврзување на картицката за аквизиција NI myDAQ. За да не дојде до трајно оштетување на опремата треба да се внимава при правилното приклучување на нејзините терминали и изборот на мерно подрачје. Во задачата, аквизиционата картичка се користи како амперметар, со мерно подрачје 200 mA.

Чекор 4. Во колото се поврзува функцискиот генератор, со претходно нагодена ефективна вредност на напонот. Во текот на мерењето ги нагудуваме вредностите на фреквенцијата, според упатството во задачата.

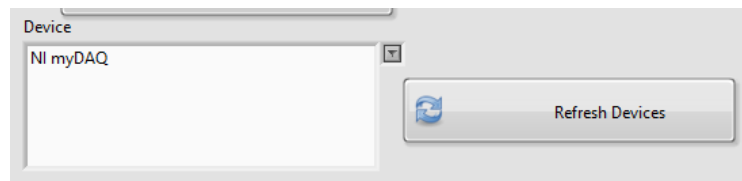
Следните чекори се поврзани со мерењето на јачината на електричната струја во колото.



Напомена: При практичната изведба на вежбата да се внимава јачината на струјата низ поедините елементи во електричното коло да не ја надминува дозволената вредност, согласно карактеристиките на електричните елементи.

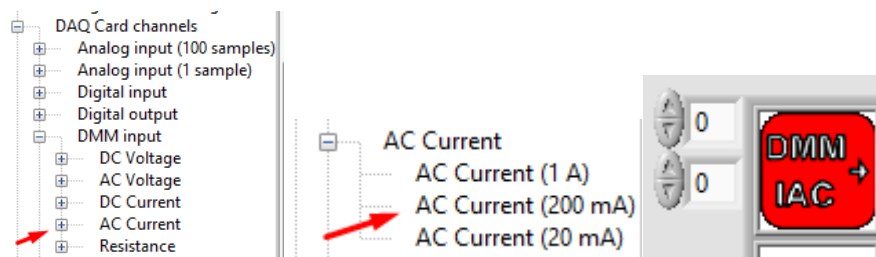
Од овие причини, за елементите чии карактеристики се наведени во вежбата, мерењата на Z и I , за електричните кола од слика 2б и слика 2в, треба да се вршат само за зададените вредности на фреквенцијата во табелите.

Чекор 5. По најавување на Corela платформата, во прозорецот за избор на надворешен уред “Device window” се избира NI myDAQ (слика 5.3). Ако нема прикажани уреди во прозорецот се притиска контролното копче “Refresh Devices”.



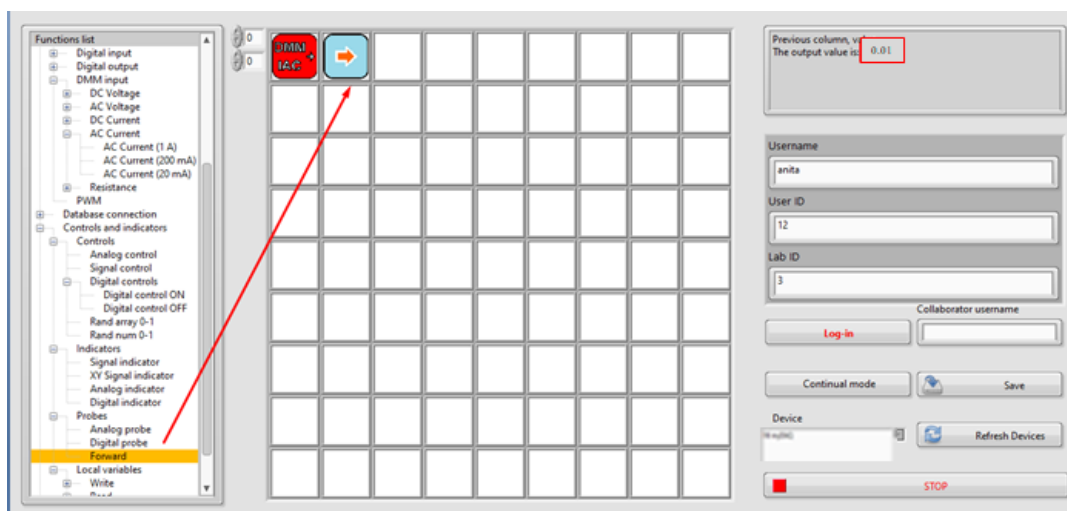
Слика 5.3. Избор на картичка за аквизиција

За да може да се изврши мерење на ефективната вредност на наизменичната струја преку аквизиционата картичка, потребно е да се активира функцијата DAQ Card channels. Од функциската листа од „DMM input“ се избира амперметар за наизменична струја и мерно подрачје 200 mA (слика 5.4).



Слика 5.4. Активирање на дигитален амперметар со мерно подрачје 200 mA

Чекор 6. Измерената ефективната вредност на јачината на струјата, се отчитува со поставување на функцијата „Forward“, на работната површина, до дигиталниот амперметар (слика 5.5).



Слика 5.5. Отчитување на измерената вредност на јачината на струјата

Постапката од чекор 6 се повторува за секоја вредност на фреквенцијата, зададена во табелите, согласно избраното електрично коло.

Измерените јачини на струите се внесуваат во табела 5 (а; б; в; г).

Табела 5.а. Електрично коло со омски отпорник

f(Hz)	100	1000	10000	100000
Z(Ω)				

Табела 5.б. Електрично коло со калем

f(Hz)	5000	10000	50000	100000
Z(Ω)				

Табела 5.в. Електрично коло со кондензатор

f(Hz)	100	200	500	1000
Z(Ω)				

Табела 5.г. Редно RLC коло

f(Hz)	100	1000	10000	100000
Z(Ω)				

Импедансата Z, за секоја од зададените фреквенции во табелите, се пресметува со формулата:

$$Z = \frac{U}{I} [\Omega]$$

Прашање 1: Како се менува јачината на струјата со зголемување на фреквенцијата во електричното коло на слика 2.б?

Прашање 2: Како се менува јачината на струјата со зголемување на фреквенцијата во електричното коло на слика 2.в?

5.2. Споредба на резултатите

Податоците за вредноста на фреквенцијата и импедансите, се запишуваат на платформата Corela и се испраќаат на едукативната платформа, според постапката објаснета во точка 6 од ова упатство.

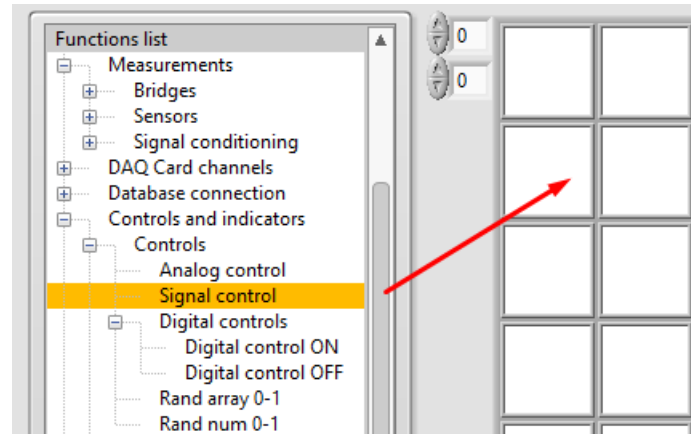
Спореди ги добиените податоци за импедансата со податоците што ги добиле ученик 1 и ученик 2.



6. Постапка за запис и испраќање на податоците на едукативната платформа

Чекор 1: Внесување и снимање на податоците

Од функциската листа, од „Database connection“ ја избираме функцијата „Signal control“ и со лев клик на глумчето врз празно поле на работната површина, ја поставуваме функцијата.

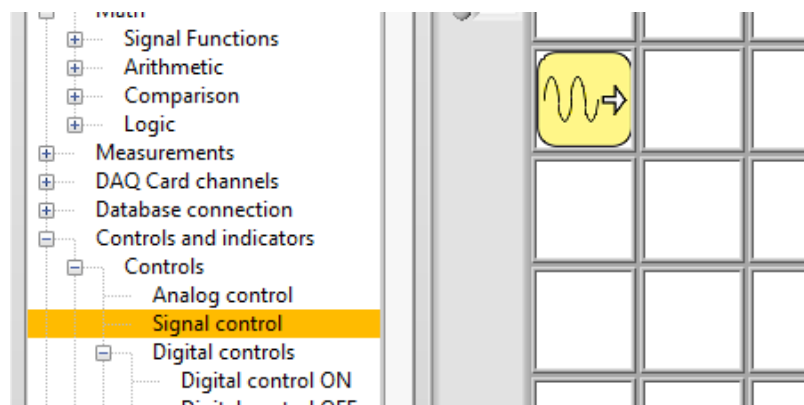


Слика 6.1. Поставување на функцијата „Signal Control“

Се отвора скокачки прозорец, каде во облик на низа ги внесуваме вредностите на фреквенциите. Податоците ги снимаме со притискање на копчето „Record“ (слика 6.2).



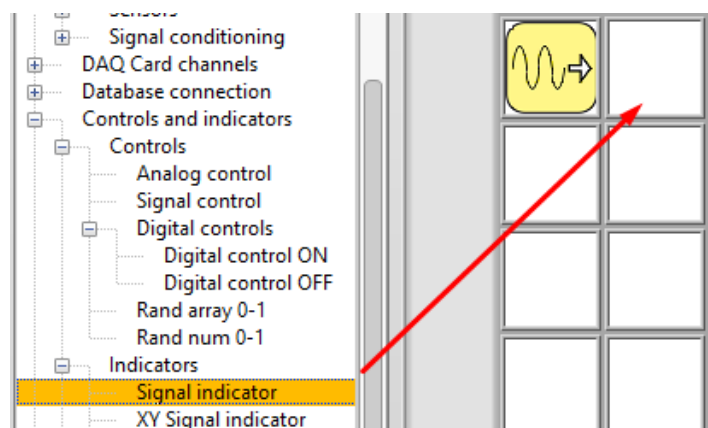
Слика 6.2. Внесување на податоците



Слика 6.3. Изглед на екранот после снимање на податоците

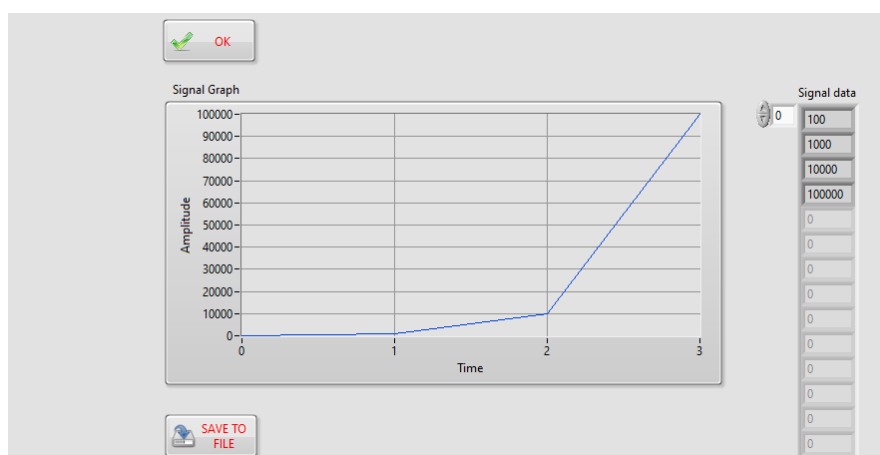
Чекор 2: Преглед на запишаните податоци

Со поставување на функција „Signal indicator“, во полето десно, веднаш до функцијата „Signal Control“ (слика 6.4), може да се пристапи до внесените податоци на Corela платформата.



Слика 6.4. Поставување на функцијата "Signal indicator"

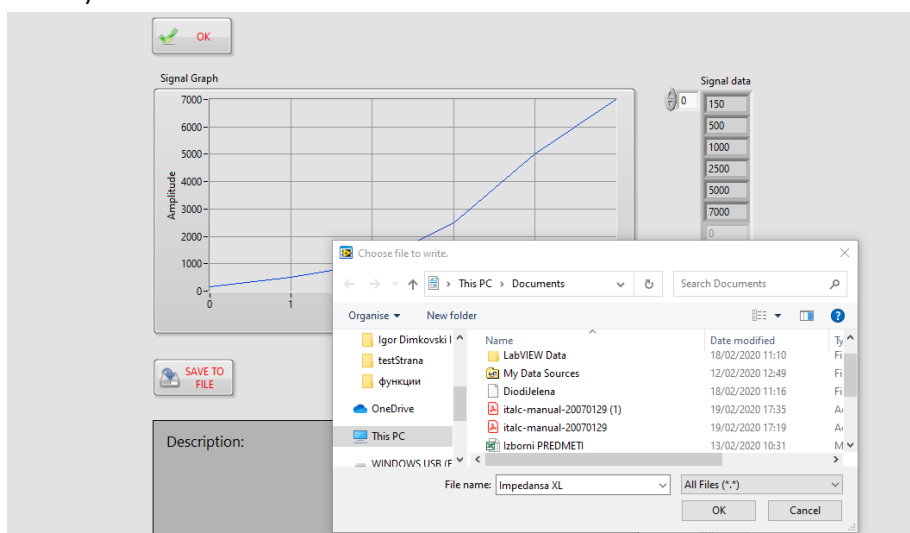
Се отвора скокачки прозорец со графичкиот приказ на внесените вредности за фреквенцијата (слика 6.5).



Слика 6.5. Приказ на внесените вредности на фреквенцијата преку „Signal indicator“

Чекор 3: Зачувување на запишаните податоци во документ

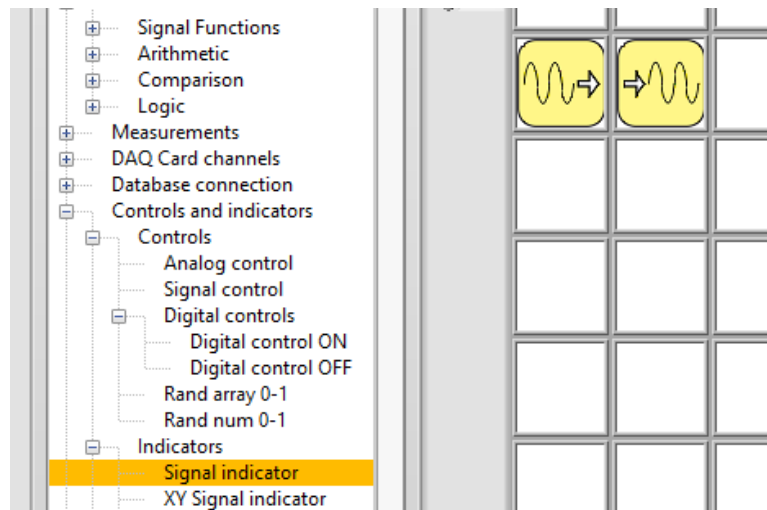
Со избирање на излезната функција „Signal Indicator“ и со притискање на копчето „SAVE TO FILE“, резултатите можат да се запишат во посебен документ и понатаму да се користат за споредување и обработка (слика 6.6).



Слика 6.6. Запис на резултатите во посебен документ



Го притискаме копчето „ОК“ и се враќаме на работната површина (слика 6.7).

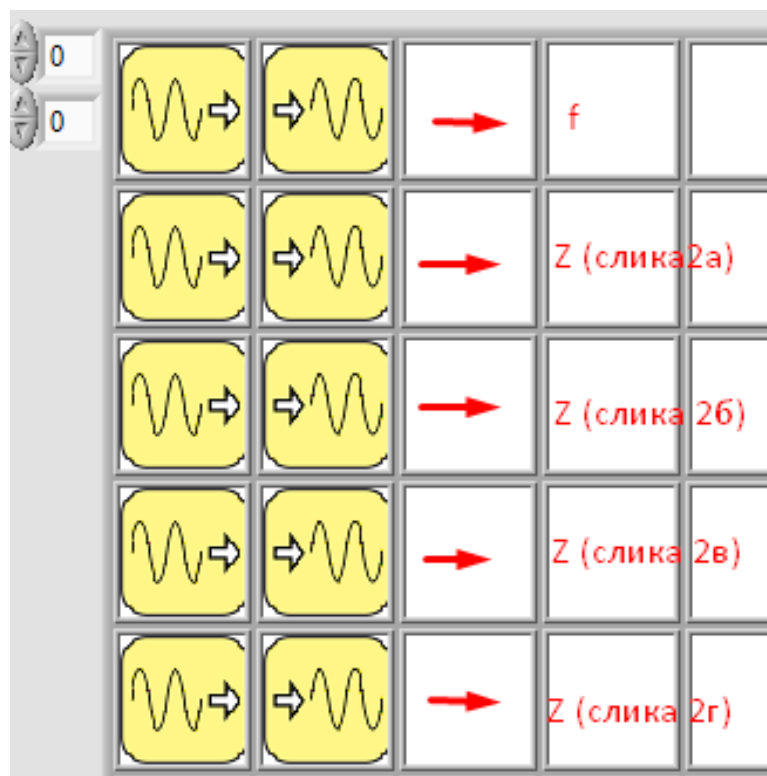


Слика 6.7. Изглед на работната површина после поставување на функцијата „Signal indicator“

Чекор 4: Внесување на податоците за импедансите

Постапката се повторува за внесување на пресметаните вредности за импедансите.

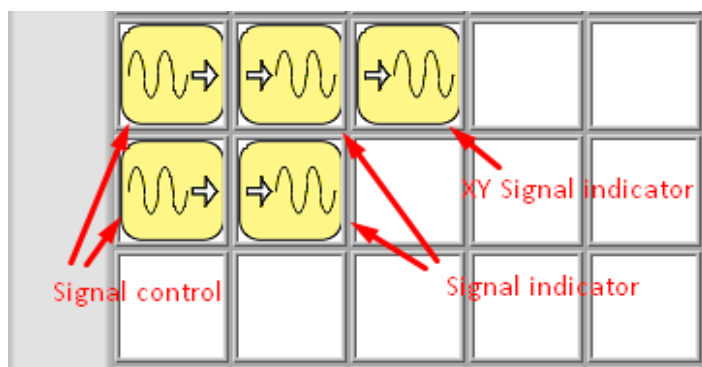
Преку поставување на нови функции „Signal control“ и „Signal indicator“ на работната површина, на Corela платформата се запишуваат, снимаат и прегледуваат податоците за импедансите, за сите четири електрични кола од задачата (слика 6.8).



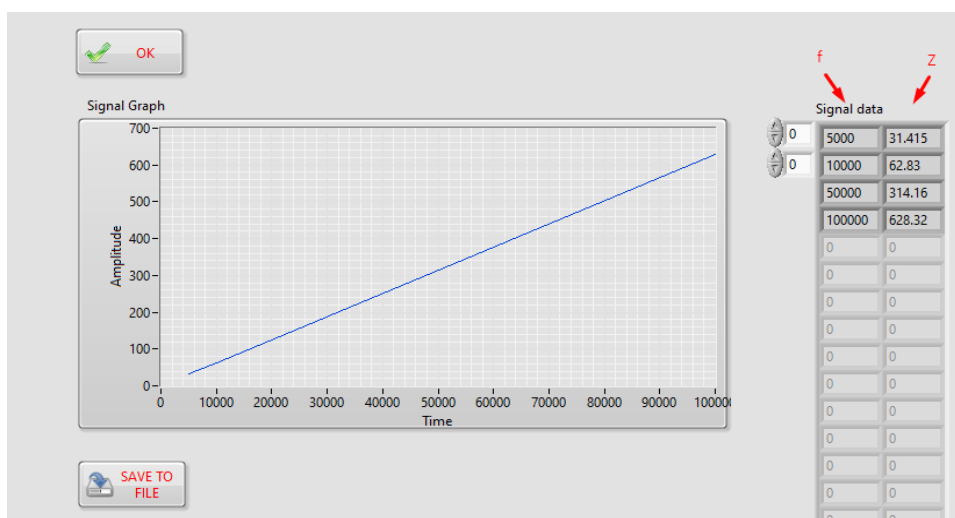
Слика 6.8. Изглед на екранот по запис на сите податоци од задачата на платформата CORELA

Чекор 5: Графички приказ на зависноста на импедансата од промената на фреквенцијата (не е задолжителен).

За да се добие графички приказ на зависноста на некоја од импедансите од фреквенцијата, потребно е да се внесат податоци и за фреквенцијата и за импедансата, а потоа да се постави функцијата XY Signal Indicator (слика 6.9).



Слика 6.9. Редослед на функции за графички приказ на зависност меѓу две величини



Слика 6.10. Графички приказ на зависноста на импедансата од фреквенцијата за електрично коло со идеален калем

Чекор 6: Испраќање на податоците на едукативната платформа

Испраќањето на податоците на едукативната платформа (Moodle), се врши преку функцијата „Database connection“ (слика 6.11), со избор на излезен канали од „Output channel“.

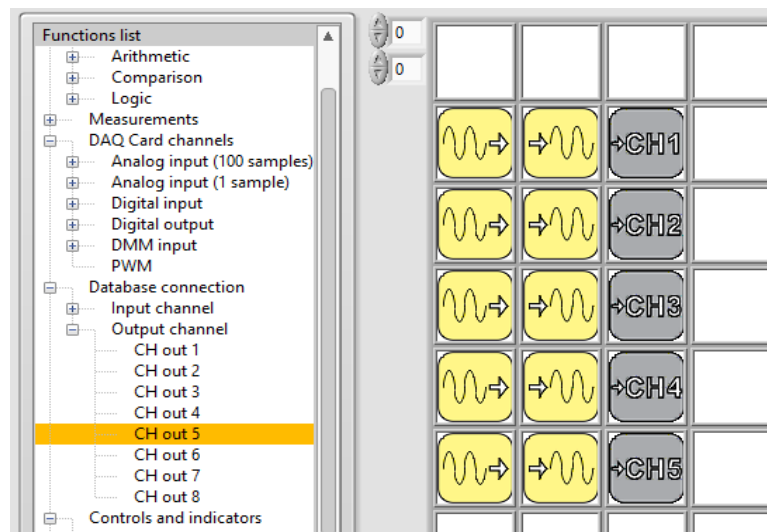
За испраќање на податоците за фреквенцијата, го избираме CH out 1.



Слика 6.11. Испраќање на податоците на едукативната платформа



Податоците за импедансите, од сите четири видови на електрични кола во задачата, се испраќаат на едукативната платформа преку преостанатите излезни канали (CH out2, CH out3,.....).



Слика 6.12. Изглед на екранот по испраќање на сите резултати на едукативната платформа

По завршување на задачата, вклучете се во „собата за разговори“.

Спореди ги и коментирај ги резултатите добиени на трите начини:

1. со пресметка (Ученик 1)
2. со симулација (Ученик 2)
3. со мерење (Ученик 3).

Мултимедијален видео линк:

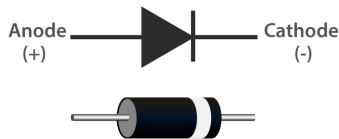
https://youtu.be/sW_nFX7Ka-k

IV. Снимање на статичка карактеристика на диода

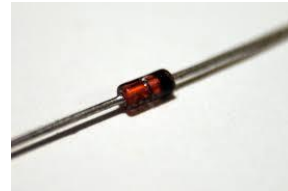
Испитување на основните статички струјно - напонски карактеристики на насочувачка диода.

1. Вовед

Диодите се полупроводнички елементи што содржат еден PN спој и два приклучоци, анода и катода.

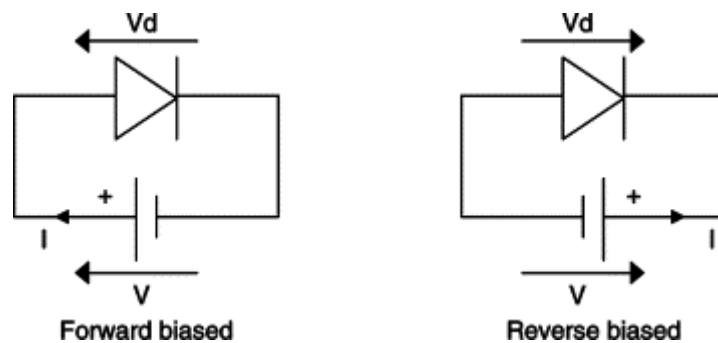


Слика 1.1. Симбол на диода



Слика 1.2. Надворешен изглед на диода

Во зависност од тоа дали анодата е на повисок или понизок потенцијал од катодата, диодите може да бидат директно или инверзно поларизирани.



Слика 1.3. Директна и инверзна поларизација на диода

Струјата на диодата се пресметува со равенките:

$$i_D = I_S \left[e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1 \right]$$

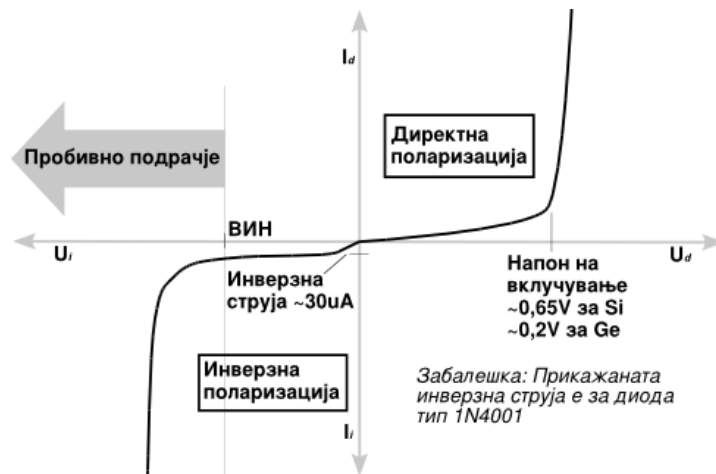
$$V_T = \frac{kT}{q} \approx 26mV$$

$$i_D \approx I_S e^{\frac{V_D}{nV_T}}$$

i_D и V_D се струја и напон на диодата. I_S е инверзна струја на заситување на диодата од редот $10^{-12}A$. $n=1$ за германиумова диода, а $n=2$ за силициумска диода. V_T е напонски еквивалент на температура.

