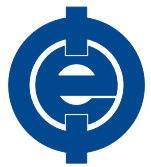
Projektovanje štampanih ploča

Z. Prijić

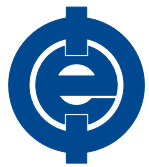
Elektronski fakultet Niš
Katedra za mikroelektroniku

Uvod (2019.)



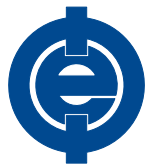
Sadržaj

1. Tehnologija
   - Tehnološki niz
   - Komponente
   - Dodatni elementi
2. Proces projektovanja



Sadržaj

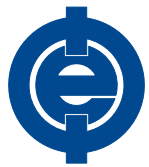
1. Tehnologija
   - Tehnološki niz
   - Komponente
   - Dodatni elementi
2. Proces projektovanja



Podela

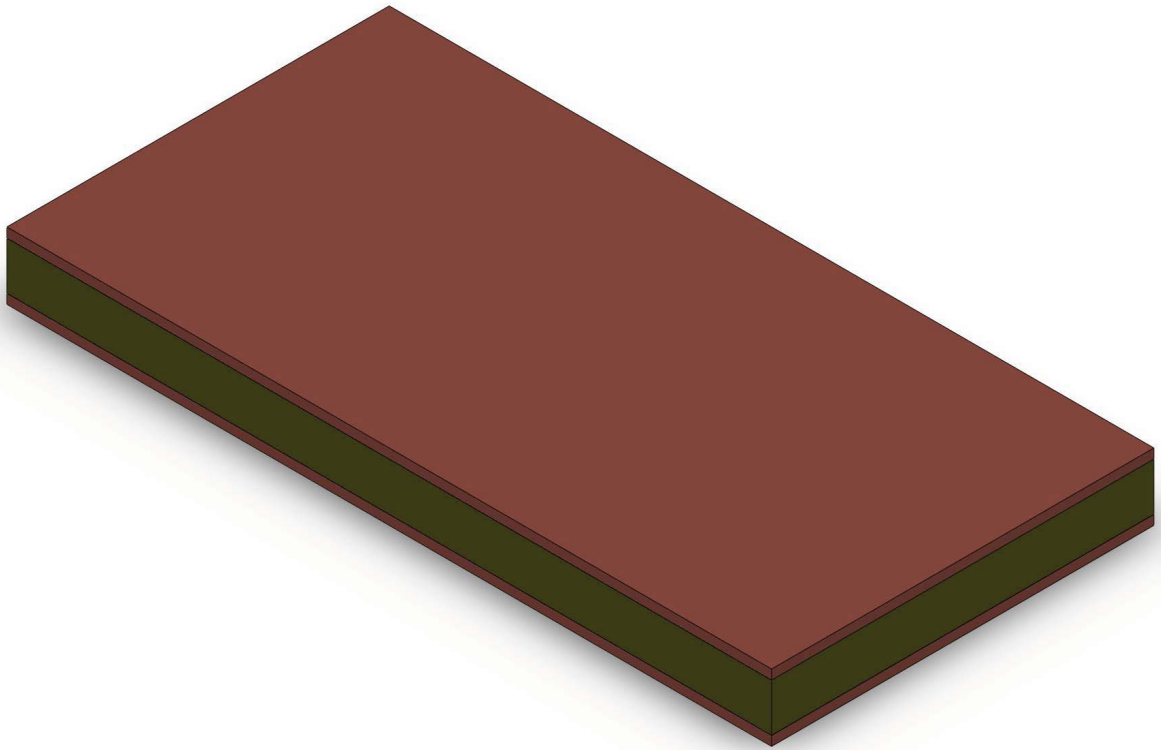
PCB - Printed Circuit Board

- Jednoslojne–jednostrane (električne veze samo sa jedne strane)
- Jednoslojne–dvostrane (električne veze sa obe strane)
- Višeslojne



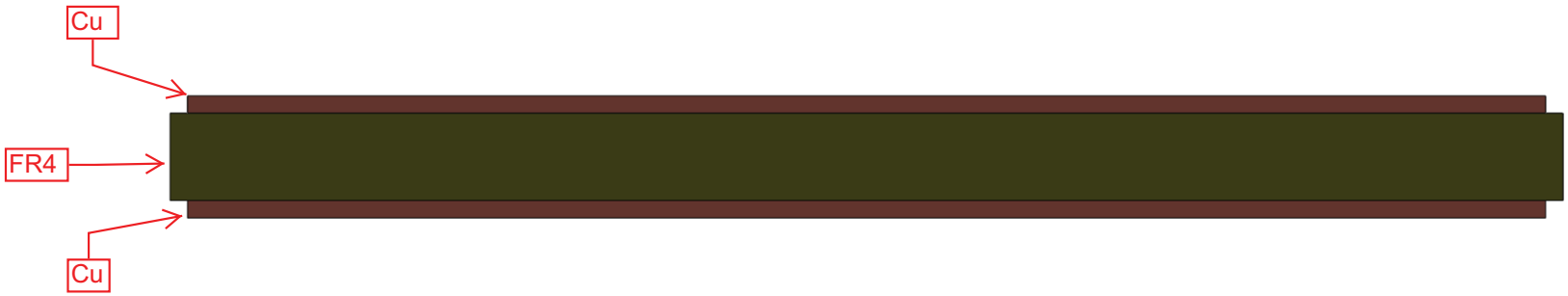
Dvostrana ploča

Polazni materijal



Dvostrana ploča

Polazni materijal



FR4 je fiberglas očvrsnut epoksidnom smolom. Električni je izolator i nije lako zapaljiv. Standardne debljine su: 0,8mm; 1,0mm; 1,6mm; 1,8mm; 2,3mmi 3,2mm. Najčešće se koristi FR4 debljine 1,6mm.

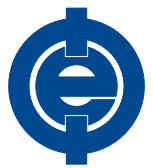
Dvostrana ploča

Debljina bakarnih slojeva

Debljina bakra se često definiše korišćenjem broja unci (1 oz = 28,3495 g) na površini od jedne kvadratne stope (1 ft^2 = 929,03 cm^2). Pošto je gustina bakra 8,9 g/cm^3 dobija se:

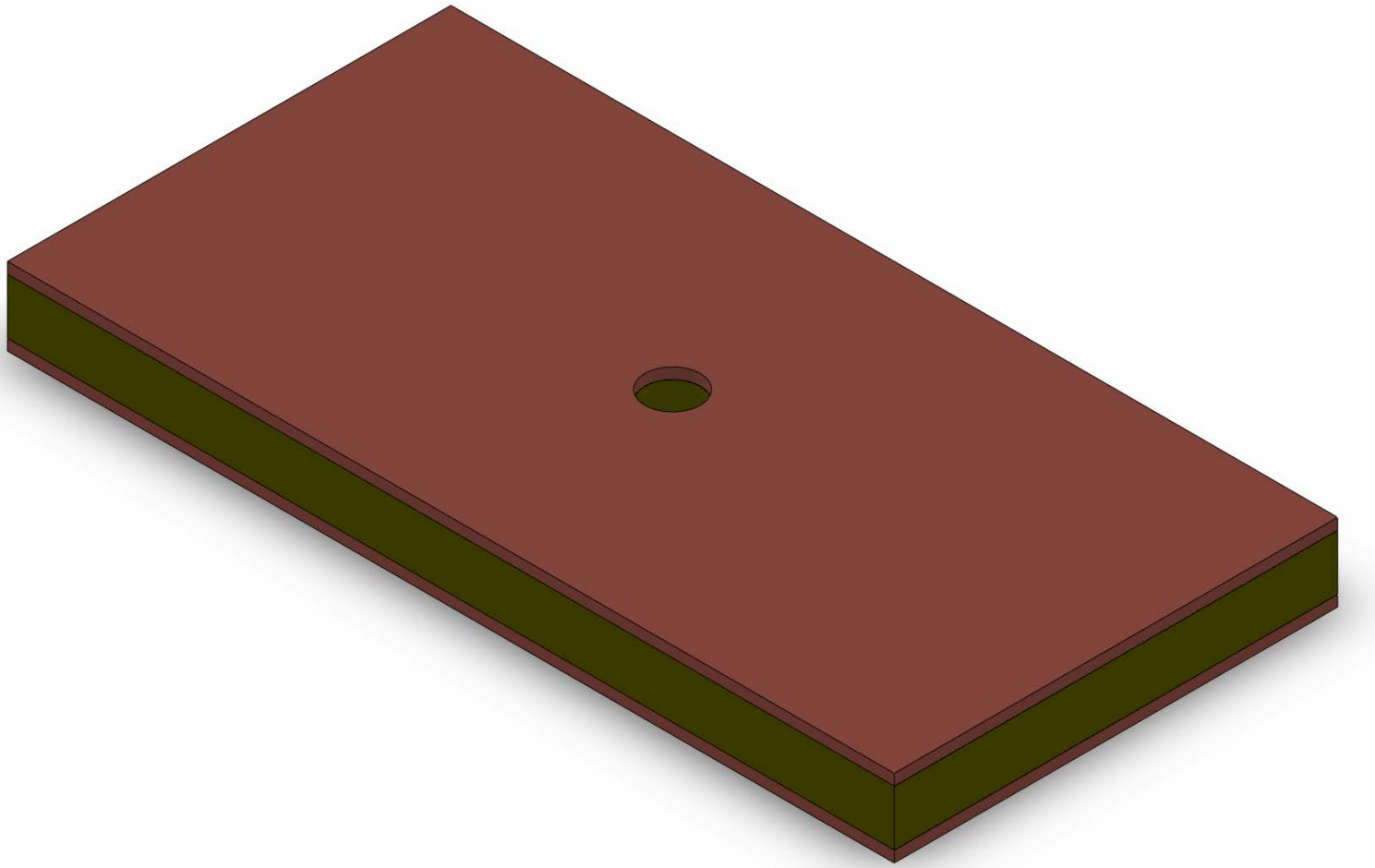
$$\frac{\frac{28,3495}{929,03}}{8,9} = 34,3 \cdot 10^{-4}(cm)$$

