

Binauralika - generator binauralnega nihanja (1)

Avtor: Aleksander Gračner
E-pošta: ulec63@gmail.com

Predstavljajte si, da lahko z majhno elektronsko napravo vplivate na delovanje vaših možganov ... Da se lahko kadar koli sprostite, pogreznete v globoko meditacijo, do katere lahko pridejo le najbolj izkušeni meditanti ... Da se lahko uglasite z elektromagnetno frekvenco zemlje ali preidete v stanje povečane zavesti ... Da lahko izostrite posebne čutne zaznave ... Da se lahko hitreje učite tujih jezikov ... Da lahko zmanjšate nivo kronične utrujenosti ...

Zveni kot znanstvena fantastika, toda zadeva je klinično preizkušena.

To tehniko je izvirno odkril leta 1970 Gerald Oster, biofizik iz bolnišnice Mount Sinai - New York. Binauralno nihanje se ustvari s precizno uglasenim zvokom dveh različnih frekvenc, ki ga poslušamo s stereoslušalkami. Gerald Oster je opazoval EEG možgansko valovanje in odkril, da pri dovajanju dveh različnih zvokov v vsako uho (preko stereoslušalk) dve hemisferi možganov delujeta skupaj tako, da ne 'slišita' zunanjih zvočnih signalov, ampak tretji 'fantomski' signal. Ta signal je imenoval binauralno nihanje, ki pulzira točno na matematični razliki med dvema aktualnima tonoma.



Tako, na primer, če dovajamo v levo uho ton 100 Hz in v desno uho pa ton 107 Hz, bo aktualna percepcija možganov enaka ritmičnem pulziranju s frekvenco 7 Hz. Raziskovanja so pokazala, da veliko področje možganov začne resonirati simpatetično s tem „fantomskim“ binauralnim nihanjem,

kar je znano tudi pod pojmom 'odzivno frekvenčno sledenje' (OFS).

Naknadne raziskave so pokazale, da binauralno nihanje lahko vodi možgansko aktivnost v veliko variacij možganskih stanj. Tako preprosto in naravno možganska aktivnost zdrsne v ritem tega binauralnega nihanja in postane organizirana in povezana. V minuti začnejo zvočne frekvence balansirati levo in desno hemisfero možganov in ustvarijo posebno stanje, imenovano 'sinhronizacija hemisfer' ter vzbujajo električno aktivnost vaših možganov v močno stanje, ki je normalno nedosegljivo.

Znanstveniki so zabeležili, da ta izjemen fenomen spremlja preblisk kreativnega vpogleda, evforije, intenzivno usmerjene koncentracije, globoko umirjenost, pa tudi povečano sposobnost učenja. Dramatično se poveča produkcija cele palete dobrodejnih možganskih kemikalij, vključno s hormonom sreče - endorfinom.

POGLEJMO SI ŠE TO, NA KATERIH FREKVENCAH 'DELUJEJO' NAŠI MOŽGANI

Vzorci valovanj človeških možganov: Vzorci valovanj se merijo v laboratorijih na elektroencefalografu (EEG). Določeni so štirje vzorci možganskih valov: BETA, ALFA, THETA in DELTA.

BETA VALOVANJE (13 - 40 Hz):



To je področje budnosti in visoke koncentracije. Večino dneva se človek nahaja v tem področju valovanja. Večino časa preživimo v valovanju med 15 in 20 Hz.

ALFA VALOVANJE (7 - 12 Hz):



Stanje sproščenosti, sanjarjenja in meditacije. Alfa stanje je prehod med zavestjo in podzavestjo. Najvišjo vrednost ima pri 10 Hz. V tem stanju se širi kreativnost, izboljšuje sposobnost učenja, raste navdih. Mnogi umetniki so večino časa v alfa stanju, kjer črpajo ideje za svoja umetniška dela.

THETA VALOVANJE (4 - 7 Hz):



Stanje spanja, v katerem so sanje zelo žive. Podzavestno stanje, ki se ga zavedamo le za trenutek, ko drsimo v spanje ali pa se prebujamo. Theta valovi so vrata do učenja in dobrega spomina. Tu se krepi kreativnost, izboljšuje sposobnost učenja, zmanjšuje stres, prebujajo intuicijo in druge posebne čutne zaznave.

DELTA VALOVANJE (0 - 4 Hz):

To je področje globokega spanja, v katerem ne sanjamo. Valovanje je zelo pomembno za fizično zdravje, saj se



v tem področju valovanja sproščajo hormoni, ki so koristni za regeneracijo vitalnih celic telesa.

Zakaj pravimo, da otroci rastejo ponoči? Ker se ponoči sprošča rastni hormon ...

Pomanjkanje delta valovanja (globokega spanja) lahko privede do različnih bolezni.

