

Tutorial - Οδηγός Εκμάθησης KiCad

Μιχάλης Μισιρλής

Νοέμβριος 2015, έκδοση 1.2

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	4
1.1	Προαπαιτούμενα	4
1.2	Λεξικό όρων	4
1.3	Περιγραφή συσκευής	6
1.4	Βασικές Έννοιες KiCad	8
1.4.1	Αρχεία KiCad	8
1.4.2	Πλέγμα	9
1.4.3	Επιλογή λειτουργιών	9
2	Δημιουργία έργου	10
3	Σχεδίαση Σχηματικού Κυκλώματος	12
3.1	Δημιουργία σχηματικού	12
3.1.1	Εφαρμογή EESchema	12
3.1.2	Ρυθμίσεις σελίδας	12
3.1.3	Σχεδίαση γραφικών	12
3.1.4	Βιβλιοθήκες εξαρτημάτων	14
3.2	Προσθήκη εξαρτημάτων	15
3.2.1	Προσθήκη βασικών εξαρτημάτων	15
3.2.2	Ιδιότητες εξαρτημάτων	16
3.2.3	Αντίγραφα εξαρτημάτων	16
3.3	Δημιουργία εξαρτημάτων	18
3.3.1	Επεξεργαστής Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων	18
3.3.2	Δημιουργία νέου εξαρτήματος	19
3.3.3	Δημιουργία νέας βιβλιοθήκης εξαρτημάτων	19
3.3.4	Φόρτωση εξαρτήματος	21
3.3.5	Ορισμός ιδιοτήτων εξαρτήματος	22
3.3.6	Σχεδίαση σώματος εξαρτήματος	23
3.3.7	Προσθήκη ακροδεκτών εξαρτήματος	23
3.3.8	Προσθήκη κειμένων και γραφικών	26
3.4	Εξαρτημάτα με πολλά μέρη	28
3.4.1	Φόρτωση εξαρτήματος	29
3.4.2	Δημιουργία αντίγραφου εξαρτήματος	30
3.4.3	Αλλαγή ιδιοτήτων εξαρτήματος	30
3.5	Σχεδίαση κυκλώματος	32
3.5.1	Προσθήκη εξαρτημάτων	32
3.5.2	Βασικές λειτουργίες	32
3.5.3	Σχεδίαση κυκλώματος	37
3.5.4	Ονοματοδοσία κυκλώματος	42
3.5.5	Έλεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων	42
3.5.6	Εκτύπωση σχηματικού σε pdf	44
3.5.7	Δημιουργία προτύπων πεδίων για εξαρτήματα	44
3.5.8	Δημιουργία Λίστας Υλικών και Λίστας Δικτύων	45

4 Δημιουργία Πλακέτας (PCB)	47
4.1 Pcbnew	47
4.2 Ρυθμίσεις σελίδας	48
4.3 Ορισμός επιπέδων	48
4.4 Κανόνες σχεδίασης	49
4.5 Ορισμός βιβλιοθηκών έργου	52
4.6 Δημιουργία αποτυπώματος	55
4.7 Αντιστοίχιση αποτυπωμάτων	56
4.8 Εισαγωγή αποτυπωμάτων	58
4.8.1 Προσωρινή τοποθέτηση των αποτυπωμάτων	58
4.8.2 Φωλιά Συνδέσεων	59
4.8.3 Οριστική τοποθέτηση αποτυπωμάτων	60
4.9 Δημιουργία αγωγίμων ζωνών και δρόμων	63
4.9.1 Συντεταγμένες	63
4.9.2 Σχεδίαση ορίων πλακέτας	64
4.9.3 Προσθήκη ζώνης	65
4.9.4 Προσθήκη αγωγίμων δρόμων	66
4.9.5 Προσθήκη ζώνης 3,3V	69
4.9.6 Αισθητικές διορθώσεις	70
5 Κατασκευή πλακέτας	72
5.1 Αρχεία gerber	73
5.2 Αρχεία διάτρησης	75
5.3 Αρχεία τοποθέτησης	75
5.4 Επίλογος	76

1 Εισαγωγή

Αυτός ο οδηγός εκμάθησης έχει ως στόχο την εξοικείωση του Έλληνα χρήστη του KiCad μέσα από την ανάπτυξη ενός απλού αλλά πλήρους κυκλώματος (ηλεκτρονική συσκευή) ξεκινώντας από την βασική ιδέα και το σκοπό της συσκευής και καταλήγοντας στην παραγωγή αρχείων κατασκευής ώστε να μπορεί να παραχθεί η συσκευή από οποιοδήποτε εργοστάσιο ή εταιρεία παραγωγής πλακετών.

