Priručnik za projekte sa 555 tajmerom

Preko 45 projekata sa poznatim 555 čipom (kao i za 556, 558)

Dogan Ibrahim

Agencija Eho
www.infoelektronika.net

- Sva prava zadržana. Nijedan deo ove knjige ne sme biti reprodukovan u bilo kom materijalnom obliku, uključujući fotokopiranje ili slučajno ili nenamerno smeštanje na bilo koji elektronski medijum sa ili uz pomoć bilo kog elektronskog sredstva, bez pismenog odobrenja nosioca autorskih prava osim u skladu sa odredbama zakona o autorskim pravima, dizajnu i patentima iz 1988. godine ili pod uslovima izdatim od Copyright Licensing Agency Ltd, 90 Tottenham Court Road, London, England W1P 9HE. Prijave za pismene dozvole radi štampanja bilo kog dela ove publikacije upućuje se izdavaču ove knjige.

- Izjava: Autor i izdavač su uložili najveće napore da bi se obezbedila tačnost informacija sadržanih u ovoj knjizi. Autor i izdavač ne mogu da pretpostave neprijatnosti i ovom izjavom isključuju bilo kakvu odgovornost za bilo koju stranku koja bi imala gubitke ili štetu uzrokovanu greškama ili propustima u ovoj knjizi, bez obzira da li su greške ili propusti nastali usled nemara, nezgode ili bilo kog drugog razloga.

ISBN 978-86-80134-58-1
Priručnik za projekte sa 555 tajmerom

Naslov originala: The Book of 555 Timer Projects
Autor: Dr. Dogan Ibrahim

Prevod: Vladislav Stefanović
Recenzent: Vladimir Savić
Izdaje i štampa: Agencija Eho, Niš
e-mail: redakcija@infoelektronika.net

Tiraž: 200
Godina izdanja: 2025

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

004.383/.384

ИБРАХИМ, Доган, 1954-
Priručnik za projekte sa 555 tajmerom : preko 45 projekata sa poznatim 555 čipom (kao i za 556, 558) / Dogan Ibrahim ; [prevod Vladislav Stefanović]. - Niš : Agencija Eho, 2025 (Niš : Agencija Eho). - 139 str. : ilustr. ; 24 cm

Prevod dela: The Book of 555 Timer Projects. - Tiraž 200. - Bibliografija: str. 139.

ISBN 978-86-80134-58-1

a) Микроконтролери -- Примена

COBISS.SR-ID 163723273

Predgovor **8**

Poglavlje 1 • Uvod **10**

1.1 Pregled 10
1.2 Tipovi 555 tajmer čipova 10
1.3 Specifikacije 555 tajmer čipova 10
1.3.1 NE555P čip 11

Poglavlje 2 • Operacija 555 tajmer čipa **13**

2.1 Blok dijagram 13
2.2 Rad astabilnog kola 13
2.2.1 Upotreba nomograma 16
2.2.2 555 astabilni Online-calculator 17
2.2.3 Astabilno kolo sa radnim ciklusom manjim ili jednakim 50% 19
2.2.4 Astabilno kolo sa podesivim radnim ciklusom od 0% do 100% 21
2.2.5 Vrednosti komponenti sa zahtevanom frekvencijom i radnim ciklusom 22
2.2.6 Jednostavnije kolo za režim rada 50% 24
2.3 Rad monostabilnog kola 26
2.3.1 Korišćenje nomograma 28
2.3.2 Monostabilni online kalkulator 28
2.4 Rad bistabilnog kola 29
2.4.1 Korišćenje reset ulaza 29
2.4.2 Korišćenje pinova 2 i 6 30
2.5 Online program za projektovanje astabilnih i monostabilnih kola sa 555 tajmerom 31
2.6 Izlazna struja 555 tajmera 31
2.7 Upravljanje velikim opterećenjima 32
2.7.1 Korišćenje bipolarnog tranzistora 32
2.7.2 Korišćenje MOSFET tranzistora 32
2.7.3 Korišćenje releja 33

Poglavlje 3 • 555 tajmer projekti **34**

3.1 Pregled 34
3.2 Projekat 1: Trepćuća LED dioda 34
3.3 Projekat 2: Policijska svetla - Naizmenično trepćuće dve LED diode 36

3.4 Projekat 3: Promena brzine treptanja LED diode 38
3.5 Projekat 4: LED treperenje sa promenljivim radnim ciklusom 40
3.6 Projekat 5: Prekidač na dodir (Touch Sensor On/Off Switch) 43
3.7 Projekat 6: Prekidač na pritisak (Pushbutton On/Off Switch) 45
3.8 Projekat 7: Kašnjenje isključivanja (Switch-Off Delay) 46
3.9 Projekat 8: Kašnjenje uključivanja (Switch-On Delay) 48
3.10 Projekat 9: Svetlosno-zavisni zvuk (Light-dependent Sound) 49
3.11 Projekat 10: Senzor tame (Darkness Sensor) 52
3.12 Projekat 11: Senzor svetlosti (Light Sensor) 54
3.13 Projekat 12: Generator frekvencija (Astable Frequency Generator) 55
3.14 Projekat 13: Generator tonova (Tone Burst Generator) 57
3.16 Projekat 15: Tajmer dužeg trajanja sa dekadnim brojačem 60
3.17 Projekat 16: Tajmer sa dugim trajanjem i binarnim brojačem 63
3.18 Projekat 17: Naizmenično paljenje LED dioda 64
3.19 Projekat 18 LED Rulet 67
3.20 Projekat 19: Jednostavan kontroler za semafore 69
3.21 Projekat 20: Profesionalni kontroler za semafore 71
3.22 Projekat 21: Izlaz sa sinusnim talasom 73
3.23 Projekat 22: Tester kontinuiteta 76
3.24 Projekat 23: Jednostavna logička sonda 77
3.25 Projekat 24: Elektronska brava — bistabilni režim 79
3.26 Projekat 25: Elektronska brava — monostabilni režim 81
3.27 Projekat 26: Produženje monostabilnog trajanja — ponovno okidanje 82
3.28 Projekat 27: Uklanjanje smetnji prekidača 84
3.29 Projekat 28: Šmitovo kolo 85
3.30 Projekat 29: Monofonska igračka elektronska orgulja 87
3.31 Projekat 30: Osmotonska elektronska orgulja 90
3.32 Projekat 31: Alarm sa višestrukim senzorima 92
3.33 Projekat 32: Monostabilno kolo sa odabranim trajanjem 93
3.34 Projekat 33: Elektronski metronom 95
3.35 Multiplikatori konstantnog napona 97
3.35.1 Projekat 34: Udvostručavanje jednosmernog napona 97
3.35.2 Projekat 35: DC Trostruki napon 99

