

Зоран Ферина

Упутство за израду вежби

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЈА**  
за 8. разред основне школе

**КОНСТРУКТОРСКИ КОМПЛЕТ**



Упутство за израду вежби

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЈА за 8. разред основне школе

## КОНСТРУКТОРСКИ КОМПЛЕТ



Редакција Фондације Алек Кавчић

Аутор

Зоран Ферина

Рецензенти

Др Драгутин Дебельковић,  
професор на Факултету за цивилно ваздухопловство  
у Београду

Бранислав Тејић, маст. инж. мехатронике, асистент  
за наставу  
на Факултету техничких наука у Новом Саду

Данијела Ракић, професор технике и технологије,  
наставник технике и технологије у ОШ Лаза Костић у  
Београду

Главни уредник

Смиљка Наумовић

Уредник

др Војкан Лучанин

Лектура и коректура

Дијана Божић и Невенка Сенић

Фотографије

Зоран Родић

Графичка припрема

Никита Живановић



Издавач

АрхиКњига д. о. о.  
Љубостињска 2, Београд

За издавача

Смиљка Наумовић

Штампа

Штампарија Топаловић, Ваљево

Тираж

1.500

Прво издање, 2023.

ISBN

978-86-6130-024-0

## САДРЖАЈ

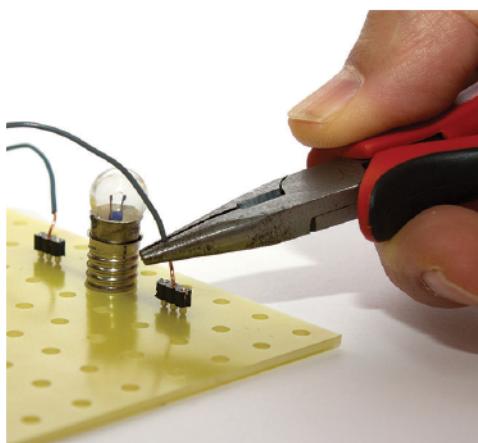
УВОД .....	4
САДРЖАЈ КОМПЛЕТА .....	6
РАДНЕ ВЕЖБЕ .....	8
1. УПОТРЕБА УНИВЕРЗАЛНОГ МЕРНОГ ИНСТРУМЕНТА .....	8
2. МЕРЕЊЕ ЈЕДНОСМЕРНОГ НАПОНА МУЛТИМЕТРОМ .....	11
3. МЕРЕЊЕ ЈАЧИНЕ ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ МУЛТИМЕТРОМ .....	13
4. МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ОТПОРНОСТИ .....	14
5. РЕДНА (СЕРИЈСКА) ВЕЗА ОТПОРНИКА .....	17
6. ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА ОТПОРНИКА .....	18
7. ИСПИТИВАЊЕ ДИОДА И ТРАНЗИСТОРА .....	19
8. ТРАНЗИСТОР КАО ПРЕКИДАЧ .....	23
9. ДЕТЕКТОР ПОВИШЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ .....	25
10. ДЕТЕКТОР СВЕТЛОСТИ (ФОТОДЕТЕКТОР) .....	26
11. ДЕЛОВАЊЕ ЕЛЕКТРОМАГНЕТА .....	27
12. ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ РЕЛЕЈ .....	29
13. ЕЛЕКТРОМОТОРИ .....	31
14. УПРАВЉАЊЕ ОСВЕТЉЕЊЕМ СВЕТЛЕЋЕ ДИОДЕ ПОМОЋУ РАЧУНАРА .....	34
15. УПРАВЉАЊЕ ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИМ РЕЛЕЈОМ ПОМОЋУ РАЧУНАРА .....	38
16. ПРИМЕРИ РАЧУНАРСКИХ СИМУЛАЦИЈА РАДА ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛА .....	40
ПРОСТОР ЗА САМОСТАЛНЕ ПРОЈЕКТЕ .....	43

## УВОД

Опште је познато да се најбоље учи кроз практичан рад. Конструкторски комплет који је пред вама, омогућиће вам да кроз низ практичних примера научите како да примените своје теоријско знање. Такође, овај комплет ће вам помоћи да развијете своје конструкторске способности и будете прецизнији, упорнији и истрајнији. Стевиће практична знања у састављању струјних кола, читању електричних шема и коришћењу мерних инструмената.

Радне вежбе су тако конципиране да их можете урадити без потешкоћа, ако пажљиво пратите уводна упутства за сваку од њих. Оне омогућавају и диференцирани приступ настави, односно могућност да један ученик уради више вежби за одређени период, други мање. Колико ћете урадити за један час, зависи и од опремљености вашег кабинета. С обзиром да основне школе располажу са веома неуједначеним нивоом опреме, радне вежбе треба прилагодити датим условима.

Приликом спајања елемената на испитној плочи водите рачуна да то обавите пажљиво, без претераног притиска на контактна места. Електрични контакти се успостављају преко електронских пинова у које се утакне проводник (најједноставније на начин приказан на слици).



Ако су крајеви проводника или елемената које везујемо криви, исправите их клештима. Изолација са крајева проводника скида се у дужини 5–7 mm, скалпелом или клештима за скидање изолације. Проводници треба да буду одговарајуће дужине.

Све радне вежбе су предвиђене за рад са батеријским напајањем од 3 V (две AA батерије од 1,5 V у батеријском кућишту). Потребно је нагласити да је за рад са сваким напајањем веома важно да не дође до кратког споја између крајева напајања, јер то изазива брзо пражњење и претерано загревање.

Прва радна вежба обухвата употребу универзалног мерног инструмента, који вам је неопходан за рад у наредним вежбама. Потребно је да сваки кабинет располаже довољним бројем инструмената како би се радне вежбе несметано одвијале.

Желим вам много успеха у коришћењу овог конструкторског комплета.

Аутор

## САДРЖАЈ КОМПЛЕТА

РЕД. БРОЈ	НАЗИВ ЕЛЕМЕНТА	ДИМЕНЗИЈЕ - ОЗНАКА	КОМ.
<b>1.</b> 1.1	<b>ПОСТОЉЕ</b> Перфорирана испитна плоча од пертинакса са 52 пина, прекидачем и сијаличним грлом	100 x 150 mm	1
<b>2.</b> 2.1 2.2	<b>ПРОВОДНИЦИ</b> Проводници изолирани 0,4-0,5 mm <sup>2</sup> Жица бакарна лакирана 0,5 mm <sup>2</sup>	200 mm 2 m	4 1
<b>3.</b> 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7	<b>ОТПОРНИЦИ</b> Отпорник R <sub>1</sub> Отпорник R <sub>2</sub> Отпорник R <sub>3</sub> Отпорник R <sub>4</sub> Отпорник R <sub>5</sub> Отпорник R <sub>6</sub> NTC отпорник	20 Ω 200 Ω 5,6 kΩ 7,5 kΩ 30 kΩ 68 Ω 22 kΩ	1 1 1 2 1 3 1
<b>4.</b> 4.1 4.2 4.3	<b>ИНСТАЛАЦИОНИ ЕЛЕМЕНТИ</b> Сијалица Магнет Носач пластични за две АА батерије	E10 Ø12 x 4 mm	1 1 1
<b>5.</b> 5.1	<b>КАЛЕМ</b> Калем намотан са 4 m лакиране бакарне жице 0,25 mm <sup>2</sup>	Ø20/7 x 32 mm	1
<b>6.</b> 6.1 6.2 6.3 6.4	<b>ДИОДЕ</b> LED диода црвена LED диода зелена LED диода жута Исправљачка диода	Ø5 mm Ø5 mm Ø5 mm 1N4148	1 1 1 1
<b>7.</b> 7.1 7.2 7.3	<b>ТРАНЗИСТОРИ</b> Транзистор NPN Транзистор PNP Фототранзистор NPN	BC547C BC556B (560C) L53P3C (BT)	2 1 1
<b>8.</b> 8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.7	<b>МЕТАЛНИ ЕЛЕМЕНТИ</b> Перфорирана лимена трака 0,5 mm Вијак M3 Вијак M4 Вијак M6 Навртка M3 Навртка M4 Навртка M6	10 x 200 mm 10 mm 30 mm 40 mm	1 8 1 1 12 1 1

**8.1**



**2.1**



**2.2**



**8.3**



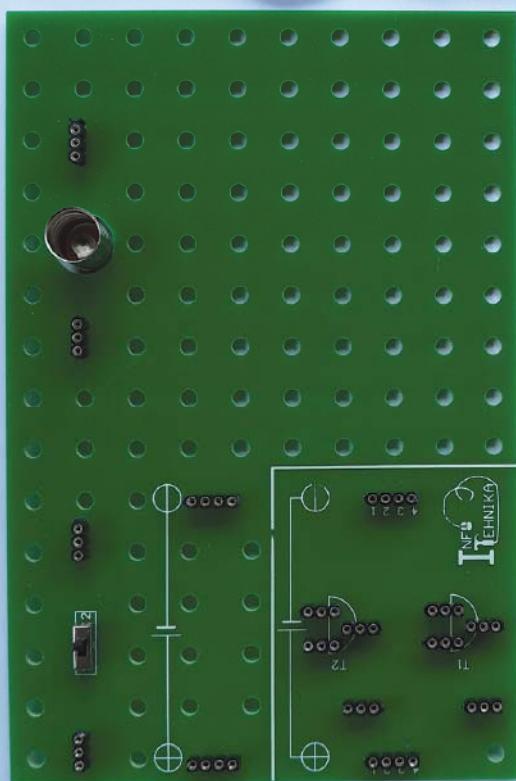
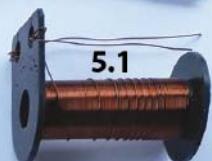
**8.6**



**8.7**



**5.1**



**1.1**



**4.1**



**6.1**



**6.2**



**6.3**



**7.3**



**6.4**



**3.1**



**3.2**



**3.3**



**3.4**



**3.5**



**3.6**



**4.2**



**4.3**



**7.1**



**7.2**



**3.7**

# РАДНЕ ВЕЖБЕ

## 1. УПОТРЕБА УНИВЕРЗАЛНОГ МЕРНОГ ИНСТРУМЕНТА

У области електротехнике постоји стална потреба за мерењем три основне електричне величине: напона, јачине струје и отпора. За сваку величину постоји одговарајући инструмент за мерење. Мерење напона врши се волтметром, мерење струје амперметром, а мерење отпора омметром. У вежбама које ће бити обрађене користиће се универзални мерни инструмент који може да мери све три величине. Тада инструмент се зове унимер или мултиметар. Може бити аналогни (са казаљком) и дигитални (сл. 1.1).



1.1 Мултиметар

Мултиметар има ротациони преклопник којим се бира одговарајућа функција и опсег мерења. Опсег мерења је највећа вредност коју инструмент може да измери за одговарајући положај преклопника. За сваку мерену величину постоји неколико мерних опсега.