1.1 Προαπαιτούμενα

Αυτός ο οδηγός έχει βασιστεί και απαιτεί το πρόγραμμα KiCad έκδοση 4.0.0 με το Ελληνικό περιβάλλον λειτουργίας (GUI).

Ο οδηγός θεωρεί ότι ο χρήστης είναι εξοικειωμένος με τις βασικές έννοιες ηλεκτρονικού σχεδιασμού και μπορεί να σχεδιάσει πλήρως ένα κύκλωμα στο χαρτί ή σε κάποιο άλλο πρόγραμμα. Αυτός ο οδηγός δεν έχει ως στόχο τη διδασκαλία ηλεκτρονικού σχεδιασμού, αλλά τη διδασκαλία του πως γίνεται ο ηλεκτρονικός σχεδιασμός με το KiCad. Επίσης ο οδηγός θεωρεί ότι ο χρήστης είναι εξοικειωμένος τις βασικές έννοιες χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπως επιλογή μενού, έξοδος από ένα παράθυρο, επιλογή πολλαπλών στοιχείων κα.

Το tutorial αυτό πρέπει να συνοδεύεται από αρχείο zip (kicad_tut018) το οποίο περιέχει όλα τα σχετικά αρχεία του KiCad.

Η σελίδα του οδηγού στο διαδίκτυο μπορεί να βρεθεί στον παρακάτω σύνδεσμο: https://github.com/ellak-monades-aristeias/KiCad_EDA_Greece

1.2 Λεξιικό όρων

Ελληνικός όρος

3D προβολή
αγκύρωση
ακροδέκτης
ακτίνα
αλφαριθμητικό
ανάλυση
αναφορά, ονομασία αναφοράς
αντεστραμμένο
αντικολλητική μάσκα
αντίσταση συγκόλλησης
απόδοση
απόκλιση
αποτύπωμα
γομα
γραμμή γραφικών
διάκενο
διαμπερές
διάτρηση
δίαυλος
δίκτυα μίας έδρας

Αγγλικός όρος

3d viewer
anchor
pin
spoke
string
parse
reference
inverted
solder resist mask
solder resist
render
skew
footprint
eraser
graphic line
clearance
through (hole)
drill
bus
single pad nets

δρομολόγηση	route
δρόμος	pcb trace / track
έδρα	antipad
έδρα	pad
ΕΗΚ, Έλεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων	ERC, Electronics Rules Check
ΕΚΣ, Έλεγχος Κανόνων Σχεδίασης	DRC, Design Rules Check
εξάρτημα	component
έξοδος	output
επάνω πλευρά	top side
επεξεργαστής σχεδίασης σελίδας	page layout editor
επιλογή	option / choice / selection
επίπεδο	layer
επίπεδο eco	eco layer
επίπεδο σχεδίων	drawings layer
επίπεδο επικόλλησης	adhesive layers
επισήμανση	flag
ζώνη	zone
θαμμένο via	buried via
θύρα	port
θύρα ισχύος	power port
κατοπτρισμός, καθρέφτισμα	mirror
κάτω πλευρά	bottom side
κενό	gap
κοίλες γωνίες	fillet
κώδικας g	g code
λειτουργία γεμίσματος	filled mode
λειτουργία περιγράμματος	sketch mode
λειτουργία περιγράμματος	outline mode
λίστα δικτύων	netlist
λίστα υλικών	bill of materials
λοξότμηση	chamfer
μάσκα συγκόλλησης	solder mask
μέρη	unit
μεταξοτυπία	silk screen
μετατόπιση & σπρώξιμο	push & shove
μετατόπιση, θέση	offset
ανύψωση και τοποθέτηση	pick and place
μικρο-ρύθμιση, ρύθμιση	tune
μπροστινή όψη	front view
ονοματοδοσία	annotate
όρια πλακέτας	board edge
παλαιότερου τύπου	legacy
παραπομπή πλαισίου	frame reference
πάστα συγκόλλησης	solder paste
περίγραμμα πλακέτας	board outline
πίνακας	matrix
πίσω όψη	back view
πλαίσιο	box (για ui)
πλοηγός	navigator