NEKATERE POMEMBNE FREKVENCE:

- » 10 - 12 Hz - vrata v podzavest, začetek seanse, prehod v harmonijo, meditacijo, osredotočanje vase
- » 7 - 8 Hz - elektromagnetna frekvenca zemlje, meditacija, kreativnost, navdih, razreševanje mučnih problemov
- » 7 Hz - prehod v videnje na daljavo, posebne čutne zaznave, stanje po-

večane zavesti, meditacija

- » 6 Hz - sprostitvev, učenje, spomin, meditacija
- » 4 Hz - zmanjšanje nivoja izčrpanosti
- » 3,5 Hz - globoka sprostitvev, učenje jezikov
- » 1,5 Hz - zmanjševanje simptomov poklicnih bolezni in kronične utrujenosti, globoko spanje
- » 1 Hz - globoko spanje

Dovolj teorije! Pravi elektroniki moramo vsako tehniko preizkusiti v praksi.

IZDELAVA GENERATORJA

BINAURALNEGA NIHANJA

Osnovna ideja pri izdelavi je bila, da mora generator pokrivati binauralne frekvence od 0 do 12 Hz, kajti začetek seanse po navadi začnemo s sledenjem zgornjih frekvenc alfa stanja, v katerega se zlahka pogreznemo. Nosilna frekvenca ne sme biti prenizka, nekje sem zasledil podatek, da človeški možgani

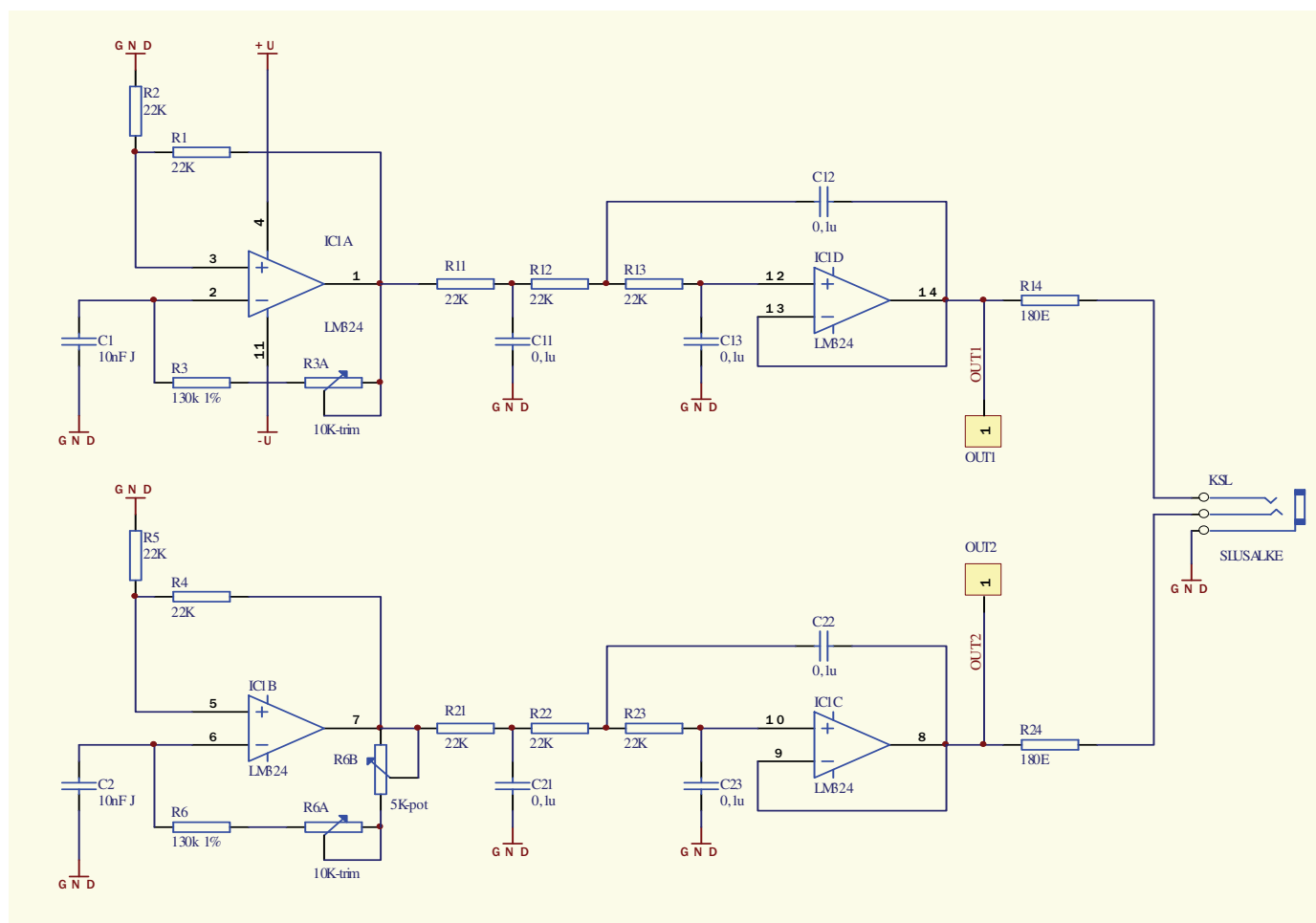
najbolje 'izluščijo' binauralno nihanje pri frekvencah od 200 do 400 Hz.

