

Binauralika - generator binauralnega nihanja (3)

AVTOR: ALEKSANDER GRAČNER, INŽ.

E-POŠTA: ULEC63@GMAIL.COM

V prejšnji številki revije smo se lotili izdelave analognega generatorja binauralnega nihanja. Logično nadaljevanje projekta je seveda izdelava digitalnega generatorja. Analogni generator sicer deluje čisto v redu.

Maksimalna frekvenca na izhodu OC0A je enaka polovici frekvence takta.

Frekvenca signala na izhodu OC0A je definirana z naslednjo enačbo:

$$f_{OC0A} = f_{clk} / (2 * N * (1 + OCR0A)) \dots\dots\dots E1$$

N - preskaler faktor (1, 8, 64, 256, 1024)

Sedaj lahko izračunamo, katero vrednost je potrebno vpisati v register OCR0A, da bo na izhodu frekvenca 220 Hz. Iz zgornje enačbe izpeljemo:

$$OCR0A = (f_{clk} / (2 * N * f_{OC0A})) - 1 \dots\dots E2$$

Vrednost preskalerja določimo na 256, frekvenca takta je 8 MHz.

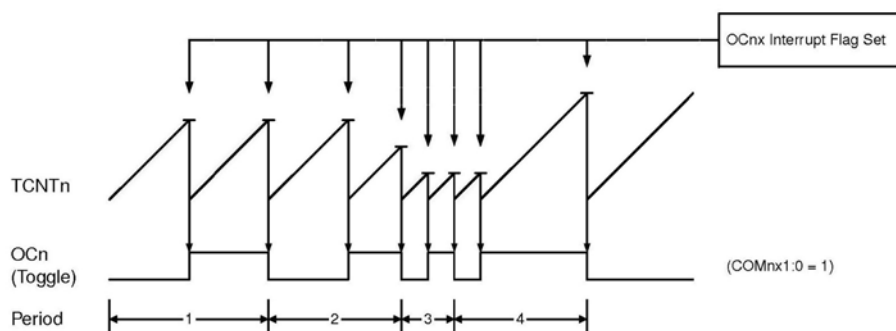
Iz zgornjih podatkov dobimo vrednost registra OCR0A = 70,0227. V izhodni primerjalni register OCR0A lahko vpišemo celoštevilčno vrednost 70. Če še enkrat preračunamo izhodno frekvenco za celoštevilčno vrednost 70, dobimo $f_{OC0A} = 220,07$ Hz.

Poglejmo še, kakšen korak dobimo z 8-bitnim timerjem pri danih nastavitvah.

Če vpišemo v register OCR0A za 1 manjšo vrednost, torej OCR0A = 69, dobimo na izhodu OC0A frekvenco 223,21 Hz. Torej, korak je nekaj več kot 3 Hz, zato je za manjši korak potrebno uporabiti 16-bitni timer.

Za generiranje spremenljive frekvence s korakom 1 Hz sem uporabil 16-bitni timer1, ki generira pravokotni signal na izhodu OC1A (PIN15). Tudi ta timer mora delovati v CTC načinu, zato je potrebno pravilno vpisati vrednosti v naslednje registre:

- Timer/Counter Control Register A - TCCR1A,
- Timer/Counter Control Register B - TCCR1B,



Slika 6: CTC način, časovni diagram.

- Output Compare Register A - OCR1A.

Frekvenca signala na izhodu OC1A je definirana z naslednjo enačbo:

$$f_{OC1A} = f_{clk} / (2 * N * (1 + OCR1A)) \dots\dots\dots E3$$

N - preskaler faktor (1, 8, 64, 256, 1024)

Sedaj lahko izračunamo, katero vrednost je potrebno vpisati v register OCR1A, da bo na izhodu frekvenca 220,07 Hz. Iz zgornje enačbe izpeljemo:

$$OCR1A = (f_{clk} / (2 * N * f_{OC1A})) - 1 \dots\dots E4$$

Vrednost preskalerja določimo na 1, frekvenca takta je 8 MHz.

Iz zgornjih podatkov dobimo vrednost registra OCR1A = 18175.