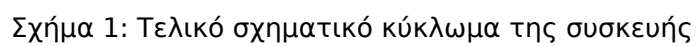
πρόγραμμα προβολής pdf	pdf viewer
προκαθορισμένο	default
πρόσθετο	plugin
προτιμώμενο	favourite
ρύθμιση	setting / configuration
σκιαγράφηση	hatch
στέλεχος	stub
στοίβα έδρας	padstack
σύγκρουση, ασυμβατότητα	conflict
συντόμευση	hotkey
συνώνυμο	alias
σύρμα	wire
σύρσιμο	drag
συστοιχία	array
σχεδίαση	design
σχέδιο	drawing
σχεδιογραφώ	plot
σηματικό διάγραμμα, σχηματικό	schematic
τόξο	arc
τρύπα	hole
φάκελος	folder / directory
φύλλο δεδομένων	data sheet
φωλιά συνδέσεων	ratsnest
χαλκός	copper pour
χώρος αποτυπώματος	courtyard
χώρος σχεδίασης	canvas
ψευδώνυμο	nickname
excellon	excellon
gerber	gerber
NPTH	NPTH, Non Plated Through Hole
PTH	PTH, Plated Through Hole
SMD	SMD, Surface Mounted Device
via	via

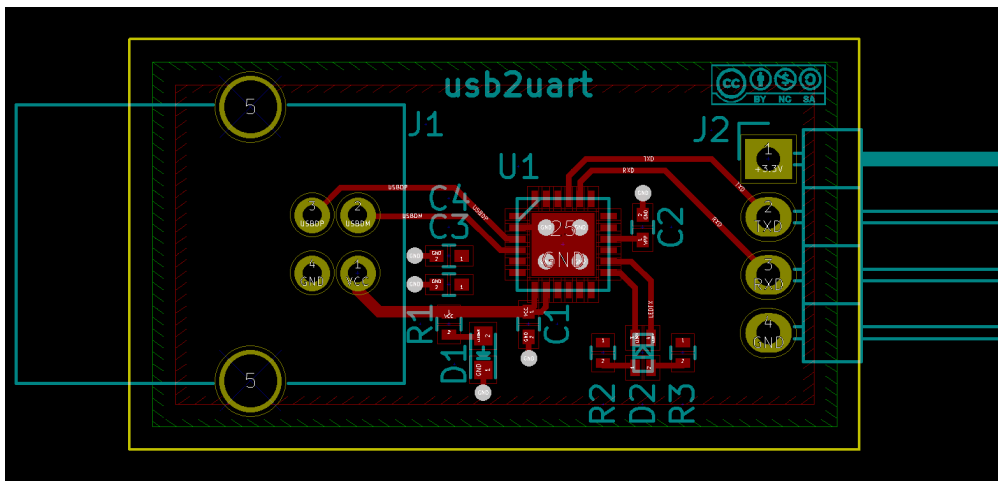
1.3 Περιγραφή συσκευής

Η συσκευή ονομάζεται USB2UART και είναι ένας μετατροπέας USB σε 3,3V UART, βασισμένος στο ολοκληρωμένο CP2104 από την εταιρεία Silicon Labs.

Υποστηρίζεται από τα περισσότερα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα ως εικονική σειριακή θύρα. Συνδέεται με έναν σύνδεσμο USB type B από τη μία πλευρά και έναν απλό σύνδεσμο τεσσάρων ακροδεκτών από την άλλη. Περιλαμβάνει LED ένδειξης on/off και LED ένδειξης αποστολής/παραλαβής RX/TX.

