

**KiCad အားစတင်အသုံးပြုခြင်း**



ဆေးကစ်ဘုတ်ပြားများပြလုပ်ဖန်တီးမှု

ကိုအေး

Yan Naing Aye @ ကိုအေး

Cool Emerald: <http://coolemerald.blogspot.com>

Typeset with  $\text{\LaTeX}$  for A5 paper.

ပထမအကြိမ်တည်းဖြတ်ခြင်း။

ဇူလိုင် ၂၀၁၇။

Getting Started in KiCad, March 5, 2017

ကို ဘာသာပြန် ကိုးကား သည်။

ဤစာအုပ်၏ နောက်ဆုံးတည်းဖြတ်မှုကို

<https://yan9a.github.io/KiCad/kicadmm.pdf> တွင်ရယူနိုင်သည်။

ဤစာအုပ်တွင် ဖော်ပြထားသော နှမူနာ ပရောဂျက်ဖိုင် များနှင့် အမှား  
ပြင်ဆင်ချက်တို့ကို <https://github.com/yan9a/KiCad> တွင် တွေ့နိုင်  
သည်။

ဤစာအုပ်ကို လွှတ်လပ်စွာ ကူးယူ၊ ဖြန့်ဝေ၊ အသုံးပြုနိုင်သည်။ ခွင့်ပြထား  
သော လိုင်စင်မှာ CC-BY-4.0 ဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် သင့်တင့်လျောက်ပတ်  
သော အသိအမှတ်ပြုမှု credit နှင့် link ဖော်ပြရန်လိုသည်။ အသေးစိတ်ကို  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> တွင်တွေ့နိုင်သည်။



# မာတိကာ

မာတိကာ	i
<b>၁ မိတ်ဆက်</b>	<b>၁</b>
၁.၁ KiCad တွင်ပါဝင်သော ဆေ့ဖံ့ခံကိရိယာများ . . . . .	J
၁.၂ Installing KiCad . . . . .	၄
<b>J လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်</b>	<b>၂</b>
J.၁ အခြေခံလုပ်ငန်းအဆင့်များ . . . . .	၈
<b>၃ သက်တပုံဆွဲခြင်း</b>	<b>၉</b>
၃.၁ Eeschema ကိုအသုံးပြုခြင်း . . . . .	၁၀
၃.၂ အစိတ်အပိုင်းများထည့်ခြင်း . . . . .	၁၁
၃.၂.၁ လိုင်ဘရီများထပ်ဖြည့်ခြင်း . . . . .	၁၅
၃.၃ ပါဝါင့်များ . . . . .	၁၅

၃.၄	ဝါယာများဆက်သွယ်ခြင်း	၁၆
၃.၅	ပါဝါ flag များပြုခြင်း	၁၇
၃.၆	မှတ်ချက်များ	၁၉
၃.၇	အညွှန်းများ	၂၀
၃.၈	အစိတ်အပိုင်းများအားမှတ်သားခြင်း	၂၁
<b>၄</b>	<b>သက်တများပြုလုပ်ခြင်း</b>	<b>၂၃</b>
၄.၁	Library Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း	၂၄
၄.၁.၁	ပင်များထည့်ခြင်း	၂၆
၄.၁.၂	ပုံစံဆွဲခြင်း	၂၇
၄.၁.၃	တန်ဖိုးများထည့်ခြင်း	၂၈
၄.၁.၄	သိမ်းဆည်းခြင်း	၂၀
၄.၂	ရီပြီးလိုင်ဘရီအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း	၂၁
၄.၃	quicklib သုံး၍ဖန်တီးခြင်း	၂၂
<b>၅</b>	<b>ခြေရများပြုလုပ်ခြင်း</b>	<b>၂၅</b>
၅.၁	PCB Footprint Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း	၂၆
၅.၁.၁	ခြေရအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း	၂၆
၅.၁.၂	Pad များထည့်သွင်းခြင်း	၂၇
၅.၁.၃	ခြေရအနားသတ်လိုင်းများဆွဲခြင်း	၄၀
၅.၂	ရီပြီးခြေရအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း	၄၁

<b>၆ သင်္ကာတပုစစ်ဆေးပြင်ဆင်ခြင်း</b>	<b>၄၅</b>
၆.၁ အမှားစစ်ရန် Electrical Rules Check လုပ်ခြင်း . . . . .	၄၅
၆.၂ Netlist ထုတ်ခြင်း . . . . .	၄၇
၆.၃ Cvpcb ဖြင့် ခြေရာများတွဲစပ်ခြင်း . . . . .	၄၈
၆.၃.၁ ခြေရာ အမျိုးအစားခွဲထုတ်ရှာဖွေခြင်း . . . . .	၄၉
၆.၃.၂ ခြေရာပုံစံကိုကြည့်ရှုတိုက်ဆိုင်ခြင်း . . . . .	၅၀
၆.၄ Bill of Materials ပြုလုပ်ခြင်း . . . . .	၅၁
၆.၅ ဘရှုက်များခွဲ၍ဆွဲခြင်း . . . . .	၅၃
<b>၇ ဆားကစ်ဘုတ်ဆွဲခြင်း</b>	<b>၅၃</b>
၇.၁ Pcbnew ကိုအသုံးပြုခြင်း . . . . .	၅၃
၇.၂ ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်းများသတ်မှတ်ခြင်း . . . . .	၅၈
၇.၃ Netlist ကိုဖတ်ခြင်း . . . . .	၆၀
၇.၄ အနားသတ်ဖြတ်ရာပေးခြင်း . . . . .	၆၃
၇.၅ အလွှာများသတ်မှတ်ခြင်း . . . . .	၆၄
၇.၆ ခြေရာများပြောင်းခြင်း . . . . .	၆၆
၇.၇ Trace များဆွဲခြင်း . . . . .	၆၆
၇.၈ Via များသုံးခြင်း . . . . .	၇၀
၇.၉ Ground plane ထည့်ခြင်း . . . . .	၇၂
၇.၁၀ Mounting hole ထည့်ခြင်း . . . . .	၇၅
၇.၁၁ Microvia များထည့်ခြင်း . . . . .	၇၅

၂.၁၂ Blind/Buried Via များထည့်ခြင်း	၃၃
<b>၈ ဆားကစ်ဘုတ်ကို စစ်ဆေးပြင်ဆင်ခြင်း</b>	<b>၈၁</b>
၈.၁ ဒီဇိုင်းကို စစ်ဆေးခြင်း	၈၁
၈.၂ 3D မြင်ကွင်းဖြင့်ကြည့်ခြင်း	၈၂
၈.၃ Gerber ဖိုင်များထုတ်ခြင်း	၈၃
၈.၄ GerbView ဖြင့်ကြည့်ခြင်း	၈၇
<b>A နောက်ဆက်တဲ့</b>	<b>၈၉</b>
၁.၁ စကားလုံးဖွင့်ဆိုချက်များ	၈၉
<b>အကိုးအကားများ</b>	<b>၉၁</b>

# အခန်း ၁

## မိတ်ဆက်

KiCad က အီလက်ထရောနစ်စက်သုံးဒီဇိုင်း (Electronic Design Automation - EDA) တွေပြုလုပ်ဖို့ လွှတ်လပ်စွာ ဖြန့်ဝေ၊ အသုံးပြနိုင်တဲ့ free software တွဲတစ်စုံဖြစ်ပါတယ်။

Windows နဲ့ Mac OSX အစရိတဲ့ ပလက်ဖောင်းအမျိုးမျိုးပေါ် မှာသုံးလို့ ရပါတယ်။ အီလက်ထရောနစ် ဆားကစ်တွေ အတွက် ပတ်လမ်း သက်တပုံ (schematic) တွေဆွဲလို့ရပြီး၊ ဒီဇိုင်းမှန်ကန်မှု ကိုလည်း ပြန်စစ်လို့ရပါတယ်။ နောက်တစ်ခါ PCB (Print Circuit Board) ဆားကစ်ဘူတ် တွေကိုပါ တခါတည်း ဒီဇိုင်းလုပ်လို့ရပြီး ထုတ်လုပ်ရာမှာသုံးဖို့ အတွက် Gerber ဖိုင်တွေ နဲ့ ပစ္စည်းစာရင်း (Bill of materials) ပါတစ်ခါတည်း ထုတ်ပေး နိုင်ပါတယ်။ မထုတ်လုပ်ခင် Gerber files တွေကို ကြည့်လို့။

စစ်လို့ ရပြီး၊ PCB ကိုပါ 3D view နဲ့ ကြည့်နိုင် ပါတယ်။

တချို့ဆော်ပဲ တွေလို့ အရှယ်၊ အလွှာ အရေတွက် ကန့်သတ်မှု မရှိပဲ စီးပွားရေးအတွက်ပဲ ဖြစ်ဖြစ် အလကားသုံးလို့ရတာက KiCad ရဲအဓိက ကောင်းမွန်တဲ့ အချက်ပါ။ PCB ဒီဇိုင်းတွေခဲ့တဲ့ အခါ nanometer အရှယ် လောက်ထိ တိကျူးမှုနဲ့ နှစ်မိတ္တာခဲ့လောက် အရှည်ထိ ခဲ့နိုင် ပါတယ်။ PCB မှာ အလွှာတွေအများကြီး ထည့်သွင်း ဒီဇိုင်းလုပ်တဲ့ အခါ ကြေးအလွှာ ၃၂ လွှာထိ ဒီဇိုင်းလုပ်နိုင်ပါတယ် [1]။

## ၁.၁ KiCad တွင်ပါဝင်သော ဆော့ဖို့ကိရိယာများ

KiCad ဆော့ဖို့ တွဲမှာ ဒီဇိုင်းအလုပ် အမျိုးမျိုး အတွက် ဆော့ဖို့ ကိရိယာ အမျိုးမျိုး ပါဝင်ပြီး၊ သူတို့ကို ပေါ်ထားပါတယ်။

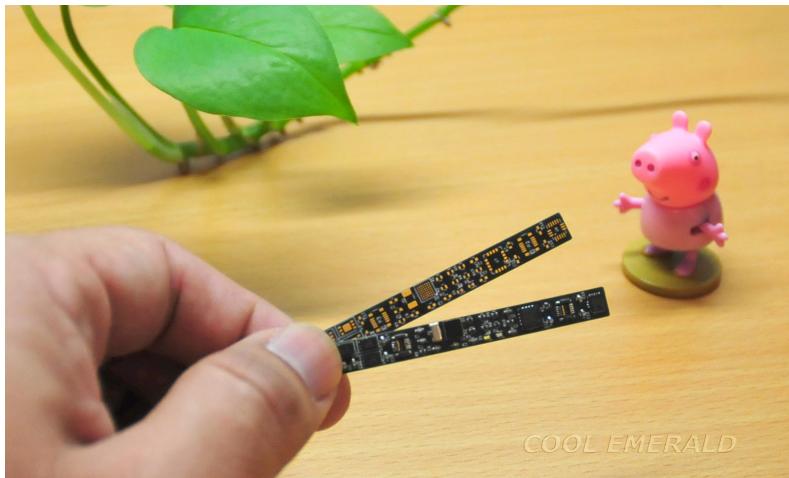
အခုအချိန်မှာ KiCad က ရှုပ်ထွေးတဲ့ ထားကစ် ဒီဇိုင်းတွေ ဖန်တီးဖို့ အတွက် တော်တော် ပြည့်စုံကောင်းမွန်နေပြီ လို့ပြောလို့ရပါတယ်။ PCB တွေထုတ်လုပ်ဖို့ လိုအပ်တဲ့ Gerber ဖိုင်၊ Drilling ဖိုင်၊ အစိတ်အပိုင်းအ ထား အသိဖိုင် စတာတွေအကုန်လုံးကို ဖန်တီးနိုင်ပါတယ်။

အောက်ကပါ ၁.၁ ကတော့ ကျွန်တော် လုပ်ထားတဲ့ အလွှာ ၈ လွှာပါတဲ့ ထားကစ်ဘုတ်လေးပါ။ WLCSP (Wafer Level Chip-Scale Package) နဲ့ BGA (Ball Grid Array) ခြေရာရဲ့ pitch က 0.4 mm ပရီပြီး၊ Via တွေ trace တွေနဲ့ clearance က 100  $\mu\text{m}$  အရှယ်ပဲ ရှိပါတယ်။ အထဲမှာ ဆက် သွယ်တဲ့လမ်းကြောင်းလေးတွေက ရာချီပြီးဆက်ရတော့ မေ့ကျွန်

Table ၁.၁: သီးခြား ဆေ့ဖို့ကိရိယာများ။

ပရီဂရမ်	ဖော်ပြချက်	ဖိုင်အမည်
KiCad	ပရောဂျက်မန်နေဂျာ	*.pro
Eeschema	ပတ်လမ်းပုံ (schematic) နှင့် အစိတ်အပိုင်း (component) အယ်ဒီတာ	*.sch, *.lib, .net
CvPcb	ဆားကစ်ပတ်လမ်းရှိ အစိတ်အပိုင်းများ၏ ခြေရာပုံ (footprint) ရွေးချယ်ပေးသူ	*.net
Pcbnew	ဆားကစ်ဘူတ် အယ်ဒီတာ	*.kicad_pcb
GerbView	Gerber ပုံဖော်ပြသည့် ကိရိယာ	ပုံမှန် Gerber စိုင်များ
Bitmap2Component	bitmap ပုံများကို အစိတ်အပိုင်းခြေရ <sup>၁</sup> အဖြစ်ပြောင်းပေးသည့် ကိရိယာ	*.lib, *.ki- cad_mod, *.kicad_wks
PCB Calculator	အစိတ်အပိုင်းများ၊ လမ်းကြောင်းအကျယ်၊ အကွာအခြား၊ ကာလာကြိုး၊ စသည်တို့ကို တွက်ချက်ပေးသည့် ကိရိယာ	မရှိ
PI Editor	စာမျက်နှာ အထားအသိ အယ်ဒီတာ	*.kicad_wks

တာတွေ ရှိခဲ့ပေမယ့် KiCad ရဲ Design Rules Check အကူအညီနဲ့ အမှားအားလုံး အလွယ်တကူ ပြန်စစ်၊ ပြန်ပြင်စိုင်ခဲ့ပါတယ်။ KiCad နဲ့ ဒီဇိုင်းလုပ်ပြီးရလာ တဲ့ ဆားကစ်ဘူတ်လေးဟာ အလုပ်လုပ်ပြီး ကောင်းမွန်သပ်ရပ် အဆင်ပြေ တာကို တွေ့ရပါတယ်။



ပုံ ၁.၁: KiCad ဖွင့်ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသော ဆားကစ်ဘူတ် ဒီဇိုင်းတစ်ခု။

## ၁.J Installing KiCad

KiCad ကို Windows ၁ Linux အစရှိတဲ့ ပလက်ဖောင်း အမျိုးမျိုးပေါ်မှာ သုံးနိုင်ပြီး၊ သူတို့အတွက် သက်ဆိုင်ရာ installer တွေကို အောက်ပါလုပ်ခဲ့

မှာတွေနိုင်ပါတယ်။

<http://kicad-pcb.org/download/>

Windows ပေါ်မှာ သူအတွက် install ကို run ပြီး ပေါ်လာတဲ့ အဆင့်တွေအတိုင်း ထည့်လိုက်ရင် ရပါတယ်။

KiCad ကို Ubuntu Linux ပေါ်မှာ တပ်ဆင်မယ်ဆိုရင်တွေ အောက်ပါ စာရင်း ၁.၁ ထဲက command တွေ terminal မှာရှိက်ပြီး ထည့်သွင်း နိုင်ပါ တယ်။

```
1 sudo add-apt-repository --yes ppa:js-reynaud/kicad-4
2 sudo apt update
3 sudo apt install kicad
```

စာရင်း ၁.၁: Linux စွဲင် Terminal သံဃာန် တပ်ဆင်ခြင်း။



## အခန်း၂

# လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

KiCad မှာ ထူးခြားတဲ့ အချက်က အီလက်ထရောနစ် အစိတ်အပိုင်း တွေ့ရဲ့ သက်တပုံနဲ့ ခြေရာက သီးသန့်စီ ရှိနေတာဖြစ်ပါတယ်။ KiCad နဲ့ ဒီဇိုင်း တစ်ခု ဆွဲတဲ့ အခါ အဓိကအလုပ် နှစ်ခုက ပတ်လမ်းသက်တပုံ ဆွဲတာနဲ့ အစိတ်အပိုင်း တွေ့ရဲ့ အထားအသိကို ဆွဲတာ ဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒါတွေ ဆွဲတဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်း လိုင်ဘရဲ့ တွေရော၊ ခြေရာပုံစံလိုင်ဘရဲ့ တွေပါ သုံးဖို့လို ပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်း အများစုအတွက် လိုင်ဘရဲ့ တွေ ရှိပြီးသား များ ပေ မယ့်၊ မရှိသေး ရင်လည်း အလွယ်တကူ့ ဖန်တီးဖို့ ကိရိယာတွေ ပါဝင်ပါ တယ်။ <http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php> မှာလည်း KiCad အ တွက် အစိတ်အပိုင်း တွေကို အလွယ်တကူ့ ဖန်တီးလို့ ရပါတယ်။

## J.၁ အခြေခံလုပ်ငန်းအဆင့်များ

KiCad ရဲ့ ဒီဇိုင်းလုပ်ငန်း အဆင့်ဆင့်ကို အခြေခံအနေနဲ့ အောက်ပါ အတိုင်း တွေ့နိုင်ပါတယ်။

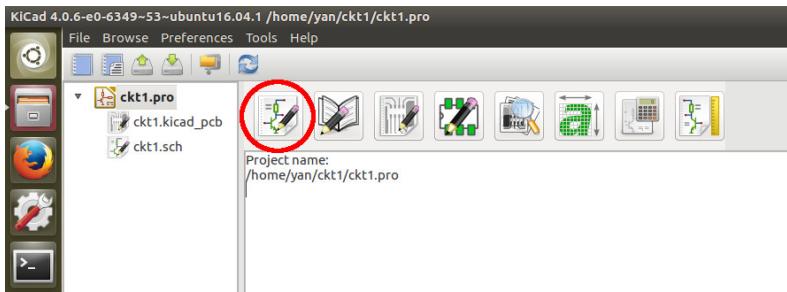
- ပရောဂျက် ဖန်တီးခြင်း၊
  - eeschema သုံး၍ ပတ်လမ်းသက်တပဲ ဖန်တီးခြင်း၊
  - netlist သုံး၍ သက်တများအတွက် ခြေရာပုံစံ သတ်မှတ်ခြင်း၊
  - pcbnew သုံး၍ ဆားကစ်ဘူတ် ဖန်တီးခြင်း၊
  - Design Rule Check ကိုသုံး၍ ဆားကစ်ဘူတ်ကို စစ်ဆေးခြင်း၊
  - ထုတ်လုပ်ရေးအတွက် လိုအပ်သောဖိုင်များကို ပြုလုပ်ခြင်း၊
- တို့ဖြစ်ပါတယ်။

## အခုံး ၃

# သက်တပုံဆွဲခြင်း

KiCad ဆေ့ဖဲ့ဝါဒကို ဖွင့်လိုက်ရင် သူ့ရဲ့ပရောဂျက် မန်နေဂျာ ဝင်းဒီးပေါ်လာပါမယ်။ ပရောဂျက်အသစ်တစ်ခုကို ဖန်တီးဖို့အတွက် File → New Project → New Project ကိုနှိပ်ပါမယ်။ ပရောဂျက်ရဲနာမည်ကို ckt1 စတဲ့ နာမည်တစ်ခုခဲ့ ပေးလိုက်တဲ့ အခါ အဲဒီနာမည်နဲ့ extension ".pro" နဲ့ပရောဂျက်ဖိုင်တစ်ခု အလိုအလျောက် ဖန်တီး ပေးပါတယ်။ KiCad က ပရောဂျက်ဖိုင်အားလုံးကို အဲဒီ ဖိုင်အခန်းထဲမှာပဲ သိမ်းပေးပါမယ်။

KiCad ရဲ့ tool bar ပေါ်မှာ ကိရိယာ ရှစ်မျိုး တွေ့ရမှာ ဖြစ်ပြီး၊ ပတ်လမ်းသက်တပုံ တွေကို ဖန်တီးဖို့ အတွက် Eeschema ကိုသုံးပါမယ်။ သူကပုံ ၃.၁ မှာပြထားတဲ့ အတိုင်း ဘယ်ဘက်ဆုံးကဟာဖြစ်ပါတယ်။