Ознаке на мултиметру су следеће:

- DCV (V=) – мерно подручје за мерење једносмерног напона (енгл. DC – direct current – једносмерна струја) са мерним опсезима од 200 mV, 2000 mV, 20 V, 200 V и 600 V (или 1000 V);

- ACV (V<sup>~</sup>) – мерно подручје за мерење наизменичног напона (енгл. AC – alternating current – наизменична струја) са мерним опсезима од 200 V и 600 V (или 750 V);
- DCA (A=) – мерно подручје за мерење јачине једносмерне струје са мерним опсезима од 200 μA, 2000 μA, 20 mA и 200 mA;
- Ω – мерно подручје за мерење отпора са мерним опсезима од 200 Ω, 2000 Ω, 20 kΩ, 200 kΩ и 2000 kΩ;

-  – мерно подручје за испитивање диода и транзистора;
- hFE – мерно подручје за утврђивање појачања транзистора;
- 10A – мерно подручје за мерење јачине једносмерне струје до 10 A.

За свако мерење прво се изабере мерна величина и обртни преклопник постави на одговарајући мерни опсег. Да би се избегло прегоревање инструмента, увек се креће од највећег мерног опсега док се не установи на ком опсегу ће бити извршено очитавање. У зависности од одабраног опсега, на дисплеју се може појавити број, мањи од један, са већим или мањим бројем нула иза децималне тачке. Смисао пребацивања на мањи мерни опсег је у томе да мање вредности захтевају прецизније очитавање. Нпр. напон од 1,2 V се може измерити и на опсегу од 200 V али ће бити приказан као 1 V, па је зато потребно смањити мерни опсег на 2000 mV (2 V) на којем можемо очитати 1200 mV.

У зависности од одабраног опсега, на дисплеју се може појавити број 1 у левом углу (или ознака OL – енгл. over limit – прекорачење). То не значи да је мерна величина вредности 1, већ да се мора одабрати већи мерни опсег (мерили смо нпр. 10 V на мерном опсегу од 2000 mV).

Веза мултиметра и мерног кола се остварује помоћу његових прикључних каблова (тзв. пипаљки). Мултиметар има у себи батерију која је неопходна за његов рад.

Мултиметар својим присуством у колу у коме се врши мерење не сме да поремети рад кола, односно да промени било коју величину. Зато се он у мерно коло везује на тачно одређен начин.

Када се мултиметар користи као амперметар, везује се редно у коло, односно грану кола у којој се врши мерење (отпор самог амперметра је при овом мерењу занемарљиво мали).

Када се мултиметар користи као волтметар, везује се паралелно у односу на две тачке кола између којих се жели измерити напон (отпор самог волтметра је при овом мерењу је врло велики).

Када се мултиметар користи као омметар, везује се на крајеве елемента кола (који није под напоном) чији отпор желимо да измеримо.

За мерење струја мањих од 200 mA, на прикључак COM се прикључује електрода (прикључни кабл) црне боје (маса), а на прикључак VΩmA електрода црвене боје (плус).

Да би се уређај заштитио од прегоревања, унутар њега се налази осигурач. Уколико осигурач прего-ри, значи да је дошло до грешке у неком од поступака при коришћењу инструмента.

За мерење већих струја користи се прикључак обележен са 10ADC на који се прикључује црвена електрода. На овом улазу не постоји осигурач и зато је потребан опрез при мерењу. Преклопник инструмента је потребно при томе пребацити на мерни опсег од 10 A.

При промени величине која се жели мерити (нпр. са  $U$  на  $I$ ) обавезно је одвојити једну електроду из кола у коме се врши мерење, док се преклопник пребације на друго мерно подручје. Ово је најчешћа грешка која изазива прегоревање осигурача или инструмента.

Када треба да се утврди појачање NPN или PNP транзистора, његови изводи (база, емитер и колектор) се споје са малом утичницом која је за то предвиђена, а преклопник се постави на мерно подручје  $hFE$ .

Приликом сваког мерења мултиметром може доћи до одређене грешке. У овим вежбањима неће бити речи о израчунавању тих грешака. Битно је само одабрати мерни опсег на коме је очитавање мерене величине најтачније. Као извор напајања у вежбама користиће се батерије (које су извор једносмерне струје) тако да ће се за мерење напона користити мерно подручје DCV, а за мерење јачине струје DCA.

## Задатак:

Упознајте се са свим функцијама и начином употребе дигиталног мултиметра.

Ако за одређени отпорник измерите јачину електричне струје и његову отпорност, како ћете (помоћу које формуле) израчунати напон на његовим крајевима?

Ако за одређени отпорник измерите напон на његовим крајевима и његову отпорност, како ћете израчунати јачину електричне струје кроз њега?

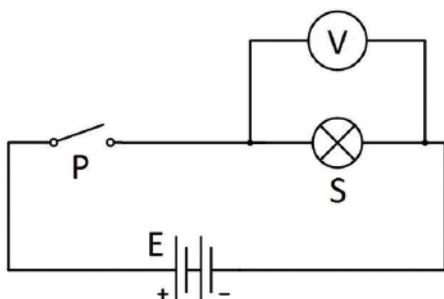
Ако за одређени отпорник измерите напон на његовим крајевима и струју која кроз њега тече, како ћете израчунати снагу коју развија?

Ако желите да измерите наведене мерење величине, у таблици наведите које мерно подручје и који мерни опсег треба одабрати да би мерење било најтачније.

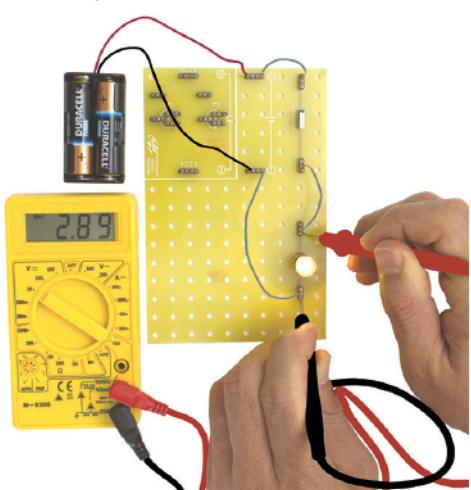
МЕРНА ВЕЛИЧИНА	МЕРНО ПОДРУЧЈЕ	МЕРНИ ОПСЕГ
24 V		
330 Ω		
0,01 A		
3 V		
0,035 A		
82000 Ω		

## 2. МЕРЕЊЕ ЈЕДНОСМЕРНОГ НАПОНА МУЛТИМЕТРОМ

Мерење напона (слике 2.1 и 2.2) врши се волтметром или мултиметром. Волтметар (мултиметар) се везује паралелно у односу на две тачке кола између којих желимо да измеримо напон (отпор самог волтметра је при овом мерењу је врло велики).



2.1 Шематски приказ мерења једносмерног напона у струјном колу са сијалицом



2.2 Мерење једносмерног напона у израђеном струјном колу са сијалицом

Позитиван крај волтметра прикључује се на тачку која је на вишем потенцијалу, а негативан крај на тачку нижег потенцијала.

Знак минус на екрану волтметра појављује се када је позитиван крај волтметра везан на тачку нижег потенцијала, а негативан крај на тачку вишег потенцијала.

Често се због једноставности у електричним шемама црта тзв. маса. Маса је, у ствари, заједнички проводник и референтна тачка у односу на коју се мере сви напони у колу. Поједностављено речено, маса је „минус“ напајања.

## Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, сијалица, проводници, волтметар, напајања) повежите коло према шеми на слици 2.1.

При повезивању волтметра пазите на правilan избор поларитета прикључних каблова.

Изаберите мерни опсег од 20 V.

Измерите напон на крајевима сијалице.

Измерени напон изразите у волтима, миливолтима и киловолтима.

Промените мерни опсег на 200 V.

Измерени напон изразите у волтима, миливолтима и киловолтима.

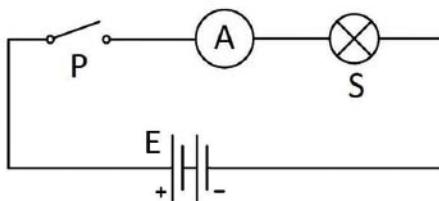
На ком мерном опсегу је мерење тачније?

Измерите напон на крајевима прекидача кад је затворен.

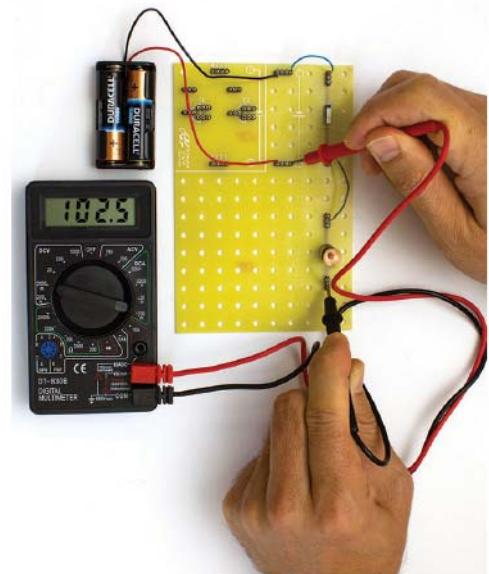
Према добијеној вредности, шта закључујете?

### 3. МЕРЕЊЕ ЈАЧИНЕ ЈЕДНОСМЕРНЕ СТРУЈЕ МУЛТИМЕТРОМ

Мерење јачине струје (слике 3.1 и 3.2) врши се амперметром или мултиметром. Амперметар (мултиметар) се везује редно у коло, односно у грану кола у којој вршимо мерење (отпор самог амперметра је при овом мерењу занемарљиво мали).



3.1 Шематски приказ мерења јачине једносмерне струје у струјном колу са сијалицом



3.2 Мерења јачине једносмерне струје у израђеном струјном колу са сијалицом

Позитиван крај амперметра прикључује се на тачку која је на вишем потенцијалу, а негативан крај на тачку нижег потенцијала. Знак минус на екрану амперметра појављује се када струја кроз њега пролази од минуса ка плусу.

## Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, сијалица, проводници, амперметар, напајање) повежите коло према шеми на слици 3.1.

При повезивању амперметра пазите на правilan избор поларитета електрода.

Изаберите мерни опсег од 200 mA.

Измерите јачину струје у колу сијалице.

Измерену јачину струје изразите у милиамперима, микроамперима и амперима.

На ком мерном опсегу сте још могли да обавите мерење?

Ако бисте амперетар везали у коло између сијалице и извора, какво би било показивање амперетра? Објасните.

## 4. МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ОТПОРНОСТИ

Елементи од којих су састављена електрична кола пружају, у складу са својим особинама и условима рада кола, различит отпор противцању струје.

Отпорник је елемент кола који има задатак да пружа електрични отпор одређене вредности (сл. 4.1). Отпорници се користе за регулацију струје и напона у одређеним деловима електричног кола. Најважнија особина отпорника је његова електрична отпорност ( $R$ ). За отпорнике важи:  $U = R I$ .