U praksi se uzima vrednost debljine od 35μm i ona se najčešće koristi. Ostale vrednosti koje se koriste su 17μm, 70μm, itd. Kao jedinica dužine se, ravnopravno sa mm, koristi i Mils (naziva se još ili *mil* i *thou*). Mils je hiljaditi deo inča, tako da je: 1 Mils = 0.0254mm.



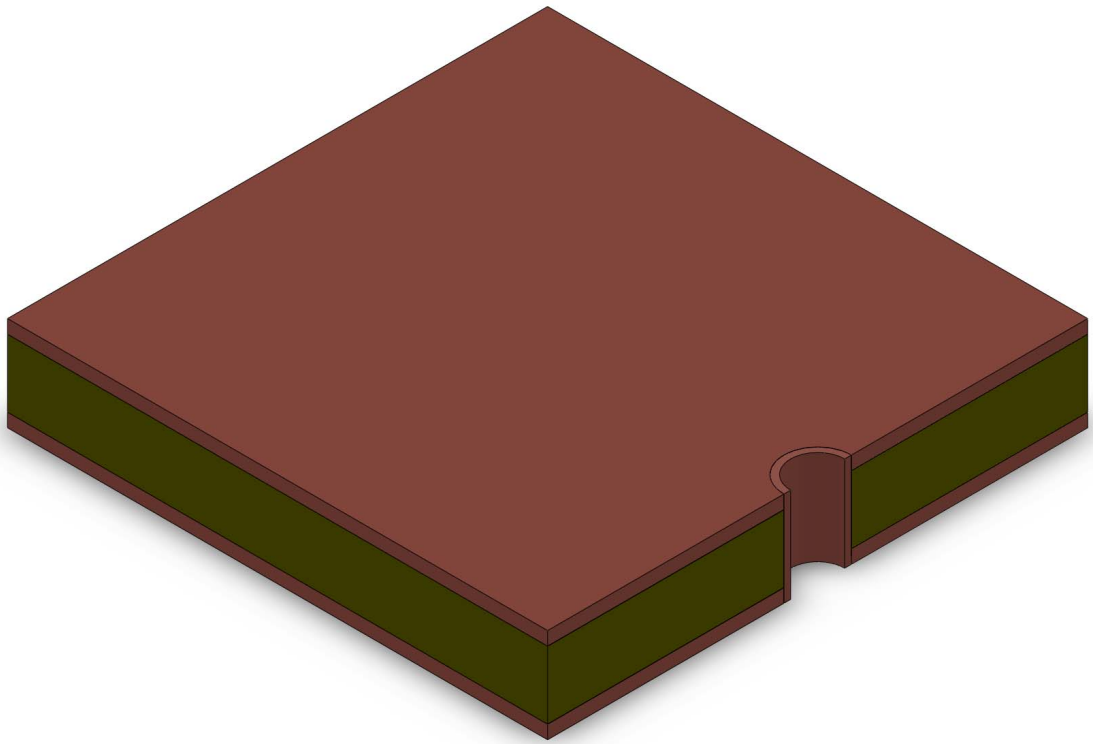
Električni spoj dva sloja bakra (via)

Bušenje rupa

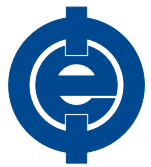


Električni spoj dva sloja bakra (via)

Oblaganje rupa bakrom (plating)

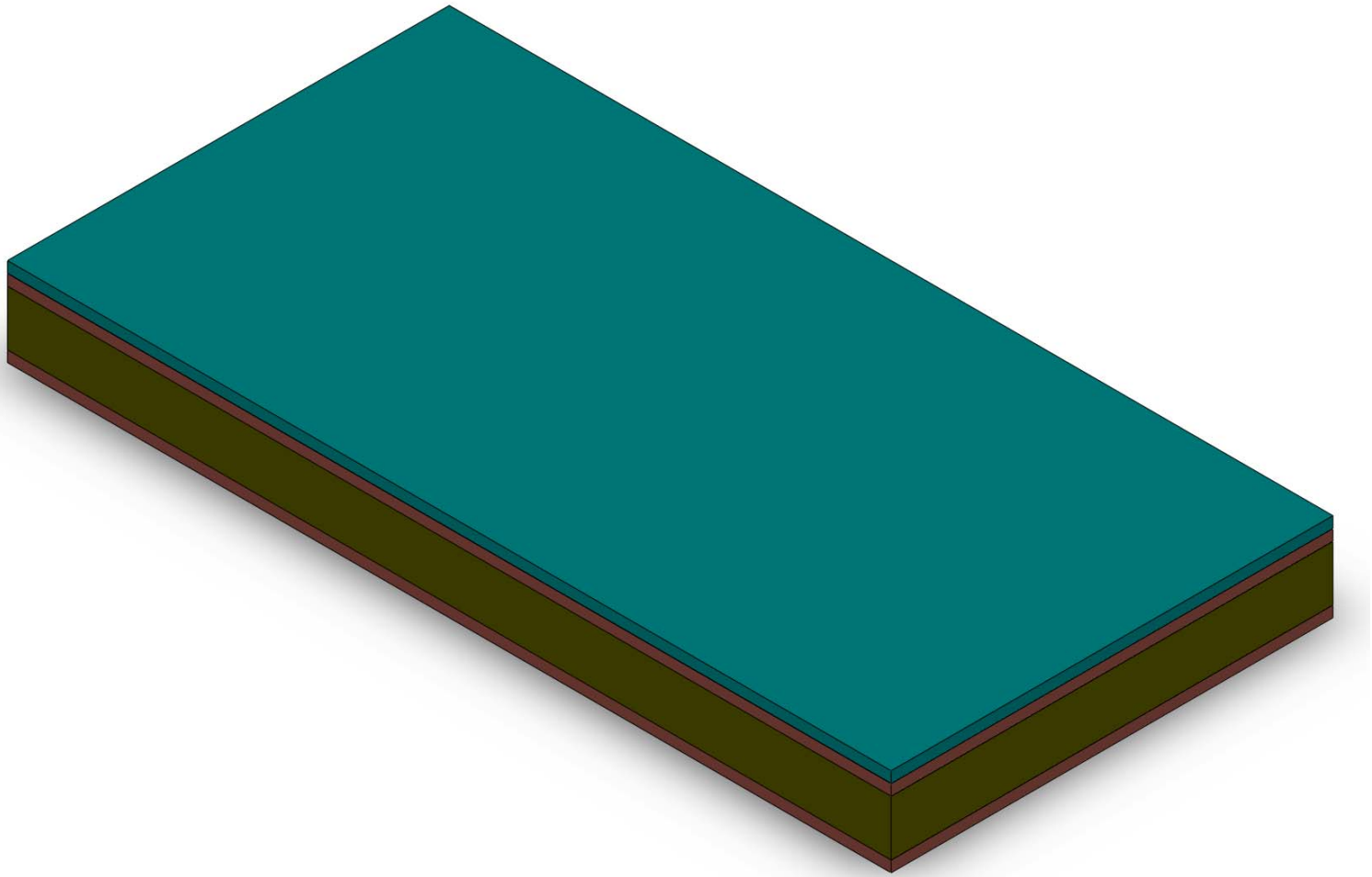


Debljina bakra na zidovima je tipično 1 mil.