Струјно - напонската карактеристика на диодата е графичка претстава на зависноста на струјата низ диодата од напонот на поларизација на диодата, при директна и инверзна поларизација.

На слика 1.4 прикажана е статичка струјно - напонска карактеристика на диода 1N4001.



Слика 1.4. Струјно – напонска карактеристика на диода 1N4001

2. Теоретска задача (сите ученици)

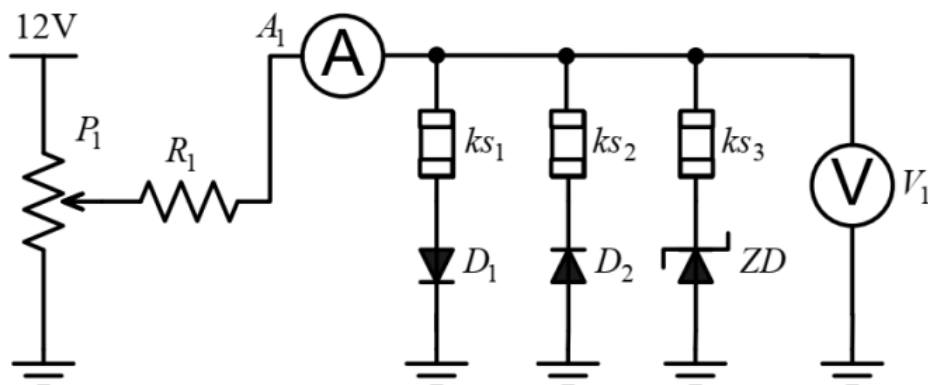
На статичката карактеристика на диода, означи ги карактеристичните големини и објасни ги термините:

- напон на праг на проведување U_p (напон на вклучување),
- инверзна струја на заситување и
- инверзен напон на пробив U_{inv} .

3. Пресметка на вредноста на струјата на диода -1N4001 во зависност од напонот на поларизација (Ученик 1)

Сними ја статичката струјно – напонска карактеристика на насочувачката диода со користење на електричното коло прикажано на слика 1.1, за следните два случаи:

- директна поларизација на диодата (куса врска во позиција ks1),
- инверзна поларизација на диодата (куса врска во позиција ks2),



Слика 3.1. Електрична шема за мерење на статички карактеристики на диода

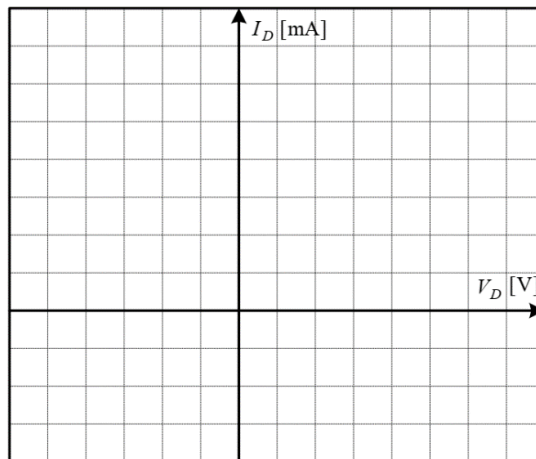
Постапка:

Во табела 3.1. внеси ги пресметаните вредности на струјата, за зададените вредности на напонот на напојување на диодата, за подрачје на директна поларизација.

Table 3.1. Струја низ директно поларизирана диода

V_d [V]	0.30	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.7
I_d [mA]								

Пресметаните вредности претстави ги графички во координатниот систем на слика 3.2 и скицирај ја струјно-напонската карактеристика на диодата во двете подрачја на поларизација.



Слика 3.2. Струјно напонска карактеристика на 1N4001 диода

Од графикот, одреди ги вредностите на напонот на прагот на проведување U_P и напонот на инверзен пробив на диодата U_{invp} .

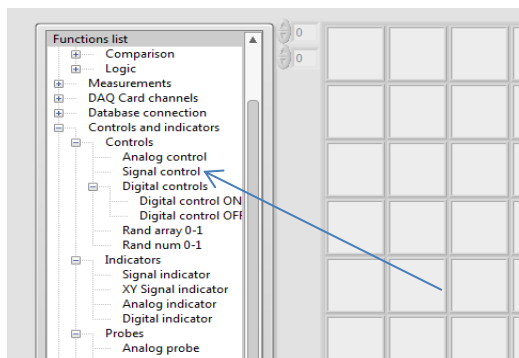
$U_T =$ _____

$U_{invp} =$ _____

Зададените вредности за напонот на поларизација V_d и пресметаните вредности за струјата I_d запиши ги на едукативната платформа Moodle.

За таа цел, најави се на платформата CORELA.

Со избор на функцијата „Signal control“, од менито на левата страна на едукативната платформа, како на слика 3.3.А и 3.3.В, резултатите се внесуваат како низа од вредности, прикажано на слика 3.4, и тоа една низа за V_d и друга за I_d .

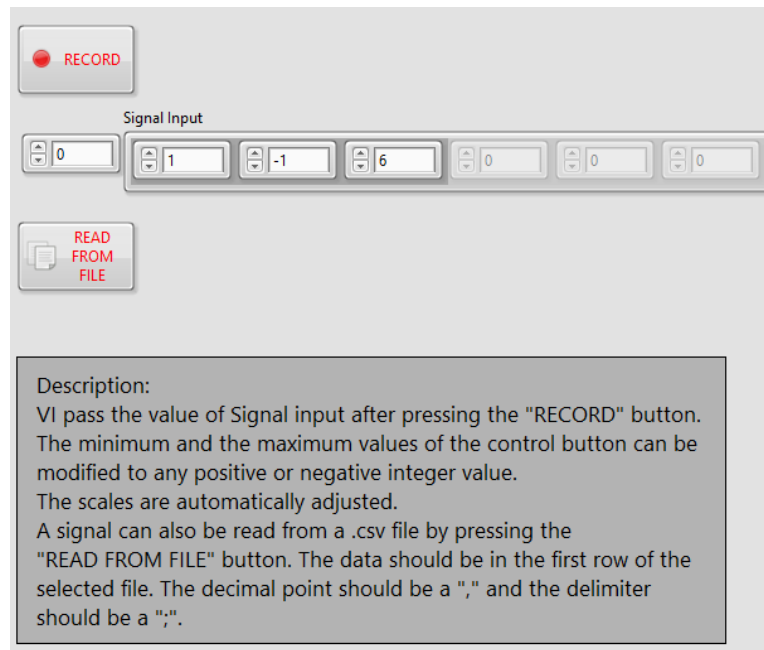


Слика 3.3. А



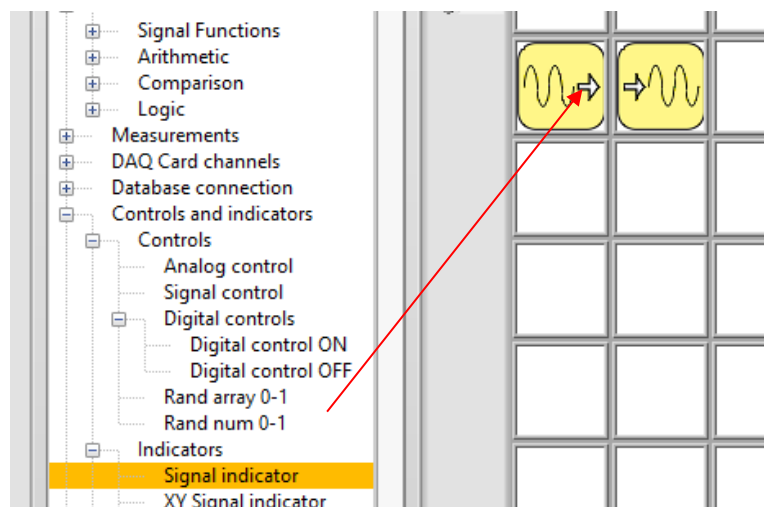
Слика 3.3. Б

Слика 3.3. Избор на „Signal control“ функција



Слика 3.4. Внесување на податоците како низа од вредности

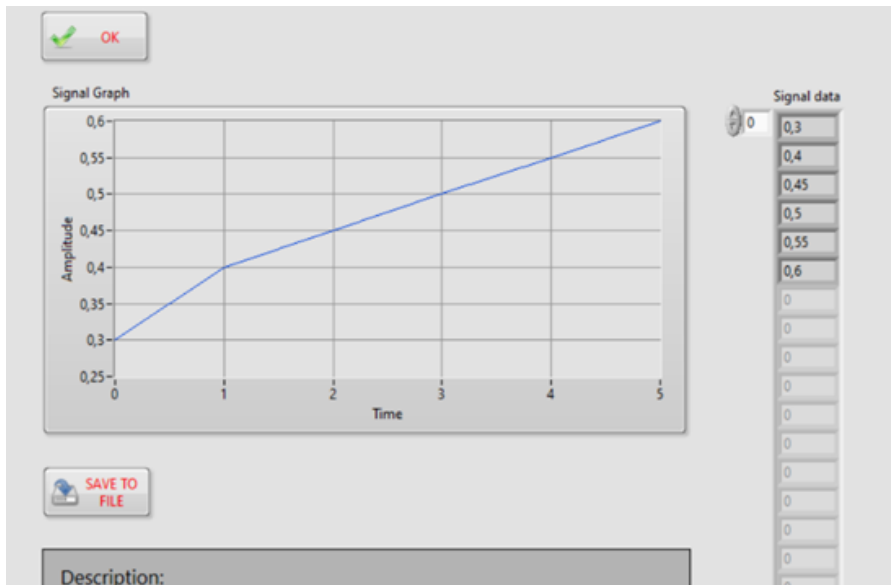
Со поставување на функција „Signal indicator“, во полето десно, веднаш до функцијата „Signal Control“, слика 3.5, може да се пристапи до внесените податоци на Corela платформата. Се отвора скокачки прозорец со графичкиот приказ на внесените вредности за напонот, односно за струјата низ диодата.



Слика 3.5. Пристап до внесени податоци со функцијата „Signal indicator“

Функцијата **Signal indicator** овозможува графички приказ на внесените податоци во зависност од времето, слика 3.6.

Забелешка: Графичкиот приказ на податоците со функцијата Signal indicator, не се однесува на оваа вежба!



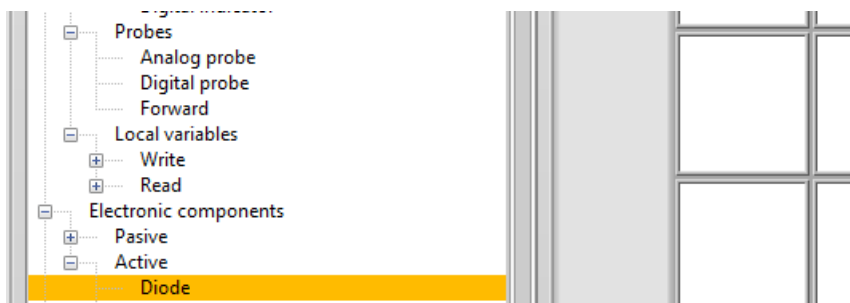
Слика 3.6. Приказ на внесени податоци со функцијата Signal indicator

- Исцртајте ја струјно напонската карактеристика на диодата со користење на функцијата „XY Signal indicator“ од едукативната платформа, како што е опишано во делот 3.2 од вежбата!
- За да бидат резултатите видливи и за други корисници, потребно е тие да бидат поставени на едукативната платформа. Тоа се постигнува со помош на Database connection → Output channel → CH out x, каде x- е еден од излезните канали.
- Објасни ја зависноста на струјата од напонот на диодата при директна и инверзна поларизација!

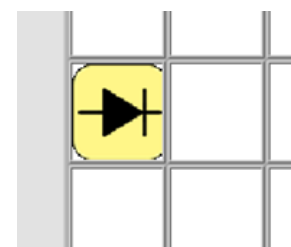
4. Симулација на снимање на статичка карактеристика на диода со користење на Corela платформата (Ученик 2)

Најави се на Corela платформата со доделеното корисничко име и идентификационен број и одбери го соодветниот број на вежбата.

Од функциската листа избери Electronic components →Active, активирај ја функцијата „Diode“ (слика 4.1.A) и со лев клик на глвчето постави ја во избрано поле на работната површина на платформата, како на слика 4.1.Б.



Слика 4.1.A

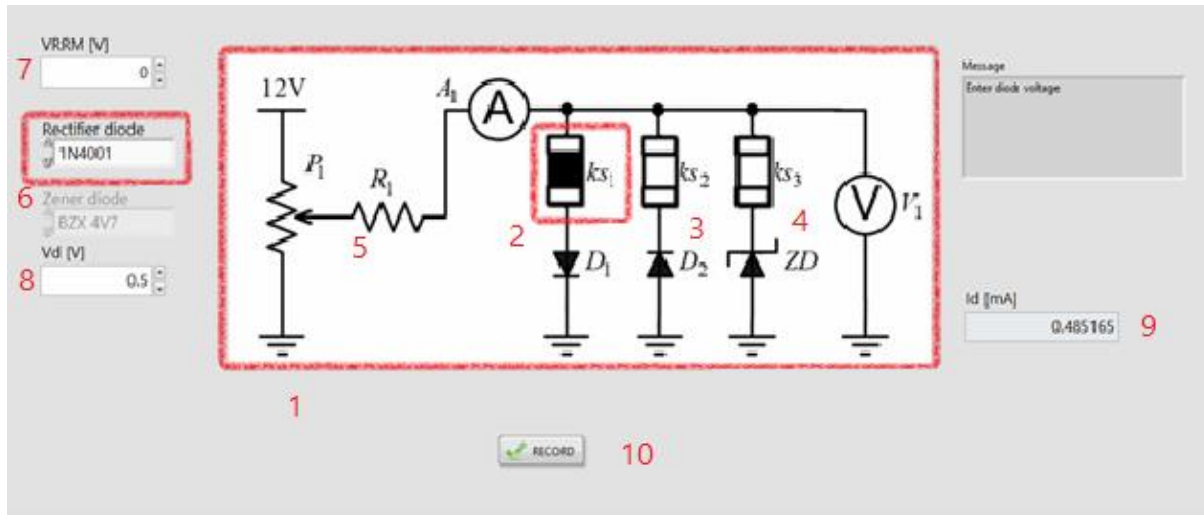


Слика 4.1.Б

Слика 4.1. Ознака за диода поставена на работната површина



Компонентите на функцијата Diode се дадени на сликата 4.2.



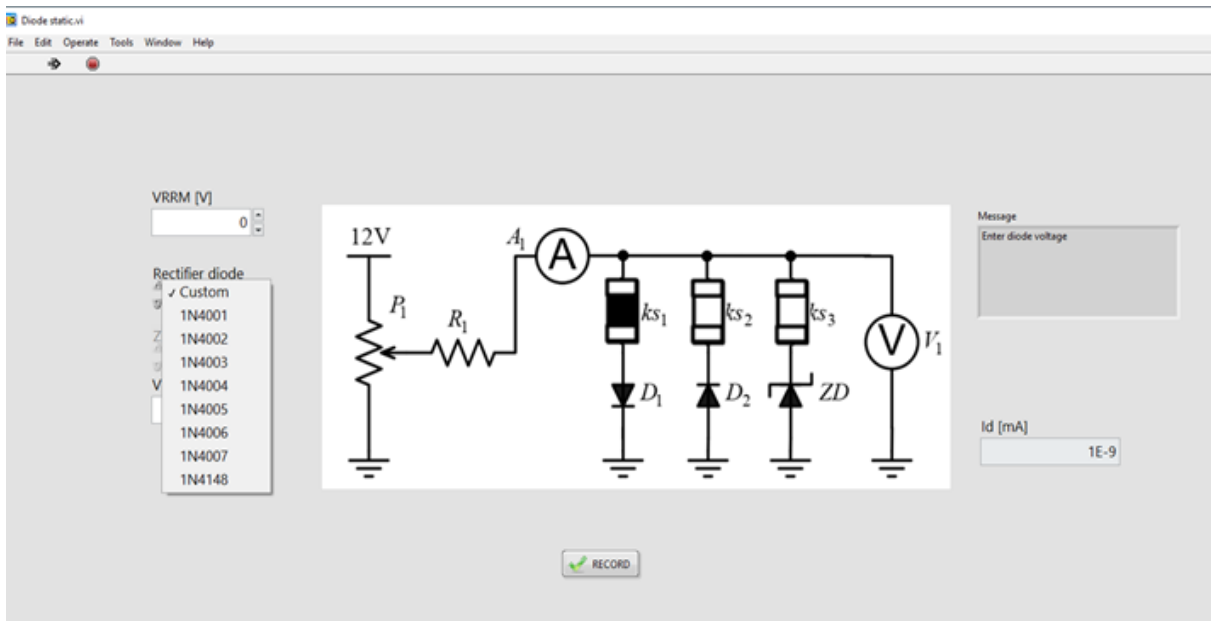
Слика 4.2. Компоненти на функцијата Diode

Опис на компонентите од функцијата „Diode“:

1. Електрично коло за испитување на струјно напонска карактеристика на диода
2. Прекинувач ks_1 , за конфигурација на директна поларизација на диода
3. Прекинувач ks_2 , за конфигурација на инверзна поларизација на диода
4. Прекинувач ks_3 , за конфигурација на Зенер диода
5. Отпорник со отпорност $R_1=470\Omega$
6. Rectifier diode – поле за избор на тип на диода
7. Поле за дефинирање на напон, само ако изборот на диодата е од типот Custom. Во останатите случаи се користи вредност од каталогот (Прилог 1), според изборот на диодата.
8. Поле во кое се внесуваат вредностите на напонот V_d
9. Поле за отчитување на вредностите на струјата I_d
10. Копче Record, со чие притискање се означува крај на симулацијата.

Постапка:

- Со поставување на функцијата Diode, на работната површина се отвара прозорец како на слика 4.2.
- Со избор на еден од прекинувачите ks , се избира конфигурацијата на колото, односно поларизацијата на диодата. Со изборот на ks_1 прекинувачот, ќе се мери струја во зависност од напонот при директно поларизирана диода.
- Се избира типот на диодата. Во оваа задача избираме диода 1N4001 (слика 4.3).



Слика 4.3. Избор на тип на диода за снимање на статичка к-ка при директна поларизација

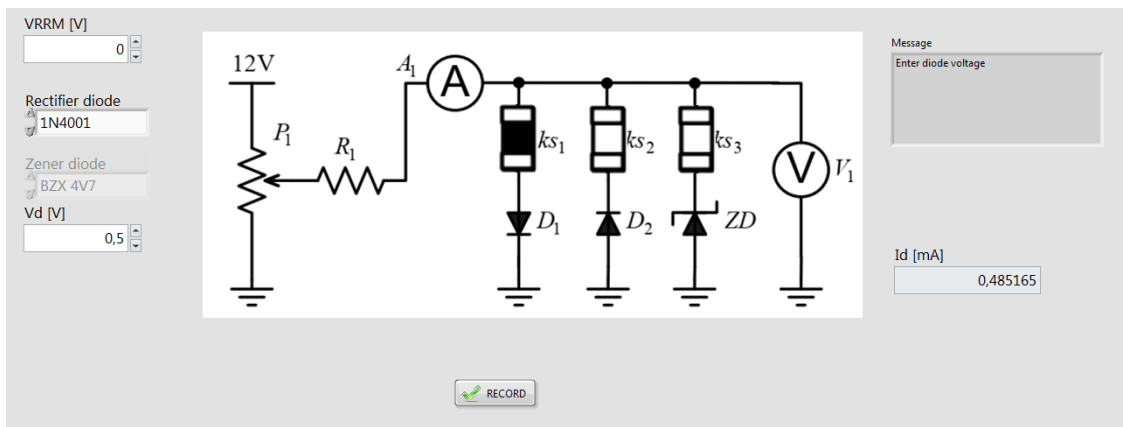
- Според каталогот (прилог 1), се утврдува V_{rrm} на диодата.
- Вредностите на V_d се дадени во табела 4.1.

Табела 4.1. Добиени вредности на I_d во зависност од V_d , за директно поларизирана диода

V_d [V]	0.30	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
I_d [mA]						

Напомена: Пробив на диодата настанува за напон со вредност 0.7 V.

- За секоја вредност на напонот V_d со притискање на RECORD се добива вредноста на струјата I_d . Добиените резултати за струјата I_d се отчитуваат од екранот прикажан на слика 4.4 и се внесуваат во табела 4.2.



Слика 4.4. Симулација на мерење струја кај струјно-напонска карактеристика при директна поларизација на диода

Истата постапка се спроведува и за инверзно поларизирана диода со тоа што за промена на конфигурацијата на колото се избира ks_2 .



Добиените вредности за струјата на диодата се внесуваат во табела 4.2.

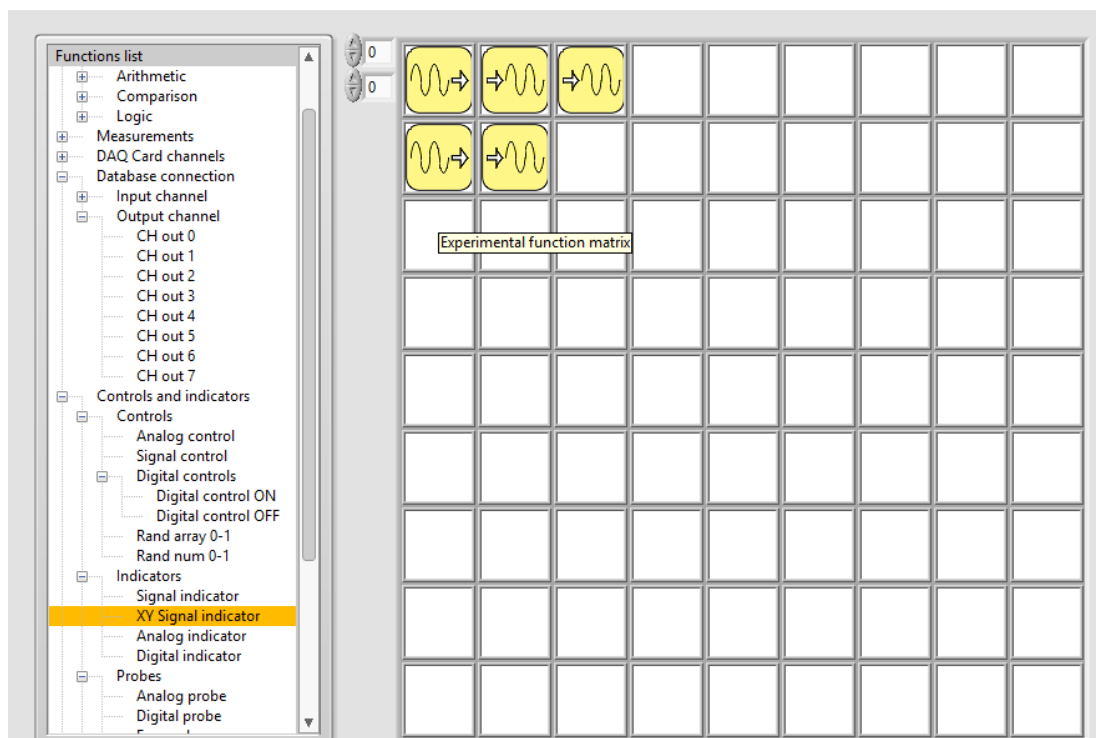
Табела 4.2. Добиени вредности на I_d во зависност од V_d , за инверзно поларизирана диода

V_d [V]	-2	-4	-6	-8	-10
I_d [μ A]					

Задача: Претстави ја зависноста на струјата од напонот на диодата, односно струјно-напонската карактеристика на диодата на 2D график.

Задачата изработи ја по следниот редослед:

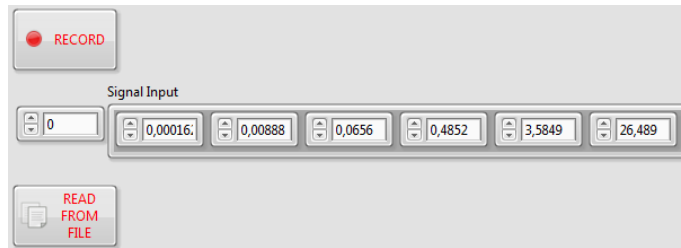
- Со избирање на функцијата **Signal Control** и нејзино поставување на работната површина (слика 4.5), се отвора прозорец каде се запишуваат вредности на напонот V_d (слика 4.6).
- Со поставување на функцијата **Signal Indicator** на работната површина до Signal Control, (слика 4.5), се пристапува до внесените податоци на Corela платформата.
- Постапката се повторува и за вредностите на струјата на диодата (слика 4.5 и слика 4.7).
- Со избирање на функцијата **XY- Signal indicator**, и нејзино поставување на работната површина (слика 4.5), се исцртува струјно – напонската карактеристика на диодата (слика 4.8).