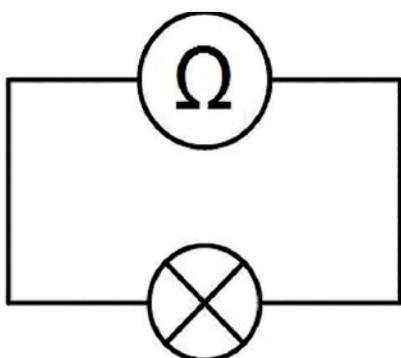


4.1 Мерење отпорности отпорника

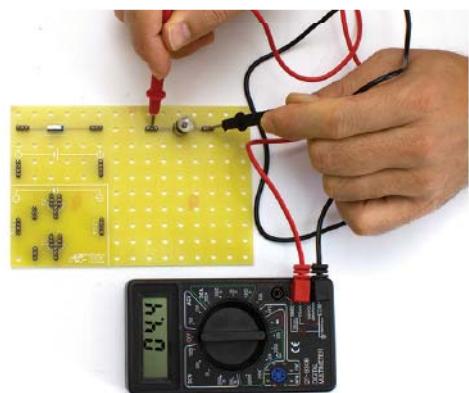
Ако се посматра сијалица са волфрамовим влакном, може се закључити да она скоро увек прегори у тренутку укључења. Узрок томе је позитиван температурни коефицијент влакна. То значи да хладно влакно сијалице има мању отпорност него кад је оно ужарено (око 10 пута). Због тога је струја кроз влакно у тренутку укључења већа (око 10 пута) него у нормалном радном режиму. Исто важи и за халогене сијалице. Код флуоресцентних (обичних и штедљивих) и LED сијалица отпорност се после укључења смањује.

Постоји више метода мерења отпорности. Овде ће бити наведене само најједноставније које се и најчешће употребљавају.

Први метод се заснива на коришћењу омметра или мултиметра. Омметар (мултиметар) је инструмент помоћу кога се директно мери непозната отпорност. Омметар се увек повезује у електрично коло када струја не тече. У супротном, струја кола може потећи кроз инструмент и оштетити га. Електроде омметра се спајају на крајеве елемента кола чији отпор треба измерити (слике 4.2 и 4.3).

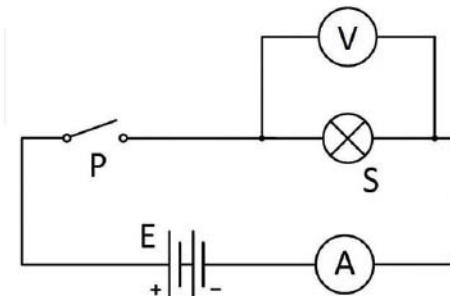


4.2 Шематски приказ мерења  
отпорности сијалице у хладном  
стању

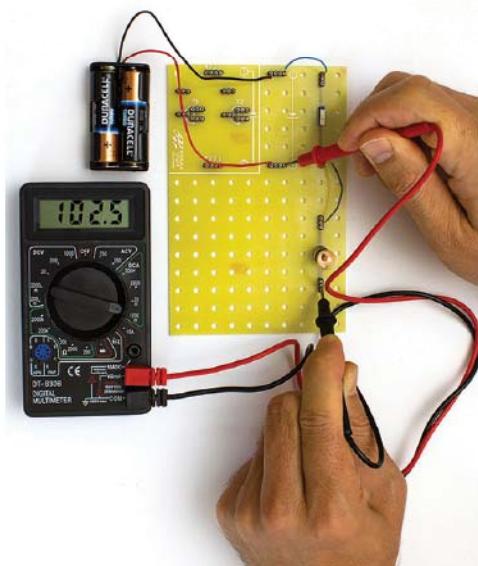


4.3 Мерење отпорности сијалице у  
хладном стању

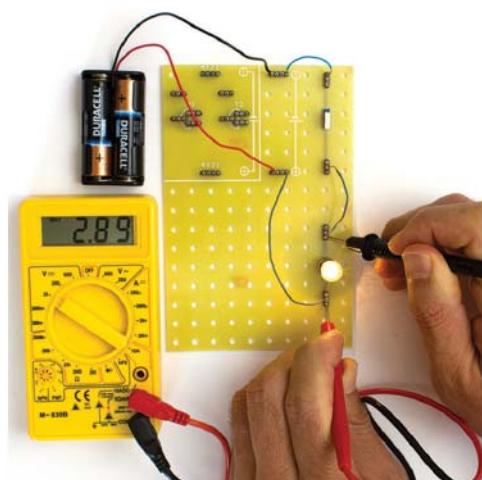
Други метод се заснива на мерењу напона и јачине струје пријемника (сл. 4.4) и израчунавању његове отпорности применом Омовог закона ( $R = U/I$ ). Ако не постоје два инструмента, струја и напон се мере одвојено, као што је приказано на сликама 4.5 и 4.6.



4.4 Шематски приказ мерења  
напона и јачине струје у  
струјном колу са сијалицом



4.5 Мерење јачине струје у струјном  
колу са сијалицом



4.6 Мерење напона струје у  
струјном колу са сијалицом

## Задатак:

Измерите омметром електричну отпорност три дата отпорника ( $R_1 = 20 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ ,  $R_3 = 5,6 \text{ k}\Omega$ ) према слици 4.1.

Изаберите одговарајући мерни опсег.

Измерите омметром електричну отпорност сијалице у хладном стању према слици 4.3.

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, сијалица, проводници, амперметар, волтметар, напајање) повежите коло према схеми на слици 4.4.

Измерите јачину струје у колу сијалице.

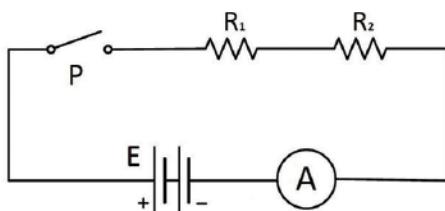
Измерите напон на крајевима сијалице.

Применом Омовог закона израчунајте отпорност сијалице у нормалном радном режиму.

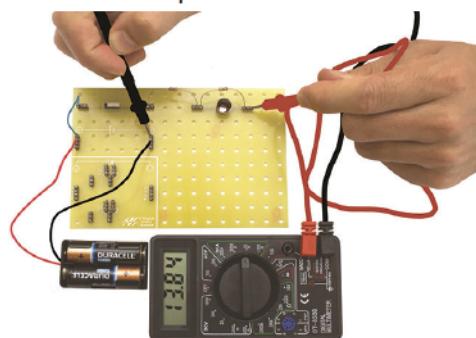
Израчунајте колико пута је отпор сијалице у хладном стању мањи од отпора у радном режиму.

## 5. РЕДНА (СЕРИЈСКА) ВЕЗА ОТПОРНИКА

Када је више отпорника везано тако да кроз њих протиче иста струја, између две тачке у колу, каже се да су везани редно. На сликама 5.1 и 5.2 приказана су струјна кола са два редно везана отпорника.



5.1 Шематски приказ струјног кола са редно (серијски) везаним отпорницима



5.2 Мерење отпорности у струјном колу са редно (серијски) везаним отпорницима

Укупна отпорност редне везе отпорника једнака је збире отпорности свих отпорника:  $R_U = R_1 + R_2$ .

Напон на крајевима сваког отпорника једнак је, према Омовом закону, производу отпорности посматраног отпорника и јачине струје кроз њега:  $U_1 = R_1 \cdot I$  и  $U_2 = R_2 \cdot I$ .

Укупан напон  $U$  на крајевима редне везе отпорника једнак је збиру напона на појединачним отпорницима:  $U = U_1 + U_2$ .

### Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, амперметар, напајање,  $R_1 = 20 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ ) повежите коло према шеми на слици 5.1.

Измерите јачину струје у колу.

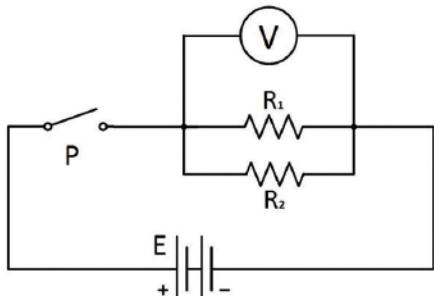
Применом Омовог закона израчунајте напон на крајевима сваког отпорника.

Израчунајте укупну отпорност редне везе.

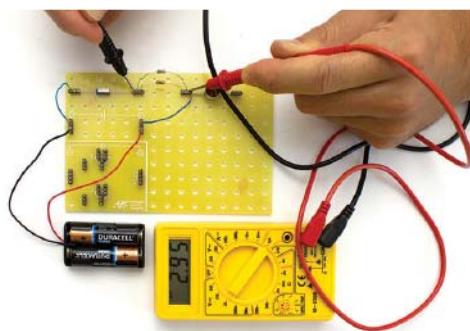
Ако бисте у коло додали отпорник редно у односу на отпорнике  $R_1$  и  $R_2$ , да ли би се укупна отпорност повећала или смањила?

## 6. ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА ОТПОРНИКА

Када је више отпорника везано на исти напон, између две тачке у колу, каже се да су везани паралелно. На сликама 6.1 и 6.2 приказана су струјна кола са два паралелно везана отпорника, што је и најчешћи случај у пракси.



6.1 Шематски приказ струјног кола са паралелно везаним отпорницима



6.2 Мерење отпорности у струјном колу са паралелно везаним отпорницима

Реципрочна вредност укупне отпорности паралелне везе отпорника једнака је збиру реципрочних вредности свих отпорности. Извођењем се добија да се укупна отпорност паралелне везе два отпорника рачуна по формулама:  $R_u = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$ .

Јачина струје у сваком отпорнику једнака је, према Омовом закону, количнику напона на његовим крајевима и отпорности посматраног отпорника:  $I_1 = U/R_1$  и  $I_2 = U/R_2$

Укупна струја једнака је збиру струја кроз појединачне отпорнике:

$$I = I_1 + I_2.$$

### Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, амперметар, напајање,  $R_1 = 20 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ ) повежите коло према шеми на слици 6.1.

Измерите напон на крајевима отпорника.

Применом Омовог закона израчунајте струју сваког отпорника.

Израчунајте укупну отпорност паралелне везе.

Ако бисте у коло додали отпорник паралелно у односу на отпорнике  $R_1$  и  $R_2$ , да ли би се укупна отпорност повећала или смањила?

## 7. ИСПИТИВАЊЕ ДИОДА И ТРАНЗИСТОРА

Ако исправљачку диоду треба повезати у електрично коло, пре повезивања треба проверити њену исправност. Испитивање диоде врши се врло једноставно помоћу мултиметра (сл. 7.1). Ротациони преклопник се постави на мерно подручје  $\rightarrow +$  за испитивање диода и транзистора.



7.1 Мерење директне поларизације диоде

Када се црвеном (+) електродом додирне анода, а црном (–) катода, на екрану мултиметра, ако је диода исправна, појавиће се вредност приближно 300–800 (mV) или 0.300–0.800 (V), зависно од типа инструмента. Та вредност представља пад напона између аноде и катоде при директној поларизацији.

