



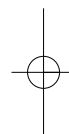
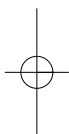
KiCad kao profesionalac

Obiman priručnik za učenje omiljenog svetskog alata otvorenog koda za dizajn štampanih ploča



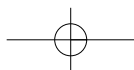
Dr Peter Dalmaris; Tech Explorations

txplore.com



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 978-86-80134-24-6

KiCad kao profesionalac

Naslov originala: KiCad like a Pro

Izdavač originala: Tech Explorations

Autor: Dr Peter Dalmaris

Prevod: Voloda Pezo

Izdaje i štampa: Agencija Eho, Niš

e-mail: redakcija@infoelektronika.net

Tiraž: 200

Godina izdanja: 2019

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
004.382:621.3.049.75(035)
004.42:KICAD(035)

ДЕЛАМАРИС, Петер

KiCad kao profesionalac : obiman priručnik za učenje omiljenog
svetskog

alata otvorenog koda za dizajn štampanih ploča / Peter Dalmaris ; [prevod
Voloda Pezo]. - Niš : Agencija Eho, 2019 (Niš : Agencija Eho). - 463 str. :
ilustr. ; 24 cm

Prevod dela: KiCad like a Pro. - Tiraž 200. - O autoru: str. 13.

ISBN 978-86-80134-24-6

a) Штампања кола -- Пројектовање -- CAD системи -- Приручници
b) Апликативни програм "KiCad" -- Приручници

COBISS.SR-ID 276851212

Da li ste našli grešku?	13
O autoru	13
O tehničkim istraživanjima	14
Sa zadnjih korica	16
Kako čitati knjigu	17
Slike	17
Specifikacija zahteva	18
Zašto KiCad?	19
Deo 1: Brzi uvod u dizajn štampanih ploča	22
Poglavlje 1 • Šta je štampana ploča?	22
Poglavlje 2 • Postupak dizajna štampane ploče	28
Poglavlje 3 • Proizvodnja	31
Poglavlje 4 • Instalacija	33
Poglavlje 5 • Primeri KiCad projekata	36
Deo 2: Praktični put kroz KiCad na veoma jednostavnom projektu	43
Poglavlje 6 • Uvod u ovaj odeljak	43
Poglavlje 7 • Početak KiCada	43
Poglavlje 8 • Električne šeme u Eeschema	46
8.1 List električne šeme	47
Page layout description file	49
8.2 Tasteri na mišu i kombinacije tastera za prečice	49
8.3 Tasteri i meniji Eeschema	52
Leva traka sa alatima	52
Desna traka alata	55
Izbor porta napajanja (power port)	57
Alati za žičenje i brisanje	59
Alat za spojeve (junction)	61
Text alatka	63
Alat za crtanje linija i poligona (Graphics line tool)	65

Gornja traka alata	66
Brzi pregled gornje trake.....	66
Pregled biblioteka.....	67
Anotator.....	69
Provera električnih pravila (ERC).....	71
Cvpcb: pridruživanje otisaka komponentama (footprint).....	74
Kreirajte fajl 'Netlist'	77
Statusna linija (Status bar).....	79
Meni	81
Poglavlje 9 • Izgled u Pcbnew (Layout)	84
9.1 • Korisnički interfejs.....	85
9.2 • Stranica izgleda (Layout)	86
9.3 Tasteri na mišu i tasteri za prečice (Hotkeys)	89
9.4 • Meniji i linije alata u Pcbnew	95
Leva linija alata.....	96
Gornje alatke.....	98
Uvoz Netliste (import).....	99
Pomeranje otiska (footprint-a)	100
Provera dizajna (DRC)	102
Crtanje za Gerber fajl (Plot for Gerber)	107
Izbor sloja (Layer Chooser)	110
Desna linija alata.....	112
Standardni način rada (standard mode).....	112
Isticanje mreža čvorova (Net highlighter)	113
Dodavanje otiska (add footprint)	114
Žičenje (Wiring)	119
Zone ispune i zabranjeni prostori // 'fill zone' , odnosno 'keep-out zone' /	122
Isecanje ivica (Edge cut).....	124
Grafika	132
Tekst	134
Layers Manager (upravljanje slojevima)	138

Statusna linija	140
Meni	141
File	142
Edit	144
View	147
Setup	149
Design Rules Editor	149
Layers Setup.....	151
Ostale postavke.....	152
Place	155
Route (određivanje putanja vodova).....	155
Interactive Routing	156
Alati	161
Preferences	163
General	165
Display	165
Language – Jezik	166
Hotkeys (tasteri prečica)	167
Deo 3: Principi dizajna i osnovni koncepti	168
Poglavlje 10 • O ovom delu.....	168
Poglavlje 11 • Simboli na šemama	169
Poglavlje 12 • Ključni pojmovi štampanih ploča.....	170
12.1 FR4	170
12.2 Vodovi - veze (trace-tracks).....	171
12.3 Stopice i otvori	172
12.4 Via	174
12.5 Annular ring (kružni prsten)	175
12.6 Lemna maska (Soldermask)	175
12.7 Sito štampa (Silkscreen) – beli film.....	176
12.8 Burgije, bušenje i tačnost bušenja (drill bit/drill hit)	177
12.9 Površinske komponente (SMD)	177

12.11 Panel	179
12.12 Lemne paste i lemne sito paste.....	180
12.13 Pick-and-place	182
Poglavlje 13 • Tok dizajna električnih šema.....	183
13.1 Korak 1: Postavka	183
13.2 Korak 2: Simboli	185
13.3 Korak 3: Postavljanje i označavanje simbola	186
13.4 Korak 4: Žičenje	186
13.5 Korak 5: Čvorovi (nets)	187
13.6 korak 6 Provera električnih pravila (ERC).....	188
13.7 Korak 7. Komentari	188
13.8 Korak 8. Netlist	189
Poglavlje 14 • Tekući dijagram dizajna izgleda štampane pločice	191
14.1 Korak 1: Postavke	192
14.2 Korak 2: Dimenzije pločice i mehanička ograničenja	195
14.3 Korak 3: Postavka komponenti.....	196
14.4 Korak 4: Rutiranje (routing)	198
14.5 Korak 5: Bakarna ispuna.....	199
14.6 Korak 6: Silkscreen	201
14.7 Korak 7 Provera pravila dizajna (DRC)	203
14.8 Korak 8: Proizvodnja	205
Poglavlje 15 • Dodatna razmatranja o dizajnu	206
15.1 Oblik i veličina	206
15.2 Slojevi	208
15.3 Vodovi – veze (traces)	209
Dužina.....	209
Uglovi	209
Težina	209
Širina.....	210
Blizina (Proximity)	210

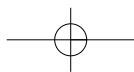
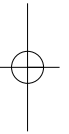
Deo 4: Projekti	211
Poglavlje 16 • 0 ovom delu	211
Poglavlje 17 • Projekat 1: Dizajn pločice štampanih veza jednostavnog napajanja za eksperimentalnu pločicu	212
17.1 Šetnja kroz jednostavni projekat	212
Šta pravite i spisak delova	212
Šta ćete naučiti	216
Skladište projekta	217
17.2 Električna šema: Eeschema	217
Korak 1: Postavka	218
Korak 2: Simboli	219
Korak 3: Arrange - razmeštaj	222
Annotate – jednoznačno označavanje	223
Associate – pridruživanje	224
Korak 4: Žičenje	230
Korak 5: Čvorovi (Nets)	233
Korak 6: Provera električnih pravila (ERC)	235
Korak 7: Komentari	235
Korak 8: Netlist	236
17.3 Izgled otiska u Pcbnew	237
Korak 1 postavka	237
Korak 2: Ivice ploče i ograničenja	241
Korak 3: postavljanje komponenti	244
Korak 4: Rutiranje	247
Korak 5: Ispuna bakrom	250
Korak 6: Sito štampa	253
Korak 7: Provera pravila dizajna (DRC)	255
Korak 8: Proizvodnja	256
17.4 Proširenja projekta	256

Poglavlje 18 • Projekt 2: Dizajn malog Raspberry Pi HAT	257
18.1 Šta ćete napraviti i spisak delova.....	257
18.2 Ša ćete naučiti	258
18.3 Projektno skladište.....	258
18.4 Crtanje šeme u Eeschema.....	259
Korak 1: Postavka.....	259
Korak 2: Simboli	260
Korak 3: Arrange, Annotate, Associate	262
Raspored komponenti (Arrange).....	262
Designacija (Annotete)	262
Pridruživanje otisaka (Associate)	263
Korak 4: Žičenje.....	265
Korak 5: Nets	266
Korak 6: Provera električnih pravila (ERC)	268
Korak 7: Komentari	268
Korak 8: Netlist.....	269
18.5 Raspodela otisaka u Pcbnew	269
Korak 1: Postavka.....	269
Korak 2: Spoljni oblik i ograničenja	271
Korak 3: Razmeštaj komponenti	272
Korak 4: Rutiranje	273
Korak 5: Bakarna ispuna.....	274
Korak 6: Sito štampa (silkscreen)	275
Korak 7: Provera pravila dizajna (DRC)	277
Korak 8: Proizvodnja	278
Poglavlje 19 • Projekt 3: Arduino klon sa ugrađenim EEPROM-om od 512K i takt modulom	281
19.1 Detalji projekta.....	281
19.2 Skladište projekta	282
19.3 Električna šema u Eeschema.....	282
Korak 1: Postavka.....	282
Korak 2: Simboli	283

Korak 3: Arrange,Annotete,Associate	286
Aranžiranje	286
Designacija.....	287
Pridruživanje otisaka	287
Korak 4 i 5: Žičenje i čvorovi	288
Korak 6: Provera električnih pravila (ERC)	291
Korak 7: Komentari	291
Korak 8: Netlist.....	292
19.4 Raspored otiska u Pcbnew.....	293
Korak 1: Postavka.....	293
Koraci 2 + 3: Kontura pločice, ograničenja i raspodela komponenata.....	294
Korak 4: Rutiranje	298
Upotreba autorutera – dva sloja	298
Upotreba autorutera – četiri sloja	300
Dva sloja ili više?	302
Korak 5: Bakarna ispuna.....	302
Korak 6: Sito štampa	303
Korak 7: Provera pravila dizajna	304
Korak 8: Proizvodnja	305
Deo 5: Recepti	306
Poglavlje 20 • Dodavanje biblioteke simbola električnih šema u program Eeschema.....	306
Poglavlje 21 • Dodavanje biblioteke otisaka u Pcbnew	311
Poglavlje 22 • Korišćenje biblioteka otisaka kada niste priključeni na internet	315
Poglavlje 23 • Korišćenje biblioteka simbola kada niste na internetu.....	317
Poglavlje 24 • Pravljenje zabranjene zone.....	319
Poglavlje 25 • Pravljenje bakarne ispune	320
Poglavlje 26 • Kako izračunati širinu voda	323
Poglavlje 27 • Posebna pravila dizajna i promena širine vodova	325