Το τελικό σχηματικό κύκλωμα της συσκευής και το τελικό σχέδιο της πλακέτας φαίνονται στα σχετικά σχήματα (σχήμα 1 και 2).





Σχήμα 2: Τελικό σχέδιο της πλακέτας της συσκευής

1.4 Βασικές Έννοιες KiCad

1.4.1 Αρχεία KiCad

Το KiCad είναι μία ολοκληρωμένη σουίτα εφαρμογών σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων EDA (Electronic Design Automation). Με το KiCad είναι εφικτή η σχεδίαση σχηματικών και τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, χρησιμοποιώντας διαφορετικές εφαρμογές.

Τα σχηματικά κυκλώματα σχεδιάζονται στο KiCad με την εφαρμογή EESchema. Αποτελούνται από εξαρτήματα (για παράδειγμα ένας πυκνωτής ή ένα ολοκληρωμένο), συνδέσεις μεταξύ τους, και άλλα στοιχεία. Τα σχηματικά κυκλώματα είναι οργανωμένα σε σχηματικά φύλλα. Κάθε σχηματικό φύλλο αποτελεί και ένα αρχείο .sch στον υπολογιστή του χρήστη. Επίσης, η λίστα δικτύων κάθε κυκλώματος αποτελεί ένα αρχείο .net στον υπολογιστή του χρήστη.

Τα εξαρτήματα των σχηματικών μπορεί να ανήκουν σε μία βιβλιοθήκη του KiCad ή μπορεί να τα έχει σχεδιάσει από το μηδέν ο χρήστης χρησιμοποιώντας τη σχετική εφαρμογή του KiCad που ονομάζεται Επεξεργαστής Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων. Κάθε βιβλιοθήκη με εξαρτήματα αποτελεί και ένα αρχείο .lib στον υπολογιστή του χρήστη.

Τα τυπωμένα κυκλώματα σχεδιάζονται στο KiCad με την εφαρμογή Pcbnew. Αποτελούνται από πλακέτες που περιέχουν αποτυπώματα εξαρτημάτων, συνδέσεις μεταξύ τους μέσω δρόμων, από τρύπες, via, κ.α. Κάθε πλακέτα αποτελεί και ένα αρχείο .kicad_pcb στον υπολογιστή του χρήστη.

Τα τυπωμένα κυκλώματα απεικονίζονται και σε άλλα αρχεία που μπορεί να παράξει ο χρήστης με το KiCad, και κυρίως αρχεία που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή της πλακέτας. Τέτοια αρχεία είναι τα αρχεία gerber (.gtl, .gbl, .gtp, .gto, .gbs, .gts, .gbr, .gml, κ.α), τα αρχεία διάτρησης (.drl), και τα αρχεία τοποθέτησης (.pos).

Τα αποτυπώματα εξαρτημάτων μπορεί να ανήκουν σε μία βιβλιοθήκη του KiCad ή μπορεί να τα έχει σχεδιάσει από το μηδέν ο χρήστης χρησιμοποιώντας το σχετικό εργαλείο του KiCad. Κάθε αποτύπωμα αποτελεί και ένα αρχείο .kicad_mod στον υπο-

λογιστή του χρήστη. Μία βιβλιοθήκη αποτυπωμάτων είναι ένας φάκελος αρχείων στον υπολογιστή του χρήστη, με επέκταση .pretty, ο οποίος φάκελος περιέχει αρχεία .kicad_mod (ένα αρχείο .kicad_mod για κάθε αποτύπωμα).

Τα αποτυπώματα μπορεί να έχουν τρισδιάστατη απεικόνιση ώστε ο χρήστης να μπορεί να απεικονίσει τρισδιάστατα το κύκλωμά του και να γνωρίζει πως θα είναι, πριν το κατασκευάσει. Το KiCad προσφέρει τρισδιάστατες απεικονίσεις (3D σχήματα) για κάποια τυπικά εξαρτήματα, αλλά ο χρήστης να σχεδιάσει και τα δικά του 3D σχήματα από το μηδέν, με κάποιο πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης. Κάθε τρισδιάστατη απεικόνιση αποτελεί και ένα αρχείο .wrl στον υπολογιστή του χρήστη.

