



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aapeli Asiala

# MODERNIEN PIIRILEVYN SUUNNITTELUOH- JELMISTOJEN VERTAILU

Tekniikka  
2022

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Aapeli Asiala
Opinnäytetyön nimi	Modernien piirilevyn suunnitteluohjelmistojen vertailu
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	47 + 1 liitettä
Ohjaaja	Jani Ahvonen

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla erilaisia moderneja piirilevyn suunnitteluohjelmistoja sekä mieltää näiden käyttötarkoituksia erilaisille käyttäjille. Työhön otettiin mukaan yleisimpiä ilmaisia ohjelmia, mutta työssä myös käytiin läpi hieman eroja maksullisiin ja kattavampiin ohjelmiin. Ohjelmat valikoituivat suosion mukaan erilaisten artikkeleiden ja foorumeiden kautta.

Työssä käytiin lävitse seuraavat piirilevyn suunnitteluohjelmistot: Autodesk EAGLE 9.6.2, CircuitMaker 2.0.3.51, DesignSpark v10, EasyEDA 6.4.31 sekä KiCad 6.0. Testit, joita jokaiselle ohjelmalle suoritettiin, olivat seuraavat: käyttökokemus, käytölliittymä, komponenttien luonti, komponenttikirjaston laajuus sekä tiedostojen luominen ja arvio saatavuudesta 10 vuoden kuluttua.

Tehdyt testit osoittavat, että moderneja piirilevyn suunnitteluohjelmistoja löytyy erittäin paljon ja ne eivät perusominaisuuksiltaan poikkea kovinkaan paljon, mutta ohjelmien kattavuus sekä kehitys ja mahdollinen tulevaisuuden suunta poikkeaa hyvinkin laajalti.

---

Avainsanat: piirilevyt, testaus, suunnittelu, historia

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Tietotekniikka

## ABSTRACT

Author	Aapeli Asiala
Title	Comparison of Modern Circuit Board Design Software
Year	2022
Language	Finnish
Pages	47 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Jani Ahvonen

---

The purpose of this thesis was to compare different modern circuit board design software as well as think the purpose of these uses for different users. This thesis includes the most common free software, but also discusses some differences between paid and more comprehensive programs. The programs were selected according to popularity through various articles and forums.

The following circuit board design software was reviewed: Autodesk EAGLE 9.6.2, CircuitMaker 2.0.3.51, DesignSpark v10, EasyEDA 6.4.31 and KiCad 6.0. Tests that were made to every program were the overall experience of software, user interface, ways to use the software, component libraries, component creation, creating files and estimate of availability in the future.

This study shows that there is a lot of modern PCB design software that does not differ much in its basic features, but the coverage of the programs as well as the development and potential future direction are quite different.

---

Keywords: circuit boards, testing, planning and design, history

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUOTTELO

1	JOHDANTO.....	9
2	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET .....	10
3	PIIRILEVYN SUUNNITTELUN HISTORIA .....	11
4	TESTAAMINEN .....	12
5	KICAD .....	13
	5.1 Aloitus .....	13
	5.2 Asetukset .....	14
	5.3 Schematic eli kaavio.....	14
	5.4 Komponentin lisääminen ja muokkaus.....	16
	5.5 Layout eli PCB-editori.....	17
	5.6 Gerber-tiedoston luonti.....	19
6	EASYEDA .....	20
	6.1 Aloitus .....	20
	6.2 Asetukset sekä ohjeet.....	21
	6.3 Schematic.....	22
	6.4 Komponenttien tekeminen.....	23
	6.5 Layout.....	25
	6.6 3D-näkymä sekä Gerber-tiedosto.....	26
7	DESIGNSPARK .....	27
	7.1 Asetukset ja ohjeet .....	27
	7.2 Kaavio ja kirjasto sekä komponenttien teko.....	28
	7.3 Layout sekä 3D-view ja tarkistustyökalut .....	31
8	EAGLE.....	34

8.1	Aloitus .....	34
8.2	Schematic.....	35
8.3	Layout.....	36
8.4	Gerber sekä ERC.....	37
9	CIRCUITMAKER .....	39
9.1	Schematic.....	40
9.2	Layout.....	42
9.3	ERC sekä DRC .....	44
10	TESTITULOSTEN YHTEENVETO.....	45
11	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46
	LÄHTEET .....	47
	LIITTEET .....	48

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Kicad-käynnistys.....	13
<b>Kuva 2.</b> Asetukset.....	14
<b>Kuva 3.</b> Kaavion aloitusvalikko .....	15
<b>Kuva 4.</b> Kaavio valmis.....	15
<b>Kuva 5.</b> ERC-testi kahdella virheellä.....	16
<b>Kuva 6.</b> Komponenttikirjasto .....	16
<b>Kuva 7.</b> Komponentin muokkausnäkyvä .....	17
<b>Kuva 8.</b> Layout reititetty .....	18
<b>Kuva 9.</b> Layout kuparoitu .....	18
<b>Kuva 10.</b> Gerber-tiedoston luonti .....	19
<b>Kuva 11.</b> EasyEDA-selainnäkyvä .....	20
<b>Kuva 12.</b> EasyEDA-sovellusnäkyvä.....	21
<b>Kuva 13.</b> Sisällysluettelo ohjeista.....	22
<b>Kuva 14.</b> Led-kaavio .....	23
<b>Kuva 15.</b> Komponenttikirjasto .....	23
<b>Kuva 16.</b> Symbol wizard .....	24
<b>Kuva 17.</b> Esimerkkikomponentti.....	24
<b>Kuva 18.</b> Layout reititetty .....	25
<b>Kuva 19.</b> Layout kuparoitu .....	25
<b>Kuva 20.</b> 3D-view .....	26
<b>Kuva 21.</b> Gerber-tiedoston luonti .....	26
<b>Kuva 22.</b> Aloitus .....	27
<b>Kuva 23.</b> Asetukset.....	28
<b>Kuva 24.</b> Valmis kaavio .....	28
<b>Kuva 25.</b> Komponenttikirjasto .....	29
<b>Kuva 26.</b> Komponenttien haku pikapainikkeella .....	30
<b>Kuva 27.</b> Symbol wizard .....	30
<b>Kuva 28.</b> Layout reititetty .....	31
<b>Kuva 29.</b> Layout kuparoitu .....	32

<b>Kuva 30.</b> 3D-view .....	32
<b>Kuva 31.</b> Gerber-tiedosto .....	33
<b>Kuva 32.</b> Kotinäkömä .....	34
<b>Kuva 33.</b> Asetukset.....	35
<b>Kuva 34.</b> Kaavio.....	36
<b>Kuva 35.</b> Layout.....	37
<b>Kuva 36.</b> Layout kuparoitu .....	37
<b>Kuva 37.</b> Gerber-tiedoston luonti .....	38
<b>Kuva 38.</b> Electrical rule checker .....	38
<b>Kuva 39.</b> Circuitmaker aloitusnäkömä .....	39
<b>Kuva 40.</b> Asetukset.....	40
<b>Kuva 41.</b> Kaavio.....	41
<b>Kuva 42.</b> Komponenttikirjasto .....	41
<b>Kuva 43.</b> Komponenttien muokkaus.....	42
<b>Kuva 44.</b> Osien siirto .....	42
<b>Kuva 45.</b> Layout reititetty .....	43
<b>Kuva 46.</b> Layout kuparoitu .....	43
<b>Kuva 47.</b> Tallennus .....	44
<b>Taulukko 1.</b> Testattujen ohjelmien arviointi sekä pisteytys .....	48

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Testattujen ohjelmien arviointi sekä pisteytys

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö koostuu viiden eri ohjelman vertailusta. Opinnäytetyön tarkoitus on esitellä viittä eri piirilevyn suunnitteluohjelmistoa sekä vertailla niiden ominaisuuksia ja eroja.

Internetissä on tarjolla erittäin paljon erilaisia piirilevyn suunnitteluohjelmistoja. Osa suunnitteluohjelmista on pääasiassa tarkoitettu suurille laitevalmistajille ja osa taas harrastelijoille. Tässä työssä pyrittiin keskittymään niihin sovelluksiin, joita pystyisi käyttämään niin opiskelija kuin ammattilainen tai harrastelija. Suurten laitevalmistajien käyttämät sovellukset eroavat näistä harrastelijoiden käyttämistä sovelluksista enimmäkseen komponenttikirjastojen puolesta. Kaupallisissa sovelluksissa komponenttikirjastot ovat huomattavasti laajempia ja ne vastaavat tämän päivän standardeja sekä vaatimuksia, mikä mahdollistaa edistyksellisempää piirilevysuunnittelua. Maksullisien ja ilmaisten sovellusten eroja voimme tutkia Autodesk Eagle- sovelluksen kautta, sillä Autodesk tarjoaa kolmea erilaista versiota, jotka poikkeavat toisistaan muutamien ominaisuuksin. Eroavat ominaisuudet näissä sovelluksissa ovat hinta, suunniteltavat sivut, signaalien ja tasojen määrä sekä levyn koko rajoitukset.<sup>1</sup>

Tässä työssä tarkastellaan tarjolla olevia ilmaisia sovelluksia sekä tarkastellaan eroja maksullisiin versioihin.

---

<sup>1</sup> Compare EAGLE Premium vs. EAGLE Standard vs. EAGLE Free 2022. Viitattu 26.4.2022. <https://www.autodesk.in/compare/eagle-vs-eagle-premium>

## **2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET**

Opinnäytetyön tutkimuksen tavoite on verrata tällä hetkellä tarjolla olevia piirilevyn suunnitteluun tarkoitettuja ohjelmistoja keskenään. Ohjelmistojen vertailussa on tarkoitus tulla ilmi eri ohjelmien hyvät sekä huonot puolet. Tutkimus keskittyy täysin ilmaisiin ohjelmistoihin, joihin jokaisella henkilöllä on vapaa pääsy. Tutkimuksessa on myös tarkoitus sivuta maksullisen ohjelmiston sekä ilmaisversion eroja ja mahdollisia käyttötapa eroja näiden välillä.

### 3 PIIRILEVYN SUUNNITTELUN HISTORIA

Piirilevyjä suunniteltiin ennen 1980-lukua käsin. Suunnittelussa käytettiin kevyitä painoja ja sapluunoita, kuitenkin kun 1980-luvulla keksittiin tietokoneet, suunnittelussa siirryttiin uudelle aikakaudelle ja suunnittelu tapahtui tietokoneella erilaisia sovelluksia käyttäen. Ensimmäisiä graafisia suunnitteluohjelmistoja olivat esimerkiksi Protel ja EAGLE. Piirilevysuunnitelmat tallennettiin Gerber-tekstitiedostoina, joka sisälsi koordinaatit, jotka syötettiin piirilevyn valmistuslaitteisiin. Piirilevyjen historia luvulta 1880-nykyhetki.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> The History of Printed Circuit Board PCB 1880 – Present 2022. Viitattu 24.1.2022. <https://how2electronics.com/history-printed-circuit-board-pcb-nextpcb/>

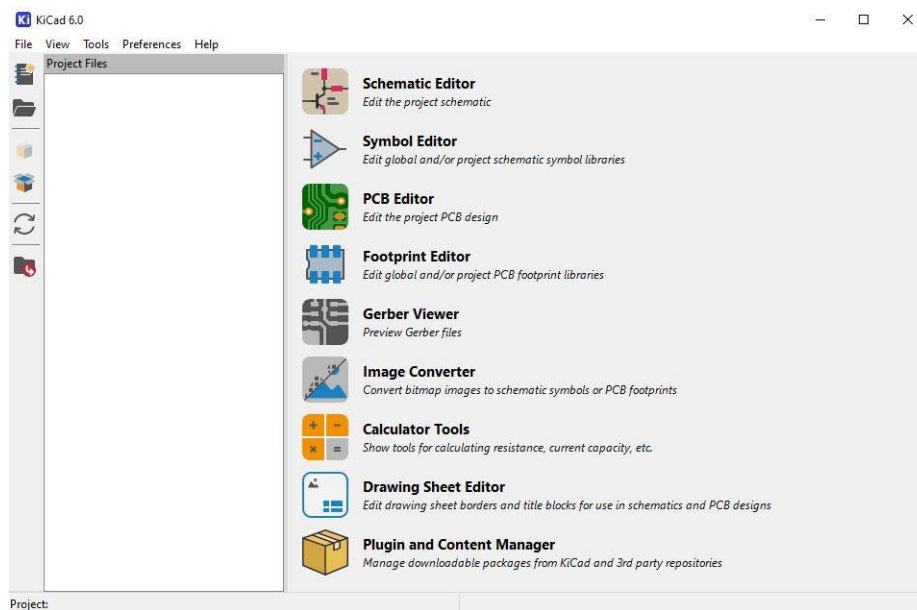
## 4 TESTAAMINEN

Ohjelmille tehtävät testit koostuvat monesta eri osasta. Tarkoituksena on, että testit kattavat koko käyttökokemuksen vertailun toisten ohjelmien kesken. Käyttökokemuksella tarkoitetaan sovelluksen helppokäyttöisyyttä, eri asetuksia, tarvittavia ominaisuuksia, omien komponenttien tekemistä sekä lisäämistä ja yksinkertaisen piirilevyn suunnitteluvaiheiden suorittamista. Tarkoituksena on tehdä jokaisella ohjelmalla samanlaiset testit ja samanlainen piirilevy. Päätin suunnitella jokaisella ohjelmalla yksinkertaisen levyn, joka sisältää ledin, vastuksen sekä virtalähteen. Virtalähteenä voi toimia esimerkiksi paristo.