Poglavlje 28 • Kreiranje posebnih pravila dizajna za određene čvorove	327
Poglavlje 29 • Kako ubaciti tekst i jednostavnu grafiku na beli film	329
Poglavlje 30 • Kako dodati logo na sito štampu	335
Poglavlje 31 • Kako da štampanu pločicu proizvedete kod firme Oshpark	339
Poglavlje 32 • Kako napraviti i ispitati Gerber fajlove.....	342
Poglavlje 33 • Kako da proizvedete štampanu pločicu kod PCBWay-a	346
Poglavlje 34 • Zaobljeni uglovi	350
Poglavlje 35 • Montažne rupe i otvori	354
Poglavlje 36 • Kreiranje simbola	359
Poglavlje 37 • Modifikacija postojećeg simbola	368
Poglavlje 38 • Ručno pravljenje novog otiska	373
Kontura gornjeg sloja za fabrikaciju - Front Fabrication layer ('F.Fab') – outline	375
Stopice	378
Front Courtyard layer ('F.CrtYd') – Gornji granični sloj	382
Gornja sito štampa (Front Silkscreen).....	383
Tidy up – Pospremanje	383
Save the footprint – memorisanje otiska	384
Test the footprint – test otiska.....	385
Poglavlje 39 • Kreiranje novog otiska uz pomoć odgovarajućeg alata (wizard)	387
Poglavlje 40 • Modifikacija postojećeg otiska	391
Poglavlje 41 • Upotreba rutera	394
Poglavlje 42 • Kako napraviti spisak materijala	398
Poglavlje 43 • Kako dizajnirati željeni izgled stranice.....	401
Poglavlje 44 • Kako koristiti hijerarhijske strane	408
Poglavlje 45 • Kako upotrebiti diferencijalni par	412
Poglavlje 46 • Interaktivni ruter	416
Poglavlje 47 • Pravljenje jedinstvenih izreza pločice	420

Poglavlje 48 • Upotreba Git za kontrolu verzije	425
Prebacivanje vašeg skladišta na Github	431
Overa (Authentication)	434
Poglavlje 49 • Kreiranje višeslojne štampane pločice	436
Poglavlje 50 • Kako koristiti sabirnice	440
Poglavlje 51 • Kako ažurirati električnu šemu i dizajn (sa Git-om)	444
Poglavlje 52 • Pojedinačno pokretanje KiCad aplikacija	448
Poglavlje 53 • Pravljenje nove verzije štampane pločice bez izmene originala	450
Poglavlje 54 • Pravljenje štampane pločice bez šeme	457
Poglavlje 55 • Kako podesiti tekst editor i zašto	459
Poglavlje 56 • Kako instalirati trodimenzionalne oblike	461



Da li ste našli grešku?

Molimo vas da nas obavestite.

Uz pomoć veb brauzera idite na txplo.re/KiCadbook i ispunite obrazac.

Odmah ćemo popraviti.

O autoru

Dr Peter Delamaris je pedagog, inženjer elektronike i stvaralac. Kreator je “Uradi Sam” video kurseva iz elektronike koji se odvijaju uživo i pisac nekoliko tehničkih knjiga. Peter je skoro izdao svoju knjigu “Stvaranje obrazovne revolucije”, o tome kako stvaralaštvo menja način na koji učimo u 21. Veku.

Kao vođa tehničkih istraživanja od 2013 u Tech Explorations, kompanije koju je osnovao u Sidneju, Australija, Peterova misija je da istražuje tehnologiju i obrazuje svet.

Njegova firma nudi obrazovne kurseve i centre za obuku za elektronske hobiste, studente i nastavnike nauke, tehnologije, inženjeringa i matematike (STEM).

Kao stalni učenik, Peterova osnovna veština leži u objašnjavanju teških pojmova preko videa i pisanja. Sa preko 15 godina iskustva predavanja za treći stepen, Peter je razvio jednostavan ali jasan stil učenja koji cene studenti širom sveta.

Njegova strast za tehnologiju i svet hardvera ‘Uradi Sam’ otvorenog koda je bio glavni razlog koji ga je vodio kroz sopstveni razvoj i rad na tehničkim istraživanjima.

O tehničkim istraživanjima

Tehnička istraživanja (Tech Explorations) čine obrazovni proces za studente i hobiste elektronike koji radije koriste svoje vreme za sjajne uređaje umesto beskrajne pretrage po blogovima i Youtube.

Isporučujemo nastavne video materijale vrhunskog kvaliteta i knjige preko naših platformi na internetu na txplore.com.

Podržavanje naših studente kroz nastavu je naš prioritet i to radimo preko posvećenih foruma za kurseve i skupova na internetu.

Tech Explorations je osnovano 2013 od strane Petera Delamarisa kad je Peter shvatio kako je teko pronaći kvalitetna stvarna uputstva za Arduino, napisana ili napravljena od stvaralaca koji odgovaraju na pitanja čitalaca.

Peter je bio frustriran jer je morao da traži po Youtube-u i blogovima koji izgleda nikad nisu napravljeni u svrhu prenošenja znanja.

Odlučio je da napravi Tech Explorations da bi mogao da napravi obrazovni sadržaj koji je želeo u svoje vreme da pronađe.

Kursevi Tech Explorations-a su urađeni da budu jasni, krajni i praktični. Bilo preko videa, digitalnih knjiga, blogova ili elektronske pošte naša isporuka je lična i kroz razgovor.

To je kao da imate prijatelja koji vam pokazuje nešto prikladno i odjednom vam se javlja uzvik 'AHA' to je to!

Peter je napustio svoju akademsku karijeru zbog strasti prema elektronici i ponovo se zapalio kad mu je došao prvi Arduino. Iako je bio hobi elektroničar od mladih dana nešto ga je vodilo da studira elektroniku na univerzitetu ali je Arduino označio revoluciju na način kako se elektronika promišlja i uči.

Peter je odlučio da bude deo ove revolucije i nikad se nije osvrtao.

Znamo da i danas sa svim informacijama iz sveta pod prstima, zahvaljujući Guglu i komponentama koje su prisutne na klik miša, zahvaljujući Ibeju, život hobi elektroničara nije lak. Poslovi ostavljaju malo vremena za vaš hobi a vi želite da to vreme iskoristite.

Želimo vam pomoći da uživate u svom hobiju. Želimo vam da naučite sjajne praktične stvari koje možete upotrebiti da napravite svoje neverovatne spravice.

Elektronika je hobi koji nagrađuje. Nauka inženjering, matematika, umetnost i radoznalost, sve se skuplja u slično kolo sa šačicom komponenti.

Želimo vam da pomognemo da preduzmete ovaj put bez odlaganja i frustracija.

Naše kurseve koristi preko 70000 ljudi širom sveta.

Od elektronskih prototipova sa Arduino za učenje do potpunog razvoja sa Raspberry Pi ili dizajna štampane ploče profesionalnog izgleda za svoje fine spravice, naši studenti uživaju na kursovima i dramatično poboljšavaju svoje stvaralačke sposobnosti.

Evo šta su neki rekli:

- „ Na pola sam kursa a puno učim. Peter je izvanredan instruktor. Preporučujem ovaj kurs ukoliko stvarno želite da učite o mnogostranosti Raspberry Pi-ja“ – Scott
- „ Cilj kursa je jedinstveno definisan i veoma koristan. Instruktor objašnjava materijal veoma jasno“ – Huan
- „ Logično za početnika. Većina stvari koje nisam znao o Arduino je lako razumeti. Takođe je lako razumeti glas za razliku od ostalih kurseva o mikrokontrolerima koje sam ranije započinjao. Hvala2 – Anthony

Molimo vas da proverite naše kurseve na techexplorations.com i budite deo naših tehničkih avantura

Sa zadnjih korica

Štampane ploče su, možda, najpotcenjenije komponente savremene elektronike. Obično napravljene od staklenih vlakana, štampane ploče su odgovorne za držanje na mestu i povezivanje različitih komponenti koje čine da bilo koji elektronski uređaj radi.

Dizajn složenih štampanih ploča je nešto što mogu napraviti samo obučeni inženjeri. Ovi inženjeri su koristili skupe alate za projektovanje uz pomoć računara. Pločice koje su pravili su proizvedene u specijalnim fabrikama u ogromnim količinama.

Ne više.

U poslednjih 20 godina smo videli da su vrhunske mogućnosti dostupne skoro svima koji ih žele. CAD alati i proizvodnja štampanih ploča su udaljene na samo jedan klika miša.

KiCad je jedan od tih alata. Možda jedan od svetski najpopularnijih (i najboljih) alata za projektovanje pločica štampanih veza uz pomoć računara KiCad je program otvorenog koda, koji je potpuno opremljen, dobro zasnovan, dokumentovan i podržan. Izvrstan je alat za inženjere elektronike i hobbiste koji prave zadivljujuće štampane ploče. KiCad je dostigao zrelost i sad je potpuno opremljen i stabilan izbor za svakoga koji ima potrebu da pravi štampane ploče po narudžbini.

Ova knjiga će vas naučiti da koristite KiCad. Bilo da ste hobbista ili elektro inženjer, knjiga će vam pomoći da brzo postanete produktivni i počnete dizajnirati sopstvene pločice.

Jeste li Hobi elektroničar? Da li je eksperimentalna pločica usko grlo vaših projekta? Da li želite da postane vešti u pravljenju dizajna kola štampanih ploča? Ukoliko hoćete, onda vam je KiCad i ova knjiga izvanredan izbor. Upotrebite KiCad da nacrtate pločicu po želji za vaš projekt. Ne ostavljajte vaše projekte na eksperimentalnim pločicama da skupljaju prašinu i propadaju.

Kompletirajte postupak vašeg pravljenja prototipa i dajte vašim projektima kvalitetan profesionalan izgled.

Da li ste inženjer elektronike? Možda već koristite CAD alat za nacrt štampanih ploča: da li ste zainteresovani za učenje KiCad i iskusite snagu i slobodu softvera otvorenog koda? Ukoliko jeste, onda će vam ova knjiga pomoći da veoma brzo postanete produktivan sa KiCad-om. Možete praviti na osnovu prethodnih znanja o štampanim pločama i učiti KiCad kroz priručne projekte.

Knjiga ima praktičan pristup učenju. Sastoji se od sve težih projekata u četiri stepena i odgovarajućih recepata.

Projekti će vas naučiti osnovne i napredne mogućnosti KiCada. Ukoliko uopšte nemate prethodnog znanja u projektovanju ploča, naći ćete uvodni projekat koji će vas naučiti osnove dizajna. Zatim možete nastaviti sa ostalim projektima. Nacrtaćete pločicu za eksperimentalno napajanje, majušni Raspberry Pi HAT, i klon Arduino projekta sa kolima za takt i proširenje memorije.

Knjiga sadrži različite recepte za često korišćene aktivnosti. Ovaj deo možete koristiti kao referentni vodič u bilo koje vreme. Autor podržava knjigu preko stranica koje obezbeđuju pristup dodatnim izvorima.

Kako čitati knjigu

Knjigu sam napravio da se koristi za upotrebu KiCada i kao referentni udžbenik.

Svi primeri, opisi i postupci su provereni sa verzijom KiCad 5.

Ukoliko nikad niste koristili KiCad i imate malo ili nimalo iskustva u dizajnu štampanih ploča (eng. PCB) preporučujem da čitate sve po redu. Ne preskačite prve glave 1, 2 i 3 jer one postavljaju osnovna znanja na kojima ćete učiti veštine do kraja knjige. Ukoliko preskočite ova poglavlja imaćete rupe u znanju pa će vam biti teže da napredujete.

Ukoliko imate dobro radno iskustvo u dizajnu štampanih ploča ali ste novi u KiCadu možete ići na Deo 2, brzo ga pregledati i nastaviti na projektima u delu 4.

Kada shvatite osnove koncepta KiCada i zaista ga naučite možete koristiti recepte iz dela 5 kao izvor za određene probleme koje je potrebno rešiti. Ovi recepti su korisni sami po sebi. Kroz tekst ćete naići blagovremeno na određene recepte da bi naučili potrebne veštine za pojedine projekte.

Slike

U knjizi ćete naći brojne slike koje sadrže slike ekrana KiCada. Da bi napravili ove slike koristio sam KiCad 5 koji je radio na Ubuntu Linuxu. Ukoliko koristite KiCad na Windows-u ili MacOS-u, ne brinite: KiCad radi isto na svim platformama i čak izgleda isto.

Iako sam pazio pri pravljenju slika da budu jasne, postoje slučajevi gde to nije bilo moguće. To važi kod slika ekrana čitave aplikacije jer je potrebno da bude na velikom ekranu. Uloga ovih slika je da pomogne instrukcijama u knjizi dok radite na vašem računaru. Nema zamene eksperimentima i učenju kroz rad pa je najbolji savet, koji mogu da dam, je da knjigu koristite kao dokument i kompanjona. Bilo kad da je čitate, Otvorite KiCad na računaru i pratite uputstva.

Knjiga ima veb stranicu sa izvorima koji povećavaju vrednost koju vam dajemo kao čitaocu. Molimo vas da čitate o veb stranici knjige, šta vam nudi i kako pristupiti odeljku 'The book web page' kasnije u uvodnom odeljku.

Na kraju može vas zanimati video kurs verzija knjige.

Kurs pokriva 17 časova videa visoke definicije sa detaljnim objašnjenjima i demonstracijama svih projekata u knjizi. Video lekcije obuhvataju tehnike i postupke koji nisu mogući u knjizi.

Molimo vas da proverite veb stranicu knjige za ažurna izdanja projekta. Proverite pretplatu na spisku elektronske pošte Tech Explorations tako da vam mogu poslati ažuriranja.

Specifikacija zahteva

Da bi što više dobili od ove knjige potrebne su vam neke stvari. Verovatno ih već imate:

- Računar sa Windows-om, macOS-om ili Linux-om
- Pristup internetu
- Miš sa najmanje dva tastera i točkićem
- Mogućnost i znanje da instalirate softver
- Vreme za rad na knjizi i strpljenje

Uvod: Zašto KiCad?

Kako se KiCad pojavio u CAD svetu 1992 godine, prošao je kroz 5 glavnih verzija i izrastao u ozbiljnu alternativu komercijalnim proizvodima. Bio je glomazan i jedva upotrebljiv a sada je čvrsta, pouzdana CAD aplikacija. Iako je istina da je KiCad još uvek iza komercijalnih konkurenata u pojedinim oblastima¹, verujem da koristi koje dobijemo od zaista besplatnog (besplatnog kao 'otvoren kod'²) softvera vrede izbora u odnosu na uglancanu finu obradu komercijalnih CAD paketa.

Jedna od onih koristi KiCada je vrlo aktivno i rastuće zajednica korisnika i saradnika. KiCad ima posvećen tim za razvoj koji je podržan organizacijama kao što su CERN, fondacija Raspberry Pi, Arduino LLC i Digi-Key Electronics. Zajednica je aktivna pri fondovima koji pokrivaju razvojne troškove. Kampanja prikupljanja sredstava pokriva zahtevane troškove sa 160%, obezbeđujući 600 sati za razvoj KiCada verzije 6. Samo ovaj obim sredstava garantuje da će se razvoj KiCada ubrzati i nastaviti ubuduće.

Pored jezgra tima su ljudi koji čine KiCad zajednicu. Ovi ljudi podržavaju KiCad projekte na različite načine: pišući kod, deleći biblioteke, pomažući druge da nauče. U zadnjih pet godina zapazio sam eksploziju interesovanja za KiCad. Posledica je da je internet preplavljen značajnim resursima: uputstvima, priručnicima, bibliotekama, skriptama. Proizvođači su to zapazili. Većina ih objavljuje priručnike, objašnjavajući kako da naručite pločice. Neki od njih su napravili da je moguće prebaciti samo jedan fajl iz KiCad projekta umesto generisanja više Gerber fajlova zbog čega ste skloni pra vljenju sitnih grešaka usled mogućnosti više opcija prilikom prebacivanja formata fajlova u procesu izrade.

Zašto koristim KiCad? Drago mi je da ste pitali. Prvo pogledajmo moje poreklo. Ja sam elektro inženjer sa stažom u elektronici i računarima. Iznad svega sam nastavnik i hobi elektroničar. Većina mojih projekata štampanih ploča se nalaze u mojim knjigama i na kursovima. Moji projekti su slični onima drugih hobista u smislu složenosti i veličine. Pravim stvari za moje kurseva Arduino i Raspberry Pi. To može biti klon Arduina, ili 'šild', HAR za Raspberry Pi ili posebna relejna pločica, napajanje ili kontroler motora. Ne razmećem se. Smatrajući se hobištom, KiCad je savršen alat za mene. Ali planiram da dizajniram veće i bolje pločice.

To je razlog što sam odlučio da ne koristim drugi izvanredan alat – Fritzing. Kod KiCada sam video mnoštvo koristi bez problema. Navešću i kratko opisati 10 prednosti KiCada što se mene tiče:

Prednost 1: KiCad je otvoren kod. Za mene je to važno, naročito jer nalazim da provodim više vremena praveći nove i složenije pločice. Otvoreni kod, po definiciji znači da je osnova koda na raspolaganju bilo kome za skidanje i kompajliranje na njihovim računarima. To je razlog zašto tehnologije kao što su Linux, APACHE I

¹ Primer KiCad menadžera bibliotekama, tradicionalni pojam za žalbe i puno glavobolje. Sa verzijom 5, je ipak, menadžer biblioteka daleko bolji nego što je bio.

Druga oblast gde je KiCad iza nekih alternativa su alati za saradnju i raspodela poslova za timove. Sa izvornim upravljačkim sistemima kao što je Github moguća je projektna raspodela poslova do izvesnog opsega.

² O 'otvorenom kodu': https://en.wikipedia.org/wiki/Free_and_open_source_software

Wordpress u stvari pokreću internet (svi su otvorenog koda). Pošto nisam ekstreman u izborima između softvera otvorenog i zatvorenog koda, čim se pojavi opcija jednostavnog otvorenog koda, kao KiCad ja ga uzmem.

Prednost 2: Besplatan je! To je naročito važno za hobiste. CAD alati mogu biti skupi. Bez prihoda koji proističu iz hobija, teško je opravdati stotine potrošenih dolara koliko koštaju licence, naročito ako postoje održive alternative. To me dovodi do treće prednosti...

Prednost 3: KiCad je neograničen. Ne postoji 'standard', premijum' i 'platinasti' softverski paket koje bi trebalo izabrati. Samo preuzmite i dobijate sve. Kod većine besplatnih komercijalnih alata za štampane ploče uvek postoje ograničenja kod stvari kao što je broj slojeva i veličini pločice, šta možete uraditi sa pločicom kad je izradite, ko vam može pločicu proizvesti i još mnogo toga. Opet vam kažem; KiCad je neograničen! To je toliko važno da sam odlučio da plaćam godišnju donaciju CERN-u koja je vrednija od cene licence Autodesk-ovog Eagle da bih pomogao održavanje ovog alata.

Prednost 4: KiCad ima izvanredne karakteristike. Karakteristike kao što je interaktivno rutiranje, usaglašavanje dužina i diferencijalno rutiranje su profesionalnog stepena. Iako ih nećete koristiti baš odmah, upotrebićete ih nekada. Karakteristike nisu zatvorene i mogu se dodati preko dodataka sa treće strane što je korist otvorenog koda. Autoruter je jedan primer. Sposobnost automatskog toka i proširene mogućnosti pomoću skript fajlova Python-a su druge mogućnosti.

Prednost 5: KiCad se stalno poboljšava. Naročito od kad su CERN i Society Foundation uključeni u njihove tekuće kapacitete, video sam vrlo uporan u uspešno postavljen plan. U vreme ovog pisanja, KiCad 5 je star mesec dana (izdat je početkom avgusta 2018 godine). Osnova KiCada 6 je završena i planski dokument je objavljen. Kada sam pogledao plan, bio sam veoma uzbuđen: poboljšan i modernizovan interfejs, poboljšanja u editoru šema i provera električnih pravila (nadajmo se sa boljim porukama o greškama), bolje naglašavanje netova a još više je trenutno u radu.

Prednost 6: Kod KiCad-a postoji jasna razdvojenost električne šeme i izgleda što je prednost kod učenja i korišćenja. Korisnici drugih aplikacija su često zbunjeni ali ja zaista verujem da je to prednost. Električna šema i dizajn izgleda su zaista dve različite stvari. Možete ih koristiti nezavisno. Često napravim električne šeme za moje kurseve bez namere da od njih napravim štampane ploče. Takođe pravim više verzija pločice koristeći istu šemu. Odvajanje uloga čini oba posla lakšim.

Prednost 7: Moju pločicu mogu da pravim bilo gde: Mogu prebaciti moj projekat do bilo kog proizvođača koji prihvata industrijski standardne Gerber fajlove; mogu preneti do sve većeg broja proizvođača koji prihvataju same KiCad fajlove i naravno, mogu ih napraviti kod kuće korišćenjem kita za nagrivanje pločica (ovu mogućnost nisam pokrio u ovoj knjizi).

Prednost 8: KiCad radi svuda. Bilo da ste Mac, Windows ili Linux osoba, možete upotrebiti KiCad. Ja koristim sve tri platforme.

Prednost 9: KiCad se lako podešava. Možete značiti omiljene vruće tastere i raspored pa uz prilagođenja na miošu možete ga potpuno prilagoditi svojim željama

Prednost 10: Ukoliko vas zanimaju analogna kola bićete srećni da znate da je sada KiCad integrisan sa Spice-om. Možete crtati u Eeschema i simulirati u Spice ne napuštajući KiCad. Kad mi je potrebno da simuliram analogno kolo, obično koristim iCircuit, izvanrednu aplikaciju za desktop. Planiram da počnem da koristim KiCad i Spice za ovu vrstu posla.

Ovo su deset najvećih razloga zbog čega sam izabrao KiCad kao moj alat za pravljenje štampanih ploča. Možda za vas razlozi nisu pravi ali se nadam da ćete ga uzeti u obzir posle čitanja knjige pre nego što odlučite.

U ovoj knjizi sam stavio skoro sve što sam naučio kao KiCad korisnik u protekle četiri godine. Organizovao sam na način da brže učite KiCad. Cilj knjige je da vas naučim da budete produktivni čim završite prvi projekat u delu 4.

Ukoliko prelazite sa drugog alata za izradu pločica i imate iskustva u pravljenju istih molim vas da budete otvorenog uma. KiCad je verovatno veoma različit alat od onog koga ste koristili. Izgleda različito i ponaša se različito. Lakše će te učiti ukoliko svesno stavite na stranu očekivanja i pogledate KiCad kao što bi početnik. Prema Borgovima iz 'Zvezdanih staza' "otpor je uzaludan" a kod učenja kao i kod mnogo drugih gledišta u životu najbolje je da pustite da stvari teku.

Da počnemo!

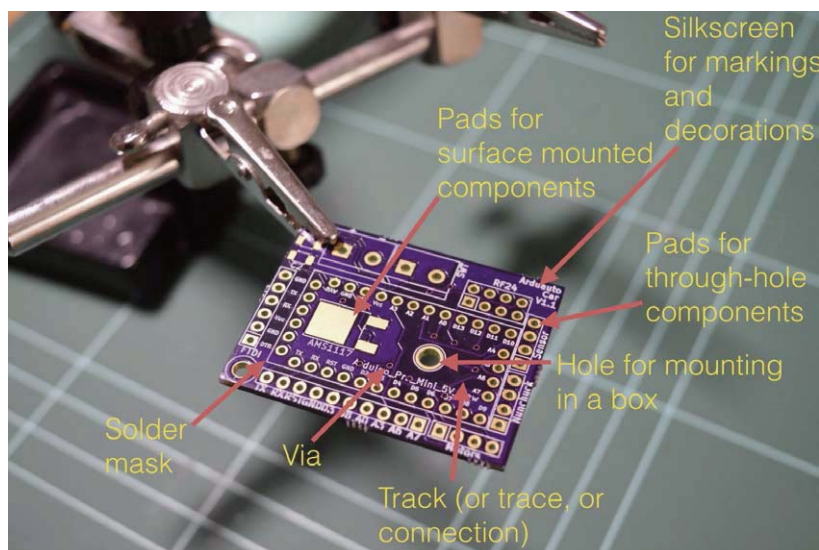
Deo 1: Brzi uvod u dizajn štampanih ploča

Poglavlje 1 • Šta je štampana ploča?

Kao dete, sećam se kako je zanimanje za elektroniku izraslo iz divljenja šta izmišljaju inženjeri do radoznalosti kako stvari rade. Ova radoznalost me vodila da upotrebim stari odvijač koji je moj otac ostavio u fioci (verovatno posle popravke šarki na vratima) da otvorim bilo kakvu elektroniku za koju je bio dovoljan ovakav odvijač.

Gramofon, VCR, radio. Svi su bili moje žrtve. Još uvek sam zadivljen što me napunjeni kondenzator nije spržio. Imao sam toliko zdravog razuma da isključim uređaj iz struje. Unutar ovih stvari sam našao svu silu zadivljujućih stvari. Otpornici, transformatori, integrisana kola, displeji.

Sve te stvari su bile pričvršćene na pločice kao onu sa slike 1.1. Ovo je primer štampane ploče.



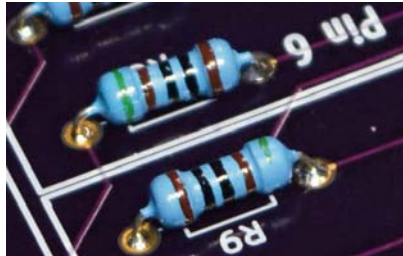
Slika 1.1 Gornja strana štampane ploče

Da pogledamo sastav štampane ploče, kako izgleda i korišćenu terminologiju. Primer je ona koju sam napravio za jedan od mojih kurseva (slika 1.1).

Gornja strana pločice je ona na koju smeštamo elektronske komponente. Komponente možemo stavljati i sa donje strane; to nije uobičajeno.

Uopšteno govoreći postoje dve vrste komponenti: komponente sa izvodima (through hole) i površinske komponente (SMD-Surface Mounted Devices). Komponente sa izvodima se pričvršćuju na štampanu ploču provlačenjem izvoda kroz otvore a spajaju lemljenjem lemom i vrelom lemilicom. U primeru sa slike 1.1 možete videti nekoliko otvora u koje se postavljaju komponente sa izvodima. Otvori idu sa gornje strane do donje strane štampane ploče

i obloženi su provodnim materijalom kao što je kalaj ili u ovom slučaju zlato. Lem koristimo da bi spojili i obezbedili izvode komponenti na stopici koja okružuje otvor (slika 1.1)



Slika 1.1 Komponenta sa izvodima spojena na štampanu ploču.

Ukoliko želite da spojite površinsku komponentu, tada umesto otvora komponentu postavljate na stopicu prekrivenu kalajem. Morate da upotrebite pravilnu količinu lema da bi napravili dobru vezu između spojne stopice komponente i ravne stopice (slika 1.2).



Slika 1.2 Površinska komponenta spojena na štampanu ploču.

Sledeća je sito štampa (beli film). Sito štampu koristimo da bi dodali tekst i grafiku. Natpisi obezbeđuju korisne informacije o pločici i njenim komponentama. Grafika može sadržati logo, dekoracije i korisne oznake.

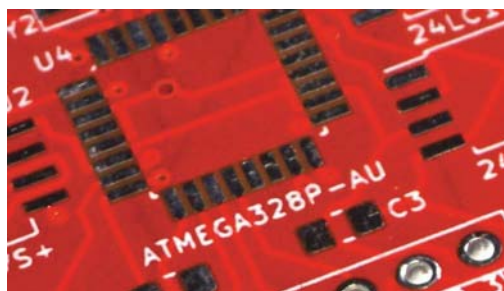


Slika 1.3 Bela slova i linije su naneseni sito štampom na ovu štampanu ploču.

Na slici 1.3 ste mogli videti da sam upotrebio bele okvire koji ukazuju na smeštaj različitih komponenti. Ispis sam iskoristio da ukaže na nazive različitih izvoda, a gore imam broj verzije. Dobra navika je imati naziv za štampanu ploču i ostale stvari te vrste. Sito štampa se stavlja sa gornje strane ili sa donje strane (prim.prev. U domaćoj praksi se termin ‘silkscreen’ često naziva ‘beli film’).

Ponekad je potrebno da učvrstite štampanu ploču na površinu. Da bi to uradili dodajte otvor za montažu (montažne rupe). Montažne rupe su slične ostalim otvorima na ovoj pločici izuzev što nisu metalizovane. Možete upotrebiti vijak i navrtku sa druge strane tako da se učvrsti, na primer, u kutiji.

Sledeće su veze (track). U ovom primeru (slika 1.4) izgledaju crveno usled maskirne (zaštitne) boje koju je koristio proizvođač.



Slika 1.4 Svetle linije koje spajaju otvore su vodovi

Veze su od bakra i električno spajaju izvode ili druge delove na pločici. Debljinu veze možete kontrolisati prilikom dizajna. Veze se nazivaju i vodovi.

Da li ste zapazili male otvore koje oko sebe nemaju stopicu? One se nazivaju “via” (metalizovani prolazni otvori koji spajaju strane ili slojeve). Vie su kao otvori ali nisu namenjene

da se u njih postavljaju izvodi komponenti. Upotrebljavaju se da nastavite put voda sa jedne strane pločice na drugu ili na drugu sloj. Ukoliko imate štampanu ploču sa dve ili više slojeva tada koristite vie da vežete vod sa bilo kog sloja do bilo kog drugog. Vie su veoma korisne za vođenje puta veza po čitavoj pločici.

Crvena supstanca koju vidite na pločici je maska za lem. Ona ima višestruku funkciju. Sprečava da bakar sa vremenom oksidiše. Oksidacija bakarnih veza negativno utiče na provodnost. Lemna maska sprečava oksidaciju.

Druga stvar je to što ona čini lakše ručno lemljenje. Pošto stopice mogu biti veoma blizu jedna drugoj, lemljenje bi moglo biti veoma teško bez lemne maske (došlo bi do kratkih spojeva). Lemna maska sprečava da vrela lem napravi mostiće između stopica jer sprečava da se lem uhvati na masku. (slika 1.15). Lemna maska sprečava premošćavanje jer se lem ne veže za masku.



Slika 1.5 Mostić od lema je jedan od defekata koji sprečava lemna maska.

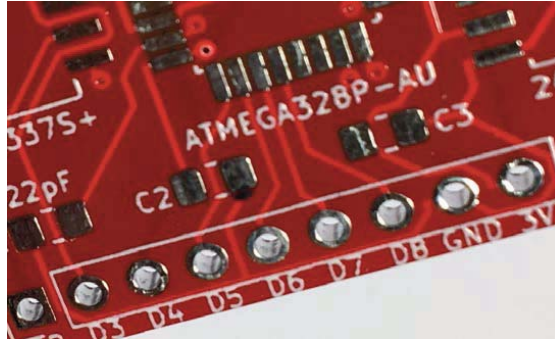
Često je vrh lemilice veliki kao ili ponekad veći od stopica pa je pravljenje mostića (kratkih spojeva) u tim slučajevima vrlo lako pa lemna maska sprečava da se to dogodi.

Na slici 1.6 možete videti primer pločice standardne debljine od 1.6 mm.



Slika 1.6 Ova štampana ploča ima debljinu od 1.6 mm i napravljena je od fiberglasa

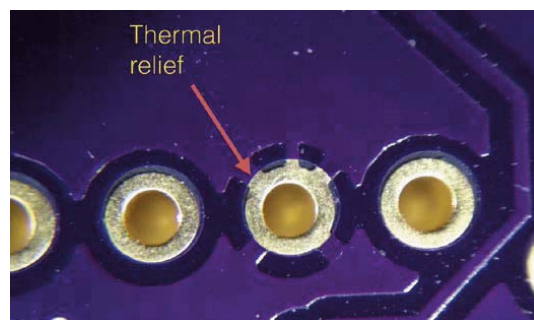
Štampane ploče su obično napravljene od fiberglasa (prim. prev. naši nazivi FR4, 'vitroplast', starije pločice su bile od 'pentinaksa'). Tipična debljina pločica je 1.6 milimetara. U groplanu slike (slika 1.7) možete videti otvore za komponente sa izvodima. Otvori (rupe) za komponente sa izvodima su veće duž ivice štampane ploče. Zapazite da su unutra metalizovane, spajajući prednju i zadnju stranu pločice.



Slika 1.7 Izgled izbliza gornjeg sloja

Na slici 1.7 možete videti nekoliko via (manjih otvora) i veza (vodova), crvenu lemnu masku između stopica (pad). U ovom groplanu možete videti detalje belog filma. Belu boju koriste za sito štampu kad pravite natpise i grafiku.

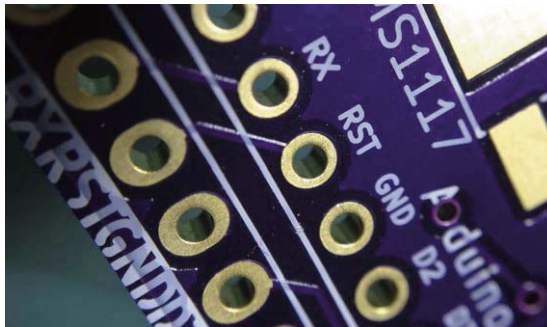
Slika 1.8 je zanimljiva jer pokazuje način spajanja mase i napajanja (GND i Vcc), stopice su deblje i veće i nazivaju se 'ispunjene'.



Slika 1.8 Stopica je proširena na bakar radi oslobađanja toplote

Na slici 1.8 strelica pokazuje kratki segment bakra koji vezuje stopicu do većeg dela bakra. Ovaj segment nazivamo termičkom raspregom. Ovaj segment čini lemljenje lakšim jer se toplota neće rasipati na veliku površinu bakra.

Slika 1.9 daje različitu perspektivu da bi procenili širinu veza.

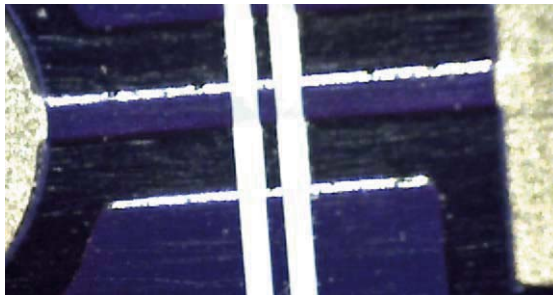


Slika 1.9 Presvlaka rupa pokriva unutrašnjost otvora i vezuje prednji deo sa zadnjim.

Zapazite kratku vezu koja povezuje dva RESET otvora (RST). Svetlo koje se reflektuje sa voda vam daje predstavu o debljini bakra koji je pokriven ljubičastom lemnom maskom.

Na ovoj slici možete videti veoma tanak sloj zlata koji pokriva otvor i stopicu i kako je ispunjena rupa. Ovo je način kako se električno spajaju dve strane preko rupe

Umesto pozlate možete koristiti kalaj da bi smanjili proizvodne troškove.



Slika 1.10 Detalj štampane ploče sa povećanjem od 200 puta

Slika 1.10 je sa povećanjem od 200 puta. Možete videti vod koji vezuje dve stopice i svetlo koje se reflektuje sa jedne strane voda.

Poglavlje 2 • Postupak dizajna štampane ploče

Da bi projektovali ploču štampanih veza morate ispuniti nekoliko koraka, napraviti odluke i ponavljati sve dok ne budete zadovoljni rezultatom. Pošto pravite nešto što mora biti u mogućnosti da izvrši određene operacije (ili više operacija= vaš nacrt mora biti visokog kvaliteta, bezbedan i u mogućnosti da se proizvede. Nema smisla dizajnirati nešto što ne može da se napravi.

Pored praktičnih uslova nacрта ploče postoje i estetski. Želite da vaš rad izgleda dobro a ne samo funkcionalan. Dizajniranje štampane ploče, pored toga što je inženjerska disciplina je do umetnosti.

U ovoj knjizi naučićete o tehničkim elementima dizajniranja štampanih ploča u KiCadu ali sam siguran kad počnete sa dizajnom vaše pločice pojaviće se vaša umetnička strana ličnosti. Vremenom, vaš nacrt će početi da izgleda jedinstveno vaš.

Nacrt se tiče postupka kreiranja planova za ploču štampanih veza. Ona se razlikuje od proizvodnje štampane ploče. Kod nacрта učite alate, postupke i uputstva korisna za pravljenje takvih planova. Kod proizvodnje, s druge strane, brinete o pretapanju planova štampane ploče u stvarnu štampanu ploču.

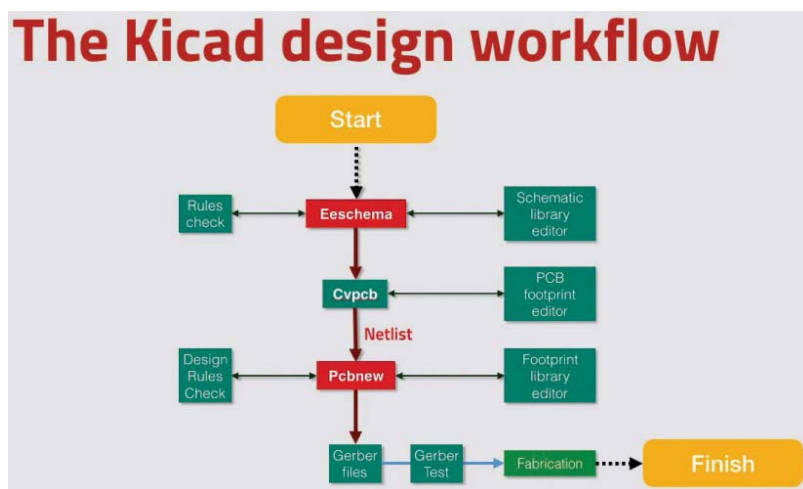
Kao dizajner štampanih ploča, korisno je znati nekoliko stvari o proizvodnji, iako ne morate u tome biti stručnjak. Potrebno je znati mogućnosti same fabričke proizvodnje, tako da možete obezbediti da vaš dizajn ne prelazi mogućnosti kapaciteta i da se vaša pločica može proizvesti. Proizvođači štampanih ploča će vam dostaviti 'pravila nacрта' koji određuju dimenzije i tolerancije koje mogu da ostvare. Na primer mogu zahtevati da svi vodovi budu najmanje širine od 5 hiljaditih delova inča.

Kao dizajner morate imati razumevanje postupka dizajna i dizajnerskih alata. Ako želite nacrtati štampanu ploču, pretpostavljam da imate radno iskustvo u elektronici. Dizajniranje pločica kao i svi inženjerski poslovi su proceduralni i ponovljeni postupci koje sadrže značajan element ličnog izbora. Kako proširujete iskustvo i veštine razvijate jedinstveni stil dizajna i postupaka.

Pošto personalizovani postupak dizajna sadrži jedinstvene elemente ali vi pratite generičke postupke o kojim ćete učiti u ovoj knjizi. Ja sam izdvojio ove postupke izvlačenjem iz mog iskustva i učeći od tuđih iskustava.

Pokušao sam da pojednostavim ovaj proces i napravim ga pogodnim kojima je dizajn štampanih ploča nova oblast.

Pošto učite KiCad u ovoj knjizi, napravio sam šemu koja pokazuje postupak dizajna uz pomoć termina i alata KiCada. Možete je videti na slici 2.1



Slika 2.1 Tok dizajna u KiCadu.

Iz visoke perspektive, postupak dizajna ima samo dva glavna koraka:

1. Počinje sa električnom šemom
2. Završava se izgledom štampane ploče

Cilj dizajna je kreirati izgled. Izgled je fajl koji sadrži informacije o pločici koje proizvođač može upotrebiti da napravi ploču. Izgled (layout) mora sadržati informacije o dimenzijama i obliku ploče; njenu konstrukciju (kao koliko ima slojeva); smeštaj komponenti na pločici, lokacija različitih elemenata ploče kao što su stopice, rupe, vodovi i useci; osobine ovih elemenata (kao što su dimenzije rupa i vodova); i još mnogo toga (što ćete naučiti detaljno u ovoj knjizi).

Kada unesemo ovaj generički postupak u KiCad možemo odrediti elemente koje vidite na slici 2.1.

Postupak počinje sa Eeschema. U Eeschema pravite električnu šemu koja opisuje kolo koje će jednom biti napravljeno na štampanoj ploči. Električnu šemu crtate izborom simbola iz biblioteke i postavljanjem na crtež šeme. Ukoliko komponenta ne postoji u biblioteci možete je napraviti korišćenjem editora biblioteke električnih šema.

Sprovođeci regularna električna pravila pomaže vam da rano otkrijete defekte. Za ovu svrhu Eeschema ima ugrađen alat za proveru, jer ima Pcbnew editor izgleda.

Ovi uslužni alati za pravljenje štampanih ploča smanjuju rizik što se tiče dizajna ili električnih defekata.

Postoje dve stvari koje je potrebno uraditi pre nego pređemo na Pcbnew:

1. Povežite komponente Eeschema sa njihovim otisak (footprint – površina koju zauzima komponenta na štampanoj ploči)
2. Kreirajte netlist fajl (čvorove) koji sadrži informacije koje su potrebne Pcbnew da postavi izgled ploče. Netlist fajl je ono što povezuje Eeschema i Pcbnew.

Simbol je grafički prikaz stvarne komponente u električnoj šemi; nema fizičke dimenzije. Ipak u editoru izgleda (Pcbnew) sve je realno u smislu da postoji odgovarajući predmet. Zato, vi kao dizajner morate povezati simbol sa otiskom. Otisak je stvarni, predstavlja otpornike, prekidače i stopice na štampanoj ploči. Oni nam omogućavaju da se komponente iz šema slažu sa otiskom modula.

Kada ste povezali simbole i module izvozite spiska (list) fajl Netlist-e iz Eeschema. Tada je uvozite u Pcbnew i svi otisci koje ste pridružili u Eeschema će se pojaviti na novom listu tako da možete raditi na izgledu štampane ploče.

Program Pcbnew koristite da pozicionirate otiske na listu i spojite ih vodovima. Povezivanje može biti vremenski veoma zahtevno, naročito za velike ploče. Moguće je upotrebiti alate da izvrše automatsko povezivanje, sposobnost aplikacije koja značajno smanjuje potrebno vreme.

Kada ste napravili izgled štampane ploče i završili vodove, idete dalje, i proveravate pravila dizajna. Ova provera traži defekte na ploči kao što su vodovi preblizu jedni drugima ili stopicama ili preklapanju dva otiska.

Zapamtite da različiti proizvođači mogu imati drugačije kapacitete (mogućnosti) i/ili mogu ponuditi unapređene mogućnosti uz višu cenu. Ukoliko pravite složenu ploču sa gusto smeštenim komponentama moraćete da pronađete proizvođača sa odgovarajućim pravilima dizajna shodno vašim potrebama.

Kada završite sa izgledom možete krenuti sa poslednjim korakom koji uključuje izvoz informacija izgleda u obliku koji je u skladu sa zahtevima proizvođača. Industrijski standard za to je format koji se zove 'Gerber'. Gerber fajlovi sadrže nekoliko srodnih fajlova, sa po jednim Gerber fajlom za slojeve vaše štampane ploče i uputstva koja proizvođač treba da bi napravio vašu pločicu (prim. prev. fajl za bušenje rupa, referentne tačke).

Pođimo na sledeće poglavlje gde ćemo pričati o proizvodnji.

Poglavlje 3 • Proizvodnja

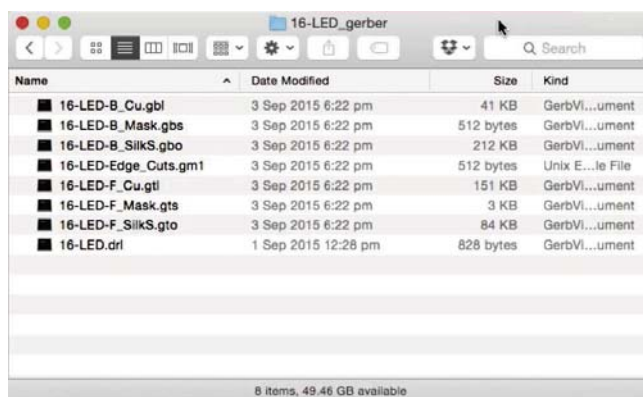
Zamislite da ste završili sa izgledom vaše ploče u KiCadu i spremni ste da je napravite. Koje su vam mogućnosti? Jedna je da je napravite kod kuće. Postoji Web uputstvo na strani Fritzing:

<http://fritzing.org/learning/tutorials/pcb-production-tutorials/diy-pcb-etching/>

Postupak opisan u Fritzing uputstvu se naziva nagrizanje. Podrazumeva korišćenje raznih hemikalija u hemijskim kadicama. Neke od hemikalija su otrovne. Potrebno je imati sigurnosnu opremu i držati decu i kućne ljubimce što dalje od istih. Postupak emituje neprijatne mirise i potencijalno otrovne dimove. Kada ste pločicu nagrizli potrebno je izbušiti pločicu da bi napravili rupe i vie i smislite kako povezati gornji i donji sloj pločice.

Ukoliko vam se čini da to nije vaša oblast (slažem se!) izaberite mogućnost za uslugu profesionalnog servisa za štampanih ploča.

Profesionalno napravljenu štampanu ploču možete dobiti za oko \$15 za nekoliko komada bez izlaganja opasnostima prilikom izrade. Autor je koristio OSHPark (dobra firma za početnike zahvaljujući jasnom korisničkom interfejsu) i PCBWay (dobra za napredne projekte koje zahtevaju veliki broj proizvodnih opcija). Uvek sam zadovoljan sa rezultatom. Korišćenje proizvođača preko interneta zahteva nešto planiranja jer od vaše narudžbe može proći nekoliko nedelja do isporuke. Ukoliko žurite postoje mogućnosti da postupak ubrzate plaćanjem premium usluge.



Slika 3.1 Primer Gerber fajlova koji su potrebni proizvođaču da bi napravio vašu štampanu ploču.

Da se vratimo na fajlove koje je potrebno prebaciti za ovu uslugu – to su Gerber fajlovi. Svaki sloj na vašoj pločici ima sopstveni gerber fajl koji je jednostavni tekst fajl. Slika 3.2 prikazuje sadržaj primera Gerber fajla.

```
1 G04 #@! TF.FileFunction,Soldermask,Bot*
2 %FSLAX46Y46*%
3 G04 Gerber Fmt 4.6, Leading zero omitted, Abs format (unit mm)*
4 G04 Created by KiCad (PCBNEW (2015-07-06 BZR 5091, Git 351914d)-product) date
  03/09/2015 18:22:08*
5 %MOM*%
6 G01*
7 G04 APERTURE LIST*
8 %ADD10C,0.100000*%
9 %ADD11R,1.727200X2.032000*%
10 %ADD120,1.727200X2.032000*%
11 G04 APERTURE END LIST*
12 D10*
13 D11*
14 X122555000Y-42545000003*
15 D12*
16 X120015000Y-42545000003*
17 X117475000Y-42545000003*
18 X114935000Y-42545000003*
19 X112395000Y-42545000003*
20 M02*
21
```

Slika 3.2 Gerber fajl sadrži tekst

Možete videti da je to samo tekst fajl sa instrukcijama. Prednost ovakvog tekst formata je da možete koristiti verziju sistema Git i držati vaše projekte u spremištu kao što je Github.com. Sistem Gerber fajlova i standarde je dizajnirala Ucamco. Oni prave opremu i pišu softver za proizvođače štampanih ploča. Stvari kao što su PreCAM softver, PCB CAM, laserske fotoplotere i sisteme direktnog oslikavanja. Ukoliko ste radoznali da čitate Gerber fajlove možete pogledati specifikacije Gerber formata na Web stanici Ucamco. Pazite fajl je ogroman.

Poglavlje 4 • Instalacija

KiCad možete instalirati na Windows, macOS i nekoliko vrsta Linuxa koristeći instalacione alate u zavisnosti od sistema. Na raspolaganju je i izvorni kod pa ga možete preuzeti i sami kompajlirati. Verziju instalacionog alata za vaš OS je na KiCad veb stranici za preuzimanje: <http://KiCad-pcb.org/download>

Predlažem da instalirate stabilnu verziju KiCada. Ukoliko baš imate želju da koristite poslednje izdanje sa najnovijim karakteristikama (i greškama). U tom slučaju možete preuzeti poslednju verziju. Informacije možete naći o najnovijim verzijama na Web stranici KiCada za preuzimanje za vaš operativni sistem (Windows i OS X). Ako koristite Linux možete instalirati KiCad sa komandne linije koristeći alate kao što su apt-get (za Debian i Ubuntu) i dnf (Fedora).

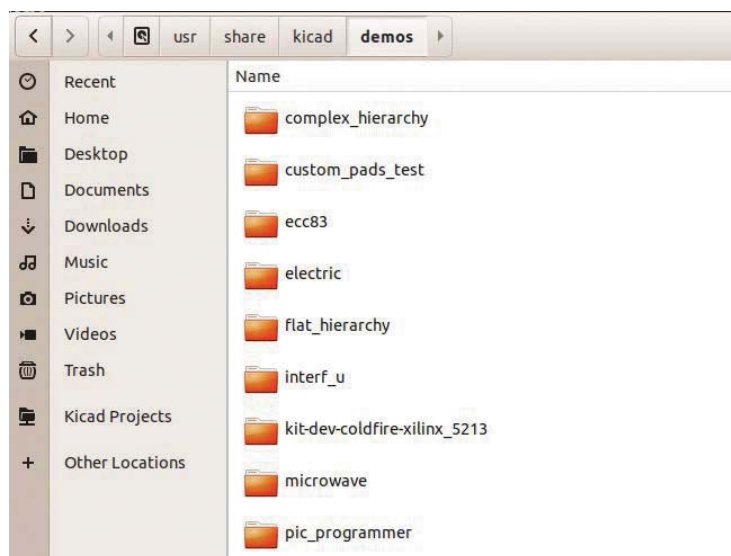
Detaljna uputstva kako instalirati su na KiCad Web sajtu.

Molimo vas da instalirate vašu kopiju pre nego nastavite sa sledećim poglavljem. Preporučujem da instalirate demo projekte jer oni obezbeđuju više primera dizajna i određena iskustva. Puno sam naučio o KiCadu izučavajući ove primere.

Kod Ubuntu-a možete izvršiti sledeću naredbu:

```
$ sudo apt install kicad demo
```

Demo programi su instalirani u /usr/share/KiCad/demos odakle ih možete iskopirati u vaš radni direktorijum (folder) (Slika 4.1)



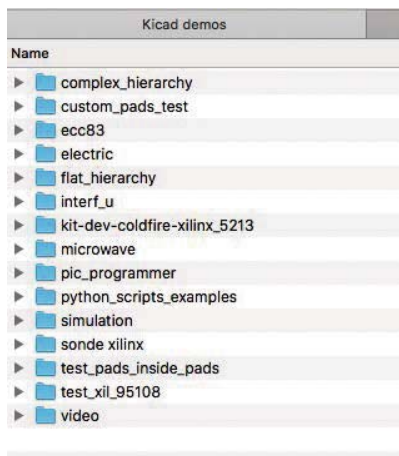
Slika 4.1 Direktorijum sa KiCad 'demo' u Ubuntu

Kod Mac OS-a demo verzije su spakovane sa instalerom. Inicijalizacija izgleda kao na primeru sa slike 4.2



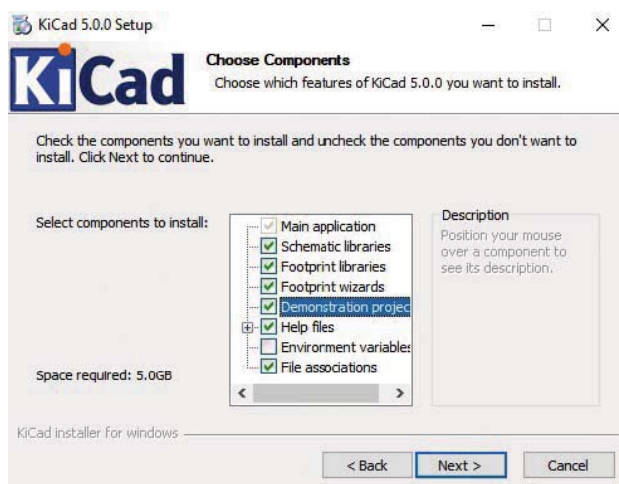
Slika 4.2 Mac OS instaler sadrži demo projekte u odvojenom folderu.

Kopirajte 'demo' folder u vaš direktorijum sa dokumentima a druga dva foldera kako je navedeno (KiCad u aplikacije i KiCad u podršku aplikacijama (Application Support)). Sadržaj ovog foldera možete videti na slici 4.3. Originalni naziv ovog foldera je 'demos' ali sam ga preimenovao u 'KiCad demos' da bi ga lakše našao u mom folderu sa dokumentima.



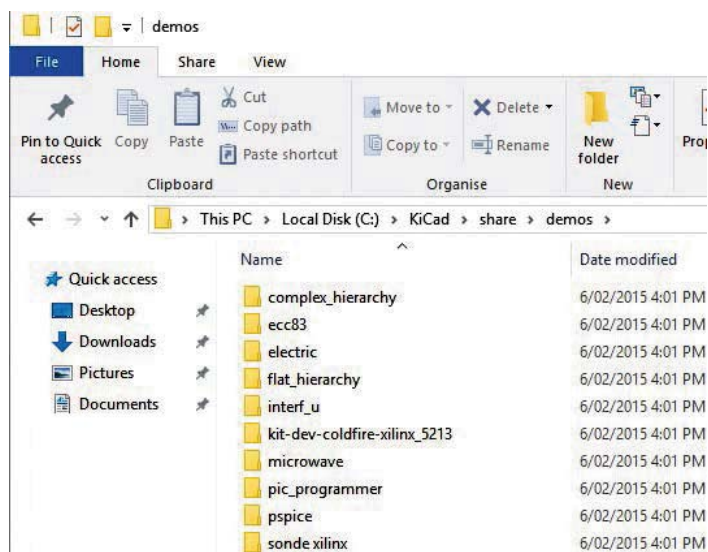
Slika 4.3 Demo folder u mom ~7Documents/KiCad demos folder (preimenovan 'demos').

Kod Windows instalera demo-i su na raspolaganju kao opcija (slika 4.4).



Slika 4.4 Windows instaler sadrži demo projekte kao opcionu komponentu

Podrazumevana lokacija KiCad demoa u Windowsu je na C:\ Program Files\ KiCad \share \ KiCad\demos.

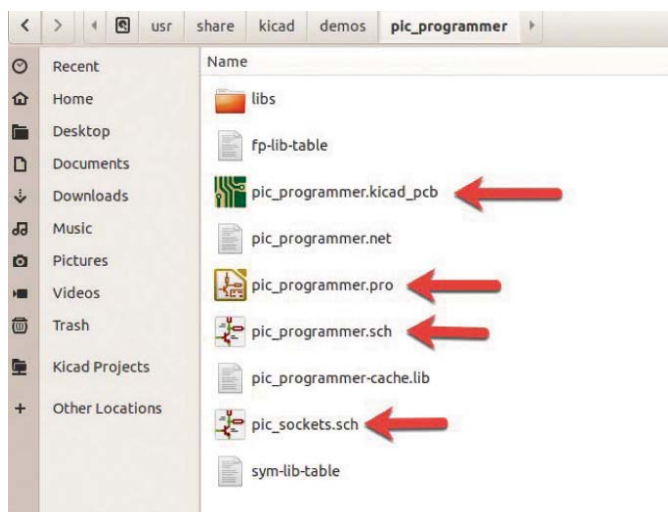


Slika 4.5 Podrazumevani demo direktorijum u Windowsu.

Sa instaliranim KiCad-om i demo-ima možete nastaviti čitanje sledećeg poglavlja gde ćete pogledati jedan od demo projekata.

Poglavlje 5 • Primeri KiCad projekata

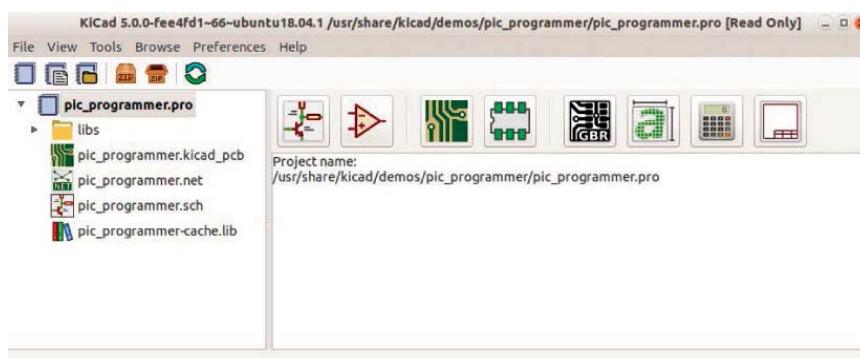
Pošto ste instalirali vaš primerak KiCada počnimo sa upoznavanjem pregledajući jedan od primera koji dolaze sa instalacijom. Razgledajte folder KiCad demos i pristupite onome a imenom 'pic_programer' (slika 5.1).



Slika 5.1 Sadržaj foldera demo projekta 'pic_programer'.

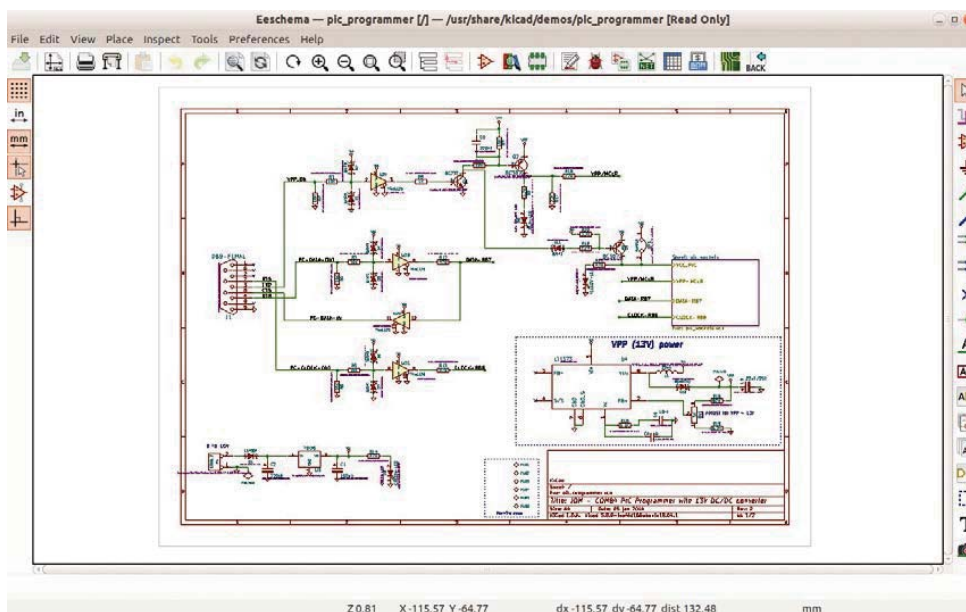
Folder demo projekta sadrži nekoliko fajlova koje čine projekat. Usredsredimo se na onaj sa ekstenzijom 'pro', 'kicad_pcb' i 'sch'. Fajl sa ekstenzijom 'pro' sadrži projektne informacije. Fajl 'kicad_pcb' sadrži informacije o izgledu. Fajlovi sa ekstenzijom 'sch' sadrže informaciju o šemi. Postoje dva fajla 'sch' jer projekat sadrži dve šeme.

Dva puta kliknite na projektni fajl 'pro'. Pojaviće se glavni prozor KiCada. Ovaj prozor je osnovni za lansiranje ostalih aplikacija KiCada kao što su Eeschema (editor šema), i Pcbnew (editor izgleda). Na slici 5.2 možete videti glavni prozor KiCada.



Slika 5.2 Glavni ekran KiCada

Glavni prozor KiCada u levom panelu prikazuje projektne fajlove, u gornjem panelu su tasteri raznih aplikacija a razne poruke o statusu su u donjem desnom panelu. Istražimo šemu ovog demo projekta. U gornjem desnom panelu kliknite prvo na prvi taster sa leve strane. Ovaj taster će pokrenuti aplikaciju Eeschema, editor električnih šema. Trebalo bi da editor vidite kao na slici 5.3

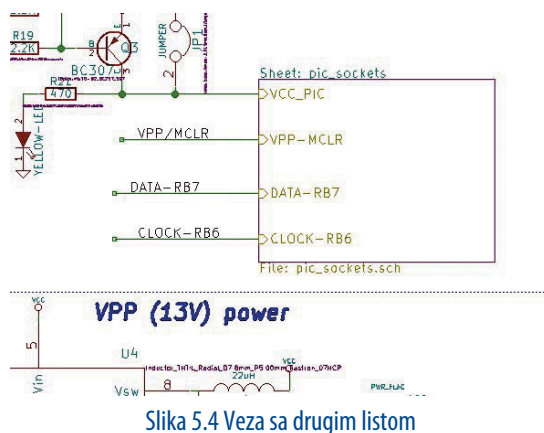


Slika 5.3 Editor električnih šema

Ovde se događa nekoliko stvari. Prvo ovaj prozor može izgledati pretrpan. Ne brinite o mnoštvu tastera i menija, samo se koncentrišite na samu šemu. Pogledajte razne simbole, kao one za diode, tranzistore i operacione pojačavače. Tu su simboli za otpornike, konektore sa zelenim linijama koje spajaju njihove izvode. Zapazite kako tekst oznake daju imena simbolima ali i nazivima vodova između izvoda. Iako montažne rupe nisu električno aktivne sa donje desne strane imaju imena. Iako nisu električno aktivne one su unesene u šemu. Vrednosti kondenzatora i otpornika su označene a bilo koji izvod koji nije spojen sa drugim izvodima je označen sa 'x'.

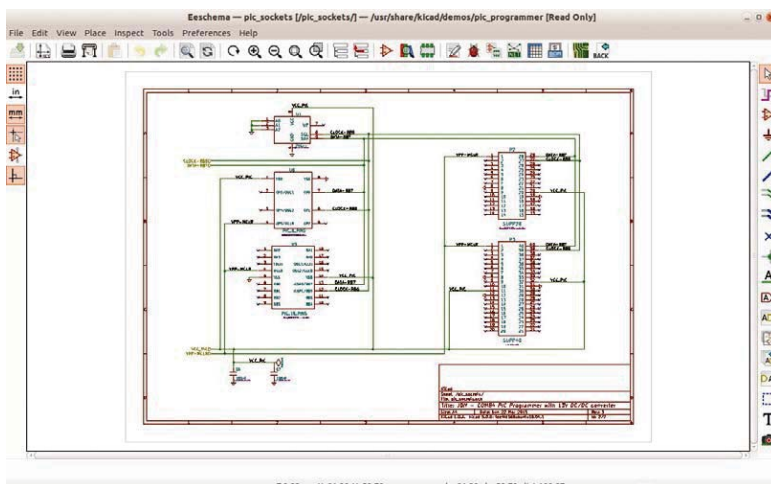
Sa desne strane šeme je pravougaoni simbol sa nazivom 'Sheet:plc_sockets' (slika 5.4)

Kliknite dva puta na njega. Šta se događa?



Slika 5.4 Veza sa drugim listom

Simbol je veza (link) na drugi list koji sadrži dodatne simbole koji su deo iste električne šeme. Izgleda kao primer na slici 5.5

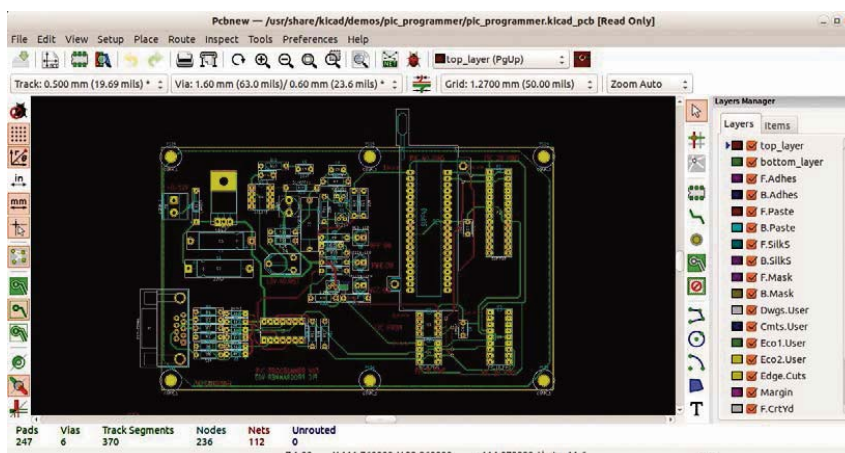


Slika 5.5 Električna šema u KiCadu se može pružati na više listova (stranica)

Električna šema u KiCadu se može nalaziti na više stranica. Ukoliko vam je šema suviše velika da se smesti na jednom listu samo dodajte još strana (u ovoj knjizi ćete naučiti kako to uraditi).

Ohrabrujem vas da provedete malo više vremena u proučavanju ove električne šeme. Možete puno naučiti kako crtati električne šeme proučavanjem dobrih šema kao što programiranje možete naučiti proučavanjem dobrog otvorenog koda.

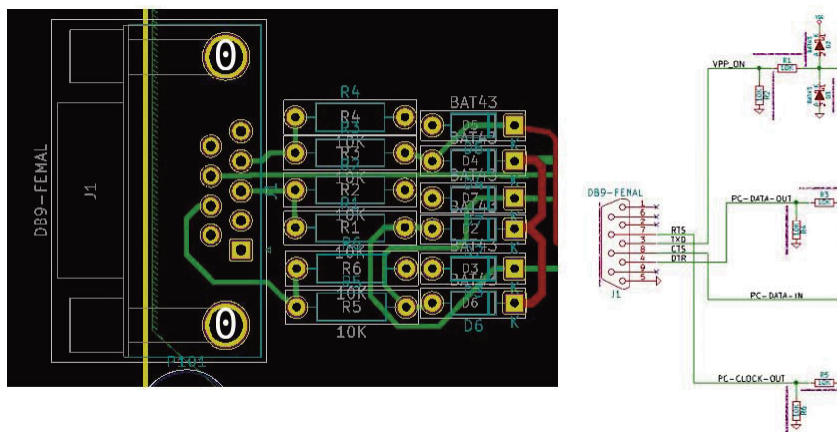
Vratimo se na glavni ekran KiCada. Kliknite na treći taster sa leve strane, onaj koji izgleda kao štampana ploča. Ovim pokrećete Pcbnew, editor izgleda štampane ploče. Prozor koji će se pojaviti će izgledati kao na slici 5.6



Slika 5.6 Pcbnew editor

Ne brinite o raznim tasterima i menijima, samo se usredsredite na izgled. Upotrebite točkić miša za pomeranje da bi uvećali i/ili smanjili detalje. Sa kombinacijom Alt+desni taster miša da bi izdvojili panel (panel možete dobiti držeći srednji taster miša). Uvećajte i pogledajte neke detalje izgleda kao što su stopice, kako su vezane vodovima, imena koja se pojavljuju na stopicima i vodovima i boje vodova bakra prednje i zadnje strane (slojeva). Napomena: u Linuxu dobijanje panela se dobija samo srednjim tasterom miša, ne koristi se taster 'Alt'.

Takođe uporedite otisak na izgledu štampane ploče sa simbolom na električnoj šemi. Na slici 5.7 možete videti i uporediti otiske sa simbolima

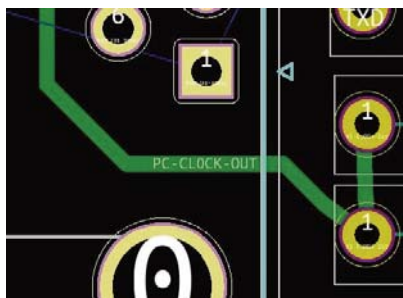


Slika 5.7 Jedno pored drugoga su izgled otiska (levo) i simbol sa šeme (desno).

Združeni simboli i otisci imaju istu oznaku (designator), u ovom primeru J1 i isti broj izvoda. Izgled pokazuje vodove koji odgovaraju vezama na električnoj šemi.

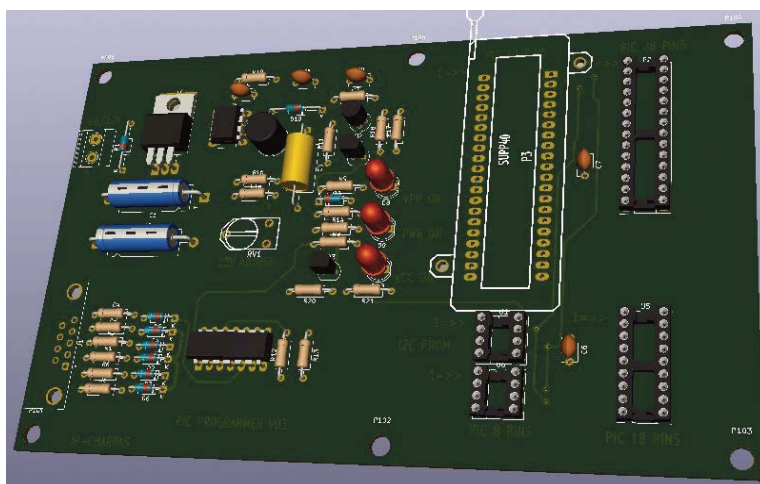
Sve što vidite se može podesiti: širina vodova, kome sloju pripadaju, oblik dimenzije i konfiguracija stopica. Sve ćete naučiti u knjizi. Na ekranu izgleda štampane ploče uvećajte konektor J1 da bi videli jedan od njegovih detalja: ime voda koji povezuje stopicu 7 J1 na stopicu

1 od R5. Vodovi kao i ostalo u KiCadu ima ime. Imena (nazivi) svega što vidite u u Pcbnew su definisani (manuelno ili automatski) u Eeschema.



Slika 5.8 Vodovi imaju nazive

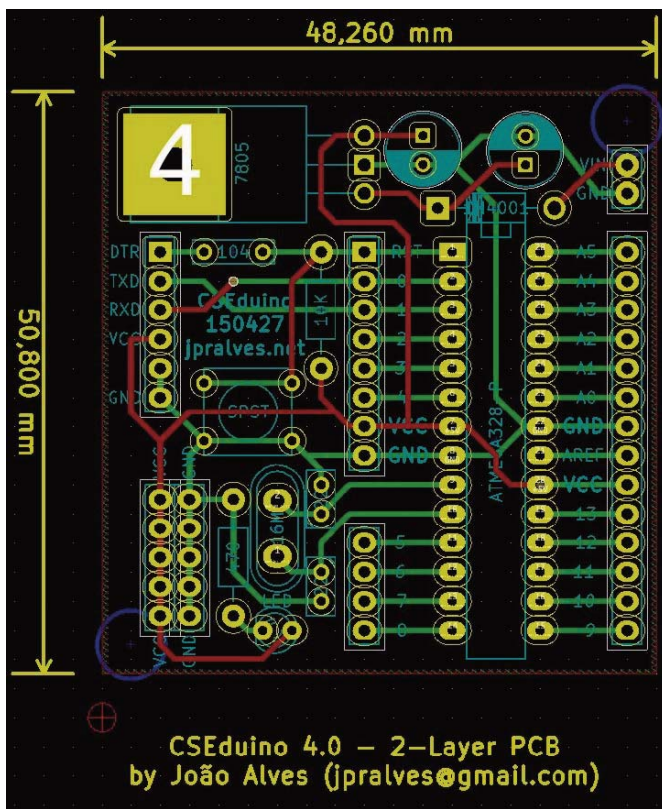
Pokušajte još jednu stvar: u Pcbnew kliknite na meni 'View' i izaberite '3D Viewer'. 3D view-er će vam prikazati trodimenzionalni crtež (predstavu) štampane ploče sa značajnim detaljima. Možete zumirati i okrenuti pločicu da je vidite iz bilo kog ugla (slika 9). Većina komponenti je postavljena, kao što su LED, otpornici i neka integrisana kola. Za ostatak možete videti njihove stopice i otisak na pločici.



Slika 5.9 3D viewer će vam dati realističnu predstavu vaše pločice koju možete istražiti u 3D.

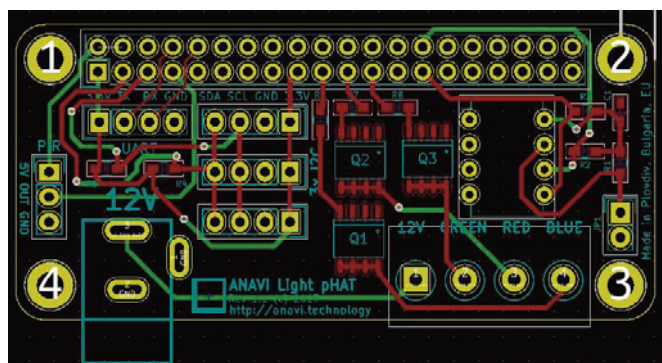
Kao kod većine editora električnih šema, ohrabrujem vas da provedete više vremena proučavajući izgled ovog demo projekta. Kasnije u knjizi naučićete najvažnije smernice koje će vam pomoći da konstruišete funkcionalnu i elegantnu štampanu ploču.

Pored demo projekata koji se isporučuju sa KiCadom mogli bi pogledati neke veoma impresivne izložbene projekta pločica dizajnirane uz pomoć KiCada. Na primer, CSEduino je dvoslojna ploča koja sadrži mikrokontroler Atmega328 i predstavlja Arduino klon. Lako ćete kreirati pločicu kao ovu kad završite sa ovom knjigom. Idite na txplo.re/made za više primera projekata napravljenim sa KiCadom.



Slika 5.4 Karakteristična pločica 'napravljena uz pomoć KiCada': CSEduino.

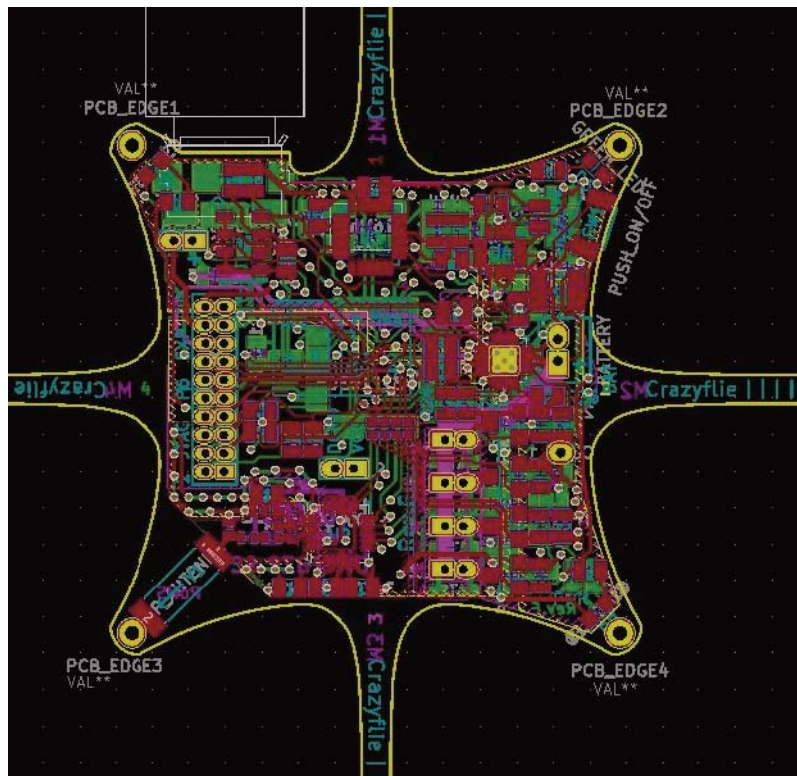
Druga karakteristična pločica je Anavi Light, HAT pločica za Raspberry Pi. Ovo je, također, dvoslojna pločica koja vam omogućava kontrolu LED niza na 12 V i očitavanja sa senzora.



Slika 5.11 Karakteristična pločica 'napravljena uz pomoć KiCada': Anavi Light

Na kraju zaista impresivna ploča napravljena uz pomoć KiCada je Crazyflie (slika 5.12). Crazyflie je gusta četvoroslojna štampana ploča veoma složenog oblika. Ploča predstavlja

kontroler malog drona. Oblik je naročito dizajniran da ocrta telo i 'ruke' drona. U ovoj knjizi naučićete kako da kreirate štampane ploče složenih oblika.



Slika 5.12 Karakteristična ploča 'urađena sa KiCadom': Crazyflie.

Na kraju ovog poglavlja bi trebalo da imate bolje razumevanje vrste projekta za koje ljudi koriste KiCad. Postoje mnoge vrste pločica koje ćete biti u mogućnosti da nacrtate kad završite sa proučavanjem knjige. Idemo pravo na prvi projekat tako da počnete otkrivati ovaj zavidljivući alat uz rad.