

**8. RAZRED**  
**ELEKTRONIKA – RJEŠAVANJE PRAKTIČNOG ZADATKA**  
**DRŽAVNA RAZINA**  
**ŠKOLSKA GODINA 2020. - 2021.**  
**NAZIV TEME:**  
**TAJMER**

**OPIS**

Tajmer je električni, elektronički, računalni ili mehanički uređaj koji može automatski izvršiti jednu ili više radnji u unaprijed postavljenim vremenskim intervalima, omogućujući uključivanje/isključivanje uređaja, aparata, naprava ili strojeva.

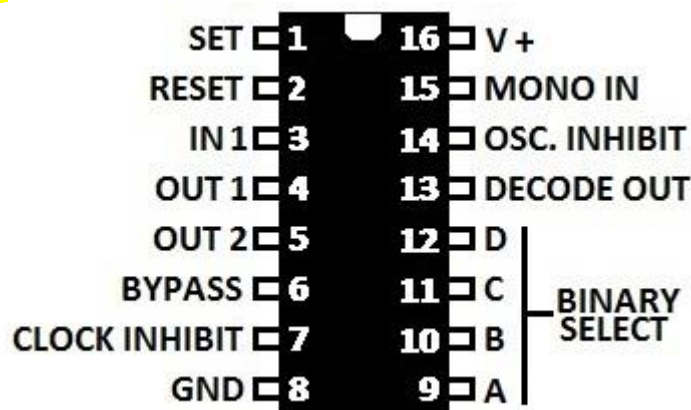
**ZADATAK**

Sagraditi tajmer s integriranim sklopom CD4536 i proučiti njegovu funkcionalnost.

Svakome se katkad ukazuje potreba za držanjem bilo kojeg električnog aparata uključenim unutar nekog predodređenog vremena. To može biti i najobičnija stolna električna lampa. Kako bi se to postiglo treba imati pravovaljani tajmer.

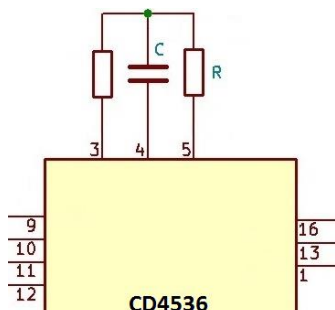
Za to se uobičajeno koristi integrirani sklop NE555 (kojega ste upoznali na županijskoj razini natjecanja), no postoje i drugi kao na primjer CD4536 (Slika 1.) CD4536 je vrlo precizan, a daje se programirati za vremenske intervale u sekundama, minutama, satima i danima.

**Integrirani sklop CD4536**



Slika 1. Raspored izvoda integriranog sklopa CD4536

Unutar integriranog sklopa ugrađen je oscilatorni sklop koji generira osnovnu frekvenciju (izvodi 3, 4 i 5). Visina generirane frekvencije ovisi o vanjskom kapacitetu kondenzatora C i o vanjskom otporu otpornika R, Slika 2.



Slika 2. Frekvencija ugrađenog oscilatornog sklopa unutar CD4536 ovisi o kapacitetu C i otporu R  
Frekvenciju koju generira sklop moguće je izračunati uz pomoć formule:

$$f = \frac{1}{3 \times R \times C}$$

1

**Preporuka: prije započinjanja praktičnog rada pročitajte sve stranice koje su pred vama!**

Frekvencija  $f$  izražena je u Hz (hercima) kad je otpor  $R$  izražen u  $\Omega$  (omima), a kapacitet  $C$  u F (faradima). Za brže i jednostavnije računanje moguće je koristiti istu formulu u ovom obliku:

$$f = \frac{333\,000}{R \times C}$$

Ovdje je frekvencija izražena u Hz kad se uvrsti otpor u  $k\Omega$ , a kapacitet u nF.

Nadalje, ugađanjem logičkih razina na izvodima 9, 10, 11 i 12 integriranoga sklopa moguće je mijenjati tu osnovnu frekvenciju  $f$ .

Tablica 1. prikazuje sve faktore dijeljenja koje je moguće dobiti spajanjem spomenutih izvoda u raznim kombinacijama prema plusu napajanja (logička razina 1) ili prema masi (logička razina 0).