## 5 KICAD

### 5.1 Aloitus

Ensimmäinen testattava ohjelma on nimeltään Kicad.<sup>3</sup> Ohjelman ulkonäkö sovel-  
lusta avattaessa on erittäin yksinkertainen sekä selkeä. Kuvassa 1 näkyy sovelluk-  
sen aloitusvalikko. Aloitusvalikon helpon suunnittelun avulla aikaa ei mene asioi-  
den etsimiseen vaan voit valita suoraan sen mitä haluat.



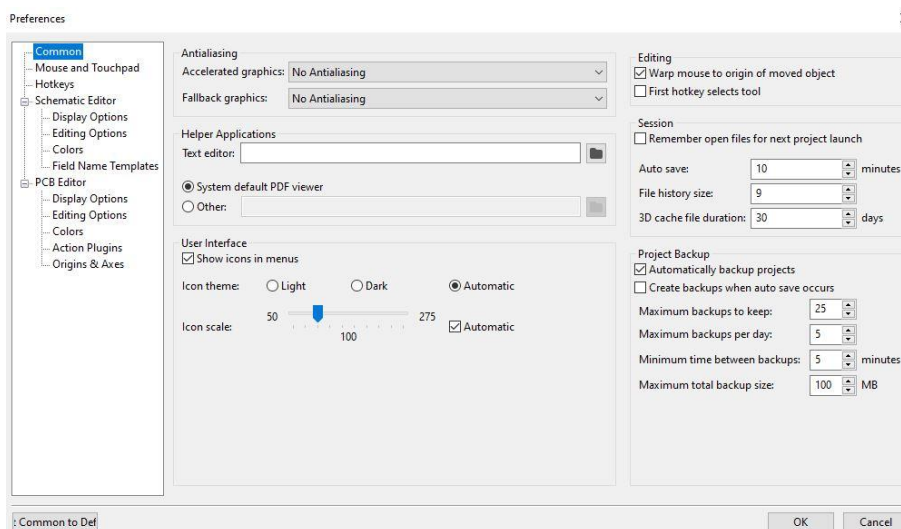
**Kuva 1.** Kicad-käynnistys

---

<sup>3</sup> KiCad EDA, A Cross Platform and Open Source Electronics Design Automation Suite 2022. Viitattu 4.3.2022. <https://www.kicad.org/>

## 5.2 Asetukset

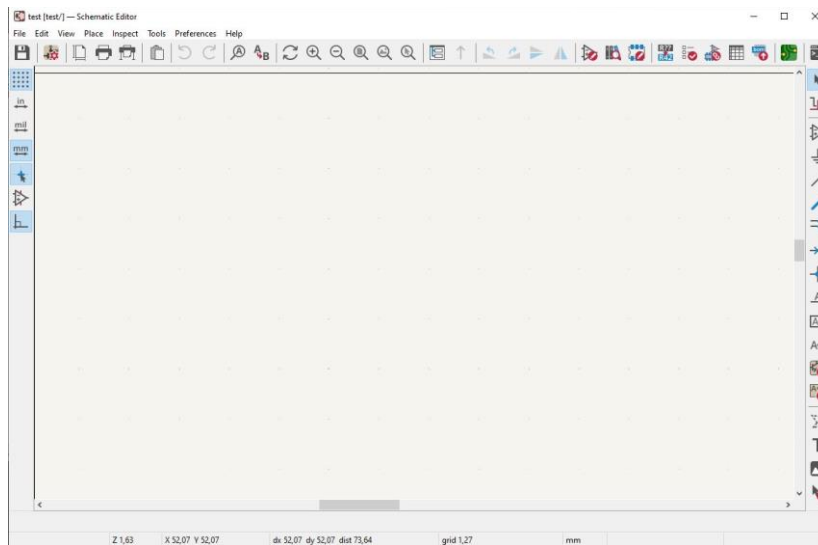
Kicad-sovellus sisältää selkeän ja kattavan asetusvalikon, kuten kuvassa 2 näkyy. Uudelle käyttäjälle asetusten vaihto on tehty helpoksi, sillä sovelluksesta löytyy asetuksia muutamasta paikasta, jotka käyttäjä löytää samalla kun työtään tekee. Perusasetukset, kuten oikean yksikön vaihtaminen, on helppo löytää sekä muuttaa.



Kuva 2. Asetukset

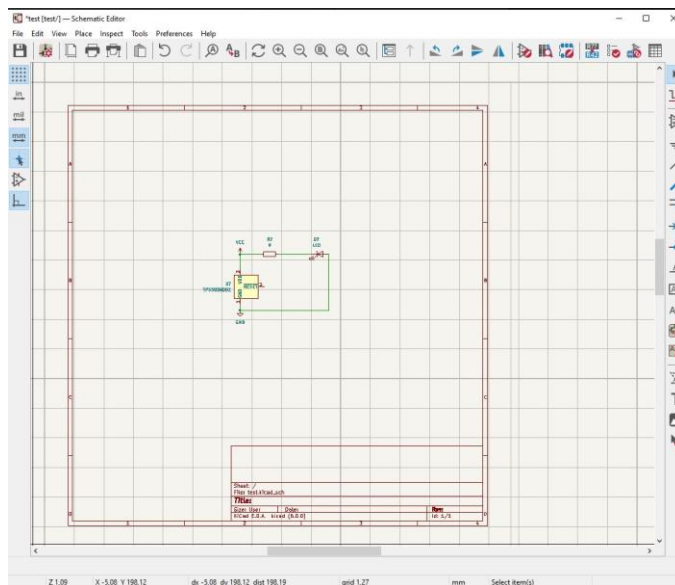
## 5.3 Schematic eli kaavio

Jokainen piirilevy aloitetaan usein tekemällä kaavio kyseisestä levystä. Kaaviota tehdessä on tärkeää huomioida yksikkö mikä on valittu, että kaavio tulee oikeilla mitoilla. Kuva 3 osoittaa aikaisemmin mainitsemani asian siitä, että asetuksia voi vaihtaa monesta paikasta ja ne löytävät automaattisesti työtä tekemällä. Yksiköt voit vaihtaa helposti sivupalkissa sijaitsevalla in-, mil- sekä mm-valikolla.



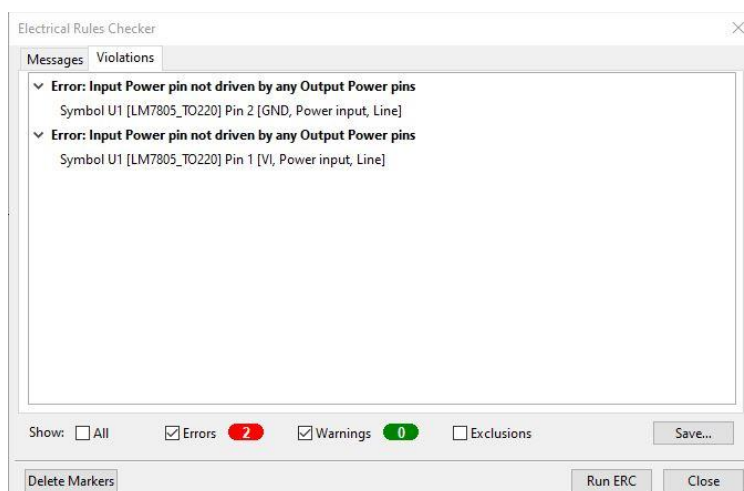
**Kuva 3.** Kaavion aloitusvalikko

Kaavion tekeminen on tehty helpoksi ja komponentteja on helppo lisätä kaavioon. Kirjasto sisältää noin 17000 komponenttia ja se löytyy ohjelmasta valmiina. Kaaviota tehdessä täytyy kuitenkin ymmärtää, että komponenteille täytyy erikseen määrätä tai tehdä PCB-jalanjälki tai muuten myöhemmässä vaiheessa PCB-layout ei komponenttia tunnista. Kuvassa 4 näkyy valmis kaavio.



**Kuva 4.** Kaavio valmis

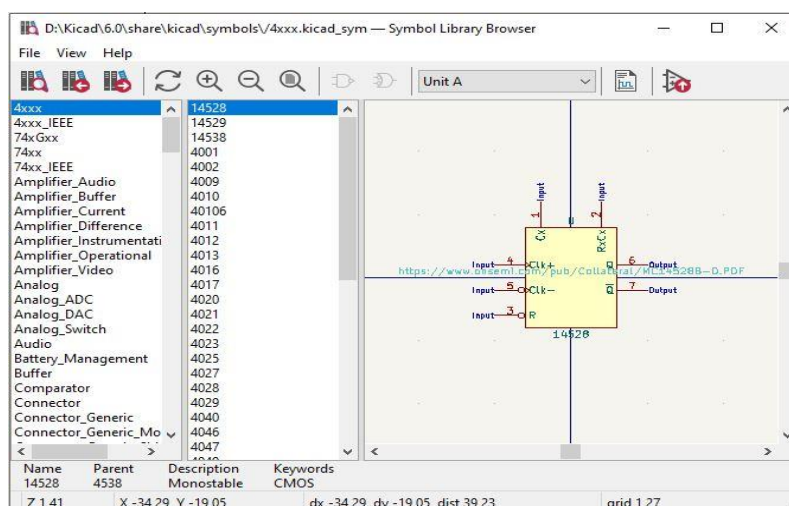
Kaavion valmistuttua on tärkeää tarkistaa erilaisilla ohjelmilla, onko kaaviossa virheitä. Tämän kaltaisia ohjelmia voivat olla esimerkiksi Electrical rule checker (ERC) tai Design rule checker (DRC), kuten kuvassa 5 näkyy.



