Izrada i primjena fleksibilnih tiskanih pločica

Mautner, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:987644

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-26**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

Sveučilišni studij

IZRADA I PRIMJENA FLEKSIBILNIH TISKANIH PLOČICA

Završni rad

Karlo Mautner

Osijek, 2020.

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju

Osijek, 18.09.2020.

Odboru za završne i diplomske ispite

Prijedlog ocjene završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju

Ime i prezime studenta:	Karlo Mautner
Studij, smjer:	Preddiplomski sveučilišni studij Računarstvo
Mat. br. studenta, godina upisa:	R4099, 25.09.2019.
OIB studenta:	31067812716
Mentor:	Doc.dr.sc. Tomislav Matić
Sumentor:	
Sumentor iz tvrtke:	
Naslov završnog rada:	Izrada i primjena fleksibilnih tiskanih pločica
Znanstvena grana rada:	**Arhitektura računalnih sustava (zn. polje računarstvo)**
Predložena ocjena završnog rada:	Vrlo dobar (4)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 2 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	18.09.2020.
Datum potvrde ocjene Odbora:	23.09.2020.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 24.09.2020.

Ime i prezime studenta:	Karlo Mautner
Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij Računarstvo
Mat. br. studenta, godina upisa:	R4099, 25.09.2019.
Turnitin podudaranje [%]:	7

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom**: Izrada i primjena fleksibilnih tiskanih pločica**

izrađen pod vodstvom mentora Doc.dr.sc. Tomislav Matić

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

SADRŽAJ

1. UVOD *1*

1.1. Zadatak završnog rada **1**

2. POVIJESNI PREGLED ELEKTRONIČKE TISKANE PLOČICE *2*

3. VRSTE TISKANIH PLOČICA *4*

3.1. Sastav tiskanih pločica **4**

3.2. Materijali korišteni pri proizvodnji baze tiskanih pločica **4**

3.2.1. FR1 – FR4 4

3.2.2. CEM – 1 i CEM – 3 5

3.2.3. Aluminijska jezgra 5

3.2.4. Poliimid 5

3.2.5. Poliester 5

3.3. Jednoslojne tiskane pločice **5**

3.4. Dvoslojne tiskane pločice **6**

3.5. Višeslojne tiskane pločice **7**

3.6. Fleksibilne tiskane pločice **8**

4. POSTUPCI PROIZVODNJE FLEKSIBILNE TISKANE PLOČICE *10*

4.1. Kreiranje pločice u programu EAGLE **10**

4.2. Odabir materijala **11**

4.3. Priprema materijala **13**

4.4. Vrste montaže komponenata **13**

4.5. Uzroci kvara prilikom proizvodnje **14**

5. ZAKLJUČAK *15*

LITERATURA *16*

SAŽETAK *17*

ABSTRACT *18*

ŽIVOTOPIS *19*

1. UVOD

U ovom završnom radu obrađuje se tema fleksibilnih tiskanih pločica (eng. *Flexible printed circuit boards*), izrada te obrada fleksibilnih tiskanih pločica. Tiskana pločica je najkorištenije sredstvo kojim se mehanički i električki povezuju elektroničke komponente. Uporaba fleksibilne tiskane pločice strmo raste zbog svojih prednosti pri poboljšanju iskorištenja prostora te fleksibilnosti dizajna proizvoda.

1.1. Zadatak završnog rada

Zadatak završnog rada je pobliže objasniti što je fleksibilna tiskana pločica, navesti njezine prednosti i nedostatke, pojasniti proces izrade i lemljenja komponenata te prikazati jednostavni primjer izrade sheme i dizajna te same pločice.

2. POVIJESNI PREGLED ELEKTRONIČKE TISKANE PLOČICE

Prvi značajniji doprinos razvitku tiskanih pločica imao je Charles Ducas koji je podnio prijavu za patent u ožujku 1925. godine. Predložio je postavljanje metalnih vodiča izravno na izolacijski materijal radi pojednostavljenja izrade električnih uređaja. Koristio je šablonu za oblikovanje vodiča na površini izolacijskog materijala preko koje je nanosio vodljivu pastu. Nakon uklanjanja šablone vodiči su ojačani do željene debljine elektrolitskim taloženjem metala [1].

Idući veliki doprinos pri razvoju suvremene tehnologije tiskanih pločica imao je Dr. Paul Eisler. Za bazu pločice predložio je izolacijski materijal presvučen bakrom u obliku lima. Uz primjenu novih materijala također predložio generiranje vodiča s obje strane izolacijskog materijala s vezom između vodiča koja se vrši kroz ušice. Time je pridonio razvitku višeslojnih pločica (eng. *Multi-layer*). Tako je omogućena masovna proizvodnja sredinom 1950. Na slici 2.1. prikazan je radio izrađen na prvoj tiskanoj pločici koju je izradio Paul Eisler [1].