3.36 Projekat 37: Brojač sa 7-segmentnim LED displejom 100
3.37 Projekat 38: Dvocifreni brojač sa 7-segmentnim LED displejem 105
3.38 Projekat 39: LED Kockice 106
3.40 Projekat 41: Kontrola DC motora 111
3.41 Projekat 42: Kontrola servo motora 114
3.42 Projekat 43: Temperaturni alarm 116
3.43 Projekat 44: Regulator temperature 118
3.44 Projekat 45: Kontrola DC motora sa H-mostom 119
3.45 Projekat 46: Kviz sa najbržim prstom — Dva učesnika 122
3.46 Projekat 47: Kviz Brzi prsti — Šest učesnika u tri grupe 124
3.47 Korišćenje pin-a kontrole tajmera 555 126
3.47.1 Projekat 48: Oscilator sa naponskom kontrolom 126
3.47.2 Projekat 49: Jednostavna britanska policijska sirena 128
3.48 Projekat 50: naprednija britanska policijska sirena 130

Poglavlje 4 • Tajmer kolo 556 i 558 132

4.1 Pregled 132
4.2 Tajmer IC 556 132
4.3 Tajmer IC 558 132

Poglavlje 5 • CMOS verzija tajmera 555 136

5.1 Pregled 136
5.2 CMOS Tajmer LMC555 136

Poglavlje 6 • Spisak komponenti korišćenih u projektima 138

Dodatak • Bibliografija 139

Predgovor

555 IC tajmer, koji je prvobitno predstavio Signetics Corporation oko 1971. godine, verovatno je jedan od najpopularnijih analognih integrisanih kola ikada proizvedenih. Prvobitno nazvan *IC Time Machine*, ovaj čip je korišćen u mnogim projektima vezanim za tajmere i oscilatore od strane bezbrojnih ljudi tokom decenija. Čip pruža vrlo jeftinu konstrukciju monostabilnih, astabilnih i bistabilnih kola koristeći samo nekoliko spoljnjih pasivnih komponenata, kao što su otpornici i kondenzatori. Dodatni terminali su obezbeđeni za spoljašnje okidanje ili resetovanje čipa.

Od kada je postao komercijalno dostupan, razvijeni su mnogi novi i jedinstveni komercijalni, industrijski i kućni krugovi koristeći ovaj čip. 555 timer čip je prvobitno dizajniran koristeći tehnologiju bipolarnih juncionih tranzistora. Zanimljivo je napomenuti da je, nakon oko 50 godina, 555 čip i dalje vrlo popularan i koristi se u mnogim aplikacijama, iako CMOS verzije deluju popularnije u prenosnim aplikacijama sa niskom potrošnjom energije.

Tokom godina, izvedene su varijante osnovnog 555 timer čipa. 556 uključuje dva timer kola, dok 558 pruža četiri takva kola u jednom paketu. Godine 2017. izveštavano je da je godišnja proizvodnja 555 timer čipova prešla milijardu komada. Kao rezultat toga, poznat je kao najpopularniji IC ikada proizveden. Čip su proizvodili mnogi popularni proizvođači čipova, kao što su Intel, Texas Instruments, Signetics, Raytheon, STMicroelectronics i drugi.

Prvobitno se mislilo da je naziv dela „555“ potekao od činjenice da se unutar čipa koriste tri otpornika od 5 kΩ. Međutim, originalni proizvođači su naveli da je broj dela 555 bio proizvoljan i da je činjenica da čip sadrži tri otpornika od 5 kΩ bila slučajnost.

Ova knjiga se bavi nacrtima zasnovanih na 555 timer IC. U knjizi je dato više od 45 potpuno testiranih i dokumentovanih projekata. Svi projekti dati u knjizi su testirani od strane autora, konstruisani pojedinačno na maloj probnoj ploči. Čitaoci ne moraju imati iskustva u programiranju za konstrukciju ili korišćenje projekata datih u knjizi. Međutim, biće korisno ako čitaoci imaju osnovno znanje elektronike i upotrebe probne ploče za konstrukciju i testiranje elektronskih kola. Za svaki projekat u knjizi su dati sledeći podnaslovi:

- Naziv projekta
- Blok dijagram
- Dizajn
- Šema kola
- Fritzing dijagram (gde je moguće)
- Detalji izrade
- Postupak testiranja

Projekti dati u knjizi mogu se modifikovati ili proširiti od strane čitalaca za njihove vlastite aplikacije. Studenti elektronike bi trebalo da pronađu projekte korisnim, posebno tokom razvoja svojih završnih projekata i u laboratorijskom radu. Takođe, ljudi koji se bave dizajniranjem malih elektronskih kola i elektronski hobisti bi trebalo da smatraju projekte zabavnim, edukativnim, interesantnim i korisnim.

