



8. RAZRED
ELEKTRONIKA – RJEŠAVANJE PRAKTIČNOG ZADATKA
DRŽAVNA RAZINA
ŠKOLSKA GODINA 2024./2025.
NAZIV TEME:
AUTOMOBILSKA SIRENA

OPIS

Tri integrirana sklopa bit će dovoljna za izvrsno oponašanje zvuka sirene koje je svojstveno automobilima. Odmah valja naglasiti kako ovaj uređaj neće služiti za tatin ili mamin automobil jer se dobiva tihi zvuk, ali će odlično poslužiti na vašem biciklu ili na automobilu s pedalama vašega mlađeg brata ili sestre.

ZADATAK

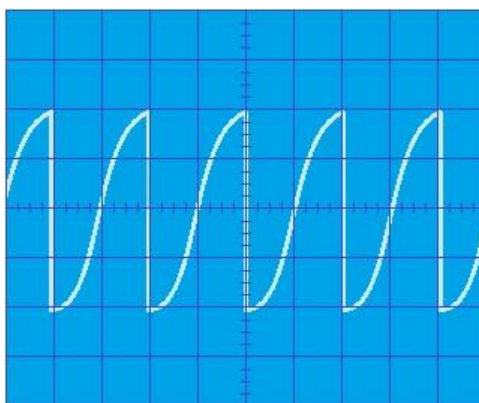
Prema elektroničkoj i montažnoj shemi najprije sastavite uređaj lemljenjem elemenata na više pločica sa zadanim parametrima, a potom eksperimentirajte razne druge mogućnosti lemljenjem na preostalim pločicama. Na kraju, eksperimentirajte sa snagom zvuka i izmjerite struju potrošnje.

Malo povijesti

Sustav upozoravanja u automobilima star je više od stoljeća i nije prvotno zamišljen kao što se koristi danas. Godine 1865. u Velikoj Britaniji izglasan je zakon prema kojemu sva motorna vozila trebaju biti praćena pješakom koji nosi i maše zastavom. Problem je takvog zakonskog rješenja očit. Zašto bi se uopće vozili automobilom ako netko ispred nas treba ići pješke? Da bi se to riješilo, automobili su kasnije dobili razne opcije za signalizaciju kojima su se vozači koristili za upozoravanje. Tako su dobili zvona, zviždaljke i ručne trube.

S vremenom su automobili postajali sve brži, pa su proizvođači u 1920-ima često na vozila ugrađivali sirene. Šezdesetih se godina prošloga stoljeća shvatilo da se zvuk sirene s dva tona čuje bolje u prometnoj buci, pa su propisani standardni tonovi koji se preporučuju.