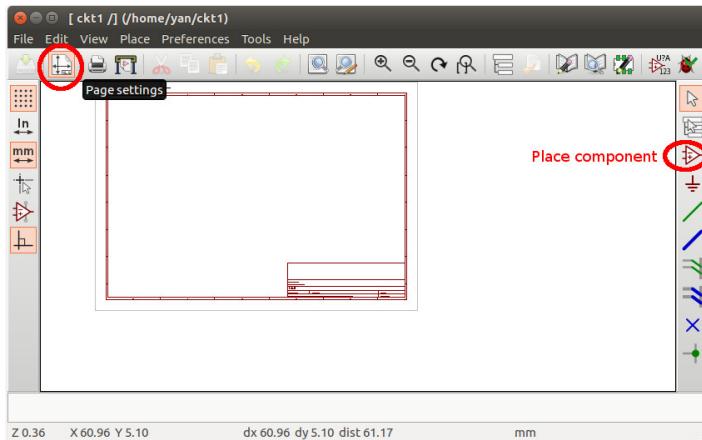


ပုံ ၃.၁: Eeschema ကိရိယာ။

## ၃.၁ Eeschema ကိုအသုံးပြုခြင်း

Eeschema ကိရိယာ icon ပေါ်မှုနှင့်ပြီး၊ Eeschema က ဝင်းဒီး အသစ် တစ်ခု အနေနဲ့ ပွင့်လာတဲ့ အခါ အဲဒီမှာ ပတ်လမ်း သက်တပုံ အသစ် တစ် ခုဖန်တီး ပါမယ်။ စစ်ခြင်း ပုံ ၃.၂ မှာပြထားတဲ့ အတိုင်း tool bar ပေါ်က page settings ကိုနှင့်ပြီး စာမျက်နှာ အရွယ်အစားကို A4 လို့ ရွှေးလိုက် ပါမယ်။ ပုံရဲ့ ခေါင်းစဉ်ကို ckt1 စသဖြင့် လိုချင်တော့တွေကိုဖြည့် နိုင်ပါတယ်။ အဲဒီအခါ ပတ်လမ်းသက်တပုံရဲ့ ညာဘက်အောက်ထောင့် မှာ အလိုက်သင့် ပေါ်လာ တာကို တွေ့ရ ပါမယ်။ File → Save Schematic Project ကိုနှင့် လိုက် တဲ့ အခါဖိုင်နာမည့်မှာ ".sch" ထပ်ဆက်ပြီး သိမ်းပေး ပါမယ်။

နေရာအလွတ်ပေါ်မှာ ညာဖက်ကလစ်နှင့်ပြီး Grid Select ကိုရွှေးပြီး grid အရွယ်အစားကို သတ်မှတ်နိုင်ပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်းတွေကို ပုံမှာ



ပုံ ၃.J: Schematic တစ်ခုဖန်တီးခြင်း။

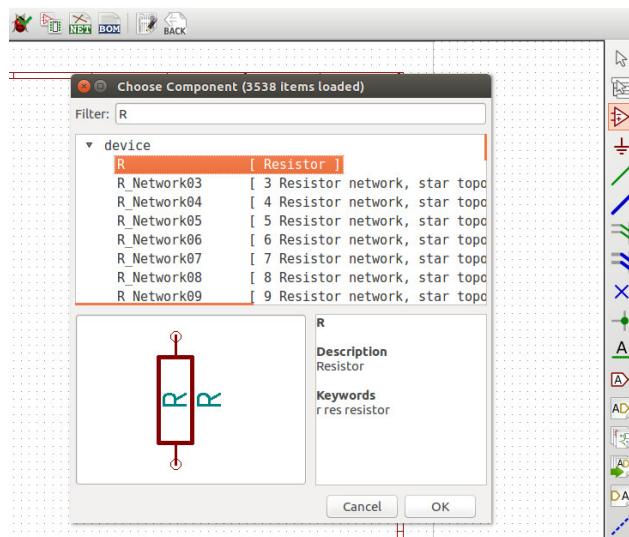
ထားတဲ့ အခါ grid လိုင်းရှိတဲ့ဆို အလိုအလောက် ကပ်ကပ်သွားတာကို  
တွေ့နိုင်ပါတယ်။ ပုံမှန်အားဖြင့်တော့ 50 mils grid ကိုသုံးကြပါတယ်။

## ၃.J အစိတ်အပိုင်းများထည့်ခြင်း

ပထမဆုံး ဒီလက်ထရောနစ်အစိတ်အပိုင်းလေးတစ်ခုကို ပုံမှာထားပါမယ်။  
အဲဒီအတွက် ပုံ ၃.J မှာပြထားသလို ညာဖက် tool bar ပေါ်က Place-  
ment component ကိုနှိပ်ပါမယ်။ ဖြတ်လမ်းနည်းနဲ့ ကီးဘုတ် a ခလုတ်  
ကိုနှိပ်လိုက်ရင်လည်း အတူတူပါပဲ။ ဖြတ်လမ်းခလုတ် စာရင်းကို ကြည့်ချင်  
ရင် ? ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီး ကြည့်လို့ ရပါတယ်။ ဖြတ်လမ်းခလုတ် တွေကို

စိတ်ကြိုက် သတ်မှတ်ချင်ရင် Preferences → Hotkeys → Edit hotkeys မှာသတ်မှတ်လို့ ရပါတယ်။ ချက်ခြင်းသက်ရောက်ပါမယ်။

အဲဒီနောက် ပုံရဲစာမျက်နှာ အလယ်နားလောက် ကလစ်နှိပ်လိုက်ရင် Choose Component ဝင်းဒိုးပေါ်လာပါမယ်။ Resistor တစ်ခု ထားကြည့် ဖို့ အတွက် Filter မှာ R လို့ ရိုက်လိုက်တဲ့အခါ device ဆိုတဲ့ခေါင်းစဉ် အောက်မှာ resistor ပေါ်လာတာကို ရွှေးနိုင်ပါတယ်။ device က လိုင်ဘရီ နာမည် ဖြစ်ပြီး၊ သူက အသုံးများတဲ့ ပုံမှန် အစိတ်အပိုင်းတွေ တော်တော် များများပါတဲ့ လိုင်ဘရီတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။



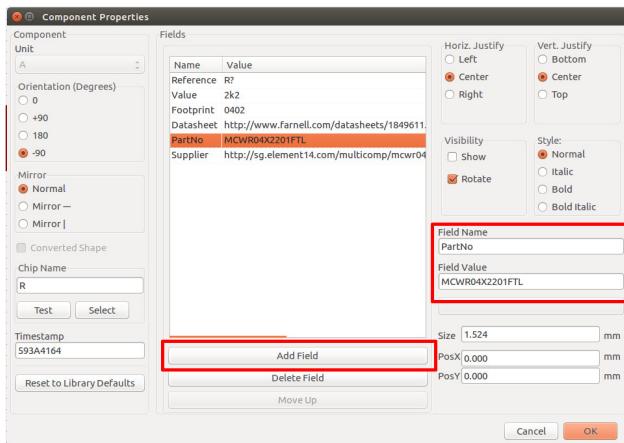
ပုံ ၃.၃: Resistor တစ်ခုကိုနေရာချထားခြင်း။

Resistor ကိုရေးပြီး အိုကော ခလုတ်ကို နှုပ်လိုပဲဖြစ်ဖြစ်၊ ကလစ် နှစ်ခါ နှုပ်ပြီး ဖြစ်ဖြစ် Choose Component ဝင်းဒိုးကို ပိတ်ပြီးတဲ့ အခါ । စာရွက် ပေါ်မှာ ထားချင်တဲ့ နေရာကို ကလစ်နှုပ်ပြီး ထားလို့ရပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်း လေး ကို ချွဲပြီးကြည့်ချင်ရင် အပေါ်ဘားက မှန်ဘီလူးကို နှုပ်ပြီးပဲဖြစ်ဖြစ်၊ မောက်စ် အလယ်က ဘီးကို လှည့်ပြီးပဲဖြစ်ဖြစ် ချွဲကြည့်လို့ရပါတယ်။ နေရာ ခွဲကြည့် ချင်ရင်တော့ အလယ်ဘီးကိုနှုပ်ပြီး ဖိဆွဲပြီးကြည့်လို့ရပါ တယ်။

အစိတ်အပိုင်းလေး ရဲ့ အနေအထား ကို လှည့်ချင်ရင် သူ့ အပေါ်မှာ မောက်စ် ရဲမြား ကို ထားပြီး ကိုးဘုတ်က r ခလုတ်ကိုနှုပ်လိုက်ပြီး လှည့်လို့ရပါတယ်။ နောက်တခါ x ကိုနှုပ်ပြီး ရေပြင်ညီလိုင်း ကိုအခြေပြုပြီး လှန်လို့ရပါတယ်။ y ကိုနှုပ်ရင်တော့ ဒေါင်လိုက်လိုင်း ကို အခြေပြုပြီး လှန်သွားမှာဖြစ်ပါတယ်။

v ကိုနှုပ်ပြီး အစိတ်အပိုင်း ရဲ့ တန်ဖိုး ကို ထည့်လို့ရပါတယ်။ နောက်တစ်နည်း အနေနဲ့ အစိတ်အပိုင်း ပေါ် ညာဘက်ကလစ်နှုပ်ပြီး Edit Component → Edit ကိုနှုပ်ပါမယ်။ e ကိုနှုပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။

ပေါ်လာတဲ့ Component Properties ဝင်းဒိုးထဲမှာ သူ့ ရဲ့ တန်ဖိုး အမည်ကို မှတ်ပြီး၊ ညာဖက်မှာ အချက်အလက်တွေကို Field Value မှာထည့်နိုင်ပါတယ်။ ထပ်ထည့်ချင်တဲ့ အချက်အလက်တွေရှိရင်လည်း Add Field ခလုတ်ကိုနှုပ်ပြီး ထပ်ဖြည့်လို့ရပါတယ်။ ဒီနူးနာမှာ Supplier နဲ့ PartNo ကိုထပ်ဖြည့်လိုက်ပါ တယ်။ Bill of Materials ထုတ်တဲ့ အခါကျရင် ထည့်လို့ရဖို့ အတွက်လည်း ပါပါတယ် (ပဲ ၃.၄)။



ပုံ ၃.၄: အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု၏ အချက်အလက်များထည့်ခြင်း။

နောက်ထပ် အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု ထပ်ထည့်မယ်ဆိုရင် ကလစ်ထပ်နှင့် လိုက်ရှုပါပဲ။ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ ဒီတခါမှာတော့ ခုနက ထည့်ထားတဲ့ R ကို History ဆိုတဲ့ ခေါင်းစဉ်အောက်မှာ ရှာစရာမလိုပဲ အလွယ်တကူ တွေ့နေရမှာပါ။

မှားထည့်မိတဲ့ အစိတ်အပိုင်းကို ပြန်ဖျက်ချင်ရင်တော့ သူ့ အပေါ်မှာ ညာဖက် ခလုတ်နှင့်ပြီး Delete ကိုရွှေးနိုင်ပါတယ်။ အဲလို့မလုပ်ပဲ မောက်စံ ရဲမြားကို သူ့အပေါ်မှာထားပြီး ကိုဘုံးတိုက delete ခလုတ်ကိုနှင့် ရင်လည်း ရပါတယ်။

ရှိပြီးသား အစိတ်အပိုင်းအတိုင်းထပ်ပွား ချင်ရင်တော့ မောက်စံရဲမြား ကို သူ့အပေါ်မှာထားပြီး ကိုဘုံးတိုက C ခလုတ်ကိုနှင့်ပြီး ထားလိုတဲ့နေရာ

မှာ ကလစ်နိုပ်လို့ရပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်းကို နေရာရွှေ့လိုရင် ညာကလစ်နိုပ်ပြီး Drag Component ကိုရွေးနိုင်ပါတယ်။ ဒါ ခလုတ်ကို နိုပ်ရင်လည်း အတွဲတွဲ ပါပဲ။

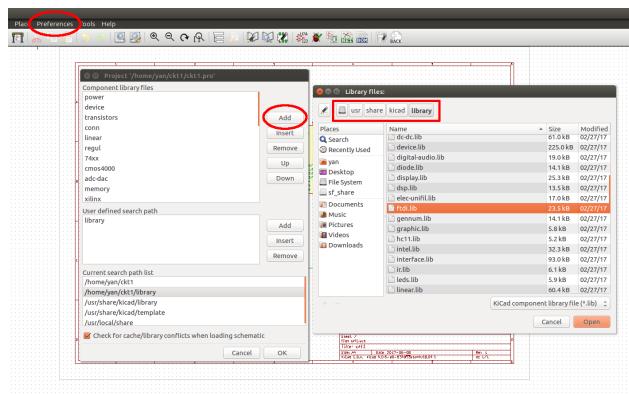
### ၃.၂.၁ လိုင်ဘရီများထပ်ဖွည့်ခြင်း

ဒီအတိုင်း ဆိုရင် ပရောဂျက်မှာ မမြင်ရတဲ့ တရားဝင် KiCad လိုင်ဘရီတွေကို ထပ်ထည့်လို့လည်းရပါတယ်။ Preferences → Component Libraries ကိုသွားပြီး ထည့်ချင်တဲ့ လိုင်ဘရီကို မှတ်ပြီး Add ခလုတ်ကို နိုပ်နိုင်ပါတယ်။ လိုင်ဘရီဖိုင်တွေက Windows မှာဆုံး C:\Program Files (x86)\KiCad\share\ထဲမှာရှိတတ်ပြီး၊ Linux မှာဆုံး /user/share/kicad/library/ ထဲမှာ ရှိတတ် ပါတယ်။

နမူနာ အနေနဲ့ Preferences → Component Libraries ကို နိုပ်လိုက်လို့ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ Add ခလုတ်ကို နိုပ်လိုက်ပါမယ် (ပုံ ၃.၅)။ အဲဒီအခါ ထပ်ပေါ်လာတဲ့ Library files ဆိုတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ /user/share/kicad/library/ ဆိုတဲ့ နေရာကိုသွားပြီး ftdi ဆိုတဲ့ လိုင်ဘရီကို ထည့်လိုက်ပါမယ်။

### ၃.၃ ပါဝါင့်များ

ပါဝါ ဒါမှုမဟုတ် ကရောင်း သက်တွေထားဖို့အတွက် ညာဘက် ကိုရိုယာ ဘားပေါ်က Place Power Port ပုံပေါ်မှာ နိုပ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၃.၆)။ ဒါမှုမဟုတ်



ပုံ ၃.၅: လိုင်ဘရီထည့်ခြင်း။

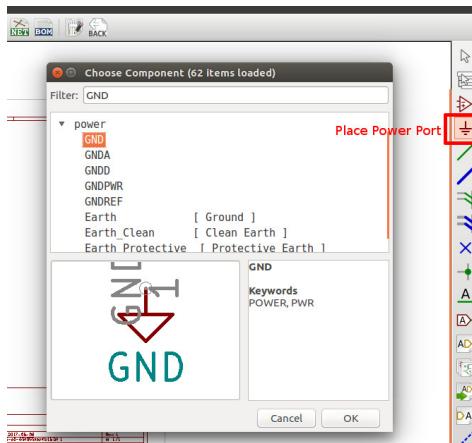
p ကို ကို နှိပ်ရင်လည်းရပါတယ်။

အစိတ်အပိုင်းရွေးတဲ့ ဝင်းဒီးပေါ်လာရင် GND ကို ရွေးပြီး ထည့်လိုက် ပါမယ်။ နောက်တစ်ခါ Vcc ကိုလည်း ခုနကလိုပဲ ထပ်ထည့်နိုင်ပါတယ်။

## ၃.၄ ဝါယာများဆက်သွယ်ခြင်း

ပုံ ၃.၇ မှာပြထားတဲ့ အတိုင်း USB A နဲ့ LED တို့ကို ထပ်ထည့်ပြီးတဲ့ အခါ ညာဘက် ကိရိယာဘား ပေါ်က place wire ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို နှိပ်ပြီး အစိတ်အပိုင်းတွေကို ဆက်လိုက်ပါမယ်။ ဆက်တဲ့အခါ pin တွေရဲ့ထိပ်က စက်ဝိုင်း အသေးလေးတွေပေါ်ကိုနှိပ်ပြီး ဆက်နိုင်ပါတယ်။

ဘာမှ မဆက်တဲ့ pin ဆိုရင်တော့ ညာဘက်ဘားပေါ်က not-connected

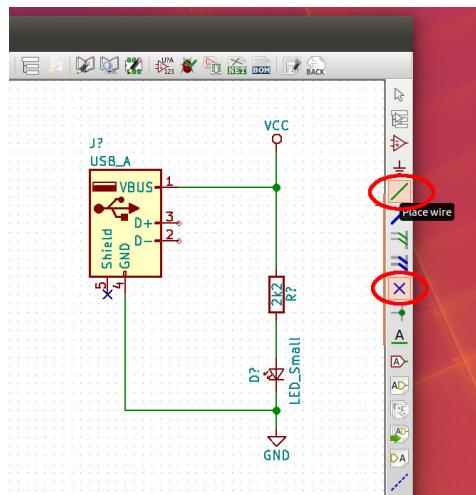


ပုံ ၃.၆: ပါဝါင့်များထည့်ခြင်း။

flag ဆိုတဲ့ ကြက် ခြေခတ် ပုံလေးကို ရွှေ့ပြီး မဆက်တဲ့ pin ရဲ့ စက်ပိုင်းလေး  
ပေါ်မှာ ကလစ် နှိပ်နိုင်ပါတယ်။ ရှိပြီးသား ဝယာပေါ်ကို ဆက်ချင်ရင် ဆက်  
မယ့် နေရာ ပေါ်မှာ ကလစ် နှိပ်လိုက်တဲ့ အခါ အစိမ်းရောင် အစက်လေး  
ပေါ်လာပြီး ဆက်သွား ပါမယ်။

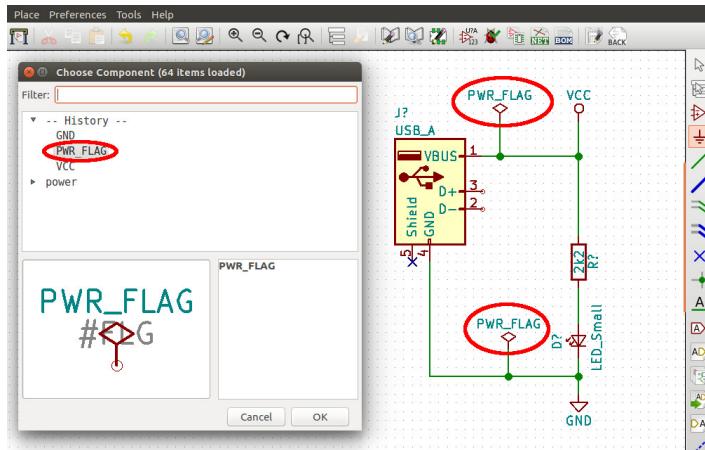
## ၃.၅ ပါဝါ flag များပြခြင်း

ဆားကစ်ဘူတ်ပြား ပေါ်မှာ ပါဝါပေးမယ့် ပင်တွေကို အဲဒီမှာ ပါဝါက တနေ့  
ရာရာ ကနေ ဝင်လာမယ့် အကြောင်းကို KiCad ကို အသိပေးဖို့ လိုပါတယ်။  
ဒါမှ ပတ်လမ်း သက်တပုံကို စစ်တဲ့ အခါ အဆင်ပြေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။



ဦး ၃.၂: ဝါယာကြိုးဆက်ခြင်း။

အဲဒီ အတွက် power flag တွေကို ပါဝါဝင်မယ့် နေရာတွေမှာ ပုံ ၃.၈ မှာပြထား သလို ဆက်ဖို့ လိုပါတယ်။

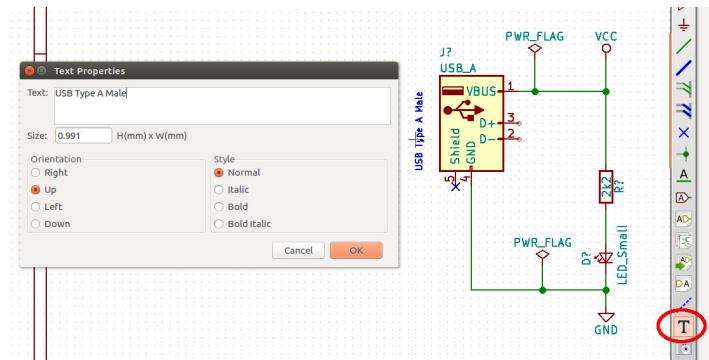


ပုံ ၃.၈: ပါဝါအဝင်ကို အသိပေးခြင်း။

## ၃.၆ မှတ်ချက်များ

တခါတလေ ပတ်လမ်း သက်တပုံ ပေါ်မှာ မှတ်ချက် (comment) လေး တွေ ရေးထည့် ထားတာ ကောင်းပါတယ်။ မှတ်ချက် ရေးဖို့ အတွက် ညာဘက် ကိုရိယာဘား ပေါ်က Place text ဆိုတဲ့ ကိုရိယာကို ရွှေးနိုင် ပါတယ်။ စာသား ရိုက်ထည့် ပြီးတဲ့ အခါ သူ့ရဲ့ အရွယ်အစား၊ ပုံစံတွေကို ညာဖက် ကလစ်နိုပ်ပြီး Edit Text မှာ ပြင်ဆင် ပါတယ်။ သူ့ပေါ်မှာ မောက်စဲခဲ့မှားကို

တင်ပြီး e ကီးကိုနှိပ်ရင်လည်း အတူတူပါပဲ။ ထိန်ည်းတူပဲ နေရာ ရွှေမယ် ဆိုရင် m ကီးကို သုံးနိုင်သလို၊ လှည့်ချင်ရင်လည်း r ကိုသုံးနိုင် ပါတယ်။



ပုံ ၃.၉: မှတ်ချက်ရေးခြင်း။

## ၃.၃ အညွှန်းများ

အစိတ်အပိုင်းတွေ ကို ဆက်သွယ်တဲ့ အခါ ဝါယာကြိုးတွေနဲ့ ဆက်လို့ရသ လို့ အညွှန်း (label) တွေသုံးပြီး မမြင်ရတဲ့ ဆက်သွယ်မှုတွေ လုပ်လို့ ရပါ တယ်။ ကြိုးမှာ ရှုပ်တွေးတဲ့ ပတ်လမ်းတွေ အတွက် ဆိုရင် ဆက်သွယ်မှု အားလုံးကို ဝါယာတွေနဲ့ ပြတဲ့ အခါ ရှုပ်ပြီး ကြည့်လို့ အဆင်မပြေတဲ့ အတွက် အညွှန်း များ လိုအပ်သလို ထည့်သုံးတာက ပိုကောင်းပါတယ်။  
အညွှန်း ထည့်ဖို့အတွက် ညာဘက် ဘားပေါ်က Place net name -

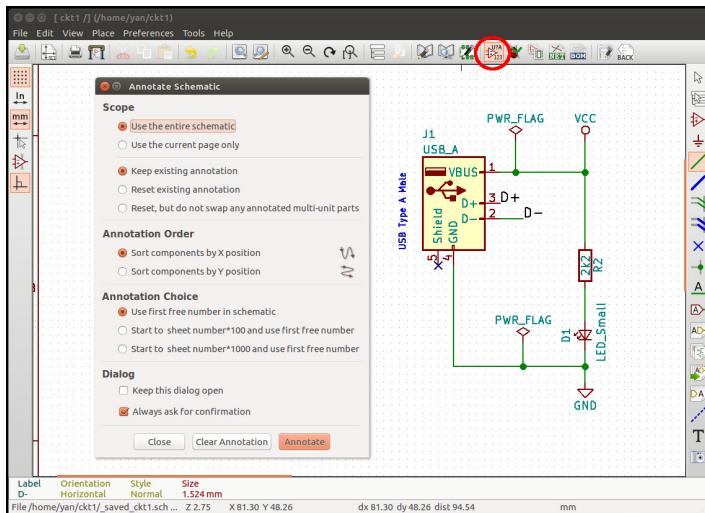
local label ကိရိယာကို ရွှေးနိုင်ပါတယ်။ ကီးဘုတ် | ကီးကိန္ဒိယ်လည်း ရပါတယ်။ ပြီးရင် အညွှန်းတပ်ချင်တဲ့ ဝါယာ ဒါမှုမဟုတ် ငါတ်ကို နှိပ်ပြီး အညွှန်းနာမည် တစ်ခုပေးနိုင်ပါတယ်။ နမူနာအနေနဲ့ D+ နဲ့ D- ကို အညွှန်း တပ်ကြည့်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၃.၁၀)။ အဲဒီနည်းနဲ့ နာမည်တူတဲ့ ဝါယာတွေ အား လုံးက မမြင်ရပဲ ဆက်နေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ထပ်ဆက်ချင်တဲ့ ဝါယာကို အဲဒီ အညွှန်းနာမည် ပေးလိုက်ရုံပါပဲ။ VCC တို့၊ GND တို့ကို အညွှန်းထပ်တပ် စရာ မလိုပါဘူး။ အဲဒီနာမည်တွေပေးလိုက်ရင် ဆက်ပေးသွားပါမယ်။

## ၃.၉ အစိတ်အပိုင်းများအားမှတ်သားခြင်း

အစိတ်အပိုင်းအားလုံးမှာ မတူညီတဲ့၊ သီးသန့်နံပါတ်အမှတ်အသား လိုပါ တယ်။ လက်ရှုပတ်လမ်းပုံမှာတော့ အစိတ်အပိုင်းတွေမှာ R? တို့၊ J? တို့ပဲ ပြန်ပါတယ်။ အဲဒီအတွက် အပေါ်ကိရိယာဘားက Annotate schematic ဆိုတဲ့ ဟာလေး ကိုနှိပ်ပါမယ်။ ပြီးရင် Use the entire schematic ကိုမှတ်ပြီး Annotate ခလုတ်ကို နှိပ်လိုက်ရင် အစိတ်အပိုင်းအားလုံးမှာ နံပါတ်တပ်ပြီးသား ဖြစ်သွားတာကို တွေ့ရပါလိမ့်မယ် (ပုံ ၃.၁၀)။

၂၂

အခန်း ၃. သကေတပုံခွင့်



ပုံ ၃.၁၀: နံပါတ်အမှတ်အသားတပ်ခြင်း။

## အခန်း ၄

# သက်တများပြလုပ်ခြင်း

တခါတလေ သက်တပတ်လမ်းပုံအတွက် သုံးရမယ့် အစိတ်အပိုင်းက KiCad လိုင်ဘရီထဲမှာ မရှိသေးတာ ဖြစ်တတ်ပါတယ်။ အဲဒီ အတွက် KiCad မှာ လိုအပ်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းကို ကိုယ့်ဟာကိုယ် လွယ်လင့်တကူ ဖန်တီးလို့ ရပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်းအများစုကာလည်း အင်တာနက်ပေါ်မှာ အလွယ်တကူ ရှာလို့ရပြီး ရှိပြီးသားများပါတယ်။ ဒါပေမယ့် အစိတ်အပိုင်း အသစ်ကိုယ့်ဘာသာဖန်တီးရတာ လွယ်ကူး၊ ပိုမြန်ပြီး၊ စိတ်တိုင်းကျတာမို့ အသစ်လုပ်လိုက်တာ ပိုအဆင်ပြေပါတယ်။

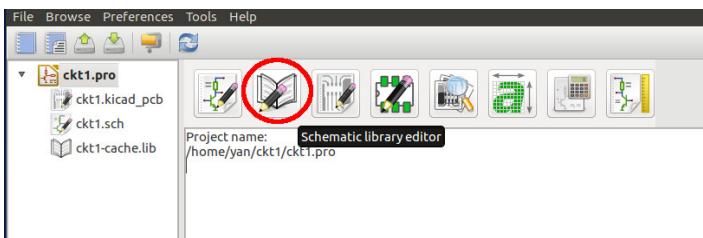
KiCad အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုက text ဖိုင်ဖြစ်ပြီး၊ DEF နဲ့စာ ENDDEF နဲ့ အဆုံးသတ်ပါတယ်။ ဖိုင်နာမည်အဆက် .lib နဲ့ သိမ်းလေ့ရှိပြီး၊ အစိတ်အပိုင်း တစ်ခု၊ ဒါမှုမဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုပြီး သိမ်းလေ့ရှိပါတယ်။ လိုင်ဘရီ

မှာ ထပ်ဖြည့်ချင်ရင် copy, paste လုပ်ပြီး ထပ်ဖြည့်လိုက်ပါတယ်။

## ၄.၁ Library Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း

သက်တ အစိတ်အပိုင်းသစ်တွေဖန်တီးဖို့ Eeschema မှာပါတဲ့ Library Editor ကိုသုံးနိုင်ပါတယ်။ ကျွန်တော်တို့ရဲ့ ပရောဂျက် ဖိုင်အခန်းထဲမှာ library ဆိုတဲ့ ဖိုင်အခန်းအသစ်တစ်ခု ဖန်တီးလိုက်ပါမယ်။ အစိတ်အပိုင်း အသစ်ဖန်တီးပြီးတဲ့အခါကျရင် ဖိုင်အသစ် သိမ်းဖို့အတွက်ပါ။

KiCad ကိုဖွင့်ပြီး ပရောဂျက်မန်နေဂျာဝင်းဒီးမှာ အပေါ်ဘားက ဘယ် ဖက်ဒုတိယ ကိရိယာ ကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ် (ပဲ ၄.၁)။

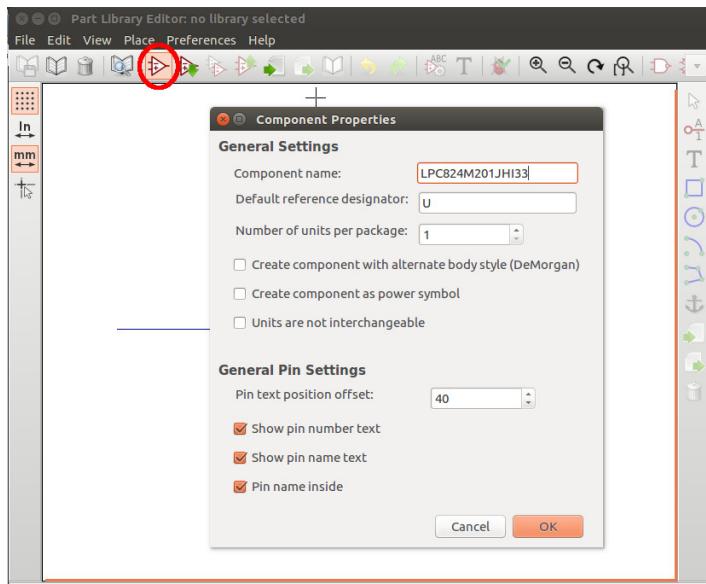


ပဲ ၄.၁: Schematic Library Editor

Part Library Editor ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့ အခါ Create a new component ဆိုတဲ့ အိုက်ကွွန်ပေါ်ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Component Properties ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့ အခါ နာမည်ကို ဒီနူးနူးမှာ LPC824M201JHI33 လိုပေးလိုက်ပါတယ်။ ပြီးရင် OK ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။

## ၄.၃. LIBRARY EDITOR ကိုအသုံးပြုခြင်း

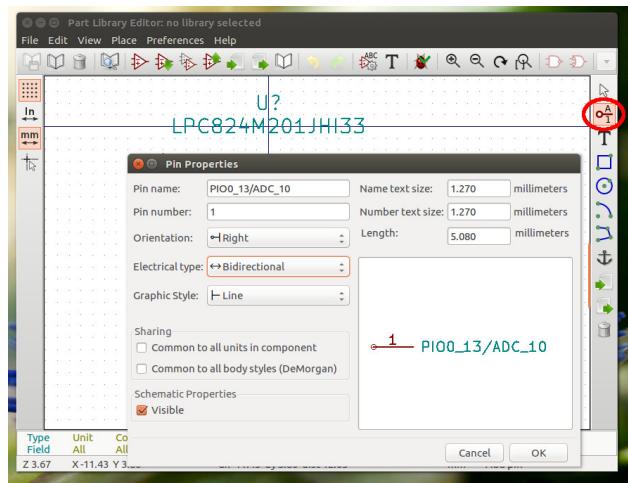
၂၅



ဗုံး၄.၂: အစိတ်အပိုင်းအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း။

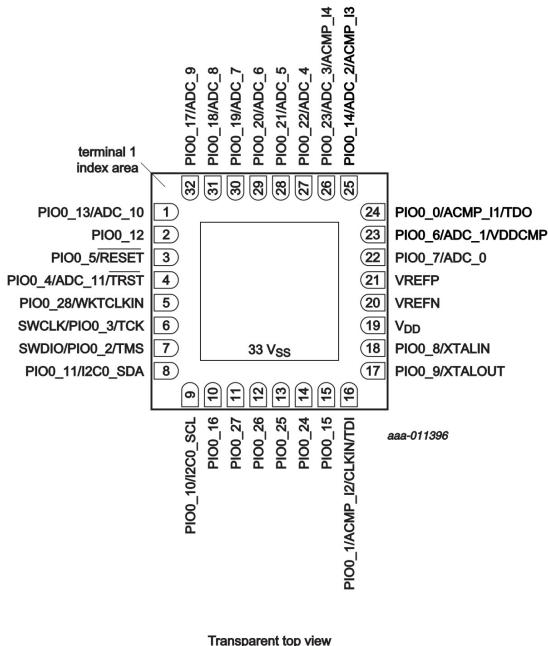
### ၄.၁.၁ ပင်များထည့်ခြင်း

ဒီအဆင့်မှာတော့ အစိတ်အပိုင်းအသစ်က အညွှန်းစာအနေနဲ့ပြုမှာပါ။ Pin တရာ့ထည့်ဖို့အတွက် ညာဘက်ဘားက Add pins to component ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Part Editor ပေါ်မှာ အညွှန်းစာရဲ့ အောက်နားထားမယ့်နေရာလောက် ကလစ်နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Pin Properties ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့အခါ ပင်နာမည်၊ နံပါတ်၊ အနေအထား၊ အမျိုးအစား တို့ကို ပုံ ၄.၃ မှာပြထားသလို ဖြည့်ပြီး OK ကိုနှိပ်ပါမယ်။ ပြီးတဲ့ အခါ Part Editor မှာ ထားချင်တဲ့နေရာမှာ ကလစ်နှိပ်ပြီး ထားနှိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၄.၃: Pin တစ်ခုထည့်ခြင်း။

အဲဒီလိန့်ပဲ နောက်ထပ် pin တွေကိုထပ်ထည့်ပါမယ်။ ဒီနူးများမှာဆဲ့မယ့် LPC824M201JHI33 ကိုအောက်ကပဲ ၄.၃ မှာပြထားပါတယ် [2]။ IO pin တွေအတွက် Electrical type မှာ Bidirectional ကို ရွှေ့စိုင်ပြီ၊ VDD စတဲ့ ပါဝါ pin တွေအတွက်တော့ Power input ကိုရွှေ့စိုင်ပါတယ်။ အစိတ် အပိုင်း အလယ်က Pad အတွက်လည်း pin တစ်ခုအနေနဲ့ ထည့်ပါမယ်။



ဥ ၄.၃: LPC824M201JHI33 ၏ Pin များ။

### ၄.၁.၂ ပုံစံခွဲခြင်း

Pin တွေအားလုံးထည့်ပြီးတဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်းရဲ့ပုံစံခွဲဖို့အတွက် Add graphic rectangle to component body ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှုပ်ပြီး ဘယ်ဖက်အပေါ်ထောင့်မှာ တခါနိုင်ပါမယ်။ ဖို့ခွဲဖို့ မလိုပါဘူး။ ပြီးရင်ညာ ဖက်အောက်ထောင့်မှာ တခါထပ်နှုပ်လိုက်ရင် လေးထောင့်ပုံဘောင်ရလာ ပါမယ်။ အဲဒီလေးထောင့်ပုံကို အရောင်ခြုံချင်ရင်တော့ Preferences → Select color scheme ကိုသွားပြီး Component အောက်က Body background မှာ လိုချင်တဲ့ အရောင်ကို ရွှေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် လေး ထောင့်ပုံကို ညာဖက်ကလစ်နှုပ်ပြီး Edit rectangle options ကို ရွှေးပါ မယ်။ ဒါမှာမဟုတ် မောက်စဲရဲ့မြားကို လေးထောင့်ပုံပေါ်တင်ပြီး e ကီးကို နှုပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။ Rectangle Drawing Properties ဝင်းဒီးပေါ် လာရင် Fill Style မှာ Fill Background ကိုရွှေးလိုက်ပြီး OK နှုပ်လိုက်တဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်းရဲ့အရောင်ပြောင်းသွားတာကို တွေ့ရပါမယ် (ပုံ ၄.၅)။

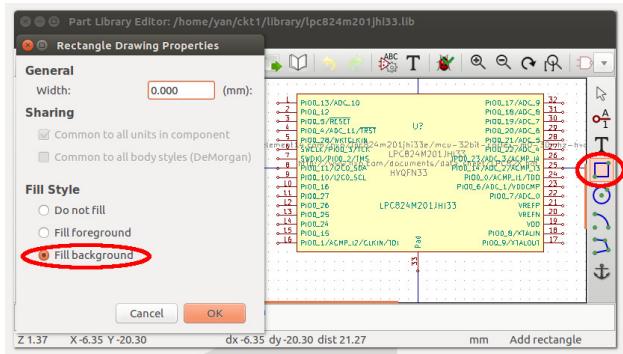
### ၄.၁.၃ တန်ဖိုးများထည့်ခြင်း

ပုံခွဲပြီးတဲ့အခါ Test for duplicate and off grid pins ဆိုတဲ့ အနီရောင် ပိုးကောင်လေးပေါ်မှာ အစိမ်းခြစ်နဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှုပ်ပြီး စစ်ဆေးနိုင်ပါတယ်။ နောက်တစ်ခါ Edit component properties အိုက်ကွန်ကိုနှုပ်ပြီး Foot-print filter, Alias စတာတွေကိုထည့်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၄.၆)။

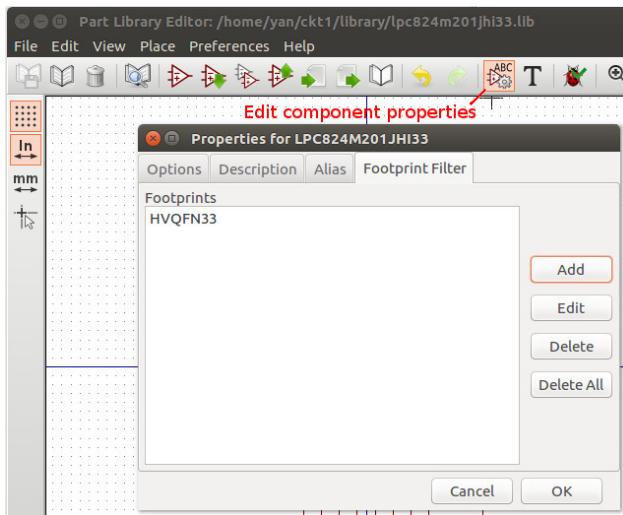
ဒုံအပြင် Add and remove fields and edit field properties

## ၄.၃. LIBRARY EDITOR ကိုအသုံးပြုခြင်း

၂၉



ပုံ ၄.၅: အစိတ်အပိုင်းကို လေးထောင့်ပုံဖွဲ့၍ အရောင်ခြယ်ခြင်း။



ပုံ ၄.၆: အစိတ်အပိုင်းများထည့်ခြင်း။

ဆိတဲ့ T ပုံ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီးတော့ လည်း Part number အစရှိတဲ့ တန်ဖိုးတွေ ထည့်နိုင် ပါတယ်။ ပုံမှာ ပေါ်စေချင်တဲ့ တန်ဖိုးတွေမှာ Show ဆိတဲ့ checkbox ကို မှတ်ပေး နိုင်ပါတယ်။

#### ၄.၁.၄ သိမ်းဆည်းခြင်း

အစိတ်အပိုင်းကို ဆွဲပြီးတဲ့ အခါ သိမ်းဖို့ အတွက် Select working library အိုက်ကွန် ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ အဲဒီမှာ ဒီနမူနာအတွက် ပေါ်လာတဲ့ LPC-824M201JHI33 ကိုပဲရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Update current component in current library ဆိတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် အပြောင်းအလဲ အားလုံးကို သိမ်းဖို့ Save current library to disk အိုက် ကွန်ကိုနှိပ်ပြီးသိမ်းလိုက်ပါမယ်။ အဲဒီနောက် Component library editor ဝင်းဒီးကို ပိတ်နိုင်ပါပြီ။

Eeschema ကိုပြန်ဖွင့်ပြီးတဲ့ အခါ Preferences → Component Libraries နှိပ်ပြီး ခုနက ဖန်တီးထားတဲ့ အစိတ်အပိုင်း လိုင်ဘရဲကို ထည့်လို ရပါပြီ။ ဒီနမူနာမှာတော့ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ Add ကိုနှိပ်ပြီး LPC824-M201JHI33.lib ဆိတဲ့ ဖိုင်ကို ထည့်လိုက်ပါတယ်။

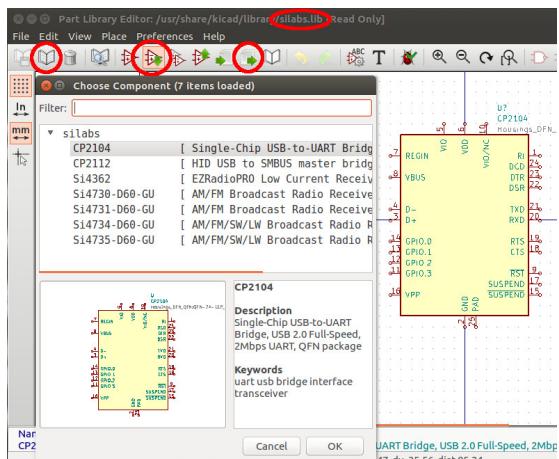
## ၄.၂ ရှိပြီးလိုင်ဘရီအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း

တခါတလေမှာတော့ အစိတ်အပိုင်းအသစ်တခုကို အစအဆုံးဖန်တီးတာ ထက်စာရင်၊ ရှိပြီးသား ဆင်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုကို အစယူပြီး နည်းနည်း ထပ်ပြင်ပြီး ဖန်တီးလိုက်တာက ပိုမိုလွယ်ကူ၊ အဆင်ပြေပါတယ်။ နဲ့နာ အနေနဲ့ KiCad တရားဝင်လိုင်ဘရီထဲက အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုကိုယူပြင်ပြီး ကိုယ်ပိုင်လိုင်ဘရီထဲမှာသိမ်းကြည့်ပါမယ်။

KiCad က Eeschema ကို ဖွံ့ဖြိုး၊ Library Editor အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Preferences → Component Libraries ကိုနှိပ်ပြီး ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ Add ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး silabs လိုင်ဘရီကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ လိုင်ဘရီဖိုင်တွေက Windows မှာဆုံး C:\Program Files (x86)\KiCad\share\ ထဲမှာရှိတတ်ပြီး Linux မှာဆုံး /user/share/kicad/library/ ထဲမှာ ရှိတတ်ပါတယ်။

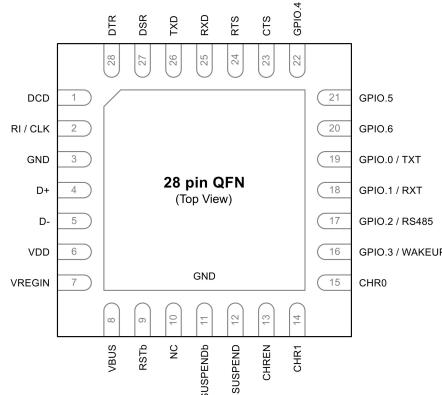
ပြီးရင် Select working library အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး silabs ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ နောက်ပြီးရင် Load component to edit from the current library အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး CP2104 ကို ရွေးလိုက်ပါမယ် (ပုံ ၄.၇)။ Export component icon ကိုနှိပ်ပြီး၊ ကိုယ့်ရဲ့လိုင်ဘရီဖိုင်အခန်းမှာ လိုင်ဘရီအသစ်အနေနဲ့ CP2102N ဆုံးပြီးသိမ်းလိုက်ပါမယ်။

Preferences → Component Libraries ကိုနောက်တခါပြန်နှိပ်ပြီး ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ Add ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး ခုနကဖန်တီးထားတဲ့ CP21-02N လိုင်ဘရီကို ထည့်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Select working library



ပုံ ၄.၇: ရှိပြီးသားအစိတ်အပိုင်းကိုယူခြင်း။

ကိုနှိပ်ပြီး CP2102N လိုင်ဘရီကို ပြန်ပြောင်းလိုက်ပါမယ်။ ဝင်းဒိုးရဲ့ ခေါင်းစဉ်မှာပေါ်နေတဲ့ လိုက်ဘရီက CP2102N ဖြစ်သွားရပါမယ်။ ပြောင်းပြီးရင် Load component to edit from the current library အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး သူရဲ့ CP2104 ကို ရွေးပြီးဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ အဲဒီအစိတ်အပိုင်းကို စိတ်ကြိုက်ပြင်ပြီးတဲ့အခါ Update current component in current library အိုက် ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး update လုပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Save current library to disk ကို နှိပ်ပြီး ပြုပြင်ဖန်တီးလိုက်တဲ့ လိုင်ဘရီကို သိမ်းနှင့်ပါတယ်။ ဒီနှုန်းမှာ သုံးထားတဲ့ CP2102N ရဲ့ pin တွေကိုအောက်ကပဲ ၄.၈ မှာပြ ထားပါတယ် [3]။



ပုံ ၄.၈: CP2102N ၏ pin များ။

## ၄.၃ quicklib သုံး၍ဖန်တီးခြင်း

လုပ်ဘရဲအစိတ်အပိုင်းတွေကို ဖန်တီးဖို့ အင်တာနက်ပေါ်ကကိရိယာတစ်ခုဖြစ်  
တဲ့ quicklib ကို နောက်တနော်း အနေနဲ့ အသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။

<http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php>

အခန်း ၄. သကော်တများပြုလုပ်ခြင်း

## အခန်း ၅

# ခြေရာများပြည့်ခြင်း

KiCad မှာ အစိတ်အပိုင်းခြေရာ (footprint) တွေကို .kicad\_mod ဖိုင်တွေမှာ သိမ်းပါတယ်။ .lib ဖိုင်တွေရဲ့ အစိတ်အပိုင်းသက်တတွေနဲ့ .kicad\_mod ဖိုင်တွေရဲ့ ခြေရာတွေကို Cvpcb ဆိုတဲ့ ဆော့ဖဲ့ကိရိယာက တဲ့ စပ်ပေးပါတယ်။ လိုင်ဘရီဖိုင်တွေလိုပါပဲ KiCad မှာ ခြေရာဖိုင်တွေက စာသားအနေနဲ့သိမ်းတဲ့ ဖိုင်တွေဖြစ်ပြီး တစ်ဖိုင်မှာ ခြေရာတွေအများကြီး ပါနိုင်ပါတယ်။ KiCad မှာ တခါတည်းပါလာတဲ့ ခြေရာလိုင်ဘရီအများကြီး ရှိပေမယ့် ကိုယ်သုံးမယ့် အစိတ်အပိုင်းအတွက် ဖန်တီးဖို့လိုအပ်လာရင် ဖန်တီးလို့ရအောင် ကိုယ်ပိုင် ခြေရာလိုင်ဘရီ ပြည့်တဲ့ အဆင့်တွေကို ဆွေးနွေးပါမယ်။

## ၅.၁ PCB Footprint Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း

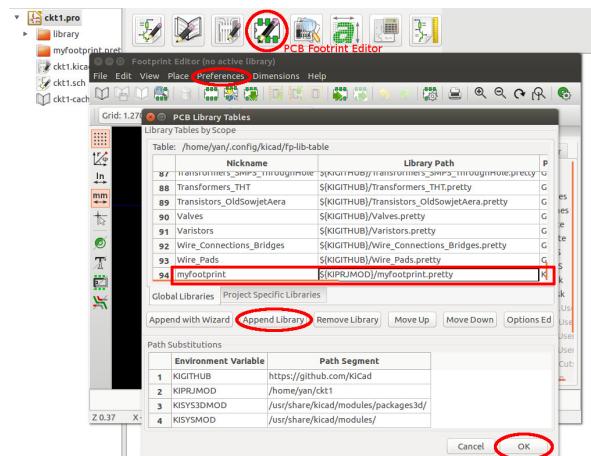
နယူနာအနေနဲ့ QFN28 ဆိုတဲ့ ခြေရာအသစ်တစ်ခုဖန်တီးပြီး myfootprint ဆိုတဲ့ ခြေရာလိုင်ဘရီထဲမှာ သိမ်းပါမယ်။ အဲဒီအတွက် KiCad ပရောဂျက် ဖိုင်အခန်းကိုသွားပြီး myfootprint.pretty ဆိုတဲ့နာမည်နဲ့ ဖိုင်အခန်းအ သစ်တစ်ခု ဖန်တီးလိုက်ပါမယ်။ စစ်ခြင်း KiCad ပရောဂျက်မန်နေဂျာကို ဖွင့်ပြီးရင်၊ အပေါ်ဘားက PCB Footprint Editor ဆိုတဲ့ ဆေ့ဖို့ကိုရိယာ ကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ Preferences → Footprint Libraries Manager ကိုနှိပ်ပြီး၊ ပေါ်လာတဲ့ PCB Library Table ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ Append Library ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ပုံ ၅.၁ မှာပြထားသလို ပေါ်ယားထဲမှာ Nickname အတွက် myfootprint ဖြည့်၊ Library Path အတွက် \${KIPRJMOD}/myfootprint.pretty ဖြည့်ပြီး၊ Plugin Type အတွက် KiCad ကိုဖြည့်ပါမယ်။ အားလုံးပြီးတဲ့အခါ အိုကောလုတ်ကိုနှိပ်ပြီးပိတ်လိုက်ပါမယ်။

### ၅.၁.၁ ခြေရာအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း

နောက်ပြီး Footprint Editor ရဲ့ အပေါ်ဘား ဘယ်ဘက်ဆုံးက Select Active Library ကိုနှိပ်ပြီး myfootprint လိုင်ဘရီကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ အပေါ်ဘားမှာပဲ New Footprint အိုက်ကွန်လေးကို နှိပ်ပြီး ခြေရာအသစ်တစ်ခုဖန်တီးပြီး QFN28 လို့နာမည်ပေးပါမယ်။ အဲဒီနောက် အယ်ဒီတာ

## ၅.၁. PCB FOOTPRINT EDITOR ကိုအသုံးပြုခြင်း

၃၃

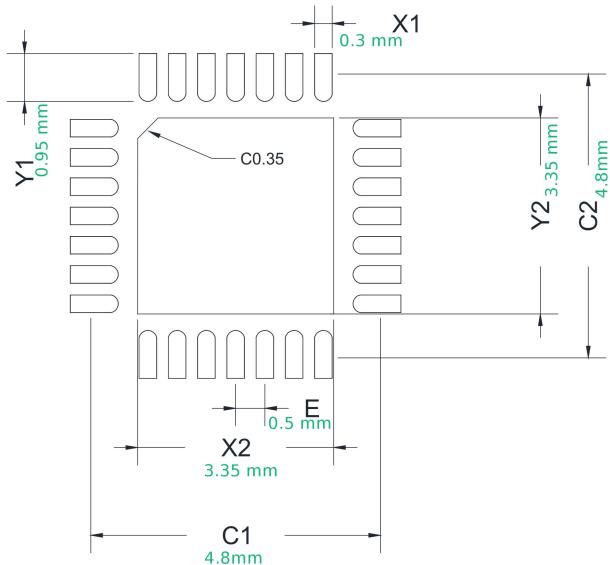


ပုံ ၅.၁: အစိတ်အပိုင်းခြေရာလိုင်ဘရီအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း။

မျက်နှာပြင်အလယ်မှာ QFN28 ဆိုတဲ့အညွှန်းနဲ့ REF\* ဆိုတဲ့အညွှန်းပေါ်လာတာကို တွေ့ရပါမယ်။ သူတို့ကို နေရာတွေသင့်တော်သလို ရွှေ့နိုင်ပါတယ်။ အယ်ဒီတာရဲ့ ဘယ်ဖက်အပေါ်ဘားက Grid တန်ဖိုးကို 0.2 mm လိုအပ်ပါမယ်။ ခဲ့မယ့် QFN28 ရဲ့ footprint (ပုံ ၅.၂) ကိုအောက်မှာ ပြထားပါတယ် [3]။

## ၅.၁.၂ Pad များထည့်သွင်းခြင်း

ညာဘက်ဘားပေါ်က Add Pads အိုက်ကွန်ပေါ်နှုပ်ပြီး Pad တစ်ခုကိုထားဖို့ စာရွက် မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာ ကလစ် နှုပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ညာဘက်

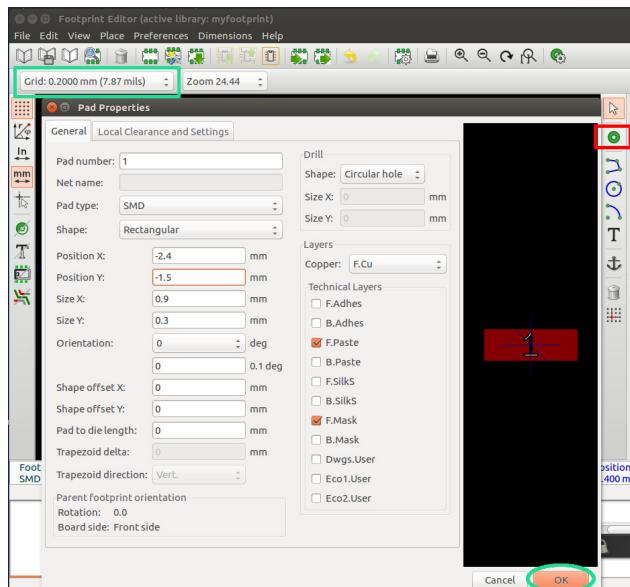


ပုံ ၅.၂: QFN28 တို့ခြေရာအချက်အလက်။

## ၅.၁. PCB FOOTPRINT EDITOR ကိုအသုံးပြုခြင်း

၃၉

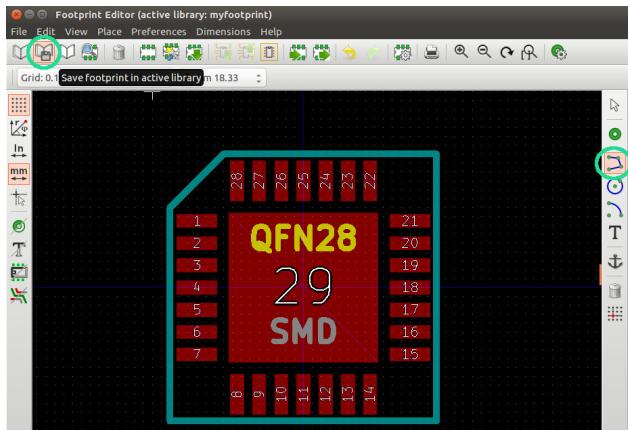
ကလစ်နိုပ်ပြီး Edit ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ e ကိုကိုနိုပ်ရင်လည်းရပါတယ်။ Pad Properties ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့အခါ အောက်ပုံ ၅.၃ မှာ ပြထားသလို မျိုး နံပါတ် ၁၊ အမျိုးအစား SMD၊ ပုံစံ rectangular၊ နေရာ၊ အရွယ်အစား၊ ထားမယ့်အလွှာ စသည်ဖြင့် ရွေးပေးလိုက်ပြီး အိုကေခလုတ်ကို နိုပ်ပါမယ်။ သတ်မှတ်လိုက်တဲ့ အတိုင်း pad ရလာပါမယ်။ နောက်ထပ် ကလစ်တွေနှင့် ပြီး pad တွေထပ်ထည့်နိုင်၊ ထပ် edit လုပ်နိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၅.၃: Pad များထည့်ခြင်း။

## ၅.၁.၃ ခြေရာအနားသတ်လိုင်းများဆွဲခြင်း

ခြေရာ အတွက် ဘောင်လိုင်းတွေ ထည့်ဖို့ အတွက် ညာဘက်ဘား ပေါ်က Add graphic line or polygon ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန် ကိုနှိပ်ပြီး အနားသတ်လိုင်းတွေ ဆွဲလိုက် ပါမယ်။ အောက်ကပူ ၅.၄ အတိုင်း ရလာ ပြီးတဲ့နောက် အပေါ်ဘား ပေါ်က Save Footprint in Active Library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန် ကိုနှိပ်ပြီး သိမ်းနိုင် ပါတယ်။



ပုံ ၅.၄: ရရှိလာသော ခြေရာကိုသိမ်းခြင်း။

## ၅.၂ ရှိပြီးခြေရာအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း

ရှိပြီးသား ခြေရာအစိတ်အပိုင်း တစ်ခုကိုယူ၊ လိုအပ်သလိုပြင်ဆင်ပြီး စိတ်ကြိုက် ခြေရာတစ်ခု ဖန်တီးလို့လည်းရပါတယ်။ နမူနာအနေနဲ့ Footprint Editor ကိုဖွံ့ဖြိုး အပေါ်ဘားက Select Active Library မှာ Connectors ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Load footprint from Library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး Connectors:USB\_A ဆိုတဲ့ ခြေရာကိုယူလိုက်ပါမယ်။

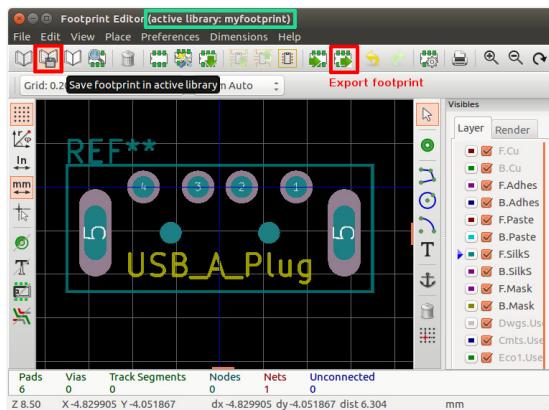
ပြီးရင် အပေါ်ဘားက Export footprint ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး ကိုယ့်ပရွှေ့ဂျက် ဖိုင်အခန်းထဲက myfootprint.pretty ထဲမှာ USB\_A\_Plug.kicad\_mod ဆိုတဲ့ နာမည်ပေးပြီး သိမ်းလိုက်ပါမယ်။

နောက်တစ်ခါ Select Active Library ကို ပြန်နှိပ်ပြီး myfootprint ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ Load footprint အိုက်ကွန်ကိုပြန်နှိပ်ပြီး ခုနက သိမ်းခဲ့တဲ့ USB\_A ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးတဲ့အခါ အပေါ်ဘားကပဲ Footprint properties အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး Value ကို USB\_A\_Plug လိုပြင် Footprint Name in Library ကို myfootprint:USB\_A\_Plug လိုပြင် လိုက်ပါမယ်။ 3D Settings ဆိုတဲ့ tab မှာလည်း Remove 3D Shape ကိုနှိပ်နိုင်ပါတယ်။

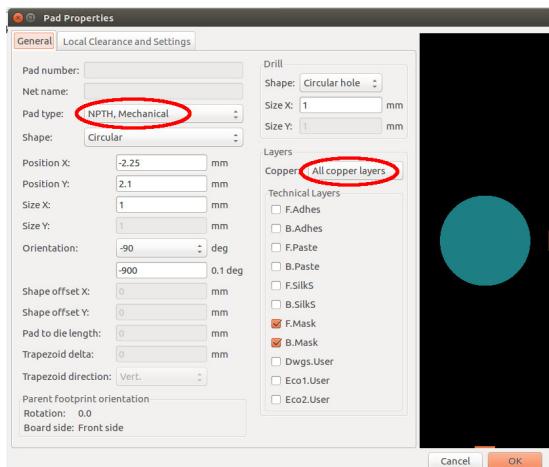
ပြီးတဲ့အခါ ခြေရာကို လိုသလိုပြင်ဆွဲပါမယ် (ပုံ ၅.၅)။ Drilled hole ထည့်ချင်ရင် ပုံ ၅.၆ မှာပြထားသလို Pad type ကို NPTH, Mechanical လို့ရွေးပေးပြီး Layers → Copper မှာ All copper layers ဖြစ်ရပါမယ်။ ရည်များများ အပေါက်ရဖို့အတွက် ပုံ ၅.၇ မှာပြထားသလို Shape

၂၂

## အခန်း၅. ခြေရာများပြုလုပ်ခြင်း

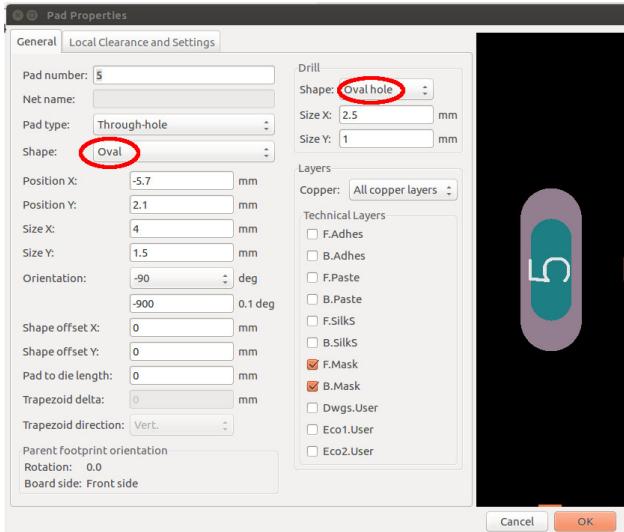


ပုံ ၅.၂: ခြေရာကိုပြုပြင်ယူခြင်း။



ပုံ ၅.၆: အပေါက် (drilled hole) ထည့်ခြင်း။

မှာ oval ကိုရွေးနိုင်ပါတယ်။ ဆဲပြီးတဲ့အခါ Save footprint in active library ကိုနှိပ်နိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၅.၃: ရှည်များများ Oval ပုံ via ထည့်ခြင်း။



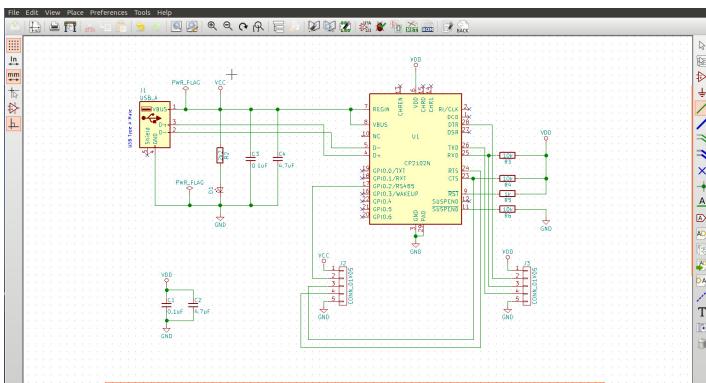
## အခန်း ၆

# သက်တပုစ်ဆေးပြင်ဆင်ခြင်း

ဒီအခန်းမှာ ပတ်လမ်းသက်တပုကို စစ်ဆေးခြင်း၊ netlist ထုတ်ခြင်း၊ ခြေရာများတွဲစပ်ခြင်း၊ အစိတ်အပိုင်းစာရင်း BOM ဖန်တီးခြင်း စတာတွေကို ဆွေးနွေးပါမယ်။ နူးနာအနေနဲ့ အခန်း ၄ မှာ ဖန်တီးခဲ့တဲ့ CP2102N အစိတ် အပိုင်းကိုသုံးပြီး၊ အခန်း ၃ က ပတ်လမ်းသက်တပုကို အောက်ကပု ၆.၁ အတိုင်း ဆက်ဆွဲလိုက်ပါမယ်။

## ၆.၁ အမှားစစ်ရန် Electrical Rules Check လုပ်ခြင်း

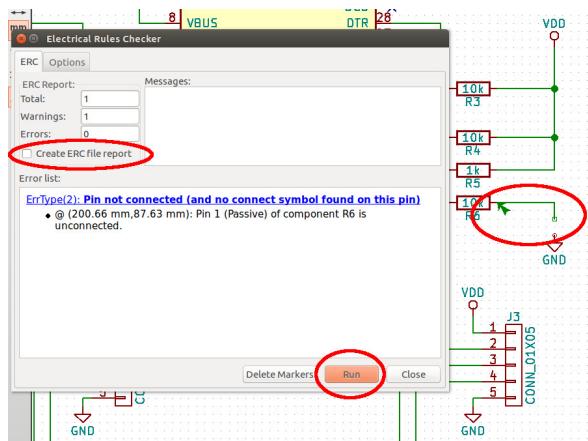
ပြီးတဲ့ အခါ သက်တပုမှာ အမှားရှိမရှိစစ်ပါမယ်။ စစ်ဖို့ အတွက် အပေါ်ဘား က Perform electrical rules check ဆိုတဲ့ ပိုးကောင်ပဲ အိုက်ကွန်ကို



ပုံ ၆.၁: ဖန်တီးထားသောသက်တများသုံး၍၍၂၇ခြင်း။

နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Electrical Rules Checker ဆိုတဲ့ ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့အခါ Run ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး စစ်လိုက်ပါမယ်။

အဲဒီအခါ အများ ဒါမှမဟုတ် သတိပေးချက်တွေ ပေါ်လာပါမယ်။ အဲဒီ အများတစ်ခုခု အပေါ်ကို ကလစ်နှစ်ခါနှိပ်လိုက်ရင် မှားနေတဲ့ နေရာကိုပြ ပါလိမ့်မယ်။ သက်တပုပေါ်မှာ အများ၊ သတိပေးချက်တွေရှိတဲ့ နေရာမှာ အစိမ်းရောင်မြားလေးတွေထွန်ပြနေမှာပါ။ နမူနာ ရလဒ် တစ်ခုကို ပုံ ၆.၂ မှာပြထားပါတယ်။ အများနဲ့ ပတ်သက်တဲ့ အချက်အလက်တွေပုံများများ ရချင်ရင်တွေ Create ERC file report အပေါ်မှာ ကလစ်နှိပ်ပြီး Run နိုင်ပါတယ်။ အများတွေပြင်ပြီး Run လိုက်လို့ အများ၊ သတိပေးချက် တွေ မရှိတော့ဘူး ဆိုရင်တော့ သက်ပုံဆွဲလိုပြီးပါပြီ။



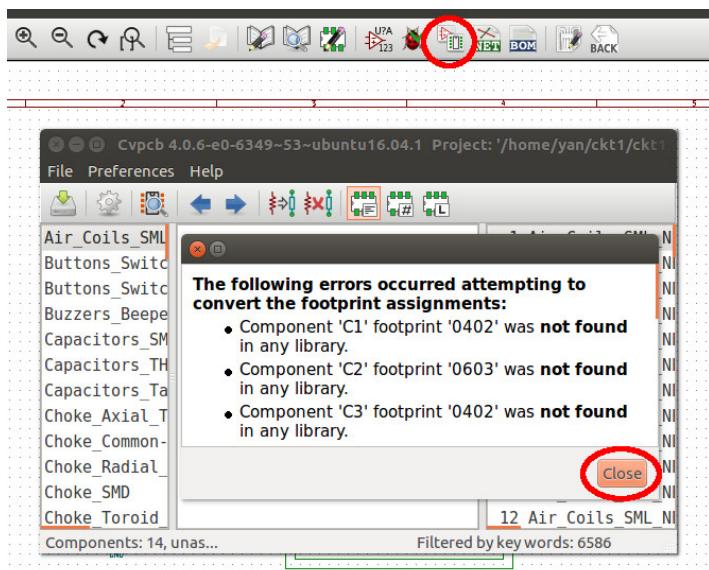
ပုံ ၆.J: အမှားစစ်ရန် ERC (Electrical Rule Check) လုပ်ခြင်း။

## ၆.J Netlist ထုတ်ခြင်း

သက်တပ်ဆဲပြီးတဲ့ အခါ Netlist ဖိုင်ကို ထုတ်ပါမယ်။ ဆားကစ်ဘူတ် မှာ အစိတ်အပိုင်းတွေရဲ့ ခြေရာ အထားအသိ (PCB layout) ဆွဲတဲ့ အခါ သံဃံးဖို့ပါ။ အဲဒီအတွက် ပေါ်ဘားက Generate netlist ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှုပ်ပါမယ်။ Netlist ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ Generate ခလုတ်ကို နှုပ်ပြီး သူပေးထားတဲ့ နာမည် အတိုင်းသိမ်းလိုက်ပါမယ်။

## ၆.၃ CvPcb ဖြင့် ခြေရာများတွဲစပ်ခြင်း

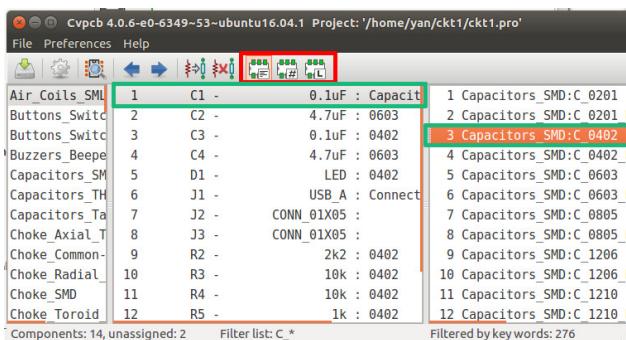
အဲဒီနာက် သက်တပုံရဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေနဲ့ သူတို့ရဲ့ ခြေရာအသီးသီး ကို တွဲစပ်ပေးဖို့အတွက် အပေါ်ဘားက Run CvPcb to associate components and footprints ဆိတ္တဲ့ အိုက်ကွန်ကို နိပ်လိုက်ပါမယ်။ Error ဝင်းဖိုးပေါ်လာရင် ဂရမစိုက်ပဲ ပိတ်လိုက်ပါမယ် (ပုံ ၆.၃)။



ပုံ ၆.၃: CvPcb ကိုဖွင့်ခြင်း။

CvPcb ရဲ့ အလယ်မျက်နှာပြင်က စာရင်းက ကျွန်တော်တို့ ဆွဲထား

တဲ့ သက်တပံ့မှာရှိတဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေရဲ့ စာရင်းပါ။ ညာဘက်ကစာရင်း ကတော့ လိုင်ဘရီတွေ ထဲမှာ ရှိတဲ့ ခြေရာ တွေရဲ့ စာရင်းပါ။ စစ်ခြင်း အလယ်ကစာရင်းထဲက C1 ကိုရွှေးပြီး ညာဘက်စာရင်းထဲက Capacitors\_SMD:C\_0402 ကို ကလစ်နှစ်ကြိမ်ဆက်တိုက်နှပ်ပြီး တွဲပေးလိုက်ပါမယ်။ အဲဒါဆို အလယ်စာရင်းထဲမှာ ကျွန်တော်တို့တွဲပေးလိုက်တာကို ပြောင်းပြပါလိမ့်မယ် (ပုံ ၆.၄။)



ပုံ ၆.၄: CvPcb ကိုဖွင့်ခြင်း။

### ၆.၃.၁ ခြေရာ အမျိုးအစားခွဲထုတ်ရှာဖွေခြင်း

CvPcb ရဲ့ အပေါ်ဘားမှာ ရှိတဲ့ အစိမ်းရောင် ခြေထောက် လေးတွေနဲ့ IC အိုက်ကွွန်လေး တွေက ညာဘက် မျက်နှာပြင်မှာပြမယ့် ခြေရာ စာရင်းကို ရွှေးချယ် ပြပေးဖိုပါ။ ပထမ လိုင်းတွေနဲ့ Filter footprint list by key-

words ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်က စာသား အလိုက် ရွှေးချယ် ပြေား ပါတယ်။ ဒုတိယ # နဲ့ Filter footprint list by pin count အိုက်ကွန် ကတော့ အစိတ်အပိုင်းရဲ့ pin အရေအတွက်ပေါ်မှတည်ပြီး ညာဘက် စာရင်းမှာ ပြေား မှာပါ။ နောက်ဆုံး L နဲ့ Filter footprint list by library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်က လိုင်ဘရဲ့ အလိုက် ပြေား ပါတယ်။

## ၆.၃.၂ ခြေရာပုံစံကိုကြည့်ရှုတိုက်ဆိုင်ခြင်း

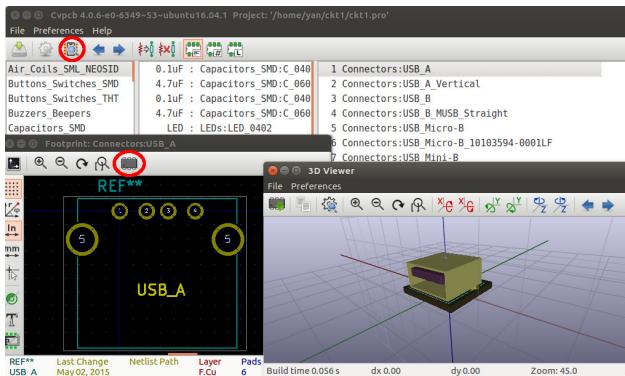
ကိုယ်ရွေးလိုက်တဲ့ ခြေရာရဲ့ပုံစံက ဘယ်လိုပုံရှိမလဲ သေခြာချင်ရင်တော့ အပေါ်ဘားက View selected footprint ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး ကြည့်နိုင်ပါတယ်။ Footprint ဝင်းဒီးပေါ်လာပြီး ခြေရာပုံစံကိုပြေားပါမယ်။ အဲဒီ ဝင်းဒီးရဲ့ အပေါ်ဘားက 3D display အိုက်ကွန်ကို ထပ်နှိပ်ပြီး ပုံ ၆.၅ ကလို 3D ပုံကိုကြည့်လိုလည်းရပါတယ်။ CP2102N ကိုလည်း အခန်း ၅ မှာ ကျွန်တော်တို့ဖန်တီးထားတဲ့ QFN28 နဲ့ပြေားထားတာမို့ အလွယ်တကူးပဲ ယူတွဲစပ်လိုက်ပါမယ်။

အဲဒီနည်းနဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေအားလုံးကို သက်ဆိုင်ရာခြေရာတွေနဲ့ ရှာဖွေ တွဲစပ်ပြီးတဲ့ အခါ CvPcb ရဲ့ အပေါ်ဘားက Save footprint association in schematic component footprint fields ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး Netlist ကို ပြန်ထပ်သိမ်းလိုက်ပါမယ်။

အဲဒီနောက် CvPcb ကိုပိတ်ပြီး Eeschema အယ်ဒီတာကို ပြန်သွားလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် File → Save Schematic Project ကိုနှိပ်ပြီး ပရော

## ၆.၅. BILL OF MATERIALS ပြုလုပ်ခြင်း

၅၁



ပုံ ၆.၅: ခြေရာပုံစံကိုကြည့်ခြင်း။

ဂျက် ကိုသိမ်းနိုင်ပါတယ်။ Netlist ဖိုင်တွေဟာလည်း text ဖိုင်တွေပဲဖွစ်ပြီး သူတို့ကို ဖွင့်ကြည့်၊ edit လုပ်လို့ရပါတယ်။

## ၆.၆ Bill of Materials ပြုလုပ်ခြင်း

BoM (Bill of Materials) ကိုထုတ်ဖို့ Eeschema အယ်ဒီတာရဲ့အပေါ်ဘား က Generate bill of materials and/or cross references ဆိုတဲ့ အိုက် ကုန် ကိုနိုင်ပါတယ်။ Bill of Materials ဆိုတဲ့ ဝင်းဒီးပေါ်လာရင် Add Plugin ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး KiCad ကို install လုပ်ထားတဲ့ ဖိုင်အခန်း ထဲက plugins ထဲက bom2csv.xls ကို ရွှေးလိုက်ပါမယ်။ ပုံမှန်အားဖြင့် /usr/lib/kicad/plugins/ ဆိုတဲ့နေရာမှာရှိပါတယ်။

Plugin ကိုထည့်လိုက်တဲ့အခါ KiCad က Command line ဆိတဲ့ နေရာမှာ အောက်က စာရင်း ၆.၁ အတိုင်း အလိုအလျောက် ဖြည့်ပေးပါတယ်။

```
1 xsltproc -o "%O" "/usr/lib/kicad/plugins/bom2csv.xsl"
           "%I"
```

စာရင်း ၆.၁: BoM ထုတ်ယူရန် Plugin ထည့်ခြင်း။

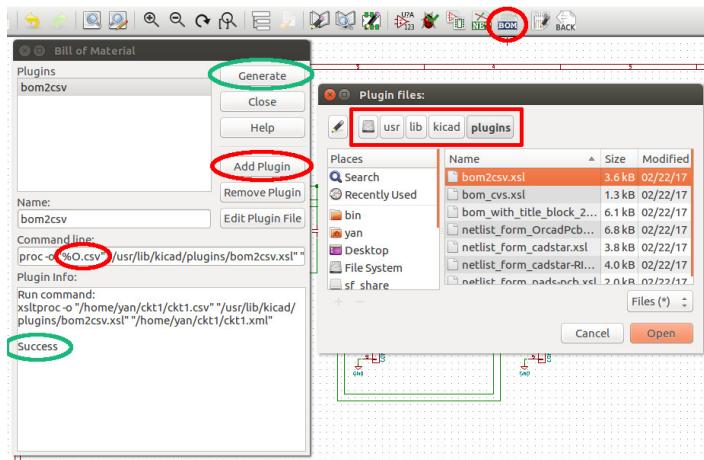
လိုချင်တာက \*.xsl ဖိုင်ဖြစ်တဲ့အတွက် အောက်က စာရင်း ၆.၂ အတိုင်း ပြင်ပေး ဖို့လိုပါတယ်။

```
1 xsltproc -o "%O.csv" "/usr/lib/kicad/plugins/bom2csv.xsl"
           "%I"
```

စာရင်း ၆.၂: BoM command line ကိုပြင်ခြင်း။

အဲဒါပြီးရင် Generate ဆိတဲ့ ခလုတ်ကိုနိုင်လိုက်ရင်၊ Plugin info ဆိတဲ့ နေရာမှာ success လို့ပေါ်လာပြီး BoM က \*.csv ဖိုင်အနေဖွံ့ဖြိုးကိုလာပါ မယ် (ပုံ ၆.၆)။ သူကို Excel တို့၊ LibreOffice Calc တို့နဲ့ဖွင့်လိုရပါတယ်။

အကယ်၍ Ubuntu မှာ error တက်ပြီး BoM ထွက်မလာရင်၊ လိုအပ်တဲ့ package တခို့ကို အောက်က စာရင်း ၆.၃ အတိုင်း ထည့်ပေးလိုက်ရင် အဆင်ပြနိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၆.၆: အစိတ်အပိုင်းစာရင်း BoM ထုတ်ခြင်း။

```

1 sudo apt-get install python
2 sudo apt-get install xsldproc

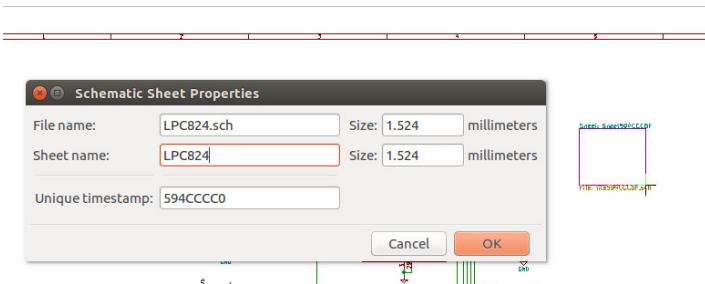
```

စာရင်း ၆.၃: Python နှင့် xsldproc တိုကိုထည့်ခြင်း။

## ၆.၅ စာရွက်များခဲ့၍ဖွံ့ခြင်း

တခါတလေ သက်တပတ်လမ်းပုံက ရှုပ်ထွေးများပြားတဲ့အခါ စာရွက် တရွက်ထဲနဲ့ မဆုံးတာ ဖြစ်တတ်ပါတယ်။ အဲဒီလို အခါမျိုးမှာ Eeschema

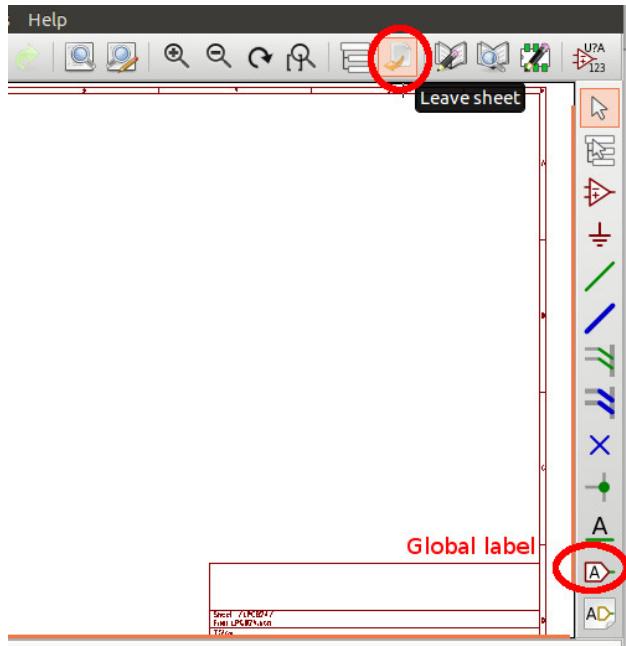
ရဲ့အပေါ် menu ဘားက Place → Hierarchical Sheet ကို နှိပ်ပြီး စာရွက် အသစ်ထပ်ထပ်ထည့်နိုင်ပါတယ်။ လက်ရှိစာရွက်ရဲ့နေရာလွှတ်တစ်ခုမှာ ကလစ် တစ်ချက်နိုင်ပြီး ဆွဲလိုက်ရင် လေးထောင့်အကွက်လေးပေါ်လာပါ မယ်။ လိုချင်တဲ့ အရွယ်ရရင်နောက်ထပ် ကလစ်နိုင်လိုက်တဲ့ အခါ အသစ် ထပ်ထည့်မယ့် စာရွက်အတွက်နာမည်တောင်းပါမယ် (ပုံ ၆.၇)။ နာမည်ပေး ပြီးတဲ့အခါ အိုကေ ကို နှိပ်နိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၆.၇: သက်တပုံ စာရွက်များထပ်ထည့်ခြင်း။

ထပ်ဖြည့်လိုက်တဲ့ စာရွက်ဆီကို သွားချင်ရင် ခုနက လေးထောင့်ကွက် ပေါ်မှာ ညာဘက်ကလစ်နှိပ်ပြီး Enter Sheet ကို ရွှေးနိုင်ပါတယ်။ စာရွက် အသစ်ကနေ မူရင်းစာရွက်ဆီကို ပြန်သွားချင်ရင်တော့ သူရဲ့အပေါ်ဘားက Leave sheet ကို နှိပ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၆.၈)။ စာရွက်အချင်းချင်း ဝါယာကြိုး ဆက်သွယ်လို့ရတဲ့ နည်းအမျိုးမျိုးရှိပေါ်မယ့် အလွယ်ဆုံးကတော့ Global label သုံးတဲ့နည်းပါ။ ညာဘက်ဘားက Place global label ကို သုံးပြီး

နာမည်ပေးလိုက်ရင် စာရွက်အားလုံးမှာ တူညီတဲ့ နာမည်ရှိတဲ့ label အားလုံးဟာ ဆက်နေမှာပါ။



ပုံ ၆.၈: သက်တပုံ စာရွက်အသစ်။

စာရွက်တစ်ခုမှာ ဆွဲထားတဲ့ သက်တပုံအစိတ်အပိုင်းတွေကို တွေားစာရွက်ဆီကို ကော်ပီကူးချင်ရင် ကူးလို့ရပါတယ်။ ညာဘက်ဘားရဲ့အပေါ်ဆုံးက မြားပုံကိရိယာကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ကူးလိုတဲ့ block ကို မောက်စ်ကို ဖွဲ့ပြီး select မှတ်နိုင်ပါတယ်။ Ctrl+C ကီးကိုနှိပ်၊ ဒါမှုမဟုတ်

မောက်စဉ်ညာဘက်ခလုပ်ကို နှိပ်ပြီး Save Block ကို နှိပ်နှင့်ပါတယ်။ အဲဒီလို save ပြီးတဲ့အခါ ထားလိုတဲ့ စာရွက်ကို သွားလိုက်ပြီး အပေါ်ဘားက Paste ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ရင် ခုနက save ထားတဲ့ အစိတ်အပိုင်း၊ သက်တပုံ ရဲ့ block ဟာ ကော်ပီကူးပြီးရလာပါမယ်။

## အခန်း ၃

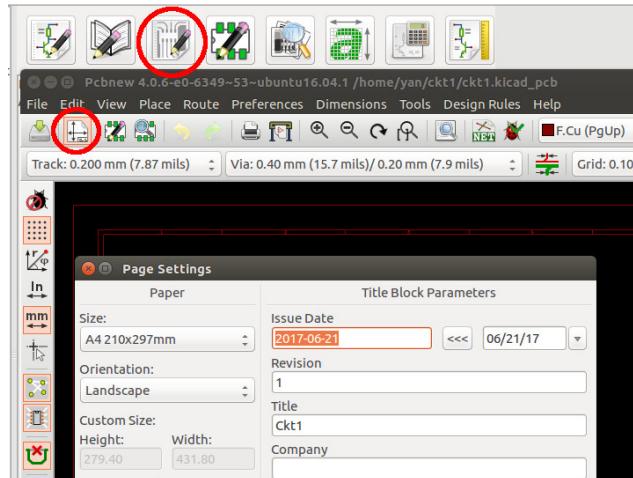
# ဆားကစ်ဘူတ်ဆွဲခြင်း

ရှေ့မှာ ကျွန်ုပ်တော်တို့ လုပ်ခဲ့တဲ့ netlist ဖိုင်ကိုသုံးပြီး ဆားကစ်ဘူတ်ကိုဆွဲပါမယ်။ ဆားကစ်ဘူတ်ဆွဲဖို့ အတွက် Pcbnew ဆိုတဲ့ဆော်ဖဲ့ ကိုရိုယာကိုသုံးနိုင် ပါတယ်။

## ၂.၁ Pcbnew ကိုအသုံးပြုခြင်း

KiCad ပရောဂျက်မန်နေဂျာရဲ့ အပေါ်ဘားက Pcbnew - Printed Circuit Board Editor ဆိုတဲ့ ကိုရိုယာကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ PCB layout တွေကို \*.kicad\_pcb ဖိုင်အနေနဲ့ သိမ်းပါတယ်။ မရှိသေးလို့ အဲဒီဖိုင်ကိုဖန်တီးမလား လို့ KiCad ကမေးရင် Yes နိုင်ပြီး ဖန်တီးလိုက်ပါမယ်။

ပြီးတဲ့အခါ Pcbnew ရဲ့ ဘယ်ဘက်အပေါ်နားက Page settings for paper size and texts ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး စာရွက်အရွယ်အစားကို A4၊ ခေါင်းစဉ်ကို ckt1 အစရှိသဖြင့် ပေးနိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၂.၁: Pcbnew အသုံးပြုခြင်း။

## ၂.၂ ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်းများသတ်မှတ်ခြင်း

ဆားကစ်ဘူတ်ကို စမဆွဲခင်မှာ လျှပ်ကူးအလွှာတွေ ကို ဆက်စပ်ပေးတဲ့ အပေါက်ကလေး (via) တွေရဲ့ အရွယ်အစား၊ လျှပ်စီး ပတ်လမ်းကြောင်း ရဲ့ အသေးဆုံးအရွယ် (minimum track width)၊ လျှပ်ကူး လမ်းကြောင်း၊

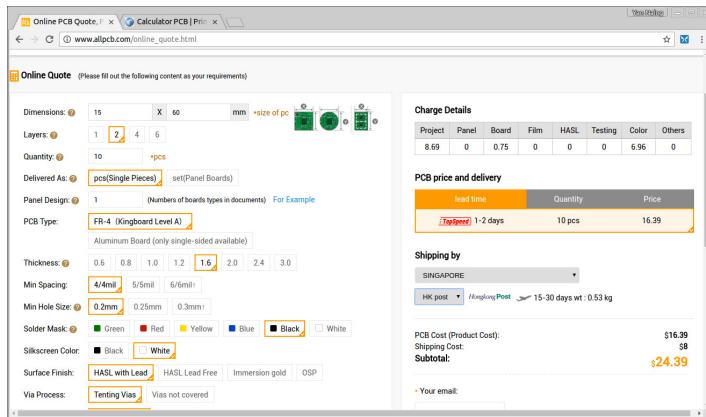
အစိတ်အပိုင်းတွေ အချင်းချင်းကြား အနည်းဆုံး ရှိရမယ့် အကွာအဝေး (clearance) စတာတွေကို အရင်သတ်မှတ်လိုက်တာကောင်းပါတယ်။

ပုံမှန်အားဖြင့်တော့ လုပ်ရမယ့် ကြားအလွှာလေးက ပို အနှစ်တော်လေ ဆားကစ်ပြားလုပ်ခ ပိုစျေးကြီးလေလေ ဖြစ်ပါတယ်။ ကိုယ်သုံးမယ့် အစိတ် အပိုင်းတွေရဲ့ခြေရာနဲ့လည်း အဆင်ပြုဖို့လိုပါသေးတယ်။ ရှုံးမှာ ဆွဲခဲ့တဲ့ သုံးမယ့် အစိတ်အပိုင်းရဲ့ ခြေထောက်လေးတွေကြားက အကွာ အဝေး (pitch) က 0.5 mm ပဲရှိတော့၊ track width ကို 0.2 mm ပဲသုံးရင် တောင်၊ တဖက်တ ချက်စီက clearance က 0.15 mm ထက်ပိုကြီးလို့ မရတော့ပါဘူး။

တဖက်ကကြည့်ရင်လည်း လမ်းကြောင်းအရွယ်အစားလေးက ပုံမှန် နည်းပညာနဲ့ လုပ်လို့ ရတာထက် နည်းနည်းလေး ပိုသေး သွားတာနဲ့ ရေး အများကြီး ကွာသွားနိုင်ပါတယ်။ ကျွန်ုတ်ကတော့ အဲလို ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်း (Design rules) တွေ မလုပ်ခင် online ဝက်ဘ်ဆိုက်တွေမှာ အကြမ်းဖျင်း အရင်စစ် ကြည့်လေ့ရှိပါတယ် (ပုံ ၂.၂)။ နမူနာ လိပ်စာတချို့ကို အောက်မှာ တွေ့နိုင်ပါ တယ်။

- [http://www.allpcb.com/online\\_quote.html](http://www.allpcb.com/online_quote.html)
- <https://www.pcbcart.com/quote>

Pcbnew ရဲ့ menu ဘားပေါ်က Design Rules → Design Rules ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Design Rules Editor ဆိုတဲ့ ဝင်းဒီးပေါ်လာရင် Net

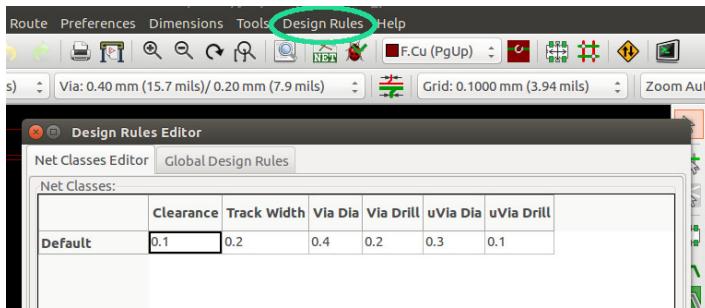


ပုံ ၂၂: ဒီဇိုင်းနှင့်ရေးများကိုစစ်ကြည့်ခြင်း။

Classes Editor ဆိုတဲ့ tab မှာ ကိုယ်ရွှေးချယ်ထားတဲ့ တန်ဖိုးတွေကို ပုံ ၂.၃ ထဲကလို သတ်မှတ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Global design rules ဆိုတဲ့ tab မှာလည်း အဲဒီ တန်ဖိုးတွေကို သတ်မှတ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် OK ကိုနှိပ်ပြီး ပိတ်လိုက်ပါမယ်။

## ၂.၃ Netlist ကိုဖတ်ခြင်း

Eeschema နဲ့ ဖန်တီးခဲ့ပြီး၊ ခြေရာများပါသတ်မှတ်ထားခဲ့တဲ့ Netlist ဖိုင် ကို Pcbnew ထဲမှာ သုံးပါမယ်။ အပေါ်ဘားပေါ်က Read Netlist ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Netlist ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့ အခါ Browse



ပုံ ၂.၃: ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်းများသတ်မှတ်ခြင်း။

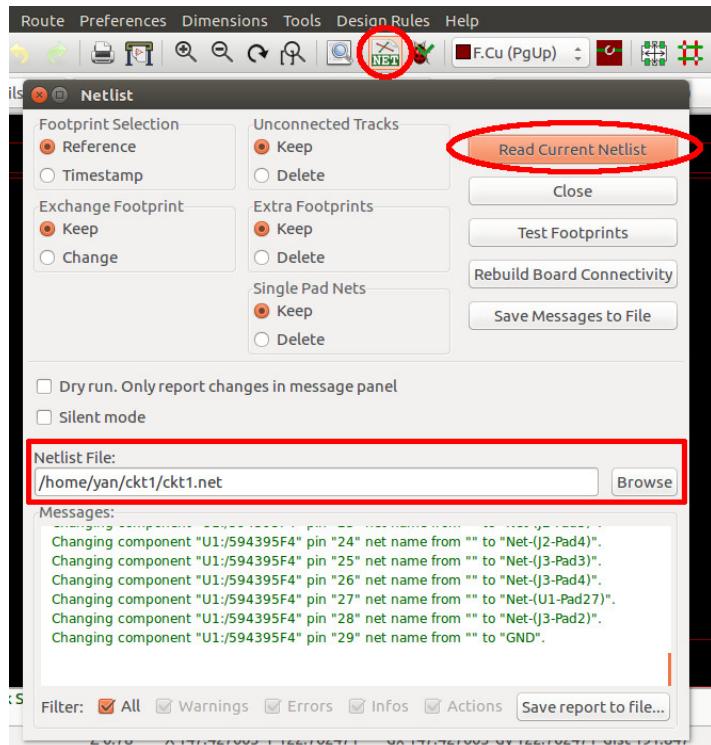
ခလုတ် ကို နိုပ်ပြီး Netlist File ကို ရွှေ့နိုင်ပါတယ်။ ပြီးရင် Read Current Netlist ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနိုပ်ပြီး တဲ့အခါ Netlist ဝင်းဒီးကို ပိတ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၂.၄)။

အဲဒီလို ဖတ်လိုက်တဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်းတွေအားလုံးကို စာမျက်နှာရဲ့ အလယ်လောက်မှာ အားလုံး စုထပ်နေတာကို မြင်ရပါမယ်။ အစိတ်အပိုင်း တွေပေါ်မှာ မောက်စ်တင်ပြီး ၂ ကီးနိုပ်ပြီး ရွှေ့နိုင်ပါတယ်။

အစိတ်အပိုင်းအချင်းချင်း သက်တံ့မှာ ဆက်ခဲ့တဲ့ပေါ်မှုတည်ပြီး လမ်းကြောင်း မျှင်မျှင်လေး တွေနဲ့ဆက်နေတာကို တွေ့နိုင် ပါတယ်။ အဲဒီ လမ်းကြောင်းတွေကို ratsnest လို့ခေါ် ပြီး သူတို့ကို ပုံ ၂.၅ မှာပြုထားတဲ့ ဘယ်ဖက်ဘားပေါ်က Hide board ratsnest ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ပေါ်နှုပ်ပြီး၊ ကွယ်ထားလို့ရသလို၊ အဲဒီပေါ်မှာပဲ နောက်တစ်ကြိမ် ပြန်နှုပ်ပြီး ပြန်ဖော်ကြည့်လို့ ရပါတယ်။

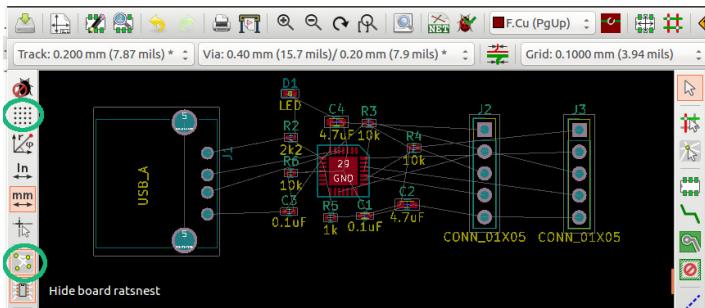
၆၂

အခန်း ၂. ဆားကစ်ဘူတ်ဆွဲခြင်း



ပုံ ၂.၄: Netlist ကိုဖတ်ခြင်း။

အစိတ်အပိုင်းတွေကို ဝါယာကြိုးအချင်းချင်း ဖြတ်ကျဉ်တာ အနည်းဆုံးဖြစ်အောင်နေရာရွှေထားလိုက်ပါမယ်။ ရွှေနေတဲ့ အချိန်မှာ အပေါ်နားက Hide Grid အိုက်ကွန်ကို နိုင်ပြီး grid လိုင်းတွေကို ခဏ ကွယ်ထားလို့ ရပါတယ်။

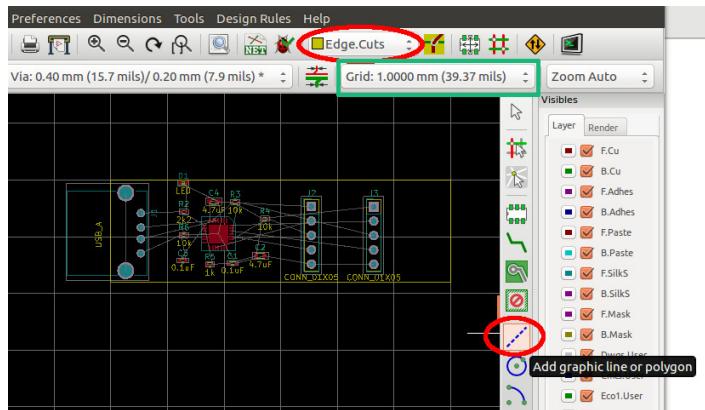


ပုံ ၂.၅: Ratsnest များကြည့်၍ အစိတ်အပိုင်းများနေရာချထားခြင်း။

## ၂.၄ အနားသတ်ဖြတ်ရာပေးခြင်း

ဆက်လက်ပြီး ဆားကစ်ဘူတ်ရဲ့ အနားသတ် ဖြတ်ရာတွေကို သတ်မှတ်ပါမယ်။ အဲဒီအတွက် အပေါ်ဘားက layer ရွေးတဲ့ drop-down menu မှာ Edge.Cuts ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ညာဖက်ဘားပေါ်က Add graphic line or polygon ဆိုတဲ့ ကိုရိယာကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် အပေါ်ဘားမှာ Grid ကို 1 mm ပြောင်းလိုက်ပြီး အနားသတ် လိုင်းတွေကို

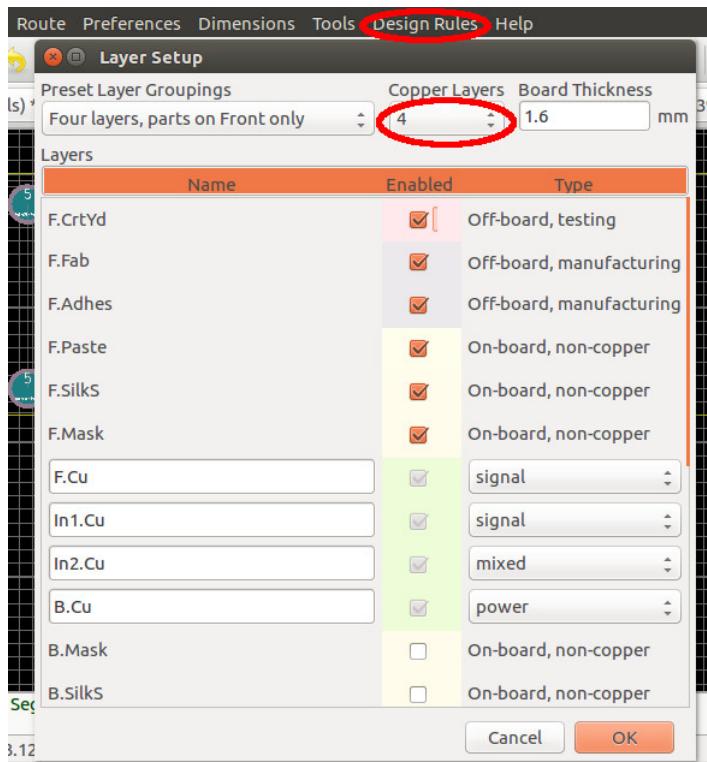
ဆွဲလိုက်ပါမယ်။ နမူနာ ရလဒ်တစ်ခုကို ပုံ ၂.၆ မှာပြထားပါတယ်။



ပုံ ၂.၆: အနားသတ်ဖြတ်ရာပေးခြင်း။

## ၂.၅ အလွှာများသတ်မှတ်ခြင်း

ဆားကစ်ဘူတ် ကို အလွှာ င့် လွှာ ပြောင်း သုံးချင်တဲ့ အတွက် Design Rules → Layers Setup ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပေါ်လာတဲ့ Layer Setup ဝင်ဒီးမှာ Copper Layers ကို 4 လိုပြင်လိုက်ပါမယ်။ ဆားကစ်ဘူတ်ရဲ့ အထူကိုလည်း Board Thickness မှာ 1.6 mm စသည်ဖြင့် သတ်မှတ်နိုင် ပါတယ်။ Preset Layer Groupings မှာ အစိတ်အပိုင်းတွေကို အပေါ်တစ်ဘက်တည်းမှာပဲထားမယ်လို့ သတ်မှတ်လိုက်ပါတယ် (ပုံ ၂.၇)။



ပုံ ၃.၇: အလွှာများသတ်မှတ်ခြင်း။

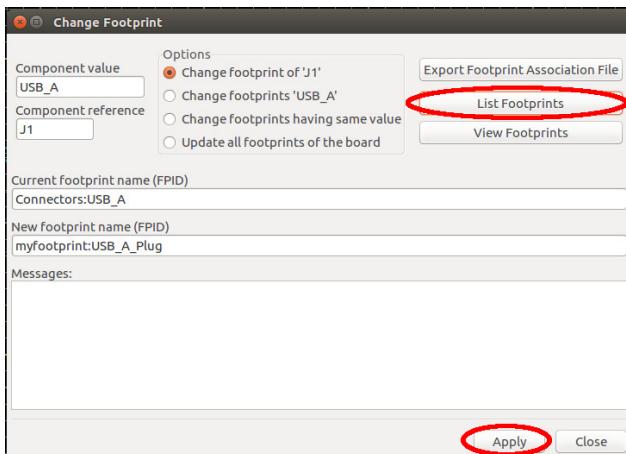
## ၂.၆ ခြေရာများပြောင်းခြင်း

ဒီအဆင့်မှာ ခြေရာ အဆင်မပြေတဲ့၊ မကြိုက်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေရှိရင် ပြောင်းနိုင်ပါတယ်။ သူ့တို့ပေါ်မှာ ညာဖက်ကလစ် နှုပ်ပြီး Properties ကို ရွှေးပါ။ ဒါမှာမဟုတ် သူတို့ပေါ်မှာ မောက်စံရှိမှားတင်ပြီး e ကိုကိုနှုပ်လည်း ရပါတယ်။ Footprint properties ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ Change footprint(s) ခလုပ်ကိုနှုပ်ပါမယ်။ Change Footprint ဝင်းဒိုး ထပ်ပေါ်လာပြီ ဆိုရင် List footprint ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှုပ်ပြီး အသစ်ပြောင်းချင်တဲ့ ခြေရာ ကို ရွှေးနိုင်ပါတယ် (ပုံ ၂.၈)။ ပြီးတဲ့ အခါ Apply ခလုတ်ကိုနှုပ်လိုက်ရင် OK တဲ့ အကြောင်း message တွေ့နိုင်ပြီး၊ Close နှုပ်နိုင်ပါတယ်။ ပြီးတဲ့ အခါ Pcbnew အယ်ဒီတာထဲမှာ ခြေရာအသစ်ပြောင်းသွားတာကိုတွေ့နိုင် ပါတယ်။

## ၂.၇ Trace များဆွဲခြင်း

နောက်တစ်ဆင့် အနေနဲ့ GND ဝါယာတွေက လွှဲပြီး ကျွန်တာတွေကို ကြေးလမ်းကြောင်းတွေ ဆက်သွယ်ပါမယ်။ GND တွေကိုတော့ နောက်ဆုံးမှာ ground plane တစ်ခု အောက်ခံ ကြေးလွှာ (bottom copper layer - B.Cu) မှာ ဖန်တီးပြီး ဆက်ပါမယ်။

အပေါ်ဘားက အလွှာရွှေးတဲ့ drop-down menu မှာ ရွှေ့အပေါ်ကြေးလွှာ (front top copper layer) ကို F.Cu ကိုနှုပ်ပြီး ရွှေးလိုက်ပါမယ်။

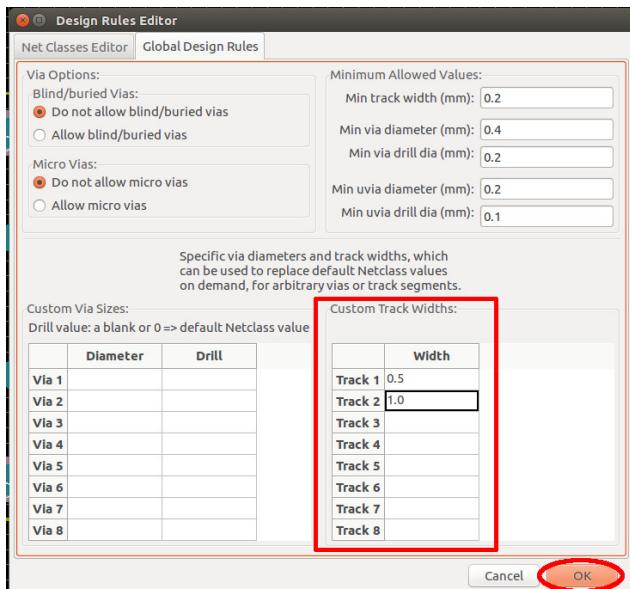


ပုံ ၂.၈: ခြေရာပြင်ဆင်သတ်မှတ်ခြင်း။

Page Up ကိုနိပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။ ပြီးတဲ့အခါ ညာဘက်ဘားပေါ်က Add tracks and vias ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို ရွှေးလိုက်ပါမယ်။ ဆက်လိုတဲ့ ပင်၊ နေရာတွေမှာ ကလစ်နိပ်လိုက်ရင် ကြော်လမ်းကြောင်း လေးပေါ်လာ ပြီး ဆက်သွယ်ပေးတာကို တွေ့ရပါလိမ့်မယ်။

ဆက်တဲ့အခါ ကြော်လမ်းကြောင်းရဲ့အရွယ်ကို Pcbnew အယ်ဒီတာရဲ့ ဘယ်ဖက်အပေါ် Track မှာ ရွှေးချယ်သတ်မှတ်လို့ရပါတယ်။ လောလော ဆယ်မှာ 0.2 mm တစ်မိုးပဲရတာကို တွေ့ရမှာပါ။ နောက်ထပ်လမ်းကြောင်း အရွယ်အစားတွေ ထပ်ထည့်ဖို့ Design Rules → Design Rules → Global Design Rules ဆိုတဲ့ tab ကို ဖွင့်ပြီး ညာဖက်အောက်နားက

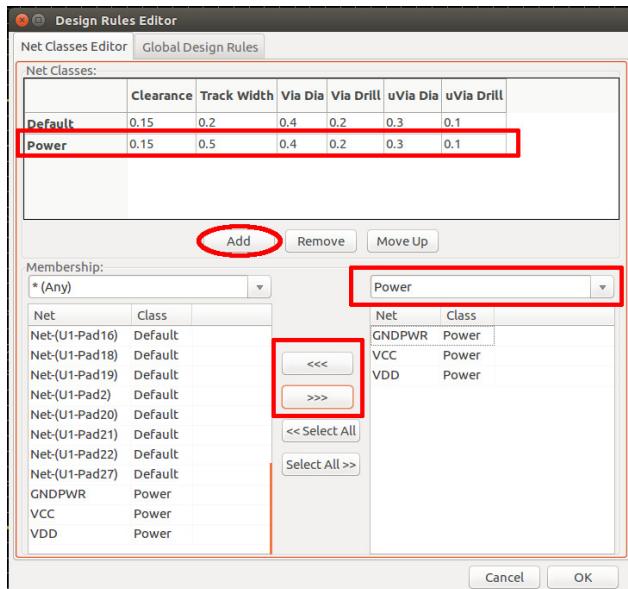
Custom track widths ဆိုတဲ့ ယေားမှာ လိုချင်တဲ့ လမ်းကြောင်းအကျယ် အရှယ်အစားကို ထည့်ဖြည့်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၂.၉)။ OK ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီးတဲ့ အခါ Pcbnew အယ်ဒီတာ မှာ ထပ်ဖြည့်လိုက်တဲ့ လမ်းကြောင်း အရှယ်အစား တွေကို တွေ့နိုင်၊ ရွှေးချယ်နှင့် တာကို တွေ့ရပါမယ်။



ပုံ ၂.၉: လမ်းကြောင်း (trace) အရှယ်အစားများ ထပ်မံသတ်မှတ်ခြင်း။

နောက်တစ်နည်းကတော့ Net Class ကိုသုံးပြီး လမ်းကြောင်း တွေကို အစုစွဲခြား သတ်မှတ်တာပါ။ Design Rules → Design Rules → Net Classes Editor tab ကို ဖွင့်ပြီးတဲ့အခါ Add ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီး Power

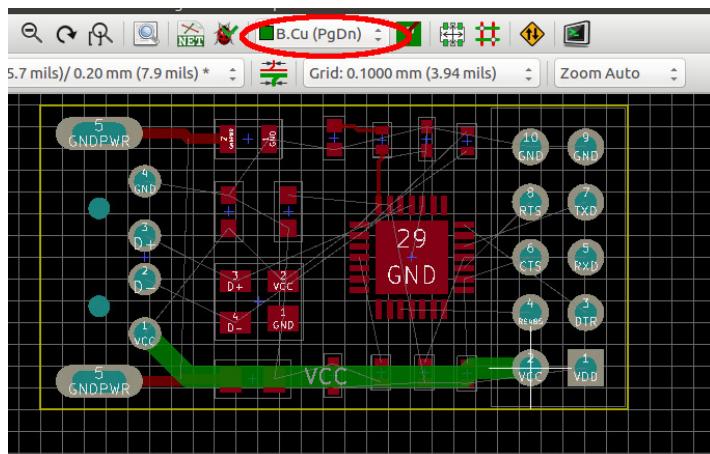
ဆိတ် net class ကို ထည့်လိုက်ပါမယ်။ သူရဲ့ အရှယ်အစားကို 0.5 mm လို့ ပြင်နိုင်ပါတယ်။ ပြီးတဲ့ အခါ အောက်က Membership ထဲက ဖော်တွေမှာ တစ်ခုကို Power လိုအပ်ပြီး မြှားတွေပါတဲ့ ခလုတ်တွေကို သုံးပြီး လိုသလို ခွဲခြားသတ်မှတ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၇.၁၀)။



ပုံ ၇.၁၀: လမ်းကြောင်း အမျိုးအစားများ အစုစွဲသတ်မှတ်ခြင်း။

လမ်းကြောင်းကို ဆားကစ်ဘုတ်ပြားရဲ့ တော်မြေတွေမှာ ဆွဲချင်ရင် အပေါ် drop-down menu မှာ လိုချင်တဲ့ အလွှာကို ရွှေ့နိုင်ပါတယ်။ နှမှနာအနေနဲ့ အောက်က ကျောာက်အလွှာ B.Cu ကိုရွှေးလိုက်ပါမယ်။

သူတေးမှာပြနေတဲ့ PgDn က Page down ဆိုတဲ့ shortcut ကိုကို နိုပ်ရင် လည်း ရတယ် ဆိုတာ ပြပေးတာပါ။ ပုံ ၂.၁၁ မှာပြထားတဲ့ အတိုင်း VCC တွေကို ဆက်လိုက်ပါမယ်။ ကြေးလမ်းကြောင်းရဲ့ အရောင်ကလည်း သက် ဆိုင်ရာ အလွှာအလိုက် မတူညီတဲ့ အရောင်နဲ့ ပြောင်းပြပေးတာကို တွေ့ဗိုင် ပါတယ်။

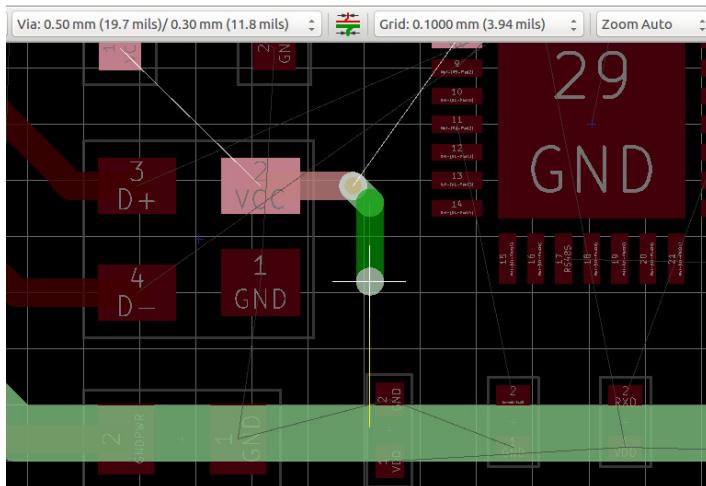


ပုံ ၂.၁၁: လမ်းကြောင်း အမျိုးအစားများ အစွဲသတ်မှတ်ခြင်း။

## ၂.၈ Via များသုံးခြင်း

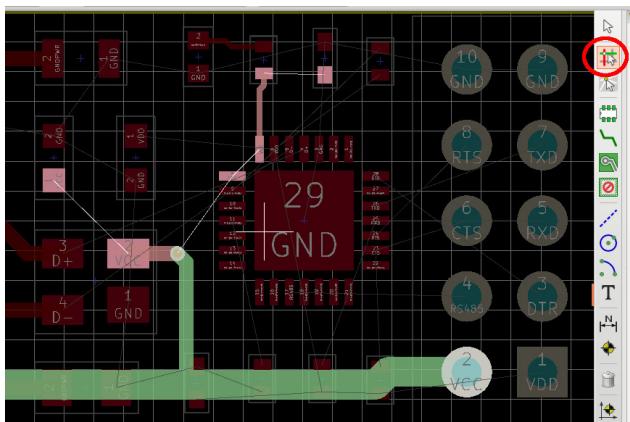
အလွှာတစ်ခုမှာလမ်းကြောင်းဆွဲနေရင်းနဲ့ တစ်ခြား အလွှာတစ်ကို ပြောင်းပြီး ဆက်ဆွဲချင်ရင် via တွေထားပြီး အလွှာပြောင်းဆက်လို့ရပါတယ်။

လမ်းကြောင်းဆွဲနေရင်းနဲ့ via ထားချင်တဲ့နေရာမှာ ညာဖက်ကလစ်နှုပ်ပြီး Place via ကို ရွှေးလိုက်ရင် via ထားလို့ရပါပြီ။ ၊ ကိုးကို နှုပ်ရင်လည်း ရပါတယ် (ပုံ ၇.၁၂)။



ပုံ ၇.၁၂: Via သုံး၍ မတူညီသောကြေးအလွှာများအားဆက်သွယ်ခြင်း။

ဆက်သွယ်နေတဲ့ ပင်ငါတ်တွေကို စစ်ချင်ရင် ညာဘက် ဘားပေါ်က Net highlight ကိရိယာကိုရွှေးပြီး စစ်ချင်တဲ့ ပင်ပေါ်မှာ ကလစ်နှုပ်လိုက် ရင်၊ ပုံ ၇.၁၃ မှာပြထားသလို သူနဲ့ ဆက်စပ်နေတဲ့ ပင်တွေ၊ လမ်းကြောင်း တွေ highlight ဖြစ်သွားတာကိုတွေ့နိုင်ပါတယ်။ ပြန်ဖျောက်ချင်ရင် Net highlight ကိရိယာကို ပြန်ရွှေးပြီး ပြန်ကလစ်နှုပ်နိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၇.၁၃: Via သုံး၏ မတ္တညီသောကြေးအလွှာများအားဆက်သွယ်ခြင်း။

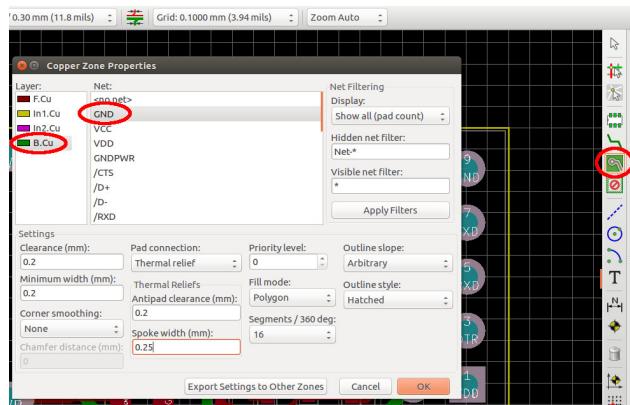
## ၇.၉ Ground plane ထည့်ခြင်း

အားလုံး ဆက်ပြီးတဲ့ အခါ နောက်ဆုံးမှာ GND ပင်တွေ အားလုံးကို Ground plane နဲ့ဆက်ပါမယ်။ အဲဒီအတွက် ညာဘက်ဘားပေါ်က Add filled zones ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို ရွှေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ပြင်လိုက်ကြီး ဖြည့်ချင်တဲ့ ရော်ယာတွေကို ကလစ်နှင့်ပြုး ပိုက်ပေးပါမယ်။ ပထမဦးဆုံး ကလစ်နှင့်လိုက်လို့ Copper Zone Properties ဆိုတဲ့ ဝင်းဒုး တက်လာတဲ့အခါ အောက်ပါပုံ ၇.၁၄ ထဲကလို အလွှာကို B.Cu + Net ကို GND စသည်ဖြင့် ရွှေးချယ် သတ်မှတ်နိုင်ပါတယ်။

ဒီနှမူနာမှာတော့ ဆားကစ်ဘူတ်ပတ်လည် ကလစ်နှင့်ပြီး zone သတ်

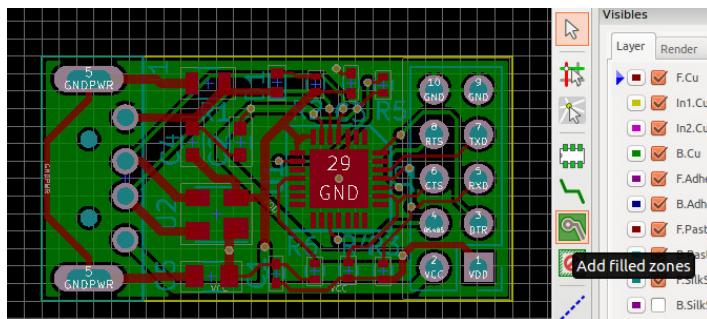
## ၇.၉. GROUND PLANE ထည့်ခြင်း

၃၃



ပုံ ၇.၁၄: Ground plane အတွက် zone တန်ဖိုးများသတ်မှတ်ခြင်း။

မှတ်လိုက်ပါတယ်။ ပြီးတဲ့ အခါ ရလာတဲ့ Ground plane ကို အောက်က  
ပုံ ၇.၁၅ မှာ ပြထားပါတယ်။



ပုံ ၇.၁၅: Ground plane ဖြည့်ပြီးသည့်အခါရလာသည့် ဆားကစ်ဘူတ်။

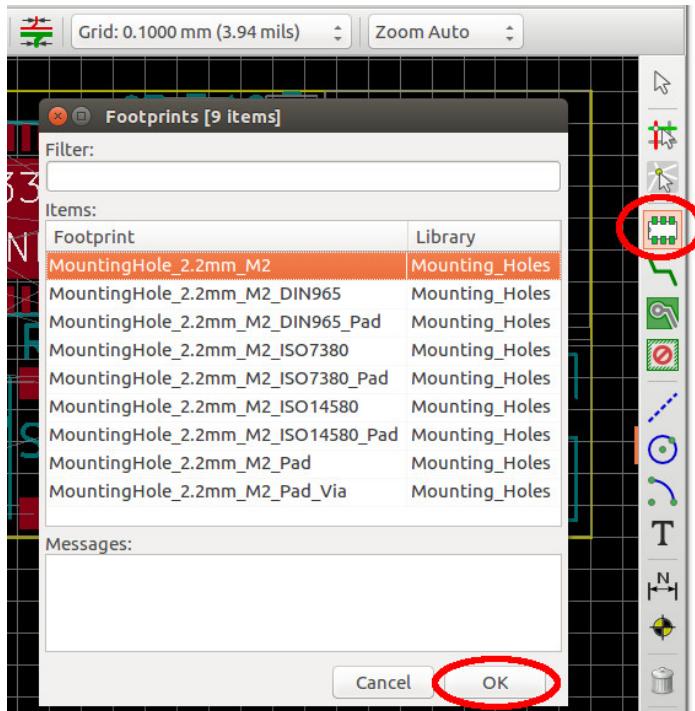
မကြိုက်လို့ပြန်ဖျက်ချင်ရင်တော့ Zone ရဲ့အနားသတ်ကို ကလစ်နိုပ် မှတ်ပြီး delete လုပ်လို့ရပါတယ်။

## ၂.၁၀ Mounting hole ထည့်ခြင်း

ဆားကစ်ဘူတ်မှာ ဝက်အူဆွဲဖို့ အပေါက် (Mounting Hole) ထည့်ချင်ရင် တော့ ညာဘက်ဘားက Add footprints ဆိုတဲ့ ကိရိယာကိုရွေးပြီး ကလစ်နိုပ် ထည့်နိုင်ပါမယ်။ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒီးမှာ ထည့်ချင်တဲ့ အရှယ်၊ ဥပမာ M2 ကိုရှိက်ထည့်ပြီး ပဲ ၂.၁၆ မှာပြထားသလို ရွေးချယ်ထည့်နိုင်ပါတယ်။

## ၂.၁၁ Microvia များထည့်ခြင်း

Microvia ဆိုတာကတော့ အလွှာအများကြီး ပါတဲ့ ဆားကစ်ဘူတ်တွေမှာ ကပ်ရပ် အလွှာ တွေကို ဆက်ပေးဖို့ လေဆာနဲ့ ဖောက်ထားတဲ့ အရှယ် အစား ၁၅၀ မို့က်ခရှိမီတာ ထက်သေးတဲ့ via လေးတွေပါ [4]။ အပေါ်ဆုံး လွှာနဲ့ အောက်ဆုံး အလွှာလို အထူကြီး ဖြစ်ပြီး အရမ်းဝေး နေတဲ့ အလွှာ တွေကို ဆက်လို့မရ ပါဘူး။ များသောအားဖြင့်တော့ အပေါ်ဆုံးလွှာနဲ့ သူ့ ကပ်ရပ် အလွှာကို ဆက်ဖို့သုံးကြပါတယ်။ ကပ်ရပ်ဖြစ်တဲ့ အတွင်းလွှာ တွေကိုလည်း ဆက်လို့ရတဲ့ အတွက် သူတို့ကို ထပ်သုံးကြတာမျိုးလည်း ရှိပါတယ်။



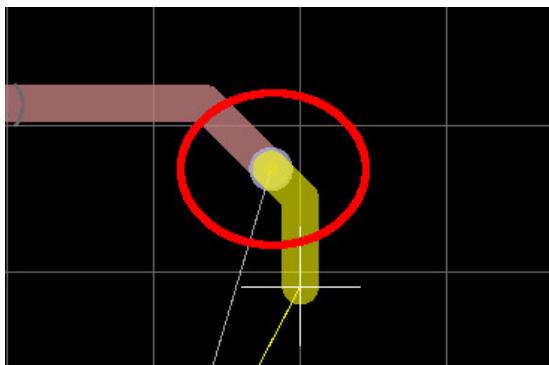
၂၁၆: Mounting hole ထည့်ခွင်း။

စစ်ခြင်း View → Switch Canvas to OpenGL ကို ရွေးထားလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Design Rules → Layers setup ကိုသွားပြီး Layer setup ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ ကြေးအလွှာကို င့် လွှာလို့ရွေးလိုက်ပါမယ်။ နောက်တခါ Design Rules → Design Rules ကိုနှိပ်ပြီး Design Rules Editor ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုး ပေါ်လာတဲ့ အခါ Global Design Rules ဆိုတဲ့ Tab ကို သွားလိုက်ပါမယ်။ အဲဒီမှာ ပုံ ၂.၁၇ မှာပြထားသလို Allow micro via ကို ရွေးထားပေးဖို့ လိုပါတယ်။



ပုံ ၂.၁၇: Microvia ကိုခွင့်ပြုခြင်း။

ပြီးတဲ့ အခါ အပေါ်ကြေးလွှာမှာ trace တစ်ခုဆွဲပြီး microvia ထားချင်တဲ့ နေရာမှာ ညာဘက်ကလစ်နှိပ်ပြီး Place Microvia ကို ရွေးလိုက်ရင် microvia တစ်ခု ရလာပြီး အောက်ကပ်ရပ် အလွှာမှာ ဆက်ဆွဲပါမယ်။ Ctrl+v ကို နှိပ်ရင်လည်း ရပါတယ် (ပုံ ၂.၁၈)။



ပုံ ၂.၁၈: Microvia ထည့်ခြင်း။

## ၂.၁၂ Blind/Buried Via များထည့်ခြင်း

ဆားကစ်ဘုတ်ပြားတွေမှာ ကြေးအလွှာတွေကို ဆက်ပေးတဲ့ via အမျိုး  
အစား တွေကို အောက်ပါအတိုင်း တွေ့နိုင်ပါတယ် [5]။

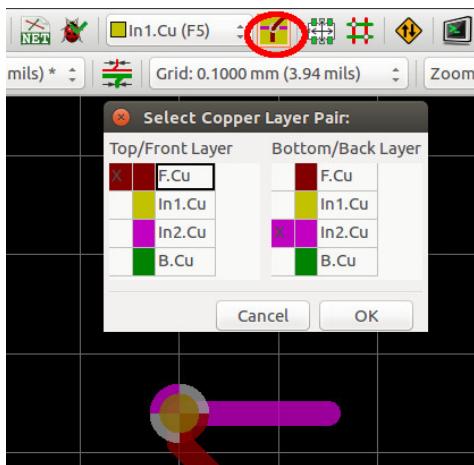
**Through hole via** ဒီအမျိုးအစားကတော့ အပေါ်ဆုံးကြေးအလွှာက  
နေ အောက်ဆုံး ကြေးအလွှာထိ ဖောက်ထွက် သွားပြီး အလွှာ အား  
လုံး ကနေ ဆက်နိုင်ပါတယ်။

**Blind via** သူကတော့ အပေါ်ဆုံး ဒါမှုမဟုတ် အောက်ဆုံး အလွှာကနေ  
စပြီး တစ်ခြားတစ်ဘက်ကို ထုတ်ချုပ်းဖောက် ထွက်မသွားပဲ ကြေး  
ထဲက အလွှာတစ်လွှာလွှာမှာ ရပ်ပြီး ဆက်ပေးတဲ့ via ပါ။

**Buried via** ဒီအမျိုးအစားကတော့ အတွင်းထဲက အလွှာအခြင်းခြင်းကို ဆက်ပေးပြီး အပြင်ဘက်ဆုံးအလွှာတွေကို ရောက်မလာတဲ့ via တွေပါ။

Blind/Buried Via တွေကို ဆွဲဖို့ အတွက် Design Rules → Design Rules ကို နှိပ်ပြီး Design Rules Editor ဆိုတဲ့ဝင်းဒါး ပေါ်လာတဲ့ အခါ Global Design Rules ဆိုတဲ့ Tab ကို သွားလိုက်ပါမယ်။ အဲဒါမှာ ပုံ ၂.၁၇ မှာပြထားသလို Allow blind/buried via ကို ရွှေးထားပေးဖို့ လိုပါတယ်။ နောက်တစ်ခါ အပေါ်ဘားက ကြေးအလွှာ ရွှေးတဲ့ drop down box ရဲ့ ဘားက ပုံ ၂.၁၉ မှာ ပြထားတဲ့ Select Copper Layer Pair အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပြီး၊ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒါးမှာ blind/buried via ဆက်ပေးစေချင်တဲ့ အလွှာတွေကို ရွှေးပေးနိုင်ပါတယ်။

Trace ဆွဲပြီး blind/buried via ထားချင်တဲ့ နေရာမှာ ညာဘက် က လစ်နိုပ်ပြီး Place Blind/Buried Via ကို ရွှေးပေးလိုက်ရင် ခုနကရွှေးထား တဲ့ အလွှာတွေကို ဆက်ပေးတဲ့ via ရလာမှာပါ။ Shift+Alt+V ကိုးကိုနှိပ် ရင်လည်း ရပါတယ်။ ပုံ ၂.၁၉ မှာ ပြထားတဲ့ via မှာလို အပြင်အရစ်က အရောင် နှစ်ရောင်က ဆက်ထားတဲ့ ကြေးအလွှာတွေရဲ့ အရောင်တွေကို ကိုယ်စားပြုဖော်ပြန်ပါမယ်။ ဆားကစ်ပြား ထုတ်လုပ်ဖို့ drill ဖိုင်တွေ ထုတ်တဲ့ အခါမှာ လည်း Blind/Buried Via တွေဆက်ထားတဲ့ အလွှာအတွဲ တွေအတွက် drill ဖိုင်တွေလိုပြီး KiCad ကအလိုအလျောက် ထုတ်ပေးပါ လိမ့်မယ်။



ဤ ဂုဏ်ပြန်ခြင်း  
၂၁၃. Blind/Buried Via များထည့်ခွင့်



## **အချို့ ၈**

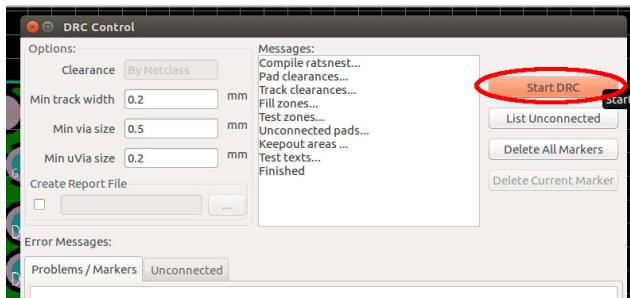
# **ဆားကစ်ဘူတ်ကို စစ်ဆေးပြင်ဆင်ခြင်း**

## **၈.၁ ဒီဇိုင်းကို စစ်ဆေးခြင်း**

ဆွဲပြီးလို့ရလာတဲ့ ဒီဇိုင်းကို စစ်ဖို့ အပေါ်ဘားက Perform design rules check ဆိုတဲ့ ပိုးကောင်ပုံနဲ့ ကိုရိယာလေးကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ DRC Control ဆိုတဲ့ ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့ အခါ Start DRC ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီး စစ်လိုက်ပါမယ်။ အဲဒီအခါ Messages ဆိုတဲ့ နေရာမှာ ပေါ်လာတဲ့ အတိုင်း စည်းမျဉ်းနဲ့ ကိုက်မကိုက် အကုန်စစ်ပါတယ်။

ပြီးတဲ့ အခါ အောက်က Error messages မှာ ရှိတဲ့ ပြဿနာတွေကို

ပြပါလိမ့်မယ်။ ပြသောပေါ်မှာ ကလစ်နှစ်ခါနိုပ်လိုက်ရင် အယ်ဒီတာ ပေါ်မှာ အဲဒီ ပြသောရှိတဲ့ နေရာကို မြားအနီးလေးနဲ့ ညွှန်ပြပါလိမ့်မယ်။ List Unconnected ခလုတ်ကို နိုပ်လိုက်ရင်လည်း ဆက်ဖို့ ကျွန်ုနော မေ့နေတဲ့ ဟာတွေကို ပြပါလိမ့်မယ်။ အမှား မရှိတော့တဲ့ ပြင်တာစစ်တာ တွေကို လုပ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၈.၁)။

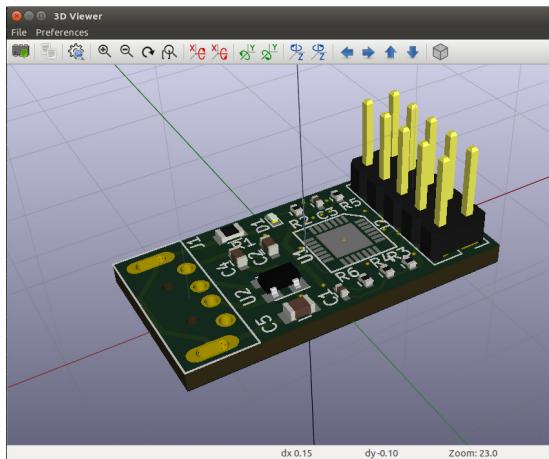


ပုံ ၈.၁: Ground plane ဖြည့်ပြီးသည့်အခါရလာသည့် ဆားကစ်ဘူတ်။

## ၈.J 3D မြင်ကွင်းဖွင့်ကြည့်ခြင်း

View → 3D Viewr ကို နိုပ်လိုက်ရင် ဆားကစ်ဘူတ်ကို ပုံ ၈.J မှာ ပြထားသလို 3D Viewer ဝင်းဒီးမှာ ပြပါလိမ့်မယ်။ မောက်ကလစ်ကို ဖွဲ့စွဲပြီး ကြည့်ချင်တဲ့ ရှုထောင့်ကနေပြောင်းကြည့်နိုင်ပါတယ်။

အပေါ်ဘားက ခွေးသွားစိတ်ပုံ Set display options, and some



ပုံ ၈.၂၂: 3D Viewer ဖွင့်ကြည့်ခြင်း။

layers visibility ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှင့်လိုက်ရင် 3D display options ဆိုတဲ့ ဝင်းဒီးပေါ်လာမှာဖြစ်ပြီး အဲဒီမှာ လိုအပ်သလို ပြုပြင် ကြည့်ရှုနိုင်ပါတယ်။

## ၈.၃ Gerber ဖိုင်များထုတ်ခြင်း

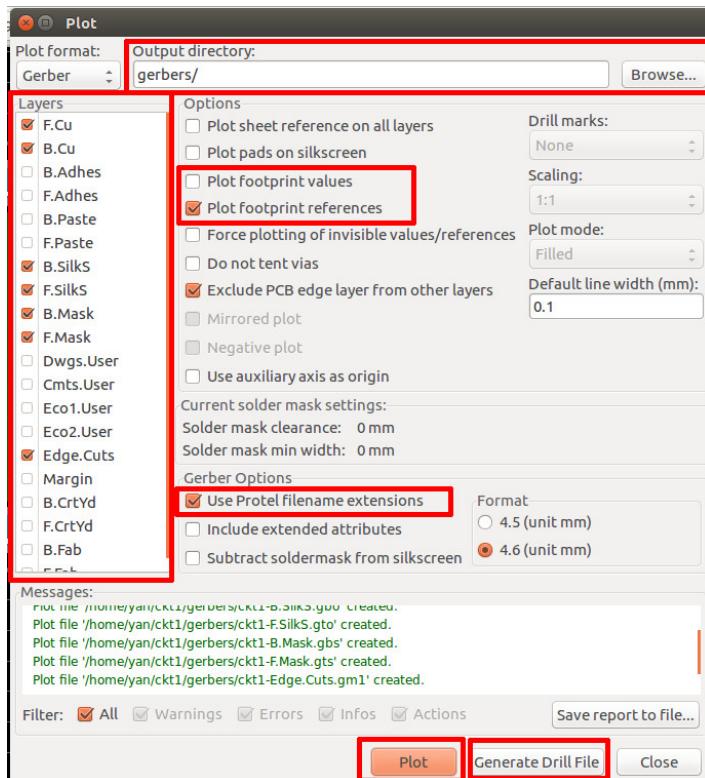
ဆားကစ်ဘူတ် ဒီဇိုင်းလုပ်ပြီးတဲ့ အခါ ဆားကစ်ဘူတ်ထုတ်လုပ်သူ (PCB manufacturer) တွေကို Gerber ဖိုင်များလှမ်းပို့ဖို့ လိုပါတယ်။ အဲဒီအ တွက် Pcbnew အယ်ဒီတာရဲ့ File → Plot ကို နှိပ်လိုက်ရင် Plot ဝင်းဒီးပေါ်လာပါမယ်။ နမူနာ ပုံမှာတော့ အလွှာနှစ်လွှာပဲ လိုတဲ့အတွက် Design

Rules → Layer: Setup မှာ Copper layers ကို 2 layers လိုသတ်မှတ်ခဲ့ပါတယ်။ အဲဒါကြာ့ငွေ Plot ဝင်းနှီးမှာ အောက်ကပဲ ၈.၃ မှာ ပြထားသလို Gerber ဖိုင်ထုတ်မယ့် အလွှာတွေကို ရွှေးလိုက်ပါတယ်။

ပုံမှန် အလွှာနှစ်ခုပါတဲ့ ဆားကစ်ဘူတ်တွေအတွက် အောက်က အလွှာတွေကိုပဲ ထုတ်ဖို့လိုပါတယ်။ ကြားထဲမှာ ကြေးအလွှာတွေပါလာရင် အဲဒါတွေကို ထပ်မှတ်လိုက်ရုံပါပဲ။

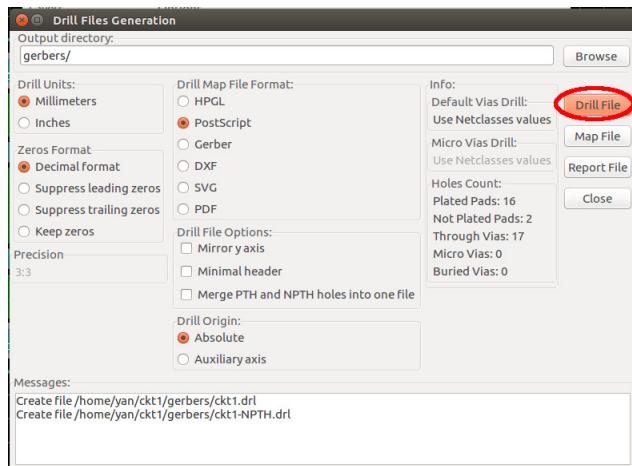
- Bottom Layer (B.Cu)
- Top layer (F.Cu)
- Top overlay (F.SilkS)
- Bottom Solder Resist (B.Mask)
- Top Solder Resist (F.Mask)
- Edges (Edge.Cuts)

ပြီးရင် Browse ခလုတ်ကို နှုပ်ပြီး ဖိုင်အခန်းတစ်ခု ဖွဲ့ပြီး သိမ်းဖို့သတ်မှတ်လိုက်ပါတယ်။ Use Protel filename extensions ကို သုံးနှုန်ပါတယ်။ အပေါ်နားက Options မှာ Plot footprint values ကို ဖြုတ်နှင်ပါတယ်။ ပြီးရင် Plot ခလုတ်ကို နှုပ်လိုက်တဲ့ အခါ Messages မှာ ဖန်တီးလိုက်တဲ့ ဖိုင်တွေစာရင်းပေါ်လာပါမယ်။



ပုံ ၈၃: Gerber ဖိုင်များထုတ်ခြင်း။

ပြီးတဲ့ အခါ အဲဒီ Plot ဝင်းဒီးမှာပဲ Generate Drill File ဆိုတဲ့ ခလုတ် ကို နှိပ်လိုက်ရင် Drill File Generation ဝင်းဒီးထပ်ပေါ်လာပါမယ် (ပုံ ၈.၄)။ Browse ခလုတ်နှိပ်ပြီး သိမ်းမယ့်နေရာ သတ်မှတ်ပြီးရင် Drill File ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကို နှိပ်လိုက်ရင် လိုအပ်တဲ့ Drill ဖိုင် တွေကို KiCad ၏ အလိုအ လျောက် အားလုံးထုတ်ပေးသွားမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ Blind vias တွေပါတဲ့ အလွှာအများကြီးပါတဲ့ ဘူတ်တွေမှာတောင် လိုအပ်တဲ့ Drill ဖိုင်အတွဲတွေ အားလုံးကို အလိုအလျောက် ထုတ်ပေးနိုင်တာကို တွေ့ရပါတယ်။



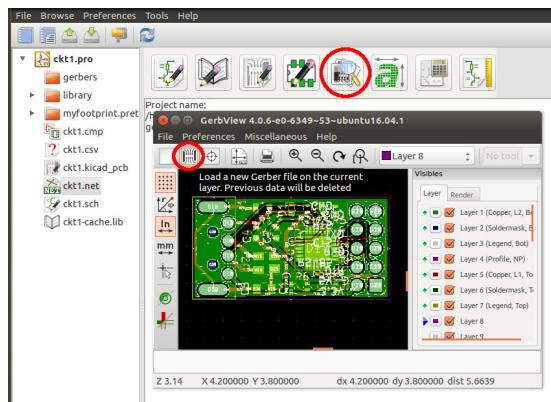
ပုံ ၈.၄: Drill ဖိုင်များထုတ်ခြင်း။

တစ်ခြား Flexible Printed Circuits (FPC) လို မျိုးတွေအတွက်ဆိုရင် rigid support ထည့်ချင်တဲ့ နေရာတွေကို Dwgs.User အစရှိတဲ့ အလွှာ

တွေမှာ ဆွဲပြီး Gerber ထုတ်ပေးနိုင်ပါတယ်။

## ၈.၄ GerbView ဖြင့်ကြည့်ခြင်း

ထုတ်လိုက်တဲ့ Gerber ဖိုင်တွေကို ပြန်ကြည့်ဖို့ KiCad ပရောဂျက် မန်နေဂျာ ကနေ အပေါ်ဘားက GerbView ဆိုတဲ့ ဆောဖဲ့ ကိုရိယာကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ GerbView ဝင်းဒီးပေါ်လာတဲ့ အခါ သူရဲ့ အပေါ်ဘားက Load a new Gerber file ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နိုင်ပြီး စစ်လိုတဲ့ Gerber ဖိုင်တွေ ကို ဖွင့်နိုင်ပါတယ်။ ဖွင့်လိုက်တဲ့ ဖိုင်တွေကို ပုံ ၈.၅ မှာလို အားလုံး ထပ်ပြီး ပြန်ပါမယ်။ ညာဘက်က စာရင်းကနေ ကြည့်လိုတာကို မှတ်၊ ကွယ်ထား ချင်တာကို ဖြုတ်ပြီး ပိုင်များကို သေချာစွာ စစ်ဆေးနိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၈.၅: Gerber ပိုင်များအားစစ်ခြင်း။



# **Appendix A**

## **နောက်ဆက်တွဲ**

### **၁.၁ စကားလုံးဖွင့်ဆိုချက်များ**

ကိုယ်ပိုင်း၊ ကိုယ်ပိုင်းအတွက်..... Key

ကြော်ချော်..... Copper layer

ဂရောင်း..... Ground

ဆားကစ်ဘူတ် ..... PCB: Printed Circuit Board

ဆောဖို့ ..... Software

ပတ်လမ်းသရောက်တပံ့..... schematic

ဖိုင်အခန်း..... directory, folder

မောက်စံ .....

mouse

ဝင်္ဂီဒီ..... window

အစိတ်အပိုင်း..... component

အိုက်ကွန်..... Icon

# အကိုးအကားများ

- [1] The KiCad Team, "Getting started in kicad," [http://kicad-pcb.org/help/documentation/.](http://kicad-pcb.org/help/documentation/>.)
- [2] NXP, "Lpc82x datasheet," [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/LPC82X.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC82X.pdf).
- [3] Silicon Labs, "Cp2102n datasheet," <https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/cp2102n-datasheet.pdf>.
- [4] Wikipedia, "Microvia," <https://en.wikipedia.org/wiki/Microvia>.
- [5] AllPCB, "How much do you know about pcb vias?," <http://www.allpcb.com/pcb/vias.html>.