Sl. 2.1. Prva tiskana pločica [11].

Tijekom 1953. - 1955. Motorola je predstavila postupak bakrenog metaliziranja kako bi osigurala međusobno povezivanje između dvije strane ploče. Utvrđeno je kako je taj postupak prikladniji za masovnu proizvodnju. 1964. je razvijen potpuno aditivni postupak u kojem osnovni materijal nema bakra na sebi već je bakar selektivan na posebna mjesta za osiguravanje međusobnih veza [1].

Posljednjih godina postoje stalne težnje razvitka tehnologije tiskanih pločica na svim njezinim aspektima. Proizvodnja visokofunkcionalnih integriranih krugova sa velikim brojem ulazno – izlaznih pinova zahtjeva tiskane pločice sa odličnim karakteristikama. Visoka frekvencija i veliki broj operacija zahtjevaju tiskane pločice sa vrlo malim strujnim gubitcima. Uz to uz veće radne napone potreban je veći otpor izolacijske baze [1].

3. VRSTE TISKANIH PLOČICA

3.1. Sastav tiskanih pločica

Osnovni dijelovi tiskanih pločica:

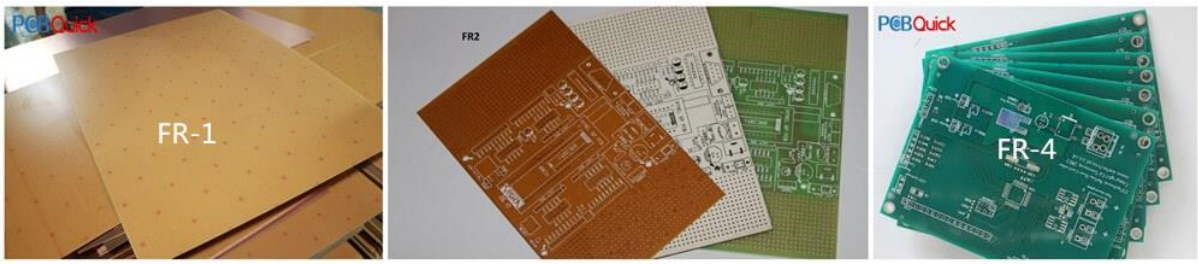
- baza
- vodiči.

Baza je tanka ploča izolacijskog materijala, može biti kruta ili fleksibilna te mora podržavati sve vodiče i komponente. Baza pruža mehaničku podršku svim bakrenim područjima te komponentama pričvršćenim na bakar. Električna svojstva dovršenog kruga ovise o dielektričnim svojstvima osnovnog materijala te stoga ga treba poznavati i pravilno kontrolirati. Vodiči se obično izrađuju od bakra visoke čistoće u obliku tankih traka čvrsto pričvršćeni na bazni materijal. Vodiči osiguravaju električne veze između komponenata te lemljive točke za pričvršćivanje istih.

3.2. Materijali korišteni pri proizvodnji baze tiskanih pločica

3.2.1. FR1 – FR4

FR u nazivu materijala stoji za vatrostalni materijal (eng. *Flame Retardant*). FR1, FR2 i FR3 su vrlo slični materijali. Razlika između FR1 i FR2 je u toplinskom gradijentu koji kod FR1 iznosi 130°C dok je kod FR2 105°C. FR3 se razlikuje u vezivu, umjesto fenolne smole koristi epoksidnu smolu. FR4 je epoksidni laminat od staklenih vlakana. Debljine je 1.6 mm. te se sastoji od 8 slojeva staklenih vlakana i podnosi maksimalne temperature između 120 i 130°C. Jedan je od najkorištenijih i najpopularnijih materijala za izradu tiskanih pločica. Iza njega po popularnosti su FR1 i FR2 koji se većinom koriste za jednoslojne pločice jer zbog svojih svojstava nisu pogodni za više slojeva [2].



Sl. 3.1. Primjer FR1, FR2 i FR4 materijala [12].

3.2.2. CEM – 1 i CEM – 3

CEM – 1 je kompozitni materijal sastavljen od staklenih vlakana i papirnate jezgre u kombinaciji s epoksidnom smolom. CEM – 1 pruža odlična mehanička i električna svojstva. CEM – 3 je jako sličan FR4 ali umjesto staklenih vlakana izrađuje se od „mušica“. Koristi se kao zamjena za FR4 [3].

3.2.3. Aluminijska jezgra

Aluminijska jezgra se koristi u posebnim slučajevima kada je potrebno odvoditi toplinu od komponenata [3].