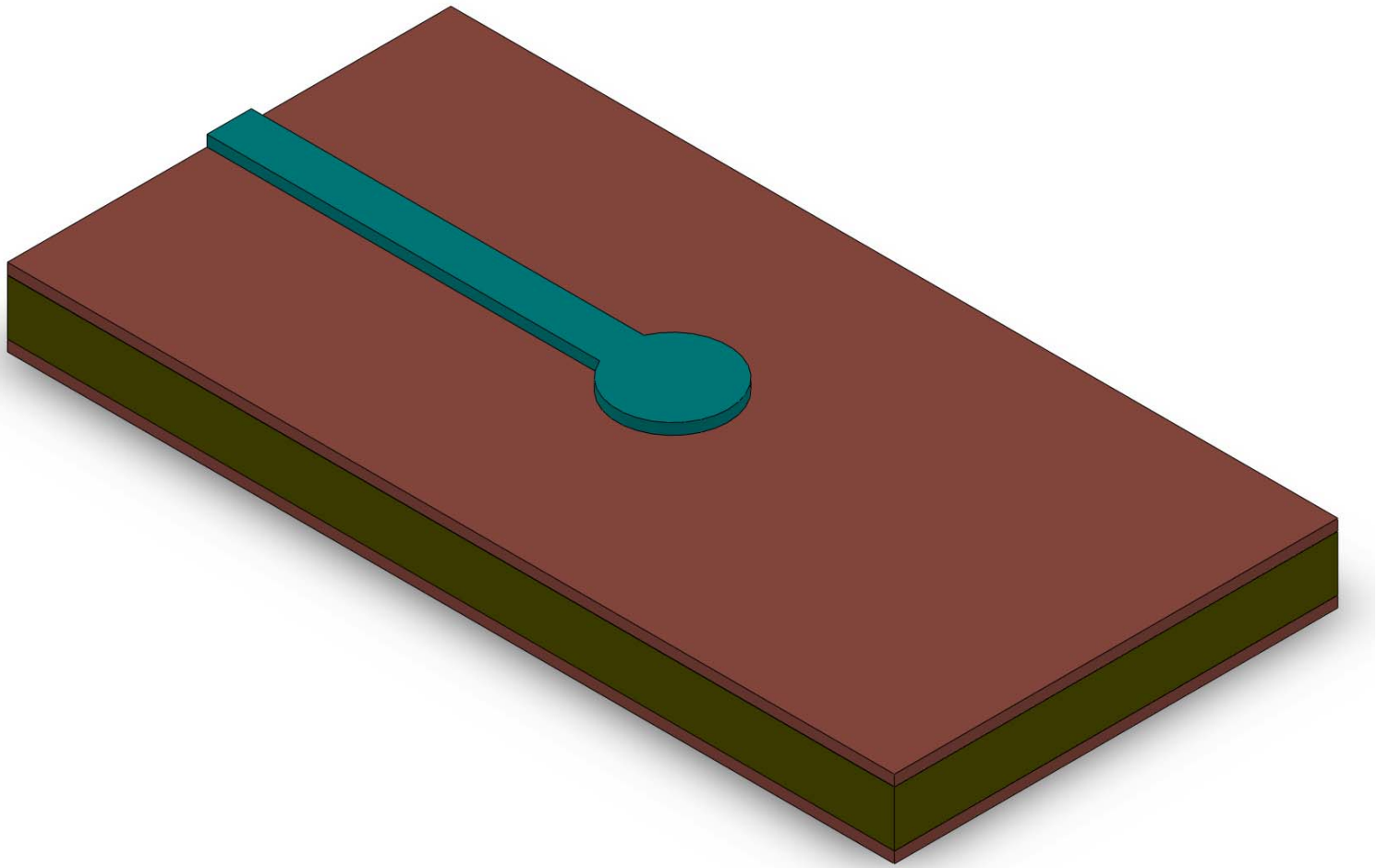
Električni spoj dva sloja bakra (via)

Nanošenje foto-rezista



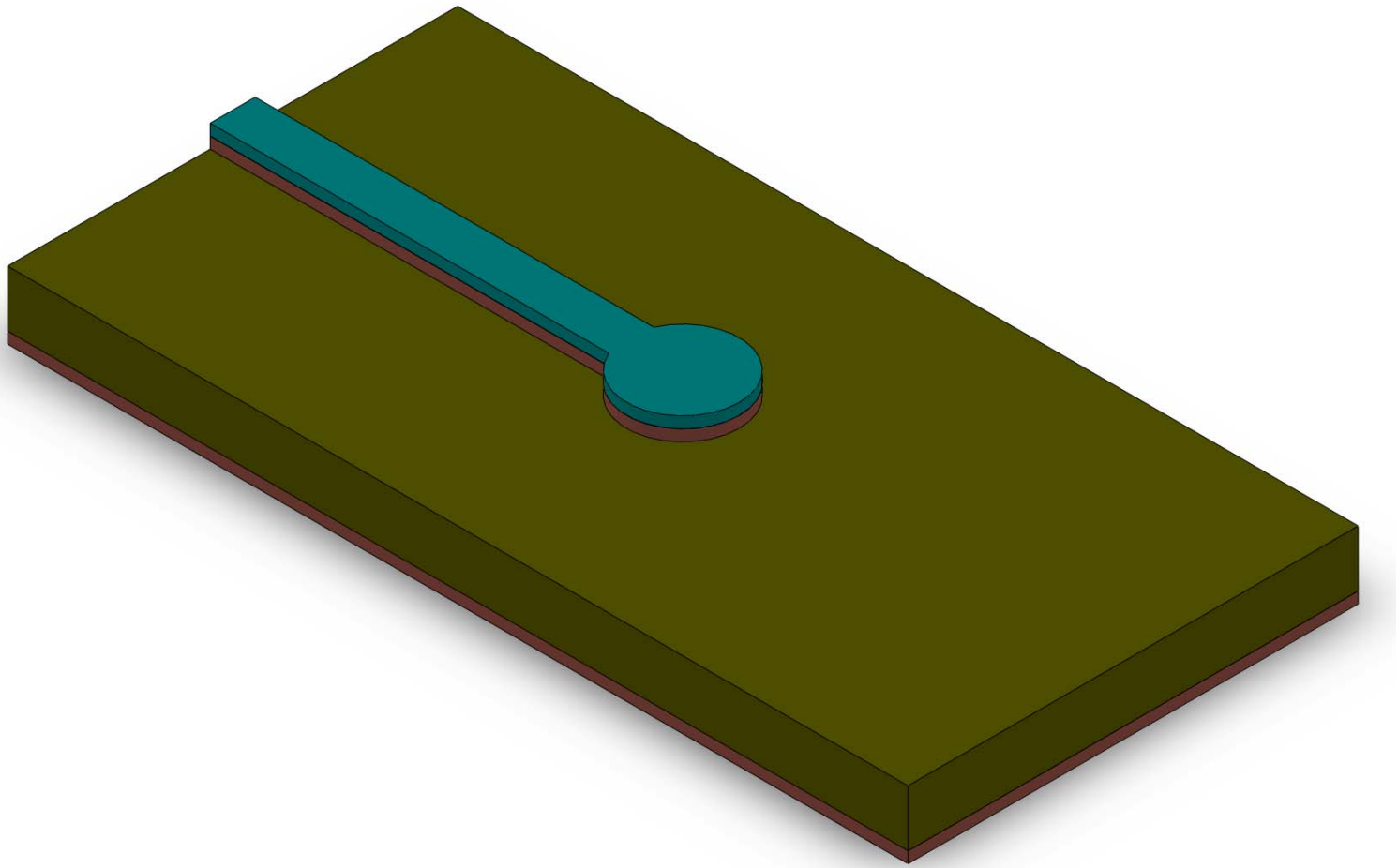
Električni spoj dva sloja bakra (via)