Pri izbiri oscilatorja sem se po številnih bolj ali manj uspešnih poskusih izdelave sinusnega oscilatorja raje odločil za generator pravokotnega signala, ki ga nato filtriram tako, da dobim sinusnega. Popolnoma čisti sinusni signal tu pravzaprav niti ni smiselno generirati, ker ne zveni lepo. Zaradi kompaktnosti in cenenosti sem kompletno vezje izdelal z operacijskimi ojačevalniki LM324.

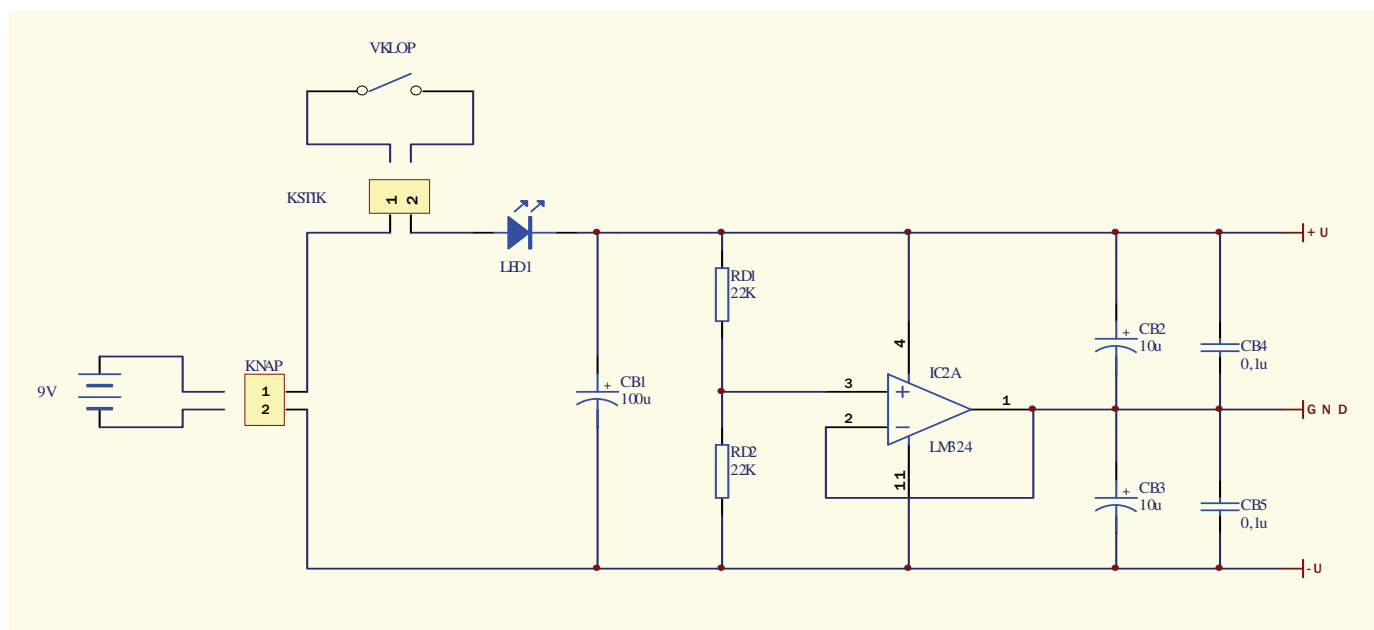
Potrebujemo dva oscilatorja, ki sta izvedena z IC1A za levi kanal in IC1B za desni kanal.

Osnovno frekvenco levega kanala določajo R3, R3A in C1, desnega kanala pa R6, R6A, R6B in C2.

S trimerji R3A in R6A nastavimo osnovno frekvenco vsakega kanala posebej tako, da sta frekvenci enaki (pri nastavitvi potenciometra na 0 Oh-



Slika 1: Shema oscilatorja in filtra.



Slika 2: Shema napajalnega dela.

mov). S potenciometrom R6B pa se regulira samo frekvenca enega kanala in s tem razlika med frekvenco levega in desnega kanala. Elementi so izbrani tako, da pokrivajo binauralno frekvenco od 0 do približno 11 Hz.

Izhod iz oscilatorjev se nato vodi na 2 nizki siti IC1C in IC1D, kjer se pretvori oblika pravokotnega signala v lepo zaobljeno obliko. Izhod se vodi preko uporov R14 in R24 na konektor 'KSL', na katerega priklopimo standardne stereoslušalke impedance 32 Ohmov.