Kuva 5. ERC-testi kahdella virheellä

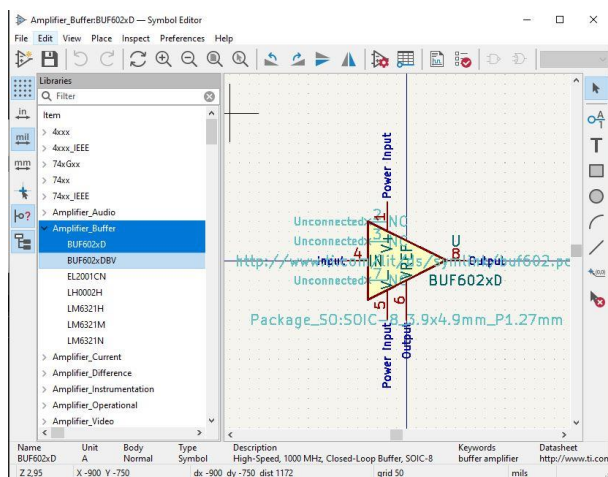
#### 5.4 Komponentin lisääminen ja muokkaus

Mikäli käyttäjällä on tiedossa, minkälaisen komponentin haluaa kaavioon lisätä, niin se on erittäin helppoa hakemalla kirjastosta suoraan kyseistä osaa. Kuitenkin jos käyttäjä tietää, että tarvitsee esimerkiksi jonkinlaisen virtalähteen, mutta ei tiedä millaisen, niin hänen on helppo hakea ohjelmasta virtalähdeosiota, kuvassa 6 näkyy komponenttikirjasto. Tämän jälkeen osien selaaminen ja esikatselu on erittäin helppoa ja se näyttää kaiken tarvittavan osiin liittyen.



Kuva 6. Komponenttikirjasto

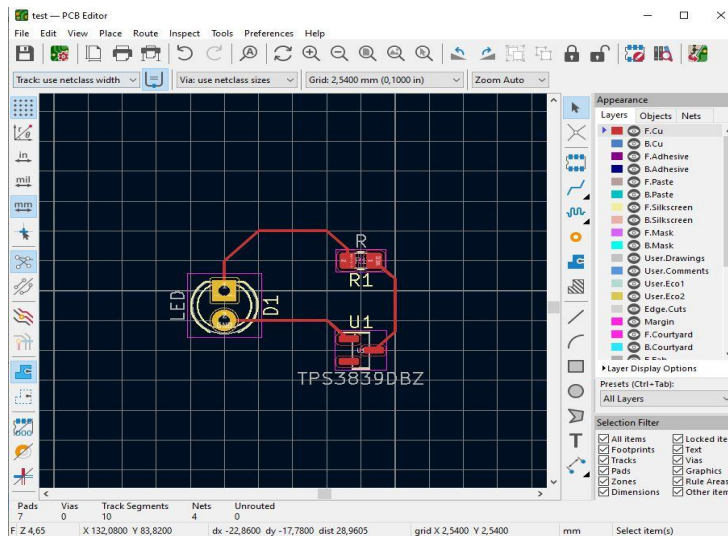
Mikäli suoraan oikeaa osaa ei löydy niin sen tekeminen tai toisen osan muokkaaminen onnistuu, mutta tämä on erittäin epäselkeää ilman oikeaa ohjetta. Tätä osiota ei ole tehty käyttäjäystävälliseksi, kuten kuvasta 7 voi huomata. Valmiita ohjeita löytyy netistä kuitenkin erittäin paljon kyseiseen ohjelmaan.



**Kuva 7.** Komponentin muokkausnäkö

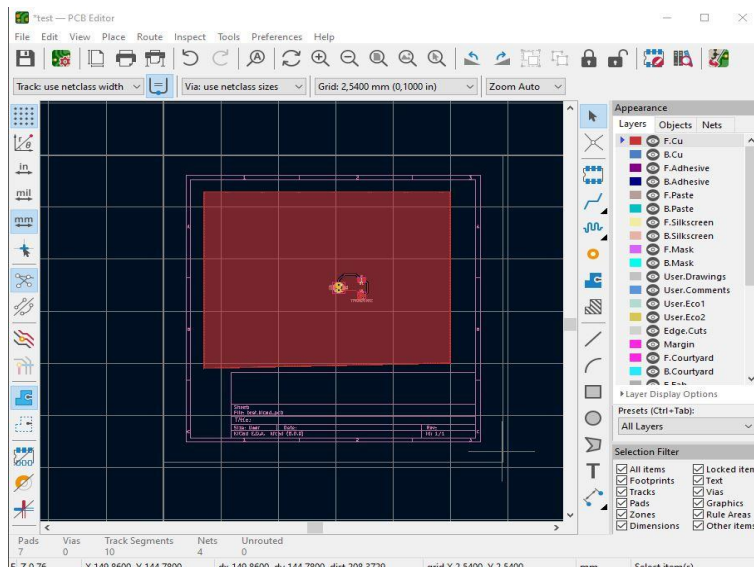
## 5.5 Layout eli PCB-editori

Osiens siirtäminen kaaviosta PCB-editoriin käy vaivattomasti yhden napin painalluksella. Ennen reitittämistä asetuksista voi muokata siihen liittyviä parametreja PCB-editorin asetuksista. Tähän projektiin asetuksia ei tarvitse muokata. Kuvassa 8 näkyy kuinka reititys tapahtuu helposti eikä ongelmia ilmene, mikäli noudattaa normaaleja reitityskäytäntöjä. Ohjelma ilmoittaa, mikäli näitä käytäntöjä ei ole noudatettu.



**Kuva 8.** Layout reititetty

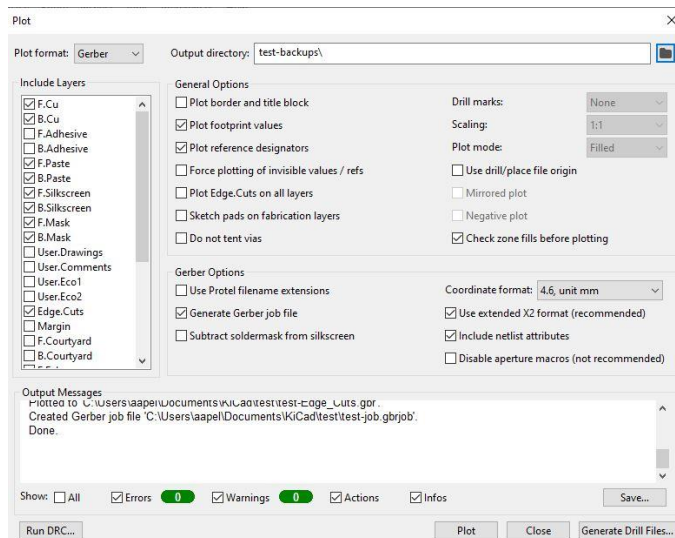
Kuparointi suoritetaan ensiksi merkkamalla kuparoitava alue sekä piirilevyn puoli ja tämän jälkeen alueelle voi kaataa kuparoinnin. Kuvassa 9 näkyy kuparoitu levy. Kuparointi voisi olla huomattavasti pienempi, mutta sillä ei ole toimintaan tässä tapauksessa väliä.



**Kuva 9.** Layout kuparoitu

## 5.6 Gerber-tiedoston luonti

Gerber-tiedostoa käytetään CAM-tiedoston luomiseen. CAM-tiedostolla voidaan piirilevystä tulostaa kalvo piirilevypohjalle ja valotuksen sekä syövyttämisen jälkeä kuparoitu piirilevy on valmis osien kiinnittämiseen. Gerber-tiedoston luomisen tapahtuu ohjelmaan valmiiksi tehdyllä työkalulla, joka näkyy kuvassa 10 ja se toimii ohjelmassa moitteettomasti.

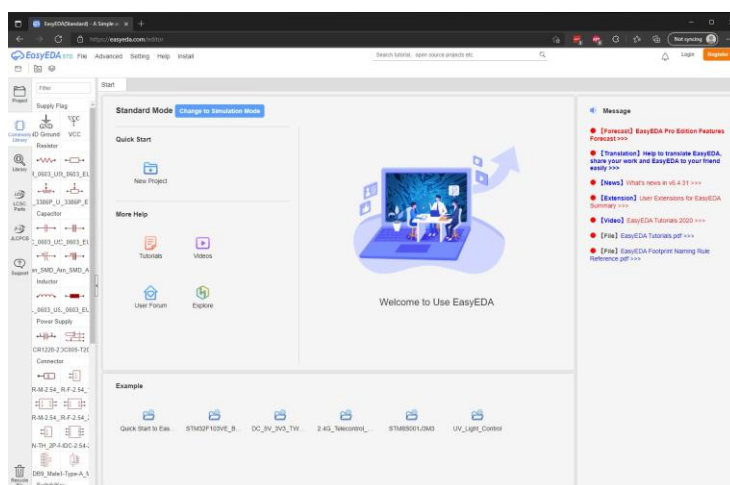


Kuva 10. Gerber-tiedoston luonti

## 6 EASYEDA

### 6.1 Aloitus

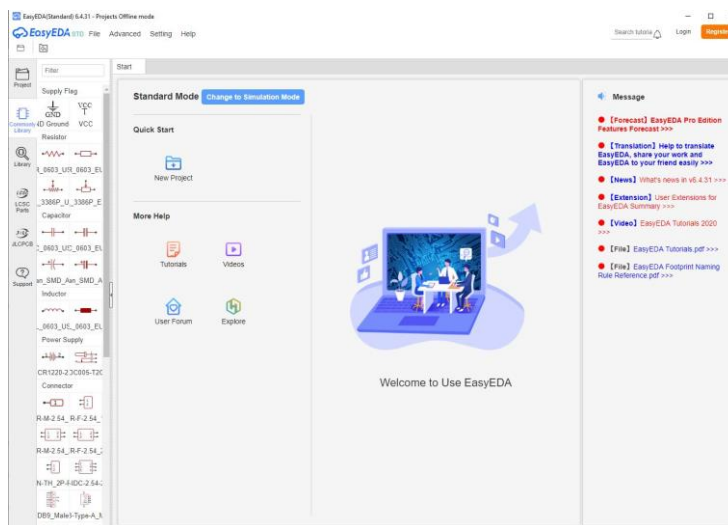
Toinen testattava ohjelma on nimeltään EasyEDA.<sup>4</sup> Ohjelmaa voi käyttää sovelluksen tai selaimen kautta ja molemmissa ulkoasu on erittäin selkeä. Ohjelman käyttäminen selaimen kautta luo monia eri uusia mahdollisuuksia ja helppoja työskentelytapoja kaikkialta ilman, että täytyy ohjelmaa jokaiselle koneelle erikseen asentaa. Kuvassa 11 näkyy sovelluksen aloitusvalikko selaimen kautta.



**Kuva 11.** EasyEDA-selainnäky

Kuva 12 osoittaa että, sovelluksen sekä selaimen aloitusruudut ovat lähestulkoon identtiset.