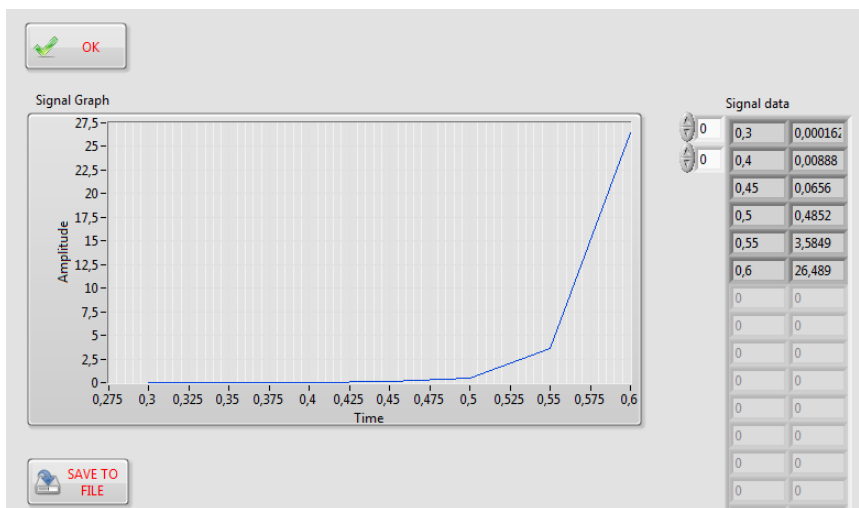
Слика 4.5. Поставување на XY – Signal indicator



Слика 4.6. Внесување на вредностите на V_d



Слика 4.7. Внесување на вредностите на I_d



Слика 4.8. Струјно-напонска карактеристика прикажана на 2D график преку функцијата XY Signal indicator

Задача: Од добиениот график, одреди го прагот на спроводливост на диодата, напонот на пробив и инверзниот напон на пробив на диодата.

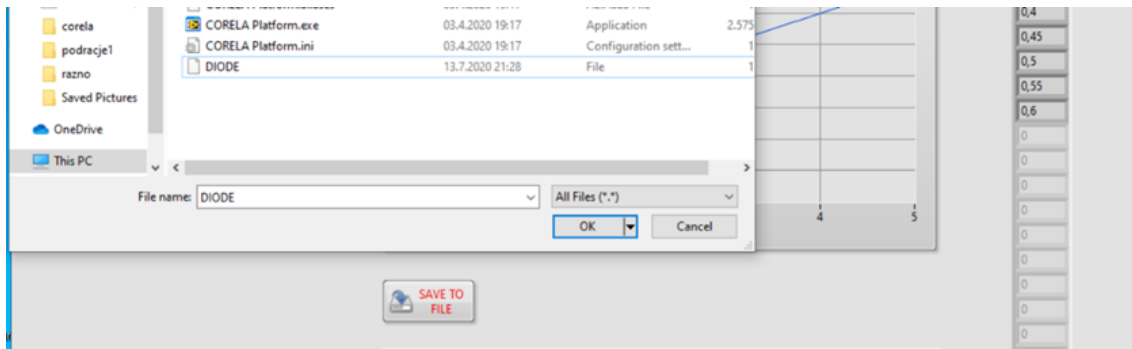
Податоците можат да се пренесат на едукативната платформа преку функцијата **Database connection**, слика 4.9, со избор на излезен канал од **Output channel**.



Слика 4.9. Испраќање на податоците на едукативната платформа

Забелешка: Секоја група ученици треба да користи различни канали за своите податоци. Платформата нуди 8 влезни и 8 излезни канали.

На слика 4.10, прикажано е како со избор на излезната функција **Signal Indicator** и копчето **SAVE TO FILE**, резултатите може да се запишат во посебен документ и понатаму да се користат за споредување и обработка.



Слика 4.10. Зачувување на резултати во посебен документ

Со притискање на копчето **OK** се враќате на работната површина.

5. Практична реализација и мерење (Ученик 3)

Потребен материјал за реализација на вежбата:

- Отпорник $R1 = 470 \Omega$
- Диода 1N4001
- Извор на еднонасочен напон, слика 5.1
- Картичка за аквизиција NI myDAQ, слика 5.2
- Дигитален мултиметар

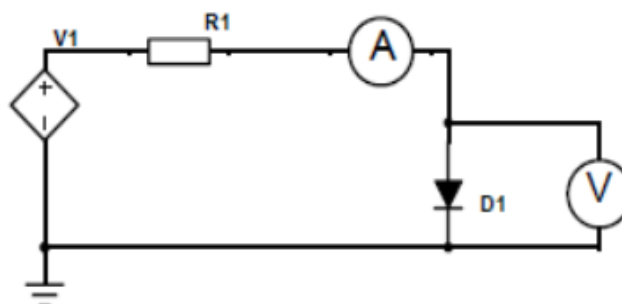


Слика 5.1. Извор на еднонасочен напон

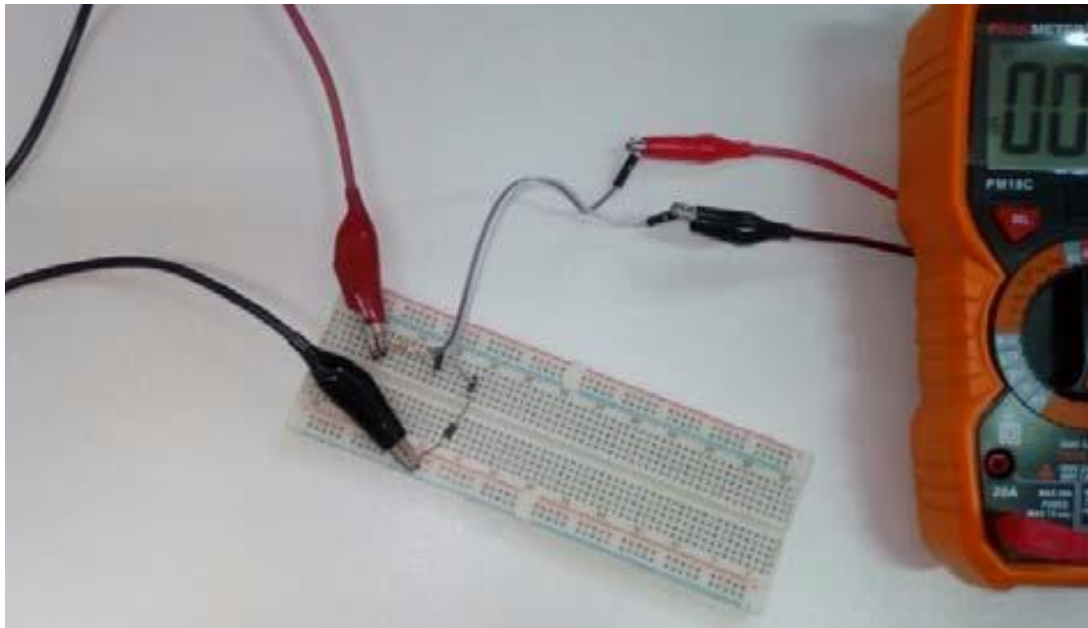


Слика 5.2. NI myDAQ уред

Реализирај го електричното коло според шемата дадена на слика 5.3.



Слика 5.3. Електрична шема на поврзување

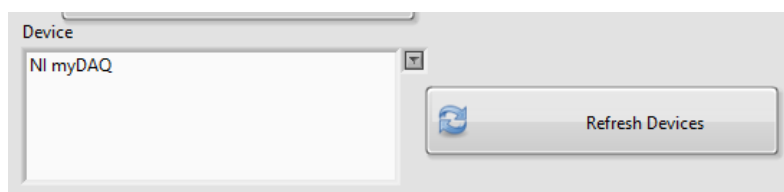


Слика 5.4. Електрично коло за реализација на вежбата

Еднонасочниот извор на напон поврзи го според електричната шема на слика 5.3.

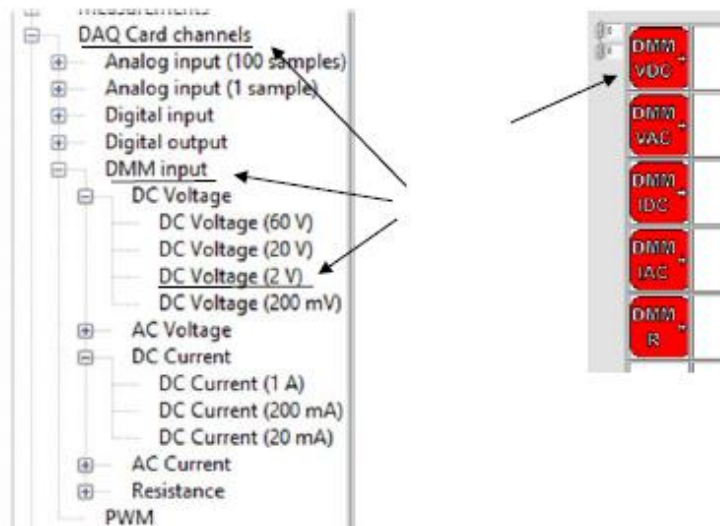
Напомена: Бидете внимателни во врска со поларитетот на терминалите на еднонасочниот извор на напон. Позитивниот приклучок на напонот е обележан со црвена боја и се носи на отпорникот R1, а негативниот приклучок со црна боја на GND.

1. Дигиталниот мултиметар, се користи како амперметар, се поврзува редно на елементите од колото и со него се мери струјата низ диодата (слика 5.3 и слика 5.4).
2. Со картичката за аквизиција NI myDAQ, користејќи ја Corela платформата, се мери напонот на краевите на диодата, односно таа претставува волтметар. Нејзините краеве се поставуваат паралелно на диодата, на местото означено за волтметар V. За мерење на напонот се користат DMM функциите, и тоа „DC Voltage“ од DMM влезот (слика 5.6).
3. После поврзување на елементите и уредите, вклучи ги уредите и најави се на Corela платформата. Во прозорецот за избор на надворешен уред „Device window“, избори NI myDAQ (слика 5.5). Ако нема прикажани уреди во прозорецот се притиска контролното копче „Refresh Devices“.



Слика 5.5. Избор на картичка за аквизиција

За да може да се изврши мерење на напонот на диодата преку аквизициската картичка, потребно е да се активира функцијата **DAQ Card channels**. Од функцииската листа од **DMM input** се избира волтметар за еднонасочен напон со мерно подрачје 2 V (слика 5.6).

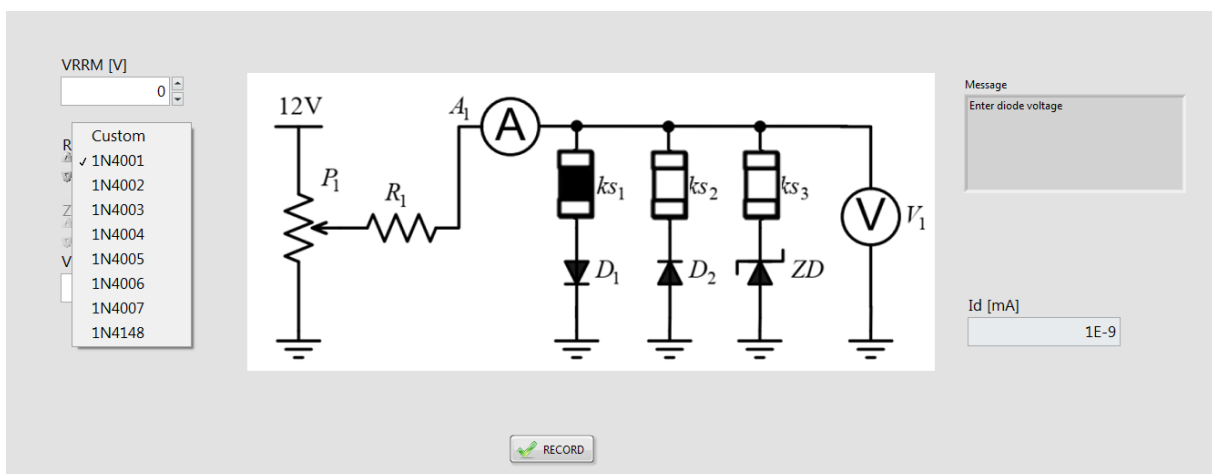


Слика 5.6. DMM влез/ Изглед на икона во избрано поле

Напомена: Внимавај со картичката за аквизиција NI myDAQ, правилното приклучување на нејзините терминали и мерното подрачје.

Откако ќе се реализира електричното коло, се започнува со мерење на јачината на струјата низ диодата. Мерењето на јачината на електричната струја се врши по следните чекори:

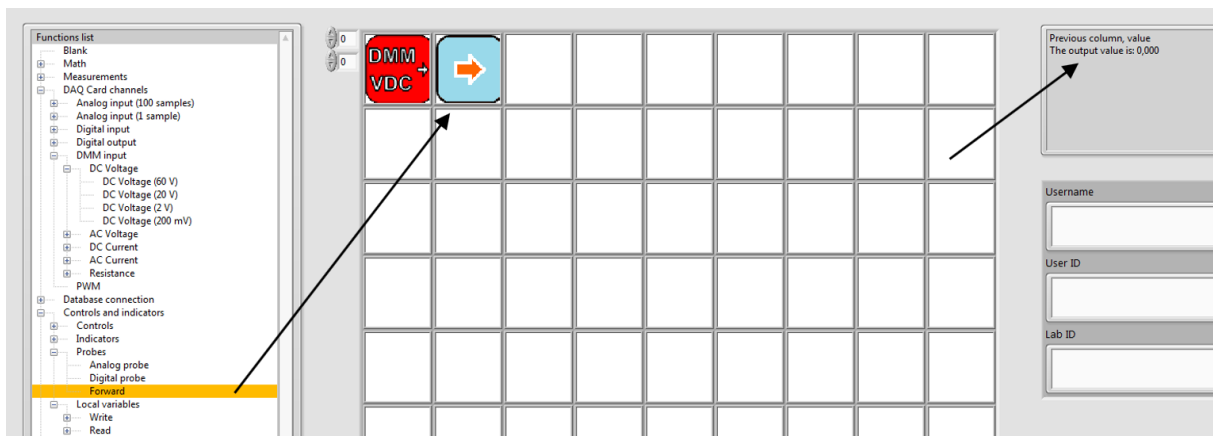
4. Активирај го табулаторот “Diodes” од виртуелниот инструмент. Изглед на работната површина:



Слика 5.7. Екран при избор на табулаторот “Diode” од виртуелниот инструмент

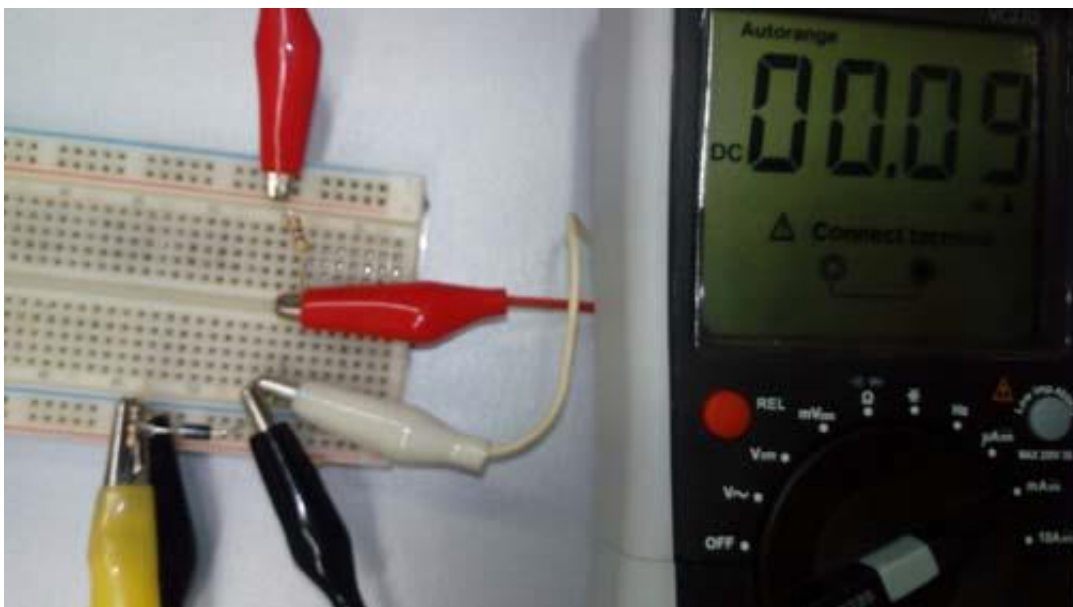
5. Со промена на напонот на еднонасочниот извор на напојување, се подесува напонот на влез V_d на вредностите дадени во табелата 5.1, и истиот се мери со виртуелниот инструмент.

Измерената вредност на напонот се отчитува со поставување на функцијата „Forward“, на работната површина, до дигиталниот волтметар (слика 5.8).



Слика 5.8. Отчитување на измерената вредност на напонот

6. Измери ја вредноста на струјата низ диодата со дигиталниот мултиметар (слика 5.9), и запиши ја во табела 5.1.



Слика 5.9. Мерење на струја низ диода со дигитален амперметар

Табела 5.1. Вредности на струја при директна поларизација

V_d [V]	0.30	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
I_d [mA]						

7. Чекорите 5, 6 и 7 се повторуваат за секоја од зададените вредности за напонот V_d (табела 3.1).
 8. Спореди ги добиените резултати од извршените мерења на струјата на диодата со теоретските пресметки од делот 1 и симулациите од делот 2 на вежбата!

Постапката опишана погоре се повторува и за инверзно поларизирана диода, при што во електричното коло на слика 2.1 се остварува кусата врска ks2. Вредностите на струјата I_d за дадените вредности на напонот V_d се запишуваат во табела 5.2.



Табела 5.2. Вредности на струјата при инверзна поларизација

V_d [V]	-2	-4	-6	-8	-10
I_d [μ A]					

9. Испрати ги измерените податоци на едукативната платформа!

10. Нацртај ја струјно-напонската карактеристика на диодата користејќи ја функцијата „XY Signal indicator“ од едукативната платформа.

Прашање 1: Дали добиената струјно - напонска карактеристика на диодата преку мерење е идентична со онаа која е добиена по пат на симулација?

Прашање 2: Доколку струјно-напонската карактеристика добиена со мерење и со симулација не е идентични, наведете ја причината за тоа!

Прашање 3: На кој начин може да се обезбеди струјно-напонските карактеристики на диодата добиени со симулација и со реално изведени мерења да бидат колку што е можно послични?

Прашање 4: На кои потешкотии и проблеми наидовте при реализација на вежбата?

Мултимедијален видео линк:

<https://www.youtube.com/watch?v=nSKkV7USLFA&feature=youtu.be>

6. Прилог 1 - Каталогски вредности за диоди кои се имплементирани на платформата

Табела 1. Насочувачки диоди

Symbol	U_{RRM} [V]	I_{FAV} [A]	I_{FSM} [A]	U_F [V] at I_{FAV} , $T=25^{\circ}C$	I_R [μA] at U_{RRM} , $T=25^{\circ}C$
1N4001	50	1	30	1	5
1N4002	100	1	30	1	5
1N4003	200	1	30	1	5
1N4004	400	1	30	1	5
1N4005	600	1	30	1	5
1N4006	800	1	30	1	5
1N4007	1000	1	30	1	5
1N4148	100	0,15	2	75	0,025/ $U_R=20V$
custom					

Табела 2. Зенер диоди

Symbol	U_z [V] min	U_z [V] max	I_z [mA]	I_{zmax} [mA]	$r_z(max)$ [Ω]
BZX 4V7	4,4	5,0	45	215	13
BZX 5V6	5,2	6,0	45	190	7,0
BZX 6V8	6,4	7,2	35	155	3,5
BZX 7V5	7,0	7,9	35	140	3,0
BZX 8V2	7,7	8,7	25	130	5,0
BZX 9V1	8,5	9,6	25	120	5,0
BZX 10V	9,4	10,6	25	105	7,5
BZX 11V	10,4	11,6	20	97	8,0
BZX 12V	11,4	12,7	20	88	9,0
BZX 13V	12,4	14,1	20	79	10,0
BZX 15V	13,8	15,6	15	71	15,0
BZX 18V	16,8	19,1	15	62	20,0
BZX 20V	18,8	21,2	10	56	24,0
BZX 22V	20,8	23,3	10	52	25,0
BZX 24V	22,8	25,6	10	47	25,0
BZX 27V	25,1	28,9	8	41	30,0
BZX 30V	28,0	32,0	8	36	30,0



V. Логички функции

1. Теоретска задача (Ученик 1)

1.1. Реализација на логички функции

1.1.1) Уредот треба да започне со работа кога сензорот А и сензорот В се активираат истовремено или кога сензорот С се деактивира.

а) Напиши ја соодветната логичка функција.

Y =

РЕШЕНИЕ:

$$Y = (A \cdot B) + \bar{C}$$

б) Пополни ја табелата на вистинитост.

РЕШЕНИЕ:

Табела на вистинитост

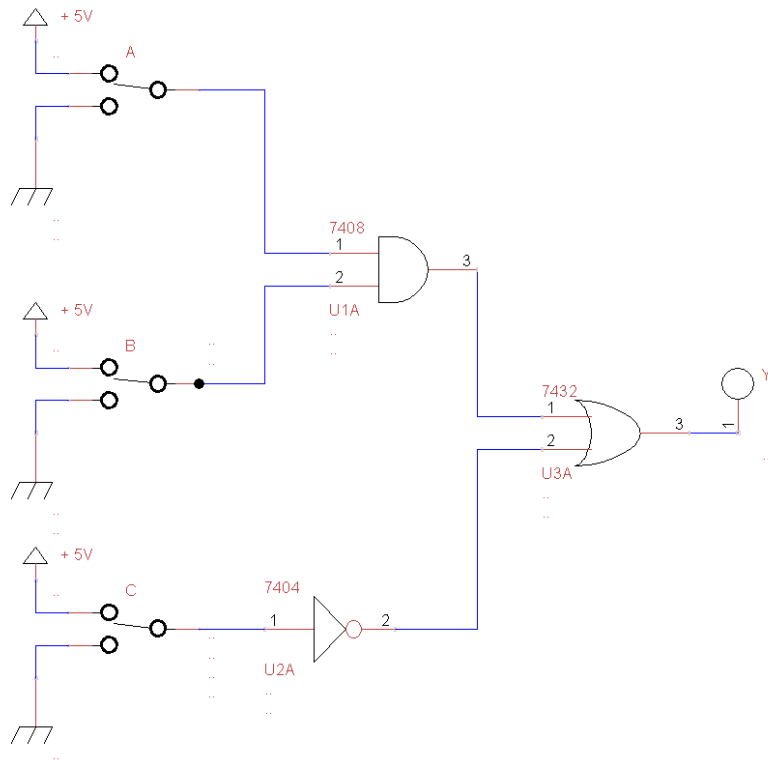
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

в) Нацртај ја електричната шема на колото за реализација на логичката функција, користејќи го TinyCAD.

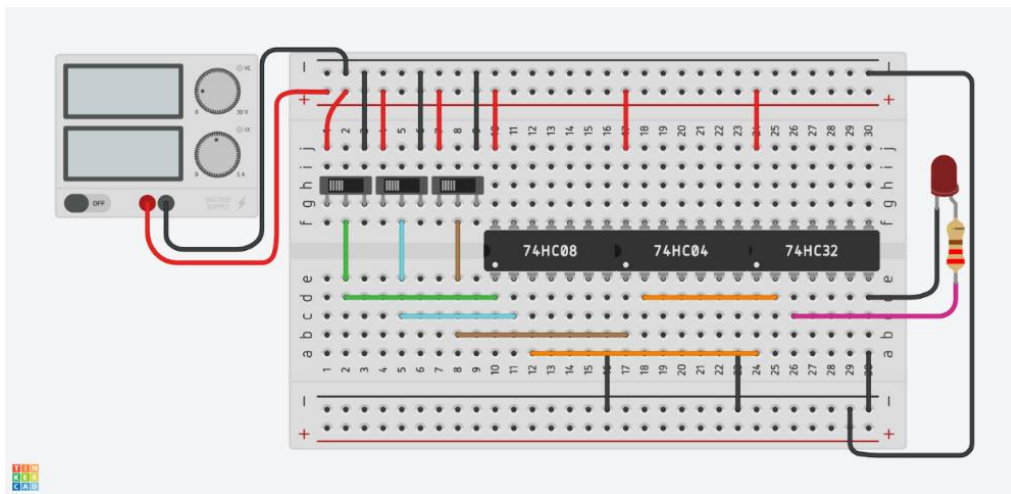
Направи симулација на електричното коло, користејќи го TinkerCad.

Колку интегрирани кола користеше? Кој тип интегрирани кола користеше?

РЕШЕНИЕ: 3 интегрирани кола; 7432, 7408, 7404



Слика 1.1.1. Електрична шема



Слика 1.1.2. Шема на електричното коло во Tinkercad симулатор на кола

1.1.2. а) Конвертирај ја логичката функција, така да се користат само НИ логички кола.

