

KiCad အားစတင်အသုံးပြုခြင်း



ဆားကစ်ဘုတ်ပြားများပြုလုပ်ဖန်တီးမှု

ကိုအေး

Yan Naing Aye @ ကိုအေး

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

Typeset with \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 နမူနာ ပရောဂျက်ဖိုင် များနှင့် အမှား

ပြင်ဆင်ချက်တို့ကို <https://github.com/yan9a/KiCad> တွင် တွေ့နိုင်သည်။

ဤစာအုပ်ကို လွတ်လပ်စွာ ကူးယူ၊ ဖြန့်ဝေ၊ အသုံးပြုနိုင်သည်။ ခွင့်ပြုထားသော လိုင်စင်မှာ CC-BY-4.0 ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် သင့်တင့်လျောက်ပတ်သော အသိအမှတ်ပြုမှု credit နှင့် link ဖော်ပြရန်လိုသည်။ အသေးစိတ်ကို <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> တွင်တွေ့နိုင်သည်။

မာတိကာ

မာတိကာ	i
၁ မိတ်ဆက်	၁
၁.၁ KiCad တွင်ပါဝင်သော ဆော့ဖ်ဝဲကိရိယာများ	၂
၁.၂ Installing KiCad	၄
၂ လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်	၇
၂.၁ အခြေခံလုပ်ငန်းအဆင့်များ	၈
၃ သင်္ကေတပုံဆွဲခြင်း	၉
၃.၁ Eeschema ကိုအသုံးပြုခြင်း	၁၀
၃.၂ အစိတ်အပိုင်းများထည့်ခြင်း	၁၁
၃.၂.၁ လိုင်ဘရီများထပ်ဖြည့်ခြင်း	၁၅
၃.၃ ပါဝါငုတ်များ	၁၅

၃.၄	ဝါယာများဆက်သွယ်ခြင်း	၁၆
၃.၅	ပါဝါ flag များပြခြင်း	၁၇
၃.၆	မှတ်ချက်များ	၁၉
၃.၇	အညွှန်းများ	၂၀
၃.၈	အစိတ်အပိုင်းများအားမှတ်သားခြင်း	၂၁

၄ သင်္ကေတများပြုလုပ်ခြင်း ၂၃

၄.၁	Library Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း	၂၄
၄.၁.၁	ပင်များထည့်ခြင်း	၂၆
၄.၁.၂	ပုံစံဆွဲခြင်း	၂၈
၄.၁.၃	တန်ဖိုးများထည့်ခြင်း	၂၈
၄.၁.၄	သိမ်းဆည်းခြင်း	၃၀
၄.၂	ရှိပြီးလိုင်ဘရီအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း	၃၁
၄.၃	quicklib သုံး၍ဖန်တီးခြင်း	၃၃

၅ ခြေရာများပြုလုပ်ခြင်း ၃၅

၅.၁	PCB Footprint Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း	၃၆
၅.၁.၁	ခြေရာအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း	၃၆
၅.၁.၂	Pad များထည့်သွင်းခြင်း	၃၇
၅.၁.၃	ခြေရာအနားသတ်လိုင်းများဆွဲခြင်း	၄၀
၅.၂	ရှိပြီးခြေရာအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း	၄၁

၆ သင်္ကေတပုံစံဆေးပြင်ဆင်ခြင်း	၄၅
၆.၁ အမှားစစ်ရန် Electrical Rules Check လုပ်ခြင်း	၄၅
၆.၂ Netlist ထုတ်ခြင်း	၄၇
၆.၃ Cvpdb ဖြင့် ခြေရာများတွဲစပ်ခြင်း	၄၈
၆.၃.၁ ခြေရာ အမျိုးအစားခွဲထုတ်ရှာဖွေခြင်း	၄၉
၆.၃.၂ ခြေရာပုံစံကိုကြည့်ရှုတိုက်ဆိုင်ခြင်း	၅၀
၆.၄ Bill of Materials ပြုလုပ်ခြင်း	၅၁
၆.၅ စာရွက်များခွဲ၍ဆွဲခြင်း	၅၃
 ၇ ဆားကစ်ဘုတ်ဆွဲခြင်း	 ၅၇
၇.၁ Pcbnew ကိုအသုံးပြုခြင်း	၅၇
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	၇၄
၇.၁၁ Microvia များထည့်ခြင်း	၇၄

၇.၁၂ Blind/Buried Via များထည့်ခြင်း	၇၇
၈ ဆားကစ်ဘုတ်ကို စစ်ဆေးပြင်ဆင်ခြင်း	၈၁
၈.၁ ဒီဇိုင်းကို စစ်ဆေးခြင်း	၈၁
၈.၂ 3D မြင်ကွင်းဖြင့်ကြည့်ခြင်း	၈၂
၈.၃ Gerber ဖိုင်များထုတ်ခြင်း	၈၃
၈.၄ GerbView ဖြင့်ကြည့်ခြင်း	၈၇
A နောက်ဆက်တွဲ	၈၉
၁.၁ စကားလုံးဖွင့်ဆိုချက်များ	၈၉
အကိုးအကားများ	၉၁

အခန်း ၁

မိတ်ဆက်

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

Windows ၊ Linux နဲ့ Mac OSX အစရှိတဲ့ ပလက်ဖောင်း အမျိုးမျိုးပေါ် မှာသုံးလို့ရပါတယ်။ အီလက်ထရောနစ် ဆားကစ်တွေ အတွက် ပတ်လမ်း သင်္ကေတပုံ (schematic) တွေဆွဲလို့ရပြီး၊ ဒီဇိုင်းမှန်ကန်မှု ကိုလည်း ပြန်စစ် လို့ရပါတယ်။ နောက်တစ်ခါ PCB (Print Circuit Board) ဆားကစ်ဘုတ် တွေကိုပါ တခါတည်း ဒီဇိုင်းလုပ်လို့ရပြီး ထုတ်လုပ်ရာမှာသုံးဖို့ အတွက် Gerber ဖိုင်တွေ နဲ့ ပစ္စည်းစာရင်း (Bill of materials) ပါတစ်ခါတည်း ထုတ်ပေး နိုင်ပါတယ်။ မထုတ်လုပ်ခင် Gerber files တွေကို ကြည့်လို့

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

တချို့ဆော့ဖ်ဝဲတွေလိုအရွယ်၊ အလွှာအရေတွက်ကန့်သတ်မှုမရှိပဲ စီးပွားရေးအတွက်ပဲဖြစ်ဖြစ်အလကားသုံးလိုရတာက KiCad ရဲ့အဓိက ကောင်းမွန်တဲ့အချက်ပါ။ PCB ဒီဇိုင်းတွေဆွဲတဲ့အခါ nanometer အရွယ် လောက်ထိတိကျမှုနဲ့နှစ်မီတာခွဲလောက်အရှည်ထိဆွဲနိုင်ပါတယ်။ PCB မှာအလွှာတွေအများကြီးထည့်သွင်းဒီဇိုင်းလုပ်တဲ့အခါကြေးအလွှာ၃၂ လွှာထိဒီဇိုင်းလုပ်နိုင်ပါတယ် [1]။

၁.၁ KiCad တွင်ပါဝင်သော ဆော့ဖ်ဝဲကိရိယာများ

KiCad ဆော့ဖ်ဝဲတွဲမှာ ဒီဇိုင်းအလုပ်အမျိုးမျိုးအတွက်ဆော့ဖ်ဝဲကိရိယာ အမျိုးမျိုးပါဝင်ပြီး၊ သူတို့ကိုဇယား ၁.၁ မှာပြထားပါတယ်။

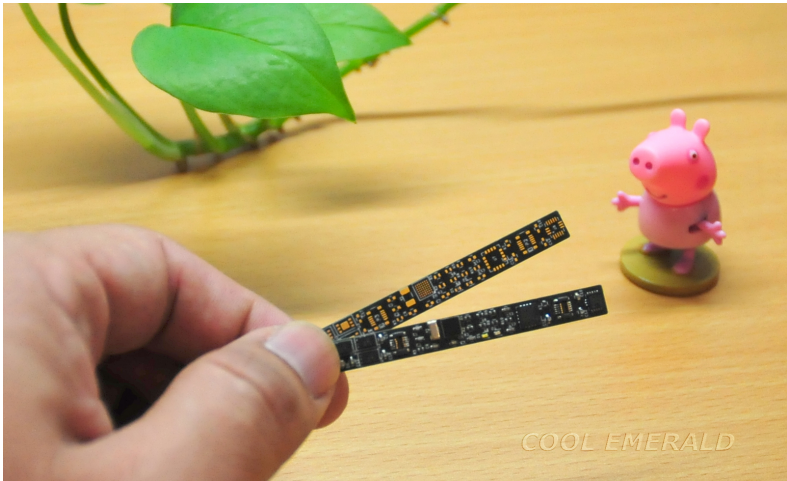
အခုအချိန်မှာ KiCad ကရှုပ်ထွေးတဲ့ဆားကစ်ဒီဇိုင်းတွေဖန်တီးဖို့အတွက်တော်တော်ပြည့်စုံကောင်းမွန်နေပြီလို့ပြောလိုရပါတယ်။ PCB တွေထုတ်လုပ်ဖို့လိုအပ်တဲ့ Gerber ဖိုင်၊ Drilling ဖိုင်၊ အစိတ်အပိုင်းအထားအသိုဖိုင်စတာတွေအကုန်လုံးကိုဖန်တီးနိုင်ပါတယ်။

အောက်ကပုံ ၁.၁ ကတော့ကျွန်တော်လုပ်ထားတဲ့အလွှာ ၈ လွှာပါတဲ့ ဆားကစ်ဘုတ်လေးပါ။ WLCSP (Wafer Level Chip-Scale Package) နဲ့ BGA (Ball Grid Array) ခြေရာရဲ့pitch က 0.4 mm ပဲရှိပြီး၊ Via တွေ၊ trace တွေနဲ့ clearance က 100 μ m အရွယ်ပဲရှိပါတယ်။ အထဲမှာဆက်သွယ်တဲ့လမ်းကြောင်းလေးတွေကရာချီပြီးဆက်ရတော့မေ့ကျန်

Table ၁.၁: သီးခြား ဆော့ဖ်ဝဲကိရိယာများ။

ပရိုဂရမ်	ဖော်ပြချက်	ဖိုင်အမည်
KiCad	ပရောဂျက်မန်နေဂျာ	*.pro
Eeschema	ပတ်လမ်းပုံ (schematic) နှင့် အစိတ်အပိုင်း (component) အယ်ဒီတာ	*.sch, *.lib, *.net
CvPcb	ဆားကစ်ပတ်လမ်းရှိ အစိတ်အပိုင်းများ၏ ခြေရာပုံစံ (footprint) ရွေးချယ်ပေးသူ	*.net
Pcbnew	ဆားကစ်ဘုတ် အယ်ဒီတာ	*.kicad_pcb
GerbView	Gerber ပုံဖော်ပြသည့် ကိရိယာ	ပုံမှန် Gerber ဖိုင်များ
Bitmap2Component	bitmap ပုံများကို အစိတ်အပိုင်းခြေရာ အဖြစ်ပြောင်းပေးသည့် ကိရိယာ	*.lib, *.ki- cad_mod, *.kicad_wks
PCB Calculator	အစိတ်အပိုင်းများ၊ လမ်းကြောင်းအကျယ်၊ အကွာအခြား၊ ကာလာကုန်၊ စသည်တို့ကို တွက်ချက်ပေးသည့် ကိရိယာ	မရှိ
PI Editor	စာမျက်နှာ အထားအသို အယ်ဒီတာ	*.kicad_wks

တာတွေ ရှိခဲ့ပေမယ့်၊ KiCad ရဲ့ Design Rules Check အကူအညီနဲ့ အမှား အားလုံး အလွယ်တကူ ပြန်စစ်၊ ပြန်ပြင်နိုင်ခဲ့ပါတယ်။ KiCad နဲ့ ဒီဇိုင်းလုပ် ပြီးရလာ တဲ့ဆားကစ်ဘုတ်လေးဟာ အလုပ်လုပ်ပြီး ကောင်းမွန်သပ်ရပ် အဆင်ပြေ တာကို တွေ့ရပါတယ်။



ပုံ ၁.၁: KiCad ဖြင့်ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသော ဆားကစ်ဘုတ် ဒီဇိုင်းတစ်ခု။

၁.၂ Installing KiCad

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

မှာတွေ့နိုင်ပါတယ်။

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

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

KiCad ကို Ubuntu Linux ပေါ်မှာ တပ်ဆင်မယ်ဆိုရင်တော့ အောက်ပါစာရင်း ၁.၁ ထဲက command တွေ terminal မှာရိုက်ပြီး ထည့်သွင်းနိုင်ပါ 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 တွင် Terminal သုံး၍ တပ်ဆင်ခြင်း။

အခန်း ၂

လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

KiCad မှာ ထူးခြားတဲ့ အချက်က အီလက်ထရောနစ် အစိတ်အပိုင်း တွေရဲ့ သင်္ကေတပုံ နဲ့ ခြေရာက သီးသန့်စီ ရှိနေတာဖြစ်ပါတယ်။ KiCad နဲ့ ဒီဇိုင်း တစ်ခု ဆွဲတဲ့ အခါ အဓိကအလုပ် နှစ်ခုက ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံ ဆွဲတာနဲ့ အစိတ်အပိုင်း တွေရဲ့အထားအသိုကို ဆွဲတာ ဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒါတွေဆွဲတဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်း လိုင်ဘရီ တွေရော၊ ခြေရာပုံစံလိုင်ဘရီတွေပါ သုံးဖို့လို ပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်း အများစုအတွက် လိုင်ဘရီတွေ ရှိပြီးသား များပေ မယ့်၊ မရှိသေး ရင်လည်း အလွယ်တကူ ဖန်တီးဖို့ ကိရိယာတွေ ပါဝင်ပါ တယ်။ <http://kicad.rohrbacher.net/quicklib.php> မှာလည်း KiCad အတွက် အစိတ်အပိုင်းတွေကို အလွယ်တကူ ဖန်တီးလို့ရပါတယ်။

၂.၁ အခြေခံလုပ်ငန်းအဆင့်များ

KiCad ရဲ့ ဒီဇိုင်းလုပ်ငန်း အဆင့်ဆင့်ကို အခြေခံအနေနဲ့ အောက်ပါ အတိုင်း တွေ့နိုင်ပါတယ်။

- ပရောဂျက် ဖန်တီးခြင်း၊
- eeschema သုံး၍ ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံ ဖန်တီးခြင်း၊
- netlist သုံး၍ သင်္ကေတများအတွက် ခြေရာပုံစံ သတ်မှတ်ခြင်း၊
- pcbnew သုံး၍ ဆားကစ်ဘုတ် ဖန်တီးခြင်း၊
- Design Rule Check ကိုသုံး၍ ဆားကစ်ဘုတ်ကို စစ်ဆေးခြင်း၊
- ထုတ်လုပ်ရေးအတွက် လိုအပ်သောဖိုင်များကို ပြုလုပ်ခြင်း၊

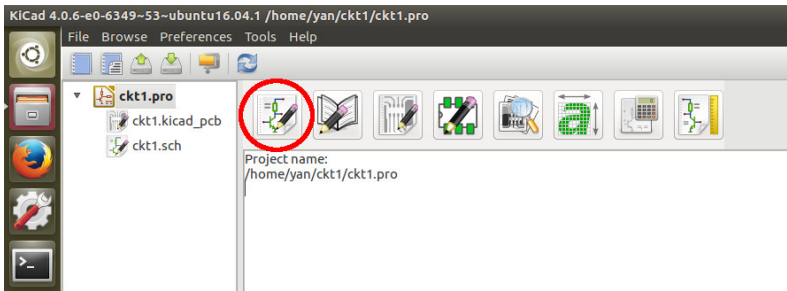
တို့ဖြစ်ပါတယ်။

အခန်း ၃

သင်္ကေတပုံဆွဲခြင်း

KiCad ဆော့ဖ်ဝဲကို ဖွင့်လိုက်ရင် သူ့ရဲ့ပရောဂျက် မန်နေဂျာ ဝင်းဒိုး ပေါ်လာပါမယ်။ ပရောဂျက်အသစ်တစ်ခုကို ဖန်တီးဖို့အတွက် File → New Project → New Project ကိုနှိပ်ပါမယ်။ ပရောဂျက်ရဲ့နာမည်ကို ckt1 စတဲ့ နာမည်တစ်ခုခု ပေးလိုက်တဲ့ အခါ အဲဒီနာမည်နဲ့ extension “.pro” နဲ့ ပရောဂျက်ဖိုင်တစ်ခု အလိုအလျောက် ဖန်တီး ပေးပါတယ်။ KiCad က ပရောဂျက်ဖိုင်အားလုံးကို အဲဒီ ဖိုင်အခန်းထဲမှာပဲ သိမ်းပေးပါမယ်။

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

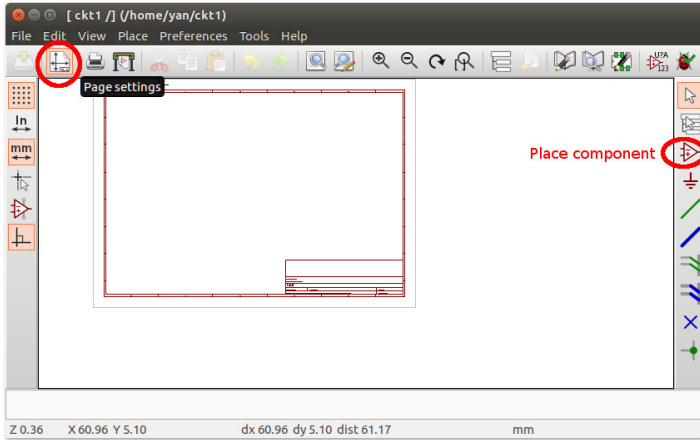


ပုံ ၃.၁: Eeschema ကိရိယာ။

၃.၁ Eeschema ကိုအသုံးပြုခြင်း

Eeschema ကိရိယာ icon ပေါ်မှာနှိပ်ပြီး၊ Eeschema က ဝင်းဒိုး အသစ် တစ်ခု အနေနဲ့ ပွင့်လာတဲ့ အခါ အဲ့ဒီမှာ ပတ်လမ်း သင်္ကေတပုံ အသစ် တစ် ခုဖန်တီး ပါမယ်။ စစ်ခြင်း ပုံ ၃.၂ မှာပြထားတဲ့ အတိုင်း tool bar ပေါ်က page settings ကိုနှိပ်ပြီး စာမျက်နှာ အရွယ်အစားကို A4 လို့ ရွေးလိုက် ပါမယ်။ ပုံရဲ့ခေါင်းစဉ်ကို ckt1 စသဖြင့် လိုချင်တာတွေကို ဖြည့် နိုင်ပါတယ်။ အဲ့ဒီအခါ ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံရဲ့ညာဘက်အောက်ထောင့် မှာ အလိုက်သင့် ပေါ်လာ တာကို တွေ့ရ ပါမယ်။ File → Save Schematic Project ကို နှိပ် လိုက် တဲ့အခါ ဖိုင်နာမည်မှာ ".sch" ထပ်ဆက်ပြီး သိမ်းပေး ပါမယ်။