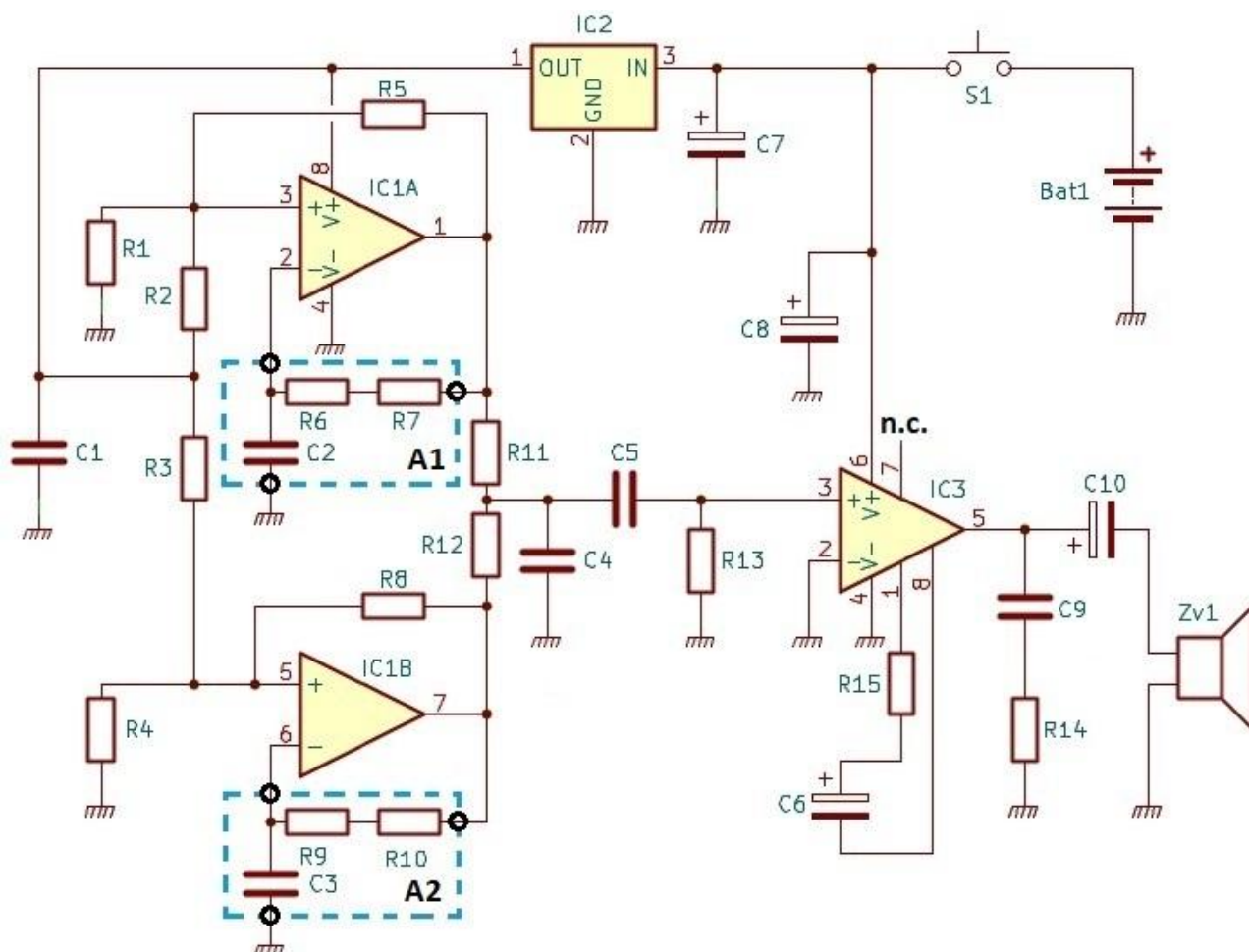
Današnji zvuk automobilske sirene vrlo je specifičan. Dobiva se miješanjem dviju frekvencija zvuka. Najčešće se koriste sljedeći parovi frekvencija: 392/494 Hz (muzički tonovi, SO i TI iz treće oktave), 440/523 Hz (muzički tonovi, LA iz treće oktave i DO iz četvrte oktave) i 494/587 Hz (muzički tonovi, TI iz treće oktave i RE iz četvrte oktave). Osim toga, generirani zvuk nije savršenog sinusnog oblika vala, već sliči ovomu na slici 1.



Slika 1. Generirati zvuk automobilske sirene nije jednostavan zadatak jer oblik njegova vala ne smije biti sinusni niti trokutasti, već treba sličiti ovomu na slici. Sa sinusnim valom dobiva se zvuk sličan lokomotivi, a s trokutastim se dobiva zvuk sličan zvoncu

Elektronički uređaj koji simulira zvuk automobilske sirene

Na slici 2 vidljiva je elektronička shema uređaja koji ćete sastaviti.



Slika 2. Elektronička shema uređaja koji simulira automobilsku sirenu

Kako uređaj radi?

Potrebna su tri integrirana sklopa: duplo operacijsko pojačalo LM358 (IC1A – IC1B), audiopojačalo male snage LM386 (IC3) i stabilizator napona 78L05 (IC2).

Dva su operacijska pojačala, svaki za sebe, u spoju astabilnog multivibratora. Kao što znate, astabilni multivibrator generira kvadratne oblike valova. IC1A je ugođen da generira frekvenciju od približno 523 Hz, a IC1B frekvenciju od približno 440 Hz. Kako bi se te frekvencije postigle, potrebno je između invertirajućeg ulaza i izlaza svakog pojedinog operacijskog pojačala uvesti po dva otpornika različitih vrijednosti:

- za 523 Hz treba u seriju spojiti otpornike R6 i R7 => $15\,000\,\Omega + 47\,000\,\Omega = 62\,000\,\Omega$
- za 440 Hz treba u seriju spojiti otpornike R9 i R10 => $5600\,\Omega + 68\,000\,\Omega = 73\,600\,\Omega$.

U ovom su spoju, osim otpornika, važni i kondenzatori, pa je kod svakog operacijskog pojačala dodan po jedan kondenzator od $22\,000\,\text{pF}$ (C2 – C3).