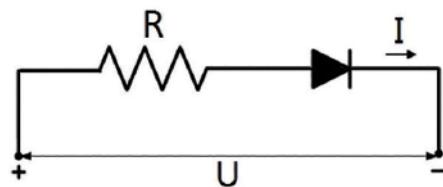
Када се обрне поларитет, ако је диода исправна, на екрану ће се појавити број 1 у левом углу (или ознака OL – енгл. over limit – прекорачење), што значи да струја кроз диоду не тече при инверзној поларизацији (сл. 7.2). Ако је диода неисправна, на екрану неће бити наведених очитавања.

Ако је диода везана на њен радни напон, кроз њу ће протицати радна струја. Ако је, међутим, напон напајања већи од радног напона диоде (што ће изазвати и већу струју), мора се додати отпорник (слика 7.3) који ће смањити напон и струју диоде на радне вредности (за диоде се те вредности разликују па их увек треба проверити). Отпорници који се обично додају имају следеће вредности: 180  $\Omega$  (за напајање од 5 V), 220  $\Omega$  (за 6 V), 390  $\Omega$  (за 9 V), 560  $\Omega$  (за 12 V) и 680  $\Omega$  (за 15 V).

За LED диоде (у зависности од боје) радни напон је 1,6–4 V, а радна струја 15–25 mA.

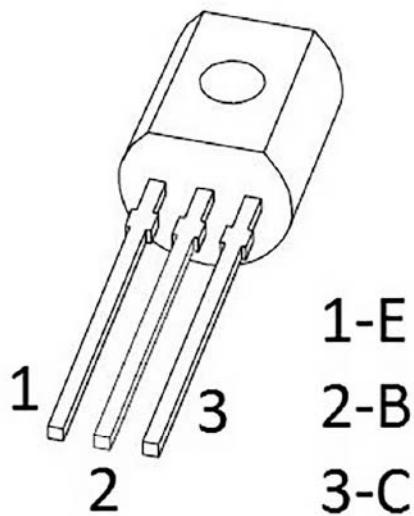


7.2 Мерење инверзне поларизације диоде



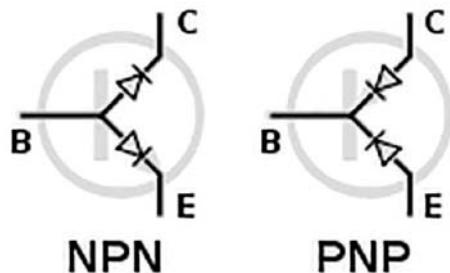
7.3 Шематски приказ струјног кола са редном везом отпорника и диоде

Слојеви и електроде код биполарних транзистора се називају колектор (C), база (B) и емитер (E). Електроде биполарних транзистора обично имају распоред као на слици 7.4.



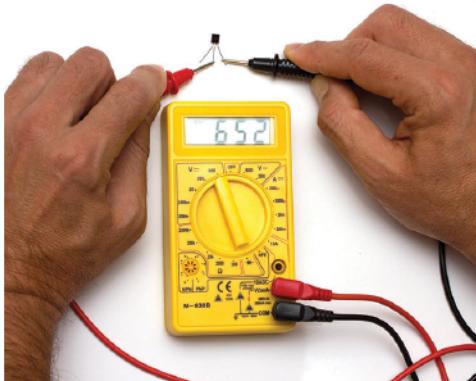
7.4 Шематски приказ електрода биполарног транзистора

Пошто биполарни транзистори представљају комбинацију два ПН-споја (слика 7.5), потребно је испитати спојеве на начин којим се испитују диоде.

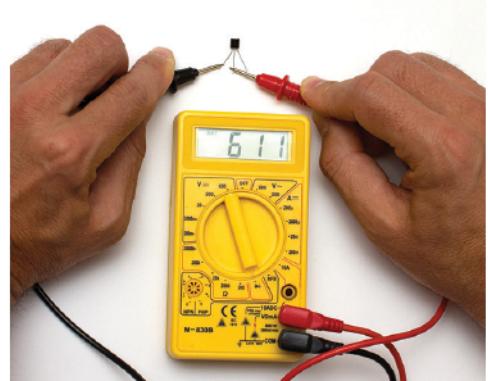


7.5 Шематски приказ биполарних транзистора као два ПН-споја

При директној поларизацији, спојеви NPN транзистора база–емитер (сл. 7.6) и база–колектор (сл. 7.7) треба да проводе, па ће се на екрану мултиметра, ако је транзистор исправан, појавити вредност приближно 500–900 (mV) или 0.500–0.900 (V), зависно од типа инструмента.

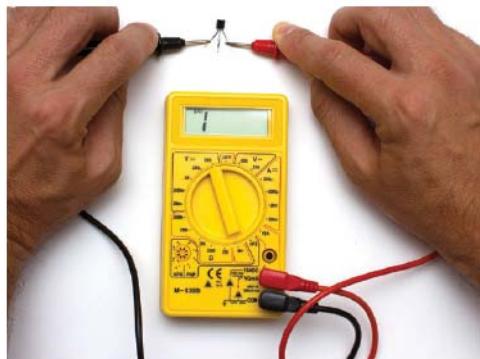


7.6 Испитивање споја база-емитер на биполарном транзистору



7.7 Испитивање споја база-колектор на биполарном транзистору

Када се наведени спојеви инверзно поларишу (сл. 7.8), ако је транзистор исправан, на екрану ће се појавити број 1 у левом углу (или ознака OL). Такође, транзистор не сме да буде проводан довођењем напона између емитера и колектора. Исто важи и за PNP транзисторе.



7.8 Испитивање инверзне поларизације емитера и колектора

### Задатак:

Према датим упутствима проверите исправност исправљачке диоде 1N4148, NPN транзистора BC547C и PNP транзистора BC556B.

У табеле унесите резултате тестирања.

Диода 1N4148:

A	K	ПОКАЗИВАЊЕ ИНСТРУМЕНТА	ИСПРАВНОСТ (ДА - НЕ)
+	-		
-	+		

Транзистор BC547C:

B	E	C	ПОКАЗИВАЊЕ ИНСТРУМЕНТА	ИСПРАВНОСТ (ДА - НЕ)
+	-	/		
-	+	/		
+	/	-		
-	/	+		
/	+	-		
/	-	+		

B	E	C	ПОКАЗИВАЊЕ ИНСТРУМЕНТА	ИСПРАВНОСТ (ДА - НЕ)
+	-	/		
-	+	/		
+	/	-		
-	/	+		
/	+	-		
/	-	+		

## 8. ТРАНЗИСТОР КАО ПРЕКИДАЧ

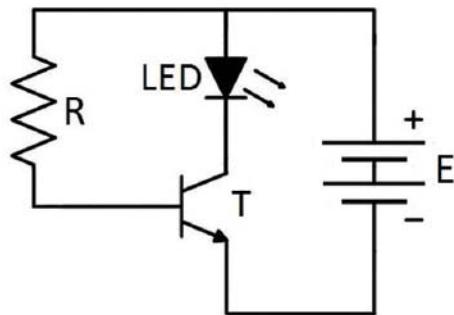
У улози прекидача транзистор има задатак да се по потреби нађе у једном од два стационарна (стабилна) стања. У једном од тих стања транзистор треба да има малу излазну отпорност, односно да даје излазну струју велике јачине, што одговара затвореном прекидачу. Друго стационарно стање карактеристично је по великој отпорности између улазног и излазног извода транзистора, што одговара отвореном прекидачу.

При повезивању NPN транзистора колектор је на вишем потенцијалу од емитера. NPN транзистор је затворен прекидач само ако је извод базе повезан на „+“ крај батерије. Ако то није случај, транзистор је отворен прекидач.

При повезивању PNP транзистора колектор је на нижем потенцијалу од емитера. PNP транзистор је затворен прекидач само ако је извод базе повезан на „-“ крај батерије. Ако то није случај, транзистор је отворен прекидач.

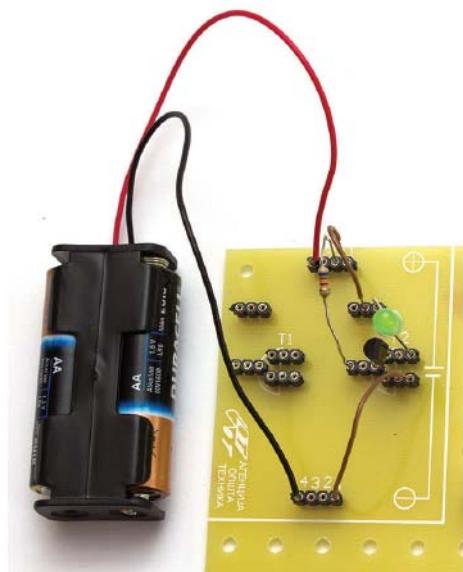
Према томе, уместо руком, као код обичног прекидача, транзистор може да отвара и затвара струјно коло променом напона на бази, па у том случају служи као прекидач.

У колу (у стању затвореног прекидача), приказаном на сликама 8.1 и 8.2, диода служи као потрошач и као индикатор провођења транзистора.



8.1 Шематски приказ струјног кола са отпорником, лед диодом и транзистором као прекидачем

Коло приказано на слици увек је део сложенијег кола (које омогућава промену поларитета на бази) у којем се транзистор користи као бесконтактни прекидачки елемент. Неки примери биће дати у следећим вежбама.



8.2 Струјно коло са отпорником, лед диодом и транзистором као прекидачем

### Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, LED диода, напајање,  $R = 7,5 \text{ k}\Omega$ , NPN транзистор BC547C) повежите коло према шеми на слици 8.1.

Промените поларитет на бази повезујући отпорник  $R$  на „-“ напајања.  
Да ли је транзистор постао отворени прекидач?

Како би изгледала шема кола у коме би уместо транзистора био прекидач?

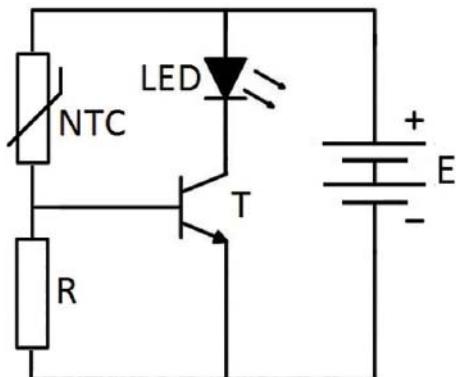
Како би изгледала шема кола у коме би уместо NPN транзистора био PNP транзистор?

Користећи одговарајуће елементе повежите коло са PNP транзистором које ће имати исту функцију.