IZVOD 9	IZVOD 10	IZVOD 11	IZVOD 12	FAKTOR DIJELJENJA
0	0	0	0	512
1	0	0	0	1024
0	1	0	0	2048
1	1	0	0	4096
0	0	1	0	8192
1	0	1	0	16 384
0	1	1	0	32 768
1	1	1	0	65 536
0	0	0	1	131 072
1	0	0	1	262 144
0	1	0	1	524 288
1	1	0	1	1 048 576
0	0	1	1	2 097 152
1	0	1	1	4 194 304
0	1	1	1	8 388 608
1	1	1	1	16 777 216

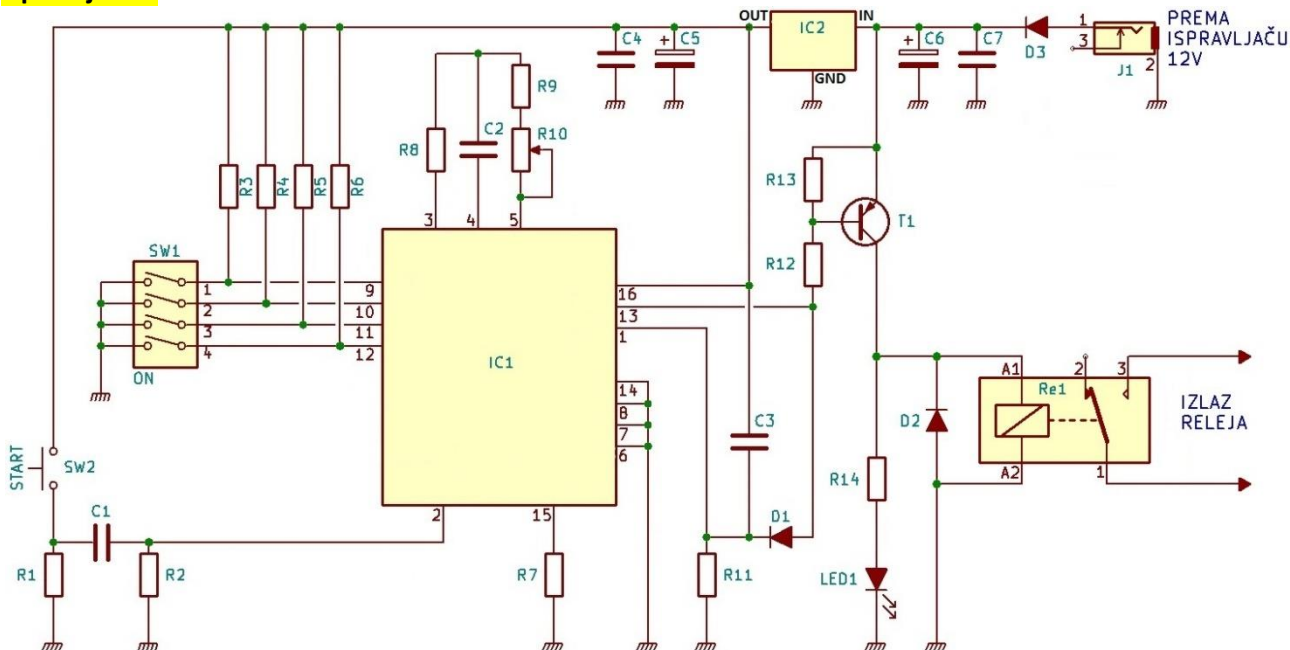
Tablica 1. Promjenom logičkih razina na navedenim izvodima integriranog sklopa dobivaju se različiti faktori dijeljenja koji mijenjaju osnovnu frekvenciju

Kad je poznata osnovna frekvencija ugrađenog oscilatornog sklopa i kad se ugodu faktor dijeljenja moguće je izračunati vrijeme tajmera ovom formulom:

$$\Delta t = \frac{\text{FAKTOR DIJELJENJA}}{2 \times f}$$

Vrijeme  $\Delta t$  izraženo je u s (sekundama) kad se frekvencija  $f$  uvrsti u Hz.