3.2.4. Poliimid

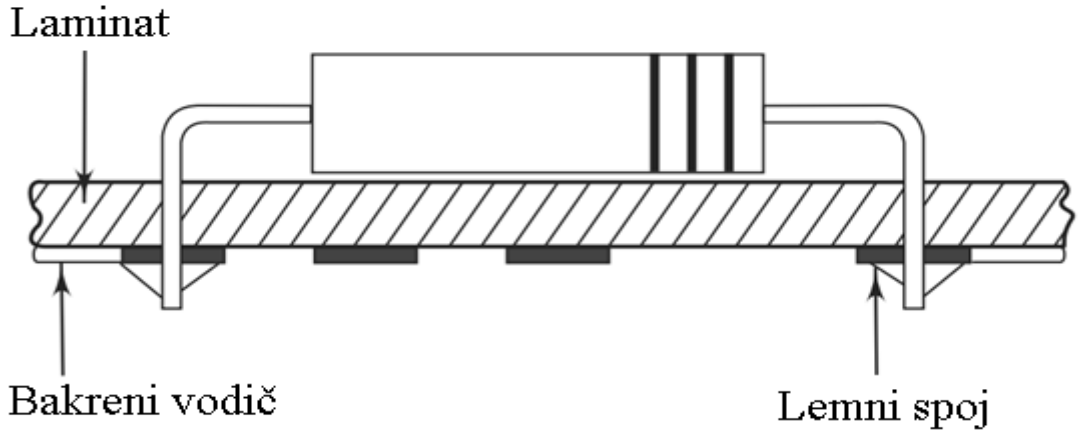
Poliimid presvučen bakrenom folijom ima dobra električna i mehanička svojstva te kemijsku i vremensku otpornost. Važna značajka je toplinski gradijent koji prelazi 220°C. Nedostatak je visoka higroskopnost i velika brzina skupljanja. Poliimid je najkorišteniji materijal za izradu fleksibilnih tiskanih pločica [3].

3.2.5. Poliester

Prednosti poliestera su vrlo dobra dielektrična svojstva, otpornost izolacije, otpornost na vlagu i promjenu dimenzija upijanjem vlage. Mane su loša otpornost na toplinu i značajna promjena dimenzija nakon zagrijavanja. Poliester se koristi samo kada nije potrebno zavarivati komponente [3].

3.3. Jednoslojne tiskane pločice

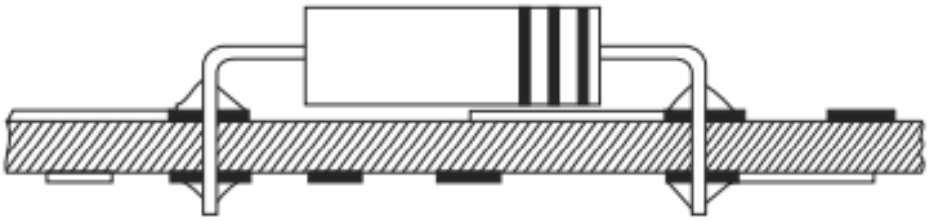
Jednoslojne imaju vodljivi sloj samo na jednoj strani izolacijskog materijala. Komponente se slažu na strani pločice bez vodljivog materijala te se njihovi izvodi leme na suprotnoj strani. Jednoslojne tiskane pločice se koriste pri izradi jednostavnih sklopova i gdje troškovi proizvodnje trebaju biti svedeni na minimum [1]. Slika 3.1. prikazuje jednoslojnu tiskanu pločicu.



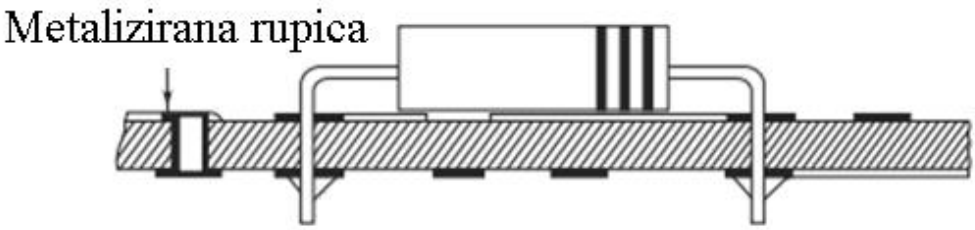
Sl. 3.1. Jednoslojna tiskana pločica [1].

3.4. Dvoslojne tiskane pločice

Dvoslojne tiskane pločice imaju vodljivi sloj sa obje strane pločice. Time je smanjen broj vodiča čija je uloga samo električno spajanje odvojenih dijelova pločice. Također se dvostrane pločice mogu podjeli još na pločice sa metaliziranim rupicama i bez metaliziranih rupica (eng. *Plated through – hole connection*). Metalizacija rupica je presvlačenje zidova rupice na pločici vodljivim materijalom čime se postiže spajanje vodiča sa obje strane pločice, bez potrebe za obostranim lemljenjem komponenata [1]. Slika 3.2. prikazuje dvoslojnu tiskanu pločicu bez metalizirane rupice dok slika 3.3. prikazuje dvoslojnu pločicu sa metaliziranom rupicom. Ovakve pločice zahtijevaju precizniju izradu jer se oblici vodiča na bitnim mjestima moraju točno preklapati na obje strane pločice.