Poglejmo še, kakšen korak dobimo s 16-bitnim timerjem pri danih nastavitvah:

OCR1A	f (Hz)
18175	220,070
18174	220,082
18093	221,068

EtherCAT moduli

EtherCAT®

- EtherCAT do vhodno-izhodnih modulov
- Velika izbira V/I modulov
- Enostavna konfiguracija
- Visoke zmogljivosti
- Izjemna diagnostika
- Ugodna cena

→ www.beckhoff.si/EtherCAT-Terminal

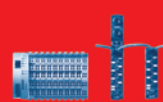
Izjemno hitra V/I tehnologija

- Fleksibilni V/I sistem za EtherCAT
- EtherCAT protokol do vsake naprave
- Možne različne topologije in kombinacije topologij: linijske, drevesne in zvezdaste
- Cenovno ugodno ožičenje prek standardnega Ethernet kabla
- Skoraj neomejena velikost omrežja: do 65535 naprav
- Integracija 'klasičnih' področnih vodil preko posebnih modulov
- Ethernet priključitev na periferiji preko posebnih modulov
- Detekcija mesta prekinitev ali napake
- Varnost integrirana: TwinSAFE za zagotavljanje varnosti v sistemu EtherCAT

IPC



→ V/I



Pogonska tehnika



Avtomatizacija



Beckhoff Avtomatizacija d.o.o., Zbiljska cesta 4, 1215 Medvode
Telefon: 01 361 30 80, Fax: 01 361 30 81, info@beckhoff.si,
www.beckhoff.si

BECKHOFF New Automation Technology

Torej, korak je približno 0,012 Hz, kar je točno 256-krat boljše resolucija kot pri 8-bitnem timerju. To se ujema tudi z vrednostjo preskalerja, ki je v tem primeru 1, pri 8-bitnem timerju pa 256.

Register OCR1A vsebuje 16-bitno vrednost, ki se neprestano primerja z vrednostjo števca TCNT1. Pri doseženi enakosti se generira signal na izhodu OC1A.

Register je razdeljen na dva 8-bitna registra OCR1AH (zgornji) in OCR1AL (spodnji). Pomembno je, da vpišemo zgornji byte pred spodnjim byteom.

PRESKALER

Timer/Counter0 in Timer/Counter1 si delita isti preskaler. Kljub temu pa lahko imata timerja različno nastavljeno vrednost preskalerja. Le-ta lahko deluje na zunanji ali notranji takt. V našem primeru uporabljamo notranji takt.

Vrednost preskalerja za timer0 določajo trije biti (CS00, CS01 in CS02), ki se nahajajo v registru TCCR0B. Za vrednost preskalerja 256 je potrebno za te tri bite vpisati 6B100.

Vrednost preskalerja za timer1 določajo biti CS10, CS11 in CS12, ki se nahajajo v registru TCCR1B. Za vrednost preskalerja 1 je potrebno za te tri bite vpisati 6B001.

PROGRAM V BASCOMU

Na začetku programa je definiranih nekaj splošnih nastavitvev, dimenzionirane so spremenljivke, definirani PIN-i za dve tipki, dva izhoda (OC0A, OC0B) in LCD prikazovalnik. V glavnem programu se najprej izbriše LCD, v zgornjo vrstico se vpiše tekst »*Binaural-Beat*«, v spodnjo vrstico se vpiše tekst »*Frek: Hz *«.

Začetna vrednost binauralne frekvence se postavi na 16 in se prikaže na LCD-ju. Nato sledi vpisovanje vrednosti v registre. Bascom omogoča neposredno vpisovanje v registre. Zaradi boljše preglednosti in lažje razumevanje sem vrednosti vpisoval v binarni obliki.

Najprej postavimo bite v registru TCCR0A (8-bit timer/counter control register 0 A):

```
TCCR0A = &B01000010
```

Postavili smo bita COM0A0 (toggle OC0A on compare match) in WGM01 (CTC mode). S tem smo določili način delovanja 8-bitnega timerja.

Nato postavimo bite v registru TCCR0B (8-bit timer/counter control register 0 B):

```
TCCR0B = &B00000100
```

S tem smo nastavili vrednost preskalerja na 256.

Nadaljujemo s postavljanjem bitov v registru TCCR1A (16-bit timer/counter control register 1 A):

```
TCCR1A = &B01000000
```

Postavili smo bit COM1A0 (toggle OC1A on compare match).