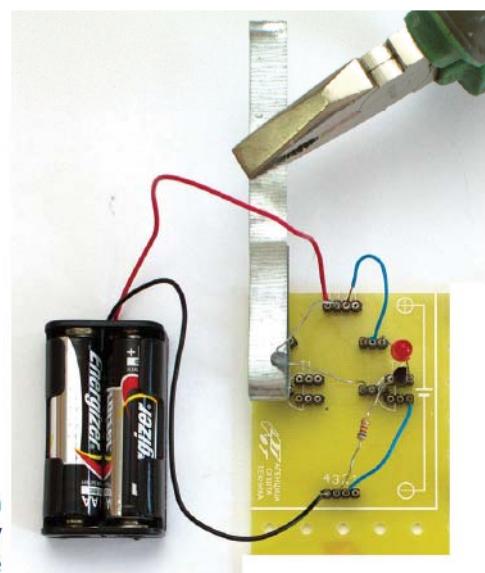
## 9. ДЕТЕКТОР ПОВИШЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

Детектор повишене температуре (сл. 9.1) је електронски склоп који служи да сигнализира повишену температуру на неком месту.

У колу се налазе батерија, NPN транзистор, светлећа диода, NTC отпорник (отпорник чија се отпорност смањује повећањем температуре) и стални отпорник. NTC и стални отпорник чине тзв. разделник напона. Када се споји батерија транзистор неће проводити и диода неће светлети. Ако се NTC отпорник загрева (нпр. примицањем загрејаног парчета лима, слика 9.2), његова отпорност ће падати, напон на бази транзистора ће рasti до тренутка када он почне да проводи, кад ће и диода засветлети. Након хлађења NTC отпорника његова отпорност ће порастi, напон на бази транзистора ће опасти и диода ће се угасити.



9.1 Шематски приказ струјног кола детектора повишене температуре



9.2 Активирање детектора повишене температуре помоћу загрејене лимене траке

### Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, LED диода, напајање,  $R = 5,6 \text{ k}\Omega$ , NPN транзистор BC547C, NTC отпорник од  $22 \text{ k}\Omega$ ) повежите коло према шеми на слици 9.1.

Непосредну околину NTC отпорника загревајте до тренутка када ће транзистор провести струју и диода засветлети. Будите опрезни. Ако околину NTC отпорника загревате помоћу парчета лима, обавезно га држите клештима. Загревање можете вршити и помоћу загрејане сијалице.

Шта би се дешавало да NTC и стални отпорник замене места?

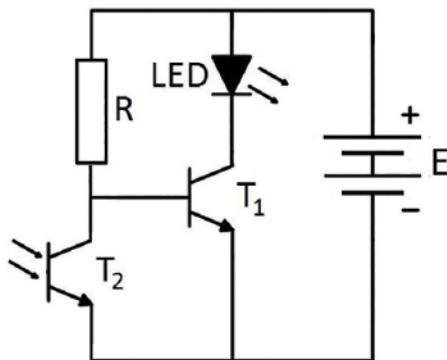
Како би изгледала шема кола са PNP транзистором које би имало исту функцију?

## 10. ДЕТЕКТОР СВЕТЛОСТИ (ФОТОДЕТЕКТОР)

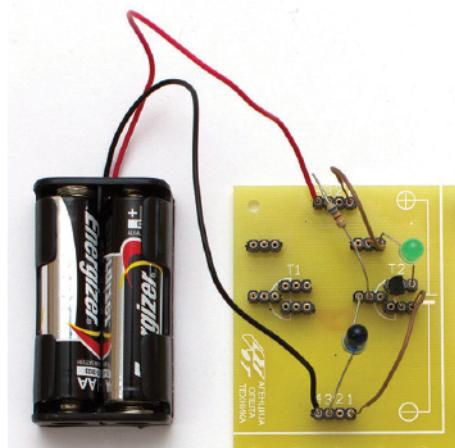
Фотодетектор је детектор (сензор) осетљив на светлост. Као фотодетектори врло често се употребљавају фотоотпорници, фотодиоде и фототранзистори.

Фототранзистор је транзистор чија се колекторска струја мења под утицајем светлости која пада на њега. Фототранзистори најчешће немају посебан базни извод већ само два, колектор и емитер. Код NPN фототранзистора дужа ножица је емитер.

Детектор светлости приказан на сликама 10.1 и 10.2 састоји се од батерије, NPN транзистора, сталног отпорника, светлеће диоде и NPN фототранзистора.



10.1 Шематски приказ струјног кола детектора светлости



10.2 Детектор светлости

Све док на фототранзистор пада довољно светла он проводи, али диода не светли, зато што NPN транзистор нема довољно позитивног напона на бази. Када на фототранзистор из неког разлога не пада довољно светла, његова струја ће се знатно смањити, па ће напон на бази NPN транзистора бити довољан да он проведе и диода засветли.

### Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, LED диода, напајање,  $R = 30 \text{ k}\Omega$ , NPN транзистор BC547C, NPN фототранзистор L53P3C) повежите коло према шеми на слици 10.1.

Заклоните руком фототранзистор.

Опишите шта се дешава у колу.

Да ли бисте могли да овај сензор користите и у друге сврхе?

Шта би се дешавало да фототранзистор и отпорник замене места?

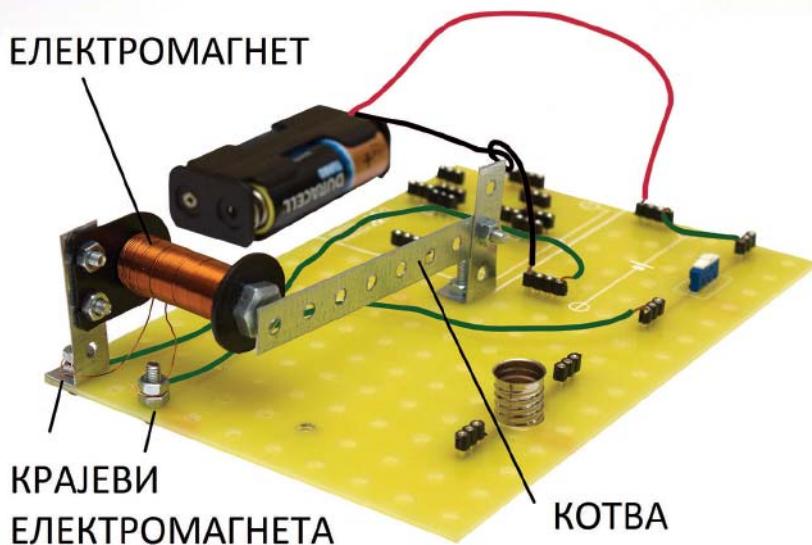
Како би изгледала шема кола са PNP транзистором које би имало исту функцију?

## 11. ДЕЛОВАЊЕ ЕЛЕКТРОМАГНЕТА

Електромагнет је магнет код кога је потребно напајање електричном енергијом да би одржао сопствено магнетно поље. Електромагнет чине калем направљен од изоловане жице кроз коју тече струја и језгро од меког гвожђа. Што је број навојака калема већи и што је већа струја, електромагнет је јачи.

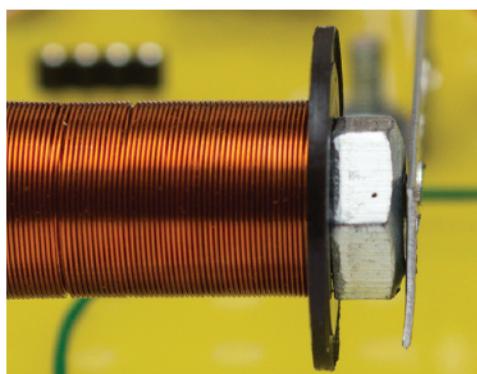
Електромагнет је основни елемент великог броја електричних уређаја (електромотора, генератора, трансформатора, релеја и тако даље).

Пример деловања електромагнета дат је на слици 11.1.

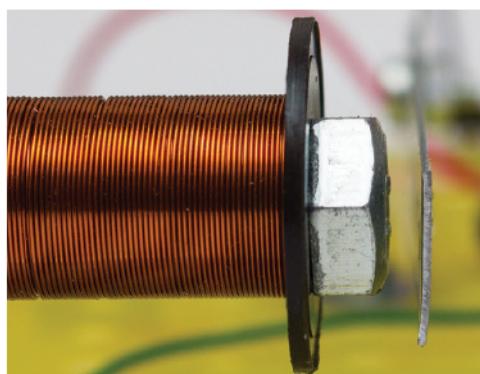


11.1 Електромагнет и котва

Крајеви електромагнета (са завртњем као језгром) повезани су на два завртња помоћу којих се успоставља електрични контакт. Када је прекидач искључен, односно када кроз електромагнет не тече струја, нема деловања електромагнета. Када је прекидач укључен, односно када тече струја, електромагнет својим магнетним пољем привлачи гвоздену котву (слика 11.2). Када се ислучи прекидач, електромагнет ће да отпушти котву (слика 11.3). Деловање електромагнета на овај начин има примену код релеја, звонца итд.



11.2 Положај котве када је укључен електромагнет



11.3 Положај котве када је искључен електромагнет

## Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, напајање, калем, вијак M6 40 mm, навртка M6, вијци M3, навртке M3, перфорирана лимена трака) формирајте коло електромагнета према слици 11.1.

Подесите растојање (око 1 mm) котве од електромагнета тако да обезбедите њено привлачење и отпуштање.

Укључите и искључите прекидач неколико пута.

Опишите шта се дешава у колу.

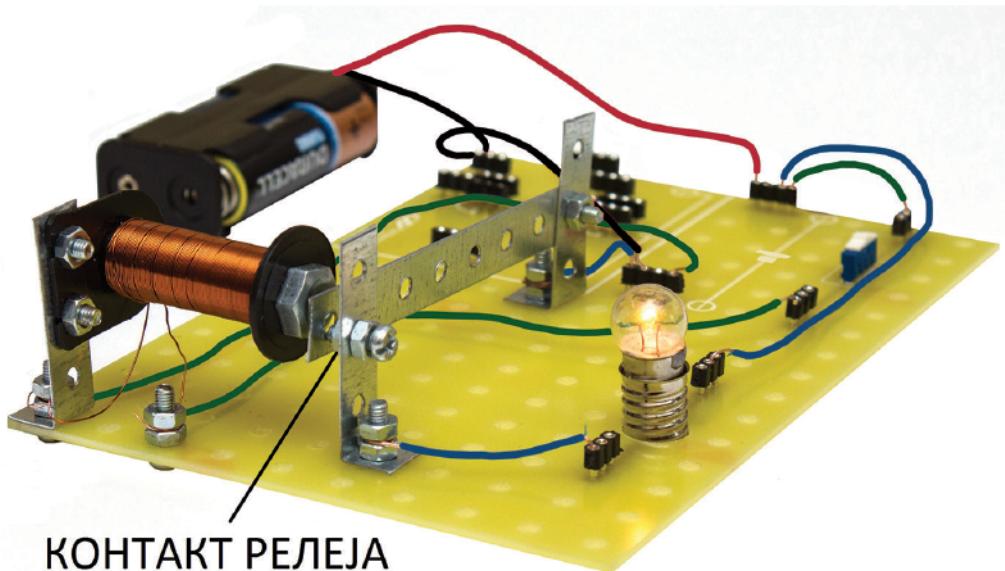
Шта би се дешавало да је котва израђена од алуминијума?