နေရာအလွတ်ပေါ်မှာ ညာဖက်ကလစ်နှိပ်ပြီး Grid Select ကိုရွေးပြီး grid အရွယ်အစားကို သတ်မှတ်နိုင်ပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်းတွေကို ပုံမှာ



ပုံ ၃.၂: Schematic တစ်ခုဖန်တီးခြင်း။

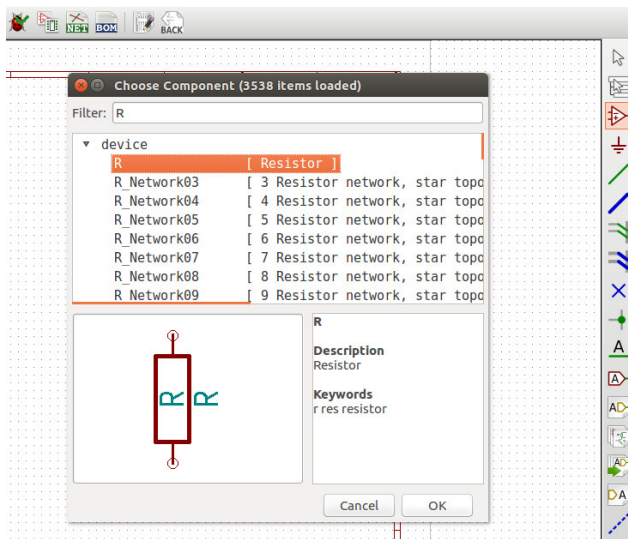
ထားတဲ့ အခါ grid လိုင်းရှိတဲ့ဆီ အလိုအလျောက် ကပ်ကပ်သွားတာကို တွေ့နိုင်ပါတယ်။ ပုံမှန်အားဖြင့်တော့ 50 mils grid ကိုသုံးကြပါတယ်။

၃.၂ အစိတ်အပိုင်းများထည့်ခြင်း

ပထမဆုံး အီလက်ထရောနစ်အစိတ်အပိုင်းလေးတစ်ခုကို ပုံမှာထားပါမယ်။ အဲ့ဒီအတွက် ပုံ ၃.၂ မှာပြထားသလို ညာဖက် tool bar ပေါ်က Place-ment component ကိုနှိပ်ပါမယ်။ ဖြတ်လမ်းနည်းနဲ့ ကီးဘုတ် a ခလုတ် ကိုနှိပ်လိုက်ရင်လည်း အတူတူပါပဲ။ ဖြတ်လမ်းခလုတ် စာရင်းကို ကြည့်ချင်ရင် ? ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီး ကြည့်လို့ ရပါတယ်။ ဖြတ်လမ်းခလုတ် တွေကို

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

အဲဒီနောက် ပုံရဲ့စာမျက်နှာ အလယ်နားလောက် ကလစ်နှိပ်လိုက်ရင် Choose Component ဝင်းဒိုး ပေါ်လာပါမယ်။ Resistor တစ်ခု ထားကြည့်ဖို့ အတွက် Filter မှာ R လို့ ရိုက်လိုက်တဲ့အခါ device ဆိုတဲ့ခေါင်းစဉ်အောက်မှာ resistor ပေါ်လာတာကို ရွေးနိုင်ပါတယ်။ device က လိုင်ဘရီနာမည် ဖြစ်ပြီး၊ သူက အသုံးများတဲ့ ပုံမှန် အစိတ်အပိုင်းတွေ တော်တော်များများပါတဲ့ လိုင်ဘရီတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။



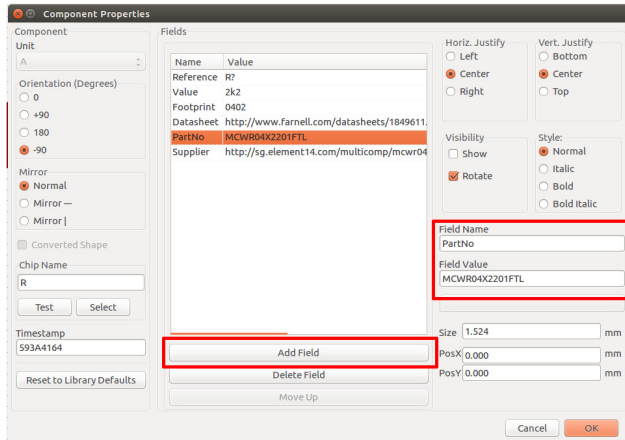
ပုံ ၃.၃: Resistor တစ်ခုကိုနေရာချထားခြင်း။

Resistor ကိုရွေးပြီး အိုကေ ခလုတ်ကို နှိပ်လိုပဲဖြစ်ဖြစ်၊ ကလစ် နှစ်ခါ နှိပ်ပြီး ဖြစ်ဖြစ် Choose Component ဝင်းဒိုးကို ပိတ်ပြီးတဲ့ အခါ ၊ စာရွက် ပေါ်မှာ ထားချင်တဲ့နေရာကို ကလစ်နှိပ်ပြီး ထားလိုရပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်း လေး ကို ချဲ့ပြီးကြည့်ချင်ရင် အပေါ်ဘားက မှန်ဘီလူးကို နှိပ်ပြီးပဲဖြစ်ဖြစ်၊ မောက်စ် အလယ်က ဘီးကို လှည့်ပြီးပဲဖြစ်ဖြစ် ချဲ့ကြည့်လိုရပါတယ်။ နေရာ ရွှေ့ကြည့် ချင်ရင်တော့ အလယ်ဘီးကိုနှိပ်ပြီး ဖိဆွဲပြီးကြည့်လိုရပါတယ်။

အစိတ်အပိုင်းလေး ရဲ့အနေအထားကို လှည့်ချင်ရင် သူ့အပေါ်မှာ မောက်စ် ရဲ့မြှားကိုထားပြီး ကီးဘုတ်က r ခလုတ်ကိုနှိပ်လိုက်ပြီး လှည့်လိုရပါတယ်။ နောက်တခါ x ကိုနှိပ်ပြီး ရေပြင်ညီလိုင်းကိုအခြေပြုပြီး လှန်လိုရပါတယ်။ y ကိုနှိပ်ရင်တော့ ဒေါင်လိုက်လိုင်းကို အခြေပြုပြီး လှန်သွားမှာဖြစ်ပါတယ်။

v ကိုနှိပ်ပြီး အစိတ်အပိုင်းရဲ့တန်ဖိုးကို ထည့်လိုရပါတယ်။ နောက်တစ် နည်း အနေနဲ့ အစိတ်အပိုင်းပေါ် ညာဘက်ကလစ်နှိပ်ပြီး Edit Component → Edit ကိုနှိပ်ပါမယ်။ e ကိုနှိပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။

ပေါ်လာတဲ့ Component Properties ဝင်းဒိုးထဲမှာ သူ့ရဲ့တန်ဖိုးအမည်ကို မှတ်ပြီး၊ ညာဖက်မှာ အချက်အလက်တွေကို Field Value မှာထည့်နိုင်ပါတယ်။ ထပ်ထည့်ချင်တဲ့ အချက်အလက်တွေရှိရင်လည်း Add Field ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး ထပ်ဖြည့်လိုရပါတယ်။ ဒီနမူနာမှာ Supplier နဲ့ PartNo ကိုထပ်ဖြည့်လိုက်ပါတယ်။ Bill of Materials ထုတ်တဲ့အခါကျရင် ထည့်လို့ ရဖို့အတွက်လည်း ပါပါတယ် (ပုံ ၃.၄)။



ပုံ ၃.၄: အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု၏ အချက်အလက်များထည့်ခြင်း။

နောက်ထပ် အစိတ်အပိုင်းတစ်ခု ထပ်ထည့်မယ်ဆိုရင် ကလစ်ထပ်နှိပ် လိုက်ရုံပါပဲ။ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ ဒီတခါမှာတော့ ခုနက ထည့်ထားတဲ့ R ကို History ဆိုတဲ့ ခေါင်းစဉ်အောက်မှာ ရှာစရာမလိုပဲ အလွယ်တကူ တွေ့နေရမှာပါ။

မှားထည့်မိတဲ့ အစိတ်အပိုင်းကို ပြန်ဖျက်ချင်ရင်တော့ သူ့အပေါ်မှာ ညာဖက် ခလုတ်နှိပ်ပြီး Delete ကိုရွေးနိုင်ပါတယ်။ အဲ့လိုမလုပ်ပဲ မောက်စ် ရဲ့မြားကို သူ့အပေါ်မှာထားပြီး ကီးဘုတ်က delete ခလုတ်ကိုနှိပ် ရင်လည်း ရပါတယ်။

ရှိပြီးသား အစိတ်အပိုင်းအတိုင်းထပ်ပွား ချင်ရင်တော့ မောက်စ်ရဲ့မြား ကို သူ့အပေါ်မှာထားပြီး ကီးဘုတ်က c ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး ထားလိုတဲ့နေရာ

မှာ ကလစ်နှိပ်လိုရပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်းကို နေရာရွှေ့လိုရင် ညာကလစ် နှိပ်ပြီး Drag Component ကိုရွှေ့နိုင်ပါတယ်။ g ခလုတ်ကို နှိပ်ရင်လည်း အတူတူ ပါပဲ။

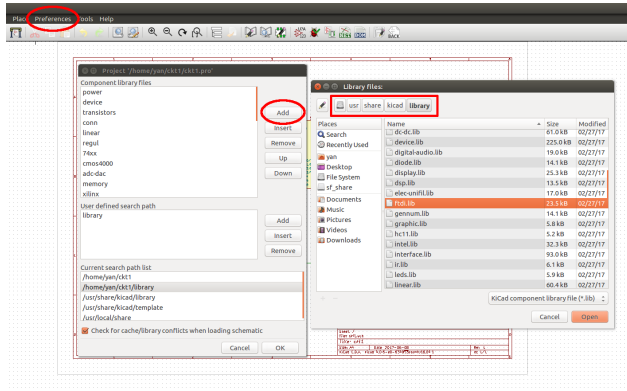
၃.၂.၁ လိုင်ဘရီများထပ်ဖြည့်ခြင်း

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

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

၃.၃ ပါဝါငုတ်များ

ပါဝါ ဒါမှမဟုတ် ဂရောင်း သင်္ကေတတွေထားဖို့အတွက် ညာဘက် ကိရိယာ ဘားပေါ်က Place Power Port ပုံပေါ်မှာ နှိပ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၃.၆)။ ဒါမှမဟုတ်



ပုံ ၃.၅: လိုင်ဘရီထည့်ခြင်း။

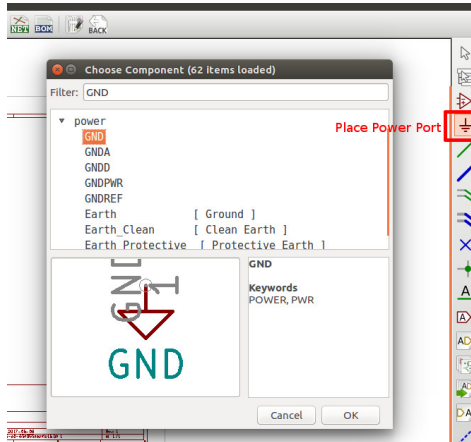
p ကီးကို နှိပ်ရင်လည်းရပါတယ်။

အစိတ်အပိုင်းရွေးတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာရင် GND ကို ရွေးပြီး ထည့်လိုက်ပါမယ်။ 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

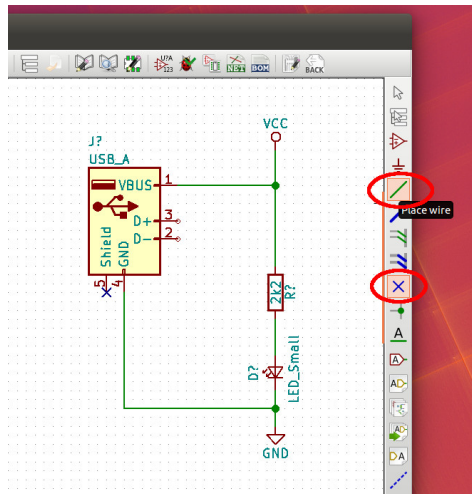


ပုံ ၃.၆: ပါဝါငုတ်များထည့်ခြင်း။

flag ဆိုတဲ့ ကြက် ခြေခတ် ပုံလေးကို ရွေးပြီး မဆက်တဲ့ pin ရဲ့စက်ဝိုင်းလေး ပေါ်မှာ ကလစ် နှိပ်နိုင်ပါတယ်။ ရှိပြီးသား ဝါယာပေါ်ကို ဆက်ချင်ရင် ဆက် မယ့် နေရာ ပေါ်မှာ ကလစ် နှိပ်လိုက်တဲ့ အခါ အစိမ်းရောင် အစက်လေး ပေါ်လာပြီး ဆက်သွား ပါမယ်။

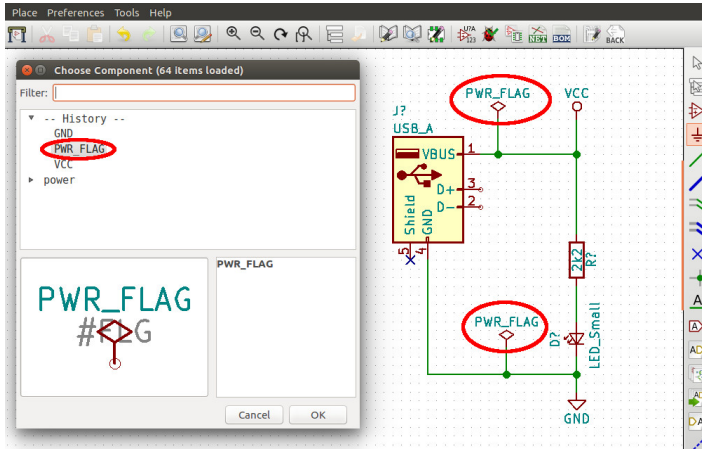
၃.၅ ပါဝါ flag များပြခြင်း

ဆားကစ်ဘုတ်ပြား ပေါ်မှာ ပါဝါပေးမယ့် ပင်တွေကို အဲ့ဒီမှာ ပါဝါက တနေ ရာရာ ကနေ ဝင်လာမယ့် အကြောင်းကို KiCad ကို အသိပေးဖို့ လိုပါတယ်။ ဒါမှ ပတ်လမ်း သင်္ကေတပုံကို စစ်တဲ့ အခါ အဆင်ပြေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။



ပုံ ၃.၇: ဝါယာကြိုးဆက်ခြင်း။

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

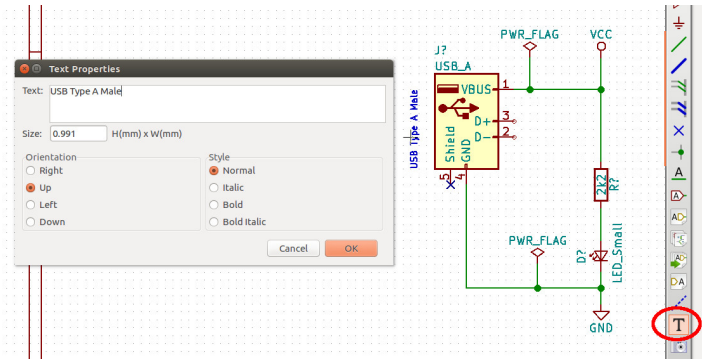


ပုံ ၃.၈: ပါဝါအဝင်ကို အသိပေးခြင်း။

၃.၆ မှတ်ချက်များ

တခါတလေ ပတ်လမ်း သင်္ကေတပုံ ပေါ်မှာ မှတ်ချက် (comment) လေး တွေ ရေးထည့် ထားတာ ကောင်းပါတယ်။ မှတ်ချက် ရေးဖို့ အတွက် ညာ ဘက် ကိရိယာဘား ပေါ်က Place text ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို ရွေးနိုင် ပါတယ်။ စာသား ရိုက်ထည့် ပြီးတဲ့အခါ သူ့ရဲ့ အရွယ်အစား၊ ပုံစံတွေကို ညာဖက် ကလစ် နှိပ်ပြီး Edit Text မှာ ပြင်နိုင် ပါတယ်။ သူ့ပေါ်မှာ မောက်စံရဲ့ မြားကို

တင်ပြီး e ကီးကိုနှိပ်ရင်လည်း အတူတူ ပါပဲ။ ထိုနည်းတူပဲ နေရာ ရွှေ့မယ် ဆိုရင် m ကီးကို သုံးနိုင်သလို၊ လှည့်ချင်ရင်လည်း r ကိုသုံးနိုင် ပါတယ်။



ပုံ ၃.၉: မှတ်ချက်ရေးခြင်း။

၃.၂ အညွှန်းများ

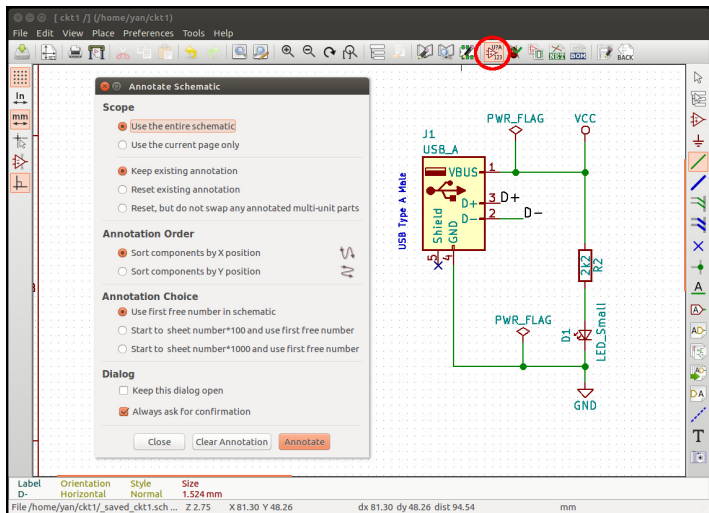
အစိတ်အပိုင်းတွေကို ဆက်သွယ်တဲ့ အခါ ဝါယာကြိုးတွေနဲ့ ဆက်လို့ရသ လို၊ အညွှန်း (label) တွေသုံးပြီး မမြင်ရတဲ့ ဆက်သွယ်မှုတွေ လုပ်လို့ ရပါ တယ်။ ကြီးမား ရှုပ်ထွေးတဲ့ ပတ်လမ်းတွေ အတွက် ဆိုရင် ဆက်သွယ်မှု အားလုံးကို ဝါယာတွေနဲ့ ပြတဲ့ အခါ ရှုပ်ပွပြီး ကြည့်လို့ အဆင်မပြေတဲ့ အတွက် အညွှန်း များ လိုအပ်သလို ထည့်သုံးတာက ပိုကောင်းပါတယ်။