Sledi postavljanje bitov v registru TCCR1B (16-bit timer/counter control register 1 B):

```
TCCR1B = &B00001001
```

Postavili smo bit WGM12 (CTC mode) in nastavili vrednost preskalerja na 1.

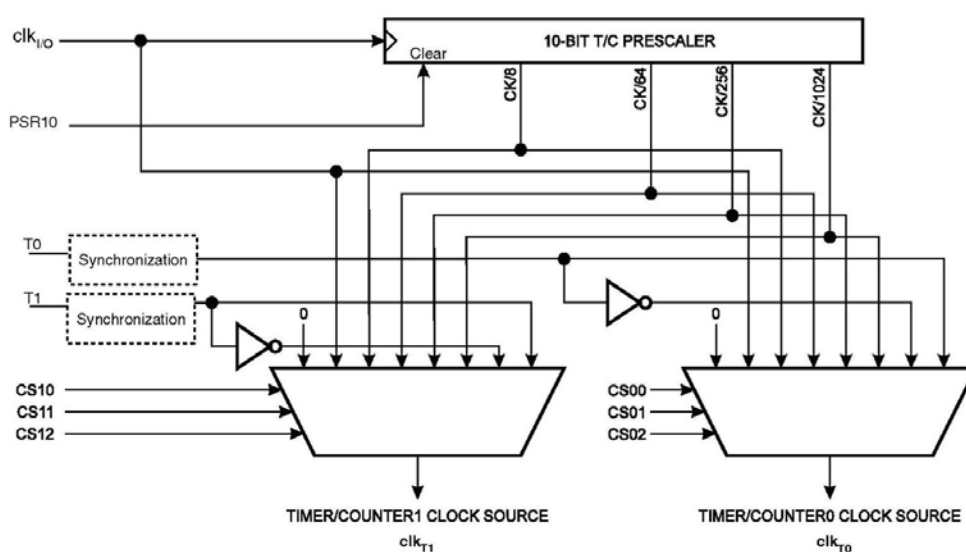
Tako. Kontrolni registri, ki določajo način delovanja obeh timerjev, so sedaj vpisani.

V nadaljevanju bo potrebno samo še vpisati prave vrednosti v primerjalne registre, ki določajo frekvenco nihanja na posameznem kanalu.

Levi kanal ima fiksno frekvenco. Zato lahko v primerjalni register OCR0A vpišemo vrednost 70.

```
OCR0A = 70
```

S tem smo določili frekvenco 220,07 Hz za levi kanal.



Slika 7: Zgradba preskalerja za oba timerja.

Desnemu kanalu lahko frekvenco spreminjamo s tipkama »T1 - gor« in »T2 - dol«.

V neskončni zanki program bere tipki T1 in T2, preračuna iz binauralne frekvence vrednost primerjalnega registra OCR1A in ga vpiše v register. Pri vsaki spremembi binauralne frekvence se le-ta izpiše na LCD prikazovalniku.

Vrednost binauralne frekvence je po vklopu postavljena na 16 (Fbin = 16).

Sledi začetek neskončne zanke:

Do

in branje tipk T1 ter T2:

```
Debounce T1, 0, Povecaj, Sub
Debounce T2, 0, Zmanjsaj, Sub
```

V podprogramu 'Povecaj' se spremenljivka Fbin lahko povečuje do vrednosti 16. Torej, po vklopu lahko Fbin najprej samo zmanjšujemo. V podprogramu 'Zmanjsaj' se Fbin lahko zmanjšuje do vrednosti 0. Pod to vrednost je ne moremo zmanjšati.

Naslednji korak je preračun vrednosti primerjalnega registra OCR1A po enačbi E4:

$$\text{OCR1A} = (\text{fclk} / (2 * N * \text{fOC1A})) - 1$$

Enačbo poenostavimo: $\text{fclk} / 2 = 4000000 \text{ Hz}$, $N = 1$, sledi:

$$\text{OCR1A} = (4000000 / \text{fOC1A}) - 1$$

Pri tem upoštevamo, da je želena frekvenca na desnem kanalu:

$$\text{fOC1A} = 220,07 \text{ Hz} + \text{Fbin}$$

Če sedaj vse skupaj zapišemo v Bascomu:

```
Pom = 220,07 + Fbin
Pom = 4000000 / Pom
Pulz2 = Pom - 1
```

Vrednost 'Pulz2' sedaj vpišemo v primerjalni register OCR1A. Ker pa je ta register fizično narejen iz dveh 8-bitnih registrov, moramo vpisati najprej v zgornji byte, nato pa v spodnji byte:

```
OCR1AH = High(Pulz2)
OCR1AL = Low(Pulz2)
```

Spremenljivka 'Pulz2' je tipa word. Ukaz High(Pulz2) pomeni zgornji byte spremenljivke, ukaz Low(Pulz2) pa spodnji byte spremenljivke.