<sup>4</sup> An Easier and Powerful Online PCB Design Tool 2021. Viitattu 9.3.2022. <https://easyeda.com/>



**Kuva 12.** EasyEDA-sovellusnäkyvä

## 6.2 Asetukset sekä ohjeet

EasyEDA ei sisällä kovinkaan paljoa muutettavia asetuksia, kuitenkin tähän työhön asetukset olivat valmiiksi oikein, koska ainut ratkaiseva tekijä tässä työssä on oikeat mittayksiköt. Mittayksiköitä pystyy sovelluksessa kuitenkin myös vaihtamaan erikseen. EasyEDA ohjelmalle on tehty erittäin kattavat ohjeet, joka kattaa kaiken sovellukseen liittyen. Kuvassa 13 olevia ohjeita voit selata lukemalla tai katsomalla videoita sekä tekemällä erilaisia harjoituksia.<sup>5</sup>

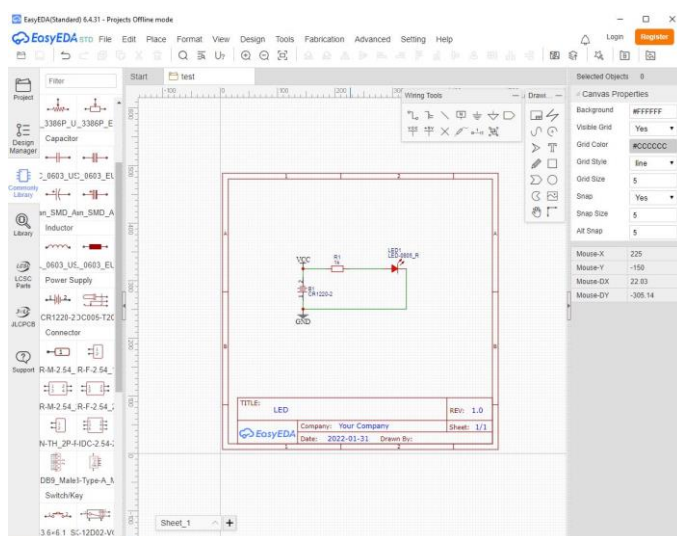
<sup>5</sup> EasyEDA tutorial 2021. Viitattu 9.3.2022. <https://docs.easyeda.com/en/FAQ/Editor/index.html>

<b>FAQ</b>	—
Editor	
Desktop Client	
Update Record	
How to Update	
Download	
User Center	
Contact Us	
<b>Document Tutorial</b>	—
Introduction	+
Schematic Capture	+
Symbol Library	+
PCB Layout	+
Footprint Library	+
Import	+
Export	+
<b>Video Tutorial</b>	—
EasyEDA Tutorials 2020	
Other Tutorials	
<b>Simulation Tutorial</b>	+
Table of Contents	
Preliminary remarks	
Introduction	
Introductory concepts of simulation	
About naming conventions	
Introduction to using a simulator	
Probing Signals	
Advanced probing and simulation control	
Configuring Voltage and Current Sources	
Setting up Analyses	

**Kuva 13.** Sisällysluettelo ohjeista

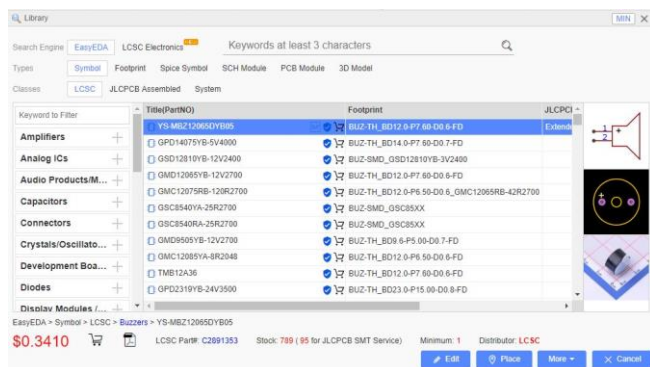
### 6.3 Schematic

Kaavion tekeminen tapahtuu ohjelmalla erittäin nopeasti. EasyEDA tarjoaa kaikki mahdollisuudet erittäin tehokkaaseen sekä tarkkaan ja nopeaan työhön. Komponentit voit hakea nopeasti “filter”-toiminnon kautta. Komponenttikirjasto sisältää erittäin laajan kattauksen eri osia sekä kuvassa 14 näkyvä “commonly library” sisältää usein tarvittavat komponentit mitä piirilevyjen valmistuksessa käytetään.



**Kuva 14.** Led-kaavio

Komponenttikirjasto sisältää monelle yritykselle sekä yksityishenkilölle erittäin hyvän ominaisuuden, mitä monessa muussa ohjelmassa ei ole. Kuvassa 15 näkyvä kirjasto näyttää haluamasi komponentin hinnan sekä datasheetin ja ostopaikan suoraan komponenttia tarkkailla.

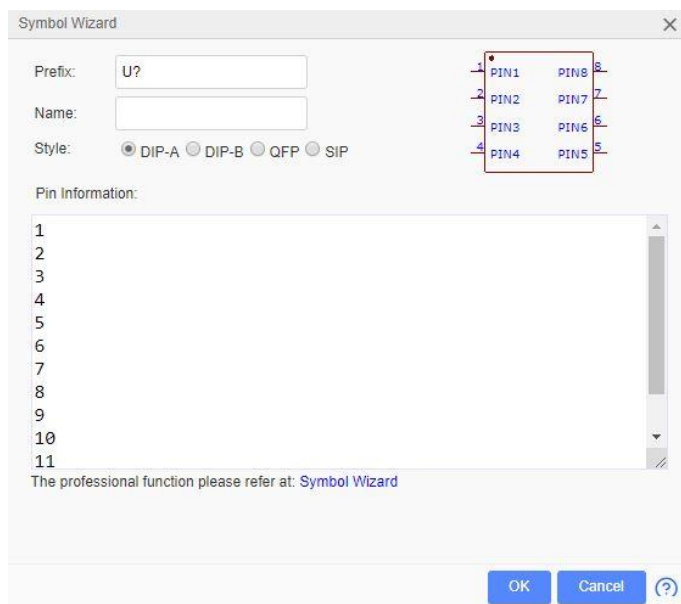


**Kuva 15.** Komponenttikirjasto

## 6.4 Komponenttien tekeminen

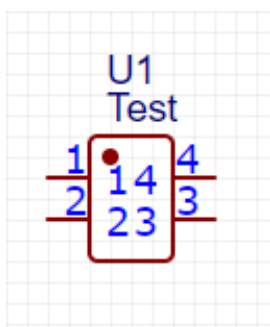
Ohjelma sisältää kaksi toimintoa millä voit luoda komponentteja. Huomattavasti tehokkaampi tapa on nimeltä "symbol wizard", mikä on selvästi helpoin ja nopein tapa luoda uusi komponentti. Symbol wizard näkyy kuvassa 16. On olemassa myös

toinen tapa millä voit luoda yksityiskohtaisesti pala palalta komponentin, joka mahdollistaa erittäin tarkan ja yksityiskohtaisen komponentin luontitavan. Tämä vie kuitenkin huomattavasti enemmän aikaa eikä tästä syystä ole läheskään aina järkevä vaihtoehto.



**Kuva 16.** Symbol wizard

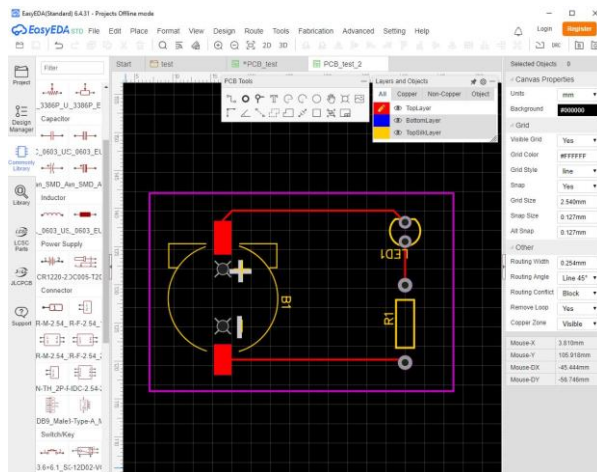
Symbol wizardia käyttäessä on helppo nimetä uusi komponentti sekä valita komponentin tyyli ja pinnien määrä ja rakentaa komponentti tätä kautta. Kuvassa 17 on esimerkkikomponentti mikä on luotu symbol wizardia käyttäen.



**Kuva 17.** Esimerkkikomponentti

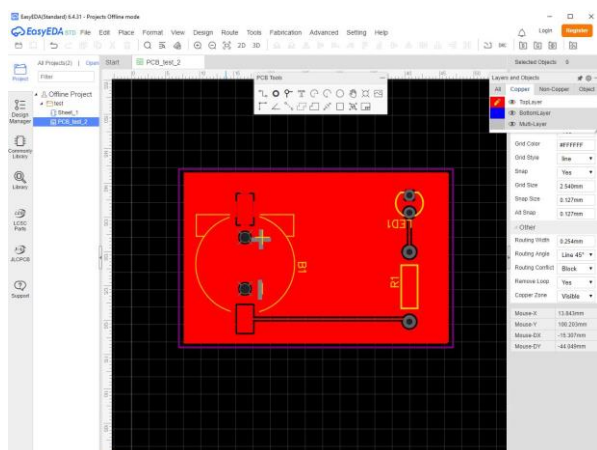
## 6.5 Layout

Kuvassa 18 näkyvä ohjelman layout työkalu tarjoaa erinomaisen kokemuksen piirilevyn luomiseen. Komponenttien siirtely ja kääntelevminen sekä reititys paksuuden vaihto kesken työn onnistuu helposti. DRC-työkalu kertoo selkeästi virheet mitä suunnittelussa tai reittejä vetäessä on päässyt käymään.



**Kuva 18.** Layout reititetty

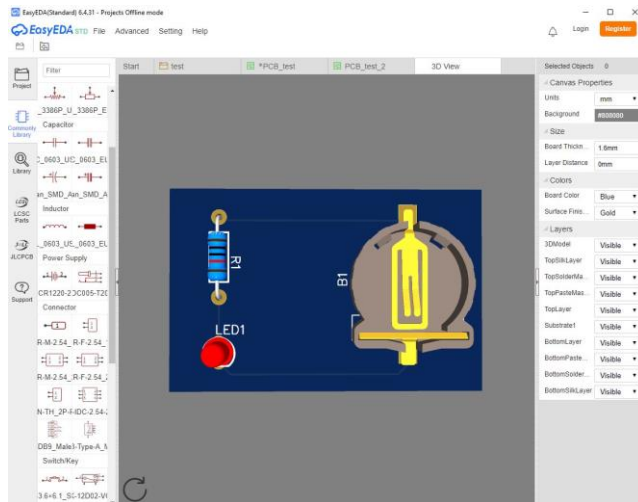
Kuparointi onnistuu kuparoitavan puolen valitsemalla ja piirtämällä alue mihin kuparia levylle haluaa. Tämän jälkeen kupari kaadetaan juuri piirretylle alueelle, joka näkyy kuvassa 19.



**Kuva 19.** Layout kuparoitu

## 6.6 3D-näkymä sekä Gerber-tiedosto

Ohjelmassa on mahdollisuus käyttää ominaisuutta nimeltä 3D-viewer, joka näkyy kuvassa 20. 3D-viewer ohjelma mallintaa suunnittelemastasi piirilevystä 3D-mallin, jota pystyt liikuttelemaan ja pyörittämään täysin vapaasti. Tämä on erinomainen ominaisuus, jolla pystyt visuaalisesti katsomaan tuotteen toimivuutta.



Kuva 20. 3D-view

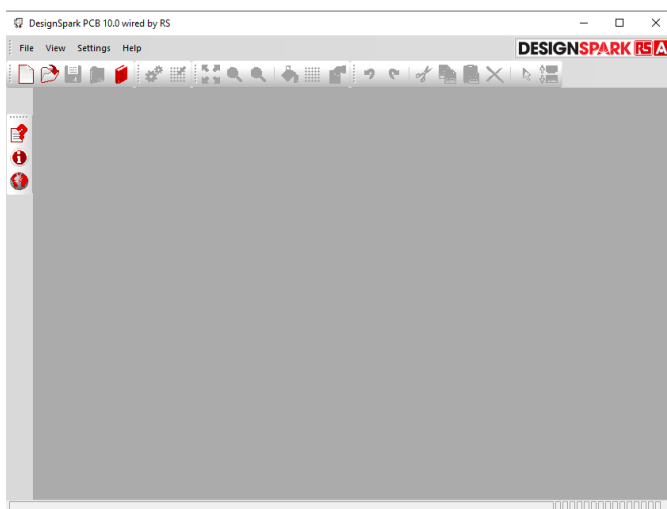
Gerber-tiedosto luodaan yhdellä napin painalluksella. Kuvassa 21 näkyy kuinka gerber-tiedostoa luodessa voi myös tilata suunnitteleman levyn suoraan, mikäli näin haluaa tehdä.



Kuva 21. Gerber-tiedoston luonti

## 7 DESIGNSPARK

Kolmanneksi testattavaksi ohjelmaksi päätyi DesignSpark.<sup>6</sup> Kuvasta 22 näkee hyvin kuinka, DesignSparkin ulkoasu näyttää hieman kömpelöltä ja vanhalta ohjelman käynnistettyä.