Maskiranje rezista, ekspozicija pod UV svetlom i nagrizanje



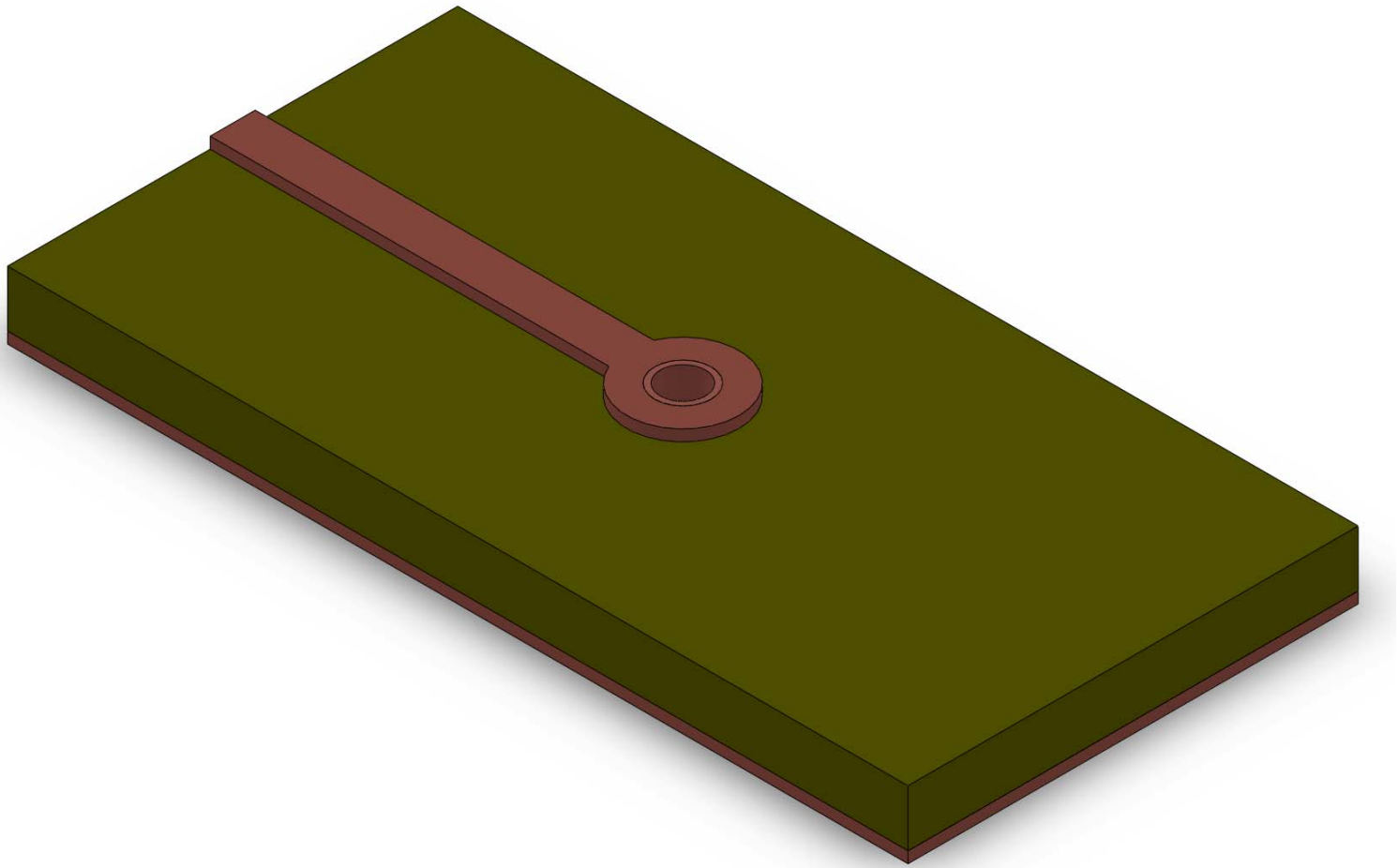
Električni spoj dva sloja bakra (via)

Nagrizanje bakra



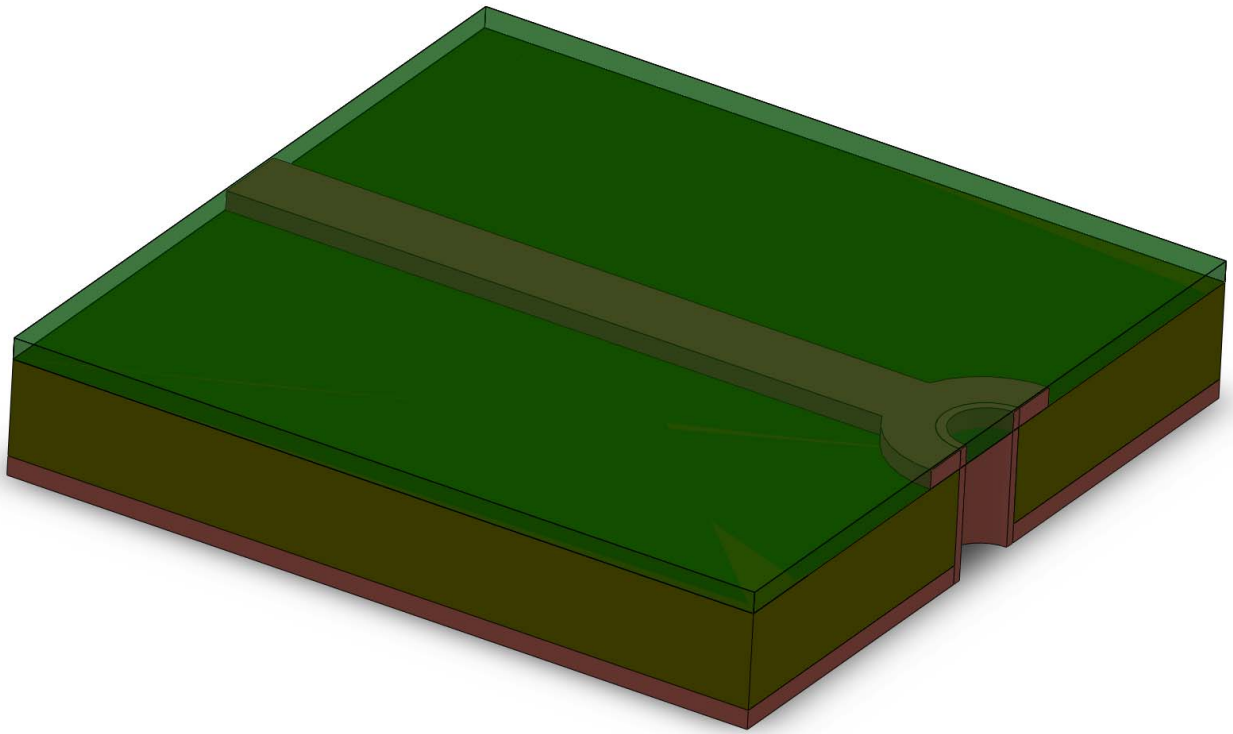
Električni spoj dva sloja bakra (via)

Uklanjanje rezista



Električni spoj dva sloja bakra (via)

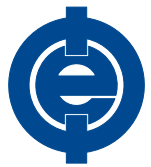
Prekrivanje slojem polimera (soldermask)



Identičan postupak se paralelno odvija i na donjoj strani ploče.
Via koja ostaje ispod sloja polimera zove se *tented via*.

Sadržaj

1. Tehnologija
   - Tehnološki niz
   - Komponente
   - Dodatni elementi
2. Proces projektovanja

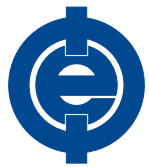


Podela

Po načinu na koji ostvaruju električni kontakt sa linijama veza na ploči

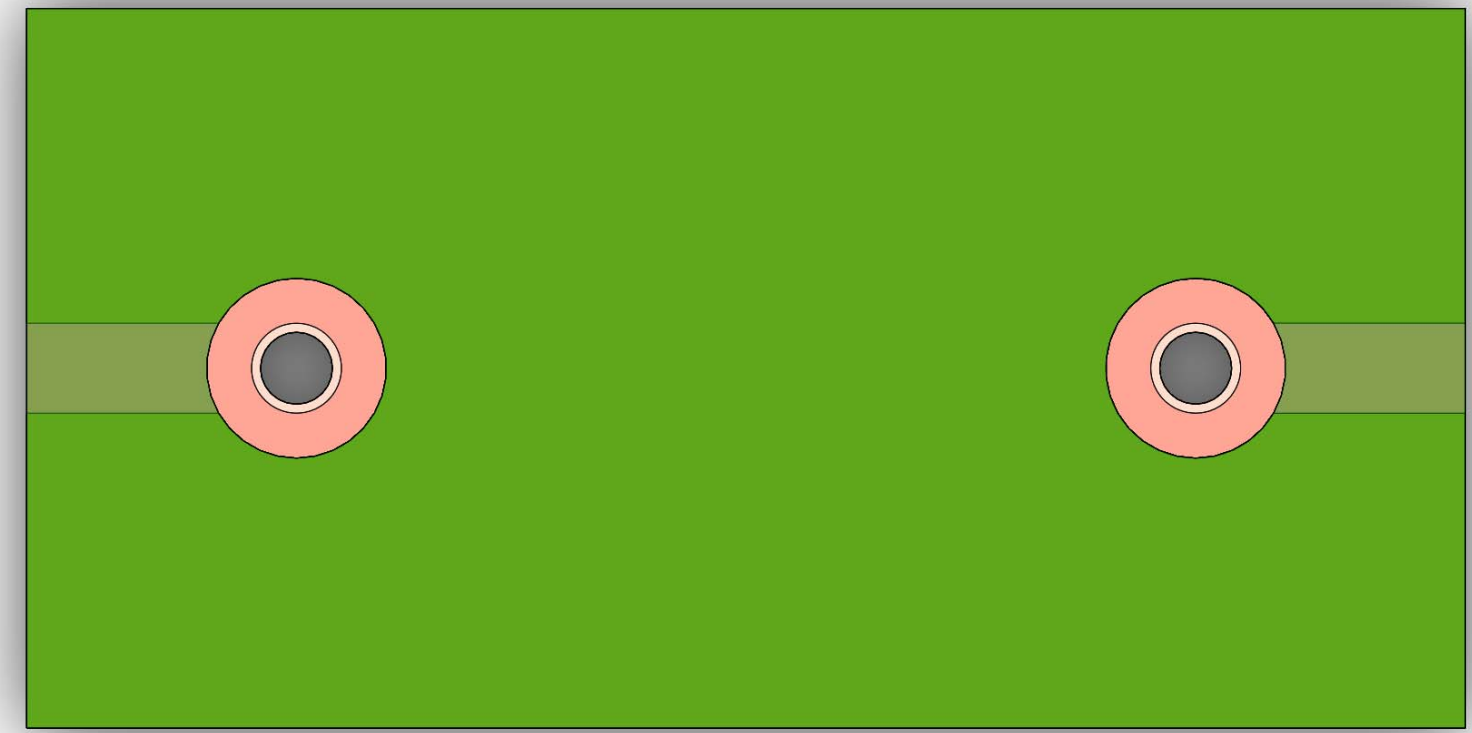
- Through-hole
- SMD (Surface Mounting Devices)