Neskončno zanko sedaj zaključimo:

Loop

Glavni program je s tem končan.

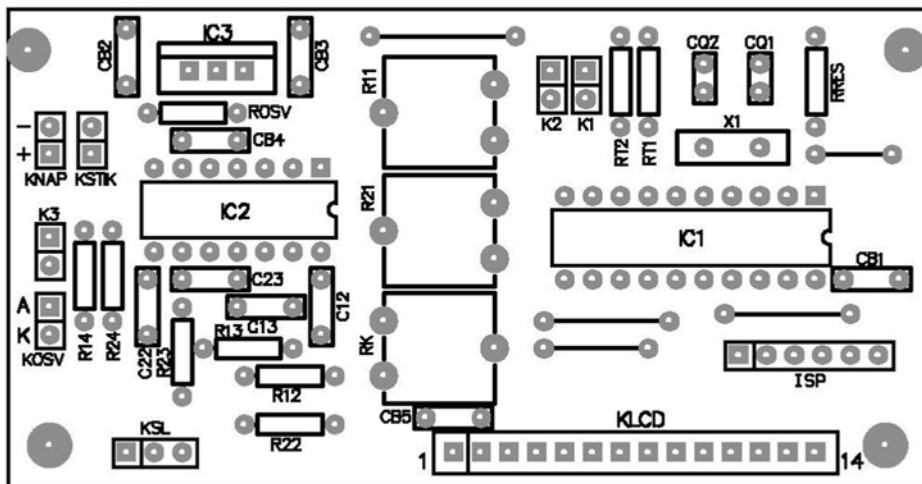
Obstaja še kratek podprogram 'Prikaz', v katerem se vpišuje v drugo vrstico / osmo kolono LCD prikazovalnika vrednost binauralne frekvence 'Fbin'. Prikaz se osvežuje le pri pritisku T1 ali T2.

TISKANO VEZJE

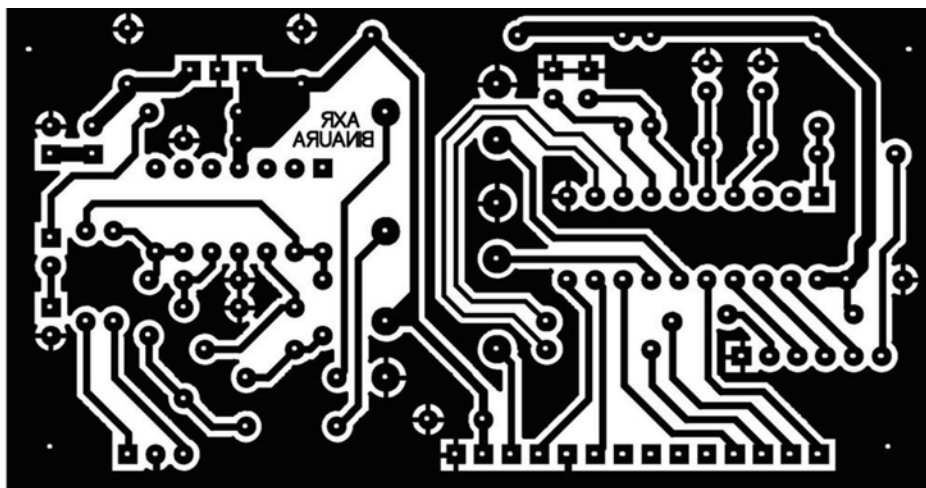
Ploščico tiskanega vezja sem zasnoval tako, da se popolnoma prilega LCD prikazovalniku. Predvidena je montaža v 'sendvič' tako, da so hrbtne strani tiskanih ploščic skupaj. Razpored lukenj za pritrditev ploščice in priključkov je isti kot na večini standardnih 2 x 16 LCD prikazovalnikov. Pred izdelavo tiskanega vezja sem preveril razporede priključkov prikazovalnikov naslednjih proizvajalcev: Hitachi, URT, Winstar.