အညွှန်း ထည့်ဖို့အတွက် ညာဘက် ဘားပေါ်က Place net name -

local label ကိရိယာကို ရွေးနိုင်ပါတယ်။ ကီးဘုတ် I ကီးကိုနှိပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။ ပြီးရင် အညွှန်းတပ်ချင်တဲ့ ဝါယာ ဒါမှမဟုတ် ငုတ်ကို နှိပ်ပြီး အညွှန်းနာမည် တစ်ခုပေးနိုင်ပါတယ်။ နမူနာအနေနဲ့ D+ နဲ့ D- ကို အညွှန်းတပ်ကြည့်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၃.၁၀)။ အဲ့ဒီနည်းနဲ့ နာမည်တူတဲ့ ဝါယာတွေ အားလုံးက မမြင်ရပဲ ဆက်နေမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ထပ်ဆက်ချင်တဲ့ ဝါယာကို အဲ့ဒီ အညွှန်းနာမည် ပေးလိုက်ရုံပါပဲ။ VCC တို့၊ GND တို့ကို အညွှန်းထပ်တပ်စရာ မလိုပါဘူး။ အဲ့ဒီနာမည်တွေပေးလိုက်ရင် ဆက်ပေးသွားပါမယ်။

၃.၈ အစိတ်အပိုင်းများအားမှတ်သားခြင်း

အစိတ်အပိုင်းအားလုံးမှာ မတူညီတဲ့ သီးသန့်နံပါတ်အမှတ်အသား လိုပါတယ်။ လက်ရှိပတ်လမ်းပုံမှာတော့ အစိတ်အပိုင်းတွေမှာ R? တို့၊ J? တို့ပဲ ပြနေပါတယ်။ အဲ့ဒီအတွက် အပေါ်ကိရိယာဘားက Annotate schematic ဆိုတဲ့ ဟာလေး ကိုနှိပ် ပါမယ်။ ပြီးရင် Use the entire schematic ကိုမှတ်ပြီး Annotate ခလုတ်ကို နှိပ်လိုက်ရင် အစိတ်အပိုင်းအားလုံးမှာ နံပါတ်တပ်ပြီးသား ဖြစ်သွားတာကို တွေ့ရပါလိမ့်မယ် (ပုံ ၃.၁၀)။



ပုံ ၃.၁၀: နံပါတ်အမှတ်အသားတပ်ခြင်း။

အခန်း ၄

သင်္ကေတများပြုလုပ်ခြင်း

တခါတလေ သင်္ကေတပတ်လမ်းပုံအတွက် သုံးရမယ့် အစိတ်အပိုင်းက KiCad လိုင်ဘရီထဲမှာ မရှိသေးတာ ဖြစ်တတ်ပါတယ်။ အဲဒီ အတွက် KiCad မှာ လိုအပ်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းကို ကိုယ့်ဟာကိုယ် လွယ်လင့်တကူ ဖန်တီးလို့ ရပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်းအများစုကလည်း အင်တာနက်ပေါ်မှာ အလွယ်တကူ ရှာလို့ရပြီး ရှိပြီးသားများပါတယ်။ ဒါပေမယ့် အစိတ်အပိုင်းအသစ်ကိုယ့်ဘာသာဖန်တီးရတာ လွယ်ကူ၊ ပိုမြန်ပြီး၊ စိတ်တိုင်းကျတာမို့ အသစ်လုပ်လိုက်တာ ပိုအဆင်ပြေပါတယ်။

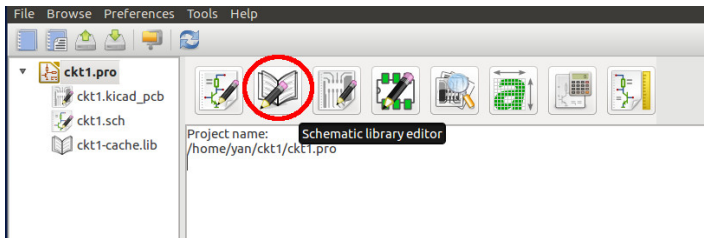
KiCad အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုက text ဖိုင်ဖြစ်ပြီး၊ DEF နဲ့၊ ENDDEF နဲ့ အဆုံးသတ်ပါတယ်။ ဖိုင်နာမည်အဆက် .lib နဲ့ သိမ်းလေ့ရှိပြီး၊ အစိတ်အပိုင်း တစ်ခု၊ ဒါမှမဟုတ် တစ်ခုထက်ပိုပြီး သိမ်းလေ့ရှိပါတယ်။ လိုင်ဘရီ

မှာ ထပ်ဖြည့်ချင်ရင် copy, paste လုပ်ပြီး ထပ်ဖြည့်လို့ရပါတယ်။

၄.၁ Library Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း

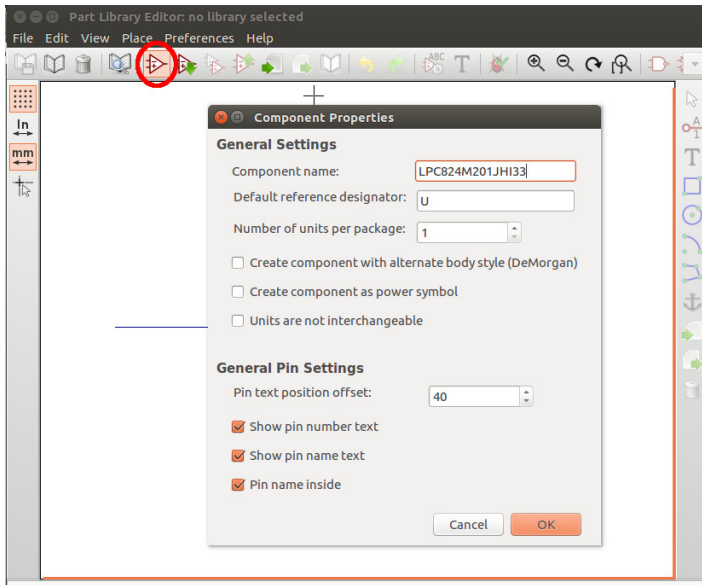
သင်္ကေတ အစိတ်အပိုင်းသစ်တွေဖန်တီးဖို့ Eeschema မှာပါတဲ့ Library Editor ကိုသုံးနိုင်ပါတယ်။ ကျွန်တော်တို့ရဲ့ ပရောဂျက် ဖိုင်အခန်းထဲမှာ library ဆိုတဲ့ ဖိုင်အခန်းအသစ်တစ်ခု ဖန်တီးလိုက်ပါမယ်။ အစိတ်အပိုင်း အသစ်ဖန်တီးပြီးတဲ့အခါကျရင် ဖိုင်အသစ် သိမ်းဖို့အတွက်ပါ။

KiCad ကိုဖွင့်ပြီး ပရောဂျက်မန်နေဂျာဝင်းဒိုးမှာ အပေါ်ဘားက ဘယ် ဖက်ဒတိယ ကိရိယာ ကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ် (ပုံ ၄.၁)။



ပုံ ၄.၁: Schematic Library Editor

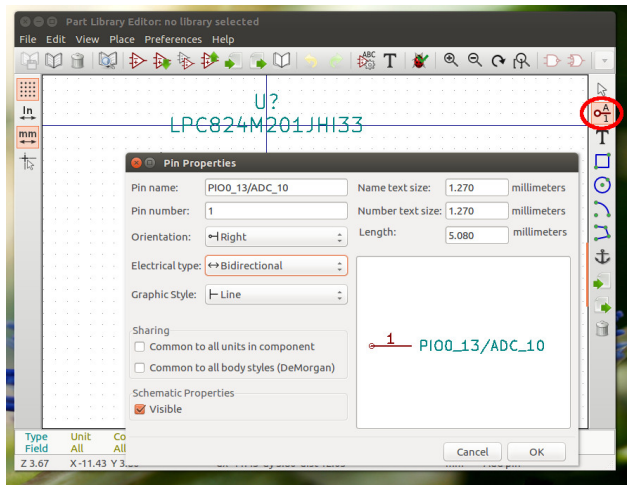
Part Library Editor ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ Create a new component ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ပေါ့ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Component Properties ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့အခါ နာမည်ကို ဒီနမူနာမှာ LPC824M201JHI33 လို့ပေးလိုက်ပါတယ်။ ပြီးရင် OK ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။



ပုံ ၄.၂: အစိတ်အပိုင်းအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း။

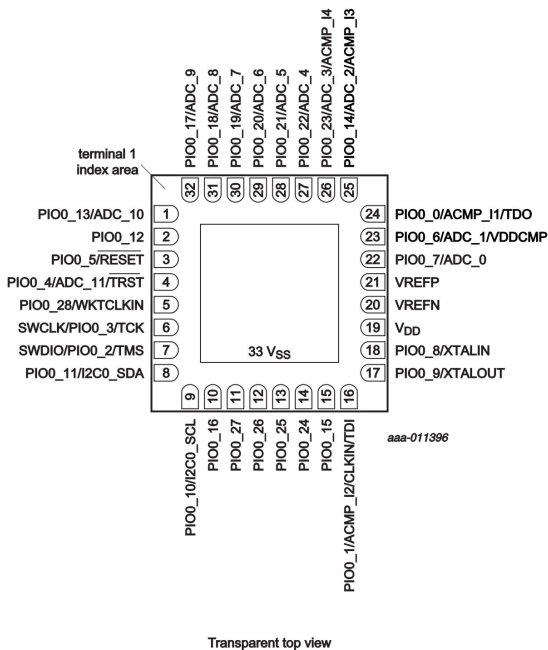
၄.၁.၁ ပင်များထည့်ခြင်း

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



ပုံ ၄.၃: Pin တစ်ခုထည့်ခြင်း။

အဲဒီလိုနဲ့ပဲ နောက်ထပ် pin တွေကိုထပ်ထည့်ပါမယ်။ ဒီနမူနာမှာဆွဲမယ့် LPC824M201JHI33 ကိုအောက်ကပုံ ၄.၄ မှာပြထားပါတယ် [2]။ IO pin တွေအတွက် Electrical type မှာ Bidirectional ကို ရွေးနိုင်ပြီး၊ VDD စတဲ့ ပါဝါ pin တွေအတွက်တော့ Power input ကိုရွေးနိုင်ပါတယ်။ အစိတ်အပိုင်း အလယ်က Pad အတွက်လည်း pin တစ်ခုအနေနဲ့ ထည့်ပါမယ်။



ပုံ ၄.၄: LPC824M201JHI33 ၏ Pin များ။

၄.၁.၂ ပုံစံဆွဲခြင်း

Pin တွေအားလုံးထည့်ပြီးတဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်းရဲ့ ပုံစံဆွဲဖို့အတွက် Add graphic rectangle to component body ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး ဘယ်ဖက်အပေါ်ထောင့်မှာ တခါနှိပ်ပါမယ်။ ဖိဆွဲဖို့ မလိုပါဘူး။ ပြီးရင်ညာ ဖက်အောက်ထောင့်မှာ တခါထပ်နှိပ်လိုက်ရင် လေးထောင့်ပုံဘောင်ရလာ ပါမယ်။ အဲ့ဒီလေးထောင့်ပုံကို အရောင်ခြယ်ချင်ရင်တော့ Preferences → Select color scheme ကိုသွားပြီး Component အောက်က Body background မှာ လိုချင်တဲ့ အရောင်ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် လေး ထောင့်ပုံကို ညာဖက်ကလစ်နှိပ်ပြီး Edit rectangle options ကို ရွေးပါ မယ်။ ဒါမှမဟုတ် မောက်စံရဲ့ မြားကို လေးထောင့်ပုံပေါ်တင်ပြီး e ကီးကို နှိပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။ Rectangle Drawing Properties ဝင်းဒိုးပေါ် လာရင် Fill Style မှာ Fill Background ကိုရွေးလိုက်ပြီး OK နှိပ်လိုက်တဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်းရဲ့ အရောင်ပြောင်းသွားတာကို တွေ့ရပါမယ် (ပုံ ၄.၅)။

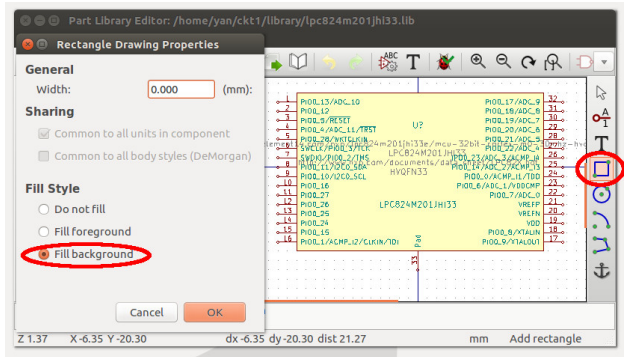
၄.၁.၃ တန်ဖိုးများထည့်ခြင်း

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

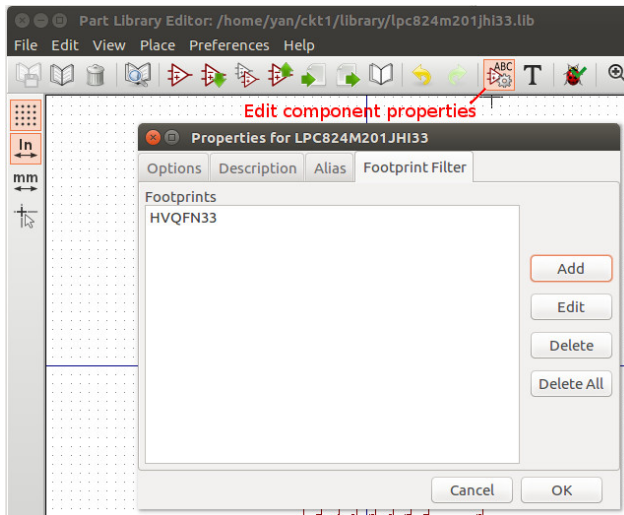
ဒါ့အပြင် Add and remove fields and edit field properties

၄.၁. LIBRARY EDITOR ကိုအသုံးပြုခြင်း

၂၉



ပုံ ၄.၅: အစိတ်အပိုင်းကို လေးထောင့်ပုံဆွဲ၍ အရောင်ခြယ်ခြင်း။



ပုံ ၄.၆: အစိတ်အပိုင်း၏တန်ဖိုးများထည့်ခြင်း။

ဆိုတဲ့ T ပုံ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီးတော့ လည်း Part number အစရှိတဲ့ တန်ဖိုးတွေ ထည့်နိုင်ပါတယ်။ ပုံမှာ ပေါ်စေချင်တဲ့ တန်ဖိုးတွေမှာ Show ဆိုတဲ့ checkbox ကို မှတ်ပေး နိုင်ပါတယ်။

၄.၁.၄ သိမ်းဆည်းခြင်း

အစိတ်အပိုင်းကို ဆွဲပြီးတဲ့အခါ သိမ်းဖို့အတွက် Select working library အိုက်ကွန် ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ အဲဒီမှာ ဒီနမူနာအတွက် ပေါ်လာတဲ့ LPC-824M201JHI33 ကိုပဲရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Update current component in current library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် အပြောင်းအလဲ အားလုံးကို သိမ်းဖို့ Save current library to disk အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီးသိမ်းလိုက်ပါမယ်။ အဲဒီနောက် Component library editor ဝင်းဒိုးကို ပိတ်နိုင်ပါပြီ။

Eeschema ကိုပြန်ဖွင့်ပြီးတဲ့အခါ Preferences → Component Libraries နှိပ်ပြီး ခုနက ဖန်တီးထားတဲ့ အစိတ်အပိုင်း လိုင်ဘရီကို ထည့်လို့ရပါပြီ။ ဒီနမူနာမှာတော့ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ Add ကိုနှိပ်ပြီး LPC824-M201JHI33.lib ဆိုတဲ့ ဖိုင်ကို ထည့်လိုက်ပါတယ်။

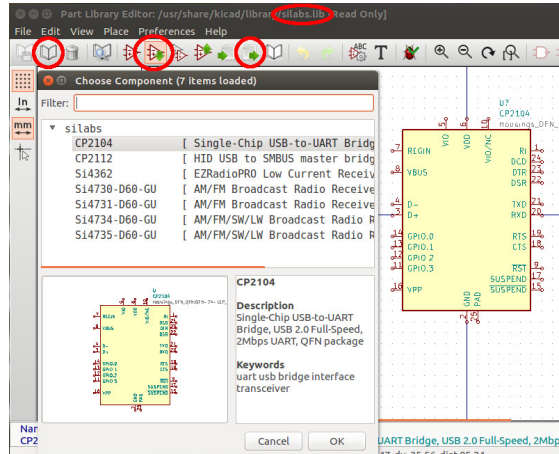
၄.၂ ရှိပြီးလိုင်ဘရီအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း

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

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

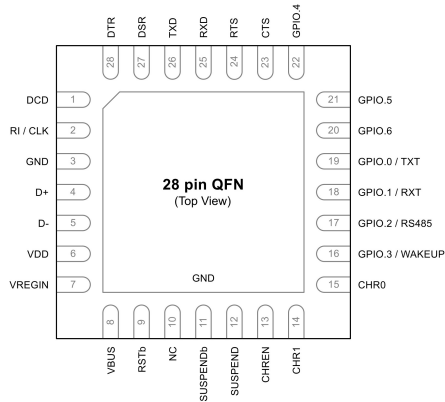
ပြီးရင် Select working library အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး silabs ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ နောက်ပြီးရင် Load component to edit from the current library အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး CP2104 ကို ရွေးလိုက်ပါမယ် (ပုံ ၄.၇)။ Export component icon ကိုနှိပ်ပြီး၊ ကိုယ့်ရဲ့လိုင်ဘရီဖိုင်အခန်းမှာ လိုင်ဘရီအသစ်အနေနဲ့ CP2102N ဆိုပြီးသိမ်းလိုက်ပါမယ်။