Već ste na školskoj i županijskoj razini natjecanja ustanovili da se poznavanjem otpora i kapaciteta može izračunati frekvencija. Formula glasi:

$$f = 714\,285 / (R \times C)$$

Frekvencija f dobiva se u Hz ako se otpor R uvrsti u k Ω , a kapacitet C u nF.

Za IC1A:

$$R = 62\,000\,\Omega = 62\,\text{k}\Omega$$

$$C = 22\,000\,\text{pF} = 22\,\text{nF}$$

$$f = 714\,285 / (R \times C)$$

$$f = 714\,285 / (62 \times 22)$$

$$f = 523,7\,\text{Hz}$$

Za IC1B:

$$R = 73\,600\,\Omega = 73,6\,\text{k}\Omega$$

$$C = 22\,000\,\text{pF} = 22\,\text{nF}$$

$$f = 714\,285 / (R \times C)$$

$$f = 714\,285 / (73,6 \times 22)$$

$$f = 441,1\,\text{Hz}$$

Naravno, zbog tolerancije elemenata koje budete ugrađivali frekvencije bi mogle u stvarnosti biti malo drugačije, ali u granicama od - 5 % do + 5 %.

Pratite shemu, ove dvije frekvencije kvadratnog oblika vala međusobno se miješaju preko otpornika R11 – R12, a zatim se pretvaraju u val koji sliči onomu na slici 1. Za dobivanje takvog oblika zadužen je kondenzator C4 od 100 000 pF.

Dobivena se mješavina frekvencija dalje vodi preko kondenzatora C5 do ulazne nožice 3 audiopojačala IC3 koje je zaduženo za pojačavanje signala bez izobličavanja.

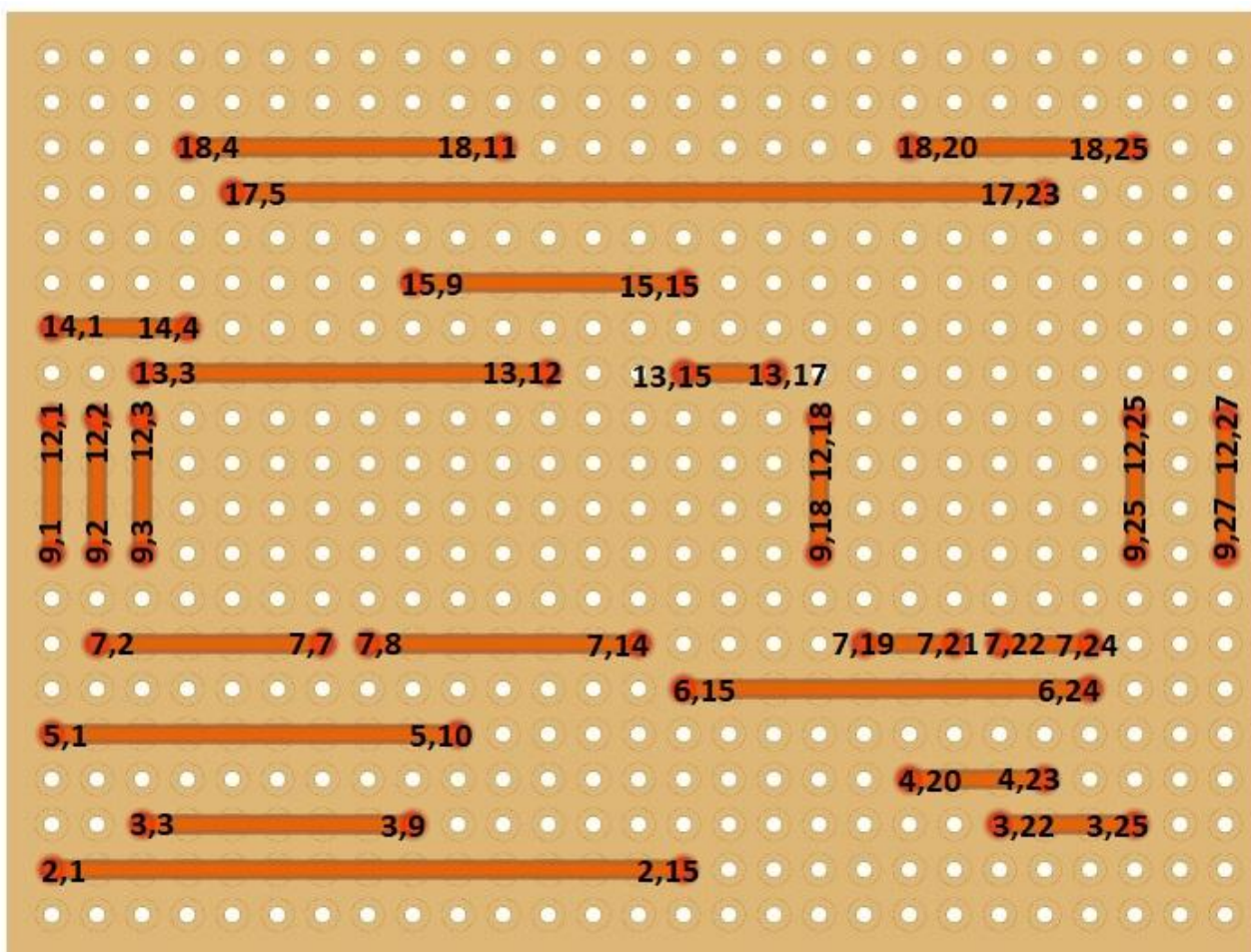
S izlazne nožice 5 pojačana se frekvencija preko kondenzatora C10 vodi do zvučnika od 0,5 W / 8 Ω gdje se pretvara u zvuk (za malo jači zvuk smije se koristiti i zvučnik od 4 Ω).