Κάθε εξάρτημα αντιστοιχεί και σε ένα αποτύπωμα (συνήθως πολλά εξαρτήματα έχουν το ίδιο αποτύπωμα). Αυτή η αντιστοίχιση αποτυπώματος-εξαρτήματος γίνεται από το εργαλείο Cnrcb.

Το σύνολο του κυκλώματος (σηματικό, πλακέτα) οργανώνεται από το KiCad σε έργα. Κάθε έργο αποτελεί και ένα αρχείο .pro στον υπολογιστή του χρήστη.

Τέλος, βοηθητικά, ο χρήστης συνίσταται να διατηρεί μαζί με τα αρχεία του κυκλώματος και όλα τα εγχειρίδια (ή τα φύλλα δεδομένων) των εξαρτημάτων που χρησιμοποιεί ώστε να μπορεί να αναφέρεται σε αυτά ως προς τις συνδέσεις που απαιτούν, τις έδρες που χρησιμοποιούν κα. Συνήθως κάθε εγχειρίδιο είναι συνήθως ένα αρχείο .pdf.

Όλα τα παραπάνω αρχεία (εξαρτήματα, αποτυπώματα, κυκλώματα, έργα, κοκ) καλό είναι να τα διατηρούμε στον ίδιο φάκελο αρχείων του υπολογιστή μας, για λόγους οργάνωσης.

1.4.2 Πλέγμα

Μία πολύ χρήσιμη λειτουργία για τη σχεδίαση σε όλες τις εφαρμογές του KiCad είναι ο ορισμός και η αλλαγή του πλέγματος το οποίο υπάρχει νοητά πάνω στην οθόνη μας και ορίζει τα σημεία όπου μπορεί να τοποθετηθεί ο δείκτης του ποντικιού. Πλέγμα 1mm σημαίνει ότι ο δείκτης του ποντικιού μπορεί να τοποθετηθεί σε διαστήματα του ενός mm αλλά όχι ενδιάμεσα. Το πλέγμα είναι βοηθητική, οπτική πληροφορία και δεν επηρεάζει με κανένα τρόπο τη λειτουργία του κυκλώματος. Για να αλλάξει το πλέγμα, κάνουμε δεξί κλικ σε κενό χώρο της κεντρικής οθόνης της εφαρμογής και επιλέγουμε Επιλογή Πλέγματος. Επίσης, μπορούμε να επιλέξουμε αν θα εμφανίζεται ή όχι μόνιμα το πλέγμα στην οθόνη μας, κάνοντας κλικ στο αντίστοιχο κουμπί στην αριστερή μπάρα λειτουργιών.

1.4.3 Επιλογή λειτουργιών

Όπως και στις περισσότερες εφαρμογές, έτσι και στο KiCad και όλες τις εφαρμογές του, οι περισσότερες λειτουργίες μπορούν να εκτελεστούν με δύο τρόπους: είτε επιλέγοντας κάτι στο μενού είτε κάνοντας κλικ στο σχετικό κουμπί μίας μπάρας είτε κάνοντας δεξί κλικ και επιλέγοντας από το μενού του εμφανίζεται.

2 Δημιουργία έργου

Εκτελέστε το πρόγραμμα KiCad. Δείτε το κεφάλαιο [1.1](#) για την έκδοση του KiCad που πρέπει να εκτελέσετε.