Preferences → Component Libraries ကိုနောက်တခါပြန်နှိပ်ပြီး ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ Add ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး ခုနကဖန်တီးထားတဲ့ CP2102N လိုင်ဘရီကို ထည့်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Select working library



ပုံ ၄.၇: ရှိပြီးသားအစိတ်အပိုင်းကိုယူခြင်း။

ကိုနှိပ်ပြီး CP2102N လိုင်ဘရီကို ပြန်ပြောင်းလိုက်ပါမယ်။ ဝင်းဒိုးရဲ့ခေါင်းစဉ်မှာပေါ်နေတဲ့ လိုင်ဘရီက CP2102N ဖြစ်သွားရပါမယ်။ ပြောင်းပြီးရင် Load component to edit from the current library အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး သူ့ရဲ့ CP2104 ကို ရွေးပြီးဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ အဲဒီအစိတ်အပိုင်းကို စိတ်ကြိုက်ပြင်ပြီးတဲ့အခါ Update current component in current library အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး update လုပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Save current library to disk ကို နှိပ်ပြီး ပြုပြင်ဖန်တီးလိုက်တဲ့ လိုင်ဘရီကို သိမ်းနိုင်ပါတယ်။ ဒီနမူနာမှာ သုံးထားတဲ့ CP2102N ရဲ့ pin တွေကိုအောက်ကပုံ ၄.၈ မှာပြထားပါတယ် [3]။



ပုံ ၄.၈: CP2102N ၏ pin များ။

၄.၃ quicklib သုံး၍ဖန်တီးခြင်း

လိုင်ဘရီအစိတ်အပိုင်းတွေကို ဖန်တီးဖို့ အင်တာနက်ပေါ်ကကိရိယာတစ်ခုဖြစ်
တဲ့ quicklib ကို နောက်တနည်း အနေနဲ့ အသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။

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

အခန်း ၅

ခြေရာများပြုလုပ်ခြင်း

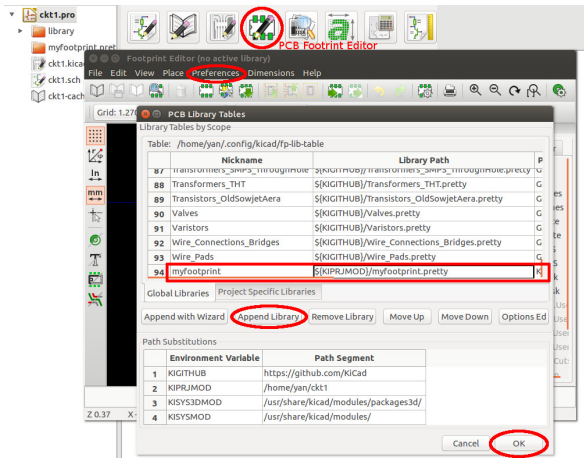
KiCad မှာ အစိတ်အပိုင်းခြေရာ (footprint) တွေကို .kicad_mod ဖိုင်တွေမှာ သိမ်းပါတယ်။ .lib ဖိုင်တွေရဲ့အစိတ်အပိုင်းသင်္ကေတတွေနဲ့ .kicad_mod ဖိုင်တွေရဲ့ခြေရာတွေကို Cvpcb ဆိုတဲ့ ဆော့ဖ်ဝဲကိရိယာက တွဲစပ်ပေးပါတယ်။ လိုင်ဘရီဖိုင်တွေလိုပါပဲ KiCad မှာ ခြေရာဖိုင်တွေက စာသားအနေနဲ့သိမ်းတဲ့ဖိုင်တွေဖြစ်ပြီး တစ်ဖိုင်မှာ ခြေရာတွေအများကြီး ပါနိုင်ပါတယ်။ KiCad မှာတခါတည်းပါလာတဲ့ ခြေရာလိုင်ဘရီအများကြီး ရှိပေမယ့် ကိုယ်သုံးမယ့် အစိတ်အပိုင်းအတွက် ဖန်တီးဖို့လိုအပ်လာရင် ဖန်တီးလို့ရအောင် ကိုယ်ပိုင် ခြေရာလိုင်ဘရီ ပြုလုပ်တဲ့ အဆင့်တွေကို ဆွေးနွေးပါမယ်။

၅.၁ PCB Footprint Editor ကိုအသုံးပြုခြင်း

နမူနာအနေနဲ့ QFN28 ဆိုတဲ့ ခြေရာအသစ်တစ်ခုဖန်တီးပြီး myfootprint ဆိုတဲ့ ခြေရာလိုင်ဘရီထဲမှာ သိမ်းပါမယ်။ အဲ့ဒီအတွက် KiCad ပရောဂျက် ဖိုင်အခန်းကိုသွားပြီး myfootprint.pretty ဆိုတဲ့နာမည်နဲ့ ဖိုင်အခန်းအသစ် တစ်ခု ဖန်တီး လိုက်ပါမယ်။ စစ်ခြင်း KiCad ပရောဂျက်မန်နေဂျာကို ဖွင့်ပြီးရင်၊ အပေါ်ဘားက PCB Footprint Editor ဆိုတဲ့ ဆော့ဖ်ဝဲကိရိယာ ကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ Preferences → Footprint Libraries Manager ကိုနှိပ်ပြီး၊ ပေါ်လာတဲ့ PCB Library Table ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ Append Library ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ပုံ ၅.၁ မှာပြထားသလို ဇယားထဲမှာ Nickname အတွက် myfootprint ဖြည့်၊ Library Path အတွက် \${KIPRJMOD}/myfootprint.pretty ဖြည့်ပြီး၊ Plugin Type အတွက် KiCad ကိုဖြည့်ပါမယ်။ အားလုံးပြီးတဲ့အခါ အိုကေခလုတ်ကိုနှိပ် ပြီးပိတ်လိုက်ပါမယ်။

၅.၁.၁ ခြေရာအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း

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

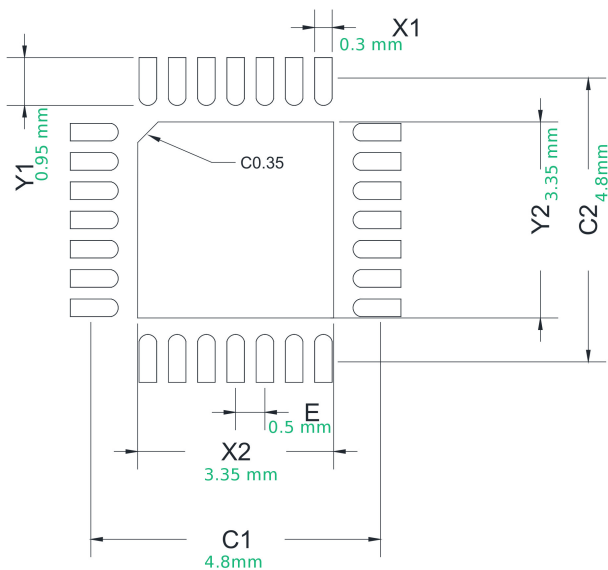


ပုံ ၅.၁: အစိတ်အပိုင်းခြေရာလိုင်ဘရီအသစ်တစ်ခုပြုလုပ်ခြင်း။

မျက်နှာပြင်အလယ်မှာ QFN28 ဆိုတဲ့အညွှန်းနဲ့ REF* ဆိုတဲ့အညွှန်း ပေါ်လာတာကို တွေ့ရပါမယ်။ သူတို့ကို နေရာတွေသင့်တော်သလို ရွှေ့နိုင်ပါတယ်။ အယ်ဒီတာရဲ့ ဘယ်ဖက်အပေါ်နားက Grid တန်ဖိုးကို 0.2 mm လို့ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ဆွဲမယ့် QFN28 ရဲ့ footprint (ပုံ ၅.၂) ကိုအောက်မှာ ပြထားပါတယ် [3]။

၅.၁.၂ Pad များထည့်သွင်းခြင်း

ညာဘက်ဘားပေါ်က Add Pads အိုက်ကွန်ပေါ့နိပ်ပြီး၊ Pad တစ်ခုကိုထားဖို့ စာရွက် မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာ ကလစ် နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ညာဘက်

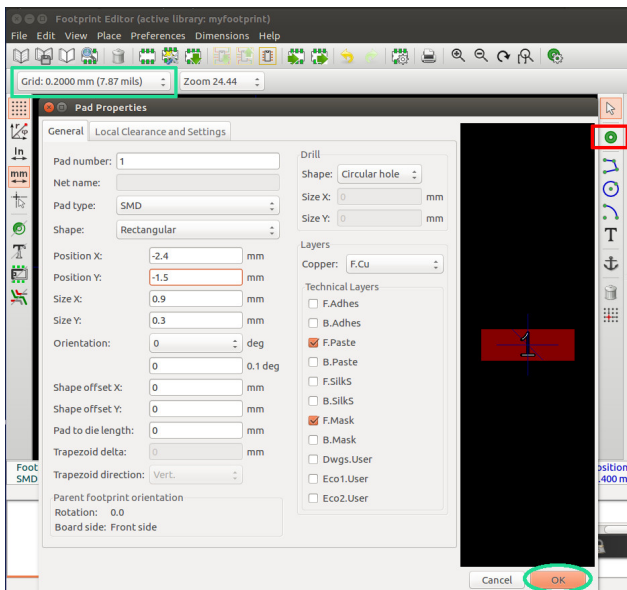


ပုံ ၅.၂: QFN28 ၏ခြေရာအချက်အလက်။

၅.၁. PCB FOOTPRINT EDITOR ကိုအသုံးပြုခြင်း

၃၉

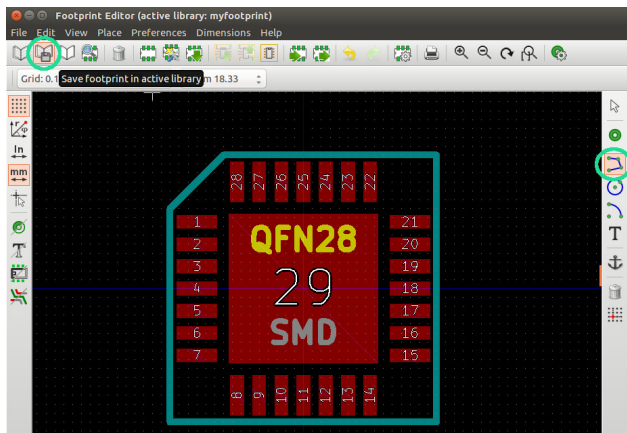
ကလစ် နှိပ်ပြီး Edit ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ e ကီးကိုနှိပ်ရင်လည်းရပါတယ်။ Pad Properties ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့အခါ အောက်ပုံ ၅.၃ မှာ ပြထားသလို မျိုးနံပါတ် 1 ၊ အမျိုးအစား SMD ၊ ပုံစံ rectangular ၊ နေရာ၊ အရွယ်အစား၊ ထားမယ့်အလွှာ စသည်ဖြင့် ရွေးပေးလိုက်ပြီး အိုကေလုတ်ကို နှိပ်ပါမယ်။ သတ်မှတ်လိုက်တဲ့ အတိုင်း pad ရလာပါမယ်။ နောက်ထပ် ကလစ်တွေနှိပ်ပြီး 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။ အောက်ကပုံ ၅.၄ အတိုင်း ရလာ ပြီးတဲ့နောက် အပေါ်ဘား ပေါ်က Save Footprint in Active Library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန် ကိုနှိပ်ပြီး သိမ်းနိုင် ပါတယ်။



ပုံ ၅.၄: ရရှိလာသောခြေရာကိုသိမ်းခြင်း။

၅.၂ ရှိပြီးခြေရာအစိတ်အပိုင်းကိုပြုပြင်ခြင်း

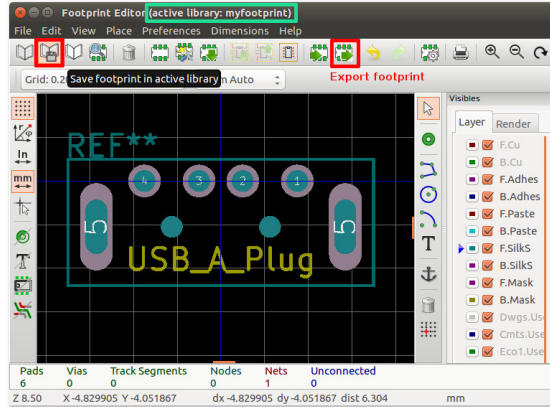
ရှိပြီးသား ခြေရာအစိတ်အပိုင်း တစ်ခုကိုယူ၊ လိုအပ်သလိုပြင်ဆင်ပြီး စိတ်ကြိုက် ခြေရာတစ်ခု ဖန်တီးလို့လည်းရပါတယ်။ နမူနာအနေနဲ့ Footprint Editor ကိုဖွင့်ပြီး အပေါ်ဘားက Select Active Library မှာ Connectors ကိုရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Load footprint from Library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်ပြီး Connectors:USB_A ဆိုတဲ့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

ပြီးရင် အပေါ်ဘားက Export footprint ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး ကိုယ့်ပရောဂျက် ဖိုင်အခန်းထဲက myfootprint.pretty ထဲမှာ USB_A_Plug.kidcad_mod ဆိုတဲ့ နာမည်ပေးပြီး သိမ်းလိုက်ပါမယ်။

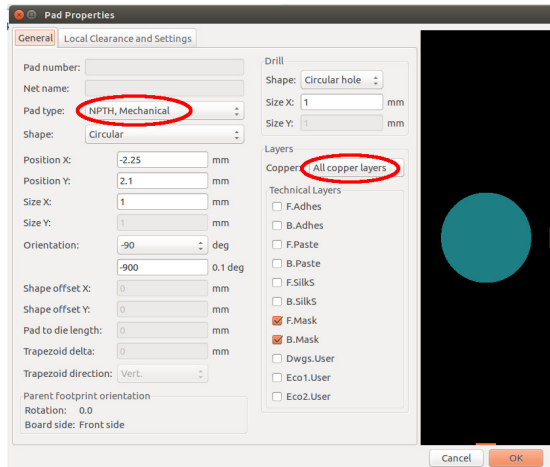
နောက်တစ်ခါ Select Active Library ကို ပြန်နှိပ်ပြီး myfootprint ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ Load footprint အိုက်ကွန်ကိုပြန်နှိပ်ပြီး ခုနက သိမ်းခဲ့တဲ့ USB_A ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးတဲ့အခါ အပေါ်ဘားကပဲ Footprint properties အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး Value ကို USB_A_Plug လို့ပြင်၊ Footprint Name in Library ကို myfootprint:USB_A_Plug လို့ပြင်လိုက်ပါမယ်။ 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။

ရှည်မျောမျော အပေါက်ရဖို့အတွက် ပုံ ၅.၇ မှာပြထားသလို Shape

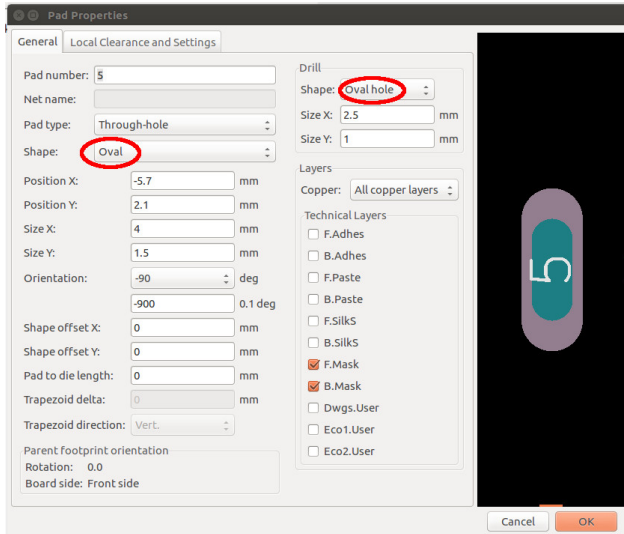


ပုံ ၅.၅: ခြေရာကိုပြုပြင်ယူခြင်း။



ပုံ ၅.၆: အပေါက် (drilled hole) ထည့်ခြင်း။

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



ပုံ ၅.၇: ရှည်မျောမျော Oval ပုံ via ထည့်ခြင်း။

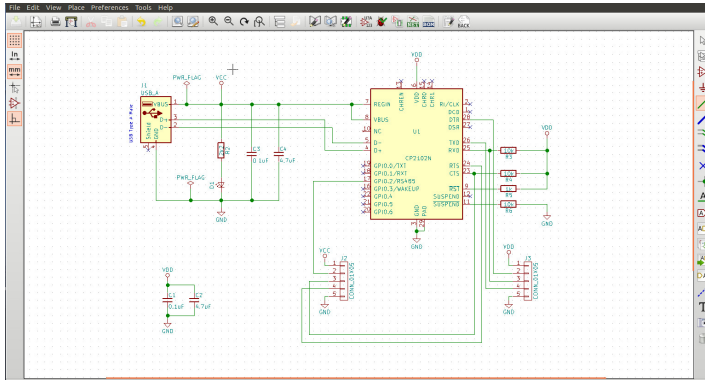
အခန်း ၆

သင်္ကေတပုံစံဆေးပြင်ဆင်ခြင်း

ဒီအခန်းမှာ ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံကို စစ်ဆေးခြင်း၊ netlist ထုတ်ခြင်း၊ ခြေရာများတွဲစပ်ခြင်း၊ အစိတ်အပိုင်းစာရင်း BOM ဖန်တီးခြင်း စတာတွေကို ဆွေးနွေးပါမယ်။ နမူနာအနေနဲ့ အခန်း ၄ မှာ ဖန်တီးခဲ့တဲ့ CP2102N အစိတ်အပိုင်းကိုသုံးပြီး၊ အခန်း ၃ က ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံကို အောက်ကပုံ ၆.၁ အတိုင်း ဆက်ဆွဲလိုက်ပါမယ်။