## Opis tajmera



Slika 3. Elektronička shema tajmera

Pratite elektroničku shemu sa Slike 3. Radi bržeg i lakšeg mijenjanja vremena tajmera ugrađen je kombinirani prekidač (eng. *dip-switch*) SW1 kojim ugađate logičke razine na izvodima 9, 10, 11 i 12 integriranog sklopa. Kad su pojedini segmenti SW1 preključeni na ON spomenuti izvodi se nalaze na niskoj logičkoj razini (logička razina 0) zbog spoja prema masi, a kad su na OFF onda su na visokoj logičkoj razini (logička razina 1) zbog otpornika R3, R4, R5 i R6.

Radi preciznog ugađanja vremena tajmera koje ovisi o frekvenciji, oscilatornom sklopu je u seriju s otpornikom R9 dodan polu-promjenljivi potenciometar R10.

Kod pritiska tipkala SW2 (START) pali se svjetleća dioda LED1 koja svjetli do isteka vremena kojega ste odredili ugađanjem preklopnika SW1.

Tajmer je vrlo precizan, no valja napomenuti da ćete zbog tolerancije kondenzatora C2 morati ugoditi polu-promjenljivi potenciometar R10.

Relej Re1 je elektromehanička izmjenična sklopka. Svaki put kada startate tajmer proraditi će relej koji će uključiti/isključiti neki vanjski strujni krug, na primjer stubišnu rasvjetu.

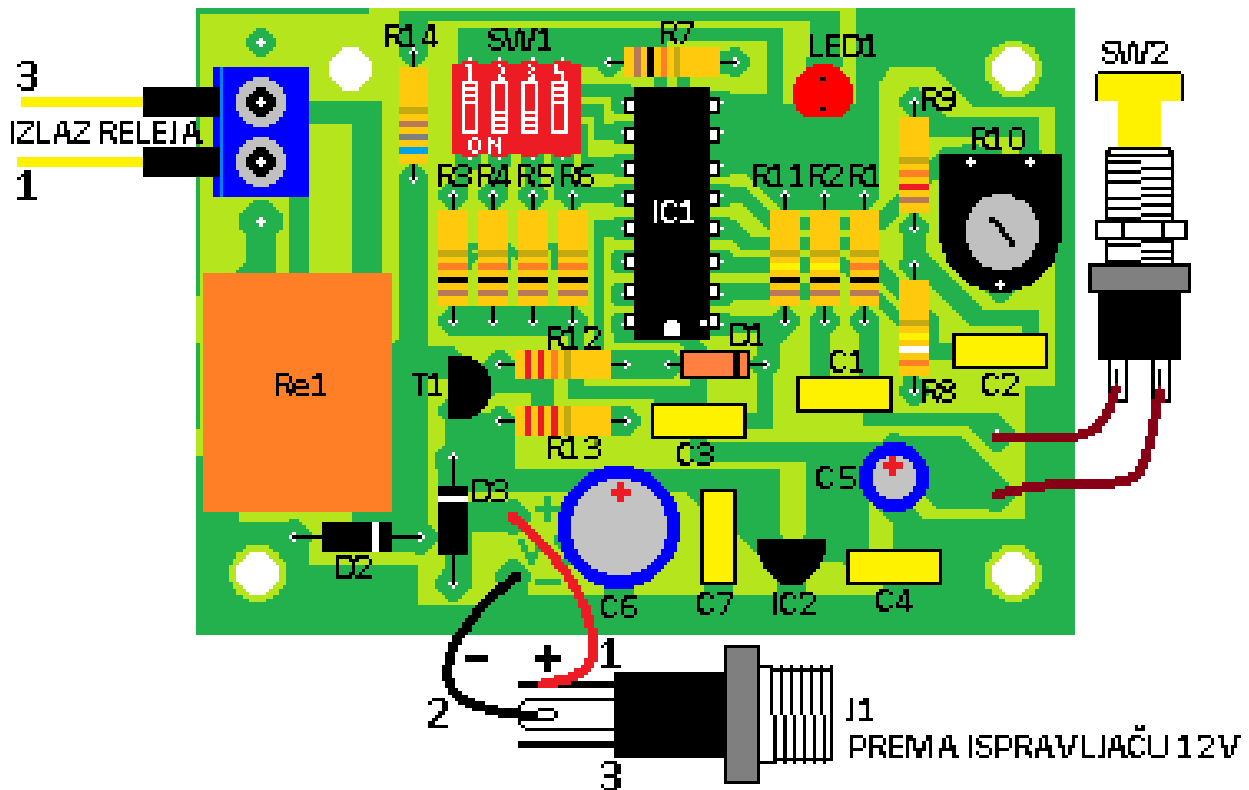
Za napajanje tajmera trebate stabilizirani ispravljač kojega ste ponijeli. Njegov izlazni napon trebate ugoditi na 12 V (volti). Taj je napon izabran jer je potreban releju. Integrirani sklop CD4536 treba napon od 9 V.