Sl. 3.2. Dvoslojna tiskana pločica bez metalizirane rupice [1].



Sl. 3.3. Dvoslojna tiskana pločica sa metaliziranom rupicom [1].

3.5. Višeslojne tiskane pločice

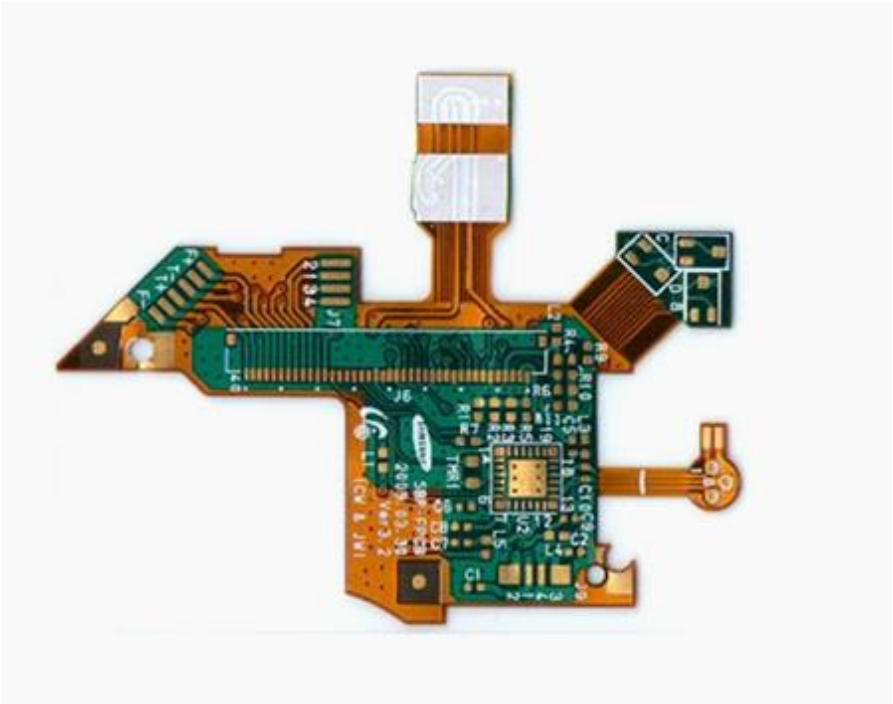
Višeslojne tiskane pločice su nastale potrebom smještanja što više komponenti na što manji prostor. Takva tiskana pločica se izrađuje kao nekoliko vrlo tankih jednoslojnih ili dvoslojnih pločica koje se priljepljuju jedna na drugu. Između svakog sloja se ugrađuje takozvani pre-preg materijal. Pre-preg je dielektrik koji osigurava potrebnu izolaciju između slojeva. Kombinacijom određenih aditiva i katalizatora u kemijskom postupku određeni presjek može se transformirati u vodljivo područje dok ostataku ostaju izolacijska svojstva. To je vrlo korisno tijekom bušenja rupa za povezivanje različitih slojeva. Razvijanjem tehnologije u cilju masovne proizvodnje tiskanih pločica omogučilo se da se četveroslojne i šesteroslojne pločice mogu izrađivati gotovo jednakom lakoćom kao i dvoslojne pločice. Time je uz smanjenu cijenu proizvodnje i sama uporaba višeslojnih pločica sve češća [1].

3.6. Fleksibilne tiskane pločice

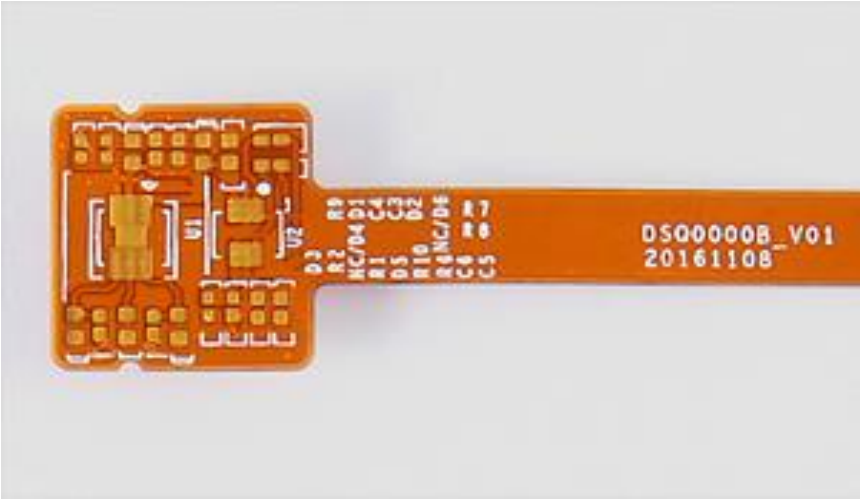
Fleksibilne tiskane pločice izrađuju se od poliestera ili poliimida debljine oko 0.1 mm. Neke od prednosti su:

- izvrsnost u savijanju
- lakša montaža i ugradnja
- bez upotrebe konektora što pridonosi smanjenju cijene
- manja težina i volumen.