Napon baterije od 9 V koristi se samo za audiopojačalo LM386 (IC3) jer integrirani sklop LM358 (IC1A – IC1B) treba napon od 5 V. Taj se napon dobiva na izlaznoj nožici 1 (OUT) stabilizatora napona 78L05 (IC2).

Dobro je napomenuti da uređaj troši struju jedino u trenutku kad se pritišće tipka S1.

Praktični rad

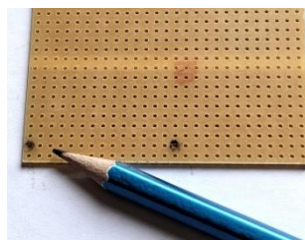
Osnovni dio uređaja sastavit ćete lemljenjem elemenata na velikoj eksperimentalnoj pločici s bakrenim trakama i izbušenim rupicama. Kod takvih pločica najprije valja zalemiti sve potrebne prenosnice. Ima ih priličan broj, pa budite jako pažljivi, dvaput provjerite jeste li bakrenu žicu umetnuli u pravu rupicu (slika 3).



Slika 3. Bakrenu žicu za prenosnice pronaći ćete u vrećici koju ste dobili. Sa strane pločice gdje nema bakrenih traka rastegnite i kroz rupice provucite bakrene žice. Lemljenje obavite s donje strane, na bakrene trake. Višak bakrene žice odrežite. Radi lakšeg snalaženja upisane su vam koordinate (redak, stupac).

I još jednom, BUDITE JAKO PAŽLJIVI!

Savjet! Kad brojenjem locirate traženo mjesto, obilježite ga olovkom tako da njezin vrh zaglavite i zavrtite unutar rupice (slika 4).



Slika 4. Trag olovke lako se briše pa ga ne dirajte prstima dok ne provučete žicu

Nakon završetka, lupom koju ste ponijeli provjerite sva zalemljena mjesta između bakrenih traka u potrazi za možebitnim neželjenim spojevima. Ako takvi postoje, najprije ih odlemite primjenom vakuumske pumpe koju ste ponijeli, a ako zatreba, ponovno zalemite. Ukupno trebate 23 premosnice, pa i to provjerite!

U nastavku lemite elemente, od najnižih prema najvišima. Viškove njihovih izvoda odrežite. Osim na veliku pločicu, elemente trebate zalemiti i na dvije manje pločice (slika 5).