Izhodni signal je precej oslavljen glede na oscilatorje in še dodatno je oslavljen z uporoma R14 in R24, ki sta vezana zaporedno s slušalkami. Zvočni

nivo v ušesu mora biti zelo nizek, saj v nasprotnem primeru nekatere moti ali jih celo živcira. Pravijo, da možgani 'izluščijo' binauralno nihanje iz komaj slišnih zvočnih signalov! Možgani 'prisluškujejo' binauralnemu nihanju, ki je 'fantomsko' in ga lažje izluščijo iz tihih sproščujočih tonov. Priporočam uporabo slušalk za v ušesa ali - še bolje - zaprtih slušalk, ki slabijo hrup iz okolice. Računalniške slušalke z regulacijo glasnosti niso primerne. Pri njih sem namreč opazil presluh med kanali, kar drastično zmanjša učinkovitost binauralnega nihanja.

Napajanje je izvedeno z 9 V standardno baterijo, ki se priključi na konektor 'KNAP'. Led dioda LED1 je vezana

zaporedno s celotnim tokokrogom naprave. To je zaradi tega, da ne bi dodatno praznila baterije, poraba toka celotne naprave pa je ravno pravišnja, da ledica lepo gori. In če boste dobro pogledali, celo malo utripa v ritmu binauralnega nihanja!

Priporočam klasično 5 mm zeleno ali rumeno LED diodo. Z uporoma RD1 in RD2 je izveden delilnik napetosti na polovico, ojačevalnik IC2A pa je vezan kot 'buffer'. Torej, +U je napetost baterije, zmanjšana za padec napetosti na LED1, GND pa je polovična napetost. To je narejeno zaradi tega, da se ustvari simetrična napetost za napajanje operacijskih ojačevalnikov. S stikalom 'KSTIK' je predviden vklop naprave.

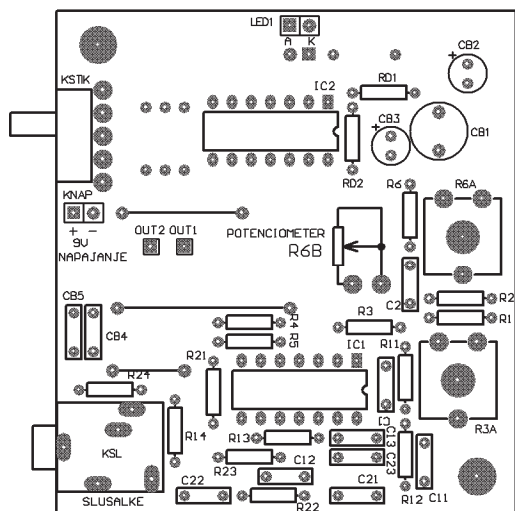
V MESECU AVGUSTU -30% CENEJE



- Rezkanje in polaganje prototipnih TIV
- Reflov prototipnih TIV

AX elektronika d.o.o., 01 549 14 00, bojan@svet-el.si





Slika 3: Razpored elementov 61 x 67 mm.

Tiskano vezje je enostransko in ga izdelamo sami. Načrt vezja si lahko posnamete s spletne strani revije in ga natisnete. Pri tiskanju pazite na velikost vezja, ki mora biti točno **61 x 67 mm**. Izvrtine za večino elementov so 0,8 mm, testni pini in pini konektorjev - 1,0 mm, trimerja - 1,2 mm, konektor slušalk - 1,5 mm, luknji za pričvrstitev ploščice - 3 mm, luknji izpod trimerja - 5 mm. Najprej prispajkamo 3 žične kratkospojnike, nato upore ter nato ostale elemente glede na višino.

Trimerja R3A in R6A, stikalo KSTIK in konektor KSL so prispajkani neposredno na vezje, zato morajo biti ti elementi istega tipa, kot je navedeno v seznamu materiala. Potenciometer R6B, led dioda LED1 in 9 V baterija se priključijo preko kratkih žic na tiskano vezje. Posebna pozornost velja za kondenzatorja oscilatorjev C1 in C2 (10nF), ki morata biti tipa MKT, MKS ali MKC s toleranco 5 % (oznaka J). V nasprotnem se lahko zgodi, da se z obstoječimi vrednostmi trimerja ne bo dalo uglašiti obeh kanalov na isto frekvenco in bo potrebna korekcija upora R3 ali R6.

Ohišje KM33B je dimenzij 73 x 117 x 28. Vgrajen ima prekat za 9 V baterijo. V prekat prej prilepimo mehko gobico, da baterija ne 'pleše' v ohišju. Predviden je originalni priključek z dvema žicama. Tiskano vezje pritrdimo na spodnjo stran ohišja z dvema distančnikoma višine 8 mm. Tiskano vezje

se vgradi v ohišje, obrnjeno s spodnjo stranjo navzgor, žice se lahko tudi spajkajo na spodnji strani. Trimerji se lahko vrtijo tudi s spodnje strani, saj so na tiskani ploščici za ta namen predvidene luknje.

Na čelno stran pritrdimo potenciometer s skalo. Skala je prozorna s številkami od 0 do 10.