Autor se nada da će čitaoci naći projekte u knjizi motivišućim i korisnim i da će koristiti 555 timer IC u svojim budućim projektima.

Dr Dogan Ibrahim

Poglavlje 1 • Uvod

1.1 Pregled

IC kolo 555, prvobitno predstavljeno od strane Signetics korporacije oko 1971. godine, sigurno zauzima jedno od najvažnijih mesta među najpopularnijim analognim integrisanim kolima ikada proizvedenim. Prvobitno nazvano IC Time Machine, ovo kolo je korišćeno u mnogim projektima vezanim za tajmere tokom decenija. Čip omogućava vrlo jeftin nacrt monostabilnih, astabilnih i bistabilnih kola koristeći samo nekoliko spoljnih pasivnih komponenti, kao što su otpornici i kondenzator. Dodatni terminali omogućavaju spoljašnje okidanje ili resetovanje. Od kada je postao komercijalno dostupan, razvijeni su mnogi novi i jedinstveni komercijalni, industrijski i domaći sklopovi koristeći ovaj čip. Zanimljivo je napomenuti da, i nakon otprilike 50 godina, čip 555 je i dalje veoma popularan i koristi se u mnogim primenama, iako se CMOS verzije čipa čine popularnijim u prenosnim uređajima male potrošnje.

1.2 Tipovi 555 tajmer čipova

Kao što je prikazano u tabeli 1.1, čip 555 je dostupan kod mnogih proizvođača pod različitim tipovima oznaka sa prefiksima slova, obično za identifikaciju proizvođača. Iako svi ovi čipovi izgledaju različito, njihov rad je identičan, dok se pakovanje i neke električne i termalne specifikacije mogu blago razlikovati.

Manufacturer	Type number	Technology
Fairchild	NE555	Bipolar
Harris Semiconductor	ICM7555IPA	CMOS
Intersil	NE555 / SE555	Bipolar
National	LM555C / LM1455	Bipolar / CMOS
RCA	CA555CE	Bipolar
Texas Instruments	NE555P / NE555Y / SA555 / SE555 / SE555C	Bipolar
Texas Instruments	LMC555	CMOS
Motorola	MC1455 / MC1555	Bipolar / military
STMicroelectronics	TS555	CMOS

Tabela 1.1: Tipovi 555 čipova različitih proizvođača.

1.3 Specifikacije 555 tajmer čipova

Ova knjiga pokriva popularni NE555P bipolarni čip, čije specifikacije su date u ovom delu za referencu.

1.3.1 NE555P čip

Za dodatne informacije, posetite sledeću internet stranicu: https://www.ti.com/product/NE555/part-details/NE555P

Karakteristike

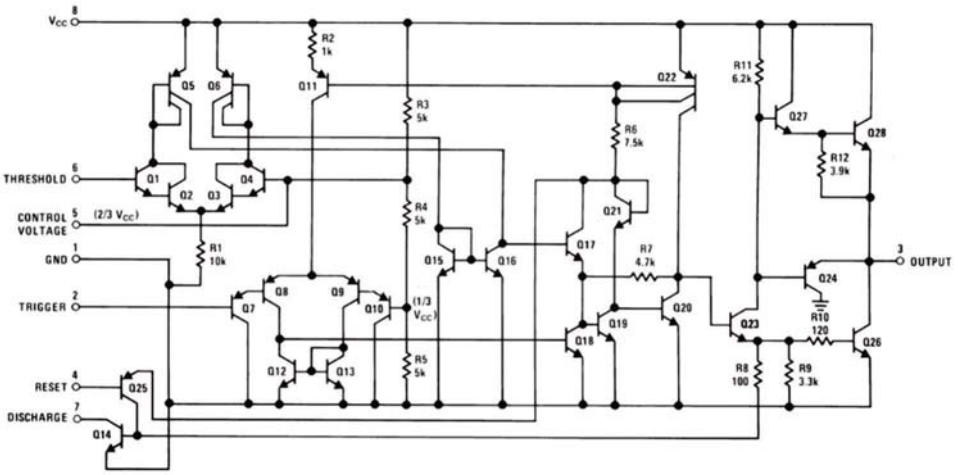
- Tajmer od mikrosekundi do sati
- Astabilni, monostabilni ili bistabilni rad
- Podesiv radni ciklus
- Izlaz može apsorbovati ili isporučiti velike struje
- Izuzetna stabilnost temperature
- 8-pinsko kućište

Specifikacije

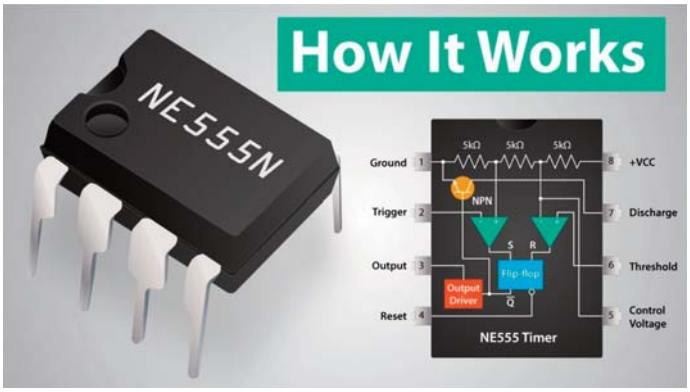
- Osnovne specifikacije NE555P tajmer čipa su:
- Radni napon: 4.5 V do 16 V
- Izlaz TTL kompatibilan sa naponom napajanja od 5 V
- Potrošnja struje: tipično 3 mA na 5 V
- Izlaz može apsorbovati ili isporučiti 200 mA pri napajanju od 15 V
- Tačnost u monostabilnom režimu: 1%
- Monostabilni drift u režimu sa temperaturom: 50 ppm/°C
- Tačnost u astabilnom režimu: 2.25%
- Astabilni drift u režimu sa temperaturom: 150 ppm/°C
- Reset napon: maksimalno 1 V
- Okidač napon: tipično 1.67 V na napajanju od 5 V
- Izlazni napon na niskom nivou: maksimalno 200 mV na napajanju od 4.5 V, 180 mV na napajanju od 15 V
- Izlazni napon na visokom nivou: [napon napajanja – 2.5 V] pri struji apsorpcije od 200 mA i napajanju od 15 V; [napon napajanja – 0.25 V] pri struji apsorpcije od 5 mA i napajanju od 5 V.