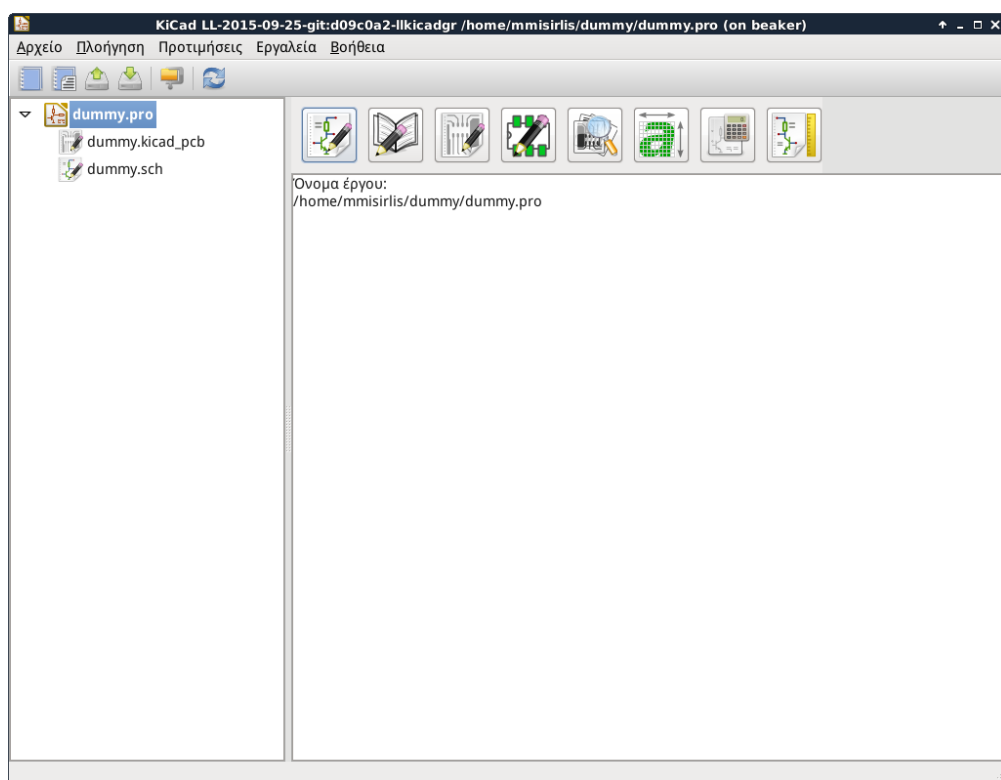
Θα εμφανιστεί η κεντρική οθόνη του προγράμματος KiCad (σχήμα [3](#)).

Αυτή αποτελείται από τα παρακάτω

- γραμμή μενού και μπάρα βασικών λειτουργιών στο πάνω μέρος της οθόνης
- μπάρα για εκκίνηση βοηθητικών εφαρμογών στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης
- χώρο για εμφάνιση μηνυμάτων
- λίστα με τα αρχεία του έργου στο αριστερό μέρος της οθόνης

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέγουμε *Αρχείο* → *Νέο Έργο* → *Νέο Έργο*. Δίνουμε στο νέο έργο (και το σχετικό αρχείο) ένα όνομα, προτείνεται το `usb2uart`, και το αποθηκεύουμε. Θα δημιουργηθούν τρία αρχεία στον υπολογιστή σας, τα `usb2uart.pro`, `usb2uart.sch` και `usb2uart.kicad_pcb` για το έργο, το σχηματικό, και την πλακέτα αντίστοιχα.

Προτείνεται να δημιουργηθεί το έργο σε έναν φάκελο του υπολογιστή σας ο οποίος θα είναι αφιερωμένος στο συγκεκριμένο έργο και θα περιέχει όλα τα αρχεία του έργου, και μόνο αυτά.



Σχήμα 3: Κεντρική οθόνη του προγράμματος KiCad

3 Σχεδίαση Σχηματικού Κυκλώματος

3.1 Δημιουργία σχηματικού

3.1.1 Εφαρμογή EESchema

Από το μενού στο πάνω μέρος της κεντρικής οθόνης του KiCad επιλέγουμε *Εργαλεία* → *Εκτέλεση EESchema*, για να εκτελεστεί η εφαρμογή EESchema με την οποία σχεδιάζουμε το σχηματικό κύκλωμα.