၆.၁ အမှားစစ်ရန် Electrical Rules Check လုပ်ခြင်း

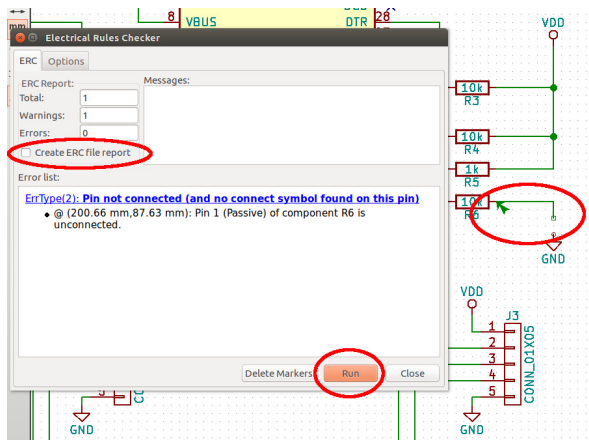
ပြီးတဲ့အခါ သင်္ကေတပုံမှာ အမှားရှိမရှိစစ်ပါမယ်။ စစ်ဖို့အတွက် အပေါ်ဘာက Perform electrical rules check ဆိုတဲ့ ပိုးကောင်ပုံ အိုက်ကွန်ကို



ပုံ ၆.၁: ဖန်တီးထားသောသင်္ကေတများသုံး၍ဆွဲခြင်း။

နိုင်လိုက်ပါမယ်။ Electrical Rules Checker ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့အခါ Run ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး စစ်လိုက်ပါမယ်။

အဲဒီအခါ အမှား ဒါမှမဟုတ် သတိပေးချက်တွေ ပေါ်လာပါမယ်။ အဲဒီ အမှားတစ်ခုခု အပေါ်ကို ကလစ်နှစ်ခါနှိပ်လိုက်ရင် မှားနေတဲ့ နေရာကိုပြ ပါလိမ့်မယ်။ သင်္ကေတပုံပေါ်မှာ အမှား၊ သတိပေးချက်တွေရှိတဲ့နေရာမှာ အစိမ်းရောင်မြားလေးတွေညွှန်ပြနေမှာပါ။ နမူနာ ရလဒ် တစ်ခုကို ပုံ ၆.၂ မှာပြထားပါတယ်။ အမှားနဲ့ပတ်သက်တဲ့ အချက်အလက်တွေပိုများများ ရချင်ရင်တော့ Create ERC file report အပေါ်မှာ ကလစ်နှိပ်ပြီး Run နိုင်ပါတယ်။ အမှားတွေပြင်ပြီး Run လိုက်လို့ အမှား၊ သတိပေးချက် တွေ မရှိတော့ဘူး ဆိုရင်တော့ သင်္ကေတပုံဆွဲလိုက်ပြီးပါပြီ။



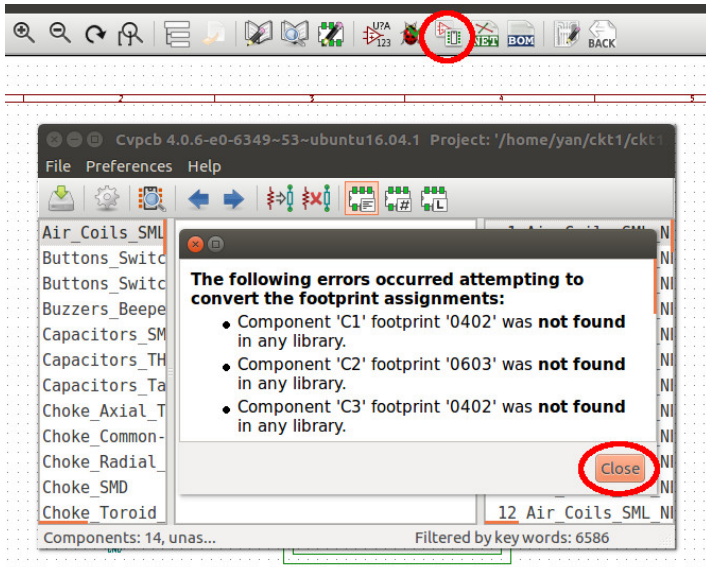
ပုံ ၆.၂: အမှားစစ်ရန် ERC (Electrical Rule Check) လုပ်ခြင်း။

၆.၂ Netlist ထုတ်ခြင်း

သင်္ကေတပုံဆွဲပြီးတဲ့ အခါ Netlist ဖိုင်ကို ထုတ်ပါမယ်။ ဆားကစ်ဘုတ် မှာ အစိတ်အပိုင်းတွေရဲ့ ခြေရာ အထားအသို (PCB layout) ဆွဲတဲ့အခါ သုံးဖို့ပါ။ အဲဒီအတွက် ပေါ်ဘားက Generate netlist ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပါမယ်။ Netlist ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ Generate ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီး သူပေးထားတဲ့ နာမည် အတိုင်းသိမ်းလိုက်ပါမယ်။

၆.၃ Cvpccb ဖြင့် ခြေရာများတွဲစပ်ခြင်း

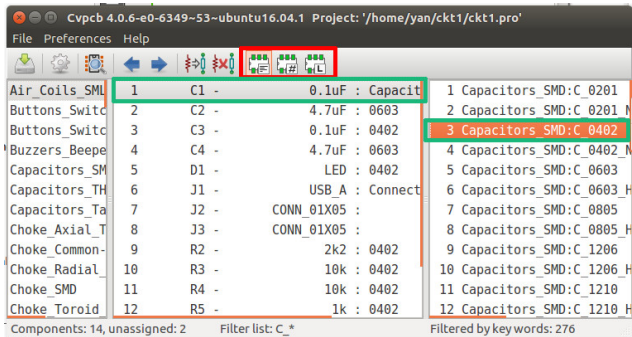
အဲဒီနောက် သင်္ကေတပုံရဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေနဲ့ သူတို့ရဲ့ ခြေရာအသီးသီးကို တွဲစပ်ပေးဖို့အတွက် အပေါ်ဘားက Run CvPcb to associate components and footprints ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Error ဝင်းဒိုးပေါ်လာရင် ဂရုမစိုက်ပဲ ပိတ်လိုက်ပါမယ် (ပုံ ၆.၃)။



ပုံ ၆.၃: CvPcb ကိုဖွင့်ခြင်း။

CvPcb ရဲ့ အလယ်မျက်နှာပြင်က စာရင်းက ကျွန်တော်တို့ ဆွဲထား

တွဲ သင်္ကေတပုံမှာရှိတဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေရဲ့စာရင်းပါ။ ညာဘက်ကစာရင်းကတော့ လိုင်ဘရီတွေ ထဲမှာ ရှိတဲ့ ခြေရာ တွေရဲ့စာရင်းပါ။ စစခြင်း အလယ်ကစာရင်းထဲက C1 ကိုရွေးပြီး ညာဘက်စာရင်းထဲက Capacitors_SMD:C_0402 ကို ကလစ်နှစ်ကြိမ်ဆက်တိုက်နှိပ်ပြီး တွဲပေးလိုက်ပါမယ်။ အဲဒါဆို အလယ်စာရင်းထဲမှာ ကျွန်တော်တို့တွဲပေးလိုက်တာကို ပြောင်းပြုပါလိမ့်မယ် (ပုံ ၆.၄။



ပုံ ၆.၄: CvPcb ကိုဖွင့်ခြင်း။

၆.၃.၁ ခြေရာ အမျိုးအစားခွဲထုတ်ရှာဖွေခြင်း

CvPcb ရဲ့ အပေါ်ဘားမှာ ရှိတဲ့ အစိမ်းရောင် ခြေထောက် လေးတွေနဲ့ IC အိုက်ကွန်လေး တွေက ညာဘက် မျက်နှာပြင်မှာပြမယ့် ခြေရာ စာရင်းကို ရွေးချယ် ပြပေးဖို့ပါ။ ပထမ လိုင်းတွေနဲ့ Filter footprint list by key-

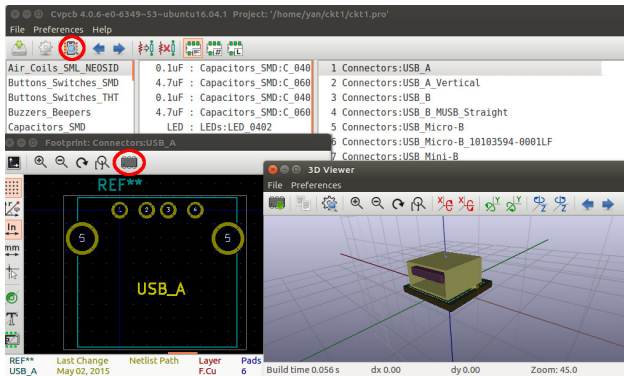
words ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်က စာသား အလိုက် ရွေးချယ် ပြပေး ပါတယ်။ ဒုတိယ # နဲ့ Filter footprint list by pin count အိုက်ကွန် ကတော့ အစိတ်အပိုင်းရဲ့ pin အရေအတွက်ပေါ် မူတည်ပြီး ညာဘက် စာရင်းမှာ ပြပေး မှာပါ။ နောက်ဆုံး L နဲ့ Filter footprint list by library ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်က လိုင်ဘရီ အလိုက် ပြပေး ပါတယ်။

၆.၃.၂ ခြေရာပုံစံကိုကြည့်ရှုတိုက်ဆိုင်ခြင်း

ကိုယ်ရွေးလိုက်တဲ့ ခြေရာပုံစံက ဘယ်လိုပုံရှိမလဲ သေခြာချင်ရင်တော့ အပေါ်ဘားက View selected footprint ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး ကြည့် နိုင်ပါတယ်။ Footprint ဝင်းဒိုးပေါ်လာပြီး ခြေရာပုံစံကိုပြပေးပါမယ်။ အဲဒီ ဝင်းဒိုးရဲ့ အပေါ်ဘားက 3D display အိုက်ကွန်ကို ထပ်နှိပ်ပြီး ပုံ ၆.၅ ကလို 3D ပုံကိုကြည့်လို့လည်းရပါတယ်။ CP2102N ကိုလည်း အခန်း ၅ မှာ ကျွန်တော်တို့ဖန်တီးထားတဲ့ QFN28 နဲ့ပြပေးထားတာမို့ အလွယ်တကူ ပဲ ယူတွဲစပ်လိုက်ပါမယ်။

အဲဒီနည်းနဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေအားလုံးကို သက်ဆိုင်ရာခြေရာတွေနဲ့ ရှာဖွေ တွဲစပ် ပြီးတဲ့ အခါ CvPcb ရဲ့အပေါ်ဘားက Save footprint as- association in schematic component footprint fields ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန် ကို နှိပ်ပြီး Netlist ကို ပြန်ထပ်သိမ်းလိုက်ပါမယ်။

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



ပုံ ၆.၅: ခြေရာပုံစံကိုကြည့်ခြင်း။

ဂျက် ကိုသိမ်းနိုင်ပါတယ်။ Netlist မိုင်တွေဟာလည်း text မိုင်တွေပဲ ဖြစ်ပြီး သူတို့ကို ဖွင့်ကြည့်၊ edit လုပ်လို့ရပါတယ်။

၆.၄ Bill of Materials ပြုလုပ်ခြင်း

BoM (Bill of Materials) ကိုထုတ်ဖို့ Eeschema အယ်ဒီတာရဲ့အပေါ်ဘားက Generate bill of materials and/or cross references ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန် ကိုနှိပ်နိုင်ပါတယ်။ Bill of Materials ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာရင် Add Plugin ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး KiCad ကို install လုပ်ထားတဲ့ မိုင်အခန်းထဲက plugins ထဲက bom2csv.xsl ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပုံမှန်အားဖြင့် /usr/lib/kicad/plugins/ ဆိုတဲ့နေရာမှာရှိပါတယ်။

Plugin ကိုထည့်လိုက်တဲ့အခါ KiCad က Command line ဆိုတဲ့ နေရာမှာ အောက်က စာရင်း ၆.၁ အတိုင်း အလိုအလျောက် ဖြည့်ပေး ပါတယ်။

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

စာရင်း ၆.၁: BoM ထုတ်ယူရန် Plugin ထည့်ခြင်း။

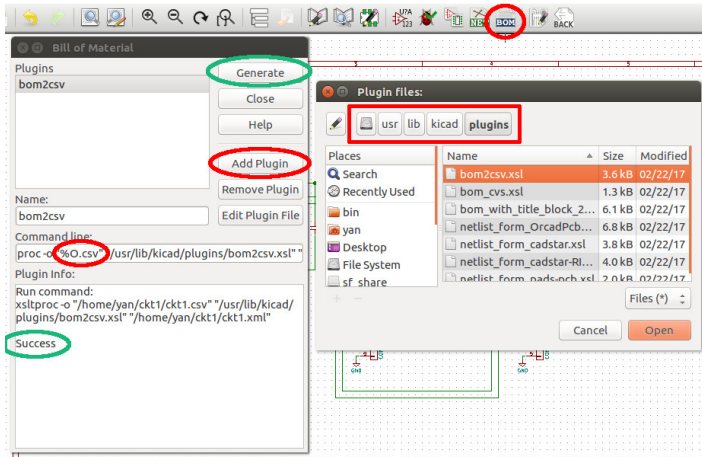
လိုချင်တာက *.xsl ဖိုင်ဖြစ်တဲ့အတွက် အောက်က စာရင်း ၆.၂ အတိုင်း ပြင်ပေး ဖို့လိုပါတယ်။

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

စာရင်း ၆.၂: BoM command line ကိုပြင်ခြင်း။

အဲဒါပြီးရင် Generate ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်လိုက်ရင်၊ Plugin info ဆိုတဲ့ နေရာမှာ success လို့ ပေါ်လာပြီး၊ BoM က *.csv ဖိုင်အနေနဲ့ထွက်လာပါ မယ် (ပုံ ၆.၆)။ သူ့ကို Excel တို့၊ LibreOffice Calc တို့နဲ့ ဖွင့်လို့ရပါတယ်။

အကယ်၍ Ubuntu မှာ error တက်ပြီး BoM ထွက်မလာရင်၊ လိုအပ် တဲ့ package တချို့ကို အောက်က စာရင်း ၆.၃ အတိုင်း ထည့်ပေးလိုက်ရင် အဆင်ပြေနိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၆.၆: အစိတ်အပိုင်းစာရင်း BoM ထုတ်ခြင်း။

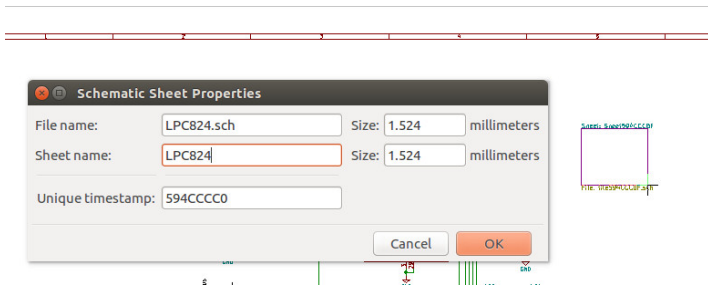
- 1 **sudo** apt-get install python
- 2 **sudo** apt-get install xsltproc

စာရင်း ၆.၃: Python နှင့် xsltproc တို့ကိုထည့်ခြင်း။

၆.၅ စာရွက်များခွဲ၍ဆွဲခြင်း

တခါတလေ သင်္ကေတပတ်လမ်းပုံက ရှုပ်ထွေးများပြားတဲ့အခါ စာရွက် တရွက်ထဲနဲ့ မဆွဲတာ ဖြစ်တတ်ပါတယ်။ အဲဒီလို အခါမျိုးမှာ Eeschema

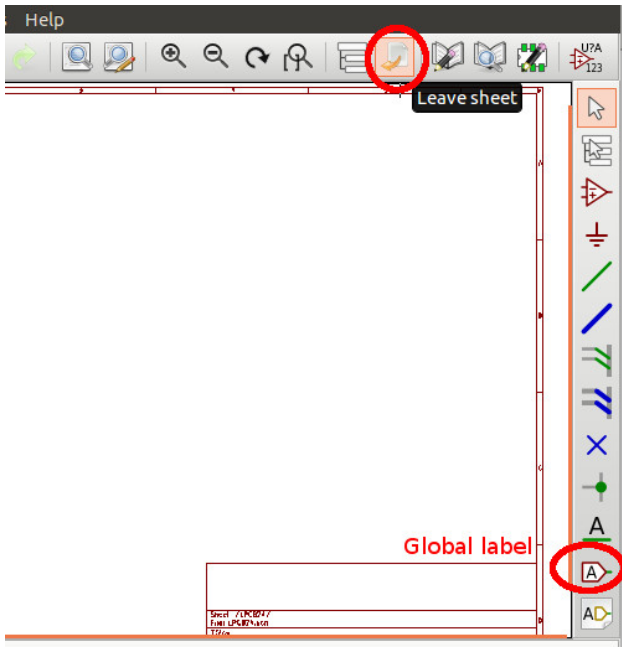
ရဲ့အပေါ် menu ဘားက Place → Hierarchical Sheet ကို နှိပ်ပြီး စာရွက် အသစ်ထပ်ထပ်ထည့်နိုင်ပါတယ်။ လက်ရှိစာရွက်ရဲ့ နေရာလွတ်တစ်ခုမှာ ကလစ် တစ်ချက်နှိပ်ပြီး ဆွဲလိုက်ရင် လေးထောင့်အကွက်လေးပေါ်လာပါ မယ်။ လိုချင်တဲ့ အရွယ်ရရင်နောက်ထပ် ကလစ်နှိပ်လိုက်တဲ့ အခါ အသစ် ထပ်ထည့်မယ့် စာရွက်အတွက်နာမည်တောင်းပါမယ် (ပုံ ၆.၇)။ နာမည်ပေး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



ပုံ ၆.၇: သင်္ကေတပုံ စာရွက်များထပ်ထည့်ခြင်း။

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

နာမည်ပေးလိုက်ရင် စာရွက်အားလုံးမှာ တူညီတဲ့ နာမည်ရှိတဲ့ label အားလုံးဟာ ဆက်နေမှာပါ။



ပုံ ၆.၈: သင်္ကေတပုံ စာရွက်အသစ်။

စာရွက်တစ်ခုမှာ ဆွဲထားတဲ့ သင်္ကေတပုံအစိတ်အပိုင်းတွေကို တခြား စာရွက်ဆီကို ကော်ပီကူးချင်ရင် ကူးလိုရပါတယ်။ ညာဘက်ဘားရဲ့အပေါ်ဆုံးက မြားပုံကိရိယာကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ကူးလိုတဲ့ block ကို မောက်စ်ကို ဖိဆွဲပြီး select မှတ်နိုင်ပါတယ်။ Ctrl+C ကီးကိုနှိပ်၊ ဒါမှမဟုတ်