Opis pinova čipa (Pinout)

555 čip obično dolazi u 8-pinskom plastičnom DIP (Dual-In-Line Package). U zavisnosti od proizvođača, sastoji se od 23 tranzistora, 2 diode i 16 otpornika. Dostupan je i 14-pinski dual verzija čipa pod nazivom "556", koja kombinuje dva 555 čipa na jednom čipu.



Slika 1.1: Unutrašnja struktura NE555P tajmer čipa.



Slika 1.2: Opis pinova (Pinout) NE555P tajmer čipa.

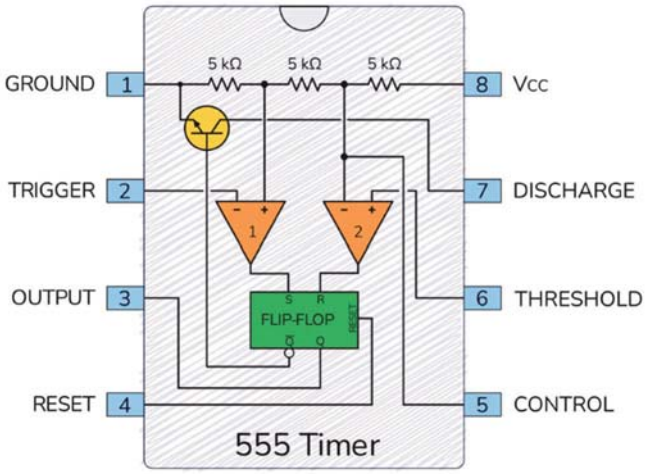
Priključci su sledeći:

- Pin 1: GND Ulaz
- Pin 2: Trigger Ulaz
- Pin 3: Output Izlaz
- Pin 4: Reset Ulaz
- Pin 5: Control Ulaz
- Pin 6: Threshold Ulaz
- Pin 7: Discharge Ulaz
- Pin 8: VCC Ulaz

Poglavlje 2 • Operacija 555 tajmer čipa

2.1 Blok dijagram

Blok dijagram 555 tajmer čipa se sastoji od dva komparatora, SR flip-flopa, tranzistora i tri otpornika. Ovaj blok dijagram je ključan za razumevanje funkcionalnosti čipa u različitim režimima rada, kao što su astabilni, monostabilni i bistabilni režimi.

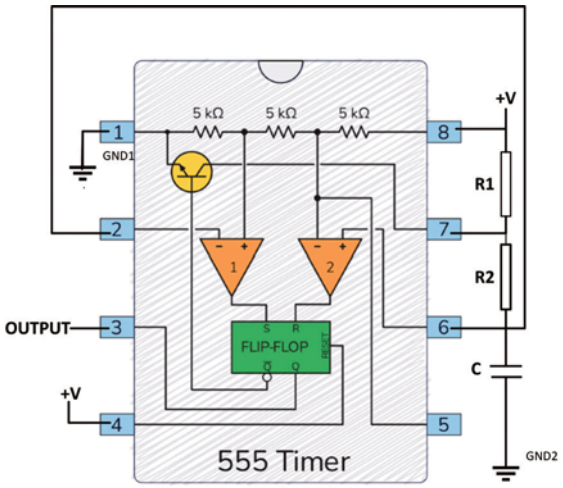


Slika 2.1: Interni blok dijagram čipa 555 tajmera. Izvor: build-electronic-circuits.com

2.2 Rad astabilnog kola

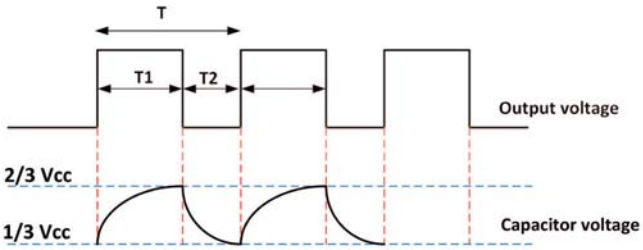
Astabilno kolo generiše pravougaone talase, čija frekvencija zavisi od spoljašnjih otpornika (R1 i R2) i kondenzatora (C).

Na slici 2.2 prikazano je astabilno kolo. Zbog tri identična otpornika, napon na pozitivnom ulazu komparatora 1 je na 1/3 Vcc, a napon na negativnom ulazu komparatora 2 je na 2/3 Vcc. Kada se struja primeni na kolo, kondenzator se prazni i pošto je izlaz komparatora 1 pozitivan, flip-flop se postavlja i njegov Q izlaz (pin 3) ide visoko. Kondenzator se puni kroz otpornike R1+R2 i napon preko njega se povećava. Kada dostigne 2/3 Vcc, izlaz komparatora 2 postaje pozitivan i resetuje se flip-flop. Kao rezultat toga, izlazni napon na Q postaje nizak. Ovo uključuje tranzistor a kondenzator se prazni kroz R2. Čim padne napon na kondenzatoru do 1/3 Vcc, komparator 1 se aktivira. Ovo opet dovodi do postavljanja flip-flopa i izlaz ide na visoko. Tranzistor se prekida i ciklus se ponavlja dok se kondenzator puni R1+R2. Kao rezultat, napon pravougaonog talasa izlazi iz kola.