Komponente se mogu montirati sa jedne ili sa obe strane štampane ploče! Oblik električnog i fizičkog kontakta komponente i ploče naziva se otisak (footprint) komponente.



Through-hole

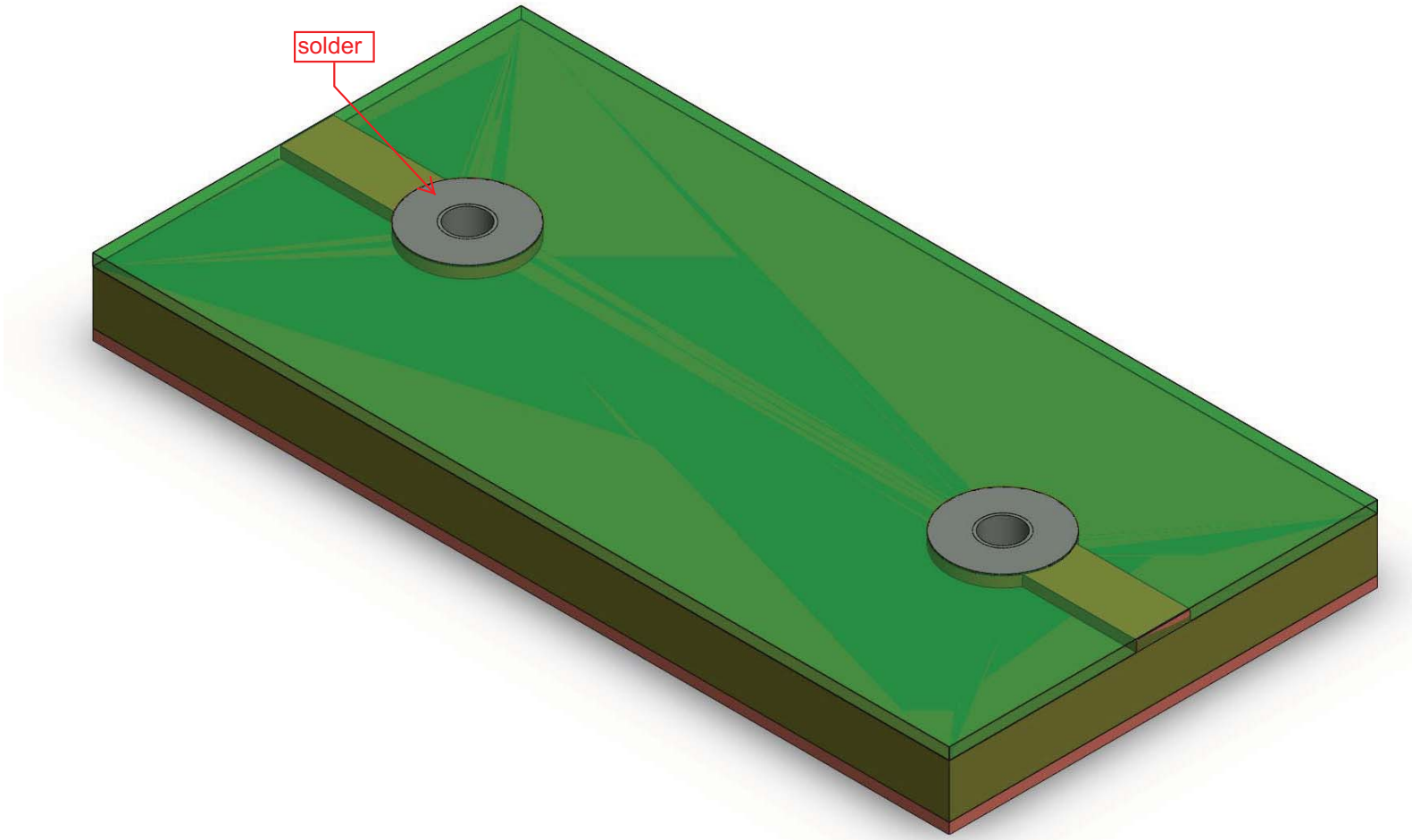
Foto postupak na sloju polimera



Nagrizanje polimera vrši se do bakra.

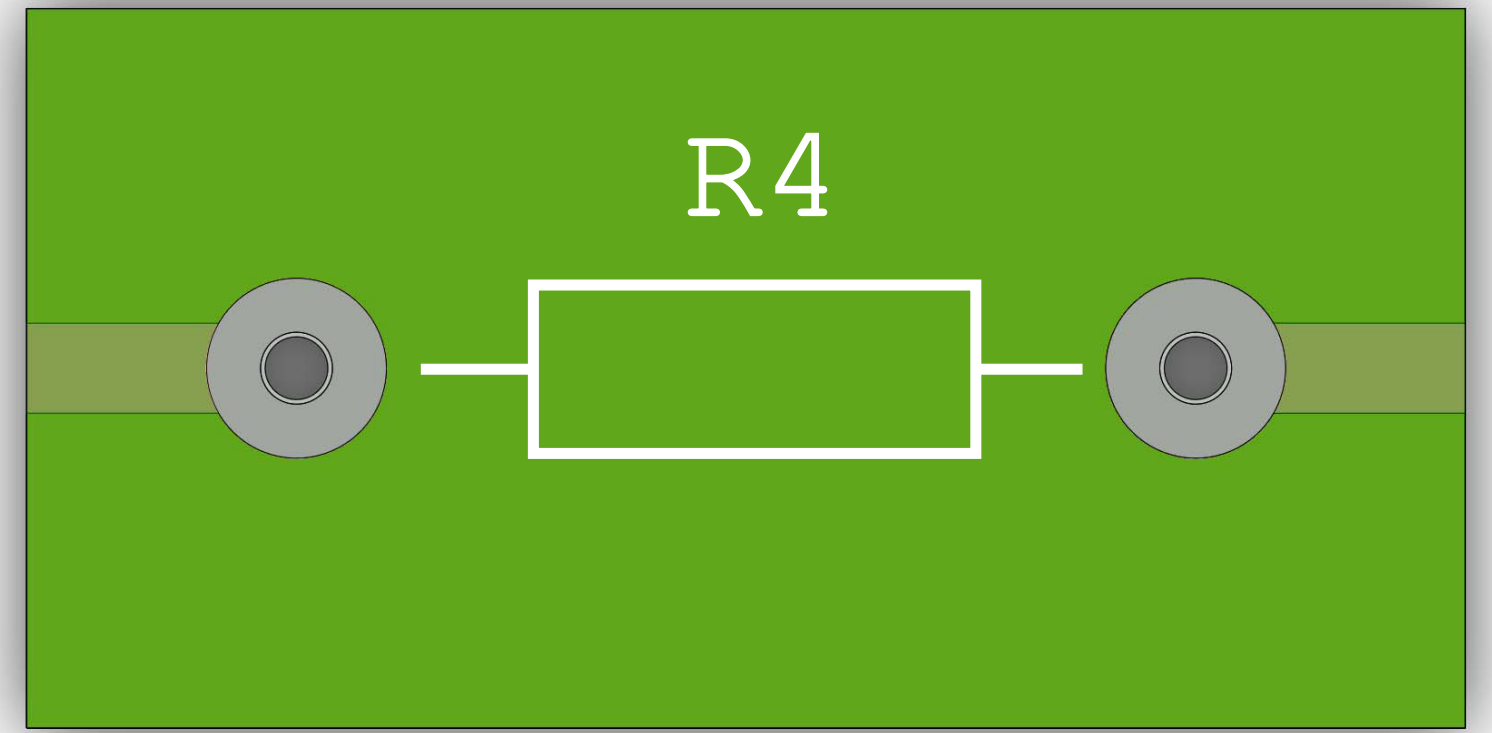
Through-hole

Nanošenje provodnog metalnog sloja (solder)