Popis elemenata

Otpornici:

R1 = 100 000 Ω

R2 = 100 000 Ω

R3 = 100 000 Ω

R4 = 100 000 Ω

R5 = 100 000 Ω

R6 = 15 000 Ω

R7 = 47 000 Ω

R8 = 100 000 Ω

R9 = 5600 Ω

R10 = 68 000 Ω

R11 = 4700 Ω

R12 = 4700 Ω

R13 = 10 000 Ω

R14 = 10 Ω

R15 = 1200 Ω

Kondenzatori:

C1 = 100 000 pF, keramički (na tijelu piše 104)

C2 = 22 000 pF, keramički (na tijelu piše 223)

C3 = 22 000 pF, keramički

C4 = 100 000 pF, keramički

C5 = 1000 pF, poliesterski

C6 = (namjerno je ostavljeno prazno)

C7 = 10 μ F / 35 V, elektrolitski

C8 = 47 μ F / 35 V, elektrolitski

C9 = 47 000 pF, poliesterski

C10 = 220 μ F / 35 V, elektrolitski

Integrirani sklopovi:

IC1 = LM358

IC2 = 78L05

IC3 = LM386

Ostalo:

Zv1 = zvučnik 0,5 W / 8 Ω

Bat1 = baterija od 9 volti

S1 = tipka

četverostruki STRIP-konektori M – F, 2 komada

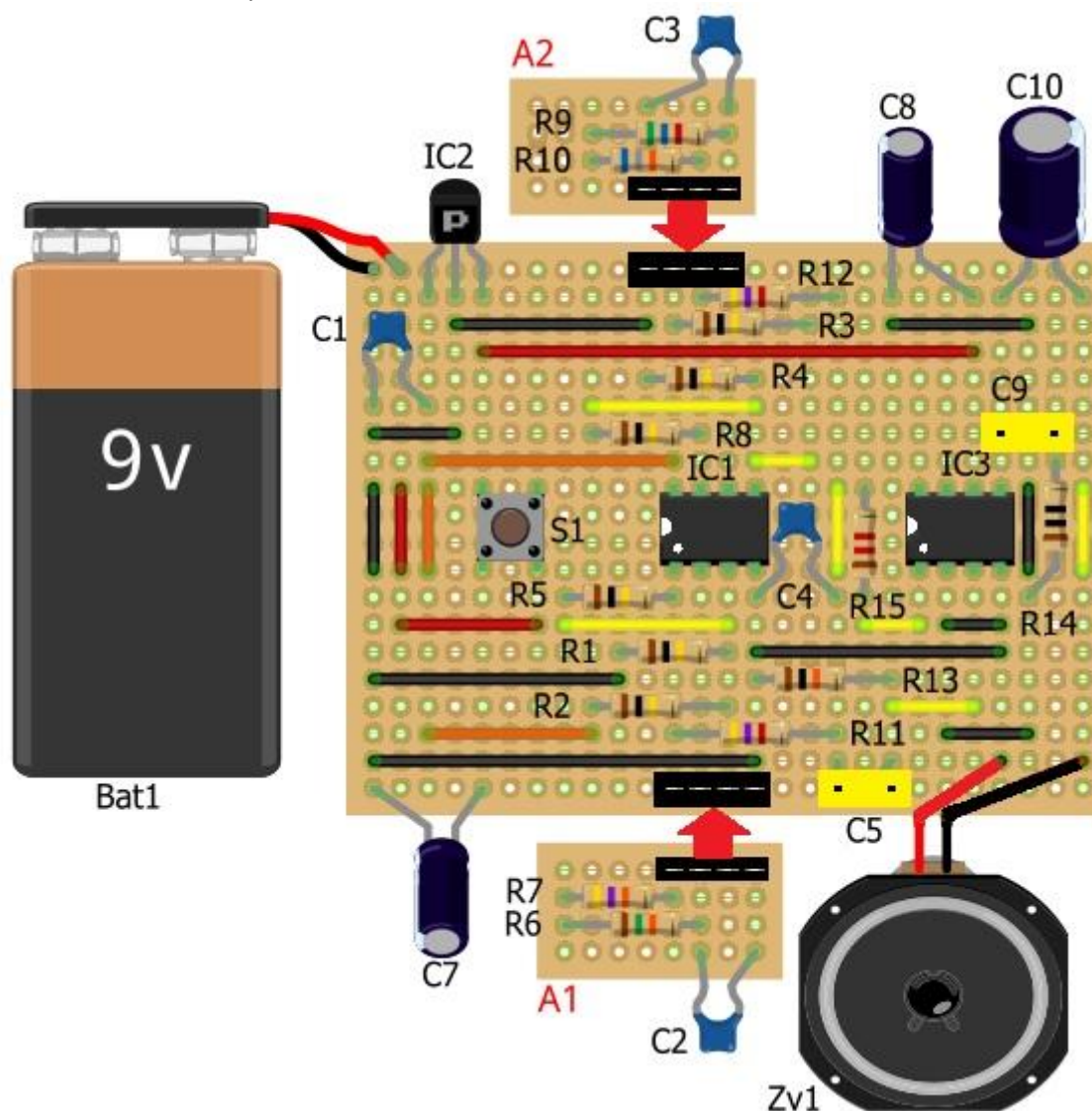
četverostruki STRIP-konektori M – M, 2 komada

priključak za bateriju od 9 V

podnožja DIL8 za integrirane sklopove, 2 komada

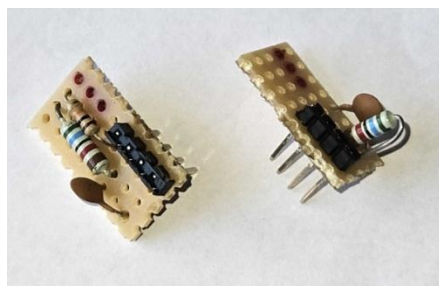
velika univerzalna tiskana pločica

malene univerzalne tiskane pločice, 2 komada.



Slika 5. Montažna shema uređaja koji simulira automobilsku sirenu

Redom lemite otpornike, podnožja za integrirane sklopove, a potom četverostruke STRIP-konektore (maleni crni pravokutnici). STRIP-konektori M – F (*Male – Female*, muško – žensko) idu na veliku pločicu. STRIP-konektori M – M (*Male – Male*, muško – muško) idu na malene pločice (slika 6).

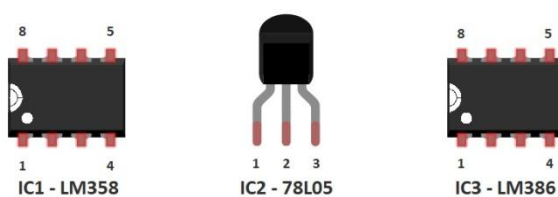


Slika 6. Malene pločice sa STRIP-konektorima M – M

Nastavite s lemljenjem tipke, poliesterskih kondenzatora (žuti pravokutnici), keramičkih kondenzatora, integriranog sklopa IC2, elektrolitskih kondenzatora i priključka za bateriju.

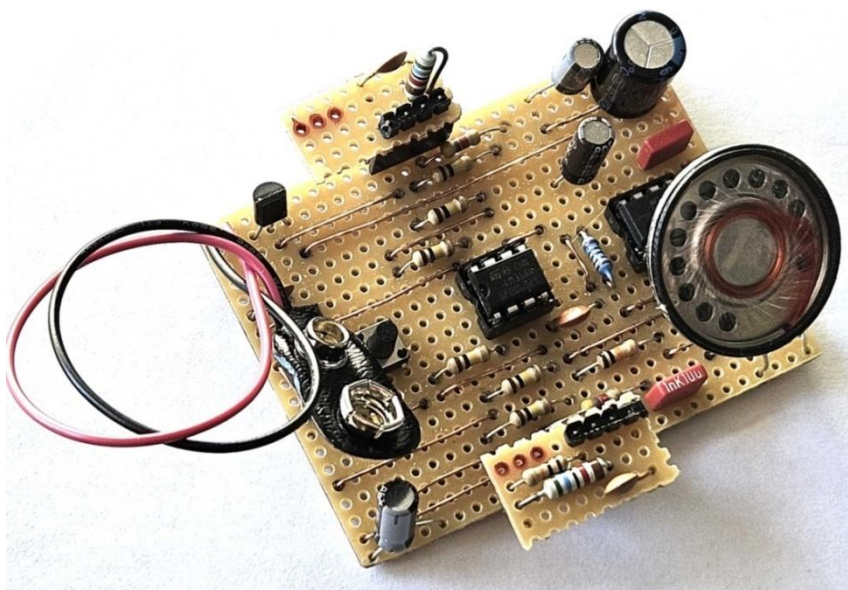
Na izvode zvučnika zalemite dva duža ostatka nožica koje ste maloprije odrezali s otpornika ili elektrolitskih kondenzatora. Pripazite na membranu zvučnika, jako je osjetljiva, pa je ne dirajte prstima.

Kad završite, u podnožja za integrirane sklopove utaknite integrirane sklopove IC1 i IC3. Pripazite kako ih okrećete jer su polarizirani (slika 7).



Slika 7. Raspored izvoda integriranih sklopova

Malene pločice A1 i A2 utaknite na predviđena mjesta preko STRIP-konektora (slika 8).