Glede na sastav također ih možemo podijeliti na jednoslojne, dvoslojne, višeslojne te kruto fleksibilne. Slika 3.4. prikazuje kruto fleksibilnu pločicu a slika 3.5. fleksibilnu.



Sl. 3.4. Kruto fleksibilna pločica [13].



Sl. 3.5. Fleksibilna pločica [14].

Kruto fleksibilne su kombinacija krutih i fleksibilnih pločica. Prilikom izrade kruto fleksibilnih pločica odabir materijala pločice je jako bitan jer prilikom obrade sve komponente moraju proći bez oštećenja. Uz odabir materijala postoje 4 problematične faze izrade:

- laminiranje
- bušenje rupa
- uklanjanje ljepila
- oplata rupa.

Zbog toga što je u obradu uključeno više različitih vrsta materijala prilikom ove 4 faze može doći do pucanja dijelova pločice ili do neporavnanja više slojeva. Zbog toga obrada kruto fleksibilnih pločica zahtjeva visoku razinu pripreme i koncentracije.

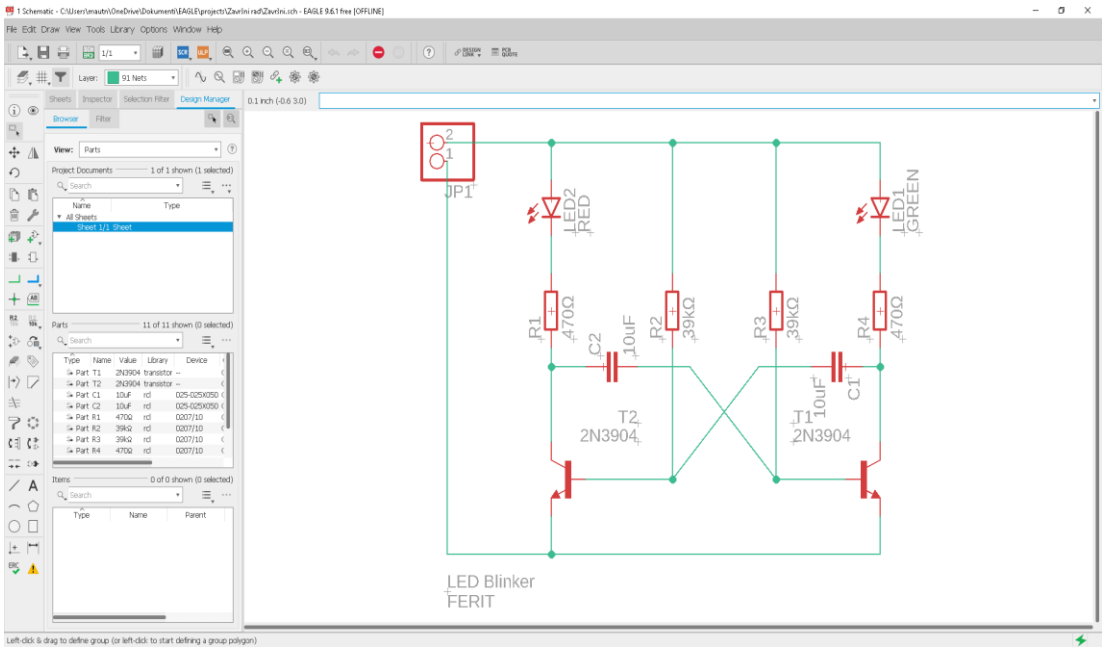
4. POSTUPCI PROIZVODNJE FLEKSIBILNE TISKANE PLOČICE

4.1. Kreiranje pločice u programu EAGLE

EAGLE je EDA (eng. *electronic designe automation*) alat koji služi za dizajniranje tiskane pločice sa svim potrebnim elementima za tvorničku izradu. Time je olakšana izrada dizajna pločice samome korisniku alata jer sam određuje dimenzije pločice, raspored komponenata te raspored vodiča na pločici. Dizajniranje se dijeli na dva glavna dijela:

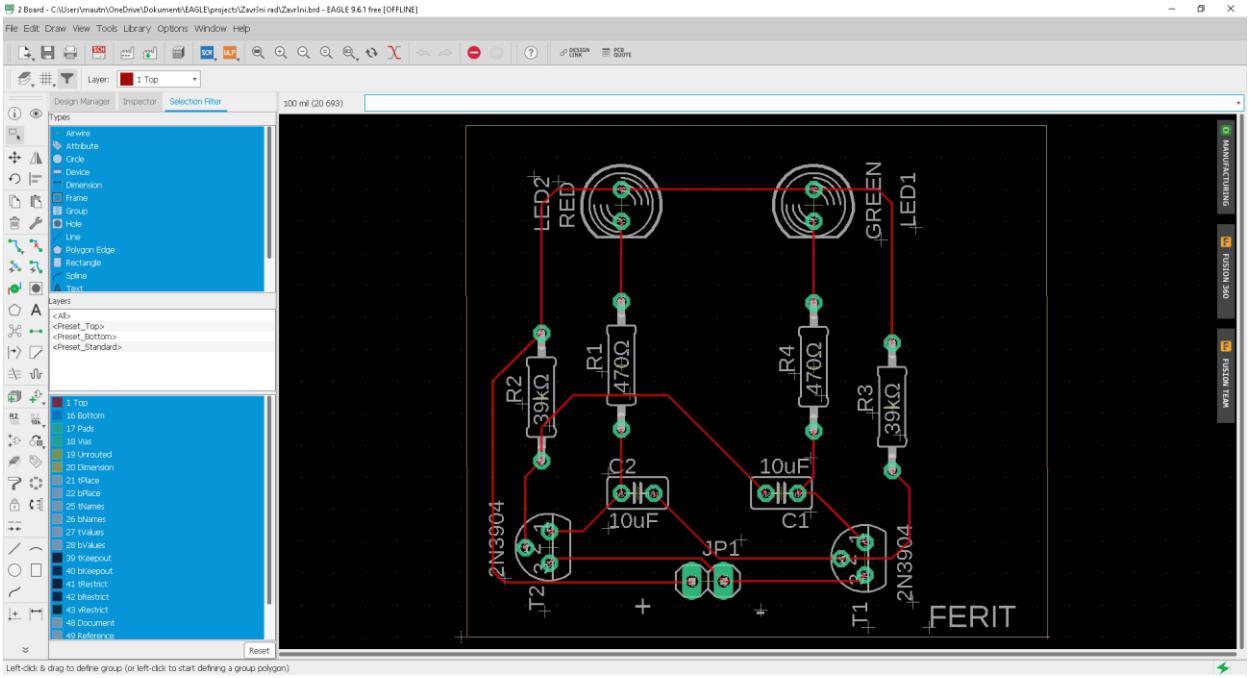
- izrada sheme pločice
- izrada rasporeda pločice (eng. *layout*).

Prilikom izrade sheme pločice obavlja se postavljanje svih potrebnih komponenata te njihovo međusobno spajanje. Na slici 4.1. prikazan je shematski dizajn pločice.



Sl. 4.1. Izgled sheme pločice.

U izradu rasporeda pločice uključuje se odabir dimenzija same pločice, prikladno pozicioniranje dijelova te raspored vodiča. Prilikom određivanja rasporeda vodiča potrebno je paziti da se ne sijeku vodiči što bi rezultiralo neupotrebljivom pločicom. Zbog toga je kvalitetan raspored dijelova na pločici izuzetno bitan. Na slici 4.2. prikazan je raspored prethodne pločice.



Sl. 4.2. Izgled rasporeda pločice.

EAGLE sprema Gerber, PostScript, Excellon i Sieb & Meyer datoteke koje predstavljaju standardne tipove datoteka prihvaćene od strane proizvođača tiskanih pločice [4].

4.2. Odabir materijala

Bazni materijal za izradu fleksibilnih pločica mora biti savitljivi izolacijski materijal sa odličnim mehaničkim i električnim svojstvima. Najčešće korišteni materijali su poliester i poliimid te je moguće koristiti i vrlo tanki FR4. U tablici 4.1. prikazana su glavna svojstva navedenih materijala [5].

Tablica 4.1. Svojstva materijala

	FR4	**Poliester**	**Poliimid**
Temperatura lemljivosti (°C)	260	230	260
Maksimalna konstantna radna temperatura (°C)	150	110	220
Vlačna čvrstoća (kPA)	1750	1500	1700
Rastezljivost (%)	3	130	70
Apsorpcija vlage (%)	0.5	0.8	2.5
Koeficijent linearnog širenja	$1.1x10^{-5}$	$1.5x10^{-5}$	$1.5x10^{-5}$
Dielektrična konstanta (60 Hz)	3.400	3.250	3.500
Otpornost (Ω)	$1.6x10^{13}$	$1.0x10^{17}$	$1.4x10^{16}$

U tablici 4.2. prikazan je primjer redosljeda slaganja materijala te njihove debljine u jednoslojnoj pločici te u tablici primjer za dvoslojnu pločicu [6].

Tablica 4.2. Redosljed i debljina materijala

Materijal	**Debljina**
Pokrivni sloj	0.0254 mm.
Ljepilo pokrivnog sloja	0.0254 mm.
Bakar	0.0356 mm
Ljepilo	0.0254 mm.
Poliimid	0.0254 mm.
Ljepilo	0.0508 mm.
FR4 učvršćivač	0.7874 mm.