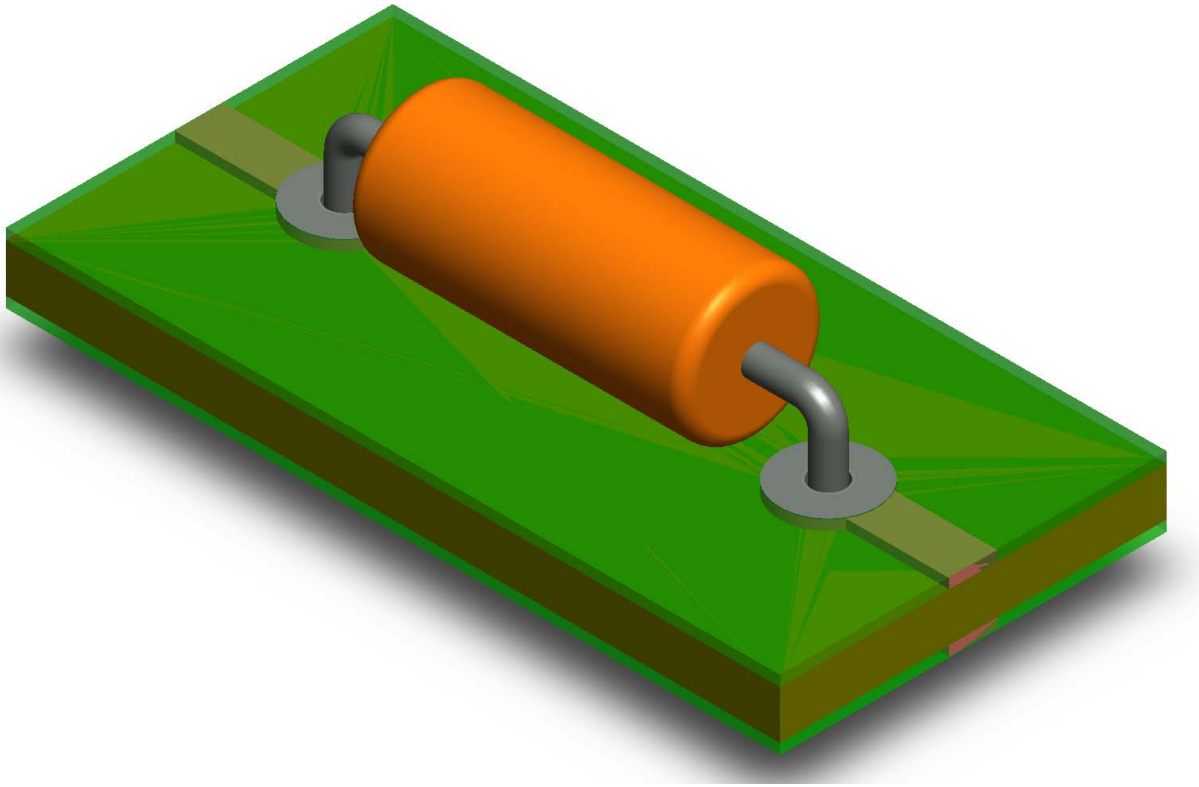
Through-hole

Sito štampa (silkscreen)



Through-hole

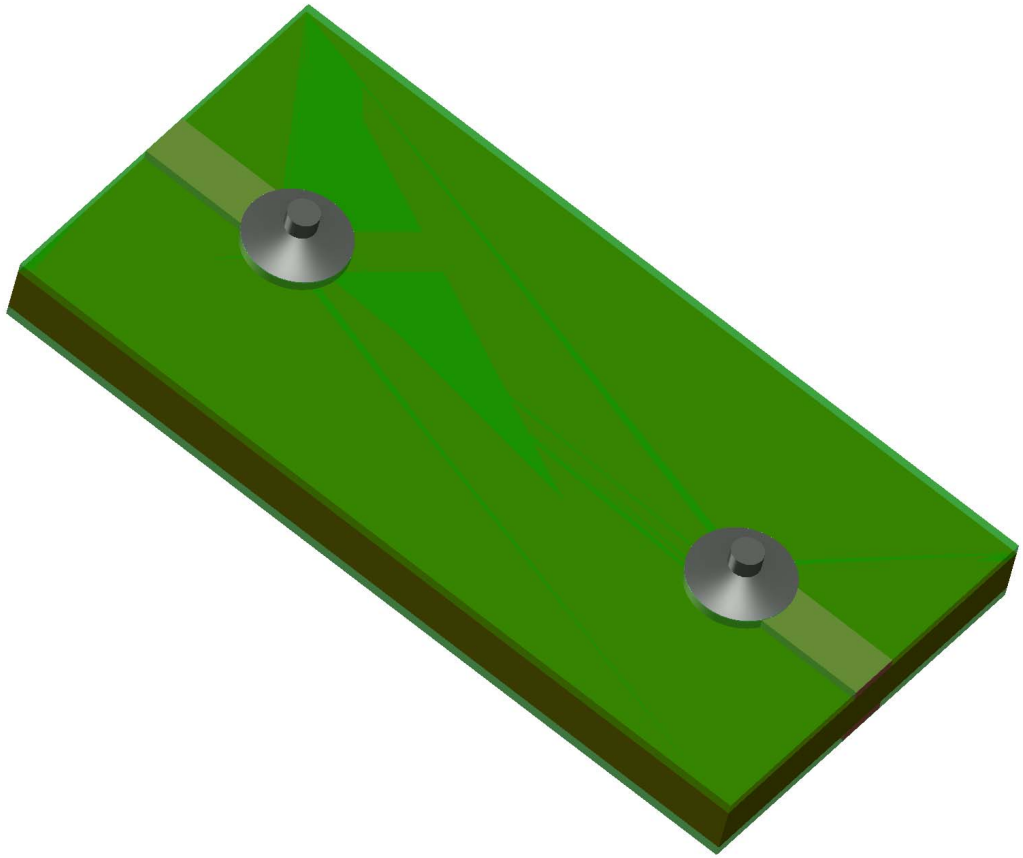
Umetanje komponente



Umetanje se vrši ručno ili pomoću automatskih (pick and place) mašina.

Through-hole

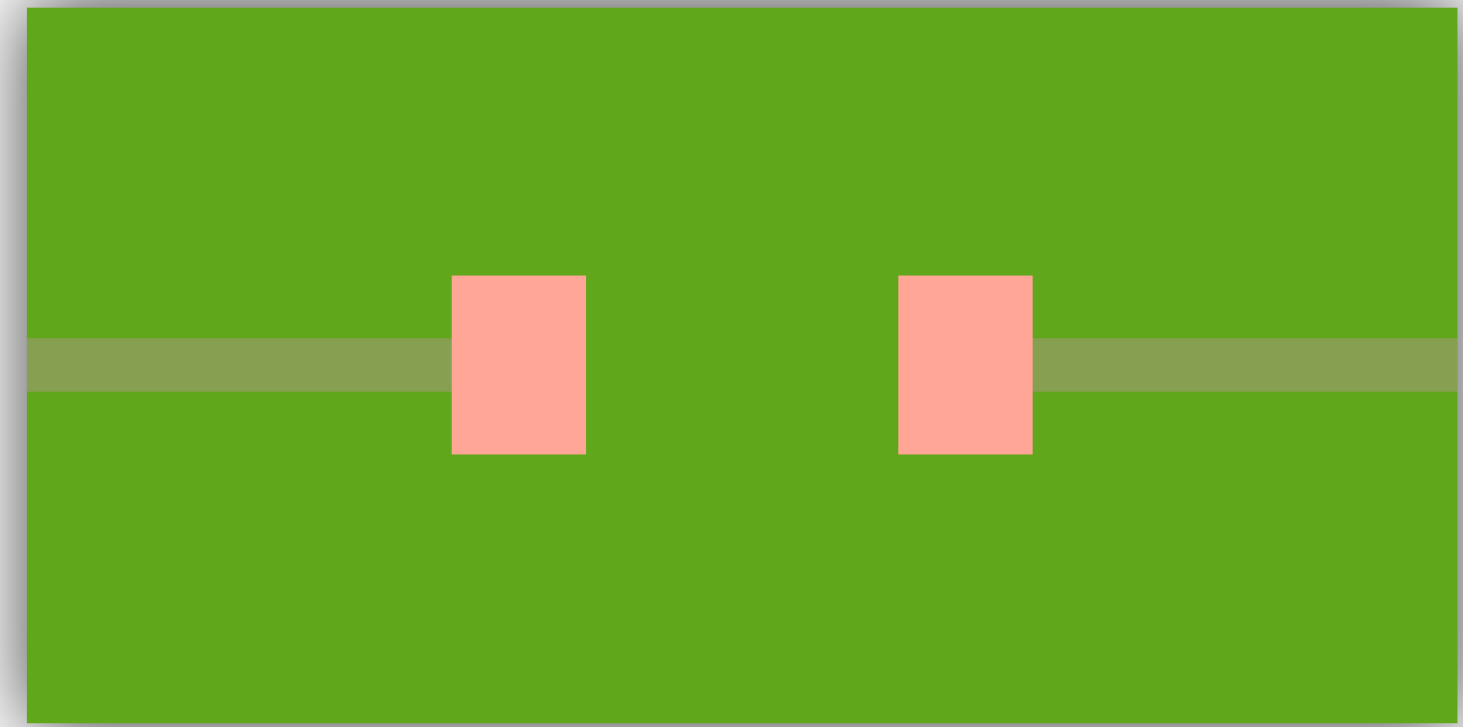
Lemljenje (soldering)