Θα εμφανιστεί στην οθόνη σας η κεντρική οθόνη της εφαρμογής EESchema (σχήμα 4). Αυτή αποτελείται από τα παρακάτω

- ένα φύλλο σχηματικού κυκλώματος στο κέντρο της οθόνης, όπου θα σχεδιάσουμε το κύκλωμα
- γραμμή μενού στο πάνω μέρος της οθόνης, με όλες σχεδόν τις δυνατές λειτουργίες
- μπάρα βασικών λειτουργιών στο πάνω μέρος της οθόνης
- μπάρα με γενικές λειτουργίες στο αριστερό μέρος της οθόνης, όπως για εμφάνιση ή όχι του πλέγματος, χρήση mm ή ιντσών, κτλ
- μπάρα με συγκεκριμένες λειτουργίες σχεδίασης στο δεξί μέρος της οθόνης, όπως σχεδίαση δρόμων, τοποθέτηση εξαρτημάτων, σχεδίαση γραφικών, κτλ
- μπάρα κατάστασης στο κάτω μέρος της οθόνης με πληροφορίες συντεταγμένων, ενεργού εξαρτήματος, κτλ

Το EESchema μπορεί να σχεδιάσει κυκλώματα που αποτελούνται από πολλά σχηματικά φύλλα. Σε αυτό το tutorial το κύκλωμά μας αποτελείται από ένα και μοναδικό φύλλο.

3.1.2 Ρυθμίσεις σελίδας

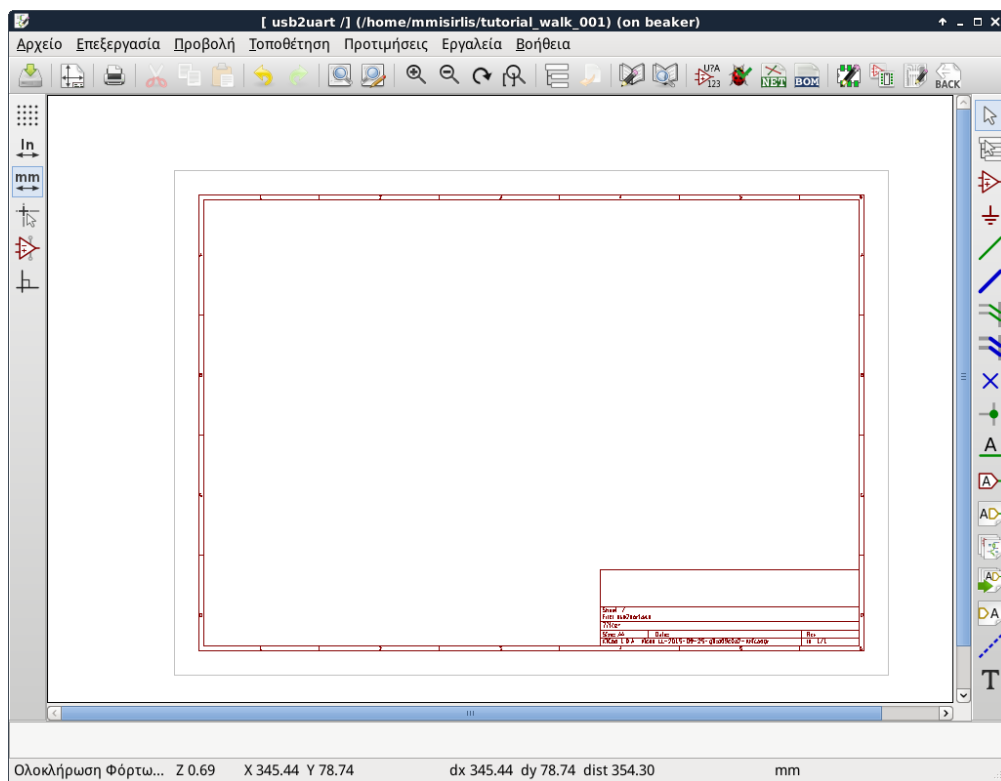
Αρχικά θα ορίσουμε τις ρυθμίσεις σελίδας. Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Αρχείο* → *Ρυθμίσεις Σελίδας*. Στο παράθυρο που εμφανίζεται (σχήμα 5), ορίστε τις ρυθμίσεις της σελίδας σας, όπως μέγεθος χαρτιού, ημερομηνία έκδοσης, τίτλος κυκλώματος, και πατήστε OK. Αυτές οι ρυθμίσεις δεν έχουν κάποια ηλεκτρική ή λειτουργική σημασία για το κύκλωμα, είναι όμως χρήσιμες πληροφορίες για την οργάνωση των κυκλωμάτων σας. Προτείνεται να ορίσετε μόνο την ημερομηνία έκδοσης, την αναθεώρηση και τον τίτλο.