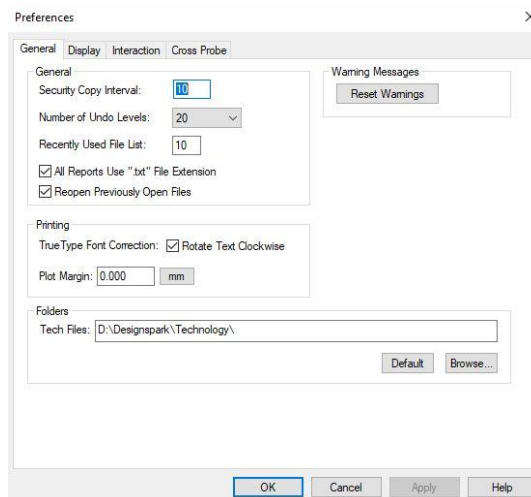
**Kuva 22.** Aloitus

### 7.1 Asetukset ja ohjeet

Kuvasta 23 näkee että ohjelman asetukset ovat myös aika minimalistiset mutta riittävät tähän työhön.

---

<sup>6</sup> Designspark home 2022. Viitattu 20.3.2022. <https://www.rs-online.com/designspark/home>

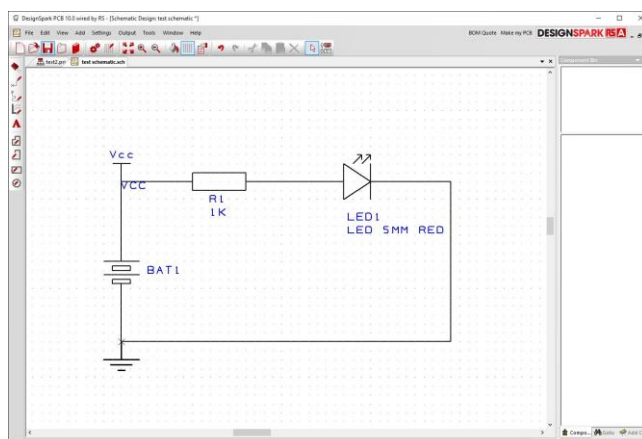


**Kuva 23.** Asetukset

Kuitenkaan tähän ohjelmaan ei löydy moderneja ohjeita lähes ollenkaan ja ohjeet mitä löytyy netistä eivät ole ajan tasalla, sekä ohjelman toiminnot ovat muuttuneet niin paljon, että monet ohjeet ovat käytännössä käyttökelvottomia.

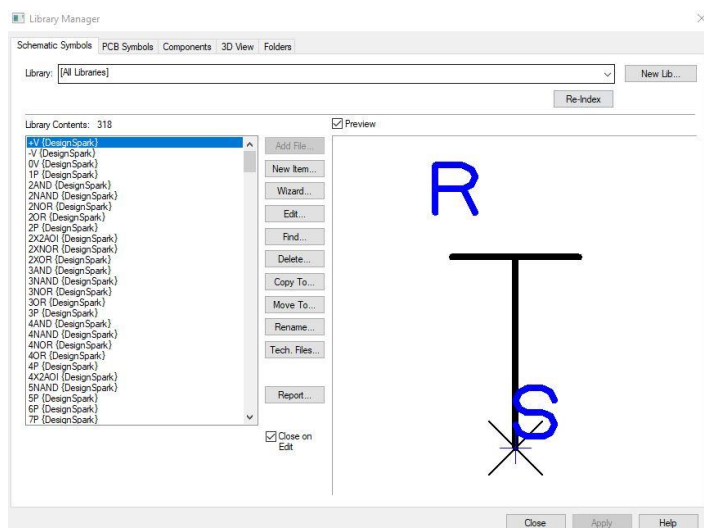
## 7.2 Kaavio ja kirjasto sekä komponenttien teko

Kaavion tekeminen ohjelmalla käy erittäin yksinkertaisesti. Ohjelmassa on nopea ja helppo lisätä sekä käännellä komponentteja. Reititys sekä virran ja maan laittaminen tapahtuu myös ilman mitään turhia lisävaiheita. Kuvassa 24 näkyy valmis kaavio.



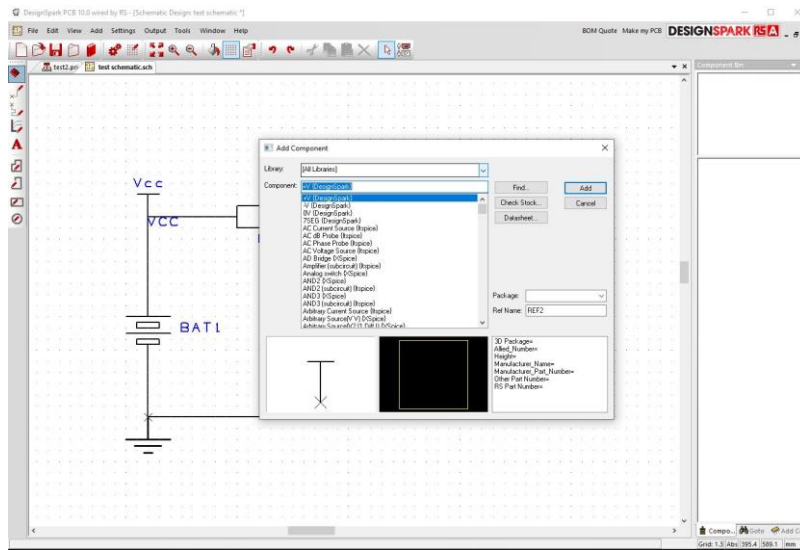
**Kuva 24.** Valmis kaavio

Kuvassa 25 näkyvän komponenttikirjaston käyttö on hyvin suunniteltu ja mikäli tiedät mitä etsit, niin komponentin etsiminen käy helposti. Mikäli haluat etsiä jonkin osa alueeseen liittyviä komponentteja, niin se ei onnistu läheskään jokaisella osalla, sillä yhdellä hakusanalla on vaikea jakaa kaikki siihen liittyvät komponentit yhteen.



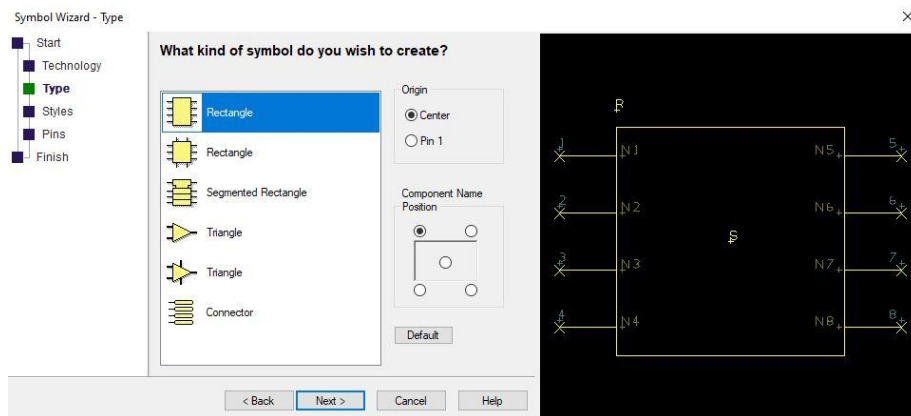
### Kuva 25. Komponenttikirjasto

Omien kirjastojen lisääminen tapahtuu helposti sekä niitä on helppo jaotella omiin kansioihin ohjelman ulkopuolella niin että pystyy näitä omia kirjastoja käyttämään helposti ja nopeasti myöhemmässä vaiheessa. Ohjelman valmiskirjasto, joka näkyy kuvassa 26 on erittäin pieni, tästä syystä lähestulkoon aina, ohjelmaan täytyy lisätä kirjastoja erikseen myöhemmin.



**Kuva 26.** Komponenttien haku pikapainikkeella

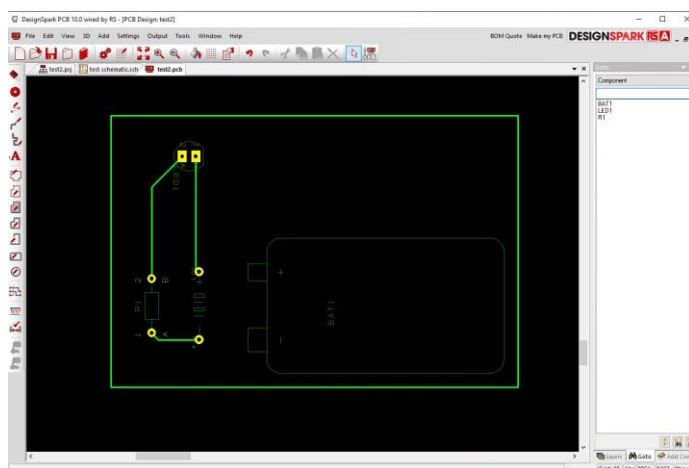
Omien komponenttien teko on tehty loppukäyttäjää mieltien ja tämä tapahtuu erittäin helposti ohjelman symbol wizardia käyttäen. Kuva 27 näyttää kuinka Symbol wizard mahdollistaa nopean ja käyttäjäystävällisen tavan tehdä uusia komponentteja niitä tarvittaessa.



**Kuva 27.** Symbol wizard

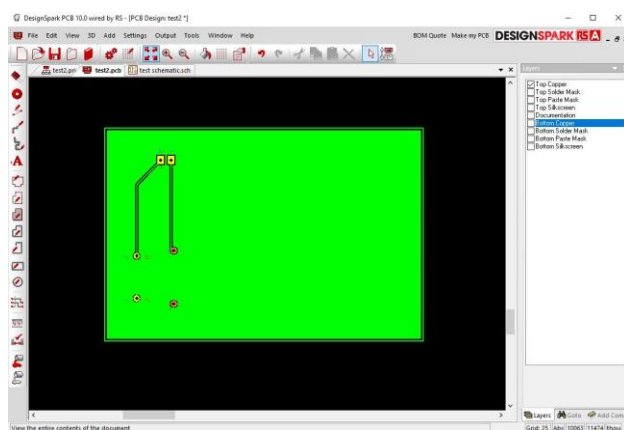
### 7.3 Layout sekä 3D-view ja tarkistustyökalut

Layoutin teko on miellyttävä kokemus, kunhan pääsee vauhtiin. Kuvasta 28 näkee että, sivulla olevia valikkoja on turhan paljon samassa paikkaa ja tästä syystä uuden käyttäjän on hieman hidas lähteä levyä tekemään ensimmäistä kertaa ilman ohjeita. Reititys kuitenkin tapahtuu kuten muissa ohjelmissa ja pienistä kuvakeista on helppo löytää tarvitsemansa.



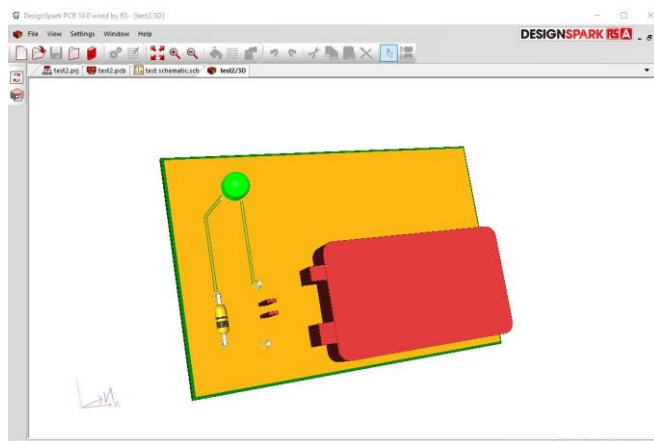
**Kuva 28.** Layout reititetty

Kuparointi onnistuu alueen rajauksella, oikean levyn puolen valinnalla sekä kuparin kaatamisella alueelle. Tämäkään osa-alue ei poikkea muista ohjelmista ja kukaan voi tehdä pikavalikkoa käyttäen. Muihin ohjelmiin verrattuna tämä ohjelma antaa mahdollisuuden laittaa oman tekstin kuparin sekaan. Kuva 29 näyttää kuparoidun levyn.