Tiskano vezje generatorja je enostransko, tako da ga lahko vsak naredi doma. Pri tiskanju je potrebno paziti, da je velikost vezja točno 84 x 44 mm. Večina izvrtin je 0,8 mm, izvrtine konektorjev so 1,0 mm, trimerjev 1,2 mm in izvrtine lukenj za pritrditev 3,0 mm.

Pred spajkanjem preverite, če se luknje za pritrditev popolnoma prilegajo tistim na LCD prikazovalniku in jih po potrebi popravite. Najprej prispajkamo 5 kratkospojnikov, nato upore, podnožja, kondenzatorje, trimerje, konektorje ... Regulator 7805 prispajkamo na 90-stopinjski konektor in ga obrnemo navzdol, kot kaže slika 6. To je zaradi tega, da ne prekoračimo skupne višine. Če uporabimo regulator 78L05, ga lahko prispajkamo neposredno na tiskano vezje. Tipke, stikalo, konektor za slušalke in baterijo povežemo z žicami. LCD prikazovalnik povežemo v slogu »pin to pin« z desetimi kratkimi žicami. Nato ga pričvrstimo skupaj s ploščico generatorja v »sendvič«. Di-



Slika 8: Razpored elementov.



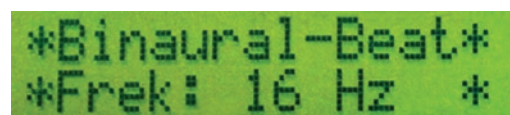
Slika 9: Spodnja stran tiskanine.

stančniki med TIV LCD-ja in TIV generatorja naj znašajo približno 4 mm (da ne presežemo skupne višine).

PRESKUS DELOVANJA IN UGLAŠEVANJE

Še enkrat preverimo, če je vse pravilno prispajkano. Nato priključimo baterijo in vklopimo glavno stikalo. Z voltmetrom izmerimo napetost baterije (9V) in napetost na izhodu regulatorja 7805, ki mora znašati 5V. Pritisnemo tipko T3 (če jo imamo) ali pa z jumperjem kratko sklenemo K3 in preverimo, če sveti osvetlitev LCD prikazovalnika. Nato je potrebno trimmer za kontrast (Rk) nastaviti tako, da se pojavi na prikazovalniku naslednji napis, glej sliko 11.

Sedaj lahko priključimo slušalke. V slušalkah moramo slišati dva različna tona. S tipko »dol« pomaknemo bi-



Slika 11: Napis na LCD-ju.

VGRADNJA V OHIŠJE KM33B

Če ste se odločili generator vgraditi v to ohišje, potem je potrebno upoštevati par nasvetov, sicer pa ima vsak elektronik proste roke pri izbiri ohišja za to napravo.

Ohišje KM33B se odlikuje po svoji cenenosti in po tem, da ima predviden prekat za 9-voltno baterijo. Drugače pa je izdelano precej nenatančno in ga je treba včasih s skalpelom malo 'popraviti'. Plastika je mehka, vendar ne preveč moč-