Како бисте могли да појачате дејство електромагнета?

## 12. ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ РЕЛЕЈ

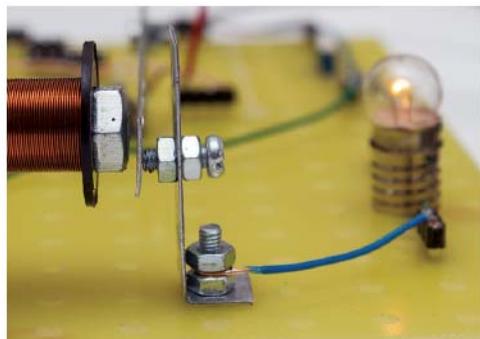
Електромагнетни релеј је уређај који се користи укључивање и искључивање струјног кола помоћу електромагнета који затвара или отвара струјне контакте.

Пример деловања релеја дат је на слици 12.1.

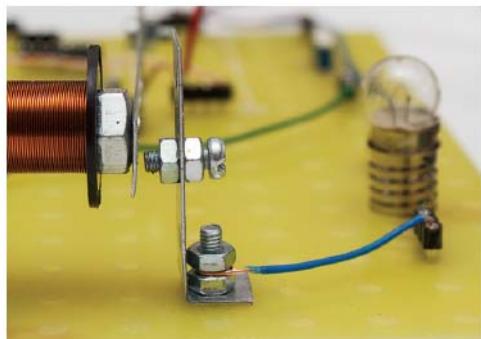


12.1 Релеј и струјно коло сијалице

У односу на конфигурацију на слици 11.1. потребно је додати три проводника, сијалицу и контакт. Коло којим се управља је коло сијалице. Контакт у колу успоставља се на крају котве. Када се прикључи напајање, при искљученом прекидачу, потећи ће струја у колу сијалице преко котве и контакта (сл. 12.2). Када се укључи прекидач потећи ће струја у колу електромагнета, па ће он привући котву и прекинути струјно коло сијалице (сл. 12.3). Искључењем прекидача електромагнет отпушта котву и струја у колу сијалице се поново успоставља.



12.2 Искључен релеј



12.3 Укључен релеј

## Задатак:

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, напајање, калем, вијак M6 40 mm, навртка M6, вијци M3, навртке M3, лимена трака, сијалица) формирајте коло релеја и коло сијалице према слици 12.1.

Подесите растојање котве од електромагнета да буде око 1mm.

Укључите и искључите прекидач неколико пута.

Опишите шта се дешава у колу.

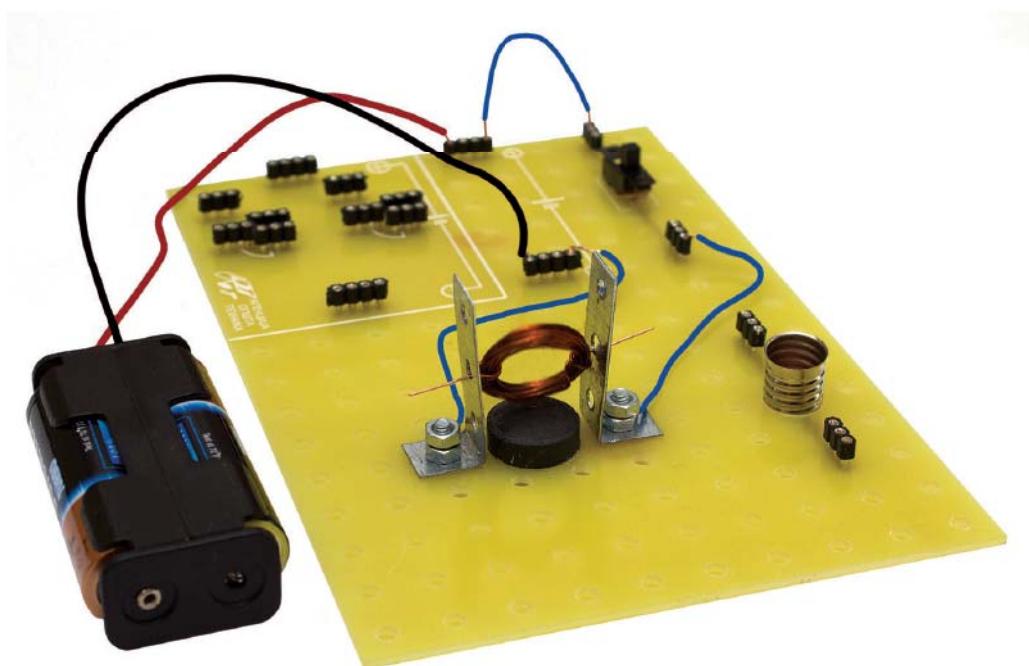
Да ли бисте уместо сијалице могли да прикључите електромотор?

## 13. ЕЛЕКТРОМОТОРИ

Електромотор је електрична машина која електричну енергију претвара у механичку. Сви електромотори (као и генератори) имају два основна дела - ротор и статор. Статор и ротор могу бити, у зависности од врсте мотора, стални магнети (код мањих мотора) или електромагнети.

Да би електромотор радио тј. стварао механичку енергију ротације, мора бити прикључен на извор електричне енергије. Магнетна поља ротора и статора тада, својим међусобним деловањем, изазивају обртање ротора.

Први модел електромотора (а) који је могуће моделовати приказан је на слици 13.1.



13.1 Модел електромотора (а)

Статор електромотора чини мали „дугмасти” магнет. Ротор мотора је сачињен од бакарне лакиране жице (пресека  $0,5 \text{ mm}^2$ ), дужине око 70 см. Ротор се формира тако што се жица намотавана фломастер или други предмет цилиндричног облика, пречника 10–12 mm (сл. 13.2).

Да би калем трајно одржао свој облик, потребно је да се слободни крајеви намотају око калема, пар пута, тако да са сваке стране остане око 10 cm.

Са крајева жице (око 10 mm) потребно је скинути лак (гуљењем скалпелом) због успостављања електричног контакта. Ротор се поставља на два носача чији се крајеви споје на батерију. При монтирању ротора прво се монтира један носач, затим ротор, па други носач. Магнет је потребно залепити за плочу универзалним лепком или комадом селотејпа (са горње стране).



13.2 Намотавање ротора електромотора

## Задатак:

Користећи упутство и одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, напајање, вијци M3, навртке M3, лимена трака, бакарна лакирана жица дужине 70 см, магнет) саставите модел електромотора према слици 13.1.

Покрените мотор укључивањем прекидача.

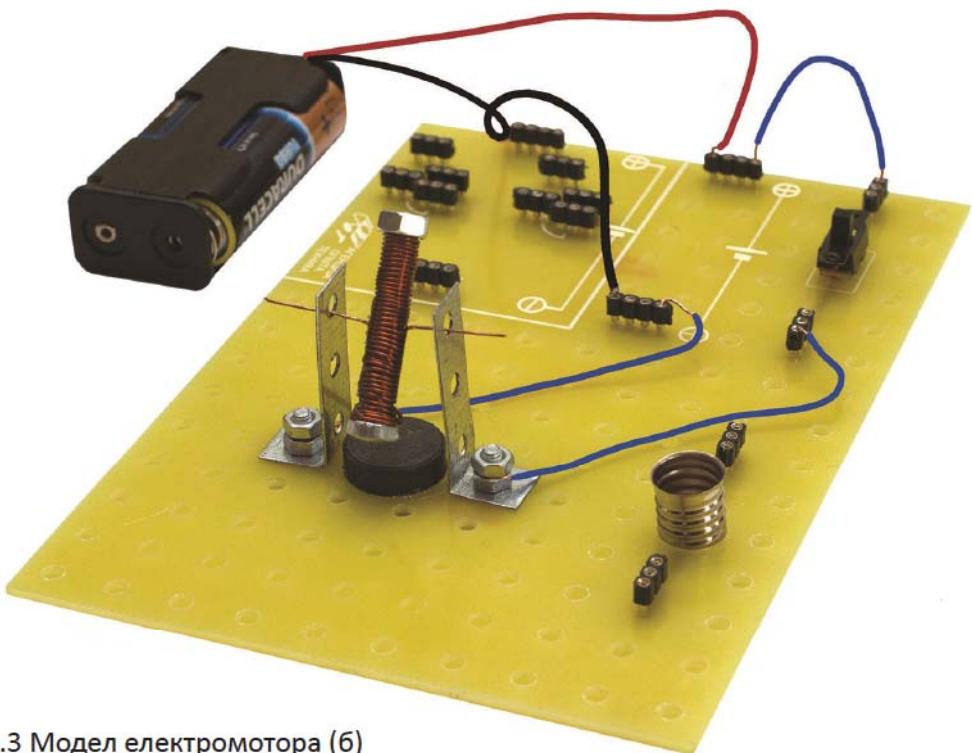
Зашто се ротор обрће?

Искључите прекидач и промените поларитет напајања.

Покрените мотор укључивањем прекидача.

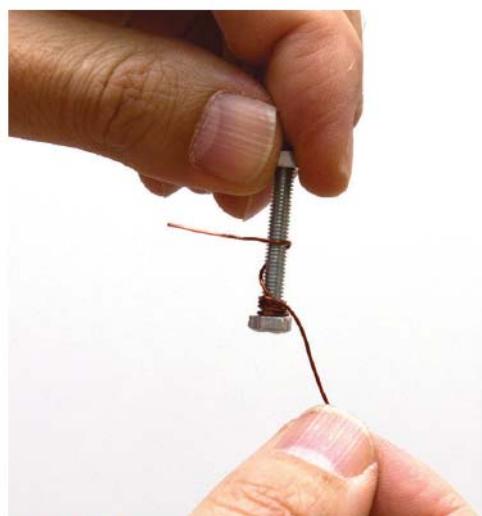
Како је промена поларитета утицала на рад мотора?

Други модел електромотора (б) који је могуће конструисати приказан је на слици 13.3.



13.3 Модел електромотора (б)

Статор електромотора, као и код првог приказаног модела чини мали „дугмasti“ магнет. Ротор мотора је сачињен од бакарне лакиране жице (пресека  $0,5 \text{ mm}^2$ ), дужине око 110 см, намотане у два слоја на завртањ M4 од 30 mm (са матицом на једном крају). Ротор се формира тако што се жица почиње намотавати на завртањ на начин приказан на слици 13.4.



13.4 Намотавање ротора електромотора (б)

Први слој се намотава од једног до другог крај завртња, а други у супротном смеру. Крај намотаја се прилепи универзалним лепком или селотејпом (преко другог слоја) тако да је на средини симетрично постављен у односу на почетак намотаја. Са крајева жице (око 20 mm) потребно је скинути лак (гуљењем скалпелом) због успостављања електричног контакта. Ротор се поставља на два носача чији се крајеви споје на батерију. При монтирању ротора прво се монтира један носач, затим ротор, па други носач. Магнет је потребно залепити за плочу универзалним лепком или комадом селотејпа (са горње стране).