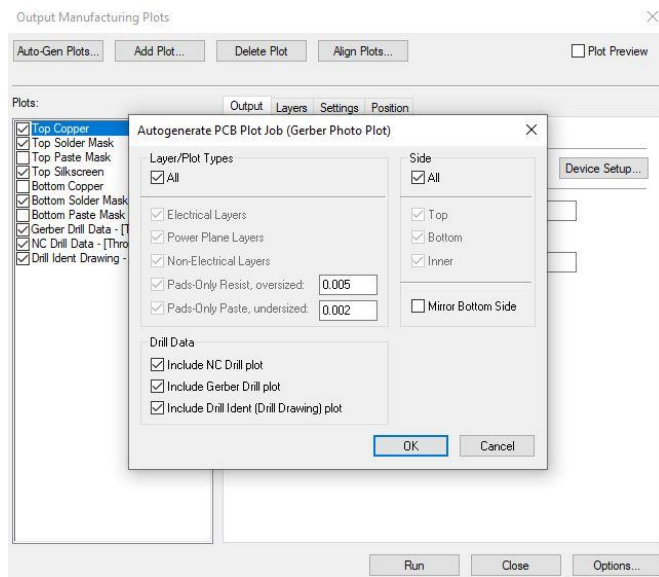
**Kuva 29.** Layout kuparoitu

Ohjelmaan rakennettu 3D-view oli positiivinen yllätys. DesignSpark on käyttöliittymältään vanha ja esimerkiksi jokainen tarkistustyökalu antaa tulokset erilliselle tekstieditorille, eikä ohjelman sisällä kuten muissa moderneissa ohjelmistoissa. Tämä aiheuttaa hieman hämmennystä ohjelmaa tehdessä, sillä tekstieditori ei tule päällimmäiseksi ruudulle vaan aukeaa ohjelman taustalle ilman erillistä ilmoitusta. Kuvassa 30 näkyy suunniteltu piirilevy 3D-näkymässä.



**Kuva 30.** 3D-view

Gerber-tiedoston tekeminen avautuu myös erilliselle tekstieditorille, eikä ohjelman sisäisesti, mikä aiheuttaa hieman päänvaivaa muihin ohjelmiin nähden. Tekstieditori ei kuvaa modernia ohjelmistoa vaan vanhentunutta järjestelmää. Kuvassa 31 luodaan gerber-tiedostoa.

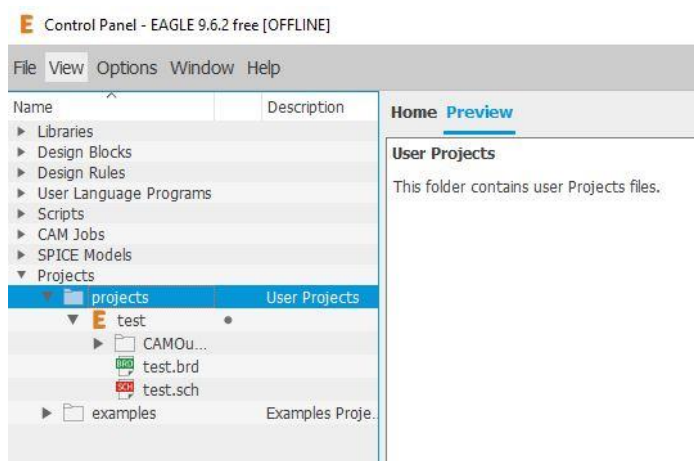


**Kuva 31.** Gerber-tiedosto

## 8 EAGLE

### 8.1 Aloitus

Neljänneksi testattava ohjelma on nimeltään Autodesk EAGLE.<sup>7</sup> Ohjelmalla on erittäin pitkä historia, sillä ohjelman ensimmäinen versio on julkaistu jo vuonna 1988. Ohjelman käynnistyttyä sovelluksen käyttö sujuu kuten muissakin ohjelmissa ja projektin tehtyä kaavion sekä layoutin välillä on helppo työskennellä. Ohjelmasta löytyy kaksi maksullista versiota sekä ilmaisversio mikä on tässä testissä käytössä. Kuva 32 osoittaa kotinäkömään kun projekti on luotu.

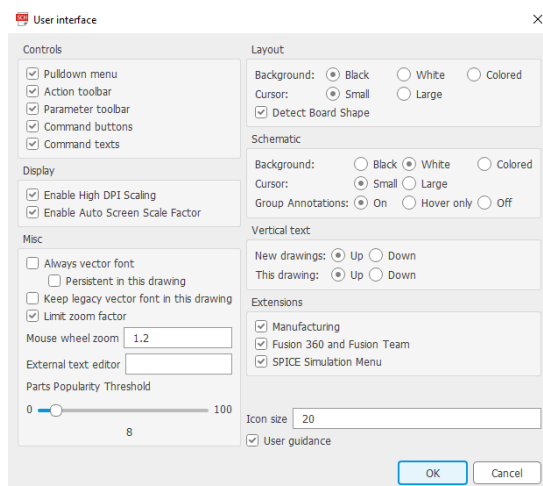


**Kuva 32.** Kotinäkömä

Ohjelman asetuksien säätäminen ei käy kuitenkaan yksiselitteisesti, vaikka ulkoasuun on panostettukin, kuten kuvasta 33 näkee. Asetukset valikosta löytyy paljon eri vaihtoehtoja sekä jokaisella ohjelman osa-alueella on hieman eri asetukset saatavilla.

---

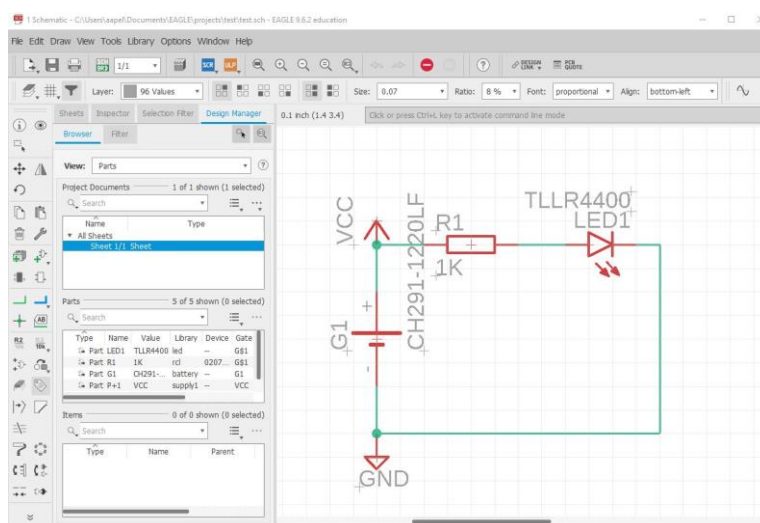
<sup>7</sup> PCB design software for everyone 2022. Viitattu 5.4.2022 <https://www.autodesk.com/products/eagle/free-download>



**Kuva 33.** Asetukset

## 8.2 Schematic

Sovelluksen ulkoasussa on panostettu käytettävyyteen, joka näkyy kuvasta 34. Ohjelman pikavalikot nopeuttavat kaavion piirtämistä huomattavasti ja komponenttien lisääminen käy ongelmitta. Kuitenkin komponenttien muuttaminen on hidasta ja vaikeaa. Ensiksi täytyy valita oikea työkalu ja tämän jälkeen klikata juuri oikeaa kohtaa, että komponentin arvon muuttaminen onnistuu. Komponenttien siirtelyn sekä kääntelyn kanssa samat ongelmat tulevat uudestaan esiin, alue mihin hiirellä täytyy klikata, on olematon ja tästä syystä yksinkertaisten asioiden tekeminen tuntuu erittäin kömpelöltä.

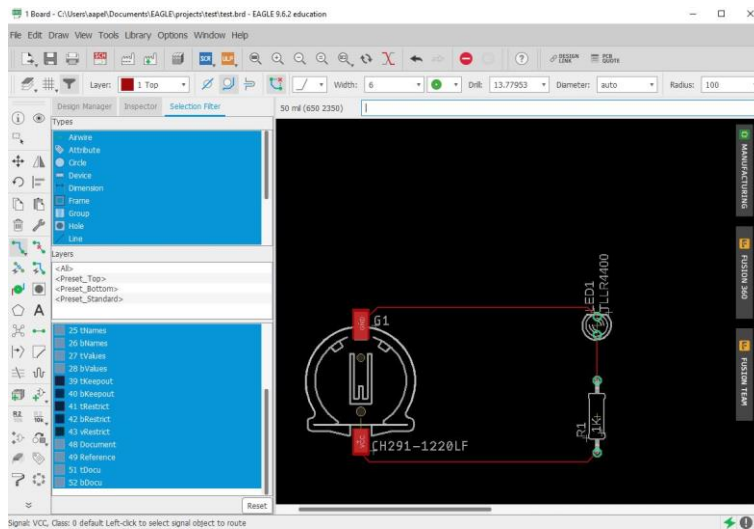


**Kuva 34.** Kaavio

Ohjelma sisältää myös erittäin paljon erilaisia toimintoja mitä pikavalikosta pystyy käyttämään, kuitenkin normaaleissa pienissä projekteissa tämän kaltaisia toimintoja ei tarvitse. Suunnittelusta tulee pakostakin vaikutelma, että ohjelma on suunniteltu isoille yrityksille ainoastaan, sillä ohjelma sisältää paljon erilaisia toimintoja.

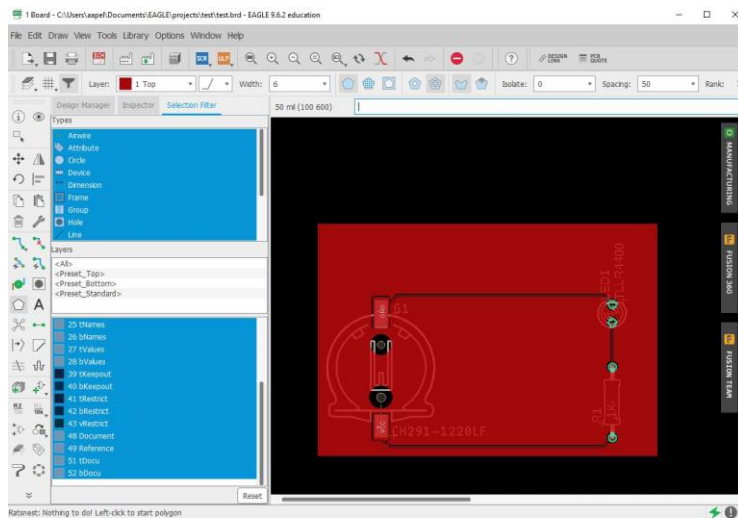
### 8.3 Layout

Layoutin luominen onnistuu helposti mutta komponenttien siirtelyyn sekä kääntämiseen liittyvät ongelmat pysyvät samanlaisina. Työn saa tehtyä helposti mutta osien sijoittelu vie turhan paljon aikaa ohjelman pikkutarkkuuden vuoksi. Kuva 35 näyttää reititetyn levyn.



**Kuva 35.** Layout

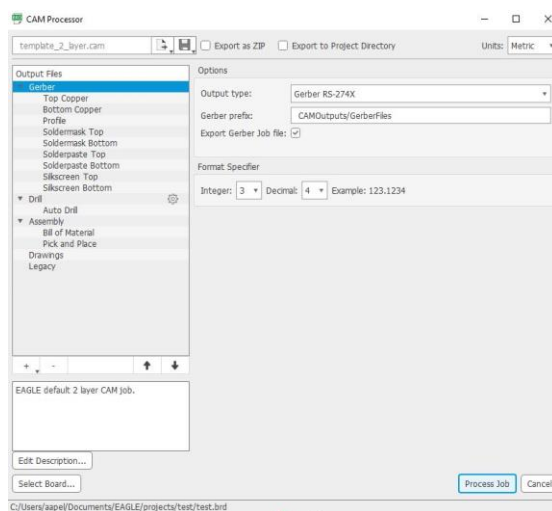
Kuparointi tapahtuu puolen valinnalla, alueen rajaamisella sekä kuparin kaatamisella. Kuvassa 36 kuparointi on levyllä kaadettu. Tässä vaiheessa ohjelma toimii moitteetta, eikä aiheuta ongelmia.