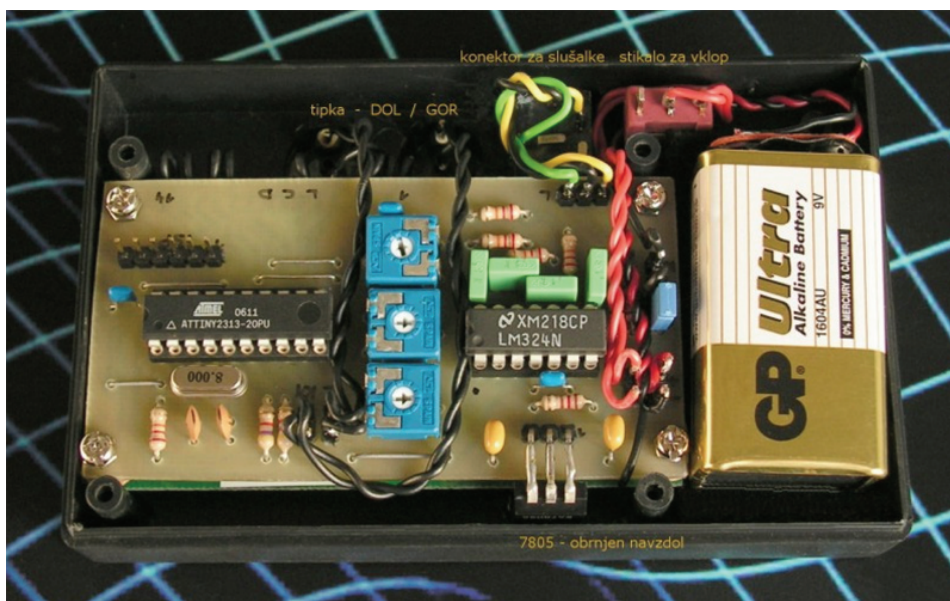
na, zato pazljivost pri privijanju vijakov ne bo odveč ... Prostor za LCD prikazovalnik je zelo omejen. Če dobro pogledamo, je samo ena varianta, kam ga bomo vgradili. Potrebno je precizno izmeriti in napraviti izrez za okno prikazovalnika. Okno je lahko nekoliko večje, če bomo na čelno ploščo prilepili dizajn folijo.

Predvidimo še mesta za tipke, stikalo za vklop in konektor za slušalke (slika 4). Sam nisem uporabil tipke za osvetlitev, ker sem na to idejo prišel pozneje, vendar je v ohišju še prostor za to tipko, levo od ostalih dveh tipk.

IZDELAVA DIZAJN

FOLIJE

Okrasno folijo za ohišje KM33B lah-



Slika 10: Notranjost naprave.



Slika 12: Izgled naprave.

Oznaka	Količina
Tiskano vezje enostransko (84 x 44) mm	1 kos
Ohišje KM33B 73x117x28	1 kos
LCD 2x16 z osvetlitvijo	1 kos
Vtičnica 3,5 stereo	1 kos
Stikalo klecno	1 kos
Tipka	2 kos (3 kos)
Trimmer PT10 10K ležeči (493431646)	3 kos
Priključek 9V baterije BAT. CL. SN-1	1 kos
IC LM324N National	1 kos
IC ATTINY2313-20PU	1 kos
IC 7805T	1 kos
Kondenzator 0,1 uF 50V 5mm	7 kos
Kondenzator 1 uF 50V 5mm	2 kos
Kondenzator 15pF 2,5mm	2 kos
Kvarc kristal 8MHz	1 kos
Upor 22 K 1/4W 5%	5 kos
Upor 180 ohm 1/4W 5%	2 kos
Upor 120 ohm 1/4W 5%	1 kos
Upor 4K7 1/4W 5%	2 kos
Podnožje DIL14	1 kos
Podnožje DIL20	1 kos
Letvica moška 1x36 raster 2,54mm	1 kos

Spisek materiala

ko natisnete z navadnim tiskalnikom na običajen bel papir. Nato jo približno obrežemo ter preko nje prilepimo samolepilno prozorno folijo. Vse skupaj točno obrežemo. Okrasno folijo prilepimo z lepilom na čelno stran ohišja. Sedaj naredimo s skalpelom luknje. Če smo za displej naredili večje okno, potem je sedaj priporočljivo, da displej prej montiramo v ohišje, da vidimo, kje je pozicioniran, in šele nato naredimo ravno pravšnje okno v dizajn foliji.

Potrebno je malo potrpežljivosti in uspeh ne bo izostal.

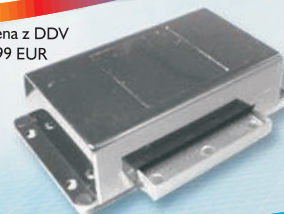
Vsem, ki se boste lotili izdelave, želim obilo uspeha in tudi užitkov pri gradnji ter uporabi te naprave. •

Ohišja & škatle

AX elektronika d.o.o.
Pot heroja Trtnika 45
1000 Ljubljana
t:01 549 14 00
e:stik@svet-el.si

- velika izbira
- ugodne cene
- katalog z izdelki
- prodaja:
veleprodaja in
maloprodaja

Cena z DDV
4,99 EUR



Cena z DDV
3,00 EUR



Cena z DDV
2,99 EUR



www.svet-el.si/download/Ohisja.pdf