Radi toga dodan je integrirani sklop IC2 (78L09) koji 12 V stabilizira na 9 V. Nadalje, dodano je nekoliko kondenzatora za dopunsko stabiliziranje napona i filtriranje možebitnih smetnji (C4, C5, C6 i C7).

Ispravljačka dioda D3 štiti strujni krug od obrnutog polariteta napajanja, a D2 štiti tranzistor T1 od invertiranog napona koji se generira u trenutku isključivanja releja.

## Gradnja sklopa

Prema montažnoj shemi sa Slike 4. zalemite sve potrebne elemente na tiskanu pločicu koju ste dobili.



Slika 4. Montažna shema tajmera sa strane elemenata

### Popis potrebnih dijelova:

NAPOMENA! Popis slijedi preporučeni redoslijed lemljenja.

- R1 = 10 k $\Omega$ ;
- R2 = 100 k $\Omega$ ;
- R3 = 10 k $\Omega$ ;
- R4 = 10 k $\Omega$ ;
- R5 = 10 k $\Omega$ ;
- R6 = 10 k $\Omega$ ;
- R7 = 10 k $\Omega$ ;
- R8 = 390 k $\Omega$ ;
- R9 = 12 k $\Omega$ ;
- R11 = 100 k $\Omega$ ;
- R12 = 22 k $\Omega$ ;
- R13 = 2,2 k $\Omega$ ;
- R14 = 680  $\Omega$ ;
- D1 = 1N4148;
- D2 = 1N4007;
- D3 = 1N4007;
- DIL16 = podnožje za IC1;
- R10 = 50 k $\Omega$ , polu-promjenljivi potencijometar;
- C1 = 100 nF;
- C2 = 100 nF;
- C3 = 100 nF;
- C4 = 100 nF;
- C7 = 100 nF;
- T1 = BC327;

IC2 = 78L09;

SW1 = 4 kombinirana prekidača u nizu;

plava dvopolna stezaljka;

C5 = 100  $\mu$ F / 25 V;

C6 = 470  $\mu$ F / 35 V;

Re1 = relej RAS1210

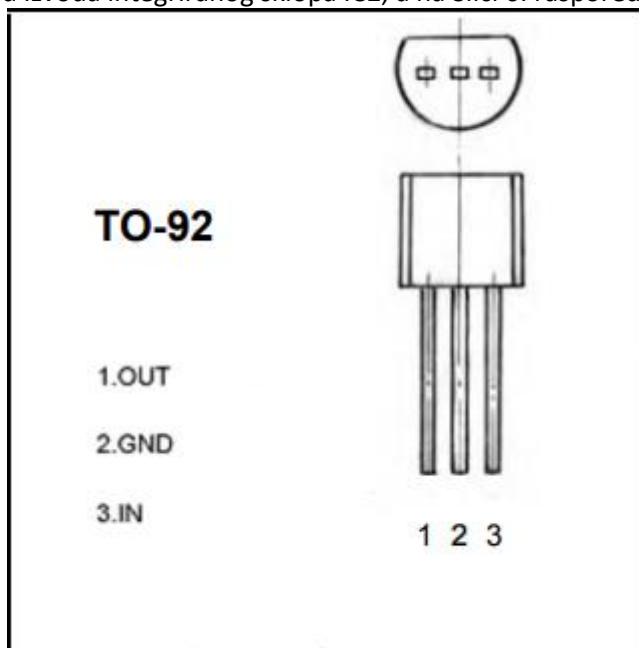
LED1 = crvena svjetleća dioda,  $\varnothing$  5 mm (LED-icu ne gurati nisko prema tiskanoj pločici, neka je uzdignuta koliko su joj dugački izvodi, oko 20 mm);

SW2 = tipkalo (spojiti ga preko dviju tanjih izoliranih žica);