Напомена: Користи двојна негација и Де Морганова теорема.

$$Y = \overline{A + B} = \overline{A} * \overline{B}$$

Де Морганова теорема

РЕШЕНИЕ:

$$Y = \overline{\overline{\overline{A + B}}} = \overline{\overline{\overline{A} * \overline{B}}} = \overline{\overline{A} * \overline{B}}$$

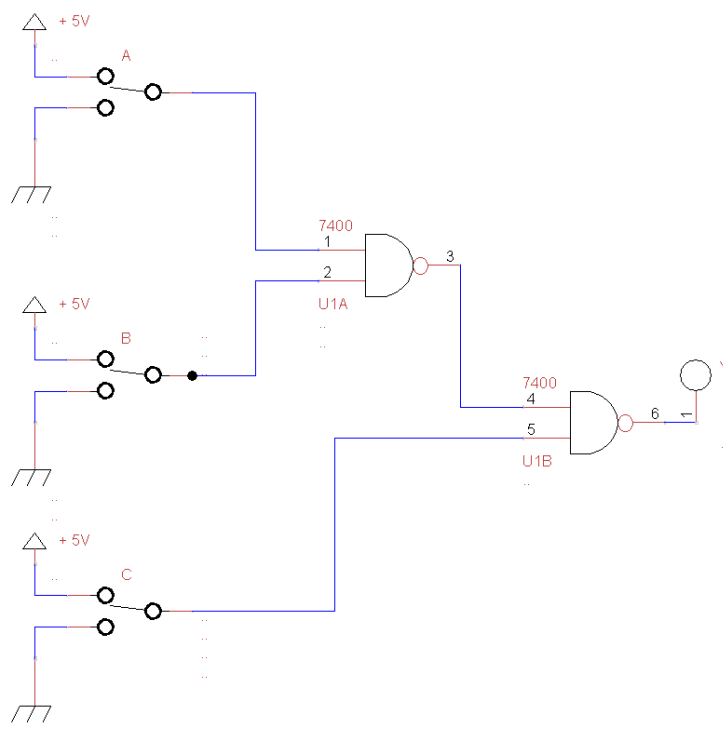
б) Нацртај ја електричната шема на колото за реализација на логичката функција само со НИ логички кола, користејќи го TINYCAD.



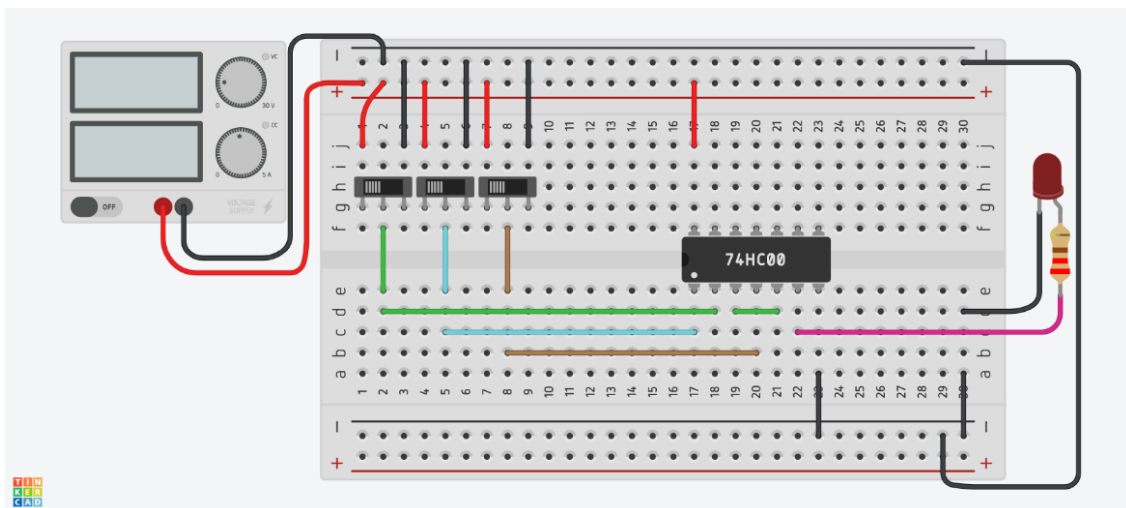
Направи симулација на електричното коло, користејќи го TinkerCad.

Колку интегрирани кола користеше? Кој тип интегрирани кола користеше?

РЕШЕНИЕ: 1 интегрирано коло, 7400



Слика 1.1.3. Електрична шема



Слика 1.1.4. Шема на електричното коло во Tinkercad симулатор на кола

1.2. Реализација на логички функции со употреба на логички кола

1.2.1) Логичката функција е опишана со следната равенка:

$$Y = \bar{A}B + C$$

Пополни ја табелата на вистинитост.

РЕШЕНИЕ:

Табела на вистинитост

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

1.2.2) а) Конвертирај ја логичката функција, така да се користат само НИ логички кола.

Напомена: Користи двојна негација и Де Морганова теорема.

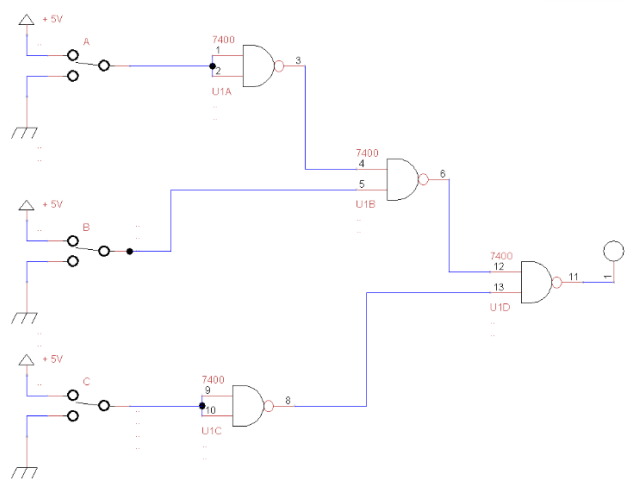
РЕШЕНИЕ:

$$Y = \bar{\bar{A}B + C} = \bar{\bar{A}B} * \bar{C}$$

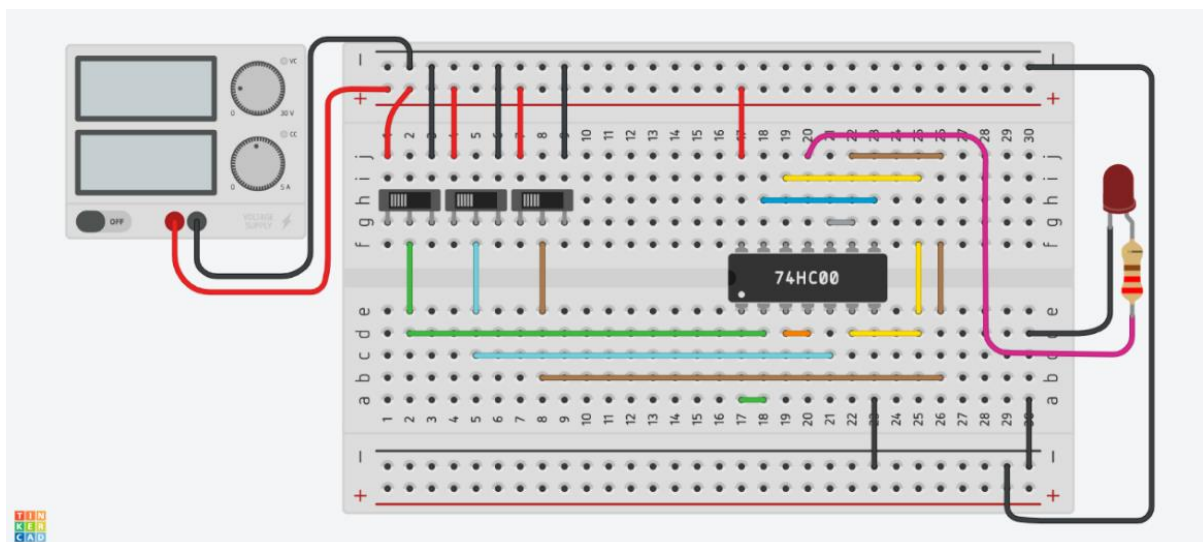
б) Нацртај ја електричната шема на колото за реализација на логичката функција само со НИ логички кола, користејќи го TidyCAD.

Направи симулација на електричното коло, користејќи го TinkerCad.

РЕШЕНИЕ:



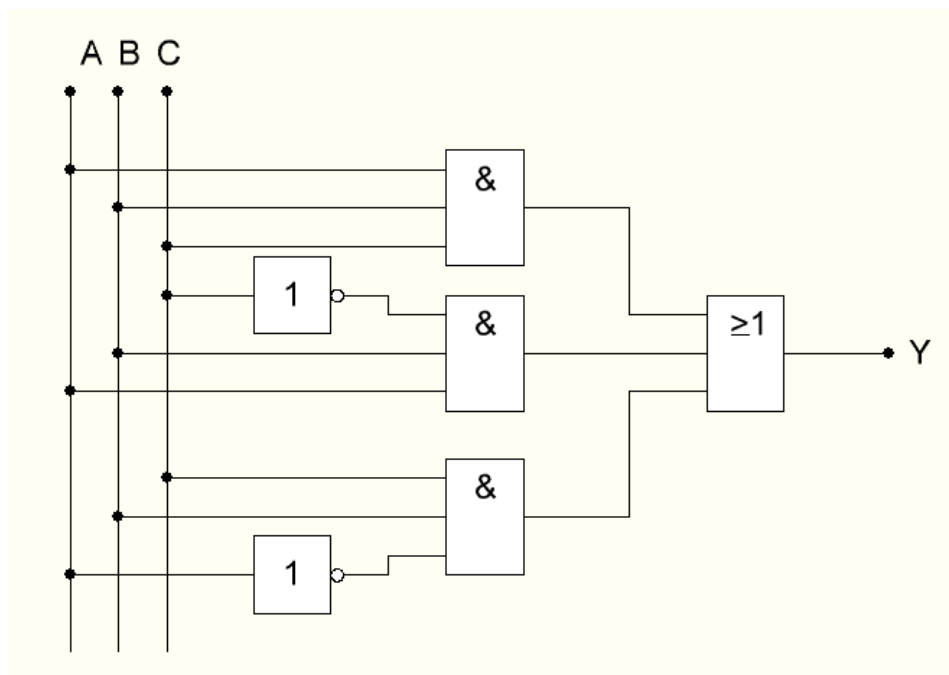
Слика 1.2.1. Електрична шема



Слика 1.2.2. Шема на електричното коло во Tinkercad симулатор на кола

1.3. Аналитички метод на минимизација на логички функции

1.3.1) а) Напиши ја соодветната логичка функција за следната прекинувачка мрежа.



Слика 1.3.1. Шема на прекинувачка мрежа

РЕШЕНИЕ:

$$Y = ABC + AB\bar{C} + \bar{A}BC$$

б) Пополни ја табелата на вистинитост.

РЕШЕНИЕ:

Табела на вистинитост

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Минимизирај ја логичката функцијата со аналитички метод.

$$Y = A B C + A B \bar{C} + \bar{A} B C$$

РЕШЕНИЕ:

$$Y = BA + BC$$

1.3.2) а) Конвертирај ја логичката функција, така да се користат само НИ логички кола.

Напомена: Користи двојна негација и Де Морганова теорема.

РЕШЕНИЕ:

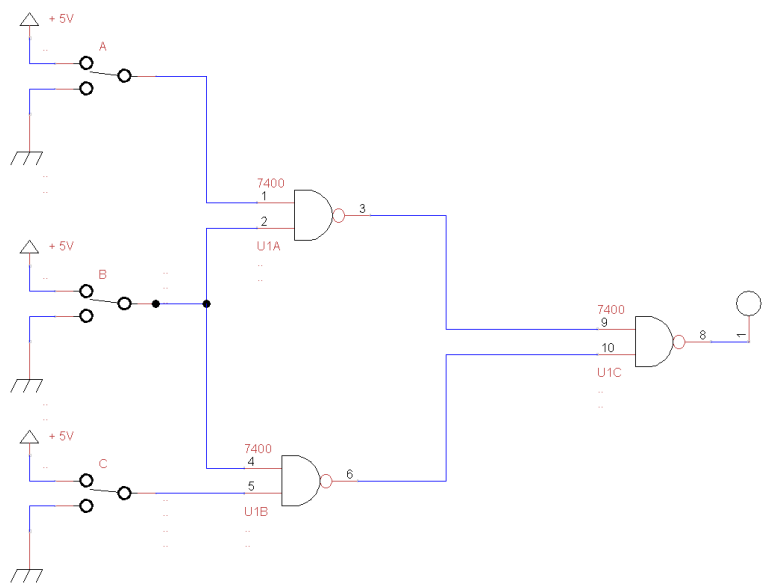
$$Y = \overline{\overline{BA} + \overline{BC}} = \overline{(\overline{BA}) * (\overline{BC})}$$

б) Нацртај ја електричната шема на колото за реализација на минимизираната логичка функција, употребувајќи само НИ логички кола. Користете го TINYCAD.

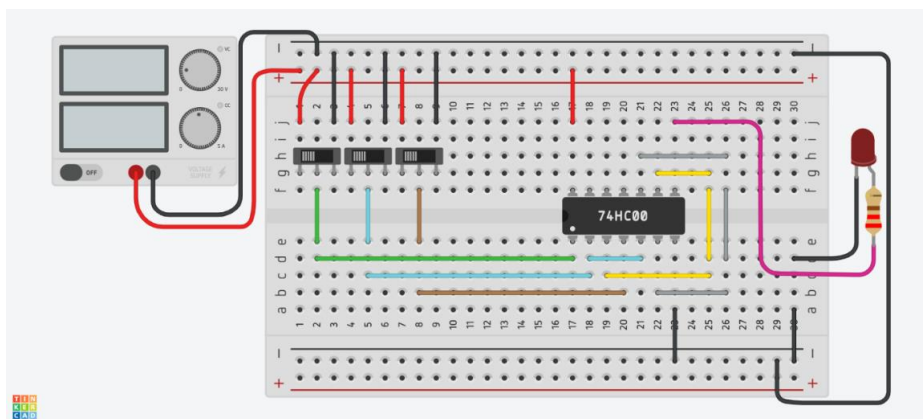
Направи симулација на електричното коло, користејќи го TinkerCad.

Кој тип и колку интегрирани кола користеше за реализација на логичката функција само со НИ логички кола?

РЕШЕНИЕ: 3 логички кола, тип НИ, 1 интегрирано коло, 7400.



Слика 1.3.2. Електрична шема



Слика 1.3. Шема на електричното коло во Tinkercad симулатор на кола

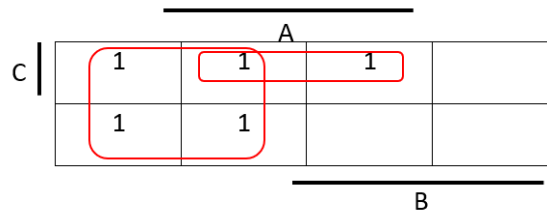
1.4. Карноов метод на минимизација на логички функции

1.4.1) Дадена е табелата на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

1.4.2) Минимизирај ја функцијата со Карноов метод.

РЕШЕНИЕ:



1.4.3) Напиши ја функцијата во совршена дисјунктивна нормална форма (СДНФ), а потоа минимизирај ја со аналитички метод.

РЕШЕНИЕ:

$$Y = AC + \bar{B}$$

1.4.4) а) Конвертирај ја минимизираната логичката функција, така да се користат само НИ логички кола

Напомена: Користи двојна негација и Де Морганова теорема.

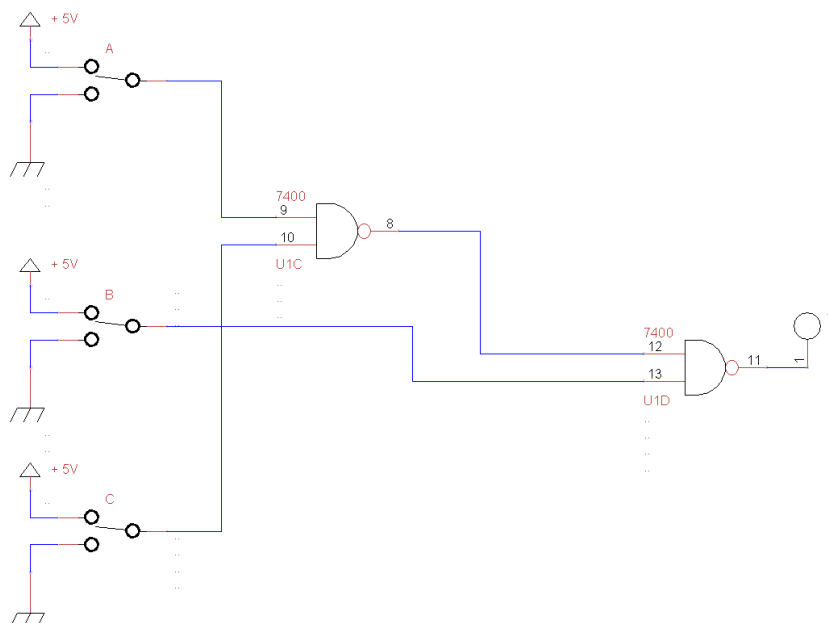
РЕШЕНИЕ:

$$Y = \overline{\overline{AC + B}} = \overline{(\overline{AC}) * (\overline{B})}$$

б) Нацртај ја електричната шема на колото за реализација на минимизираната логичка функција, употребувајќи само НИ логички кола. Користете го TidyCAD.

Направи симулација на електричното коло, користејќи го TinkerCad.

РЕШЕНИЕ:



Слика 1.4.1. Електрична шема

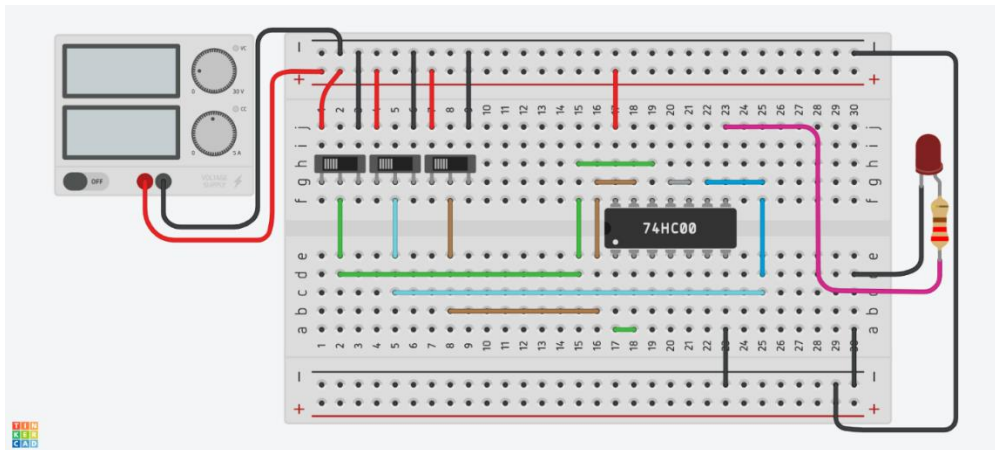


Figure 1.4.2. Шема на електричното коло во Tinkercad симулатор на кола

2. Симулација преку образовната платформа Corela (Ученик 2)

Симулирај го функционирањето на сите пет електрични кола, користејќи ја CORELA платформата.

Инсталирањето, структурата и користењето на платформата се објаснети во „Упатство за корисници на Образовната платформа CORELA“.

2.1. Реализација на логички функции

2.1.1) Уредот треба да започне со работа кога сензорот А и сензорот В се активираат истовремено или кога сензорот С се деактивира.

Логичката функција се дефинира со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

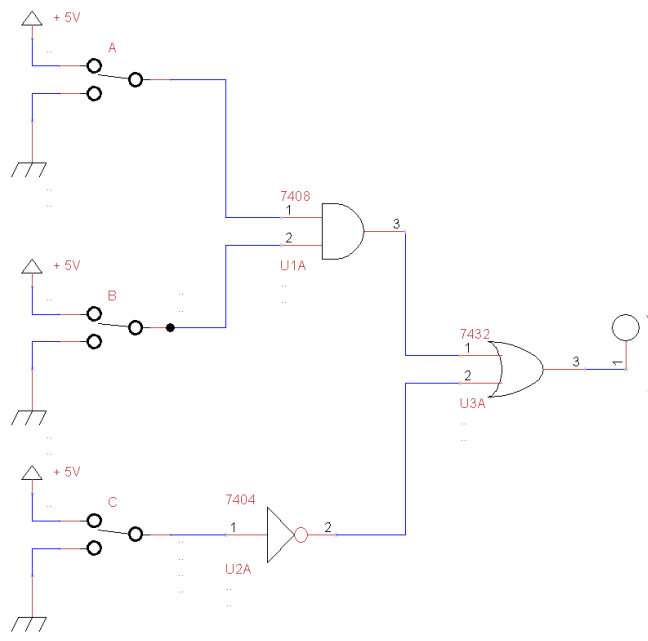
Равенство:

$$Y = (A \cdot B) + \bar{C}$$

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Електричната шема на колото со кое е реализирана логичката функција е прикажана на слика 2.1.1.



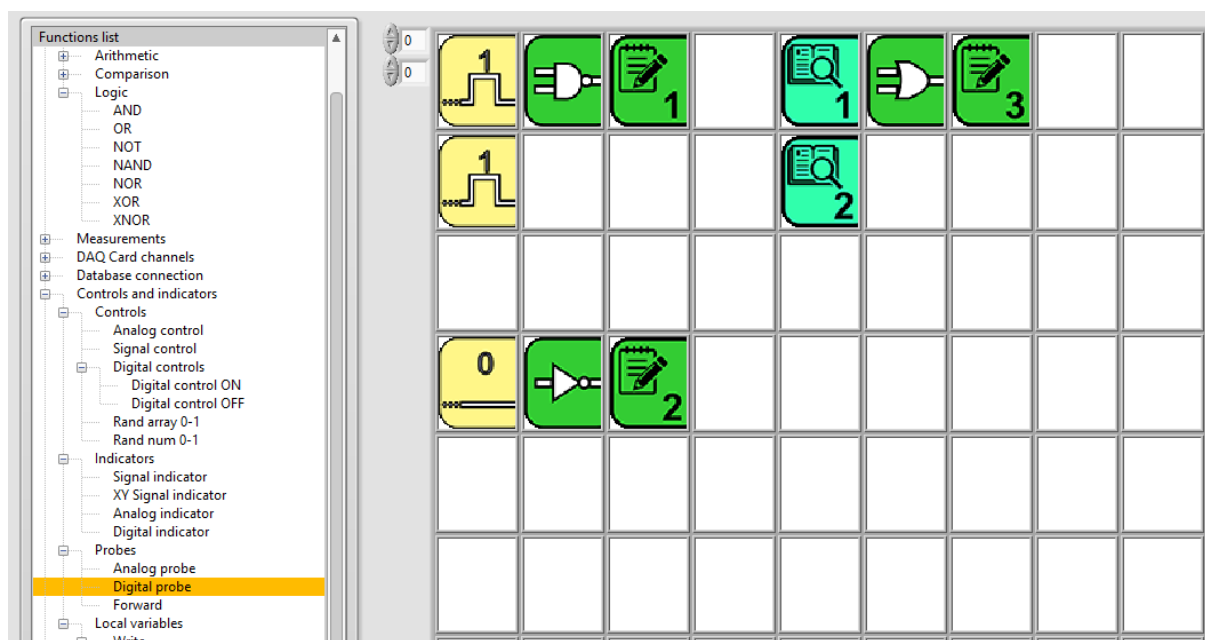
Слика 2.1.1. Електрична шема

2.1.2) Направи симулација на зададената логичка функција во CORELA платформата.

Во функцискиот работен простор реализирај го колото од слика 2.1.1.

Потребно е да се проверат резултатите за сите влезни комбинации, согласно табелата на вистинитост. Ова подразбира правење симулациони кола за комбинации на влезни променливи од 000, 001, 010 до 111.

Симулација на колото за влезна комбинација 110 е прикажана на слика 2.1.2.