### **Задатак:**

Користећи упутство и одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, напајање, вијци M3, навртке M3, вијак M4, навртка M4, лимена трака, бакарна лакирана жица дужине 110 cm, магнет) саставите модел електромотора према слици 13.3.

Покрените мотор укључивањем прекидача.

Како може да се промени смер обртања мотора?

На који начин би могла да се увећа снага мотора?

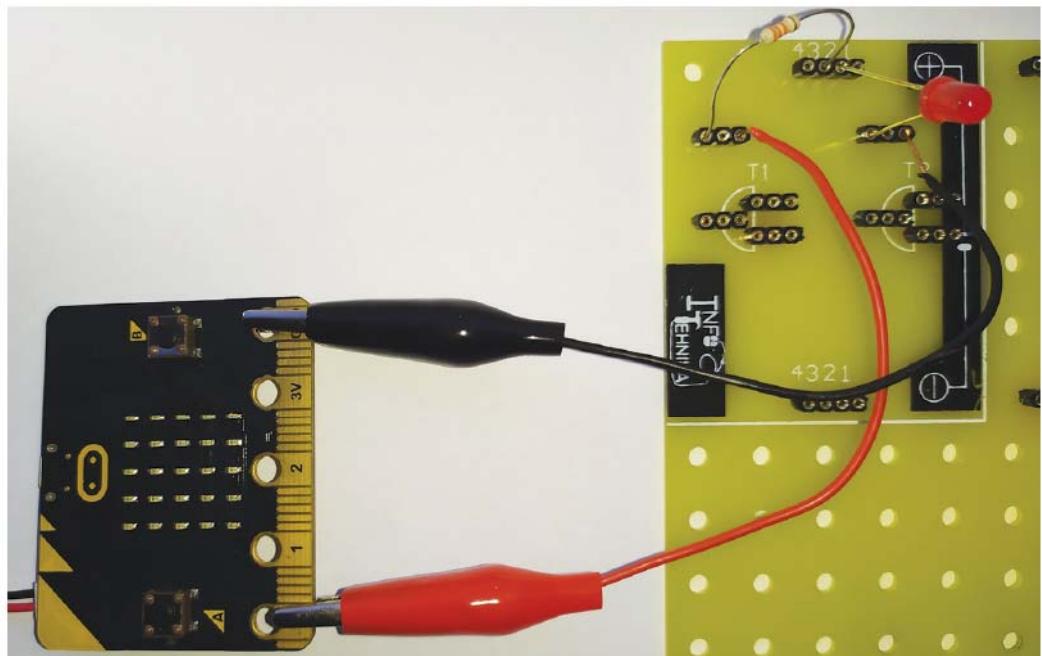
## **14. УПРАВЉАЊЕ ОСВЕТЉЕЊЕМ СВЕТЛЕЋЕ ДИОДЕ ПОМОЋУ РАЧУНАРА**

У основној школи, за управљање моделима и уређајима може да се користи хардверски интерфејс „микробит“, који може да служи и као минијатурни рачунар. Микробит је могуће програмирати у различitim програмима (Blocks, Scratch, Javascript, Python и друго). Програм и деловање микробита могу се проверити и симулирати на интернет адреси <https://makecode.microbit.org>.

На ивици микробита налази се 25 извода (пинова), 5 великих и 20 малих. Пет великих (основних) пинова означени су са 0, 1, 2, 3V и GND. Пинови 0, 1 и 2 су улазно-излазни пинови опште намене. Преко њих, употребом одговарајућих конектора („крокодилки“ или других) и проводника, могу се повезати додатни сензори, али се може и управљати бројним уређајима. Пинови 3V и GND (енгл. ground - уземљење, маса,

„минус“ пол) служе за напајање спољашњих уређаја. Иако је обележен са 3V („плус“ пол), на излазу овог пина добијамо напон од 3,3 V. На излазима 0, 1 и 2 можемо добити напоне од 0 до 3,3 V.

На слици 14.1 приказан је пример повезивања микробита у коло са диодом и отпорником од 68 ома (који ограничава струју диоде). Напајање се врши преко микробита (који се напаја са две батерије од 1,5 V). Помоћу микробита у датом колу може се управљати осветљењем светлеће диоде.



14.1 Коло за управљање осветљењем светлеће диоде помоћу микробита

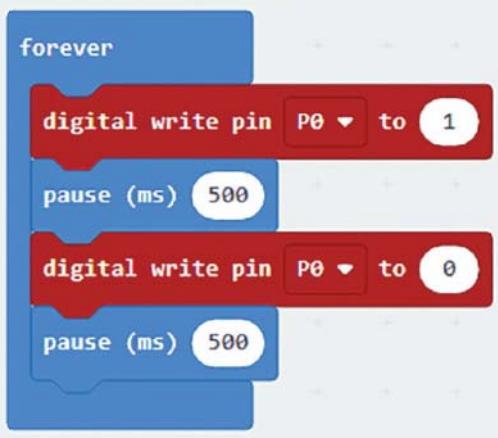
а) Ако се притиском на тастер A диода пали, а притиском на тастер B гаси, програм би у том случају изгледао као на слици 14.2.

14.2 Програм за паљење диоде притиском на тастер A и гашење притиском на тастер B

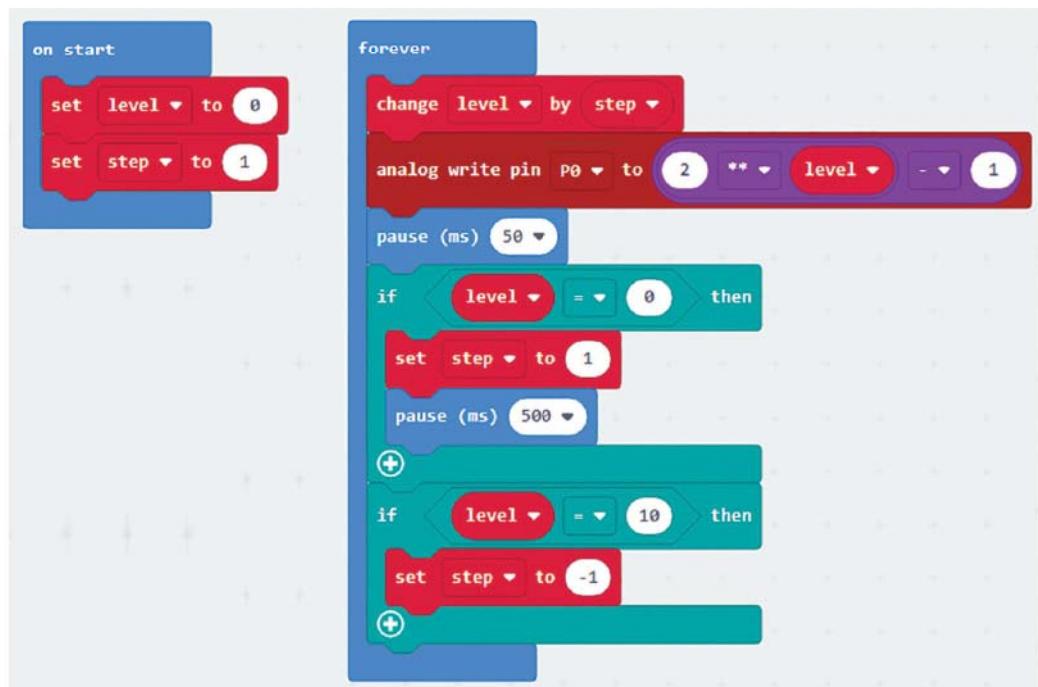
```
on button A ▾ pressed
    digital write pin P0 ▾ to 1
on button B ▾ pressed
    digital write pin P0 ▾ to 0
```

б) Ако се диода пали и гаси у интервалима од пола секунде, програм би у том случају изгледао као на слици 14.3.

14.3 Програм за аутоматско паљење и гашење диоде



в) Ако диода постепено повећава јачину светlostи, а када достигне максимум, постепено смањује до нуле и ако се потом поступак понавља, програм би у том случају изгледао као на слици 14.4 (на максимуму се чека 50 ms, на нули 500 ms).



14.4 Програм за наизменично повећавање и смањивање јачине светlostи диоде

## **Задатак:**

Користећи одговарајуће елементе (испитна плоча, проводници, напајање, микробит,  $R = 68 \Omega$ , LED диода) формирајте коло према слици 14.1.

Напишите и испитајте функционалност програма под (а), (б) и (в).

Напишите програм којим би притиском на тастер В упалили диоду, а притиском на тастер А угасили (слично као у програму под а) и потом га примените у датом колу.

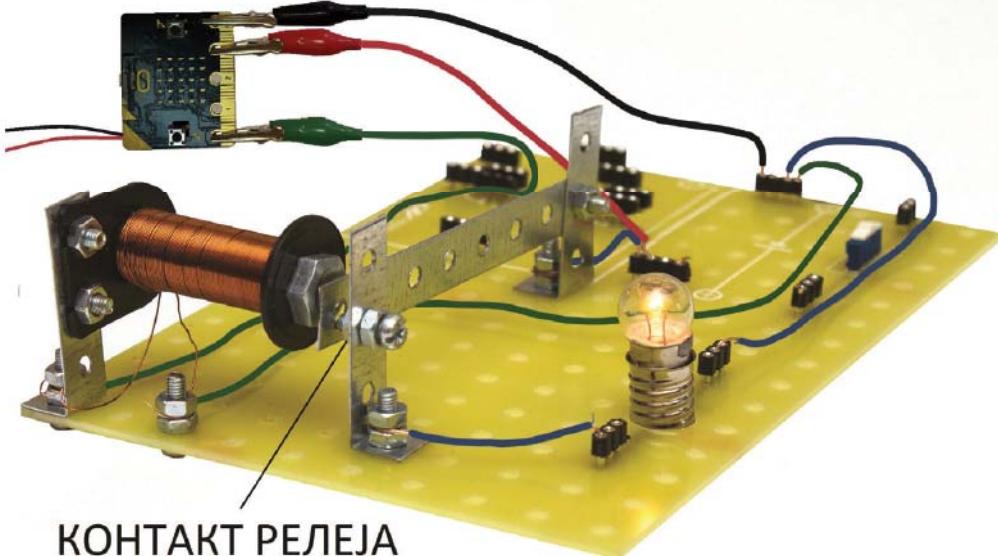
У програму под (б) промените интервале паљења и гашења диоде.

У програму под (в) пронађите начине да диода пулсира у различитим интервалима.

Напишите програм којим би постепено појачавали јачину светlostи диоде притиском на тастер А, а смањивали притиском на тастер В и потом га примените у датом колу.