**Kuva 36.** Layout kuparoitu

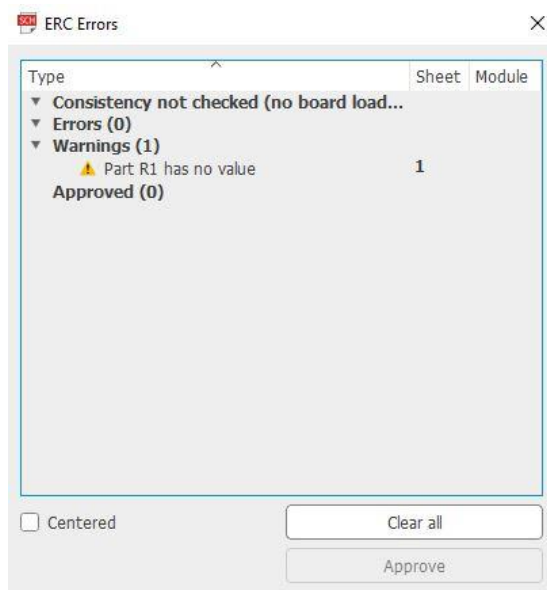
## 8.4 Gerber sekä ERC

Kuvasta 37 näkee että, gerber-tiedoston tekeminen on rakennettu ohjelmaan sisälle. Ohjelma tallentaa gerber-tekstitiedoston valitsemaasi paikkaan.



**Kuva 37.** Gerber-tiedoston luonti

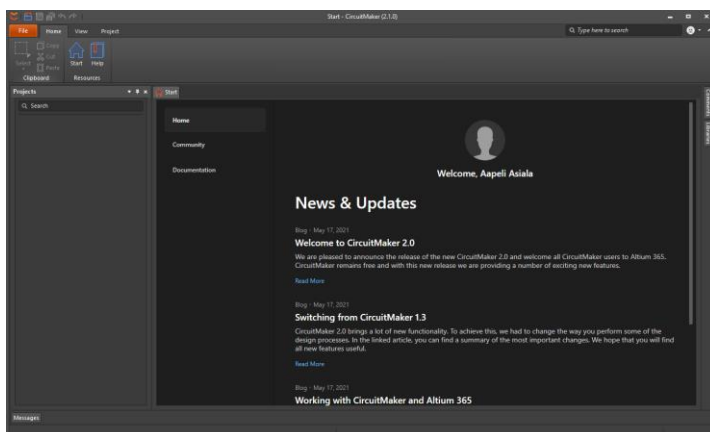
Kuvasta 38 näkee ohjelman “electrical rule checker”-ominaisuuden, joka on erittäin hyvä ja selkeä. Ohjelma jakaa varoitukset ja virheet sekä hyväksynyt erillisiin osioihin ja kertoo suoraan mistä mahdollinen ongelma johtuu.



**Kuva 38.** Electrical rule checker

## 9 CIRCUITMAKER

Viimeinen testattava ohjelma on nimeltään Circuitmaker.<sup>8</sup> Ohjelmaa avattaessa huomaa heti, että sovelluksen ulkonäköön on panostettu paljon. Sovellus eroaa muista testatuista ohjelmista siten, että sovellukseen täytyy kirjautua saadakseen pääsyn käyttämään sitä. Kuvassa 39 näkyy sovelluksen aloitusvalikko. Ohjelmaan löytyy kattavat ohjeet Circuitmakerin sivuilta.

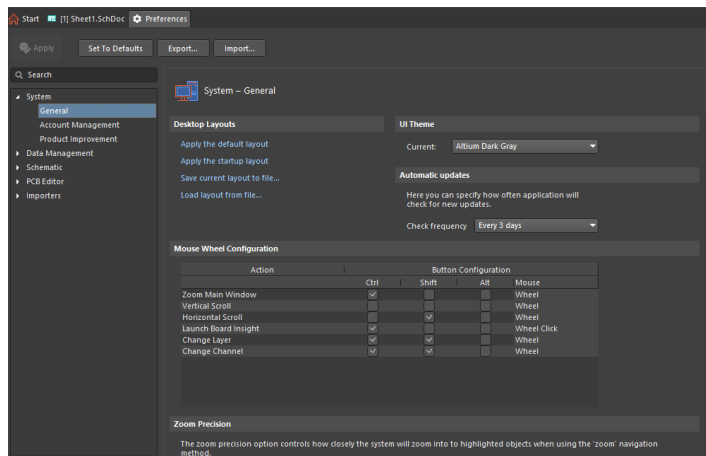


### Kuva 39. Circuitmaker aloitusnäky

Kuvasta 40 näkee, kuinka asetukset on koottu kätevästi yhteen paikkaan, sekä navigointi asetuksissa onnistuu helposti.

---

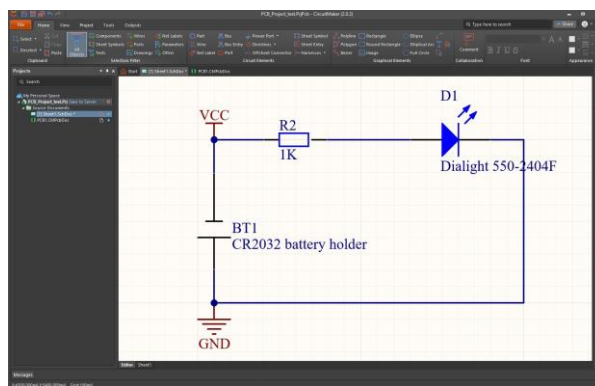
<sup>8</sup> CircuitMaker, the community for creative electronics 2022. Viitattu 10.4.2022. <https://circuitmaker.com/>



## Kuva 40. Asetukset

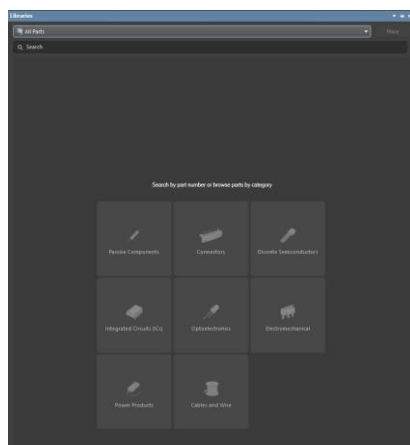
### 9.1 Schematic

Kaavion tekeminen tapahtuu kuin muissakin ohjelmissa ja osien lisääminen sekä sijoittelu ja reititys onnistuu ongelmitta, kuitenkin osien kääntäminen on tehty turhan hankalaksi. Helpoin ja nopein tapa on käyttää pikanäppäimiä komponenttien kääntämisessä, kuitenkin uudella käyttäjällä tämän asian selvittäminen vie ylimääräistä aikaa. Komponenttien siirtely myös toimi vaihtelevasti, välillä komponentin siirtäminen onnistui normaalisti ja välillä komponenttia ei saanut millään siirrettyä paikasta toiseen. Kuva 41 sisältää valmiin kaavion.



**Kuva 41.** Kaavio

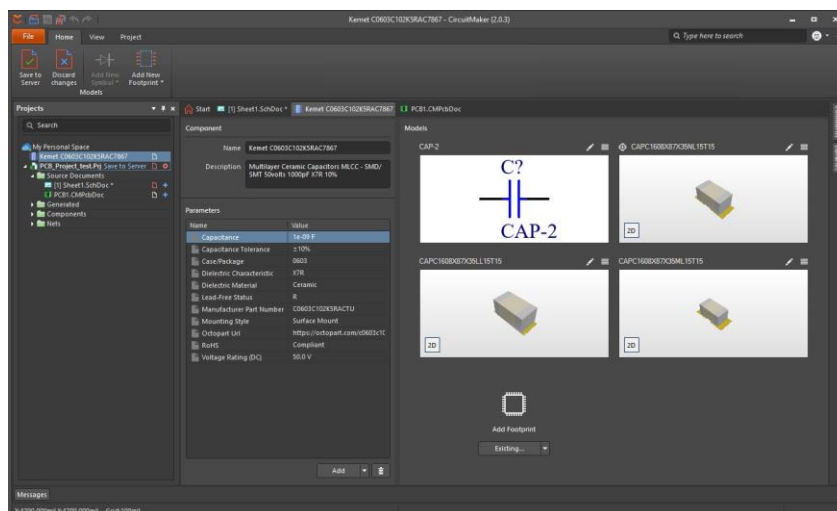
Komponenttikirjastoa avatessa huomaa ulkonäköön panostamisen uudelleen, kuten kuvasta 42 voi huomata. Komponenttien etsiminen kategorian mukaan on erittäin toimiva tapa löytää haluamansa. Ohjelma sisältää kuitenkin vain hyvin rajallisen määrän komponentteja sovelluksen asennettua.



**Kuva 42.** Komponenttikirjasto

Komponenttien muokkaus näyttää helpolta sen aloitussivulla, kuitenkin ohjeita seuraamalla uusien komponenttien tekeminen on erittäin hidasta sekä turhan vaikeaa. Sovelluksen kanssa ilmeni paljon ongelmia komponentteja tehdessä sekä muokatessa. Sovellus saattoi useaan otteeseen kaatua eri vaiheissa tai jäädä muuten vain jumiin. Testasin sovellusta kolmella eri koneella ja jokaisessa näistä sama ongelma ilmeni uudelleen. Kokeilin myös aikaisempaa versiota sovelluksesta

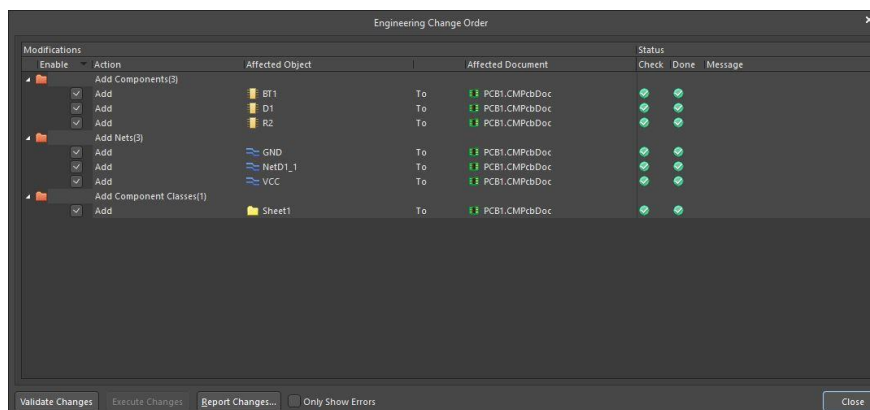
mutta ongelma pysyi samana. Kuva 43 osoittaa komponenttien muokkaus näkymän.