Слика 2.1.2. Реализација на логичката функција во CORELA платформа



2.1.3) Логичката функција со НИ логички кола е дефинирана со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

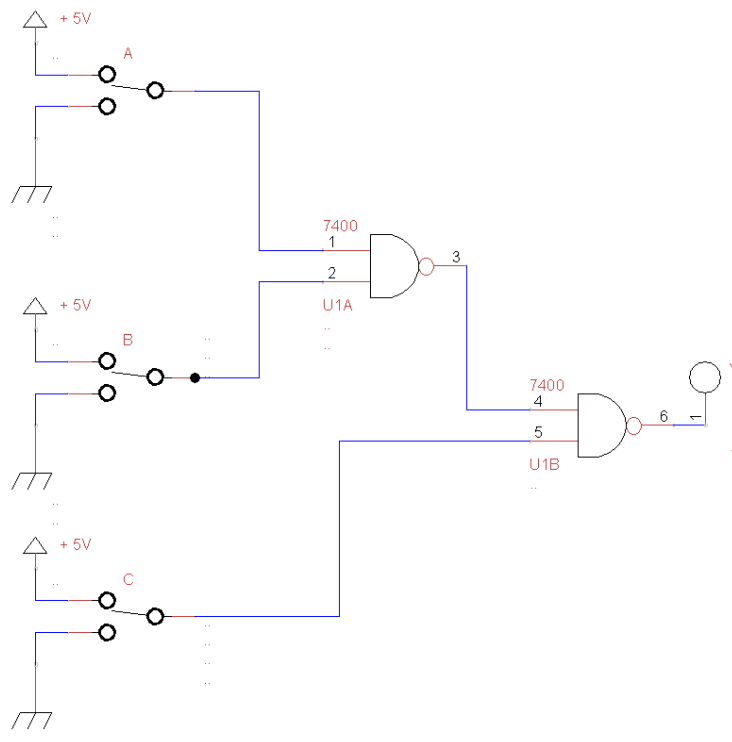
Равенство:

$$Y = \overline{\overline{AB} + \overline{C}} = \overline{\overline{AB} * \overline{C}} = \overline{\overline{AB} * C}$$

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Електричната шема на колото со кое е реализирана логичката функција е прикажана на слика 2.1.3.



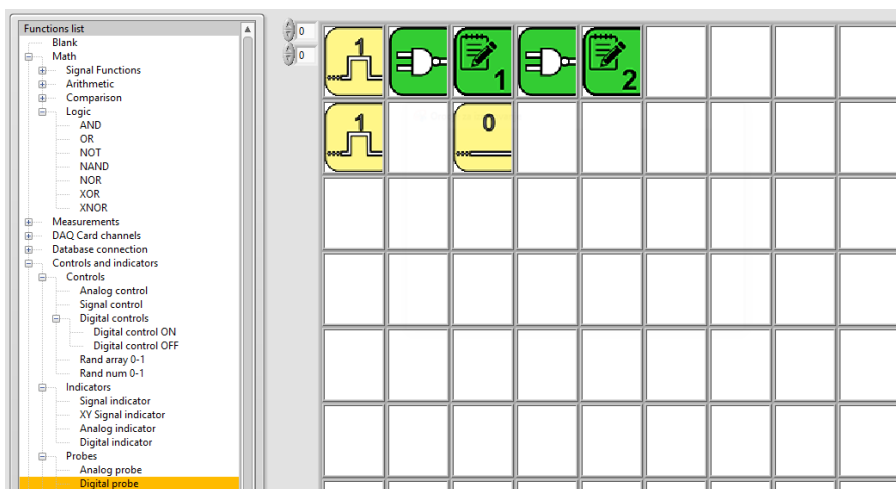
Слика 2.1.3. Електрична шема

2.1.4) Направи симулација на логичката функција, со НИ логички кола, во CORELA платформата.

Во функцискиот работен простор реализирај го колото од слика 2.1.3.

Потребно е да се проверат резултатите за сите влезни комбинации, согласно табелата на вистинитост. Ова подразбира правење симулациони кола за комбинации на влезни променливи од 000, 001, 010 до 111.

Симулација на колото за влезна комбинација 110 е прикажана на слика 2.1.4.



Слика 2.1.4. Реализација на логичката функција во CORELA платформа

2.2. Реализација на логички функции со употреба на НИ логички кола

2.2.1) Логичката функција е опишана со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

Равенство:

$$Y = \bar{A}B + C$$

Табела на вистинитост:

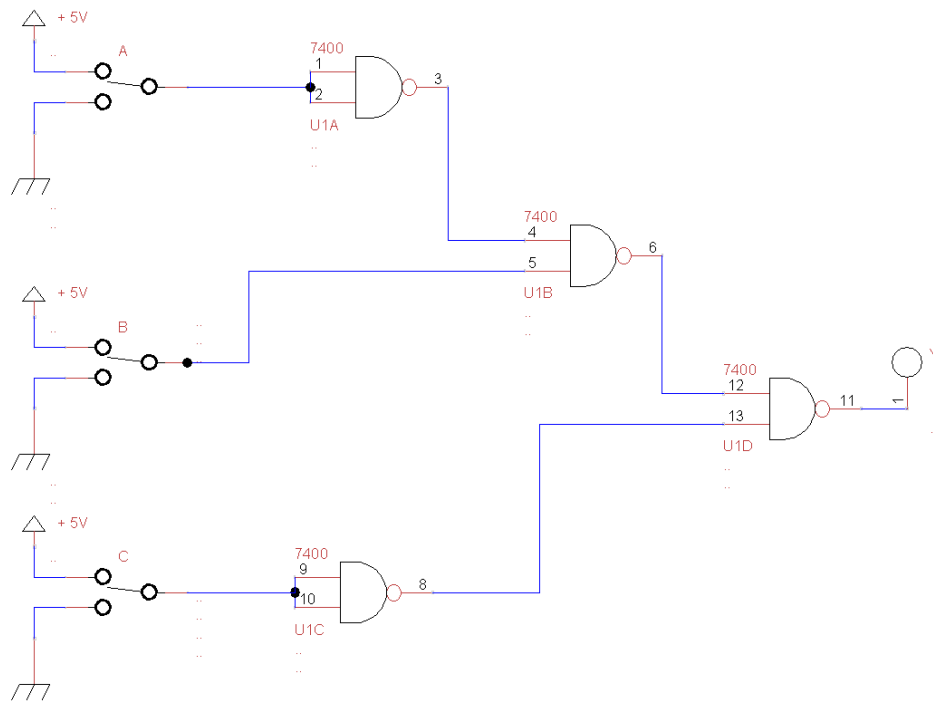
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

2.2.2) Логичката функција со НИ логички кола е дефинирана со равенството дадено подолу.

Равенство:

$$Y = \overline{\overline{\bar{A}B + C}} = \overline{\overline{\bar{A}B}} * \bar{C}$$

Електричната шема на колото со кое е реализирана логичката функција е прикажана на слика 2.2.1.



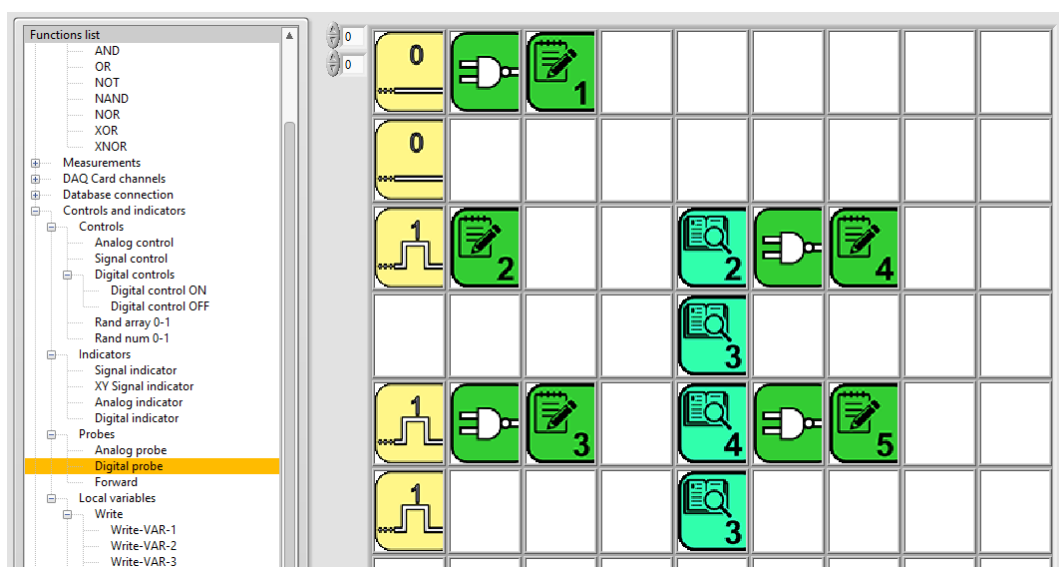
Слика 2.2.1. Електрична шема

2.2.3) Направи симулација на логичката функција, со НИ логички кола, во CORELA платформата.

Во функцискиот работен простор реализирај го колото од слика 2.2.1.

Потребно е да се проверат резултатите за сите влезни комбинации, согласно табелата на вистинитост. Ова подразбира правење симулациони кола за комбинации на влезни променливи од 000, 001, 010 до 111.

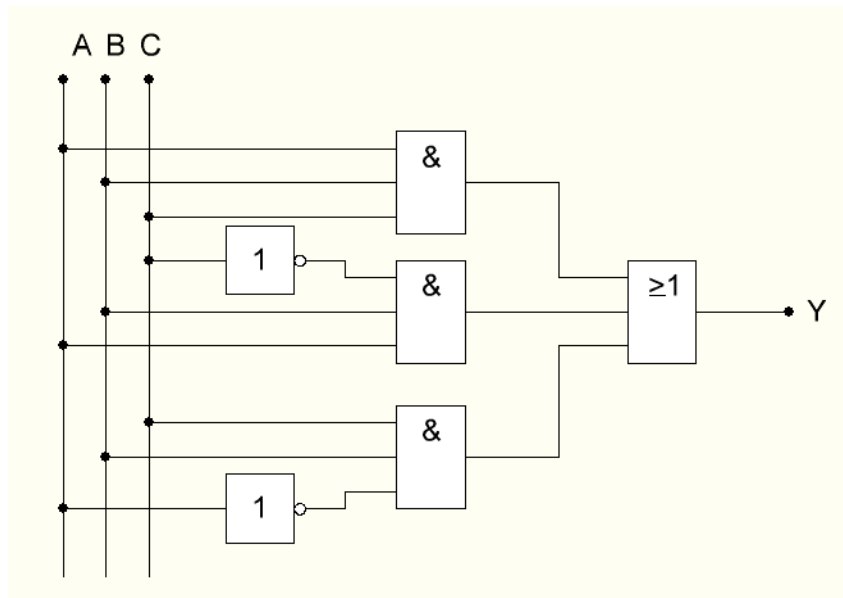
Симулација на колото за влезна комбинација 011 е прикажана на слика 2.2.2.



Слика 2.2.2. Реализација на логичката функција во CORELA платформа

2.3. Аналитички метод за минимизација на логичките функции

2.3.1) Прекинувачката мрежа на логичка функција е прикажана на слика 2.3.1.



Слика 2.3.1. Шема на прекинувачка мрежа

Логичката функција прикажана на слика 2.3.1 е опишана со равенство и табелата на вистинитост.

Равенство:

$$Y = A B C + A B \bar{C} + \bar{A} B C$$

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

2.3.2) Минимизираната логичка функција е дефинирана со следната равенка.

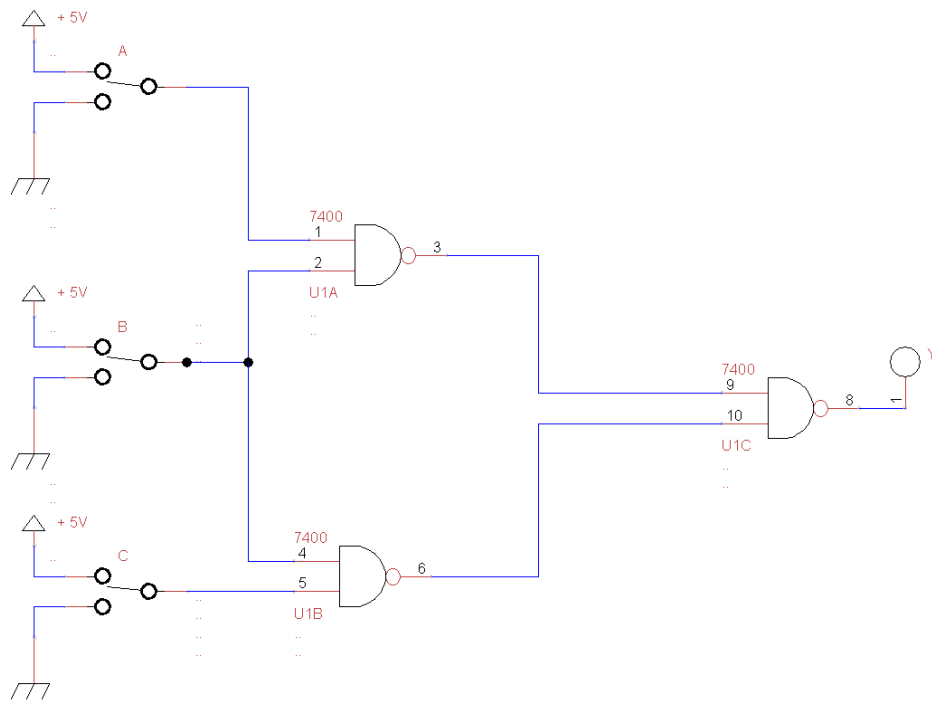
$$Y = BA + BC$$

2.3.3) Минимизираната логичка функција, реализирана само со НИ логички кола, е дефинирана со следната равенка.

$$Y = \overline{\overline{B} A + \overline{B} C} = \overline{(\overline{B} A) * (\overline{B} C)}$$



Електричната шема на колото со кое е реализирана минимизираната логичката функција, со НИ кола, е прикажана на слика 2.3.2.



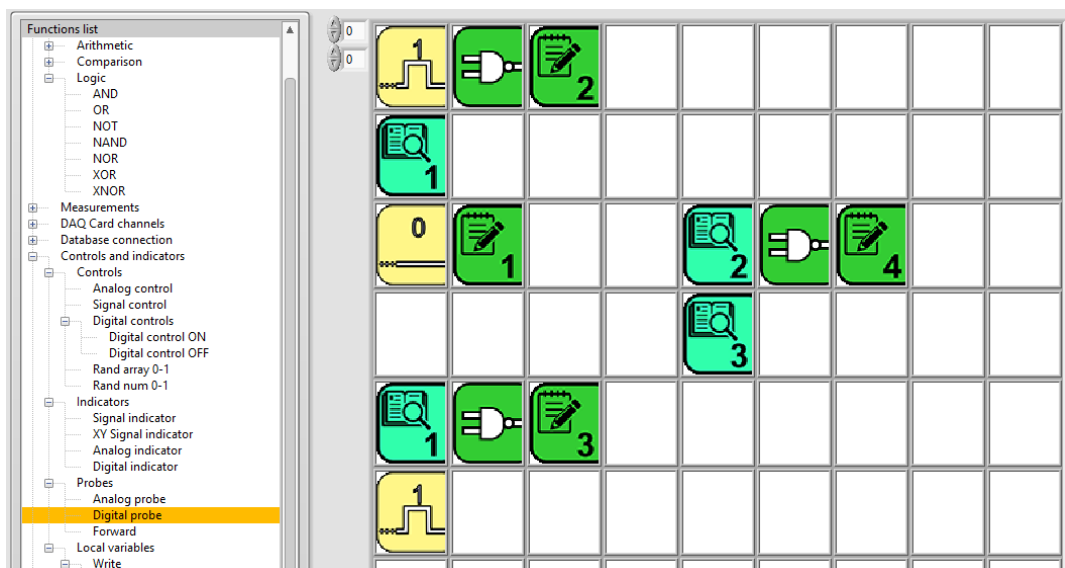
Слика 2.3.2. Електрична шема

2.3.3) Направи симулација на логичката функција, со НИ логички кола, во CORELA платформата.

Во функцискиот работен простор реализирај го колото од слика 2.3.2.

Потребно е да се проверат резултатите за сите влезни комбинации, согласно табелата на вистинитост. Ова подразбира правење симулациони кола за комбинации на влезни променливи од 000, 001, 010 до 111.

Симулација на колото за влезна комбинација 101 е прикажана на слика 2.3.3.



Слика 2.3.3. Реализација на логичката функција во CORELA платформа

2.4. Карноов метод на минимизација на логички функции

1.4.5) Логичката функција е дефинирана со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

2.4.2) Карноова карта:

		A			
C	0	1	1	1	
	1	1	1		
		B			

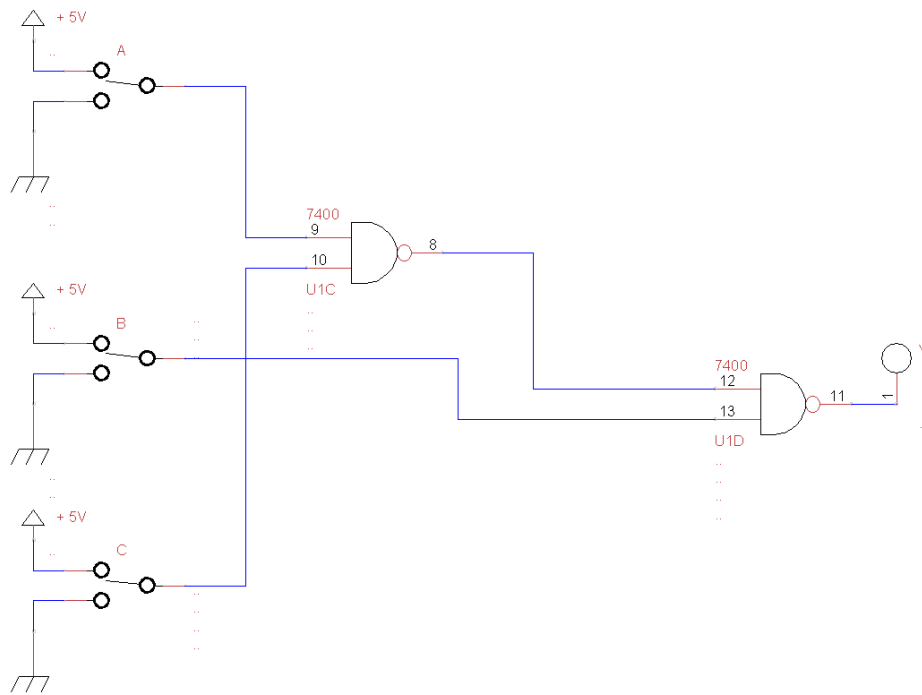
2.4.3) Логичката функција во дисјунктивна нормална форма (ДНФ) е претставена преку следната равенка:

$$Y = AC + \bar{B}$$

2.4.4) ДНФ на логичката функција, реализирана само со НИ функции, е претставена преку следната равенка:

$$Y = \overline{\overline{AC + \bar{B}}} = \overline{(\overline{AC}) * (\overline{\bar{B}})} = \overline{\overline{AC} * B}$$

Електричната шема на колото со кое е реализирана логичката функција е прикажана на слика 2.4.1.



Слика 2.4.1. Електрична шема на колото за логичката функција

2.4.5) Направи симулација на логичката функција, со НИ логички кола, во CORELA платформата.

Во функцискиот работен простор реализирај го колото од слика 2.4.1.

Потребно е да се проверат резултатите за сите влезни комбинации, согласно табелата на вистинитост дадена во точка 2.4.1. Ова подразбира правење симулациони кола за комбинации на влезни променливи од 000, 001, 010 до 111.

Симулација на колото за влезна комбинација 101 е прикажана на слика 2.4.2.



Слика 2.4.2. Реализација на логичката функција во CORELA платформа

3. Лабораториски (практичен) дел (Ученик 3)

3.1. Реализација на логички функции

3.1.1) Уредот треба да се вклучи кога сензорите А и В се активирани во исто време или кога сензорот С се деактивира.

Логичката функција се дефинира со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

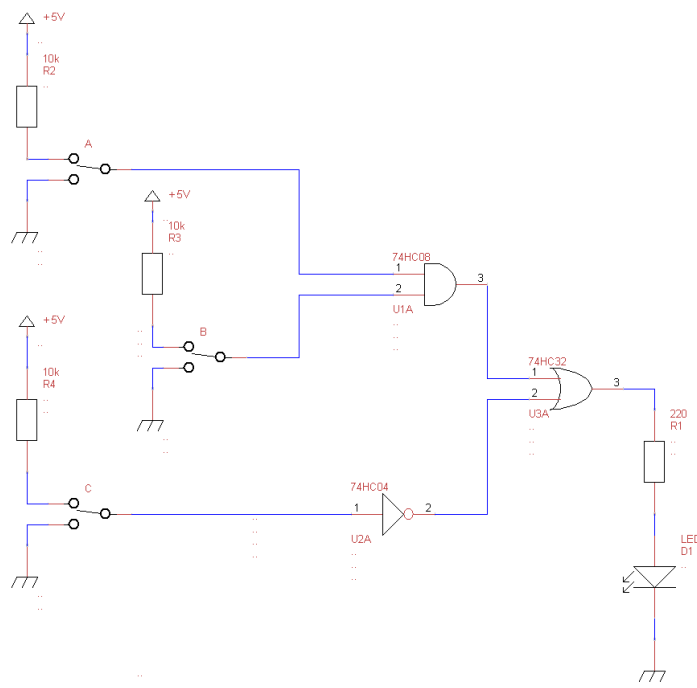
Равенство:

$$Y = (A \cdot B) + \bar{C}$$

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

На слика 3.1.1 е дадена електричната шема на колото за оваа логичка функција.



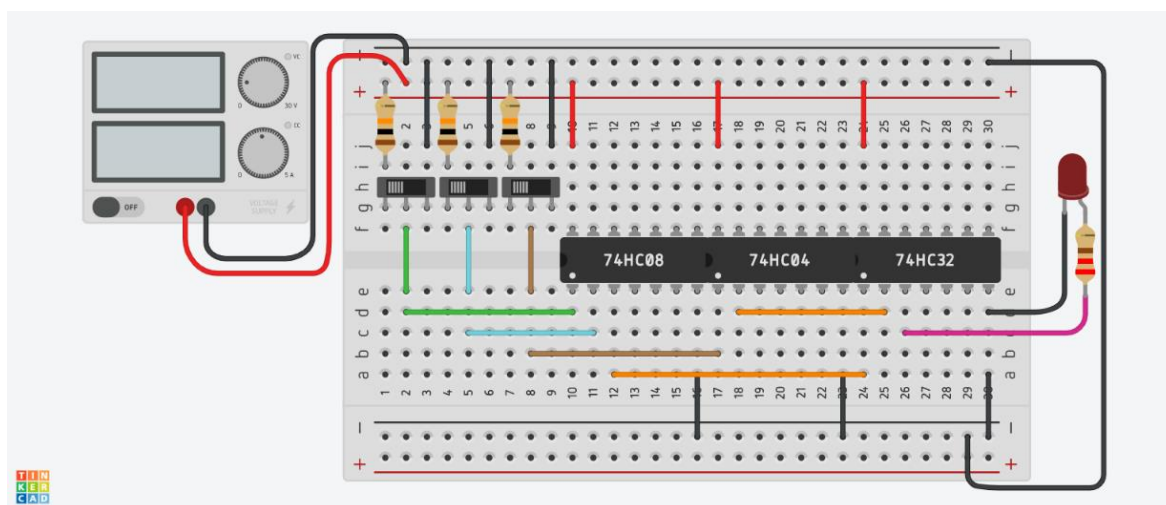
Слика 3.1.1. Електрична шема на колото за логичката функција



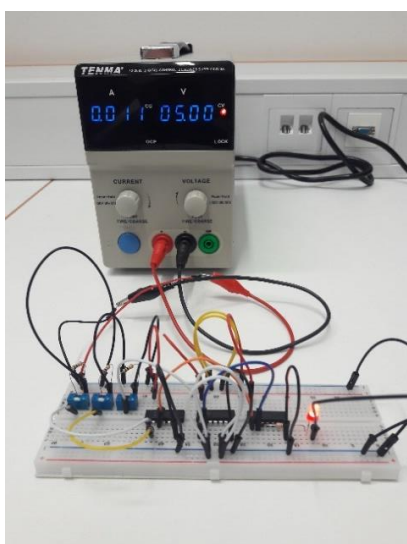
Реализирај го електричното коло за опишаната логичка функција на протоборд плочка; употреби ги соодветните интегрирани кола и електрични елементи.

Елементи:

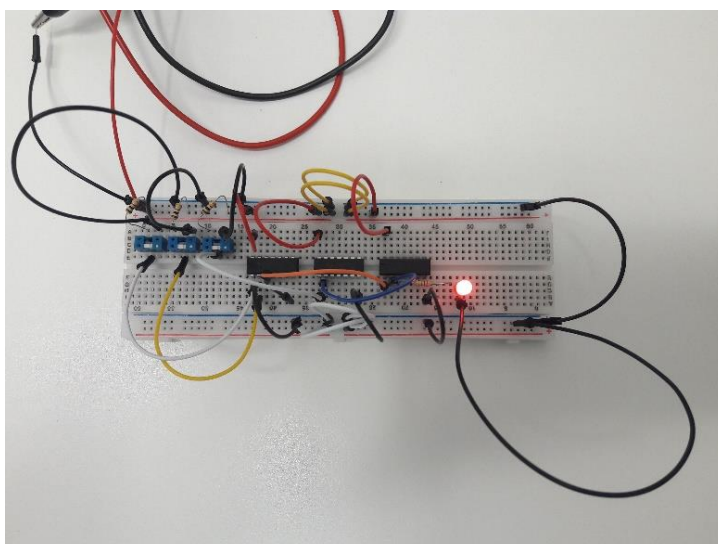
- протоборд плочка,
- интегрирани кола: IC 74HC08, 74HC04, 74HC32,
- 3 x 3 лизгачки прекинувач,
- 3 x отпорници 10 k Ω ,
- отпорник 220 Ω ,
- LED (Light Emitting Diode),
- жици,
- DC извор за напојување (5 V).