Led diodo LED1 pritrdimo na čelno stran ohišja pod skalo, tako da bomo tudi v temi lahko videli, na katero binaturalno frekvenco imamo nastavljen generator.



Slika 4: Izdelan generator

Opis	Količina
Tiskano vezje enostransko (61 x 67) mm	1
Ohišje KM33B 73x117x28	1
Vtičnica 3,5 stereo s stikalom JC-115 (4/3106)	1
Stikalo drsno TIV 90 stopinj (4/7191)	1
Potenciometer 5 k lin. 6 mm os Piher mono plast	1
Skala za gumb 0 - 10 fi 36 mm (15/7762)	1
Gumb za potenciometer črn (15/7050)	1
Kapa za gumb črna (15/7520)	1
Trimmer PT10 10K ležeči (493431646)	2
Priključek 9V baterije BAT. CL. SN-1	1
IC LM324N National	2
Elektrolitski kondenzator 100 µF / 16 V	1
Elektrolitski kondenzator 100 µF / 16 V	2
Kondenzator MKT 10 nF J 100V 5 mm	2
Kondenzator 0,1 µF 50V 5mm	8
LED dioda fi 5 mm rumena	1
Upor 22 k 1/4W 5% E12	12
Upor 180 Ohm 1/4W 5% E12	2
Upor 130 k 1/4W 1% E24 metal film	2

Spisek materiala za analogni generator.

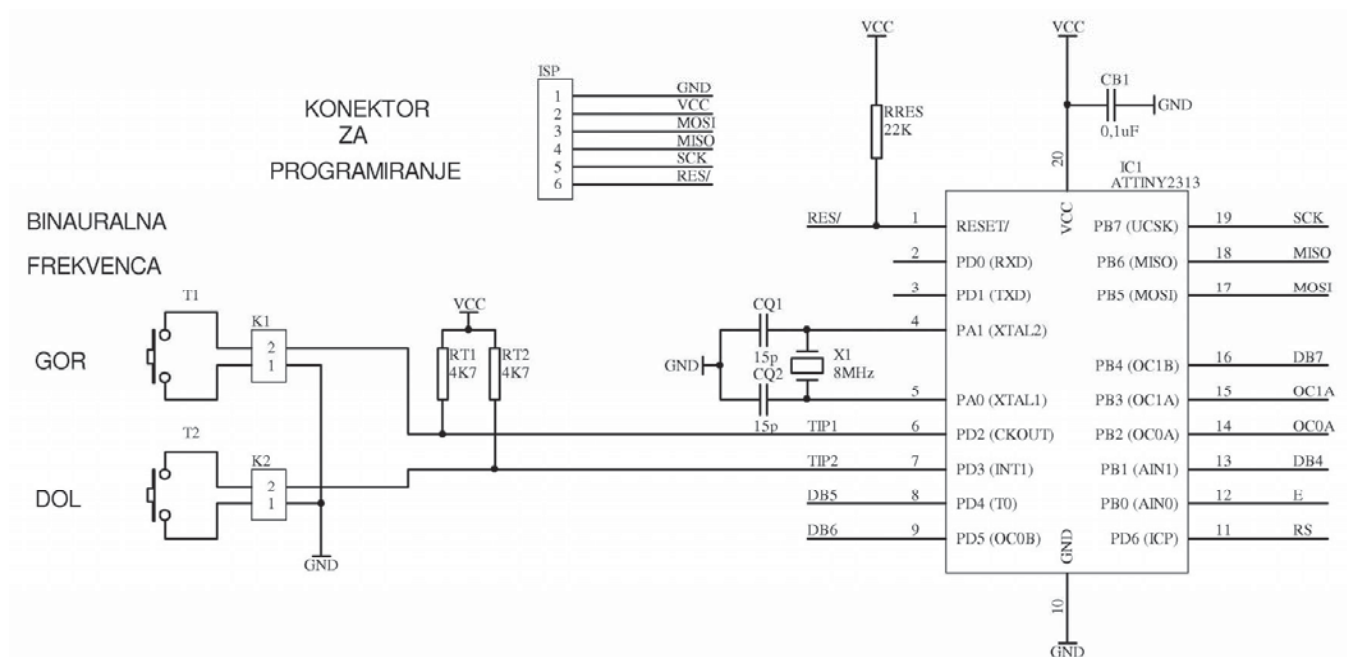
Na desno stranico spodnjega dela ohišja je potrebno napraviti odprtine za drsno stikalo za vklop in za konektor za slušalke.

PRESKUS DELOVANJA

IN UGLAŠEVANJE

Preskus delovanja opravimo kar s slušalkami. Napravo je možno uglašiti na posluh ali pa z osciloskopom (frekvencmetrom).

Pri uglaševanju z osciloskopom (frekvencmetrom) merimo oba signala



Slika 5: Shema naprave z AVR.

na predvidenih pinih OUT1 in OUT2. Signal je majhen, zato nastavimo območje na 20 do 50 mV/div. Potenciomater nastavimo na 0. Nato s trimerji nastavimo, da sta frekvenci obeh kanalov enaki.