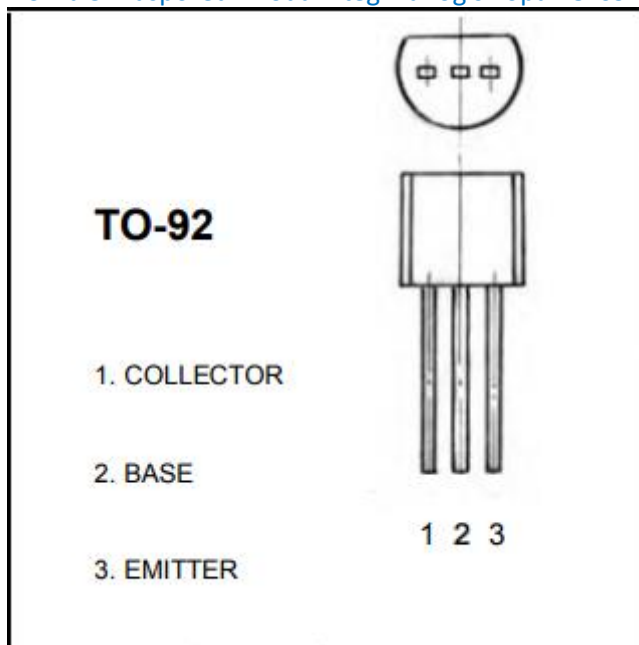
J1 = priključak za vanjski izvor napajanja (spojiti ga preko dviju debljih izoliranih žica, crvena prema plusu, a crna prema minusu napajanja);

IC1 = CD4536 utaknuti u podnožje.

Na Slici 5. vidljiv je raspored izvoda integriranog sklopa IC2, a na Slici 6. raspored izvoda tranzistora T1.



Slika 5. Raspored izvoda integriranog sklopa 78L09



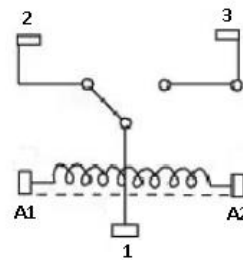
Slika 6. Raspored izvoda tranzistora BC327

Na Slici 7. vidljiv je raspored izvoda ženskog konektora J1.



Slika 7. Raspored izvoda ženskog konektora za spoj sa ispravljačem. Plus na 1, minus na 2, a 3 ostaje slobodan

Raspored izvoda releja vidljiv je na Slici 8.



Slika 8. Izgled releja RAS1210 i raspored njegovih izvoda

Nakon lemljenja, lupom (povećalom) provjerite sve spojeve u potrazi za možebitnim spojevima ukratko. Ako takvo mjesto postoji onda ga najprije odlemite upotrebom vakuumske pumpe, a potom nanovo zalemite.

Priključite stabilizirani ispravljač na J1, a SW1 ugodite tako da su sve sklopke na ON. Provjerite funkcionalnost tajmera pritiskom na tipku START. LED-ica mora zasvijetliti, a relej se mora oglasiti klikom. Kasnije ćete detaljno provjeriti funkcionalnost tajmera.

U Tablici 2. pronaći ćete sva vremena koja možete postići ovim tajmerom.

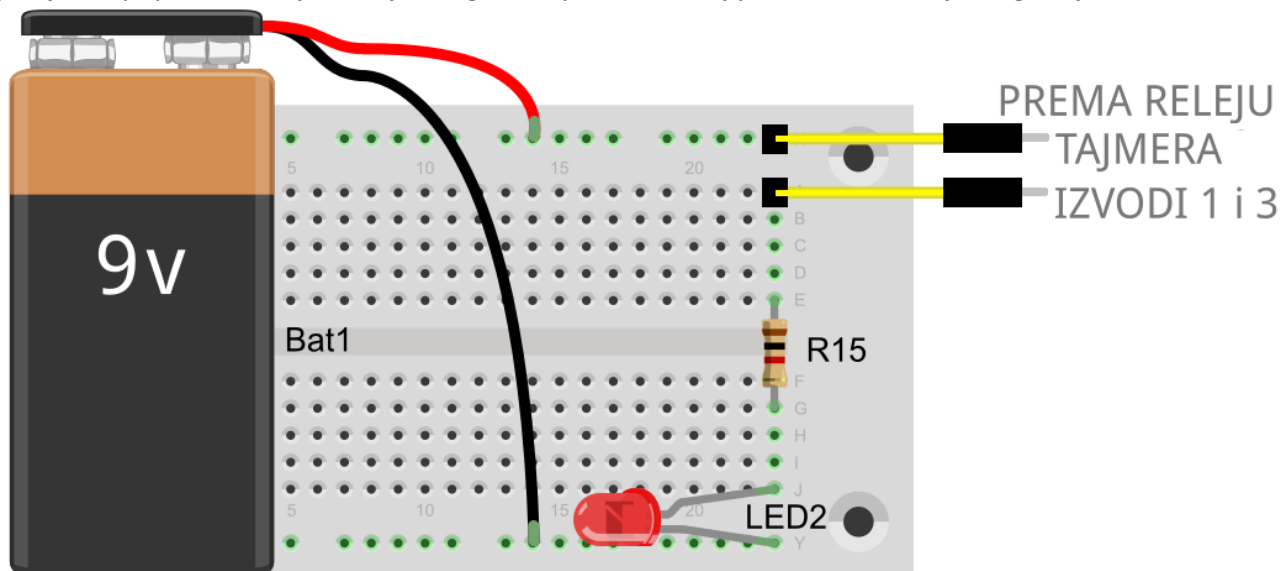
SW1 1	SW1 2	SW1 3	SW1 4	VREMENA minimalna/maksimalna
ON	ON	ON	ON	1 s – 5 s
OFF	ON	ON	ON	2 s – 10 s
ON	OFF	ON	ON	4 s – 19 s
OFF	OFF	ON	ON	8 s – 38 s
ON	ON	OFF	ON	15 s – 60 s
OFF	ON	OFF	ON	30 s – 120 s
ON	OFF	OFF	ON	1 min – 5 min
OFF	OFF	OFF	ON	2 min – 10 min
ON	ON	ON	OFF	4 min – 20 min
OFF	ON	ON	OFF	8 min – 40 min
ON	OFF	ON	OFF	15 min – 60 min
OFF	OFF	ON	OFF	31 min – 120 min
ON	ON	OFF	OFF	1 h – 5 h
OFF	ON	OFF	OFF	2 h – 10 h
ON	OFF	OFF	OFF	4 h – 21 h
OFF	OFF	OFF	OFF	8 h – 43 h

Tablica 2. Minimalna i maksimalna vremena mogu varirati +/- 5 %, a razlog je tolerancija kondenzatora i polu-promjenljivog potencijometra

Ako tajmeru ikad poželite produžiti vremena tako da premašuju 3 – 4 dana trebat ćete povisiti kapacitet kondenzatora C2. Za to se ne preporučaju elektrolitski kondenzatori jer imaju toleranciju od 40 %, rađe koristite poliesterske ili keramičke kondenzatore.

### Provjera funkcionalnosti

Na plavu dvopolnu stezaljku tiskane pločice priključite i vijcima stegnite dvije žute prenosnice koje ste ponijeli te pripremite vanjski strujni krug na eksperimentalnoj pločici na ubadanje. Pogledajte Sliku 9.



Slika 9. Montažna shema vanjskog strujnog kruga za ispitivanje funkcionalnosti tajmera

Popis potrebnih dijelova:

R15 = 1 k $\Omega$ ;

LED2 = crvena svjetleća dioda,  $\varnothing$  5 mm;

Bat1= baterija od 9 V s pripadajućim priključkom;

eksperimentalna pločica na ubadanje;

dvije žute prenosnice.

Tako pripremljenim strujnim krugom ispitajte funkcionalnost tajmera.

Sklopku SW1 tajmera namjestite prema Tablici 2. za vremena od 1 minute do 5 minuta.

Uz pomoć štoperice izmjerite, a preko R10 odvijačem ugodite vrijeme na točno jednu i pol minutu (1,5 min).

Tako ugođeno vrijeme do daljnega ostavite nedirnutu.

Isključite bateriju i stabilizirani ispravljač. Eksperimentalnu pločicu nemojte odvajati od tajmera. Praktični dio zadatka je gotov.

### Izračunavanje vremena tajmera

U ovom dijelu zadatka dat je primjer izračuna vremena tajmera kad su sva četiri prekidača SW1 u položaju ON. Uzeta su u obzir dva krajnja položaja polu-promjenljivog potencijometra R10.

Prvo treba izračunati osnovnu frekvenciju koju generira IC1.