Слика 3.1.2. Електрично коло на протоборд плочка



Слика 3.1.3. DC извор за напојување и електрично коло на протоборд плочка



Слика 3.1.4. Електрично коло на протоборд плочка

3.1.2) Логичката функција е опишана со следното равенство:

$$Y = \bar{A}B + C$$

Логичката функција само со НИ кола е дефинирана со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

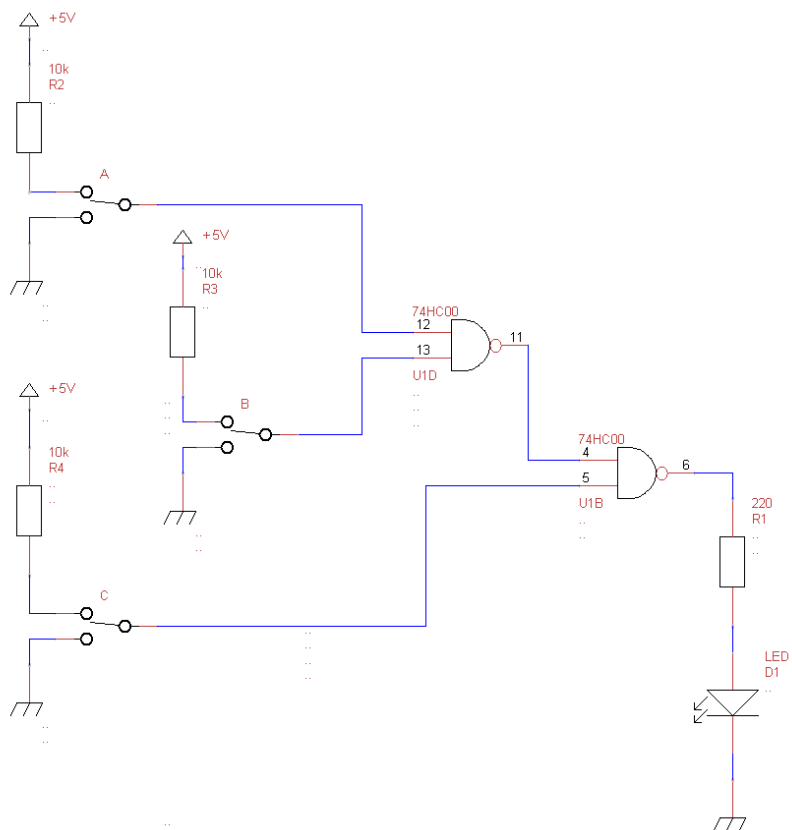
Равенство:

$$Y = \overline{\overline{\bar{A}B + C}} = \overline{\overline{\bar{A}B} * \bar{C}} = \overline{\bar{A}B * C}$$

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

На слика 3.1.2 дадена е електричната шема на колото за логичката функција со НИ кола.



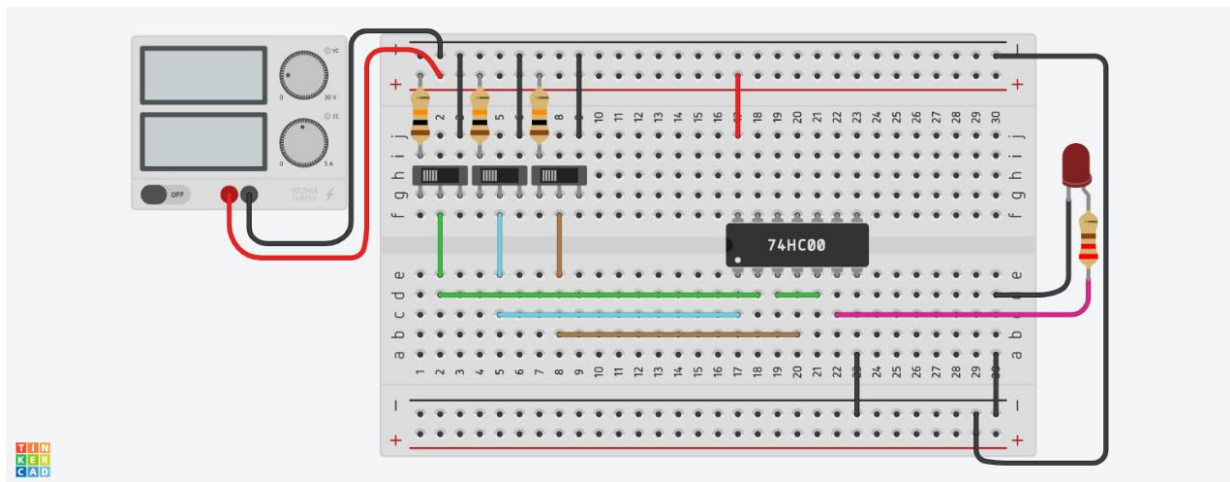
Слика 3.1.2. Електрично шема на коло за логичката функција со НИ кола



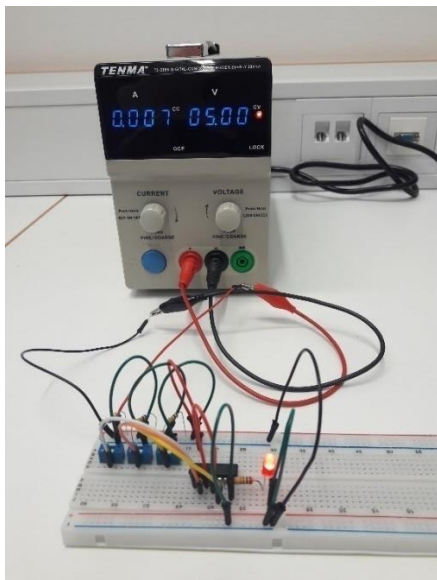
Реализирај го електричното кола за опишаната логичка функција, само со НИ кола, на протоборд плочка; употреби ги соодветните интегрирани кола и електрични елементи.

Елементи:

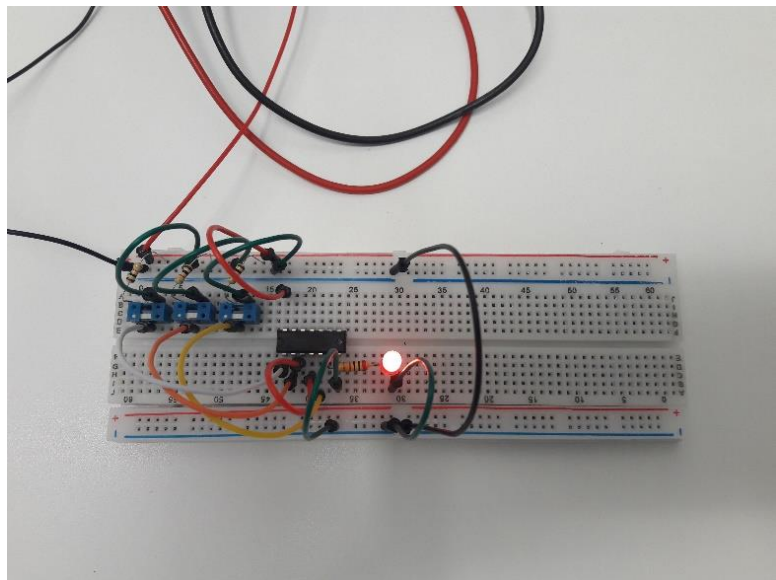
- протоборд плочка,
- интегрирано коло: IC 74HC00,
- 3 x 3 лизгачки прекинувач,
- 3 x отпорници 10 k Ω ,
- отпорник 220 Ω ,
- LED (Light Emitting Diode),
- жици,
- DC извор за напојување (5 V).



Слика 3.1.6. Електрично коло на протоборд плочка



Слика 3.1.7. DC извор за напојување и електрично коло на протоборд плочка



Слика 3.1.8. Електрично коло на протоборд плочка

3.2. Реализација на логичка функција со НИ кола

3.2.1) Логичката функција е дефинирана со равенството и табелата на вистинитост.

Равенство:

$$Y = \bar{A}B + C$$

Табела на вистинитост:

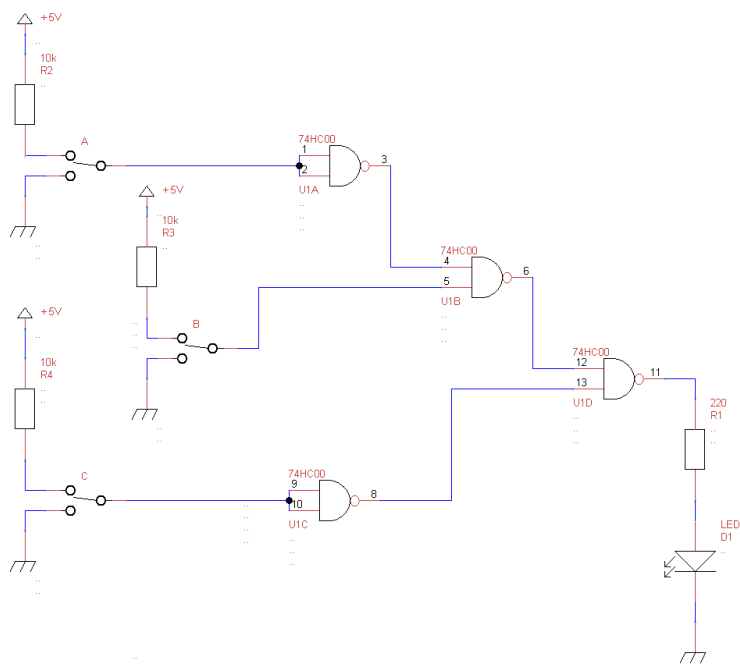
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

3.2.2) Логичката функција само со НИ кола е дефинирана со равенството дадено подолу.

Равенство:

$$Y = \overline{\overline{\bar{A}B} + \bar{C}} = \overline{\bar{A}B} * \bar{C}$$

На слика 3.2.1 даден е шематски приказ на електричното коло за логичката функција со НИ кола.



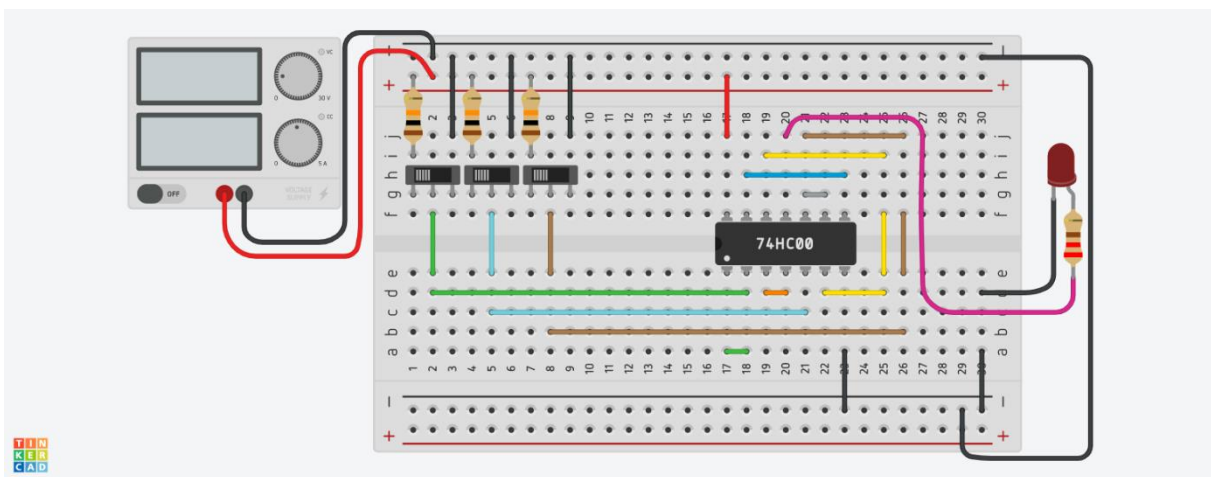
Слика 3.2.1. Електрично шема на коло за логичката функција со НИ кола



Реализирај го електричното кола за опишаната логичка функција, само со НИ кола, на протоборд плочка; употреби ги соодветните интегрирани кола и електрични елементи.

Елементи:

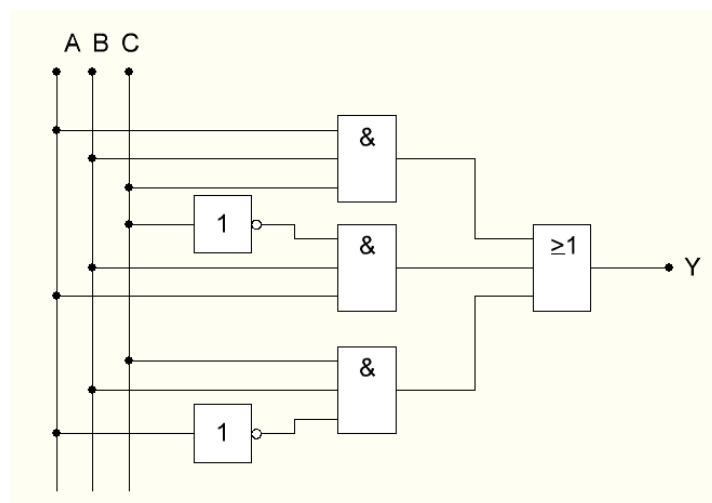
- протоборд плочка,
- интегрирано коло: IC 74HC00,
- 3 x 3 лизгачки прекинувач,
- 3 x отпорници 10 k Ω ,
- отпорник 220 Ω ,
- LED (Light Emitting Diode),
- жици,
- DC извор за напојување (5 V).



Слика 3.2.2. Електрично кола на протоборд плочка

3.3. Аналитички метод за минимизација на логичките функции

3.3.1) На слика 3.3.1 даден е шематски приказ на логичката функција..



Слика 3.3.1. Шематски приказ на логичката функција

Логичката функција од шематскиот приказ на слика 3.3.1 се дефинира со равенството и табелата на вистинитост дадени подолу.

Равенство:

$$Y = A B C + A B \bar{C} + \bar{A} B C$$

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

3.3.2) Минимизираната логичка функција е дефинирана со следното равенство:

Равенство:

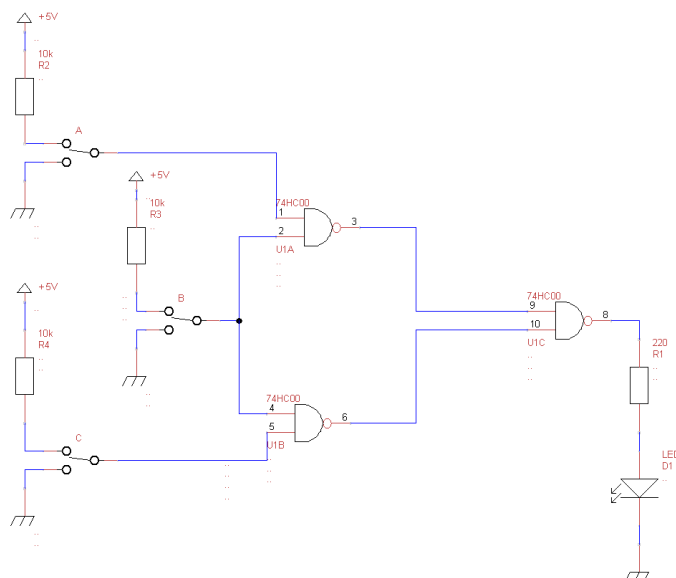
$$Y = B A + B C$$

3.3.3) Минимизираната логичка функција со НИ кола е дефинирана со равенството подолу:

Равенство:

$$Y = \overline{\overline{B A} + \overline{B C}} = (\overline{B A}) * (\overline{B C})$$

На слика 3.3.2 даден е шематски приказ на електричното коло за минимизирана логичка функција со НИ кола.



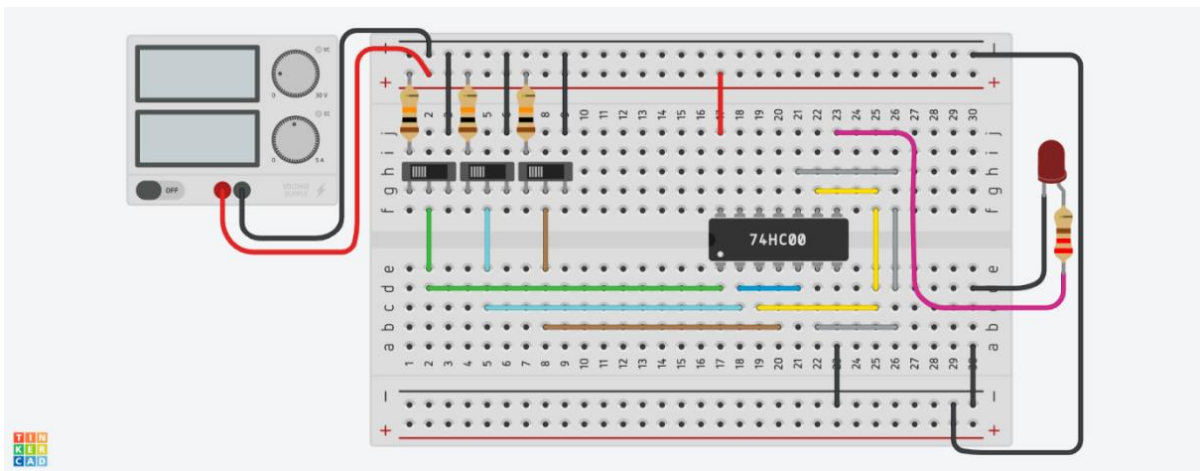
Слика 3.3.2. Електрично шема на коло за минимизирана логичка функција со НИ кола



Реализирај го електричното коло за минимизираната логичка функција, само со НИ кола, на протоборд плочка; употреби ги соодветните интегрирани кола и електрични елементи.

Елементи:

- протоборд плочка,
- интегрирано коло: IC 74HC00,
- 3 x 3 лизгачки прекинувач,
- 3 x отпорници 10 k Ω ,
- отпорник 220 Ω ,
- LED (Light Emitting Diode),
- жици,
- DC извор за напојување (5 V).



Слика 3.3.3. Електрично коло на протоборд плочка

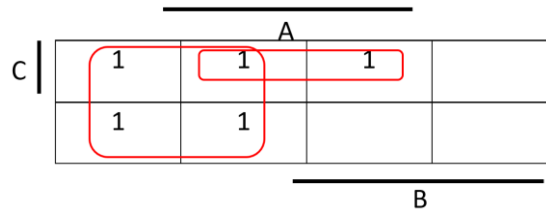
3.4. Карноов метод на минимизација на логички функции

3.4.1) Логичката функција е дефинирана со табелата на вистинитост дадена подолу.

Табела на вистинитост:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

3.4.2) Карноова карта за логичката функција:



3.4.3) ДНФ на логичката функција:

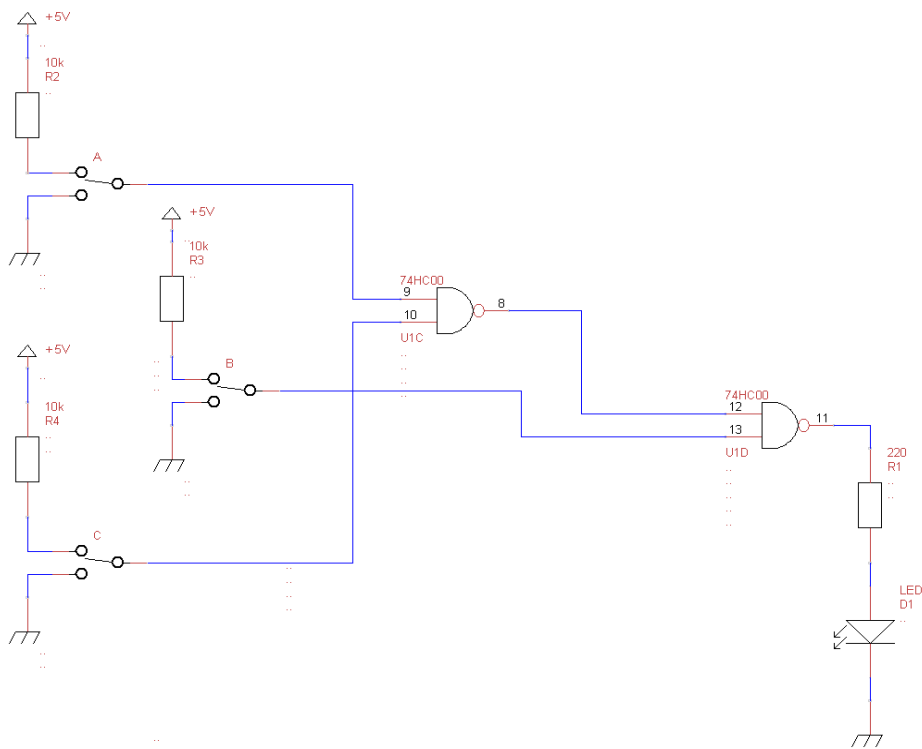
Равенство:

$$Y = A C + \bar{B}$$

3.4.4) ДНФ на логичката функција само со НИ кола е дефинирана со следното равенство:

$$Y = (\overline{A C + \bar{B}}) = \overline{(\bar{A} \bar{C}) * (\bar{B})} = \bar{A} \bar{C} * B$$

На слика 3.4.1 даден е шематски приказ на логичката функција.



Слика 3.4.1. Електрично шема на колото за логичката функција во ДНФ само со НИ кола

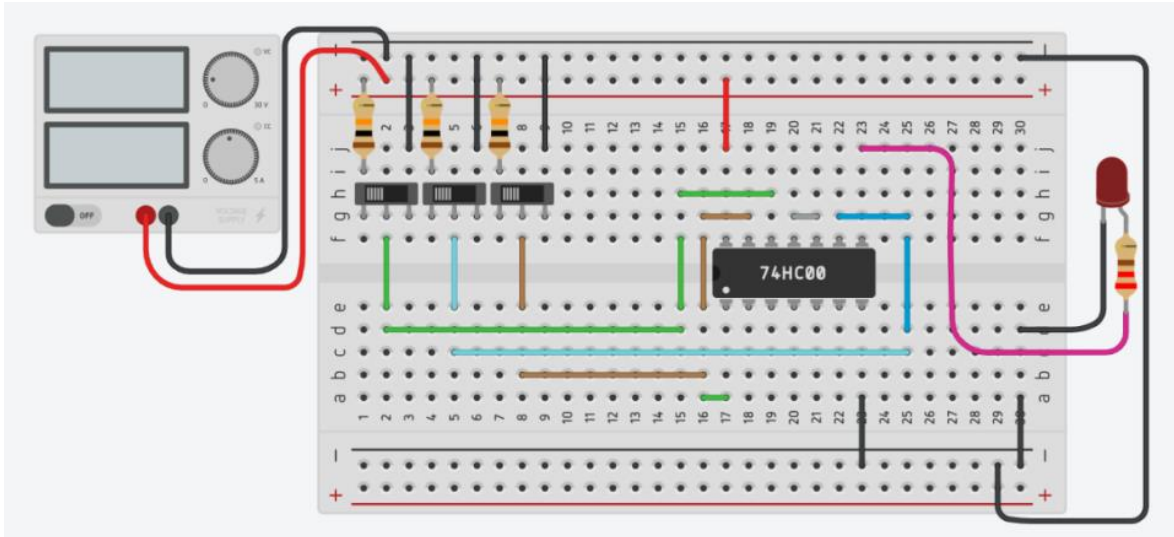
Реализирај го електричното коло за логичката функција во ДНФ, само со НИ кола, на протоборд плочка; употреби ги соодветните интегрирани кола и електрични елементи.

Елементи:

- протоборд плочка,
- интегрирано коло: IC 74HC00,
- 3 x 3 лизгачки прекинувач,



- 3 x отпорници 10 k Ω ,
- отпорник 220 Ω ,
- LED (Light Emitting Diode),
- жици,
- DC извор за напојување (5 V).