Slika 2.2 Astabilno kolo

Slika 2.3 prikazuje izlazne talasne oblike i napon na kondenzatoru koji se postavlja i resetuje flip-flop.



Slika 2.3: Izlazni napon i napon na kondenzatoru.

Period (a samim tim i frekvencija) izlaznog napona može se izračunati na sledeći način.

Pod pretpostavkom nultih početnih uslova, napon na kondenzatoru u RC kolu raste eksponencijalno, dato jednačinom:

$$Vc = Vcc\left(1 - e^{-t/CR}\right)$$

Gde je Vc napon na kondenzatoru, a Vcc primenjeni napon (ulazni napon). CR j poznato kao vremenska konstanta kola, a t je vreme. Međutim, u našem astabilnom kolu početni napon na kondenzatoru nije nula, već je 1/3 Vcc. Jednačina koja opisuje napon na kondenzatoru sa početnim uslovom koji nije nula je data sa:

$$Vc = Vcc\left(1 - e^{-t/CR}\right) - Voe^{-t/CR}$$

Gde je Vo početni napon na kondenzatoru. U našem nestabilnom kolu, napon raste sa 1/3 Vcc na 2/3 Vcc. Jednačina za napon na kondenzatoru se tada svodi na:

$$\frac{2}{3}Vcc = Vcc\left(1 - e^{-t/(R1+R2)C}\right) + \frac{1}{3}Vcce^{-t/(R1+R2)C}$$

U ovoj jednačini morate pronaći vreme *t* koje je vreme uključenja kola. Pojednstavljena gornja jednačina daje:

$$\frac{2}{3} = 1 - e^{-\frac{t}{(R1+R2)C}} + \frac{1}{3}e^{-t/(R1+R2)C}$$

Što daje:

$$1 = 2e^{-t/(R1+R2)C}$$

Vreme uključenja je sledeće:

$t_{ON} = 0.693(R1+R2)C$

Vreme isključenja je sledeće:

$t_{OFF} = 0.693 \times R2 \times C$

Operacija ovog kola može se razumeti kroz sledeću formulu za period oscilacija:

$T = t_{ON} + t_{OFF} = 0.693 \times (R1 + 2R2) \times C$

Frekvencija oscilacija se zatim može izračunati kao:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.693(R1+2R2)C} \quad \text{ili} \quad f = \frac{1.44}{(R1+2R2)C}$$

Radni ciklus (D) se definiše kao odnos vremena uključenja prema periodu:

$$D = \frac{R1+R2}{R1+2R2}\ \%$$

Radni ciklus može se podešavati promenom vrednosti R1 i R2. 555 timer čip, kada je povezan kao što je prikazano na Sl. 2.2, može proizvesti radne cikluse u opsegu od otprilike 55% do 95%. Kada su R1 = R2, ciklus rada je 66%.

Primer 1

U astabilnom kolu, vrednosti komponenti su sledeće:

R1 = 10 kΩ, R2 = 4.7 kΩ, i C = 1 μF

Izračunajte period, frekvenciju oscilacije i ciklus rada ovog kola.

Rešenje 1

$t_{ON}=0.693\times(R1+R2)\times C=0.693\times(10+4.7)\times10^{3}\times1\times10^{-6}=10.18\,\text{ms}$

$t_{OFF}=0.693\times R2\times C=0.693\times4.7\times10^{3}\times1\times10^{-6}=3.25\text{ms}$

Period je: T=10.18+3.25=13.43 ms

Frekvencija oscilacije je: f=113.43 ms=74.4 Hz

Radni ciklus je: D=(10+4.7)(10+9.4)=75.77%

Primer 2

Želite da dizajnirate astabilni oscilator sa frekvencijom od 1 kHz. Pretpostavljajući da je vrednost kondenzatora 1 μF, izračunajte odgovarajuće vrednosti otpornika.

Rešenje 2

Možete preurediti jednačinu za frekvenciju na sledeći način:

$$R1+2R2=\frac{1}{0.693fC}$$

Sa datim vrednostima kapaciteta i frekvencije dobijate:

$$R1+2R2=\frac{1}{0.693\,x\,1\,x\,10^{3}\,x\,1\,x\,10^{-6}}=1.443\,x\,10^{3}$$ ili 1.443 kΩ

Izborom R2 = 270 Ω dobijate:

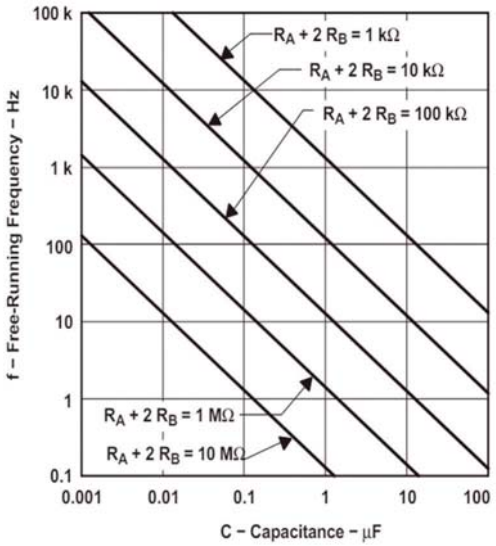
R1 = 1443 - 2 × 270 = 903 Ω.

Radni ciklus se računa prema formuli:

D = (903+270) / (903+2×270) = 81.28%

2.2.1 Upotreba nomograma

Dostupan je nomogram za izračunavanje približnih vrednosti komponenti za traženu frekvenciju. Na slici 2.4 prikazan je takav nomogram dobijen od Tekas Instruments NE555P list sa podacima. Obratite pažnju da na ovoj slici RA i RB odgovaraju R1 i R2 respektivno na slici 2.2.