Če sedaj obračamo potenciometer, mora razlika med frekvencama posameznih kanalov biti približno enaka kot na skali potenciometra. Uglasovanje na 'uho' je preprosto. Potenciometer nastavimo na 0. Nato obračamo trimerja, dokler ne slišimo, da sta tona v obeh ušesih enaka. Potem z obračanjem potenciometra preve-

rimo, če se frekvenca v enem kanalu spreminja. In to je vse ...

Sedaj je čas za prvo seanso. Udobno se namestimo v naslonjač, na kavč, posteljo ali kam drugam, kjer imamo mir pred vplivi okolice. Natakemo si slušalke. Naravnomo frekvenco generatorja na 10 Hz. Vključimo generator. Zapremo oči in se osredotočimo na zvok. Sledimo zvoku. Ko imamo občutek, da zvoku popolnoma sledimo, lahko počasi znižamo frekvenco in spet sledimo zvoku. Možgani simpatetično sledijo *dvoušnemu nihanju* in se uglasijo na želeno valovanje. Nižja

kot je želena frekvenca, dlje časa traja uglasjevanje.

Zdaj smo naredili analogni generator binauralnega nihanja. Logično nadaljevanje projekta je seveda izdelava digitalnega generatorja.

Analogni generator sicer deluje čisto v redu. Njegove pomanjkljivosti pa so:

- » potrebno je uglasjevanje z osciloskopom, frekvencometrom ali na 'uho',
- » frekvenčna skala ni povsem točna,
- » odvisnost frekvence od temperature je vprašljiva.

polnjenje akumulatorjev

**AVTOMATSKI
POLNILEC
AKUMULATORJEV
OD 0.1 DO 3A**

kit vsebuje vse elemente za na tiskano vezje, razen hladilnika, transformatorja in ohišja

12V ali 6V

zanesljiv

- zaščita pred napačno prikloplitvijo
- avtomatski izklop polnjenja
- menjava 12V ali 6V

5KIT0007

27,54 EUR
cena z vključeno DDV

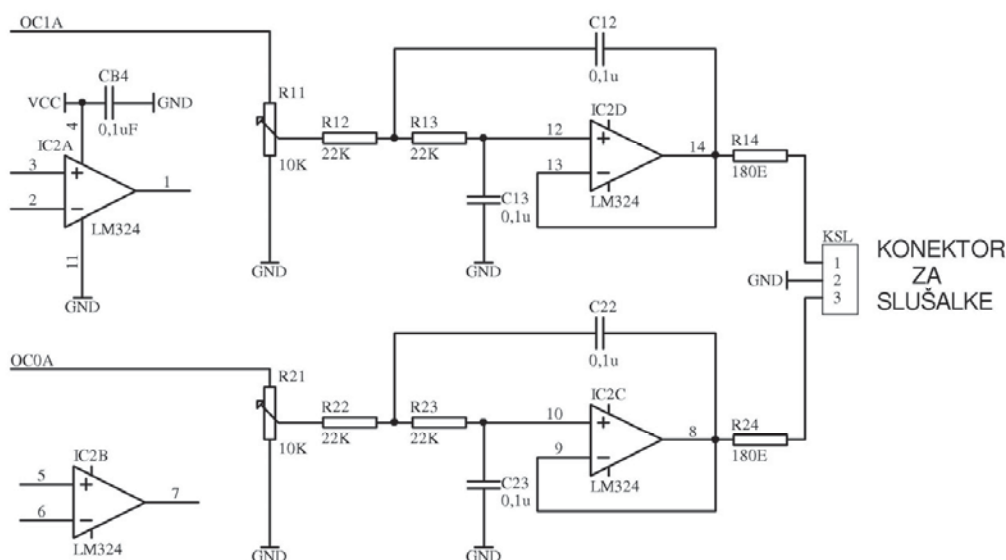
MAVRICNA CENA

dodatki

hladilnik:
100 - 50 - 40 (š-d-v)
Cena: 7,90 EUR

ohišje: 156 - 156 - 61 (š-d-v)
Cena: 15,00 EUR

transformator:
TRAFO TOROID 230/10V_18V-50VA
Cena: 23,90 EUR



Slika 6: Shema do slušalk.

Te pomanjkljivosti naj bi odpravil digitalni generator.

Odločil sem se za izdelavo z AVR mikrokontrolerjem, saj ima vgrajene timerje, ki omogočajo neposredno generiranje frekvence na izhodnih priključkih.