Debljina bakra znatno utječe na savitljivost pločice. Ako je moguće sklop treba bit dizajniran tako da ne postoje bakrene obloge na dijelovima pločice koji se savijaju. Elektrolitički taložen bakar ima nižu mogućnost izduživanja od valjanog žarenog bakra. Niži koeficijent čini ga više osjetljivim na lomljenje prilikom savijanja. Koristeći metodu selektivnog oblaganja može se eliminirati bakreno oblaganje na savitljivim dijelovima. Eliminiranjem bakrene obloge također se smanjuje debljina kruga te time i potrebna debljina ljepila [7].

4.3. Priprema materijala

Negativno svojstvo fleksibilnih tiskanih krugova je što su podobni za upijanje vlage, što znači da moraju biti zaštićeni od vlažnog okruženja. U suprotnom se moraju prethodno peći kako bi se spriječilo ispuštanje plinova zarobljene vlage, stvaranje pukotina, mjehurića i raslojavanje slojeva. Pečenje se obavlja na temperaturama iznad 100°C. Ukoliko se radi o površinskoj montaži sugerira se da je optimalan kut montiranja komponente 60°. Svrha predloženog kuta je pružanje dodatnog rasterećenja naprezanja. Da bi se postigla visoka pouzdanost, kut lema između komponente i pločice treba biti veći od 65°-70° [8].

4.4. Vrste montaže komponenata

„eng. *Through-hole"* metoda uključuje spajanje komponenata lemljenjem kroz izbušene rupe u ploči. Rupa se proteže kroz sve slojeve te se bušenje se vrši tek kad su svi slojevi pločice spojeni [9]. Pouzdanost rupa je kritična za električne performanse kruga. Iako nema pravila o debljini obloge u rupi, veća obloga će pružiti bolje dugoročne performanse i smanjiti vjerojatnost za kvarove. Treba voditi računa i oko pozicioniranju samih rupa. Idealno bi bilo najmanje 50 milimetara slobodnog prostora između bilo koje rupe i ruba pločice ili prijelaznih područja između krutog i savitljivog dijela. Ova metoda se većinom radi ručno te je prikladnija za veće komponente.

Površinsko montiranje (eng. Surface mount) je modernija metoda koja je većinskim dijelom zamjenila tradicionalnu „eng. *through – hole*" metodu. Obavlja se automatizirano te omogućuje montiranje vrlo malih komponenata na pločicu. Površinsko montiranje je moguće postići selektivnom primjenom očvršćivača po potrebi. Prednosti površinske ugradnje su racionalizirana proizvodnja, smanjena veličina ploče i povećana pouzdanost. Glavna motivacija za uvođenje metode površinskog montiranja je kontinuirana potražnja tržišta za sve manje dimenzije uz što više komponenata, posebno u prijenosnim proizvodima [1]. Kratica SMD (eng. *Surface Mount Device*) je oznaka komponenata koji se koriste u tehnologiji površinskog montiranja. Dizajnirani su sa pločicama za lemljenje ili kratkim vodovima te su mnogo manji od komponenata korištenih

za „eng. *through – hole*“ meotdu. Za razliku od tih komponenata, čiji se izvodi moraju umetnuti u izbušene rupe, SMD-ovi su izravno pričvršćeni na površinu tiskane pločice i zatim zalemljeni.

4.5. Uzroci kvara prilikom proizvodnje

Pažljivo rukovanje materijalom prilikom izrade fleksibilnih tiskanih pločica je od izrazite važnosti. Zbog neopreznog rukovanja dolazi do najviše proizvodnog otpada. Fleksibilni materijali potrebni za izradu su mnogo tanji od materijala za čvrste pločice, 1-3 milimetara debljine baze. Pošto je baza toliko tanka, zahtjeva temeljnu obradu kako bi proizvodnja prošla bez oštećenja. Bilo kakvi pregibi ili nabori na proizvodnoj traci rezultirat će neupotrebljivim dijelovima [10].

Iduće oko čega treba voditi brigu je kako i gdje se oblaže bakrom. Kod proizvodnje fleksibilne tiskane pločice treba limitirati oblaganje bakrom unutar rupa te malo područje oko samih rupa. Dodavanjem bakra više nego što je potrebno smanjuje se fleksibilnost pločice te može rezultirati lomljenjem [10].

5. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu opisan je postupak izrade fleksibilne tiskane pločice. U sklopu rada predstavljen je povijesni pregled elektroničke tiskane pločice te današnji ciljevi za njen daljnji razvoj. Navedena je glavna podjela tiskanih pločica te njihove karakteristike i primjene. Također, navedena su svojstva najčešće korištenih materijala za izradu fleksibilnih tiskanih pločica te u kojoj se mjeri primjenjuju. Isto tako je opisan načn na koji je potrebno obraditi materijale kako ne bi došlo do kvarova i neželjenih troškova. Objašnjena je razlika u komponentama koje se koriste za različite vrste montaža.