Slika 2.4: 555 tajmer čip astabilan nomogram.

2.2.2 555 astabilni Online-calculator

Online kalkulatori su dostupni na internetu za izračunavanje vrednosti 555 komponenti. Dostupna su dva tipa kalkulatora: **Standardni kalkulator** gde se vrednosti komponenti unose i izračunavaju se period, frekvencija i radni ciklus. **Obrnuti kalkulator** gde se upisuje tražena frekvencija i neke vrednosti komponenti, dok se ostale vrednosti komponente izračunavaju.

Standardni kalkulator

Jedan takav kalkulator je dostupan na sledećoj web stranici:

https://ohmslawcalculator.com/555-astable-calculator

moraćete da unesete vrednosti komponenti sa ispravnim jedinicama. Program prikazuje frekvenciju, period, radni ciklus, vreme uključenja i vreme isključenja. Primer je dat u nastavku.

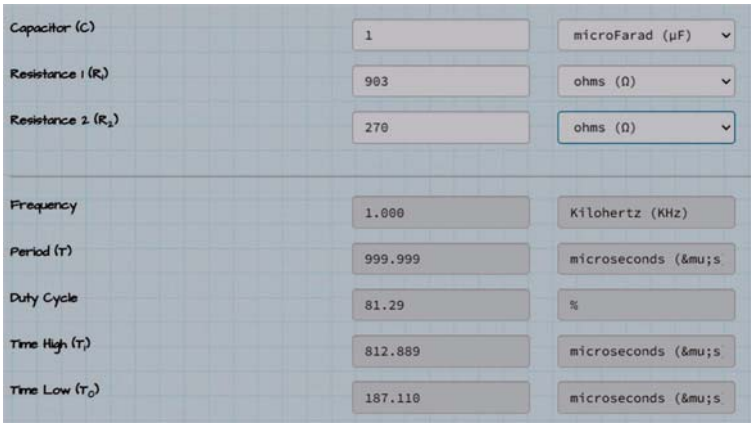
Primer 3

Vrednosti komponenti astabilnog kola su

C = 1 µF, R1 = 903 Ω i R2 = 270 Ω. Koristite gore navedeni onlajn kalkulator za izračunavanje frekvencije itd.

Rešenje 3

- Startuj online kalkulator
- Unesite vrednosti komponente kako je prikazano na slici 2.5



Slika 2.5 Unesite vrednosti komponente

- Rezultat će biti prikazan na donjoj strani displeja kako je to i prikazano na slici 2.5

Reverzni (obrnuti) kalkulator
Jedan takav kalkulator je prikazan na sledećoj web stranici:

https://www.daycounter.com/Calculators/NE555-Calculator.phtml

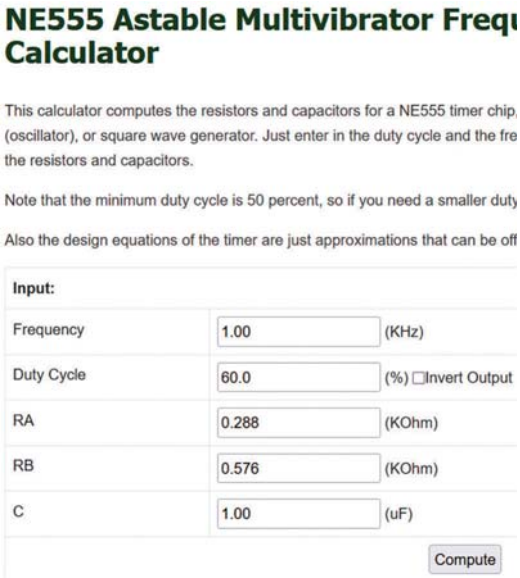
Primer je dat dole.

Primer 4
Hoćete da dizajnirate astabilni vibrator sa sledećim zahtevima:

F = 1 kHz, C = 1 mF, R1 = 288 Ω, radni ciklus = 60 %. Izračunajte potrebnu vrednost R2.

Rešenje 4

- Pokrenite online kalkulator
- Unesite vrednosti f, C i R1 (RA u kalkulatoru) kako je prikazano na slici 2.6
- Kliknite na Izračunaj (*Compute*). Izračunata vrednost za R2 (RB u kalkulatoru) je 576 Ω.



Slike 2.6 Unos frekvencije, C i R1 vrednosti

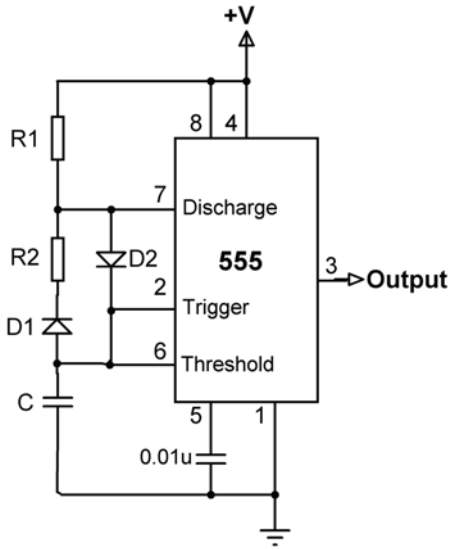
2.2.3 Astabilno kolo sa radnim ciklusom manjim ili jednakim 50%

U nekim primenama može biti potrebno da radni ciklus bude ispod 50%. Ovo se može postići sa modifikovanim kolom koje je prikazano na slici 2.7. U ovom rešenju korišćene su dve diode. Kondenzator se puni preko otpornosti R1 (jer je R2 u kratkom spoju sa diodom) i prazni se preko R2. Frekvencija oscilacije i radni ciklus su sada dati putem formule:

$$f = \frac{1.44}{(R1+R2)C}$$

Radni ciklus = R1 / (R1 + R2)