Za prikaz sem uporabil 'klasični' 2 x 16 LCD prikazovalnik, ker je pač najbolj preprost za programiranje v Basco-

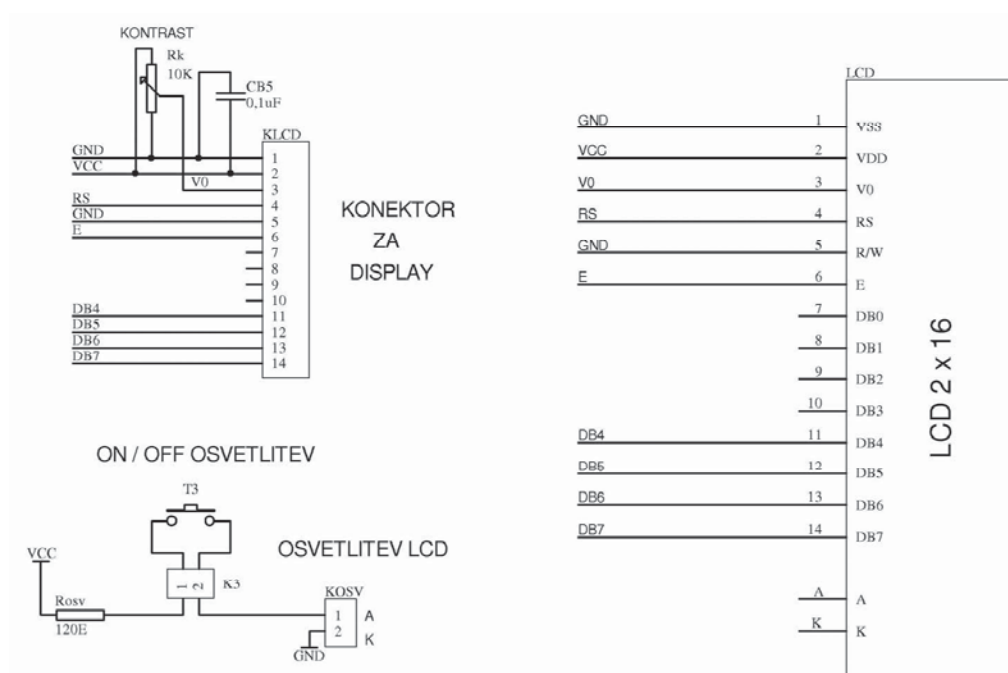
mu, druga prednost pa je v nizki porabi energije (seveda le, če ni prižgana osvetlitev displeja). Napravo sem se odločil vgraditi v isto ohišje kot prejšnjo verzijo, kar mi je povzročilo nekoliko težav zaradi omejenega prostora. No, pa si oglejmo shemo naprave, slika 5.

Uporabljen je mikrokontroler ATtiny2313, ki utripa v taktu 8MHz. Za oscilator je uporabljen kvarc kristal

Iz R11 (desni kanal) se signal nato vodi preko nizkega sita na slušalke (analogno je narejeno za levi kanal). Signal se tu preoblikuje v 'skoraj čisti, lepi' sinusni signal. Hkrati se mu zmanjša nivo glasnosti. Tu je še zaporedno vezan upor 180 Ohmov, ki še dodatno zmanjša nivo signala, hkrati pa ščiti operacijski ojačevalnik pred preobremenitvijo. Slušalke so klasične, impedanca 32 Ohmov. Kot sem že omenil izogi-

bajte se računalniškim slušalkam s potencijometrom za glasnost, saj imajo večinoma presluh med kanali, kar drastično zmanjša binauralni efekt.

Spreminjanje frekvence je predvideno z dvema tipkama T1 - gor in T2 - dol. Binauralna frekvenca po vklopu znaša 16 Hz in je ne moremo povečevati čez to mejo, kar tudi ni smiselno, saj naši možgani podnevi delujejo nekje na 15 Hz. Frekvence tudi ne moremo zmanjševati s tipko T2 pod 0 Hz ... Korak je 1 Hz. Osnovna frekvenca na levem kanalu je 220 Hz, na desnem pa se lahko spreminja v rangi od 220 do 236 Hz.



Slika 3: Shema do LCD.

Priključitev LCD prikazovalnika je 4-bitna. Trimer za kontrast (Rk) je predviden na tiskanem vezju generatorja in ne na displeju. Tudi predupor za osvetlitev (Rosv) je predviden na vezju generatorja. Zaporedno z njim je predvidena tipka za vklop osvetlitve. Naprava je namreč napajana baterijsko, osvetlitev displeja pa je kar velik potrošnik toka. Če upoštevamo, da potrebujemo osvetlitev displeja samo v mraku ali temi, potem je smiselno uporabiti tipko, da si 'posvetimo' in vidimo, na kateri frekvenci se nahajamo. Poleg tega sem zelo omejil tok osvetlitve (okrog 10 mA). Če ima kdo drugačen displej, ki slabše sveti, potem lahko zmanjša vrednost upora Rosv.

Napajanje naprave je iz 9-voltna baterije. S stikalom S1 vklopimo - izklopimo napravo. Regulator 7805 je standarden 5-voltni regulator, lahko uporabite tudi 78L05. Na vezju je predviden še konektor za programiranje ISP (slika 5). Preko njega lahko naložite program in ga po želji tudi spreminjate.