**Poznati su slijedeći podaci:**

R9 = 12 k $\Omega$ ;

R10 = 50 k $\Omega$ ;

C2 = 100 nF.

Koristi se ova formula:

$$f = \frac{333\,000}{R \times C}$$

Otpornik R je u stvari serijski spoj R9 i R10 pa je  $R = R9 + R10$ .

Dvije su mogućnosti, kad je klizač polu-promjenljivog potencijometra R10 skroz ulijevo onda je njegov otpor 0 kΩ, a kad je klizač skroz udesno onda je njegov otpor 50 kΩ.

Radi toga treba izračunati dvije krajnje frekvencije:  $f_{max}$  i  $f_{min}$ .

Prema tome  $f_{max}$  je:

$$f_{max} = \frac{333\,000}{(R9+R10min) \times C2}$$

$$f_{max} = \frac{333\,000}{(12+0) \times 100}$$

$$f_{max} = \frac{333\,000}{1200}$$

$$f_{max} = 277,5 \text{ Hz,}$$

a  $f_{min}$  je:

$$f_{min} = \frac{333\,000}{(R9+R10max) \times C2}$$

$$f_{min} = \frac{333\,000}{(12+50) \times 100}$$

$$f_{min} = \frac{333\,000}{6200}$$

$$f_{min} = 53,71 \text{ Hz.}$$

Sad kad su poznate krajnje frekvencije (minimalna i maksimalna) treba izračunati vrijeme tajmera gdje su svi prekidači SW1 ugođene na ON. Iz Tablice 1. vidljivo je da će za 0000 (sva četiri prekidača na ON) trebati faktor dijeljenja 512.

**Poznati su slijedeći podaci:**

FAKTOR DIJELJENJA = 512;

$f_{max} = 277,5 \text{ Hz;}$

$f_{min} = 53,71 \text{ Hz.}$

Koristi se ova formula:

$$\Delta t = \frac{\text{FAKTOR DIJELJENJA}}{2 \times f}$$

Prema tome  $\Delta t_{min}$  je:

$$\Delta t_{min} = \frac{\text{FAKTOR DIJELJENJA}}{2 \times f_{max}}$$

$$\Delta t_{min} = \frac{512}{2 \times 277,5}$$

$$\Delta t_{min} = 0,92 \text{ s,}$$

a  $\Delta t_{max}$  je:

$$\Delta t_{max} = \frac{\text{FAKTOR DIJELJENJA}}{2 \times f_{min}}$$

$$\Delta t_{max} = \frac{512}{2 \times 53,71}$$

$$\Delta t_{max} = 4,77 \text{ s.}$$

Može se ustanoviti da je za položaj kombiniranog prekidača SW1 kad su sva četiri na ON moguće ugoditi bilo koje vrijeme između 1 sekunde (0,92 s) i 5 sekundi (4,77 s) jednostavnim zakretanjem klizača R10. **Vi ste na redu.** Paralelno kondenzatoru C2 = 100 nF trebate spojiti još jedan zamišljeni kondenzator C<sub>x</sub> = 100 nF (ovaj dodatni kondenzator služi samo za ovaj proračun, zato ga u stvarnosti **ne trebate** spajati na tiskanu pločicu). Trebate znati da je ukupan kapacitet C za paralelan spoj kondenzatora jednak zbroju pojedinih kondenzatora, C = C2 + C<sub>x</sub>. Neka otpornici ostanu isti: R9 = 12 kΩ i R10 = 50 kΩ. U prostoru za računanje trebate izračunati vrijeme tajmera, a u Tablicu 3. trebate upisati dobivene rezultate za slučaj kad su sva četiri prekidača SW1 u položaju OFF. Također, trebate uzeti u obzir i dva krajnja položaja polu-promjenljivog potenciometra R10.

**NAPOMENA! Prostor za računanje i Tablica 3. nalaze se na 10. stranici ovih uputa. Kad ispunite traženo vraćate se na ovo mjesto i nastavljate s radom!**

### Mjerenje i ugađanje vremena

Zapornom urom (štopericom) **izmjerite minimalno i maksimalno vrijeme** tajmera kojega ste sastavili prema slikama 3. i 4. za slučaj kad su četiri prekidača SW1 u položajima kako slijedi:

1 – ON, 2 – OFF, 3 – ON i 4 – ON.