Kao primer, za 50% radni ciklus, 0.5 = R1 / (R1 + R2) , podesite R1 = R2. Slično za 10% radni ciklus, 0.1 = R1 / (R1 + R2) , podesite R2 = 0.9 × R1



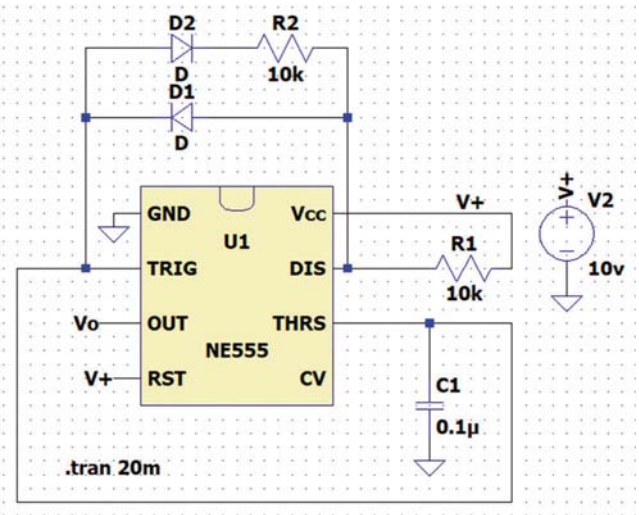
Slika 2.7 Astabilno kolo sa radnim ciklusom ispod 50%

Primer 5

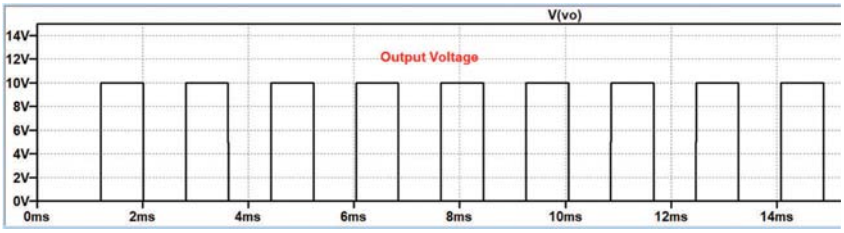
Dizajniraj astabilno kolo sa 50% radnim ciklusom. Pretpostavimo da je R1 = R2 = 10kΩ i C = 0.1 μF . Simulirajte kolo koristeći LTspice simulator.

Rešenje 5

Slilka 2.8 prikazuje LTspice šemu astabilnog kola. Izlazni signal kola je prikazan na slici 2.9 gde je radni ciklus 50%.



Slika 2.8 LTspice šema astabilnog kola



Slika 2.9 Izlazni signal astabilnog kola

2.2.4 Astabilno kolo sa podesivim radnim ciklusom od 0% do 100%

U nekim aplikacijama vam je potreban radni ciklus između 0% i 100%. Ovo se može postići kolom koje je prikazano na slici 2.10. ovde su korišćene dve diode i potenciometar. Kondenzator se sada puni kroz R1 = RA + RX, i prazni preko R2 = RB + RC – RX, gde je RC potenciometar. Frekvencija oscilovanja i radni ciklus su dati sledećim formulama:

$$f = \frac{1.44}{(R1 + R2)C} = \frac{1.44}{(RA + RX + RB + RC - RX)C}$$

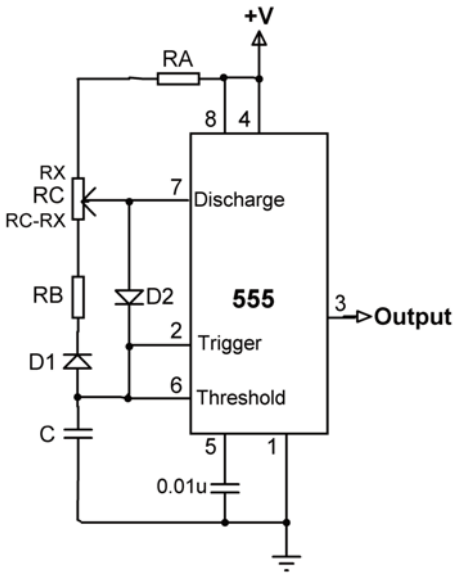
dajući $$f = \frac{1.44}{(RA + RB + RC)C}$$

Kako se pomera potenciometar, minimalni radni ciklus je dat sa formulom:

$$Dmin = \frac{RA}{RA + RC + RB}$$

I maksimalni radni ciklus sa formulom:

$$Dmax = \frac{RA + RC}{RA + RC + RB}$$



Slika 2.10 Astabilno kolo sa radnim ciklusom između 0% i 100%

2.2.5 Vrednosti komponenti sa zahtevanom frekvencijom i radnim ciklusom

Kao što je pokazano u prethodnom poglavlju postoje tri formule koje se koriste za dizajniranje astabilnog kola za datu frekvenciju i radni ciklus, i to su sledeće formule:

$$f = \frac{1.44}{(RA + RB + RC)C}$$ f i C su poznati

$$Dmin = \frac{RA}{RA + RC + RB}$$ Dmin je poznato

$$Dmax = \frac{RA + RC}{RA + RC + RB}$$ Dmax je poznato

Iz ovih jednakosti sledi:

$$RA + RB + RC = \frac{1.44}{fC} = \frac{RA}{Dmin} = \frac{RA + RC}{Dmax}$$

Tada možemo da izračunamo vrednosti koristeći sledeće tri jednakosti:

$$RA = \frac{1.44}{fC} x Dmin \quad (2.1)$$

$$RC = \frac{RA}{Dmin} x Dmax - RA \quad (2.2)$$

$$RB = \frac{1.44}{fC} - RA - RC \tag{2.3}$$

Napomena: Gore navedene jednakosti ne uključuju efekat diode u izračunavanjima frekvencije i radnog ciklusa.