Kalajno kupatilo (soldering bath).

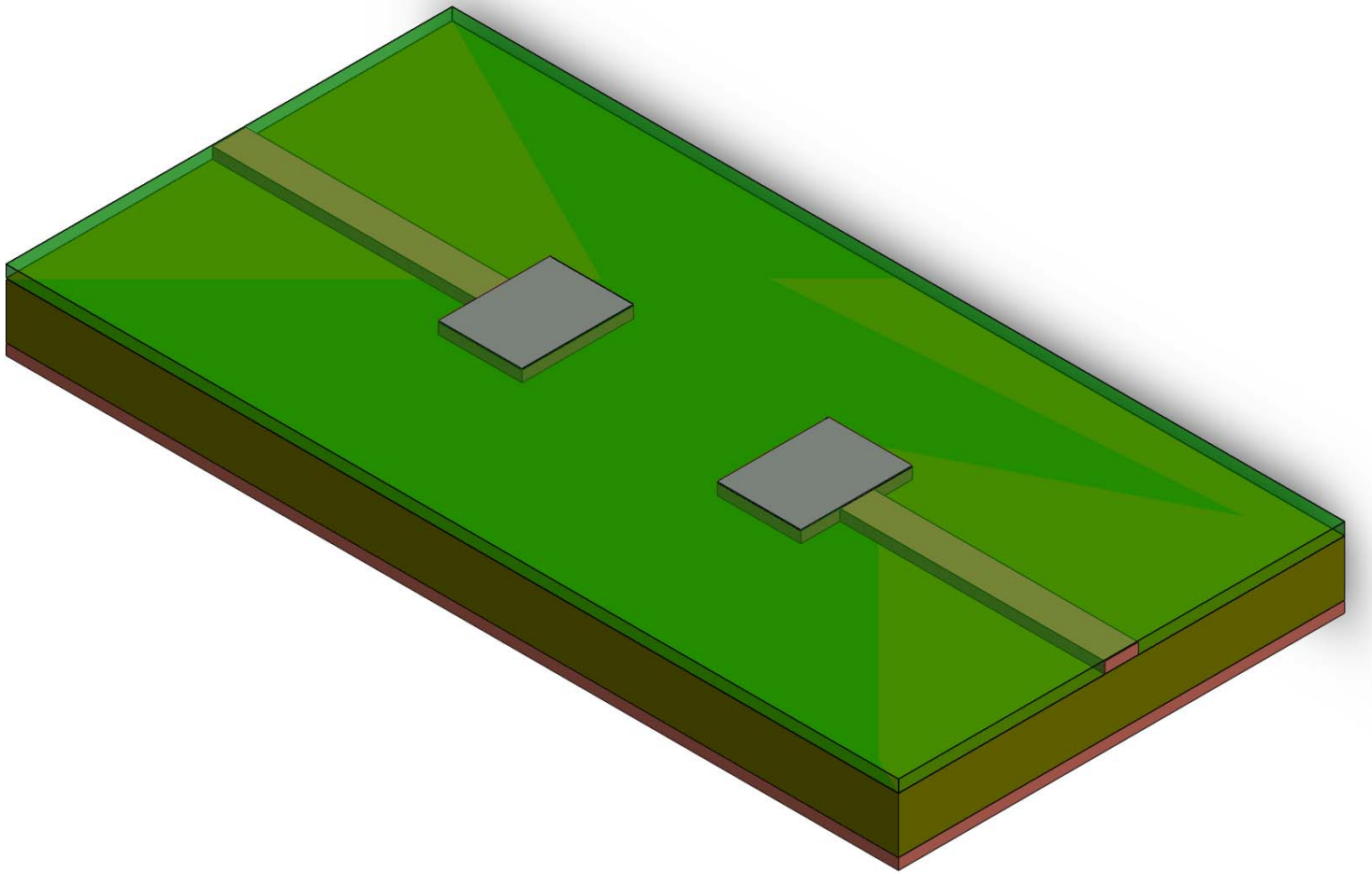
SMD

Soldermask contact opening



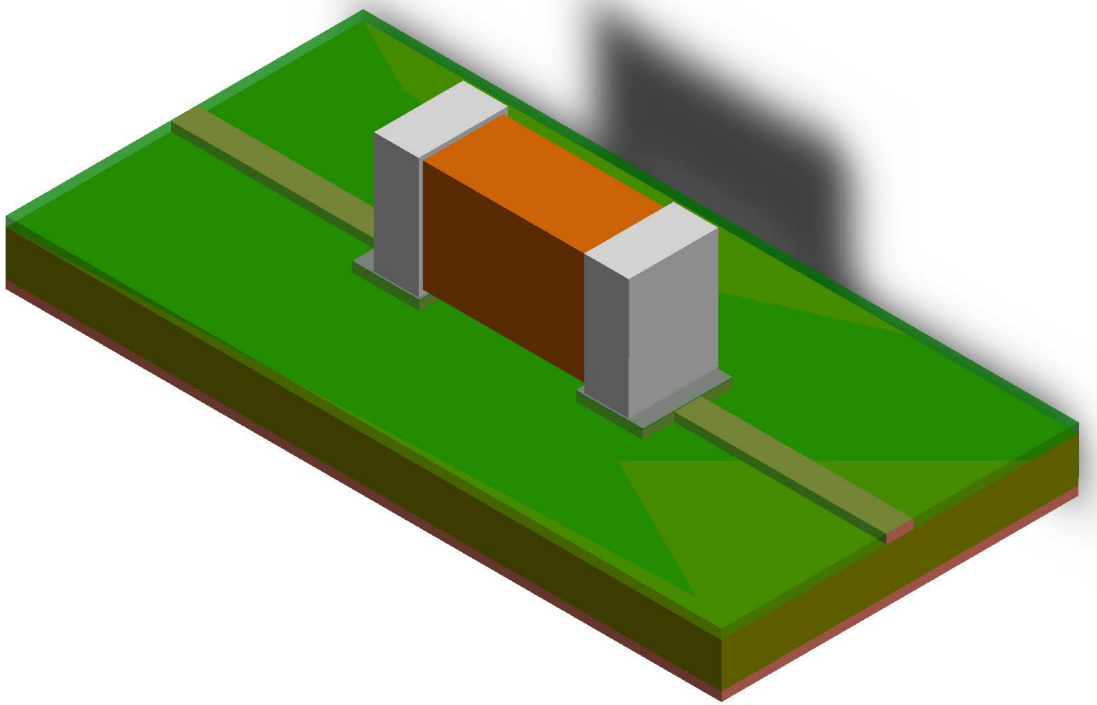
SMD

Solder



SMD

Umetanje komponente



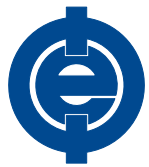
Umetanje se vrši pomoću automatskih mašina (izuzetno ručno, kada su u pitanju prototipovi).

SMD

Lemljenje

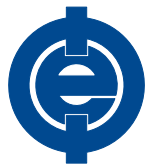
- Lemljenje razlivanjem (Reflow soldering)
- Talasno lemljenje (Wave soldering)

Sve komponente u tehničkim specifikacijama sadrže podatke vezane za termičke karakteristike pri lemljenju!