Navedene su značajke i primjena besplatne verzije programskog alata EAGLE sa kojim je opisana izrada shematskog prikaza pločice te njenog rasporeda. Jednostavnost primjene te pružanje svih potrebnih datoteka za fizičku izradu svrštava ga među najkorištenije alate za razvoj tiskanih pločica.

LITERATURA

[1] R. S., Khandpur, *Printed circuit boards design, fabrication, assembly and testing*, 2006. izd. McGraw-Hill.

[2] „PCB & MCPCB - Best Technology“ [online]. Dostupno na: http://www.bestpcbs.com/blog/2016/08/whats-the-difference-for-fr1-fr2-fr3-and-fr4-materials/.

[3] „FR1, FR2, FR3, CEM1, CEM3, FR4, Aluminnum, Flex CCL introductions“ [online], 2018. Dostupno na: https://www.kingcredie.com/Ne_d_gci_37_id_2.html.

[4] M., Scarpino, *Designing Circuit Boards with EAGLE Make High-Quality PCBs at Low Cost*, 2014. izd. Prentice hall.

[5] „Flexible PCB and Its Assembly Technology“ [online]. Dostupno na: https://www.pcbcart.com/article/content/flexible-pcb-assembly-technology.html.

[6] „COMMON FLEX CIRCUIT MATERIAL STACK-UP“ [online], 2019. .

[7] „Flex Circuits Design Guide“. minco.com, 2014.

[8] J., Fjelstad, *Flexible Circuit Technology*, 2008. izd. BR Publishing, Inc.

[9] „Vias and Through-Holes in a Flexible Circuit“ [online]. Dostupno na: https://www.allflexinc.com/blog/vias-and-through-holes-in-a-flexible-circuit/.

[10] T., Paul, „WHAT IT TAKES TO MANUFACTURE FLEXIBLE PCBS“, lip. 2017.

[11] "Printed Circuit Board" [online]. Dostupno na: https://history-computer.com/ModernComputer/Basis/printed_board.html

[12] "What is the PCB Board Material?" [online]. Dostupno na: http://kfquickpcb.com/industry-news/fr1-fr2-fr3-fr4.html

[13] "Rigid - flex PCB" [online]. Dostupno na: http://www.fc-pcb.com/pcb/rigid-flex-pcb/rigid-flex-pcb-01.html

[14] "Flexible PCBs" [online]. Dostupno na: https://us.beta-layout.com/pcb/pcb-types/flexible-pcbs/

SAŽETAK

Tiskane pločice su temelj za pružanje mehaničke podrške te povezivanja komponenata svih električnih proizvoda, osim najjednostavnijih. Tijekom godina razvijanja tehnologije, razvijale su se i tiskane pločice. Kako smještanjem što više komponenata na što manji prostor da bi se povečala efikasnost tako i primjenom raznoraznih novih materijala i tehnologija. Fleksibilna tiskana pločica nastala je zbog potrebe za boljim iskorištenjem prostora i fleksibilnosti dizajna proizvoda. Zbog prednosti koje nude, uporaba fleksibilnih i kruto fleksibilnih tiskanih pločica strmo raste. Kako bi se osigurala fleksibilnost pločice morali su se koristiti fleksibilni bazni materijali kao što su poliester i poliimid. Također, prije same izrade je vrlo važna priprema materijala kako ne bi došlo do upijanja vlage te oštećenja.

Ključne riječi: fleksibilna, primjena, proizvodnja, tiskana pločica

ABSTRACT

Title: Manufacturing and application of flexible printed circuit boards

Printed circuit boards are the basis for providing mechanical support and connecting components of all electrical products, except the simplest. Over the years of technology development, printed circuit boards have also evolved. Both by placing as many components as possible in as little space as possible in order to increase efficiency and by applying various new materials and technologies. Flexible printed circuit board was created due to the need for better use of space and flexibility of product design. Because of the benefits they offer, the use of flexible and rigid - flex printed circuit boards is growing rapidly. In order to ensure the flexibility of the board, flexible base materials such as polyester and polyimide had to be used. Also, before manufacturing it, it is very important to prepare the material in order to avoid moisture absorption and damage.

Key words: application, flexible, manufacturing, printed circuit boards

ŽIVOTOPIS

Karlo Mautner rođen je u Požegi 20. prosinca 1995. godine. Pohađao je Osnovnu školu Antuna Kanižlića u Požegi. 2010. godine upisuje Tehničku školu Požega, smjer tehničar za računalstvo. 2014. godine upisuje Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, sa kojeg se ispisuje 2017. godine te iste godine upisuje Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek.

_____

Potpis autora