Primer 6

Želite da dizajnirate astabilno kolo sa varijabilnim radnim ciklusom gde se radni ciklus menja uz pomoć potenciometra između 10% i 90%. Zadata frekvencija oscilovanja je 1kHz. Odabran je kondenzator C = 0.1 μF.

Rešenje 6

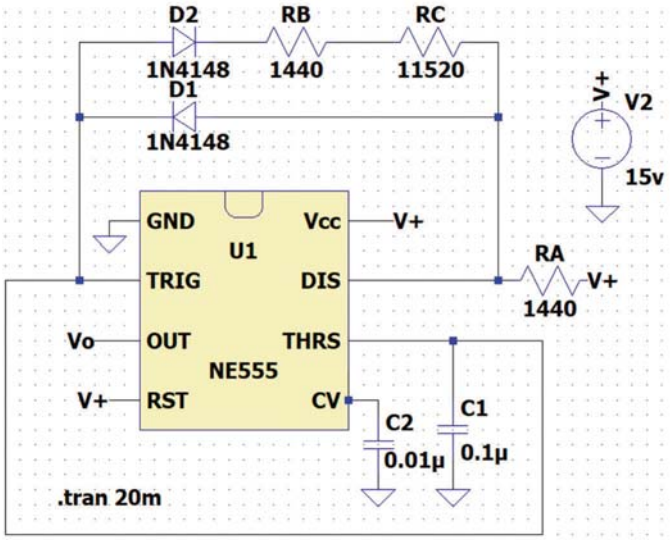
Ovde je f = 1 kHz, C = 0,1 mF, Dmin = 0,1 i Dmak = 0,9.

Iz jednačine (2.1) , $RA = \frac{1.44}{1x10^{3}x0.1x10^{-6}} x0.1 = 1440\,ohms$

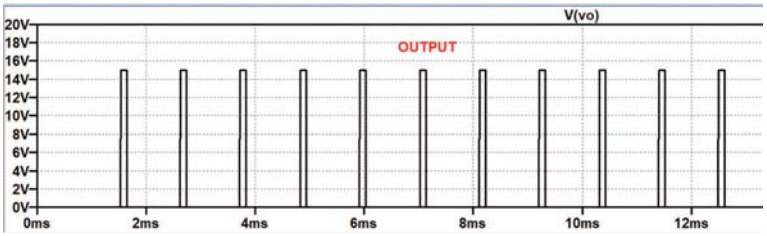
Iz jednačine (2.2), $RC = \frac{1440}{0.1} x0.9 - 1440 = 11520\,ohms$

Iz jednačine (2.3), RB = 14400 – 1440 – 11520 = 1440 Oma

Slika 2.11 prikazuje LTspice šemu kola gde je klizač potenciometra podešen na jednoj strani. Radni ciklus je podešen na 10% kao što je prikazano na slici 2.12.

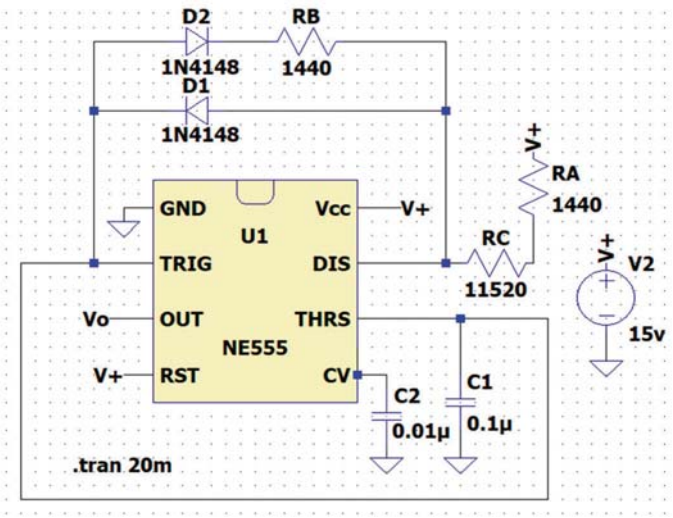


Slika 2.11 LTspice šema

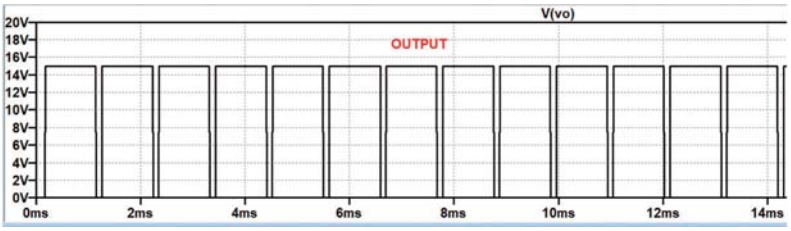


Slika 2.12 Izlazni signal širina signala, radni ciklus 10%

Slika 2.13 prikazuje LTspice šemu kada je klizač potenciometra podešen na suprotnoj strani. Ovde je radni ciklus podešen na 90%.



Slika 2.13 LTspice šema



Slika 2.14 Izlazni signal. Ovde je radni ciklus 90%

2.2.6 Jednostavnije kolo za režim rada 50%

Slika 2.15 prikazuje jednostavnije kolo za generisanje radnog ciklusa od 50%. Kod ovog kola kondezator C se prazni kroz isti otpornik R. Kada je izlaz visok kondenzator se puni preko otpornika R, kada je izlaz nizak, kondenzator se prazni preko otpornika R. Jednačina za frekvenciju je data: