



8. RAZRED
ELEKTRONIKA – RJEŠAVANJE PRAKTIČNOG ZADATKA
ŽUPANIJSKA RAZINA
ŠKOLSKA GODINA 2025. – 2026.
NAZIV TEME:
Umnožavanje istosmjernog napona

OPIS

Dobivanje napona napajanja sklopovima za umnožavanje rijetko se primjenjuje u tranzistorskoj tehnici. Napon se uglavnom mora sniziti da bi se od 230 V gradske mreže došlo do potrebne niske vrijednosti za uobičajeno napajanje tranzistora, no ponekad visoki naponi trebaju i primjenjuju se, na primjer, za bljeskalice, vakuumske cijevi, za svjećice u automobilu i slično. S obzirom na to da je način umnožavanja vrlo zanimljiv i jednostavan, valja to proučiti.

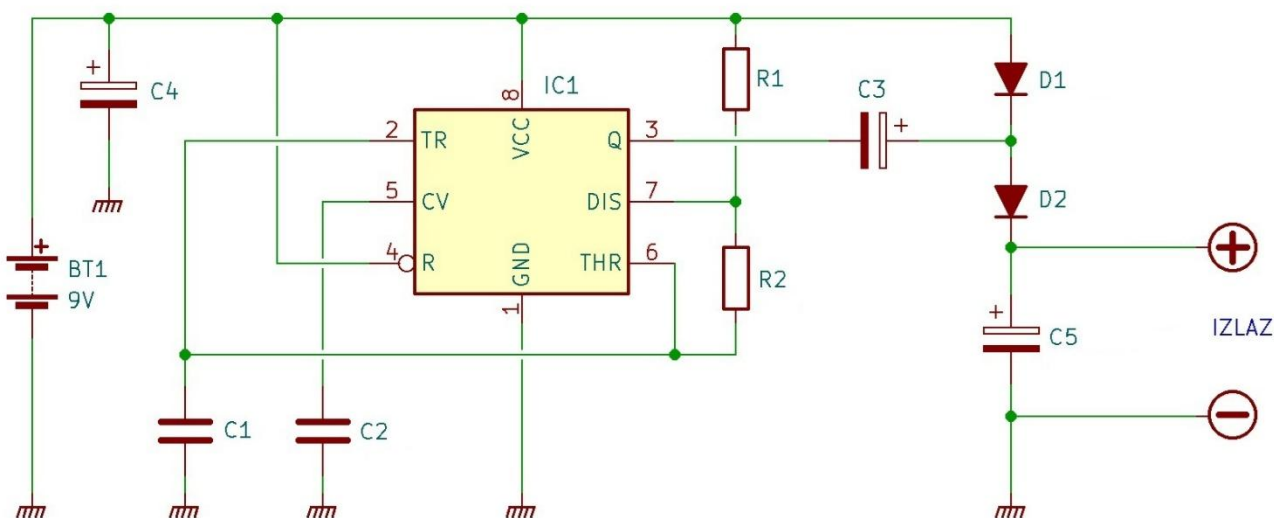
ZADATAK

Na eksperimentalnoj pločici na ubadanje sastavite sklop za umnožavanje napona te ispitajte njegove mogućnosti.

Kad zatrebate napon koji je viši od napona baterije koju imate na raspolaganju, trebate uređaj s dva sklopa:

1. sklop astabilnog multivibratora za dobivanje impulzivnog istosmjernog napona
2. sklop za udvostručavanje napona.

Proučite Sliku 1.



Slika 1. Elektronička shema uređaja za umnožavanje napona

Kako uređaj radi?

Astabilni multivibrator (IC1) proizvodi impulse koji se dobivaju na izvodu 3. To je kvadratni oblik napona koji ima dvije razine, logičku razinu 1 (9 V) i logičku razinu 0 (0 V).

Sklop za udvostručavanje čine diode D1 i D2 i elektrolitski kondenzatori C3 i C5.

Kad se na izvodu 3 IC1 dobije logička razina 0 (0 V), poteče struja: +9 V BT1 > D1 > C3 > izvod 3 IC1 > izvod 1 IC1 > masa (minus BT1). Kondenzator C3 se nabije do vršne vrijednosti napona baterije.

U trenutku kad se na izvodu 3 IC1 promijeni stanje na logičku razinu 1 (9 V), tada poteče struja: izvod 3 IC1 > C3 > D2 > C5 > masa (minus BT1). Kondenzator C5 u tom se trenutku nabija na dvostruku vrijednost napona pa se na IZLAZU iz uređaja dobiva gotovo dvostruki napon baterije. **Zašto tako?**

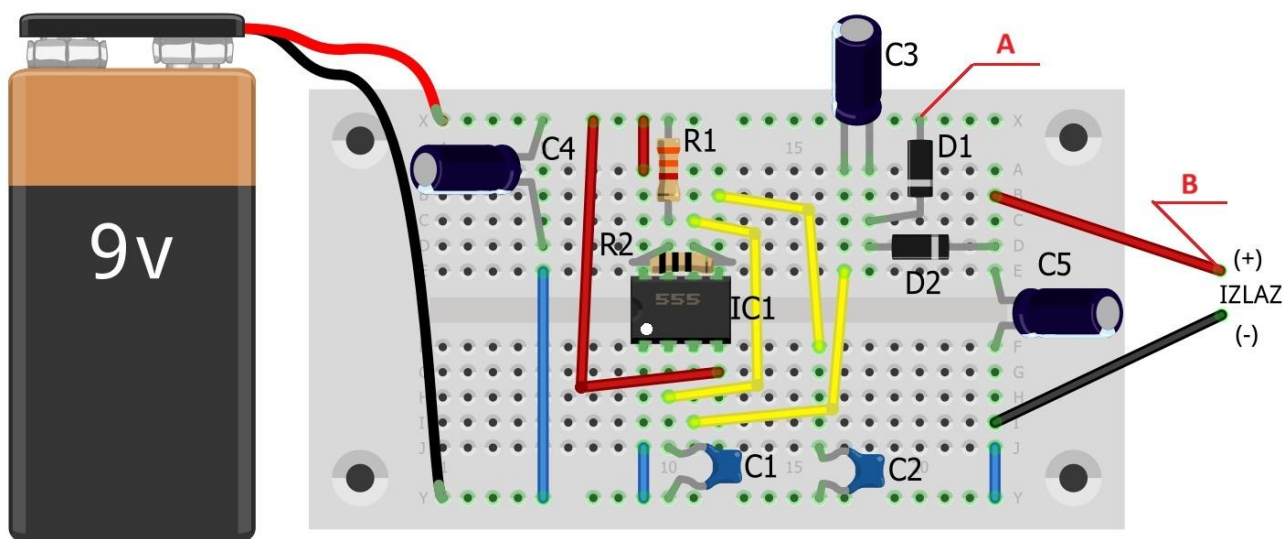
Kako bi vam to bilo potpuno jasno, prisjetite se primjera iz prakse. Kad u seriju spojite dvije baterije od 1,5 V, dobit ćete napon 3 V, zar ne?

Tako je i ovdje, napon na izvodu 3 IC1 je 9 V i kondenzator C3 nabijen je na napon od 9 V. U serijskom su spoju ($9\text{ V} + 9\text{ V}$), pa se kondenzator C5 nabija do 18 V.

Ovdje valja napomenuti da su, radi lakšeg razumijevanja, upisani naponi zaokruženih vrijednosti. Naime, već ste na školskoj razini natjecanja naučili da se na ispravljačkim silicijevim diodama ostvaruje pad napona od oko 0,7 V. Ovdje imamo dvije diode, pa će stvarni napon na IZLAZU iz uređaja biti za toliko niži, a to ćete provjeriti mjerenjem u praznom hodu, bez priključenog trošila. Nadalje, kad budete mjerili napon IZLAZA s priključenim trošilom, ustanovit ćete da dolazi do dodatnog pada napona. Kako bi se ovaj drugi gubitak sveo na minimum i kako bi se na IZLAZU dobio što je moguće stabilniji istosmjerni napon, valja pravilno dimenzionirati elektrolitske kondenzatore te valja ugoditi frekvenciju astabilnog multivibratora. Idealna frekvencija za ovaj uređaj iznosi $f = 3000\text{ Hz}$.

Praktični rad

Prema elektroničkoj shemi (Slika 1) i montažnoj shemi (Slika 2) sastavite uređaj za umnožavanje napona baterije na eksperimentalnoj pločici na ubadanje.



Slika 2. Montažna shema uređaja za umnožavanje napona

Popis elemenata:

R1 = $3300\ \Omega$

R2 = vidjeti tekst u nastavku!

C1 = 10 nF, poliesterski ili keramički kondenzator

C2 = 10 nF, poliesterski ili keramički kondenzator

C3 = $47\ \mu\text{F}$ / 63 V (100 V), elektrolitski kondenzator

C4 = $47\ \mu\text{F}$ / 63 V (100 V), elektrolitski kondenzator

C5 = $47\ \mu\text{F}$ / 63 V (100 V), elektrolitski kondenzator

D1 = 1N4148 (1N4150), ispravljačka dioda

D2 = 1N4148 (1N4150), ispravljačka dioda

IC1 = NE555, integrirani sklop

Bt1 = baterija 9 V

Proračun otpornika

Maksimalna jačina struje koju je moguće dobiti na izlazu iz uređaja ne ovisi samo o kapacitetu kondenzatora C3 i C5 nego i o frekvenciji impulzivnog napona na izvodu 3 integriranog sklopa. Pritom, što je frekvencija viša, dobiva se jača struja. Već je prije rečeno da je za ovaj uređaj idealna frekvencija $f = 3000\text{ Hz}$.

S obzirom na to da frekvencija ovisi o vrijednostima kondenzatora $C1$ i otpornika $R1$ i $R2$, iz vrećice koju ste dobili trebate izabrati vrijednost $R2$ koju ćete izračunati. Prilikom proračuna koristite se sljedećom izvedenom formulom:

$$R2 = [1440 / (C1 \times f) - R1] / 2$$

Napomena: u ovoj se formuli $R2$ dobiva u $k\Omega$ ako se vrijednost $R1$ izrazi u $k\Omega$, $C1$ u μF , a f u Hz.

S obzirom na to da u vrećici koju ste dobili ima veći broj otpornika, izaberite onaj čija je vrijednost najbliža onoj koju ćete dobiti proračunom.

Prostor predviđen za vaš proračun, Tablica 1.

| | |
|------------------------------|-----------------|
| Prostor za računanje: | Zaporka: |
| | |

Tablica 1. Napišite zadane vrijednosti, prepisite gornju formulu, uvrstite vrijednosti i izračunajte $R2$.

U Tablicu 2 upišite koji ćete otpornik iz vrećice izabrati.

| |
|------------------------|
| $R2$ |
| Ω |

Tablica 2. Izabirem ovaj otpornik

Provjera funkcionalnosti

Kad završite spajanje (uključujući i otpornik $R2$), provjerite funkcionalnost uređaja. Kao trošilo, na IZLAZ iz uređaja spojite aktivni *buzzer* koji ste dobili (Slika 3).



Slika 3. Aktivni *buzzer*. Pripazite na polaritet, crvena žica ide na plus, a crna na minus.

Priključite bateriju. Ako je sve kako valja, čut ćete prodorno pištanje iz *buzzera*. Isključite bateriju i počnite s mjerenjima.

Mjerenja

Pri prvom mjerenju skinite *buzzer* tako da ne pišti te priključite bateriju.

Mjerenje I.

Između točke A (pogledajte montažnu shemu!) i zajedničke mase izmjerite napon baterije prilikom praznog hoda. Rezultat upišite u Tablicu 3.

| |
|----------------------------|
| Napon baterije (I.) |
| V |

Tablica 3. Upišite izmjereni napon baterije pri praznom hodu.

Mjerenje II.

Između točke B (pogledajte montažnu shemu!) i zajedničke mase izmjerite napon IZLAZA prilikom praznog hoda. Rezultat upišite u Tablicu 4.

| |
|---------------------------|
| Napon IZLAZA (II.) |
|---------------------------|

V

Tablica 4. Upišite izmjereni napon na IZLAZU kod praznog hoda

Ako je sve kako valja, trebali biste dobiti napon IZLAZA koji je približno 1,4 V ($2 \times 0,7$ V) niži od napona baterije.

Mjerenje III.

Spojite *buzzer* tako da pišti.

Između točke B i zajedničke mase izmjerite napon IZLAZA prilikom pištanja *buzzera*. Rezultat upišite u Tablicu 5.

| |
|---------------------|
| Napon IZLAZA (III.) |
| V |

Tablica 5. Upišite izmjereni napon na IZLAZU dok je trošilo priključeno.

Ako je sve kako valja, napon IZLAZA dodatno će se sniziti.

Eksperiment

Buzzer koji ste dobili, ispravno radi na bilo kojemu naponu od 3 V do 24 V. Pritom, što je priključen napon viši, to je pištanje jače i prodornije. To dokažite tako da usporedite pištanje dok je *buzzer* spojen na IZLAZ (mjerna točka B), a potom na plus baterije (mjerna točka A).

Ako je sve kako valja, osjetit ćete razliku u intenzitetu zvuka.

Zadatak je gotov. Isključite bateriju.

Ako imate bilo kakvu zamisao za poboljšanje ovog sklopa, upišite je ovdje dolje.

Opis možebitnog poboljšanja:

Kad završite, pozovite ocjenjivačko povjerenstvo koje će vrednovati i fotodokumentirati vaš rad!

Na posebnom papiru napišite natuknice o onome što smatrate važnim za prezentiranje. Prezentaciju možete izvesti usmeno ili uz pomoć računala (računalo nije uvjet i ne boduje se posebno). SRETNOST!

Nekoliko savjeta

Nemojte brzati, imate dovoljno vremena. Pazite kako okrećete integrirani sklop, diode, elektrolitske kondenzatore i *buzzer* jer ti su elementi polarizirani. Kad sve završite, isključite bateriju. Elementima nemojte kratiti nožice. Sitničavost i točnost spajanja pridonijet će izgledu i funkcionalnosti sklopa. Pazite na redoslijed radnih operacija i odabir boja za prenosnice. Vodite brigu o urednom rasporedu pribora, alata, materijala i uputa na radnom mjestu. Primijenite mjere zaštite pri radu. **Također, vrlo je važno da ne činite spojeve ukratko, jer ako spojite ukratko izvode IZLAZA ovog uređaja, oštetit će se dioda D2, a potom će stradati IC1!**

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