## 15. УПРАВЉАЊЕ ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИМ РЕЛЕЈОМ ПОМОЋУ РАЧУНАРА

Електромагнетним релејом може да се управља разним уређајима са великог растојања. За управљање електромагнетним релејом може да се користи микробит. Пример повезивања релеја и микробита дат је на слици 15.1. Коло којим се управља је коло сијалице. Контакт у колу успоставља се на крају котве. Микробит се у овом примеру програмира тако да ће сијалица наизменично бити укључена 10 секунди и искључена 2 секунде. Програм написан у програмском језику Пајтон, за дати пример, приказан је на слици 15.2. У овом примеру неће бити потребно додатно напајање. Комплетно напајање се врши преко микробита (који се напаја са две батерије од 1,5 V).



15.1 Електромагнетни релеј управљан микробитом

15.2 Програм за електромагнетни релеј написан у програмском језику Пајтон

```
1 from microbit import *
2
3 while True:
4     pin1.write_digital(1)
5     sleep(2000)
6     pin1.write_digital(0)
7     sleep(10000)
8
```

Када је прикључено напајање сијалице (преко пинова 3V и GND), потећи ће струја у колу сијалице (у трајању од 10 секунди) преко котве и контакта. Када електромагнет добије напон на својим крајевима (преко пинова 1 и GND) потећи ће струја у колу електромагнета, па ће он привући котву и прекинути струјно коло сијалице. После 2 секунде електромагнет отпушта котву и струја у колу сијалице се поново успоставља.

### **Задатак:**

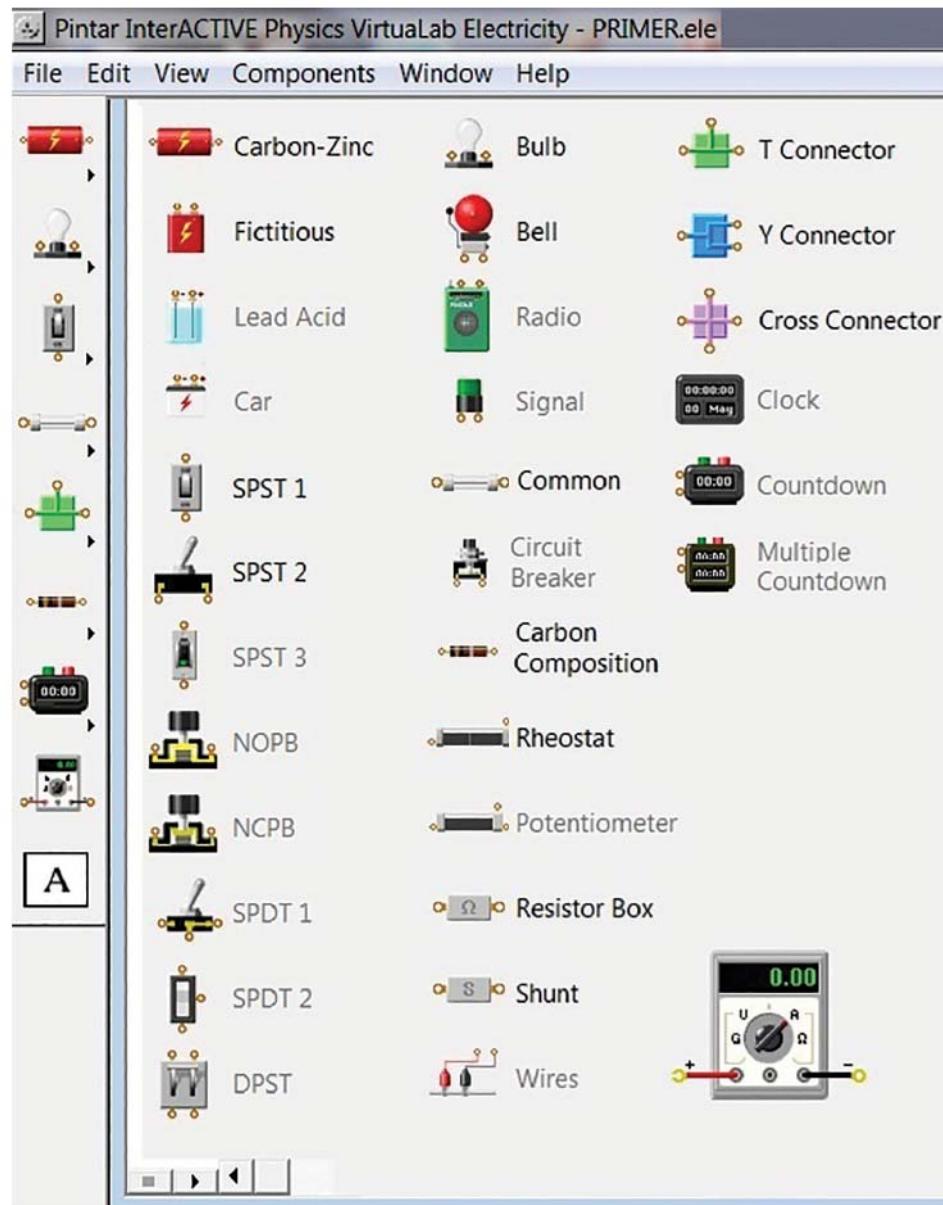
Користећи одговарајуће елементе (испитну плочу, проводнике, калем, вијак M6 x 40 mm, навртку M6, вијке M3 x 10 mm, навртке M3, лимену траку, сијалицу, микробит, напајање) формирајте коло релеја и коло сијалице према слици. Растојање котве од електромагнета треба да буде око 1 mm, да би се обезбедило њено несметано привлачење и отпуштање.

Напишите и испитајте функционалност програма датог на слици 15.2.

У наведеном програму промените интервале паљења и гашења сијалице.

## 16. ПРИМЕРИ РАЧУНАРСКИХ СИМУЛАЦИЈА РАДА ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛА

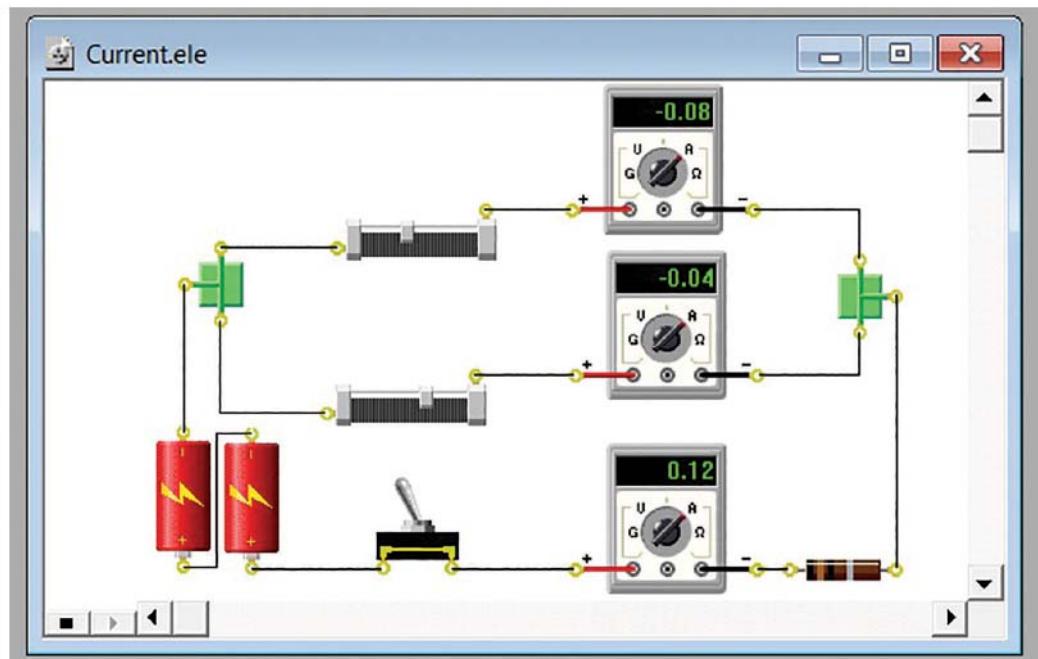
У програму VirtuaLab Electricity постоје компоненте (слика 16.1) помоћу којих може да се формира велики број виртуелних струјних кола и испита њихов рад.



16.1 Компоненте у програму Pintar VirtuaLab Electricity

Постоји осам категорија компоненти: батерије, потрошачи, прекидачи, осигурачи, конектори (чвотишта), отпорници, мерачи времена (таймери) и мерни инструменти.

а) Као први пример посматра се коло на слици 16.2 са једним сталним (од  $1\ \Omega$ ) и два променљива отпорника ( $0$ – $100\ \Omega$ ). Може се утврдити да струје кроз променљиве отпорнике у паралелној вези дају у збиру струју извора. Знак минус на амперметрима се појављује због тога што струја кроз њих пролази од минуса ка плусу.



16.2 Коло са два променљива отпорника у паралелној вези

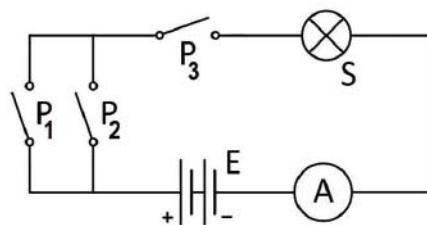
### Задатак:

У програму VirtuaLab Electricity формирајте коло са слике 1.2.

Описите шта се дешава у колу када отпорност једног од променљивих отпорника има вредност нула.

Шта се дешава у колу ако једној батерији обрнете поларитет?

б) Као други пример посматра се коло на слици 16.3. Може се утврдити да ће сијалица радити само ако је укључена одговарајућа комбинација прекидача.



16.3 Коло са сијалицом и три прекидача

### Задатак:

У програму VirtuaLab Electricity формирајте коло са слике 16.3 са сијалицом од 1,8 W, радног напона 6 V и батеријом од 6 V.

Који прекидачи морају бити укључени да би сијалица светлела?

Шта се дешава са струјом у колу ако користимо сијалицу од 1,5 W, радног напона 6 V?

Описите шта се дешава у колу ако користимо сијалицу од 1,8 W, радног напона 6 V и батерију од 5 V.

Ако се редно у односу на сијалицу дода отпорник од  $10 \Omega$ , да ли ће она слабије или јаче светлести? Објасните зашто.

## **Простор за самосталне пројекте**









CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

37.016:62/69(086)

ФЕРИНА, Зоран, 1964-

Техника и технологија [Вишеврсна грађа] : за 8. разред основне школе : конструкторски комплет / [Зоран Ферина]. - 1. изд. - Београд : АрхиКњига, 2023 (Ваљево : Топаловић). - 1 комплет за техничко образовање (различити комади) : у боји ; у кутиji, 23 x 17 x 3 cm

Насл. са заштитне кутије. - Тираж 1.500.

-- Техника и технологија : за 8. разред основне школе : конструкторски комплет : упутство за израду вежби. - 48 стр. : илустр. ; 21 cm  
ISBN 978-86-6130-024-0 (брош. у зашт. кутиji)

COBISS.SR-ID 112066313

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије је решењем број 650-02-00318/2020-07 одобрило издавање и употребу овог уџбеника.