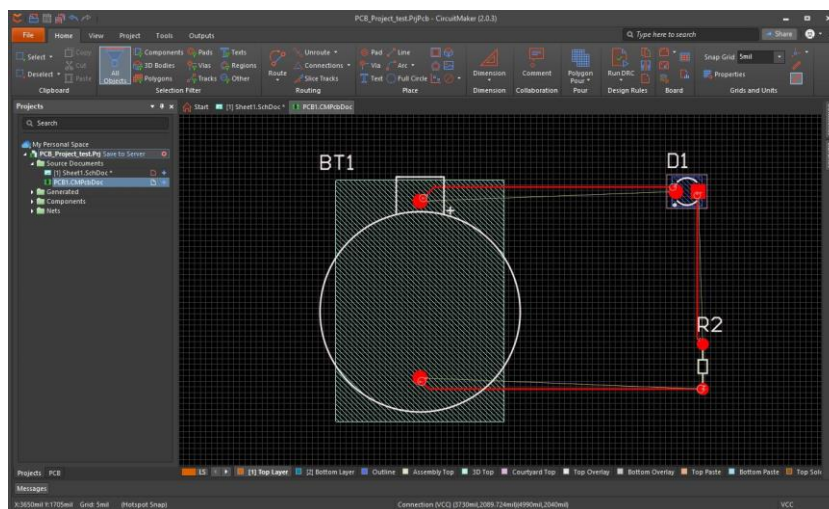
Kuva 43. Komponenttien muokkaus

## 9.2 Layout

Schematicin siirtäminen layouttiin tapahtuu yhden napin painalluksella. Mikäli kaaviota muokkaa myöhemmin, niin tämä ei päivity automaattisesti layoutin puolelle. Päivitetyt kaavion voi kuitenkin lähettää uudelleen layouttiin, joka lisää puuttuvat osat. Kuvassa 44 näkyy valintaruutu mikä aukeaa osia siirtäessä ja kuva 45 osoittaa reititetyn layoutin.

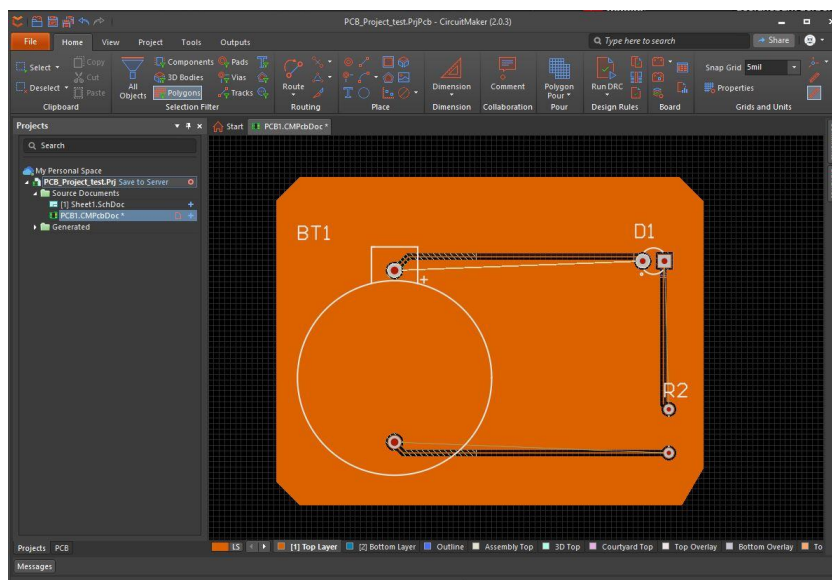


Kuva 44. Osien siirto



**Kuva 45.** Layout reititetty

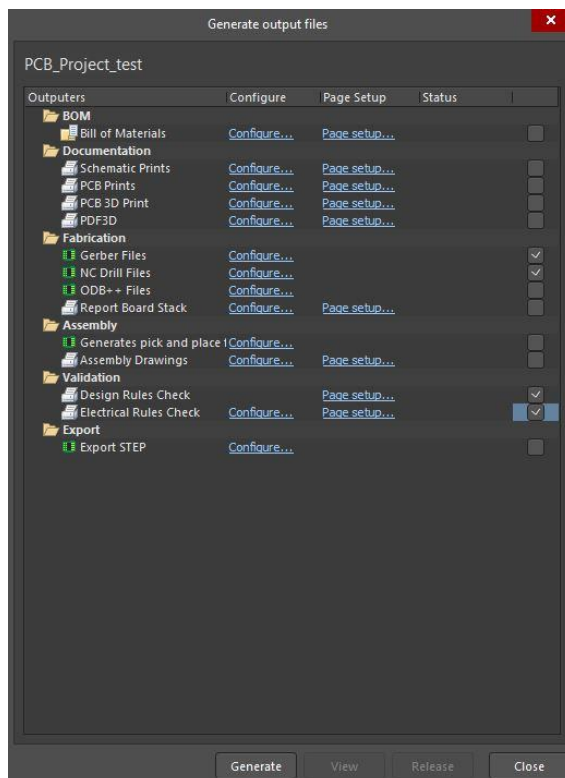
Kuparoinnin pystyy suorittamaan helposti moneen eri muotoon. Kuparointi tapahtuu vapaasti piirtämällä alue sivu kerrallaan, minkä jälkeen kuparin voi kaataa alu-  
eelle. Kuvassa 46 näkyö neliö missä on reunat tasoitettu.



**Kuva 46.** Layout kuparointu

### 9.3 ERC sekä DRC

Ohjelmaa tallentaessa voi valita mitä kaikkea haluaa tallentaa. Tallennusvaiheessa voi myös suorittaa Electrical Rule Checkin sekä Design Rule Checkin. Kuvasta 47 huomaa, niin valikosta on myös valittu gerber-tiedosto, joka luo oletus tallennuspaikkaan gerber-tiedoston.



Kuva 47. Tallennus

## 10 TESTITULOSEN YHTEENVETO

Testattuja ohjelmia vertaillessa näkyy selkeä yhtäläisyys ohjelmien välillä. Suurin osa normaaleista joka päivä tarvittavista toiminnoista löytyy jokaisesta ohjelmasta. Ohjelmien välillä samankaltaisuutta tuo myös asetukset-valikko, vaikka asetusten sijainti sekä kattavuus vaihtelee hyvinkin paljon, niin tärkeimmät ominaisuudet on helppo löytää ja muokata jokaisessa ohjelmassa.

Erittäin suurena yllätyksenä kuitenkin normaalit asiat, kuten komponenttien lisääminen, kääntäminen tai näiden arvojen muuttaminen vaihteli erittäin paljon. Jotkin ohjelmat vaativat erittäin tarkkaa hiiren painallusta, että pystyi näitä toimintoja tekemään ja osa vaati erillisen toiminnon päälle kytkemisen näiden suorittamiseksi. Jokaisessa ohjelmassa kuitenkin pikanäppäimien avulla nämä asiat onnistuivat helposti ja nopeasti, kuitenkin uusi käyttäjä ei näitä pikanäppäimiä osaa ilman ohjeita.

Modernin piirilevyn suunnittelemiseen vaadittavat tarkastustyökalut olivat hyvin samanlaisia ja erittäin tarkkoja, osa ohjelmista eritteli virheet ja huomautukset hieman tarkemmin kuin toinen, mutta päätoiminnoiltaan nämä ominaisuudet olivat erittäin samankaltaisia.

Testattujen ohjelmien arviointi sekä pisteytys, on suoritettu aikaisemmin suoritettujen testien mukaan, joka löytyy liitteestä nimellä Taulukko 1. Kokonaisvaltainen pisteytys ohjelmien kesken, joka kertoo oman kokemuksen mukaan ohjelmien välisistä eroista ja toiminnoista pisteytyksen myötä. Ohjelmia vertaillessa ja testejä suorittaessa minun mielestäni parhaaksi ilmaiseksi ohjelmaksi valikoitui EasyEDA.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoitus oli verrata ilmaisia moderneja piirilevyn suunnitteluohjelmia keskenään ja löytää niistä mahdollisia eroja sekä arvioida ohjelmia oman käyttökokemuksen mukaan. Työ osoittaa selkeästi, että pääasiassa ohjelmat ovat erittäin samankaltaisia, mutta eroavaisuuksia löytyy. Nämä ohjelmat pystyvät kilpailemaan erittäin hyvin maksullisten ohjelmien kanssa, kuitenkin maksulliset ohjelmat tarjoavat monesti jatkuvan tuen sovellukseen, laajemmat mahdollisuudet muuttaa piirilevyä, sekä useasti valmiiksi laajemman kirjaston.

Ohjelmia ei tässä työssä testattu eri käyttöjärjestelmillä. Mikäli ohjelmien tutkimista täytyisi syventää jotenkin niin, voisi olla hyvä huomioida myös eri käyttöjärjestelmät, sekä useampi testihenkilö voisi suorittaa erilaisia testejä ohjelmilla, että saataisiin laajempi näkemys jokaisesta ohjelmasta. Modernien piirilevyn suunnitteluohjelmistojen tutkiminen on erittäin tärkeää, sillä yrityksen ja yksityishenkilön työn tehokkuus riippuu täysin ohjelman laadusta ja helppokäyttöisyydestä. Vastaavia ajan tasalla olevia töitä ei ole.

## LÄHTEET

An Easier and Powerful Online PCB Design Tool 2021. Viitattu 9.3.2022.  
<https://easyeda.com/>

CircuitMaker, the community for creative electronics 2022. Viitattu 10.4.2022.  
<https://circuitmaker.com/>

Compare EAGLE Premium vs. EAGLE Standard vs. EAGLE Free 2020. Viitattu 26.4.2022 <https://www.autodesk.in/compare/eagle-vs-eagle-premium>

Designspark home 2022. Viitattu 20.3.2022. <https://www.rs-online.com/designspark/home>

EasyEDA tutorial 2021. Viitattu 9.3.2022. <https://docs.easyeda.com/en/FAQ/Editor/index.html>

KiCad EDA, A Cross Platform and Open Source Electronics Design Automation Suite 2022. Viitattu 4.3.2022. <https://www.kicad.org/>

PCB design software for everyone 2022. Viitattu 5.4.2022 <https://www.autodesk.com/products/eagle/free-download>

The History of Printed Circuit Board PCB 1880 – Present 2022. Viitattu 24.1.2022.  
<https://how2electronics.com/history-printed-circuit-board-pcb-nextpcb/>

## LIITTEET

### LIITE 1

**Taulukko 1.** Testattujen ohjelmien arviointi sekä pisteytys

	<b>EasyEDA</b>	<b>KiCad</b>	<b>Eagle</b>	<b>DesignSpark</b>	<b>CircuitMaker</b>
<b>Käyttökokemus</b> (4p)	Erinomainen (4p)	Hyvä (3p)	Yksinkertaiset asiat tehty vaikeaksi (2)p	Vanhentuneen tun- tuinen (2p)	Vaatii tunnuksen sekä vaikea (2p)
<b>Sovellus</b> (1p) <b>Selain</b> (1p)	Sovellus (1p) Selain (1p)	Sovellus (1p)	Sovellus (1p)	Sovellus (1p)	Sovellus (1p)
<b>Komponenttien</b> <b>luonti</b> (2p)	Nopea ja helppo sekä hyvät ohjeet (2p)	Vaikea ja hidas tehdä komponent- teja (1p)	Vaikea sekä hidas tehdä komponent- teja (1p)	Helppo ja hyvä työ- kalu komponenttien tekoon (2p)	Vaikeaa sekä hi- dasta, sekä sovellus kaatuilee (0.5p)
<b>Komponentti-</b> <b>kirjastot</b> (2p)	Erittäin kattava ja helppo (2p)	Erittäin kattava ja helppo (2p)	Erittäin kattava ja helppo (2p)	Valmiiksi pienempi kirjasto, helppo (1p)	Valmiiksi pienempi kirjasto, helppo (1p)

<b>Tiedostojen luominen sekä siirtäminen (1p)</b>	Selaimesta sekä sovelluksesta siirto ja luominen helppoa (1p)	Siirto ja luominen helppoa (1p)	Siirto ja luominen helppoa (1p)	Hieman sekava, sekä tiedot tulee aina erilliselle muistiolle (0.5p)	Siirto ja luominen helppoa (1p)
<b>Arvio saatavuudesta 10 vuoden kulluttua (1p)</b>	Erittäin suosittu ja jatkuva kehitys (1p)	Avoin lähde sekä suosio viittaa pitkään tulevaisuuteen (1p)	Pitkä historia sekä maksullinen versio kertoo jatkosta (1p)	Vanhentunut, mahdollisuus kehityksen päättymiseen (0.5p)	Sovellus ulkoisesti moderni ja iso yhteisö (1p)
Yhteensä	12/12	9/12	8/12	7/12	6.5/12