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

အခန်း ၇

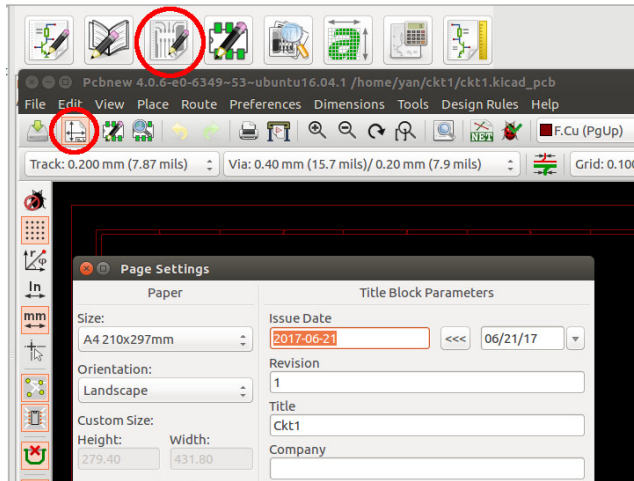
ဆားကစ်ဘုတ်ဆွဲခြင်း

ရှေ့မှာ ကျွန်တော်တို့လုပ်ခဲ့တဲ့ netlist ဖိုင်ကိုသုံးပြီး ဆားကစ်ဘုတ်ကိုဆွဲပါမယ်။ ဆားကစ်ဘုတ်ဆွဲဖို့အတွက် Pcbnew ဆိုတဲ့ဆော့ဖ်ဝဲ ကိရိယာကိုသုံးနိုင်ပါတယ်။

၇.၁ Pcbnew ကိုအသုံးပြုခြင်း

KiCad ပရောဂျက်မန်နေဂျာရဲ့ အပေါ်ဘားက Pcbnew - Printed Circuit Board Editor ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ PCB layout တွေကို *.kicad_pcb ဖိုင်အနေနဲ့ သိမ်းပါတယ်။ မရှိသေးလို့ အဲဒီဖိုင်ကို ဖန်တီးမလား လို့ KiCad ကမေးရင် Yes နှိပ်ပြီး ဖန်တီးလိုက်ပါမယ်။

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



ပုံ ၇.၁: Pcbnew အသုံးပြုခြင်း။

၇.၂ ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်းများသတ်မှတ်ခြင်း

ဆားကစ်ဘုတ်ကို စမဆွဲခင်မှာ လျှပ်ကူးအလွှာတွေ ကို ဆက်စပ်ပေးတဲ့ အပေါက်ကလေး (via) တွေရဲ့ အရွယ်အစား၊ လျှပ်စီး ပတ်လမ်းကြောင်း ရဲ့အသေးဆုံးအရွယ် (minimum track width)၊ လျှပ်ကူး လမ်းကြောင်း၊

အစိတ်အပိုင်းတွေ အချင်းချင်းကြား အနည်းဆုံး ရှိရမယ့် အကွာအဝေး (clearance) စတာတွေကို အရင်သတ်မှတ်လိုက်တာကောင်းပါတယ်။

ပုံမှန်အားဖြင့်တော့ လုပ်ရမယ့် ကြေးအလွှာလေးက ပို အနုစိတ်လေ လေ ဆားကပ်ပြားလုပ်ခ ပိုဈေးကြီးလေလေ ဖြစ်ပါတယ်။ ကိုယ်သုံးမယ့် အစိတ် အပိုင်းတွေရဲ့ ခြေရာနဲ့လည်း အဆင်ပြေဖို့လိုပါသေးတယ်။ ရှေ့မှာ 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 ဈေး အများကြီး ကွာသွားနိုင်ပါတယ်။ ကျွန်တော်ကတော့ အဲလို ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်း (Design rules) တွေ မလုပ်ခင် online ဝက်ဘ်ဆိုက်တွေမှာ အကြမ်းဖျင်း အရင်စစ် ကြည့်လေ့ရှိပါတယ် (ပုံ ၇.၂)။ နမူနာ လိပ်စာတချို့ကို အောက်မှာ တွေ့နိုင်ပါ တယ်။

- 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 ဆိုတဲ့ဝင်းဒိုးပေါ်လာရင် Net

Online Quote (Please fill out the following content as your requirements)

Dimensions: 15 X 60 mm +size of pc

Layers: 1 2 4 6

Quantity: 10 pcs

Delivered As: pcs(Single Pieces) set(Panel Boards)

Panel Design: 1 (Numbers of boards types in documents) For Example

PCB Type: FR-4 (Kingboard Level A)
Aluminum Board (only single-sided available)

Thickness: 0.6 0.8 1.0 1.2 1.6 2.0 2.4 3.0

Min Spacing: 4/4mil 4/5mil 6/6mil

Min Hole Size: 0.2mm 0.25mm 0.3mm

Solder Mask: Green Red Yellow Blue Black White

Silkscreen Color: Black White

Surface Finish: HASL with Lead HASL Lead Free Immersion gold OSP

Via Process: Tenting Vias Vias not covered

Charge Details

Project	Panel	Board	Film	HASL	Testing	Color	Others
8.69	0	0.75	0	0	0	6.96	0

PCB price and delivery

Lead time	Quantity	Price
1-2 days	10 pcs	16.39

Shipping by

SINGAPORE

HK post 15-30 days wt: 0.53 kg

PCB Cost (Product Cost): \$16.39

Shipping Cost: \$8

Subtotal: \$24.39

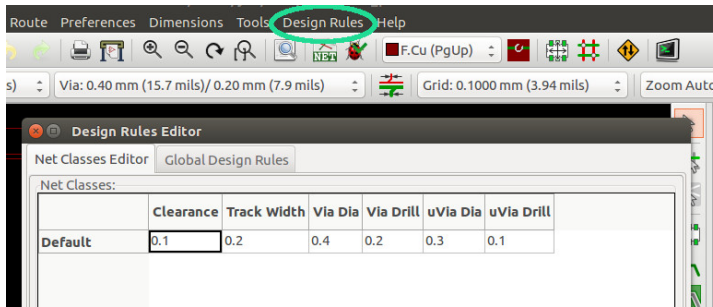
Your email:

ပုံ ၇.၂: ဒီဇိုင်းနှင့်ဈေးများကိုစစ်ကြည့်ခြင်း။

Classes Editor ဆိုတဲ့ tab မှာ ကိုယ်ရွေးချယ်ထားတဲ့ တန်ဖိုးတွေကို ပုံ ၇.၃ ထဲကလို သတ်မှတ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Global design rules ဆိုတဲ့ tab မှာလည်း အဲဒီ တန်ဖိုးတွေကို သတ်မှတ်လိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် OK ကိုနှိပ်ပြီး ပိတ်လိုက်ပါမယ်။

၇.၃ Netlist ကိုဖတ်ခြင်း

Eeschema နဲ့ ဖန်တီးခဲ့ပြီး၊ ခြေရာများပါသတ်မှတ်ထားခဲ့တဲ့ Netlist ဖိုင်ကို Pcbnew ထဲမှာ သုံးပါမယ်။ အပေါ်ဘားပေါ်က Read Netlist ဆိုတဲ့ အိုင်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ Netlist ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ Browse

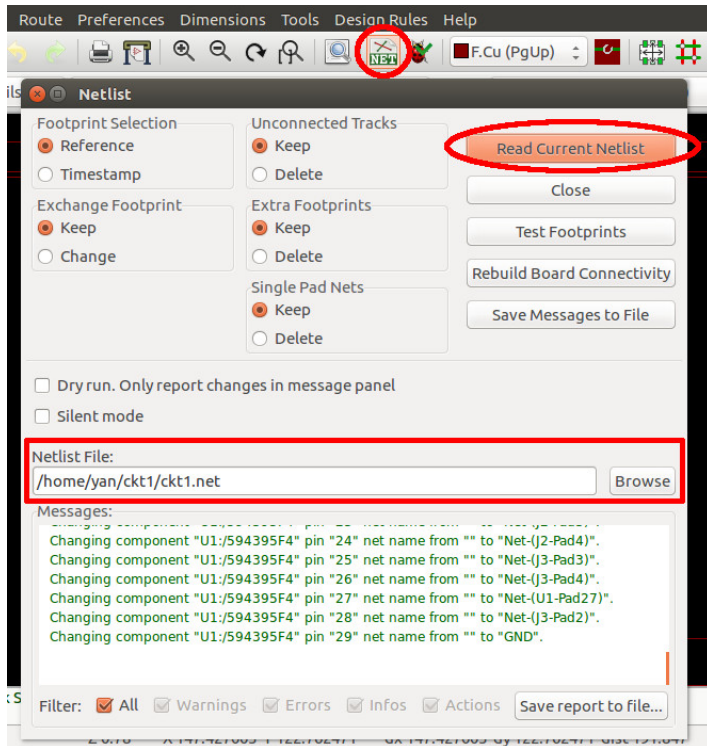


ပုံ ၇.၃: ဒီဇိုင်းစည်းမျဉ်းများသတ်မှတ်ခြင်း။

ခလုတ် ကို နှိပ်ပြီး Netlist File ကို ရွေးနိုင်ပါတယ်။ ပြီးရင် Read Current Netlist ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး တဲ့အခါ Netlist ဝင်းဒိုးကို ပိတ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၇.၄)။

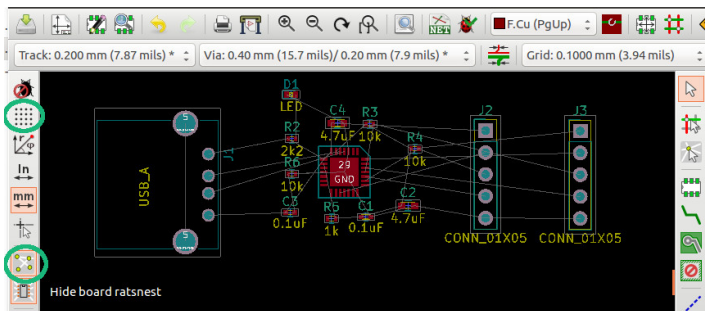
အဲဒီလို ဖတ်လိုက်တဲ့ အခါ အစိတ်အပိုင်းတွေအားလုံးကို စာမျက်နှာရဲ့ အလယ်လောက်မှာ အားလုံး စုထပ်နေတာကို မြင်ရပါမယ်။ အစိတ်အပိုင်းတွေပေါ်မှာ မောက်စ်တင်ပြီး m ကီးနှိပ်ပြီး ရွေးနိုင်ပါတယ်။

အစိတ်အပိုင်းအချင်းချင်း သင်္ကေတပုံမှာ ဆက်ခဲ့တဲ့ပေါ်မူတည်ပြီး လမ်းကြောင်း မျှင်မျှင်လေး တွေနဲ့ဆက်နေတာကို တွေ့နိုင် ပါတယ်။ အဲဒီ လမ်းကြောင်းတွေကို ratsnest လို့ခေါ် ပြီး၊ သူတို့ကို ပုံ ၇.၅ မှာပြထားတဲ့ ဘယ်ဖက်ဘားပေါ်က Hide board ratsnest ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ပေါ် နှိပ်ပြီး၊ ကွယ်ထားလို့ရသလို၊ အဲဒီပေါ်မှာပဲ နောက်တစ်ကြိမ် ပြန်နှိပ်ပြီး ပြန်ဖော်ကြည့်လို့ရပါတယ်။



ပုံ ၇.၄: Netlist ကိုဖတ်ခြင်း။

အစိတ်အပိုင်းတွေကို ဝါယာကြိုးအချင်းချင်း ဖြတ်ကျော်တာ အနည်းဆုံးဖြစ်အောင်နေရာရွှေ့ထားလိုက်ပါမယ်။ ရွှေ့နေတဲ့ အချိန်မှာ အပေါ်နားက Hide Grid အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး grid လိုင်းတွေကို ခဏ ကွယ်ထားလို့ရပါတယ်။

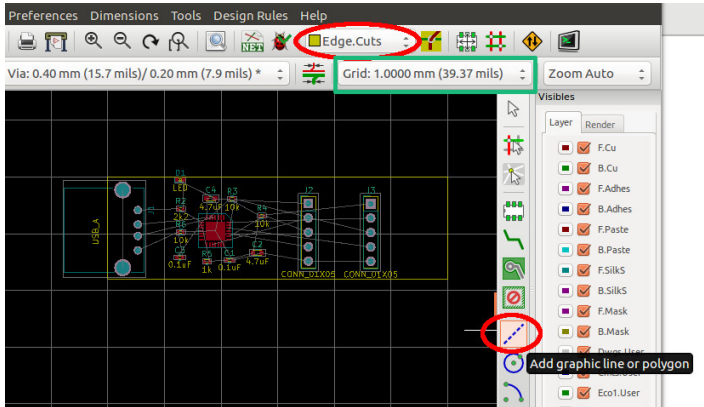


ပုံ ၇.၅: Ratsnest များကြည့်၍ အစိတ်အပိုင်းများနေရာချထားခြင်း။

၇.၄ အနားသတ်ဖြတ်ရာပေးခြင်း

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

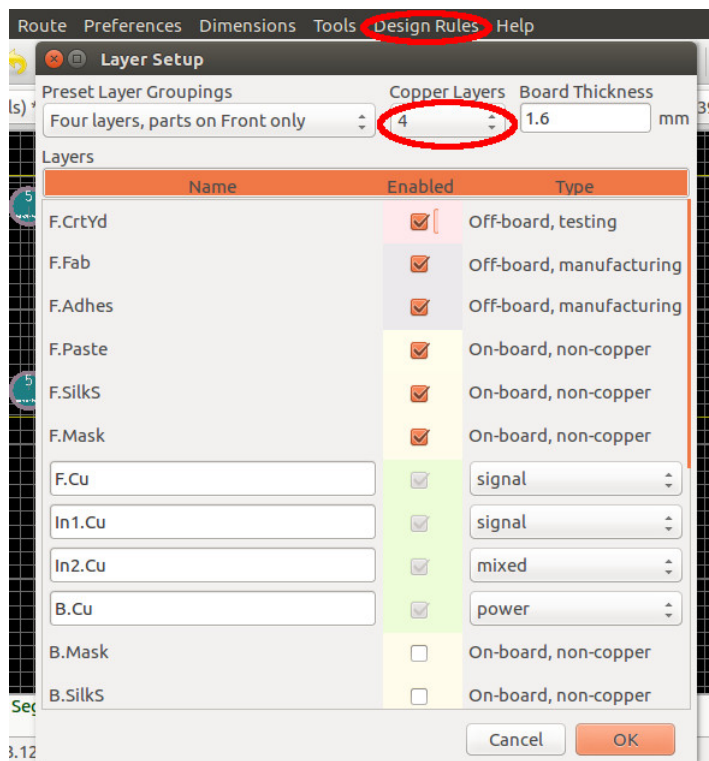
ဆွဲလိုက်ပါမယ်။ နမူနာ ရလဒ်တစ်ခုကို ပုံ ၇.၆ မှာပြထားပါတယ်။



ပုံ ၇.၆: အနားသတ်ဖြတ်ရာပေးခြင်း။

၇.၅ အလွှာများသတ်မှတ်ခြင်း

ဆားကစ်ဘုတ် ကို အလွှာ ၄ လွှာ ပြောင်း သုံးချင်တဲ့ အတွက် Design Rules → Layers Setup ကိုနှိပ်လိုက်ပါမယ်။ ပေါ်လာတဲ့ Layer Setup ဝင်းဒိုးမှာ Copper Layers ကို 4 လိုပြင်လိုက်ပါမယ်။ ဆားကစ်ဘုတ်ရဲ့ အထူကိုလည်း Board Thickness မှာ 1.6 mm စသည်ဖြင့် သတ်မှတ်နိုင် ပါတယ်။ Preset Layer Groupings မှာ အစိတ်အပိုင်းတွေကို အပေါ်တစ် ဘက်တည်းမှာပဲထားမယ်လို့ သတ်မှတ်လိုက်ပါတယ် (ပုံ ၇.၇)။



ပုံ ၇.၇: အလွှာများသတ်မှတ်ခြင်း။

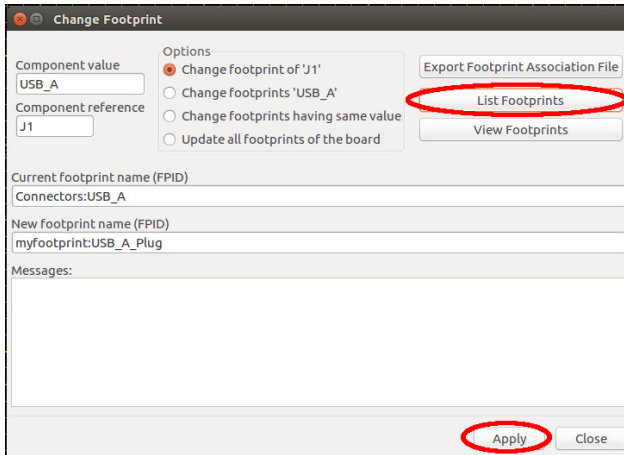
၇.၆ ခြေရာများပြောင်းခြင်း

ဒီအဆင့်မှာ ခြေရာ အဆင်မပြေတဲ့၊ မကြိုက်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေရှိရင် ပြောင်းနိုင်ပါတယ်။ သူတို့ပေါ်မှာ ညာဖက်ကလစ် နှိပ်ပြီး Properties ကို ရွေးပါ။ ဒါမှမဟုတ် သူတို့ပေါ်မှာ မောက်စ်ရဲ့မြှားတင်ပြီး e ကီးကိုနှိပ်လည်း ရပါတယ်။ Footprint properties ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ Change footprint(s) ခလုတ်ကိုနှိပ်ပါမယ်။ Change Footprint ဝင်းဒိုး ထပ်ပေါ်လာပြီ ဆိုရင် List footprint ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး အသစ်ပြောင်းချင်တဲ့ ခြေရာ ကို ရွေးနိုင်ပါတယ် (ပုံ ၇.၈)။ ပြီးတဲ့ အခါ Apply ခလုတ်ကိုနှိပ်လိုက်ရင် OK တဲ့အကြောင်း message တွေ့နိုင်ပြီး၊ Close နှိပ်နိုင်ပါတယ်။ ပြီးတဲ့ အခါ Pcbnew အယ်ဒီတာထဲမှာ ခြေရာအသစ်ပြောင်းသွားတာကိုတွေ့နိုင် ပါတယ်။

၇.၇ Trace များဆွဲခြင်း

နောက်တစ်ဆင့် အနေနဲ့ GND ဝါယာတွေက လွဲပြီး ကျန်တာတွေကို ကြေး လမ်းကြောင်းတွေ ဆက်သွယ်ပါမယ်။ GND တွေကိုတော့ နောက်ဆုံးမှာ ground plane တစ်ခု အောက်ခံ ကြေးလွှာ (bottom copper layer - B.Cu) မှာ ဖန်တီးပြီး ဆက်ပါမယ်။

အပေါ်ဘက်က အလွှာရွေးတဲ့ drop-down menu မှာ ရှေ့အပေါ်ကြေး လွှာ (front top copper layer) ကို F.Cu ကိုနှိပ်ပြီး ရွေးလိုက်ပါမယ်။

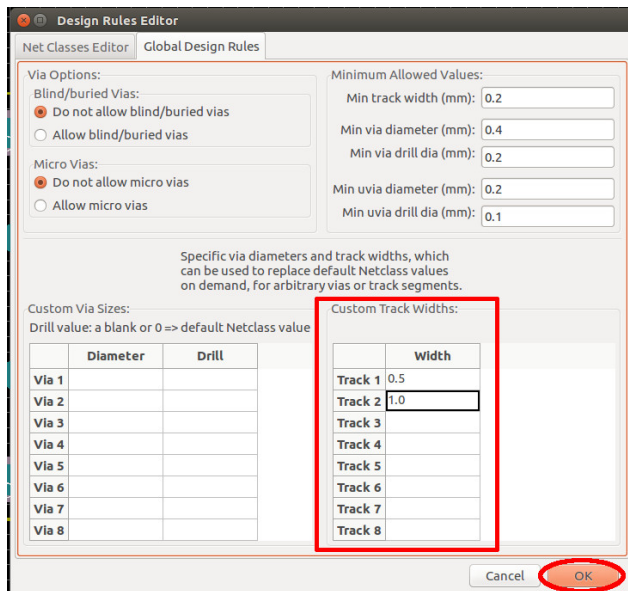


ပုံ ၇.၈: ခြေရာပြင်ဆင်သတ်မှတ်ခြင်း။

Page Up ကီးနှိပ်ရင်လည်း ရပါတယ်။ ပြီးတဲ့အခါ ညာဘက်ဘားပေါ်က Add tracks and vias ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ဆက်လိုတဲ့ ပင်၊ နေရာတွေမှာ ကလစ်နှိပ်လိုက်ရင် ကြေး လမ်းကြောင်း လေးပေါ်လာ ပြီး ဆက်သွယ်ပေးတာကို တွေ့ရပါလိမ့်မယ်။

ဆက်တဲ့အခါ ကြေးလမ်းကြောင်းရဲ့အရွယ်ကို Pcbnew အယ်ဒီတာရဲ့ ဘယ်ဖက်အပေါ်က Track မှာ ရွေးချယ်သတ်မှတ်လို့ရပါတယ်။ လောလော ဆယ်မှာ 0.2 mm တစ်မျိုးပဲရတာကို တွေ့ရမှာပါ။ နောက်ထပ်လမ်းကြောင်း အရွယ်အစားတွေ ထပ်ထည့်ဖို့ Design Rules → Design Rules → Global Design Rules ဆိုတဲ့ tab ကို ဖွင့်ပြီး၊ ညာဖက်အောက်နားက

Custom track widths ဆိုတဲ့ ဇယားမှာ လိုချင်တဲ့ လမ်းကြောင်းအကျယ် အရွယ်အစားကို ထည့်ဖြည့်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၇.၉)။ OK ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီးတဲ့ အခါ၊ Pcbnew အယ်ဒီတာ မှာ ထပ်ဖြည့်လိုက်တဲ့ လမ်းကြောင်း အရွယ်အစား တွေကို တွေ့နိုင်၊ ရွေးချယ်နိုင် တာကို တွေ့ရပါမယ်။



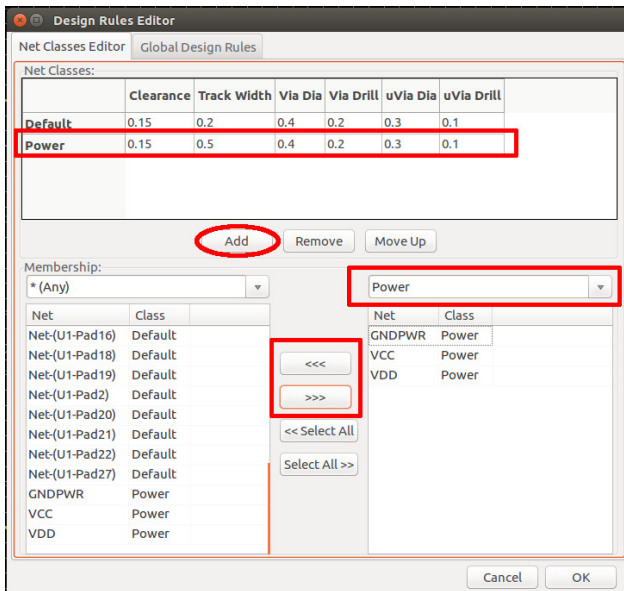
ပုံ ၇.၉: လမ်းကြောင်း (trace) အရွယ်အစားများ ထပ်မံသတ်မှတ်ခြင်း။

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

၇.၇. TRACE များဆွဲခြင်း

၆၉

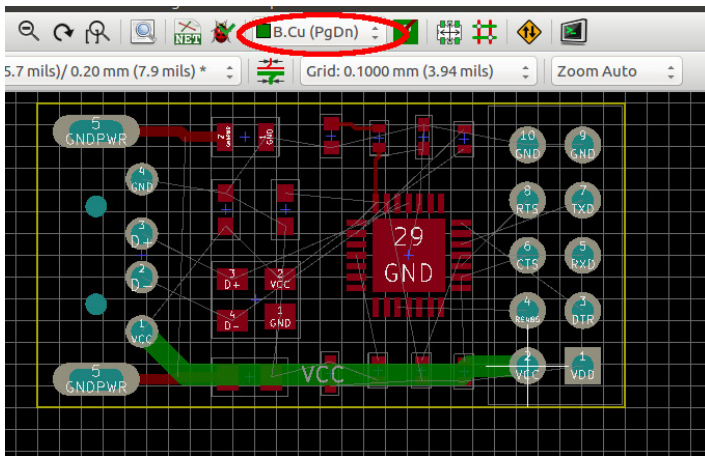
ဆိုတဲ့ net class ကို ထည့်လိုက်ပါမယ်။ သူ့ရဲ့ အရွယ်အစားကို 0.5 mm လို့ ပြင်နိုင်ပါတယ်။ ပြီးတဲ့ အခါ အောက်က Membership ထဲက ဇယား တွေမှာ တစ်ခုကို Power လို့ ရွေးပြီး မြားတွေပါတဲ့ ခလုတ်တွေကို သုံးပြီး လိုသလို ခွဲခြားသတ်မှတ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၇.၁၀)။



ပုံ ၇.၁၀: လမ်းကြောင်း အမျိုးအစားများ အစုခွဲသတ်မှတ်ခြင်း။

လမ်းကြောင်းကို ဆားကစ်ဘုတ်ပြားရဲ့ တခြားအလွှာတွေမှာ ဆွဲချင်ရင် အပေါ်က drop-down menu မှာ လိုချင်တဲ့အလွှာကို ရွေးနိုင်ပါတယ်။ နမူနာအနေနဲ့ အောက်က ကျောဘက်အလွှာ B.Cu ကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။

သူ့ဘေးမှာပြနေတဲ့ PgDn က Page down ဆိုတဲ့ shortcut ကီးကို နှိပ်ရင် လည်း ရတယ် ဆိုတာ ပြပေးတာပါ။ ပုံ ၇.၁၁ မှာပြထားတဲ့ အတိုင်း VCC တွေကို ဆက်လိုက်ပါမယ်။ ကြေးလမ်းကြောင်းရဲ့အရောင်ကလည်း သက်ဆိုင်ရာ အလွှာအလိုက် မတူညီတဲ့ အရောင်နဲ့ပြောင်းပြပေးတာကို တွေ့နိုင်ပါတယ်။

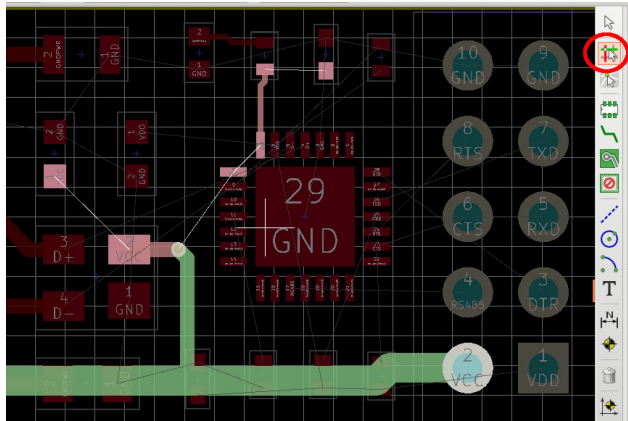


ပုံ ၇.၁၁: လမ်းကြောင်း အမျိုးအစားများ အစုခွဲသတ်မှတ်ခြင်း။

၇.၈ Via များသုံးခြင်း

အလွှာတစ်ခုမှာလမ်းကြောင်းဆွဲနေရင်းနဲ့တစ်ခြား အလွှာတစ်ကို ပြောင်းပြီး ဆက်ဆွဲချင်ရင် via တွေထားပြီး အလွှာပြောင်းဆက်လို့ရပါတယ်။

ဆက်သွယ်နေတဲ့ ပင်ငုတ်တွေကို စစ်ချင်ရင် ညာဘက် ဘားပေါ်က Net highlight ကိရိယာကိုရွေးပြီး စစ်ချင်တဲ့ ပင်ပေါ်မှာ ကလစ်နှိပ်လိုက်ရင်၊ ပုံ ၇.၁၃ မှာပြထားသလို သူနဲ့ ဆက်စပ်နေတဲ့ ပင်တွေ၊ လမ်းကြောင်းတွေ highlight ဖြစ်သွားတာကိုတွေ့နိုင်ပါတယ်။ ပြန်ဖျောက်ချင်ရင် Net highlight ကိရိယာကို ပြန်ရွေးပြီး ပြန်ကလစ်နှိပ်နိုင်ပါတယ်။

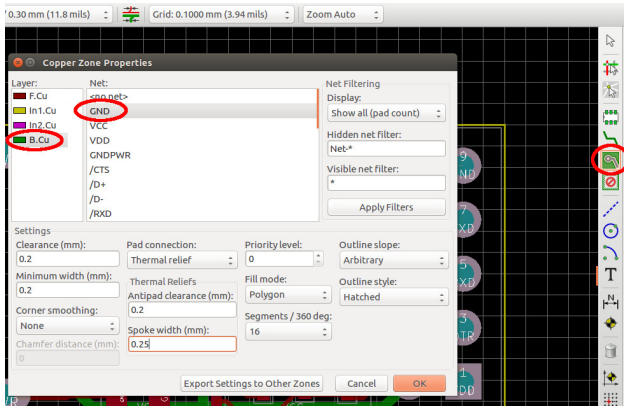


ပုံ ၇.၁၃: Via သုံး၍ မတူညီသောကြေးအလွှာများအားဆက်သွယ်ခြင်း။

၇.၉ Ground plane ထည့်ခြင်း

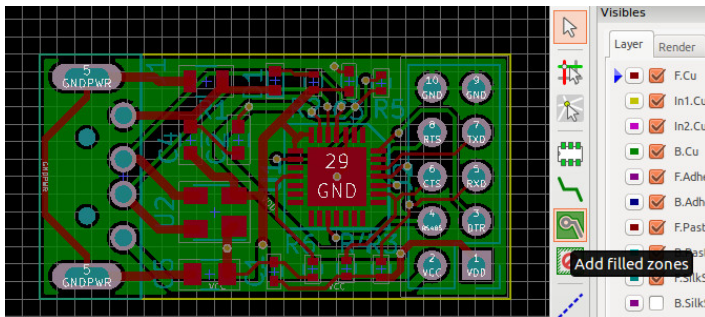
အားလုံး ဆက်ပြီးတဲ့ အခါ နောက်ဆုံးမှာ GND ပင်တွေ အားလုံးကို Ground plane နဲ့ဆက်ပါမယ်။ အဲဒီအတွက် ညာဘက်ဘားပေါ်က Add filled zones ဆိုတဲ့ ကိရိယာကို ရွေးလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် ပြင်လိုက်ကြီး ဖြည့်ချင်တဲ့ ဧရိယာတွေကို ကလစ်နှိပ်နှိပ်ပြီး ဝိုက်ပေးပါမယ်။ ပထမဦးဆုံး ကလစ်နှိပ်လိုက်လို့ Copper Zone Properties ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုး တက်လာတဲ့အခါ အောက်ပါပုံ ၇.၁၄ ထဲကလို အလွှာကို B.Cu ၊ Net ကို GND စသည်ဖြင့် ရွေးချယ် သတ်မှတ်နိုင်ပါတယ်။

ဒီနမူနာမှာတော့ ဆားကစ်ဘုတ်ပတ်လည် ကလစ်နှိပ်ပြီး zone သတ်



ပုံ ၇.၁၄: Ground plane အတွက် zone တန်ဖိုးများသတ်မှတ်ခြင်း။

မှတ်လိုက်ပါသည်။ ပြီးတဲ့ အခါ ရလာတဲ့ Ground plane ကို အောက်က ပုံ ၇.၁၅ မှာ ပြထားပါသည်။



ပုံ ၇.၁၅: Ground plane ဖြည့်ပြီးသည့်အခါရလာသည့် ဆားကစ်ဘုတ်။

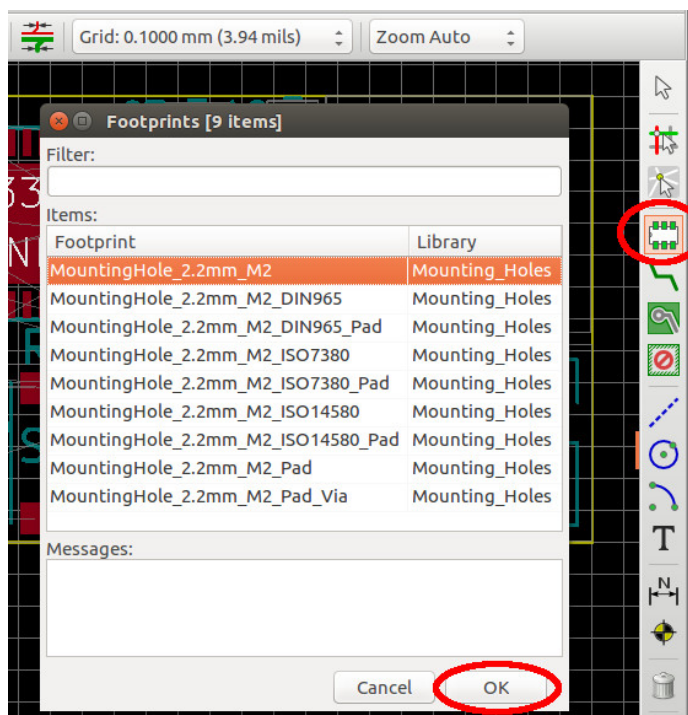
မကြိုက်လို့ ပြန်ဖျက်ချင်ရင်တော့ Zone ရဲ့အနားသတ်ကို ကလစ်နှိပ်မှတ်ပြီး delete လုပ်လို့ရပါတယ်။

၇.၁၀ Mounting hole ထည့်ခြင်း

ဆားကစ်ဘုတ်မှာ ဝက်အူဆွဲဖို့ အပေါက် (Mounting Hole) ထည့်ချင်ရင် တော့ ညာဘက်ဘားက Add footprints ဆိုတဲ့ ကိရိယာကိုရွေးပြီး ကလစ်နှိပ် ထည့်နိုင်ပါမယ်။ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ ထည့်ချင်တဲ့ အရွယ်၊ ဥပမာ M2 ကိုရိုက်ထည့်ပြီး ပုံ ၇.၁၆ မှာပြထားသလို ရွေးချယ်ထည့်နိုင်ပါတယ်။

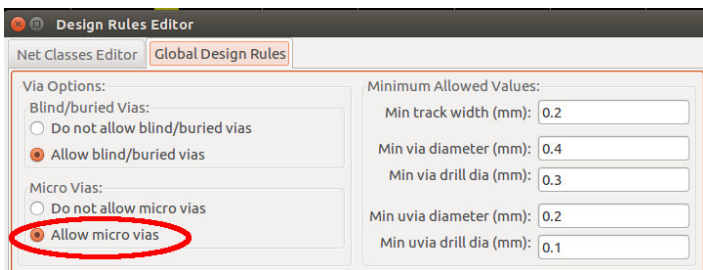
၇.၁၁ Microvia များထည့်ခြင်း

Microvia ဆိုတာကတော့ အလွှာအများကြီး ပါတဲ့ ဆားကစ်ဘုတ်တွေမှာ ကပ်ရပ် အလွှာ တွေကို ဆက်ပေးဖို့ လေဆာနဲ့ ဖောက်ထားတဲ့၊ အရွယ်အစား ၁၅၀ မိုက်ခရိုမီတာ ထက်သေးတဲ့ via လေးတွေပါ [4]။ အပေါ်ဆုံးလွှာနဲ့ အောက်ဆုံး အလွှာလို အထူကြီး ဖြစ်ပြီး၊ အရမ်းဝေး နေတဲ့ အလွှာတွေကို ဆက်လို့မရ ပါဘူး။ များသောအားဖြင့်တော့ အပေါ်ဆုံးလွှာနဲ့ သူ့ကပ်ရပ် အလွှာကို ဆက်ဖို့သုံးကြပါတယ်။ ကပ်ရပ်ဖြစ်တဲ့ အတွင်းလွှာတွေကိုလည်း ဆက်လို့ရတဲ့ အတွက် သူတို့ကို ထပ်သုံးကြတာမျိုးလည်း ရှိပါတယ်။