Слика 3.4.2. Електрично коло на протоборд плочка

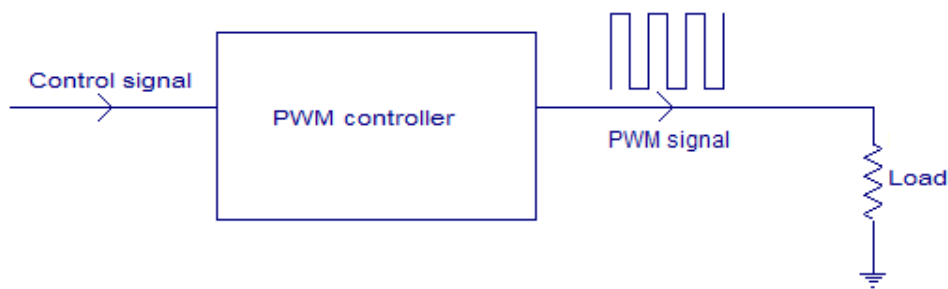
Мултимедијален видео линк:

<https://www.youtube.com/watch?v=EyWW7V0mR0c>

VI. PWM контрола на DC мотор

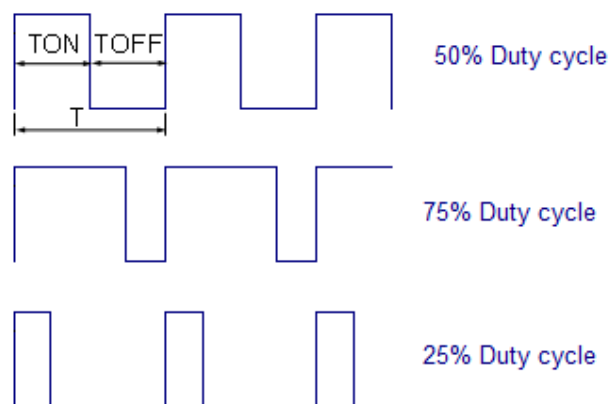
1. Вовед

PWM (*Pulse Width Modulation*) - импулсно ширинска модулација е најчеста метода за контрола на испорачана електрична енергија на потрошувач. Оваа метода е многу едноставна за имплементација и има висок степен на искористеност. PWM сигналот има правоаголна бранова форма со висока фреквенција (вообичаено 1 kHz и повеќе). Факторот на спроведување (анг. Duty Cycle – D во понатамошниот текст) на правоаголниот сигнал се менува, притоа го менува количеството на испорачана електрична енергија на потрошувач. Факторот на спроведување вообичаено се изразува во проценти според формулата: $D[\%] = (\text{TON} / (\text{TON} + \text{TOFF})) * 100$, каде со TON е означено времетраењето на правоаголниот сигнал во состојба „високо“, а TOFF претставува време за кое правоаголниот сигнал се наоѓа во состојба „ниско“. Со зголемување на факторот на спроведување се зголемува испорачаната електрична енергија на потрошувачот, додека при негово намалување испорачаната електрична енергија се намалува. Блок-дијаграм на типичен PWM контролен уред е прикажан со следната шема (слика 1.1).



Слика 1.1

Влезна големина на PWM контролниот уред е контролен сигнал. Тој може да биде аналоген или дигитален, зависно од дизајнот на самиот уред. Контролниот сигнал ја содржи информацијата за количеството електрична енергија кое треба да се испорача на потрошувачот. PWM контролниот уред, врз основа на контролниот сигнал го наредува работниот циклус на PWM сигналот. PWM бранови форми со различни фактори на спроведување се прикажани на слика 1.2.



Слика 1.2

Според прикажаните бранови форми можеме да забележиме дека фреквенцијата не се менува додека времетраењето на состојбите „високо“ (TON) и „ниско“ (TOFF) се менува.



2. Пресметување на параметрите на PWM сигнал (Ученик 1)

Задача: Да се одреди времетраењето на TON и TOFF како и вкупното време $TON + TOFF = T$, каде со T е означена периодата на правоаголниот сигнал и изнесува 1000 Hz. Назначените времиња да се одредат за $D_{25}[\%]=25\%$ и $D_{75}[\%]=75\%$ од вкупниот период на правоаголниот сигнал T.

Задача: Да се пресмета вредноста на аналогниот напонски контролен сигнал (U_D) врз која основа PWM контролниот уред конструира PWM сигнал, ако напонското подрачје на аналогниот контролен сигнал се движи во опсег 0-5V, каде напон од 5V означува $D[\%]=100\%$. Исто така напонот 0-5V по аналого-дигиталната конверзија (10 bit) се претвара во броен интервал 0-1023.

Забелешка: Поради различни видови DC мотори не може да се постави генерална формула за зависност на нивната брзина од големината на факторот на спроведување, но може да се каже дека нивната зависност е пропорционална, поголем фактор на спроведување значи и поголема брзина на вртење на моторот.

Забелешка: CORELA платформата управува со ARDUINO модулот и <PWM> функцијата управува со PWM излези на модулот. На оваа функција и ја доделуваме вредноста на факторот на спроведување додека самата функција ја извршува останатата работа со цел добивање правилна PWM бранова форма на контролниот сигнал.

Задача: Да се нацрта брановата форма на PWM сигналот во двата барани случаи со назначени времиња за TON и TOFF (μs).

За потребниот PWM сигнал со фреквенција од 1kHz, периодата (T) се одредува според:

$$T = \frac{1}{f} \cdot 10^6 [\mu s]$$

Времето TON и TOFF се пресметуваат според формулите:

$$TON = \frac{D[\%]}{100} \cdot T [\mu s]$$

$$TOFF = T - TON [\mu s]$$

Влезниот напон на контролниот сигнал се пресметува според формулата:

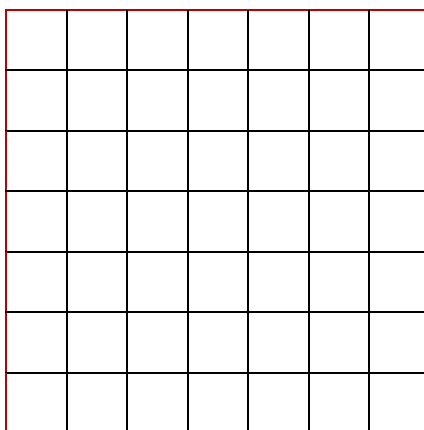
$$U_D = 5V \cdot \frac{D[\%]}{100} [V]$$

Пополни ја табела 1 со пресметаните податоци.

Табела 1. Параметри на PWM сигнал

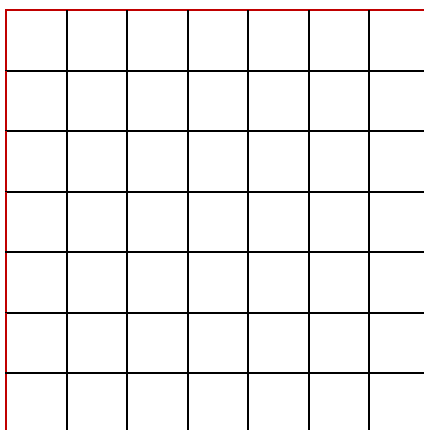
D [%]	T [μs]	TON [μs]	TOFF [μs]	U_D [V]
25				
75				

Нацртај ја брановата форма на PWM сигналот, за фактор на спроведување 25%, со назначените времиња во *мрежа 1*.



Мрежа 1

Нацртај ја брановата форма на PWM сигналот, за фактор на спроведување 75%, со назначените времиња во *мрежа 2*.



Мрежа 2

Прашање 1: Како предадената електричната енергија до потрошувачот зависи од факторот на спроводливост на сигналот PWM?

Прашање 2: Која вредност на PWM сигналот се мери со волтметарот во DC режим на работа?

2.1. Споредба на резултатите

Најавете се на платформата CORELA за запис и пренос на податоци. Внесете ги вредностите на периодот, времето на спроведување и неспроведување и средните вредности на контролниот напон и испратете ги до едукативната платформа во согласност со процедурата опишана во делот 5 од овој прирачник.

Спореди ги пресметаните вредности со резултатите што ги добиле ученик 2 и ученик 3.



3. Симулација на PWM контрола на DC мотор (Ученик 2)

Синтакса користена во продолжение на прирачникот:

<XXX>име на достапната извршна функција во платформата CORELA, или копчето

<XXX>име на извршната функција во платформата CORELA кога е поставена на работната површина

[XXX.YY] хиерархиска патека до достапните извршни функции во платформата CORELA

Во овој дел од вежбата ќе извршиме симулација на идеално електронско коло.

Целта на симулацијата е да се потврдат теоретските пресметки од точка 2 од оваа вежба. Симулацијата е реализирана со помош на виртуелната платформа CORELA.

На почетокот, со USB-врска на компјутерот поврзи ја подготвената (ASRL4::INSTR) ARDUINO UNO електронска плочка.

Стартувај ја апликацијата и притисни го копчето <Continual mode>.

Потоа на работната површина вметни <Analog control> контрола избрана од менито [Functions list->Controls and indicators->Controls]. Запомни ја нумеричката вредност 6 за PWM канал на самата контрола (еден од PWM каналите на ARDUINO UNO плочката).

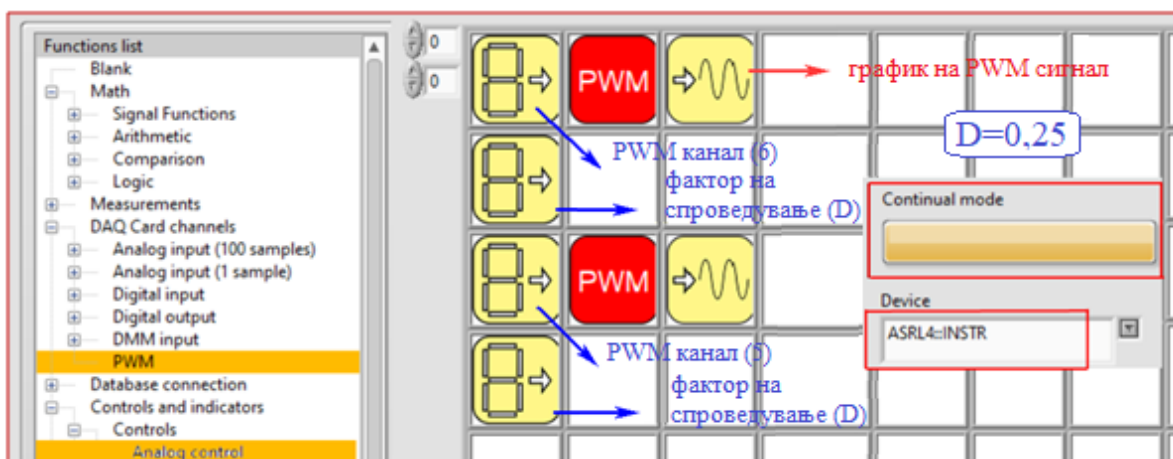
Повторно вметни <Analog control> контрола, под претходната, и запомни ја нумеричката вредност 0,25 за факторот на спроведување (D).

Вметни <PWM> функција од менито [Functions list->DAQ card channels] на местото според сликата. Оваа контрола има потреба од два влеза, претходно запаметени во двете <Analog control> контроли.

Десно од <PWM> функцијата вметни <Signal indicator> индикатор од менито [Functions list->Controls and indicators->Indicators].

Повтори ја целата постапка според сликата и промени ја само вредноста на <Analog control> за PWM каналот со број 5.

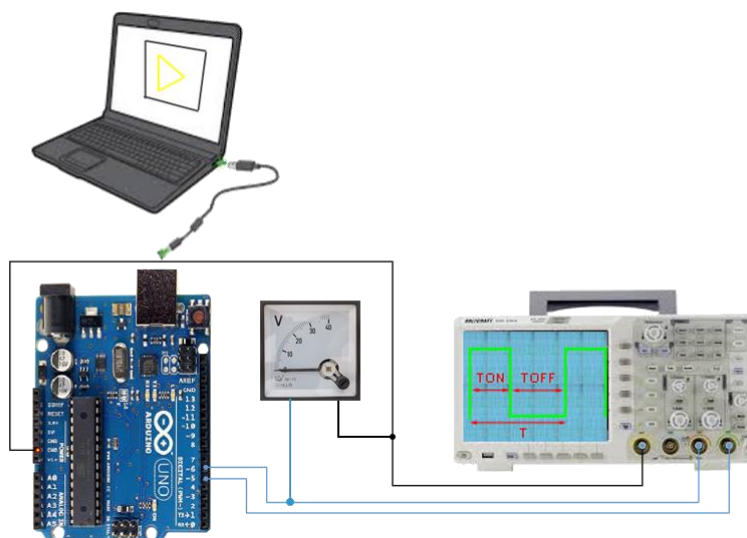
Изгледот во апликацијата е прикажан на слика 3.1.



Слика 3.1

Поврзи го осцилоскопот со избраните PWM канали (5 и 6) на UNO плочката. Поврзи го волтметарот според шемата за поврзување.

На слика 3.2 е прикажан шематски дијаграм за изведување на симулацијата.

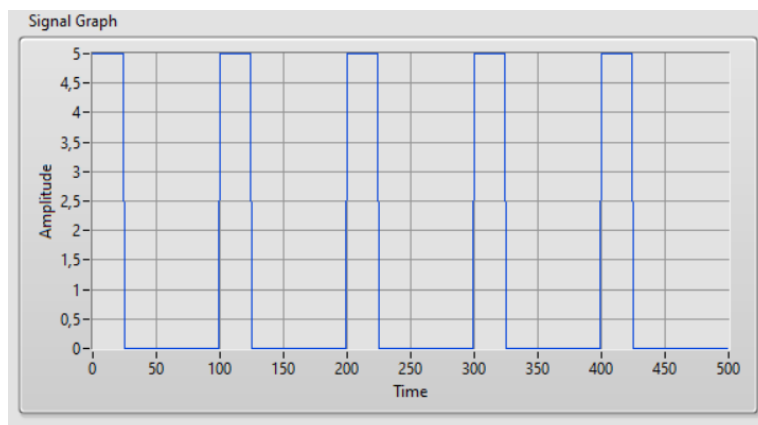


Слика 3.2

Чекор 1)

Спореди ја брановата форма на графиконот 1 со формата нацртана на „мрежата 1“ од точка 2 од оваа вежба. Според брановата форма на екранот на осцилоскопот, одреди ги времињата T, TON и TOFF и внеси ги во табела 2.

Од волтметарот отчитај ја вредноста на напонот U_D и запиши ја во табела 2.

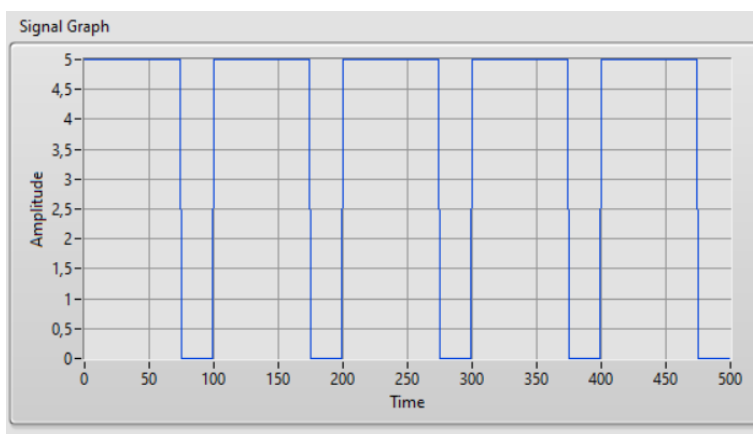


Графикон 1

Чекор 2)

Спореди ја брановата форма на графиконот 1 со формата нацртана на мрежата 1 од поглавје 2. Според брановата форма на екранот на осцилоскопот, одреди ги времињата T, TON и TOFF и внеси ги во табела 2.

Отчитаната вредност на напонот U_D запиши ја во табела 2.



Графикон 2

Табела 2. Параметри на PWM сигнал

D [%]	T [μ s]	TON [μ s]	TOFF [μ s]	U _D [V]
25				
75				

Прашање 1: Зошто времињата T , TON и $TOFF$ треба да ги одредиме од приказот на осцилоскопот, а не од графикон на излез од функцијата PWM?

Прашање 2: Зошто правоаголниот облик на PWM сигналот не ја попречува работата на моторот на еднонасочен напон?

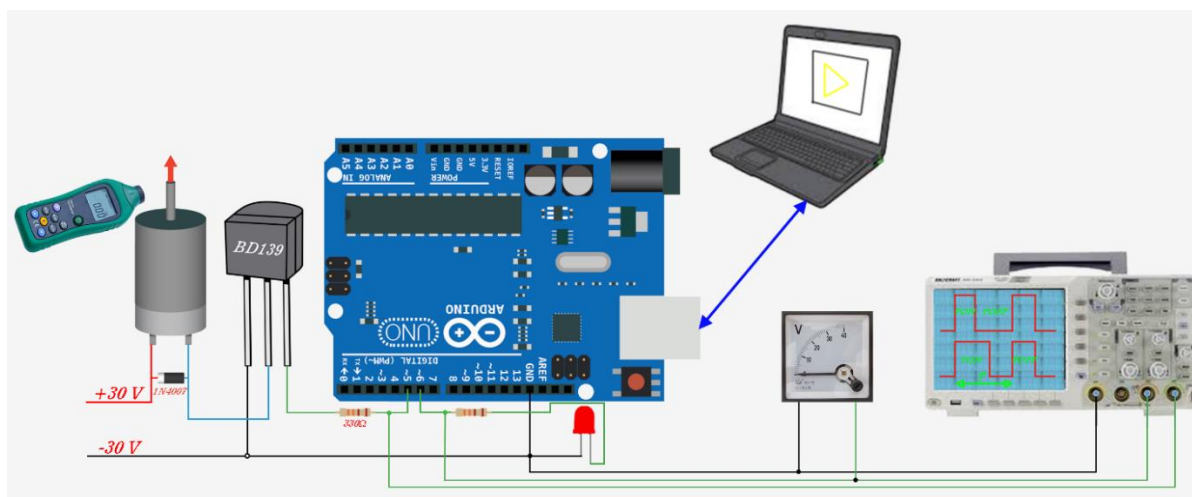
3.1. Споредба на резултатите

Најави се на платформата CORELA за внес и пренос на податоци. Внеси ги вредностите на периодот, времето на спроведување и неспроведување и средните вредности на контролниот напон и испрати ги на едукативната платформа во согласност со постапката опишана во точка 5 од оваа вежба.

Спореди ги добиените вредности со резултатите на ученик 1 и ученик 3.

4. Практична реализација и мерење (Ученик 3)

Ова поглавје од вежбата е поврзано со практична реализација и реално мерење. Целта е да се тестира контролата на PWM во реални услови и на реален уред. За реализација на вежбата се користи ARDUINO платформата и опремата прикажани на слика 4.1.



Слика 4.1

Опрема што се користи за реализација на вежбата:

1. Универзална плочка за спојување
2. Еднонасочен извор за напојување (0 - 30 V)
3. Arduino UNO / NANO електронска плочка со Corela платформа
4. Електричен отпорник 330 Ω x2
5. Транзистор BD139 / 2N2222 ($I_{\text{cmax}}=1,5\text{A} / 800 \text{ mA}$)
6. Диода 1N4007
7. DC мотор 30V / max. 200 mA / номинална брзина 1000 vrt./min.
8. LED црвена
9. Еднонасочен волтметар
10. Осцилоскоп
11. Електронски бројач на вртежи
12. Сметач со инсталирана Corela програма

Забелешка: Фреквенцијата на PWM сигналот е 1000 Hz. Додаден е ЛЕД индикатор за визуелна контрола на процесот на PWM модулација.



Чекор 1)

Поврзи ја преку USB приклучок подготвената (ASRL4 :: INSTR) ARDUINO UNO електронска плочка со компјутер.

Стартувај ја апликацијата и притисни го копчето <Continual mode>.

Потоа, на работната површина вметни ја контролата < Analog control > избрана од менито [Functions list->Controls and indicators->Controls]. Запомни ја нумеричката вредност 6 за PWM каналот на самата контрола (еден од PWM каналите на ARDUINO UNO плочката).

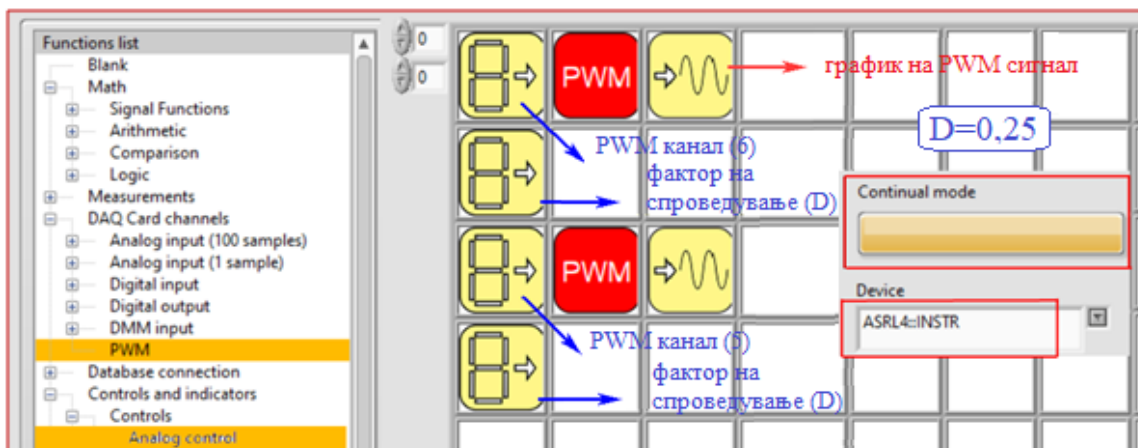
Повторно вметни ја контролата <Analog control>, под претходната, и запомни ја нумеричката вредност 0,25 за факторот на спроведување (D).

Вметни ја функцијата <PWM> од менито [Functions list->DAQ card channels] на избрано место според илустрацијата. На оваа функција и' се потребни два влеза, претходно зачувани во двете <Analog control>.

Десно од функцијата <PWM>, вметни го индикаторот <Signal indicator> од менито [Functions list->Controls and indicators->Indicators].

Повтори ја целата постапка според сликата и промени ја само вредноста на <Analog control> за PWM каналот во број 5.

Изгледот во апликацијата е прикажан на слика 4.2.



Слика 4.2

Прочитај ја брзината (v_D) на електронскиот бројач и запиши ја во табела 3.

Отчитај ја вредноста на напонот (U_D) од волтметарот и запиши ја во табела 3.

Одреди ги времињата T, TON и TOFF според брановата форма на екранот на осцилоскопот и запиши ги во табела 3.

Чекор 2)

Во Corela, промени ја само вредноста на двете аналогни контроли за факторот на спроведување на вредност 0,75.

Прочитај ја брзината (v_D) на електронскиот бројач и внеси ја во табела 3.

Отчитаната вредност (U_D) од волтметарот запиши ја во табела 3.

Одреди ги времињата T, TON и TOFF според брановата форма на екранот на осцилоскопот и внеси ги во табела 3.

Табела 3 PWM контрола на мотор

D [%]	T [μ s]	TON [μ s]	TOFF [μ s]	U_D [V]	v_D [o/min]
25					
75					

Прашање 1: Дали промената на брзината на вртење е пропорционална со променетите вредности на факторот на спроведување?

Прашање 2: Напишете ги формулите за одредување на брзината на вртење на еден DC мотор со сериско и еден DC мотор со паралелно побудување и поврзете ги со одговорот од прашањето 1.

4.1. Споредба на резултатите

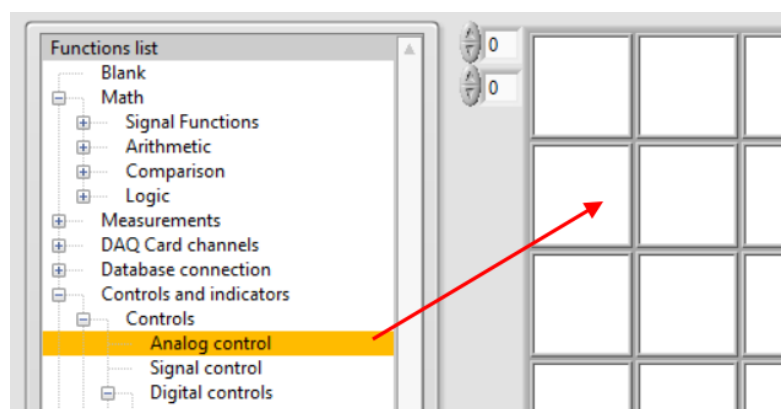
Најави се на платформата CORELA за внес и пренос на податоци. Внеси ги вредностите на периодот, времето на спроведување и неспроведување и средните вредности на контролниот напон и испрати ги на едукативната платформата во согласност со постапката опишана во поглавјето 5 од оваа вежба.

Спореди ги добиените резултати со резултатите што ги добиле ученик 1 и ученик 2.

5. Постапка за запис и испраќање на податоците на едукативната платформа

Чекор 1: Внесување и снимање на податоците

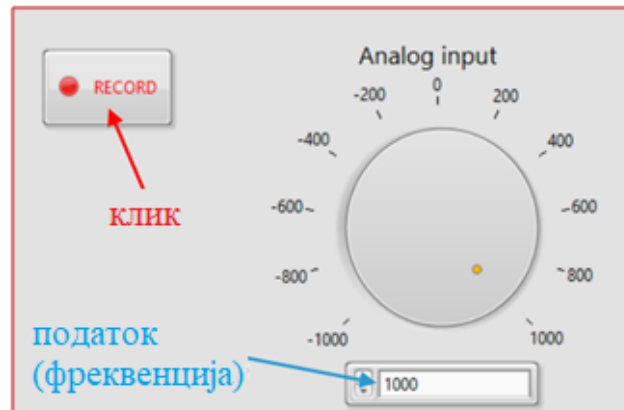
Од менито [Functions list->Controls and indicators->Controls] избери ја контролата < Analog control > и со лев клик на глумчето постави ја на празно поле (ќелија) на работната површина.