Slika 8. Uređaj je gotov. Pažnja! Ako pločicama A1 i A2 zamijenite mjesta ili ako ih okrenete obrnuto, uređaj neće raditi!

Priključite bateriju. Ako je sve kako valja, kad budete pritiskali tipku, iz zvučnika ćete čuti zvuk automobilske sirene.

Prvi je dio praktičnog zadatka gotov pa odvojite bateriju!

MATEMATIČKI ZADATAK

Osnovnom sklopu koji ste upravo sastavili pridružili ste malene pločice A1 i A2 s kojima ste dobili frekvencije 440/523 Hz. Vaš je sljedeći zadatak da prema vlastitoj želji izaberete novi par frekvencija. Birajte između 392/494 Hz koji će dati niži ton i 494/587 Hz koji će dati viši ton.

Unutar Tablice 1 zaokružite što ste izabrali.

Tablica 1. Razmislite pa zaokružite kombinaciju koju želite ostvariti

| B1/B2 | C1/C2 |
|------------|------------|
| 392/494 Hz | 494/587 Hz |

Sad kad ste odlučili s kojim ćete parom frekvencija eksperimentirati, za taj par trebate izračunati vrijednosti otpornika R6/R7 i R9/R10. Prostor za računanje nalazi se na posljednjoj stranici ovih uputa.

Kad završite proračun, vraćate se na ovo mjesto i nastavljate dalje s eksperimentom!

EKSPERIMENT 1.

Nakon proračuna koji ste obavili na stranici 9. trebate izabrati parove otpornika koji će dati tražene vrijednosti. Zašto tako? Vrijednosti koje ste dobili proračunom ne odgovaraju vrijednostima komercijalnih otpornika, pa ih nije moguće nabaviti. Zato ćete sparivanjem standardnih vrijednosti doći do rješenja. Vrijednosti koje se mogu kupiti zadane su standardiziranim nizovima. Unutar Tablice 2 pronaći ćete vrijednosti niza E12.

Tablica 2. Standardni niz E12. Za sve moguće vrijednosti otpora pomnožite ponuđene brojeve, $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$, $\times 10\,000$, $\times 100\,000$ i $\times 1\,000\,000$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 3,3 | 3,9 | 4,7 | 5,6 | 6,8 | 8,2 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Dakle, kombiniranjem dvaju otpornika iz standardnog niza, nazovimo ih R_x i R_y , dobit ćete traženi otpor,

$$R6 \text{ ili } R7 \text{ ili } R9 \text{ ili } R10 = R_x + R_y$$

Dobivene vrijednosti upišite unutar Tablice 3.

Tablica 3. Ovo su otpornici koje izabirem za ovaj eksperiment

| | |
|-----|------------|
| R6 | k Ω |
| R7 | k Ω |
| R9 | k Ω |
| R10 | k Ω |

Na druge dvije malene univerzalne pločice koje ste dobili zalemite sve potrebne elemente, novoizabrane otpornike R6/R7 i R9/R10, kondenzatore C2/C3 od 22 000 pF i STRIP-konektore M – M.

S osnovnog sklopa skinite pločice A1/A2 te na njihovo mjesto utaknite ove koje ste upravo pripremili, B1/B2 ili C1/C2.

Priključite bateriju. Ako je sve kako valja, kad budete pritiskali tipku, iz zvučnika ćete čuti novoizabrani zvuk automobilske sirene.

Eksperiment 1. je završen pa odvojite bateriju.

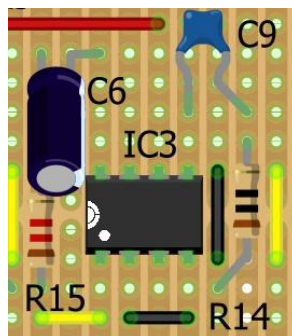
EKSPERIMENT 2.

Kako pojačati zvuk?

Ako se ovim uređajem budete ikada koristili na biciklu, onda ćete trebati jači zvuk. Ugrađeno audiopojačalo LM386 (IC3) u ovom je trenutku ugođeno tako da pojačava 20 puta.

Ako između njegove nožice 8 i otpornika R15 zalemite elektrolitski kondenzator $C6 = 10\ \mu\text{F} / 35\ \text{V}$ (pogledajte elektroničku shemu na slici 2), dobit ćete pojačanje od 50 puta, pa to učinite.