**Nakon mjerenja ugodite** polu-promjenljivi potenciometar R10 tako da se dobije **vrijeme tajmera  $\Delta t = 10$  s.** Rezultate mjerenja minimalnog i maksimalnog vremena upišite u Tablicu 4. koja se nalazi na stranici 10.

**To vrijeme ostavite ugođeno jer će ga ocjenjivačko povjerenstvo provjeravati!**

**NAPOMENA! Tablica 4. nalazi se na 10. stranici ovih uputa. Kad ispunite traženo vraćate se na ovo mjesto i nastavljate s radom!**

### Eksperiment

Dioda D1 koja je spojena između izvoda 1 i izvoda 13 integriranog sklopa IC1 služi za sprječavanje cikličkog ponavljanja djelovanja tajmera. To znači da se tajmer nakon isteka postavljenog vremena isključi i ostaje isključen. Međutim kad se ta dioda ukloni tajmer će nakon isteka postavljenog vremena započeti novi ciklus. Drugim riječima, ako ste ugodili vrijeme tajmera na 10 sekundi te pritisnuli tipku START, LED-ica će se uključiti i svijetliti točno 10 sekundi. Nakon isteka tog vremena LED-ica će se isključiti i ostati ugašena slijedećih 10 sekundi. Nakon toga ciklus će se ponavljati u nedogled.

To eksperimentirajte. Na tiskanoj pločici pronađite diodu D1 te joj kliještama za sječanje presijecite jedan izvod tako da ona više nije u spoju. Pritisnite tipku START. LED-ica svijetli 10 sekundi. Nakon toga ugašena je 10 sekundi pa ponovno svijetli 10 sekundi i tako dalje.

Nakon obavljenog eksperimenta diodu **D1 ostavite nespojenu!**

**Isključite bateriju i stabilizirani ispravljač, eksperiment je gotov.**

### Posljednji zadatak

Ako imate bilo kakvu smislenu zamisao u vezi poboljšanja izrađenog uređaja opišite ju unutar predviđenog prostora na 10. stranici. Molimo Vas da pišete tiskanim slovima.

**Odmah nakon završetka svih zadataka, na adresu predsjednika povjerenstva za elektroniku pošaljite kopiju stranice 10. ovih uputa. Adresa je [cksmrn@hotmail.com](mailto:cksmrn@hotmail.com) . Nakon toga, pozovite povjerenstvo da vam vrednuje dosad učinjeno!**

### Nekoliko savjeta:

- Tijekom rada napravite pokoju fotografiju za prezentaciju.
- Vodite brigu o rasporedu pribora, materijala i uputa na radnom mjestu.
- Primijenite mjere zaštite pri radu.

**Prostor za računanje:**

U prostoru za računanje postavite zadatak, upišite formule, uvrstite vrijednosti te izračunajte frekvencije ( $f_{max}$  i  $f_{min}$ ) i vremena tajmera ( $\Delta t_{min}$  i  $\Delta t_{max}$ ) za slučaj kada su sva četiri prekidača SW1 u položaju OFF  
U Tablicu 3. upišite vremena tajmera koja ste dobili gornjim proračunom, ali iskažite ih u satima!

$\Delta t_{min}$	$\Delta t_{max}$
h	h

Tablica 3. Vremena dobivena proračunom iskazana u satima

**NAPOMENA!** Kad ispunite gornji prostor za računanje i Tablicu 3. vratite se do prethodne stranice ovih uputa i nastavite s radom od „Mjerenje i ugađanje vremena“!

$\Delta t_{min}$	$\Delta t_{max}$
s	s

Tablica 4. Upišite vremena dobivena mjerenjem

**NAPOMENA!** Kad ispunite Tablicu 4. vratite se do prethodne stranice ovih uputa i nastavite s radom od „Eksperiment“!

**Opis možebitnog poboljšanja:**

Ako imate bilo kakvu zamisao u vezi poboljšanja izrađenog uređaja opišite ju unutar predviđenog prostora, ovdje gore.

Ime i prezime:	Datum:	Broj bodova:

**NAPOMENA!** Ovu stranicu fotografirajte ili skenirajte te ju pošaljite predsjedniku povjerenstva za elektroniku radi detaljnog pregleda vašeg izračuna, dobivenih mjera i opisa poboljšanja!