Слика 5.1. Поставување на <Analog control> контролата

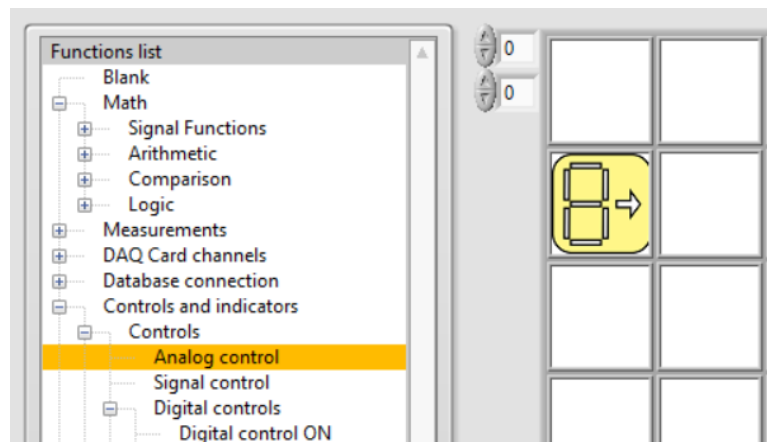


Се отвора скокачки прозорец каде ја внесуваме вредноста на фреквенцијата на PWM сигналот (слика 5.2).



Слика 5.2. Внес на податоци

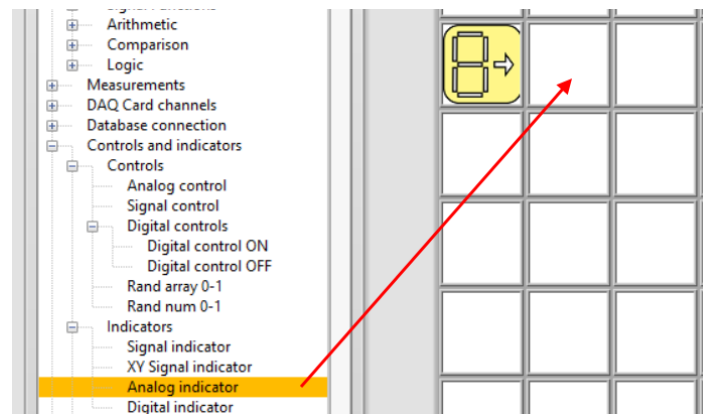
Податоците ги зачувуваме со притискање на копчето <RECORD> (слика 5.2).



Слика 5.3. Изглед на екранот по зачувување на податоците

Чекор 2: Преглед на снимените податоци

Со поставување на индикаторот < Analog indikator > во полето десно од веќе поставената контрола <Analog control> (слика 5.4), податоците внесени во платформата Corela се достапни.

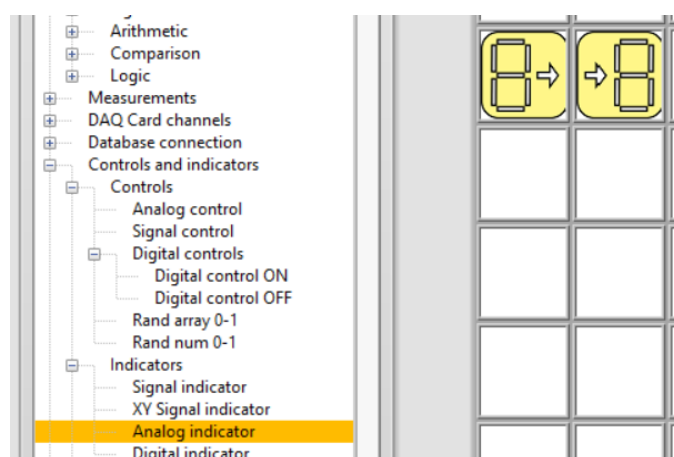


Слика 5.4. Поставување на <Analog indikator> индикаторот



Слика 5.5. Приказ на внесена вредност на фреквенција

Со притискање на копчето <OK> се враќаме на работната површина на платформата (слика 5.6).



Слика 5.6. Изглед на екранот по поставувањето на <Analog indicator> индикаторот

Чекор 3: Внес на времето T, TON, TOFF и средната вредност на напонот U_b

Повтори ја постапката за внесување на T, TON, TOFF и U_b .

Со поставување на нова контрола <Analog control> и нова <Analog indikator> на работната површина за секоја од наведените големини, платформата Corela ќе ги запомни за понатамошна употреба (слика 5.7).



Слика 5.7. Изглед на екранот на CORELA платформата по внесување на податоците



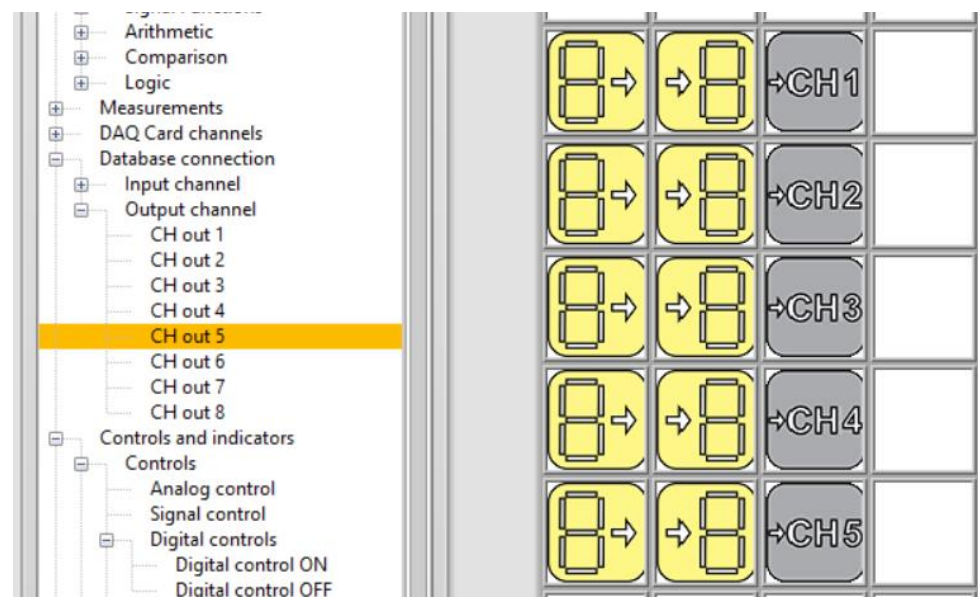
Чекор 4: Испраќање на податоците на едукативната платформа

Податоците се испраќаат на едукативната платформа (Moodle) со избирање на еден од излезните канали од менито [Functions list->Database connection->Output channel]. За испраќање на вредностите за фреквенцијата, се избира <CH out 1> (слика 5.8).



Слика 5.8. Испраќање на податоците на едукативната платформа

Сите други податоци се испраќаат до образовната платформа од други излезни канали (<CH out2>, <CH out3>,...) (слика 5.9).



Слика 5.9. Изглед на екранот по испраќањето на резултатите на едукативната платформа

По завршувањето на задачата, отворете „chat room“.

Споредете и коментирајте ги резултатите добиени на трите начини:

- Со пресметки (Ученик 1)
- Со симулација (Ученик 2)
- Со мерење (Ученик 3)

Мултимедијален видео линк:

<https://www.youtube.com/watch?v=DWw8bTcjo8s>

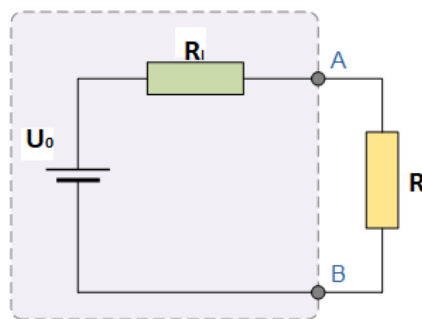
VII. Максимален пренос на моќност

1. Вовед

Кога ќе го оптовариме електричното коло, односно кога ќе поврземе потрошувач помеѓу приклучоците (А и Б) на изворот на електричен напон, моќноста што изворот ја предава на потрошувачот зависи од односот помеѓу неговата внатрешна отпорност (импеданса) и отпорноста (импедансата) на потрошувачот. За да може потрошувачот да прими максимална моќност треба да се постигне „поклопување“ на отпорностите на изворот и на потрошувачот, односно отпорот на потрошувачот да е еднаков со внатрешниот отпор на изворот (*Теорема за масимален пренос на моќност*)

Теоремата за максимален пренос на моќност е корисен метод за анализа на електричните кола за да се обезбеди максимален пренос на енергија. Односот помеѓу импедансата на потрошувачот и внатрешната импеданса на изворот на енергија ќе ја одреди моќноста на потрошувачот.

Разгледај го електрично коло прикажано на слика 1.1.



Слика 1.1. Електрично шема со реален извор на напојување и потрошувач

Пример за максимален пренос на моќност:

$$U_0 = 100 \text{ V}$$

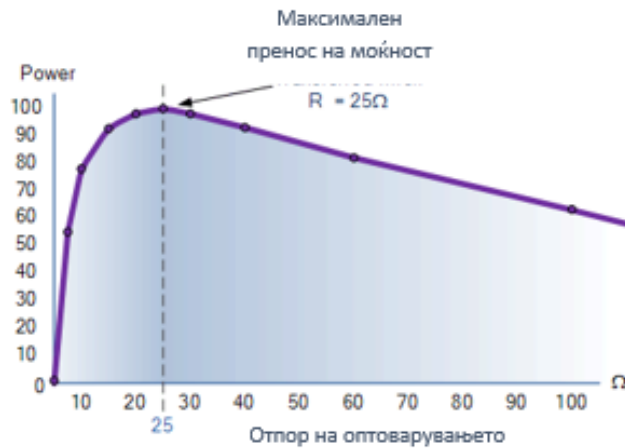
$$R_i = 25 \text{ } \Omega$$

R – променлив отпорник ($0 \div 100$) Ω

Со примена на формулите од Омвиот закон, се пресметува јачината на струјата и моќноста предадена на отпорникот, за сите зададени вредности на отпорот на отпорникот.

$$I = \frac{U_0}{R+R_i} \quad \text{and} \quad P = I^2 R; \quad P = \frac{U_0^2}{(R+R_i)^2} R$$

Пресметаните вредности запиши ги во табелата.



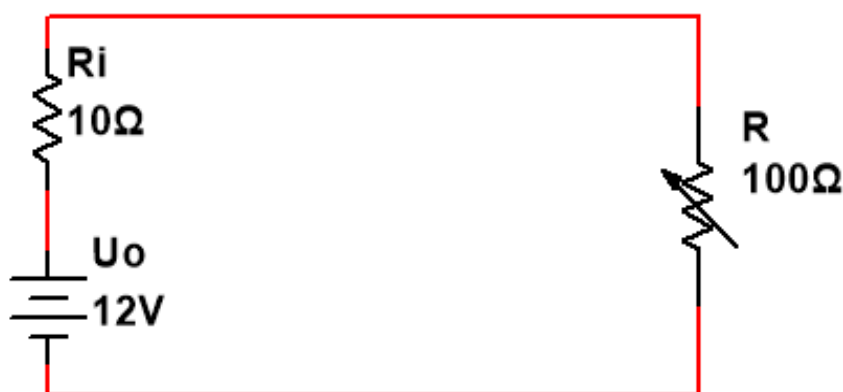
Слика 1.2. Зависност на пренесената моќност на отпорот на отпорникот $P=f(R)$

R (Ω)	I (A)	P (W)
0	4.0	0
5	3.3	55
10	2.8	78
15	2.5	93
20	2.2	97
25	2.0	100
30	1.8	97
40	1.5	94
60	1.2	83
100	0.8	64

2. Пресметување на пренесена моќност (Ученик 1)

На слика 2.1 е прикажано електрично коло составено од реален извор и променлив отпор

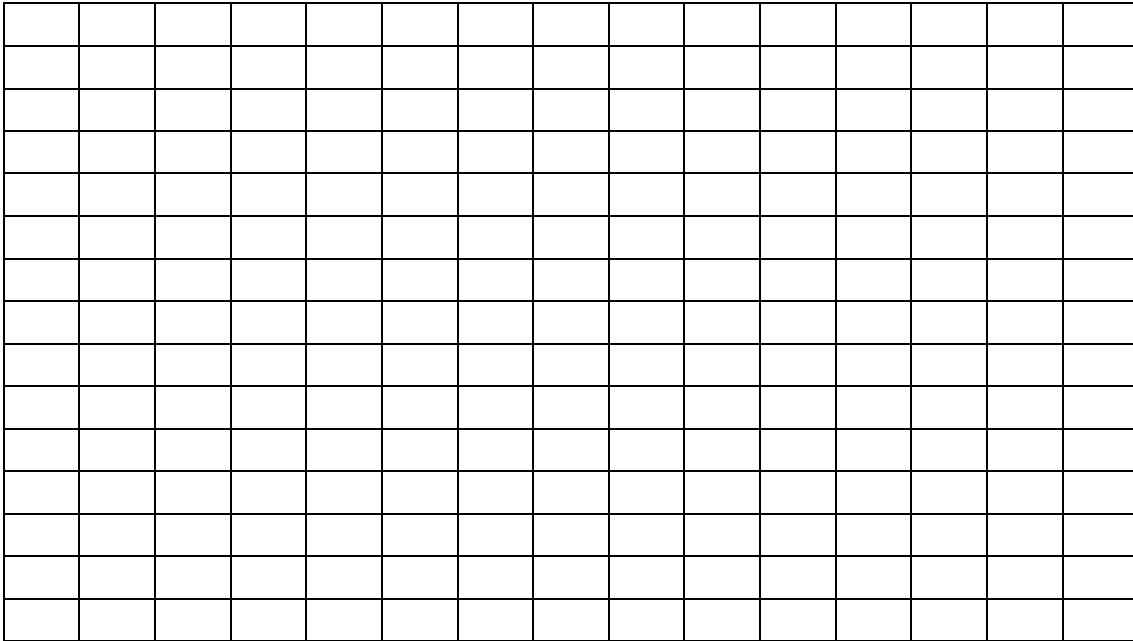
Задача : Пресметај ја моќноста P што се пренесува на отпорникот R , според вредностите дадени во табелата. Параметрите на изворот се, на пример, $U_0=12V$ and $R_i=10\Omega$ (овие податоци ги дава ученик 3 кој врши мерења со реален извор).



Слика 2.1 Електрично коло за анализа на максимален пренос на моќност

R (Ω)	P (W)
1	
2	
4	
6	
8	
10	
12	
14	
16	
20	
24	
30	
40	
60	
100	

Задача: Нацртај график за зависноста на моќноста од отпорот.



2.1. Споредба на резултатите

Најавете се на CORELA платформата.

Внесете ги вредностите за максималната моќност и соодветниот отпор на отпорникот и испратете ги на едукативната платформа, според упатствата во точка 5, поглавје VII.

Споредете ги добиените резултати со резултатите од ученик 2 и ученик 3.

3. Симулација на максимален пренос на моќност (Ученик 2)

Во овој дел од вежбата изведуваме симулација на идеално електрично коло.

Целта на симулацијата е да се проверат теоретските пресметки од точка 2, поглавје VII. Симулацијата на електричното коло се реализира со виртуелната платформа CORELA.

Затоа, ќе го покажеме следниот израз со помош на блок-дијаграм инструкции.

$$P = \frac{U_0^2}{(R + R_i)^2} R$$

Стартувај ја апликацијата и избери Analog control од листата со функции во менито Controls and indicators->Controls. Сними ја аналогната вредност 12 ($U_0=12V$).

Во второто поле вметни ја функцијата Square (Math->Arithmetic).



Продолжи според упатството подолу (од ред. бр.3).







1.		Controls and indications->Controls->Analog control	Сними ја аналогната вредност $U_0=12V$.
2.		Math->Arithmetic-> Square	
3.		Controls and indications->Probes->Analog probe	Ја добиваме вредноста U_0^2 .
4.		Controls and indications->Controls->Signal control	Вредност на отпорот R.
5.		Math->Arithmetic-> Multiply	
6.		Controls and indications->Indicators->Signal indicator	Резултат $U_0^2 \times R$.
7.		Controls and indications->Local variables->Write-VAR	Local variables 1 – вредност на броителот. Local variables2 – вредност на отпорот R

На тој начин ја добивме вредноста на броителот.

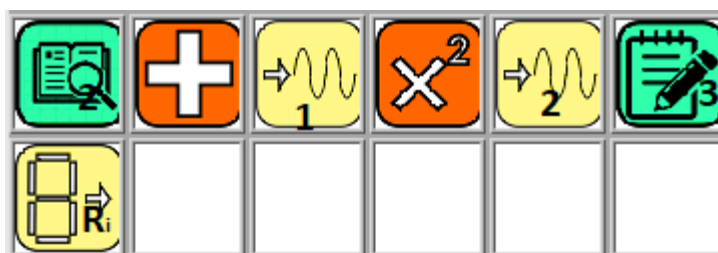


Слика 3.1 Распоред на функции

Да ја пресметаме на вредноста на именителот.


1.		Controls and indications->Local variables->Read-VAR	Ја дава вредноста - local variables 2.
2.		Controls and indications->Controls->Analog control	Сними ја вредноста на отпорноста на изворот $R_i=10\Omega$
3.		Math->Arithmetic-> Add	
4.		Controls and indications->Indicators->Signal indicator	1.Резултат за $R+R_i$ 2. Резултат за $(R+R_i)^2$
5.		Math->Arithmetic-> Square	
6.		Controls and indications->Local variables->Write-VAR	Local variables 3 – вредноста на именителот.

Ја определивме вредноста на именителот.







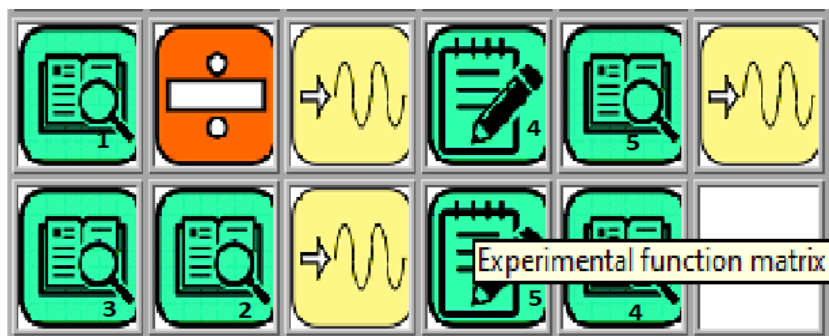
Слика 3.2 Распоред на функции

На крај, со делење на двете вредности, броителот со именителот, ги добиваме резултатот и карактеристиката на моќноста P во функција од отпорот на оптоварувањето (R).

1.		Controls and indications->Local variables->Read-VAR	Ги отчитува вредностите – local variables 3. Ги отчитува вредностите - local variables 1. Ги отчитува вредностите -local variables 2.
----	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



2.		Math->Arithmetic-> Divide	
3.		Controls and indications->Indicators-> Signal indicator	1.Вредноста на P. 2.Вредноста на R.
4.		Controls and indications->Local variables->Write- VAR	Local variables 4 – вредноста на P Local variables 5 – вредноста на R
5.		Controls and indications->Indicators->XY Signal indicator	Графички приказ $P=f(R)$



Слика 3.3: Распоред на функции

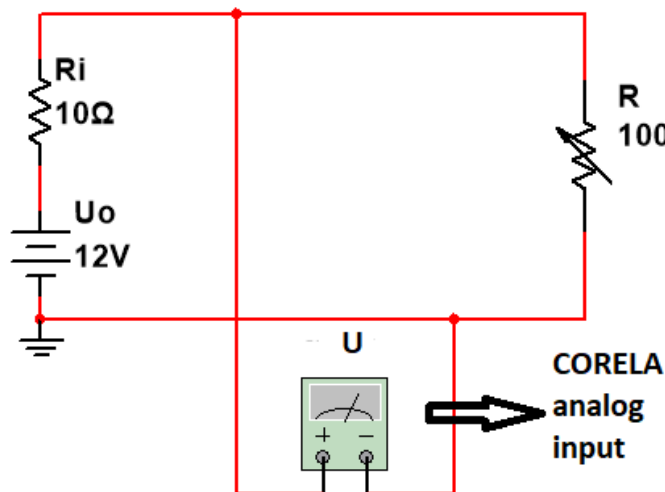
3.1. Споредба на резултатите

Најавете се во платформата CORELA. Од графикот отчитајте ги вредностите за максималната моќност и отпорот. Внесете ги и испратете до образовната платформа, според упатствата во точка 5 од оваа вежба.

Споредете ги добиените вредности со резултатите што ги добиле учениците 1 и 3.

4. Практична реализација и мерење (Ученик 3)

Овој дел од вежбата е поврзан со практична реализација на електричното коло и изведување на реални мерења. Целта е да се тестира **максималниот пренос моќност** во реални услови. За да го извршиме експериментот, ја користиме шемата прикажана на слика 4.1.



Слика 4.1 Електрична шема за практично реализирање на мерењата

Имаме напонски извор со познати параметри (U_0 , R_i) и променлив отпорник R . Со промена на вредноста на отпорот R , ќе ја одредиме вредноста за која имаме пренос на максималната моќност. R и R_i претставуваат напонски делител, според тоа важи релацијата:

$$\frac{R}{R_i} = \frac{U}{U_{R_i}} = \frac{U}{U_0 - U}$$

Значи, со мерење на напонот (U) можеме да го пресметаме:

$$R = \frac{R_i \times U}{U_0 - U} \text{ и на крај, } P = \frac{U^2}{R}$$

Напонот (U) ќе го внесеме во апликацијата Corela со помош на функцијата „Analog input“ (ако имаме картичка за аквизиција/DAQ card) во спротивно користиме волтметар и функцијата „Signal control“, а пресметката ќе ја извршиме на следниов начин:

Пресметка на отпорот R .

1.		Controls and indications->Controls->Analog control	1.Внеси ја вредноста $U_0=12V$. 2. Внеси ја вредноста $R_i=10\Omega$. 3. Внеси ја вредноста R .
2.		DAQ card channels->Analog input	Се мери напонот U .
3.		Math->Arithmetic-> Subtract	



4.		Math->Arithmetic-> Multiply	
5.		Math->Arithmetic-> Divide	
6.		Controls and indications->Probes->Analog probe	1. Вредност U_0-U . 2. Вредност $R_i \times U$. 3. Вредност U^2 .
7.		Math->Arithmetic-> Square	
8.		Controls and indications->Local variables->Write-VAR	Local variables 1 – вредност на именителот. Local variables 2 – вредност на броителот. Local variables 3 – вредности за R. Local variables 4 – вредност и за P.



Слика 4.3. Пресметка на моќноста P



Слика 4.2. Пресметка на отпорот R

4.1. Споредба на резултатите

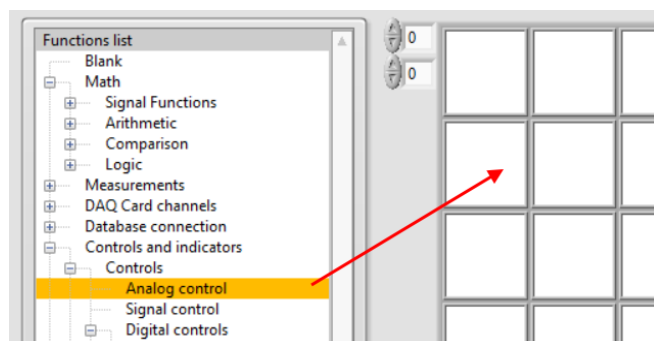
Најавете се на CORELA платформата за испраќање на податоци. Внесете ги соодветно вредностите на максималната моќност и отпор и испратете ги на едукативната платформа (според инструкциите во точка 5).

Спореди ги добиените вредности со вредностите што ги добиле ученик 1 и ученик 2.

5. Постапка за запишување и испраќање на податоците на едукативната платформа

Чекор 1: Внесување и складирање на податоците

Од менито со функции <Functions list->Controls and indicators->Controls> избори ја аналогната контрола <Analog control> и со лев клик на глумчето постави ја на празното поле од работната површина.

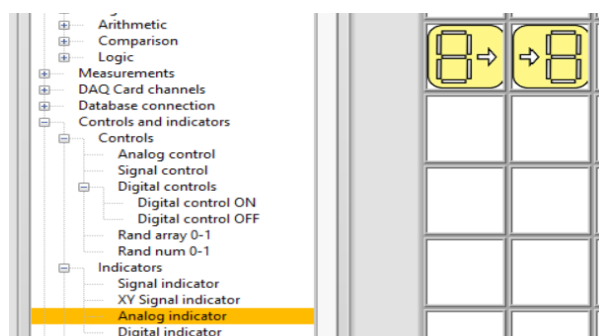


Слика 5.1. Поставување на <Analog control> функции - контроли

Се отвора скокачки прозорец каде ја внесуваме вредноста што сакаме да ја поставиме на платформата CORELA. Бидејќи имаме два податоци, максималната моќност и вредноста на отпорот, ја користиме истата функција двапати.

Чекор 2: Преглед на зачуваните податоци

Со поставување на **аналогниот индикатор** <Analog indikator> во десното поле од веќе поставената **аналогна контрола** <Analog control> (слика 5.2), податоците внесени во Corela платформата се достапни за понатамошно користење.



Слика 5.2. Изглед на екранот по поставувањето на <Analog indikator> функции - контроли



Слика 5.3. Поставени функции за запис на податоците на платформата CORELA

Од менито за функции <Functions list-> Database connection-> Output channel> се избира **излезниот канал 1** <CH out 1> за првиот податок кој го испраќаме, односно **излезниот канал 2** <CH out 2> за вториот податок кој го испраќаме на едукативната платформа. Постапката е прикажана на сликата 5.4.



Слика 5.4. Испраќање на податоците на едукативната платформа

Мултимедијален видео линк:

https://youtu.be/HE4i_2nEbDc