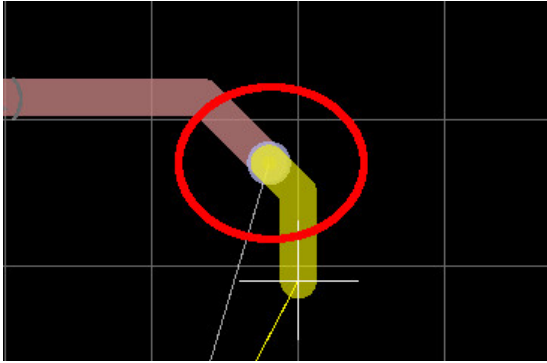
ပုံ ၇.၁၆: Mounting hole ထည့်ခြင်း။

စစ်ခြင်း View → Switch Canvas to OpenGL ကို ရွေးထားလိုက်ပါမယ်။ ပြီးရင် Design Rules → Layers setup ကိုသွားပြီး Layer setup ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့အခါ ကြေးအလွှာကို ၄ လွှာလို့ရွေးလိုက်ပါမယ်။ နောက်တခါ Design Rules → Design Rules ကို နှိပ်ပြီး Design Rules Editor ဆိုတဲ့ဝင်းဒိုး ပေါ်လာတဲ့ အခါ Global Design Rules ဆိုတဲ့ Tab ကို သွားလိုက်ပါမယ်။ အဲဒီမှာ ပုံ ၇.၁၇ မှာပြထားသလို Allow micro via ကို ရွေးထားပေးဖို့ လိုပါတယ်။



ပုံ ၇.၁၇: Microvia ကိုခွင့်ပြုခြင်း။

ပြီးတဲ့ အခါ အပေါ်ကြေးလွှာမှာ trace တစ်ခုဆွဲပြီး microvia ထားချင်တဲ့ နေရာမှာ ညာဘက်ကလစ်နှိပ်ပြီး Place Microvia ကို ရွေးလိုက်ရင် microvia တစ်ခု ရလာပြီး အောက်ကပ်ရပ် အလွှာမှာ ဆက်ဆွဲပါမယ်။ Ctrl+v ကီးကို နှိပ်ရင်လည်း ရပါတယ် (ပုံ ၇.၁၈)။



ပုံ ၇.၁၈: Microvia ထည့်ခြင်း။

၇.၁၂ Blind/Buried Via များထည့်ခြင်း

ဆားကစ်ဘုတ်ပြားတွေမှာ ကြေးအလွှာတွေကို ဆက်ပေးတဲ့ via အမျိုးအစား တွေကို အောက်ပါအတိုင်း တွေ့နိုင်ပါတယ် [5]။

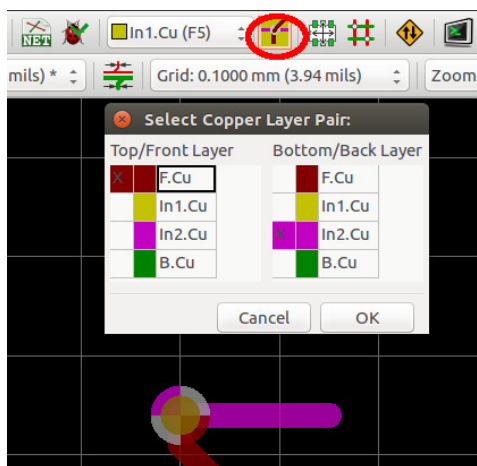
Through hole via ဒီအမျိုးအစားကတော့ အပေါ်ဆုံးကြေးအလွှာကနေ အောက်ဆုံး ကြေးအလွှာထိ ဖောက်ထွက် သွားပြီး အလွှာ အားလုံး ကနေ ဆက်နိုင်ပါတယ်။

Blind via သူကတော့ အပေါ်ဆုံး ဒါမှမဟုတ် အောက်ဆုံး အလွှာကနေ စပြီး တစ်ခြားတစ်ဘက်ကို ထုတ်ချင်းဖောက် ထွက်မသွားပဲ ကြားထဲက 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 ဆိုတဲ့ဝင်းဒိုး ပေါ်လာတဲ့ အခါ Global Design Rules ဆိုတဲ့ Tab ကို သွားလိုက်ပါမယ်။ အဲဒီမှာ ပုံ ၇.၁၇ မှာပြထားသလို Allow blind/buried via ကို ရွေးထားပေးဖို့ လိုပါတယ်။ နောက်တစ်ခါ အပေါ်ဘားက ကြေးအလွှာ ရွေးတဲ့ drop down box ရဲ့ ဘေးက ပုံ ၇.၁၉ မှာ ပြထားတဲ့ Select Copper Layer Pair အိုက်ကွန်ကို နှိပ်လိုက်ပြီး၊ ပေါ်လာတဲ့ ဝင်းဒိုးမှာ blind/buried via ဆက်ပေးစေချင်တဲ့ အလွှာတွေကို ရွေးပေးနိုင်ပါတယ်။

Trace ဆွဲပြီး blind/buried via ထားချင်တဲ့ နေရာမှာ ညာဘက် က လစ်နှိပ်ပြီး Place Blind/Buried Via ကို ရွေးပေးလိုက်ရင် ခုနကရွေးထား တဲ့ အလွှာတွေကို ဆက်ပေးတဲ့ via ရလာမှာပါ။ Shift+Alt+V ကီးကိုနှိပ် ရင်လည်း ရပါတယ်။ ပုံ ၇.၁၉ မှာ ပြထားတဲ့ via မှာလို အပြင်အရစ်က အရောင် နှစ်ရောင်က ဆက်ထားတဲ့ ကြေးအလွှာတွေရဲ့ အရောင်တွေကို ကိုယ်စားပြုဖော်ပြနေပါမယ်။ ဆားကပ်ပြား ထုတ်လုပ်ဖို့ drill ဖိုင်တွေ ထုတ်တဲ့ အခါမှာ လည်း Blind/Buried Via တွေဆက်ထားတဲ့ အလွှာအတွဲ တွေအတွက် drill ဖိုင်တွေလိုပြီး KiCad ကအလိုအလျောက် ထုတ်ပေးပါ လိမ့်မယ်။



ပုံ ၇.၁၉: Blind/Buried Via များထည့်ခြင်း။

အခန်း ၈

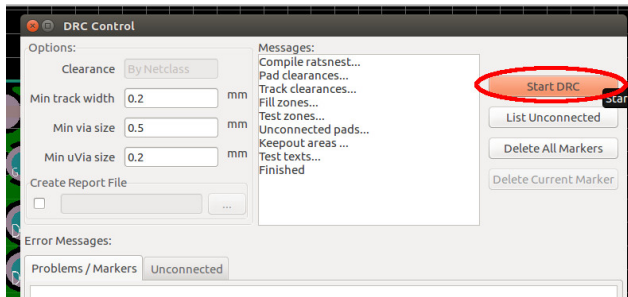
ဆားကစ်ဘုတ်ကို စစ်ဆေးပြင်ဆင်ခြင်း

၈.၁ ဒီဇိုင်းကို စစ်ဆေးခြင်း

ဆွဲပြီးလို့ ရလာတဲ့ ဒီဇိုင်းကို စစ်ဖို့ အပေါ်ဘက်က Perform design rules check ဆိုတဲ့ ပိုးကောင်ပုံနဲ့ ကိရိယာလေးကို နှိပ်လိုက်ပါမယ်။ DRC Control ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့အခါ Start DRC ဆိုတဲ့ခလုတ်ကို နှိပ်ပြီး စစ်လိုက်ပါမယ်။ အဲဒီအခါ Messages ဆိုတဲ့ နေရာမှာ ပေါ်လာတဲ့အတိုင်း စည်းမျဉ်းနဲ့ ကိုက်မကိုက် အကုန်စစ်ပါတယ်။

ပြီးတဲ့ အခါ အောက်က Error messages မှာ ရှိတဲ့ ပြဿနာတွေကို

ပြပါလိမ့်မယ်။ ပြဿနာပေါ်မှာ ကလစ်နှစ်ခါနှိပ်လိုက်ရင် အယ်ဒီတာ ပေါ်မှာ အဲဒီ ပြဿနာရှိတဲ့နေရာကို မြားအနီလေးနဲ့ ညွှန်ပြပါလိမ့်မယ်။ List Unconnected ခလုတ်ကို နှိပ်လိုက်ရင်လည်း ဆက်ဖို့ ကျန်နေ၊ မေ့နေတဲ့ ဟာတွေကို ပြပါလိမ့်မယ်။ အမှား မရှိတော့တဲ့ ပြင်တာစစ်တာ တွေကို လုပ်နိုင်ပါတယ် (ပုံ ၈.၁)။

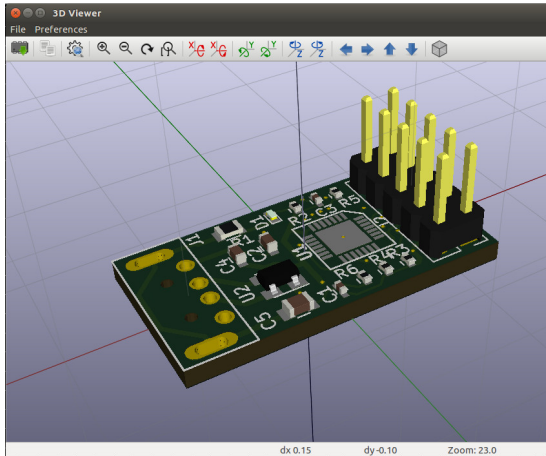


ပုံ ၈.၁: Ground plane ဖြည့်ပြီးသည့်အခါရလာသည့် ဆားကစ်ဘုတ်။

၈.၂ 3D မြင်ကွင်းဖြင့်ကြည့်ခြင်း

View → 3D Viewr ကို နှိပ်လိုက်ရင် ဆားကစ်ဘုတ်ကို ပုံ ၈.၂ မှာပြထားသလို 3D Viewer ဝင်းဒိုးမှာ ပြပါလိမ့်မယ်။ မောက်ကလစ်ကို ဖိဆွဲပြီး ကြည့်ချင်တဲ့ ရှုထောင့်ကနေပြောင်းကြည့်နိုင်ပါတယ်။

အပေါ်ဘားက ခွေးသွားစိတ်ပုံ Set display options, and some



ပုံ ၈.၂: 3D Viewer ဖြင့်ကြည့်ခြင်း။

layers visibility ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကိုနှိပ်လိုက်ရင် 3D display options ဆိုတဲ့ ဝင်းဒိုးပေါ်လာမှာဖြစ်ပြီး အဲဒီမှာ လိုအပ်သလို ပြုပြင် ကြည့်ရှုနိုင် ပါတယ်။

၈.၃ Gerber ဖိုင်များထုတ်ခြင်း

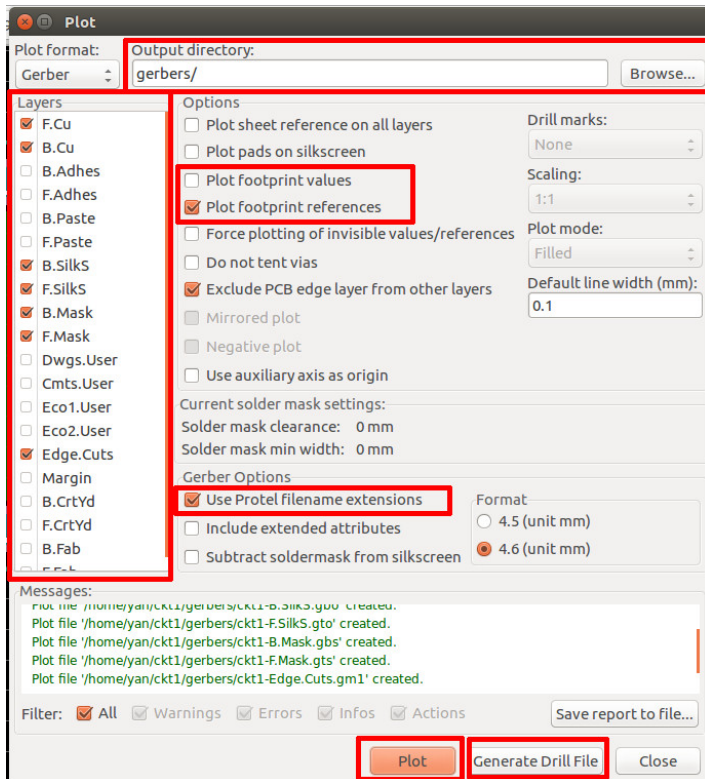
ဆားကစ်ဘုတ် ဒီဇိုင်းလုပ်ပြီးတဲ့ အခါ ဆားကစ်ဘုတ်ထုတ်လုပ်သူ (PCB manufacturer) တွေကို Gerber ဖိုင်များလှမ်းပို့ဖို့ လိုပါတယ်။ အဲဒီအ တွက် Pcbnew အယ်ဒီတာရဲ့ File → Plot ကို နှိပ်လိုက်ရင် Plot ဝင်းဒိုး ပေါ်လာပါမယ်။ နမူနာ ပုံမှာတော့ အလွှာနှစ်လွှာပဲ လိုတဲ့အတွက် Design

Rules → Layers Setup မှာ Copper layers ကို 2 layers လို့သတ်မှတ်ခဲ့ပါတယ်။ အဲဒါကြောင့် Plot ဝင်းဒိုးမှာ အောက်ကပုံ ၈.၃ မှာ ပြထားသလို Gerber ဖိုင်ထုတ်မယ့် အလွှာတွေကို ရွေးလိုက်ပါတယ်။

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

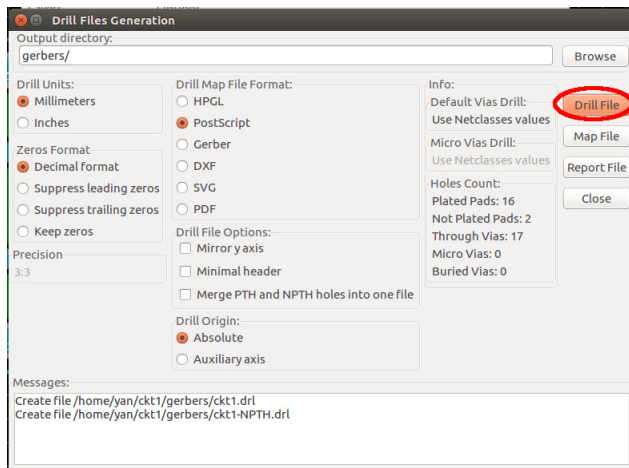
- Bottom Layer (B.Cu)
- Top layer (F.Cu)
- Top overlay (F.Silks)
- Bottom Solder Resist (B.Mask)
- Top Solder Resist (F.Mask)
- Edges (Edge.Cuts)

ပြီးရင် Browse ခလုတ်ကိုနှိပ်ပြီး ဖိုင်အခန်းတစ်ခုဖွဲ့ပြီး သိမ်းဖို့သတ်မှတ်လိုက်ပါတယ်။ Use Protel filename extensions ကို သုံးနိုင်ပါတယ်။ အပေါ်နားက Options မှာ Plot footprint values ကို ဖြုတ်နိုင်ပါတယ်။ ပြီးရင် Plot ခလုတ်ကိုနှိပ်လိုက်တဲ့ အခါ Messages မှာ ဖန်တီးလိုက်တဲ့ ဖိုင်တွေစာရင်းပေါ်လာပါမယ်။



ပုံ ၈.၃: Gerber ဖိုင်များထုတ်ခြင်း။

ပြီးတဲ့ အခါ အဲဒီ Plot ဝင်းဒိုးမှာပဲ Generate Drill File ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကို နှိပ်လိုက်ရင် Drill File Generation ဝင်းဒိုးထပ်ပေါ်လာပါမယ် (ပုံ ၈.၄)။ Browse ခလုတ်နှိပ်ပြီး သိမ်းမယ့်နေရာ သတ်မှတ်ပြီးရင် Drill File ဆိုတဲ့ ခလုတ်ကို နှိပ်လိုက်ရင် လိုအပ်တဲ့ Drill ဖိုင် တွေကို KiCad က အလိုအလျောက် အားလုံးထုတ်ပေးသွားမှာ ဖြစ်ပါတယ်။ Blind vias တွေပါတဲ့ အလွှာအများကြီးပါတဲ့ ဘုတ်တွေမှာတောင် လိုအပ်တဲ့ Drill ဖိုင်အတွဲတွေ အားလုံးကို အလိုအလျောက် ထုတ်ပေးနိုင်တာကို တွေ့ရပါတယ်။



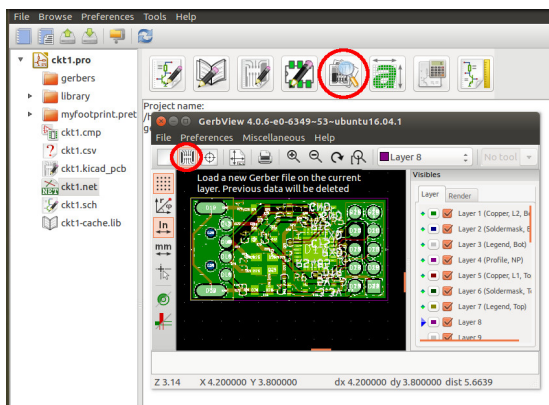
ပုံ ၈.၄: Drill ဖိုင်များထုတ်ခြင်း။

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 ဆော့ဖ်ဝဲ ကိရိယာကို ဖွင့်လိုက်ပါမယ်။ GerbView ဝင်းဒိုးပေါ်လာတဲ့ အခါ သူ့ရဲ့အပေါ်ဘားက Load a new Gerber file ဆိုတဲ့ အိုက်ကွန်ကို နှိပ်ပြီး စစ်လိုတဲ့ Gerber ဖိုင်တွေကို ဖွင့်နိုင်ပါတယ်။ ဖွင့်လိုက်တဲ့ ဖိုင်တွေကို ပုံ ၈.၅ မှာလို အားလုံး ထပ်ပြီး ပြနေပါမယ်။ ညာဘက်က စာရင်းကနေ ကြည့်လိုတာကို မှတ်၊ ကွယ်ထားချင်တာကို ဖြုတ်ပြီး ဖိုင်များကို သေချာစွာ စစ်ဆေးနိုင်ပါတယ်။



ပုံ ၈.၅: Gerber ဖိုင်များအားစစ်ခြင်း။

Appendix A

နောက်ဆက်တွဲ

၁.၁ စကားလုံးဖွင့်ဆိုချက်များ

ကီး၊ ကီးဘုတ်ခလုတ်..... Key

ကြေးအလွှာ Copper layer

ဂရောင်း..... Ground

ဆားကစ်ဘုတ် PCB: Printed Circuit Board

ဆော့ဖ်ဝဲ Software

ပတ်လမ်းသင်္ကေတပုံ..... schematic

ဖိုင်အခန်း..... directory, folder

မောက်စ်..... mouse

ဝင်းဒိုး..... window

အစိတ်အပိုင်း..... component

အိုက်ကွန်..... Icon

အကိုးအကားများ

- [1] The KiCad Team, "Getting started in kicad," <http://kicad-pcb.org/help/documentation/>.
- [2] NXP, "Lpc82x datasheet," 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>.