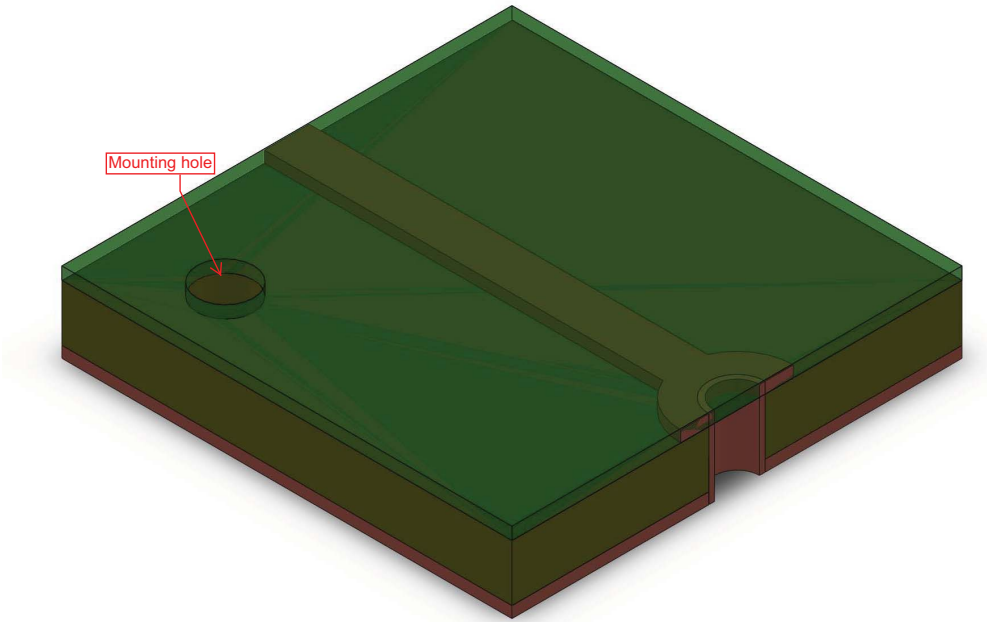
Sadržaj

1. Tehnologija
   - Tehnološki niz
   - Komponente
   - Dodatni elementi
2. Proces projektovanja



Rupe za mehaničku montažu

Mounting holes

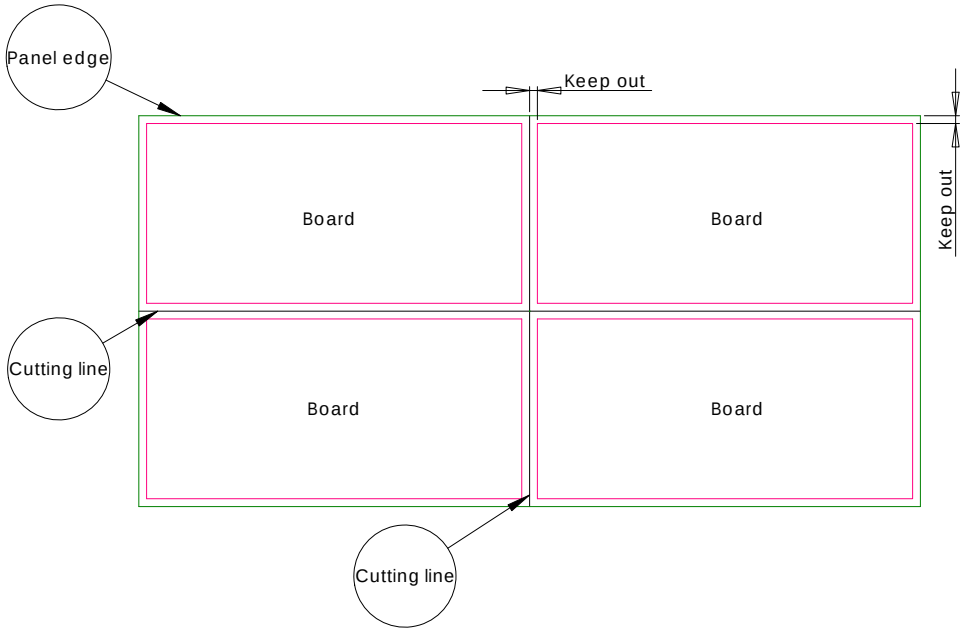


- Učvršćivanje konektora za ploču
- Učvršćivanje ploče za kućište

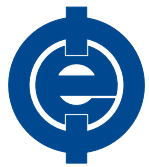
Ove rupe nisu metalizirane.

Panelizacija

Ploče se izrađuju iz panela. Na jedan panel staje više ploča. Nakon završetka procesa izrade, a pre montaže komponenata, paneli se isecaju. Nakon isecanja ploče odlaze na obradu ivica.

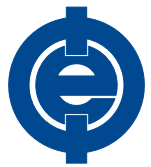


Keep out rastojanje omogućava siguran prolaz testere. Tipična vrednost je 1,3mm.



Tehnološka ograničenja

- Minimalna širina linija
- Minimalno rastojanje između linija
- Minimalni prečnik via
- Minimalno rastojanje između komponenata



Linije veza

Širina linija

Širina linija zavisi prvenstveno od maksimalne struje koja treba kroz nju da prođe! Za debljinu bakra od 35μm(1 oz) i porast temperature od 10°C minimalne širine linija su:

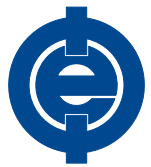
I (A)	W (mm)
1	0,25
2	0,76
3	1,27
4	2,03

Za izračunavanja se mogu koristiti posebni programi (PCB trace calculators).

Linije veza

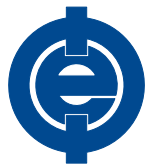
Karakteristike linija

- Impedansa
- Pad napona
- Disipacija snage



Faze

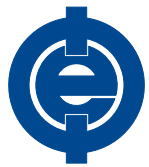
- Logičko projektovanje
- Električno projektovanje
- Mehaničko projektovanje
- Projektovanje ploče
- Verifikacija
- Izrada proizvodne dokumentacije



Faze

Logičko projektovanje

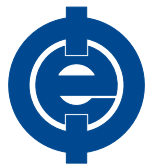
- Definisanje funkcionalnih specifikacija
- Definisanje električnih specifikacija
- Definisanje mehaničkih specifikacija
- Podela na funkcionalne celine (blokove)



Faze

Električno projektovanje

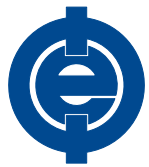
- Izbor komponenata
- Izrada električnih šema
- Simulacija
- Izrada prototipova blokova
- Merenja



Faze

Mehaničko projektovanje

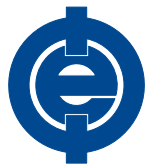
- Izbor kućišta
- Izbor elektromehaničkih komponenata (tasteri, prekidači)
- Izbor mehaničkih komponenata (nosači, šrafovi)
- 3D modeliranje



Faze

Projektovanje ploče

- Definisanje tipa i dimenzija
- Razmeštaj komponenata (layout)
- Definisanje pravila projektovanja
- Definisanje linija veza (routing)
- 3D modeliranje

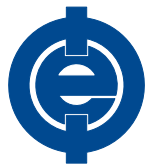


Faze

Verifikacija

- Provera ploče prema pravilima projektovanja
- 3D modeliranje sklopa kućišta i ploče
- Detekcija delova u koliziji i drugih mehaničkih nedostataka
- Ispravke dizajna

Proces se odvija iterativno.

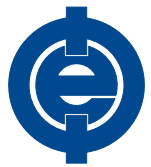


Faze

Izrada proizvodne dokumentacije

- Generisanje i provera GERBER fajlova
- Izrada montažnih šema za ploču
- Izrada sklopnih crteža
- Izrada liste materijala (bill of materials - BOM)

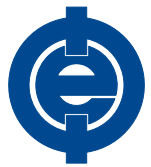
GERBER je standardni format za uređaje u proizvodnji štampanih ploča.



Programi

Za projektovanje štampanih ploča

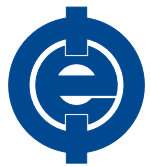
- CADENCE
- Altium Designer
- NI Ultiboard (Multisim)
- DipTrace
- Eagle
- ...



Programi

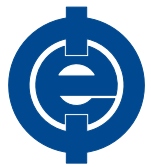
Za 3D modeliranje

- CATIA
- SolidEdge
- SolidWorks
- AlibreDesign
- Autodesk Inventor
- ...



3D modeliranje

Elementi

- Deo (Part)
- Sklop (Assembly)
- Tehnički crtež (Drawing)

Postoji međusobna asocijativnost.