U vrećici koju ste dobili pronađite potreban kondenzator te ga zalemite kako je prikazano na slici 9.



Slika 9. Elektrolitski kondenzator C6 zalemiti kako je prikazano

Priključite bateriju. Ako je sve kako valja, kad budete pritiskali tipku, iz zvučnika ćete čuti znatno jači zvuk.

Za one koji žele više!

Dobro je znati da zvuk možete još više pojačati, no s tim nećete ovdje eksperimentirati jer zvučnik koji ste dobili nema dovoljno snage, pa bi mogao pregorjeti.

Za pojačanje od 200 puta trebate samo elektrolitski kondenzator C6 od 10 μF / 35 V bez otpornika R15.

Tada valja minus pol kondenzatora spojiti na 8. nožicu IC3, a plus na 1. nožicu IC3.

Osim toga, trebat će vam zvučnik od 1 W / 4 Ω , a cijeli ćete uređaj morati napajati s 12 V. S 12 V napajanja IC2 bi se mogao znatno zagrijati, zato provjerite i po potrebi ga zamijenite jačim, primjerice integriranim sklopom 7805.

MJERENJE STRUJE

Na izvodu plus-pola (+) baterije u seriju s uređajem spojite mjerni instrument koji ste ponijeli. Mjerni instrument ugodite za mjerenje istosmjerne struje do 200 mA. Spojite bateriju te izmjerite struju potrošnje u trenutku kad se iz zvučnika čuje zvuk. Podatak dobiven mjerenjem upišite u Tablicu 4.

Tablica 4. Izmjerena potrošnja struje

| Potrošnja struje |
|------------------|
| mA |

Mjerenje je gotovo, pa odvojite bateriju!

OPIS MOŽEBITNIH POBOLJŠANJA

Ako imate bilo kakve zamisli u vezi s poboljšanjem ili nadogradnjom izrađenog uređaja, opišite ih unutar predviđenog prostora na stranici 9.

Nekoliko savjeta:

- Nemojte brzati, imate dovoljno vremena.
- Sitničavost i točnost pridonijet će izgledu i funkcionalnosti uređaja.
- Pazite na redoslijed radnih operacija.
- Vodite brigu o rasporedu pribora, alata, materijala i uputa na radnom mjestu.
- Primijenite mjere zaštite na radu, pogotovo kad radite s nožem i vrućim lemilom. Također, vrlo je važno da ne činite spojeve ukratko.
- Pripazite kako okrećete elemente koji su polarizirani, elektrolitske kondenzatore i integrirane sklopove.
- **Ako neki element izgubite, pozovite ocjenjivačko povjerenstvo da vam uruči novi, no imajte na umu da u konačnici za svaki dodatni element dobivate jedan negativni bod.**
- Tijekom rada napravite i pokoju fotografiju (ili videosnimku) kako biste kasnije imali dovoljno materijala za izradu prezentacije.

Prostor za računanje prema uputama sa stranice 6.

PROSTOR ZA RAČUNANJE

Zaokružene vrijednosti:

$R_{(za R6 + R7)} = \underline{\hspace{2cm}} k\Omega$

$R_{(za R9 + R10)} = \underline{\hspace{2cm}} k\Omega$

Postavite zadatke, napišite zadane vrijednosti, upišite osnovnu formulu te iz nje izvedite formulu za R , uvrstite vrijednosti, izračunajte. Dobivene vrijednosti za R zaokružite.

NAPOMENA! Dobivene decimalne brojeve za R zaokružite naviše ako je broj iza decimalnog zareza 5 ili veći, a naniže ako je broj iza decimalnog zareza 4 ili manji (na primjer, 22,5 treba zaokružiti na 23, a 22,4 treba zaokružiti na 22)

Nakon matematičkog izračuna vratite se na stranicu 7.!

Opis možebitnih smislenih poboljšanja i nadogradnje (što ih bude više, donijet će više bodova!):

Zadatak je gotov pa pozovite članove povjerenstva kako bi vam vrednovali rad te vam uručili upute za izradu prezentacije.

| Zaporka: | Datum: | Maksimalan broj bodova: |
|----------|--------|-------------------------|
| | | 50 |

Napomena! Državno će povjerenstvo uzeti ovu stranicu 10. kako bi detaljno proučilo što ste napisali pri opisu možebitnih poboljšanja i provjerilo izračune otpora otpornika!