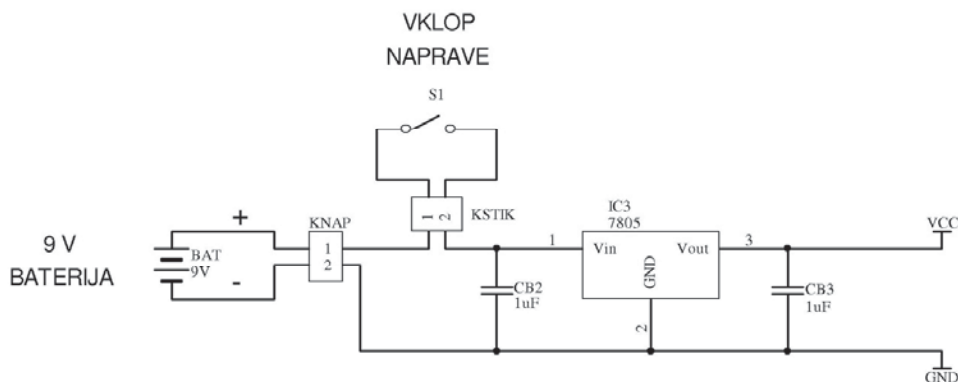
OPIS PROGRAMA

AVR Mikrokontroler Attiny2313 ima vgrajena dva timerja. Timer/Counter0 je 8-bitni, Timer/Counter1 pa 16-bitni modul. Med drugim omogočata tudi generiranje frekvence neposredno na izhodnih nogicah, kar sem izkoristil pri tej aplikaciji. Notranja zgradba obeh timerjev je v principu enaka, le da ima 16-bitni timer še dodatne funkcije.

Na enem kanalu potrebujemo fiksno frekvenco, na drugem kanalu pa spremenljivo s korakom 1 Hz. Za generiranje fiksne frekvence sem lahko uporabil 8-bitni timer.

Uporabil sem izhod OC0A (PIN14). Za neposredno generiranje frekvence na izhodu OC0A je potrebno vpisati prave vrednosti v naslednje registre:

- » Timer/Counter Control Register A - TCCR0A,
- » Timer/Counter Control Register B



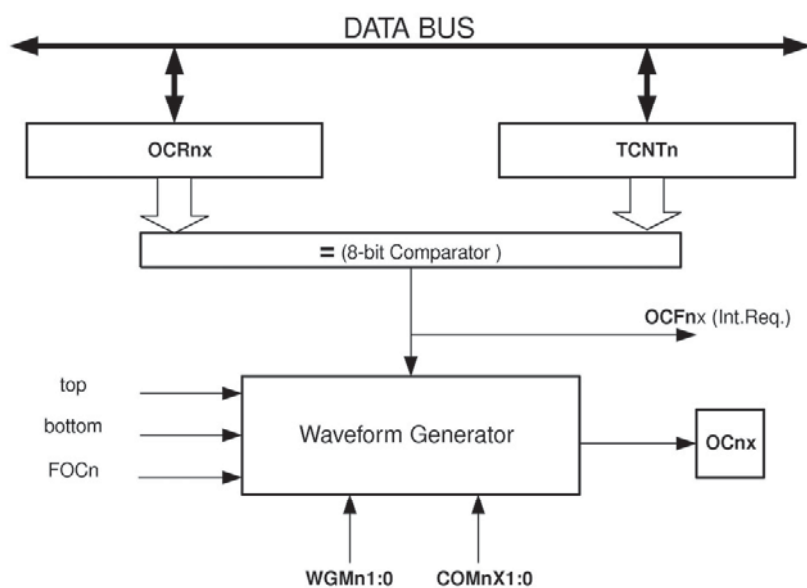
Slika 8: Shema napajalnega dela.

- TCCR0B,
- » Output Compare Register A - OCR0A.

Notranji takt (8 MHz) se najprej deli s preskalerjem. 8-bitni komparator kontinuirano primerja TCNT0 z izhodnim primerjalnim registrom OCR0A. Čim se TCNT0 izenači z OCR0A, signalizira komparator izenačitev. Izenačitev bo nastavila zastavico OCF0A pri naslednjem urinem ciklu timerja. Generator valovanja uporablja ta signal za generiranje izhoda glede na način delovanja, nastavljen z bitoma WGM01 in COM0A0.

Za generiranje pravokotnega signala na izhodu OC0A je uporabljen CTC način delovanja (Clear Timer on Compare match mode). V tem načinu je uporabljen register OCR0A za manipulacijo z resolucijo števca. Števec se postavi na ničlo, ko njegova vrednost doseže vrednost registra OCR0A. OCR0A definira zgornjo vrednost števca in s tem resolucijo. Izhod OC0A mora biti nastavljen na 'toggle'. Pri vsaki izenačitvi števca s primerjalnim registrom OCR0A se izhod obrne.

www.svet-el.si



Slika 9: Izhodna primerjalna enota.