3.1.3 Σχεδίαση γραφικών

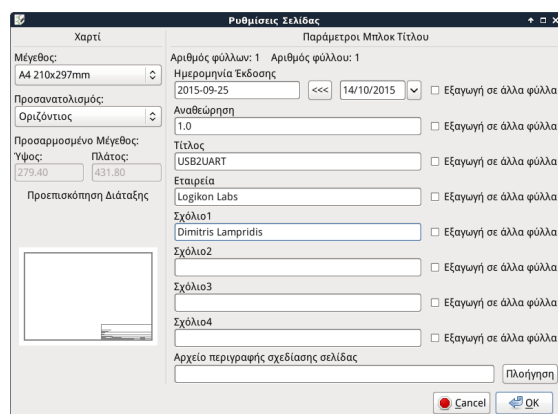
Στη συνέχεια θα σχεδιάσουμε κάποιες βοηθητικές γραμμές στο σχηματικό μας.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Τοποθέτηση* → *Γραφικό Πολυγραμμής*.

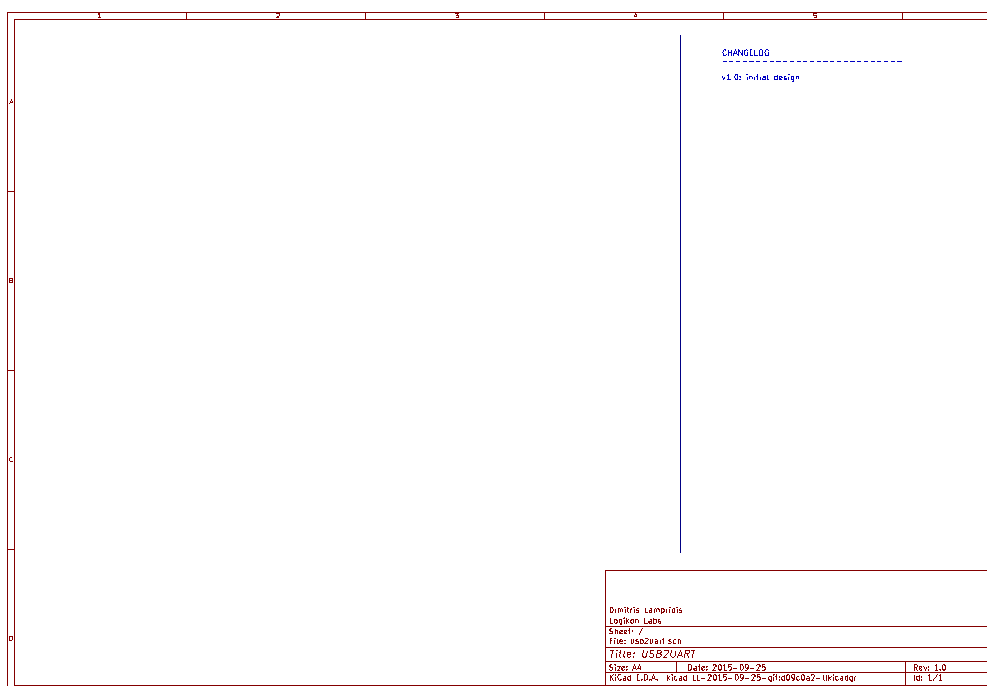
Με αυτό το εργαλείο μπορείτε να σχεδιάσετε γραμμές στο φύλλο σας. Αυτές οι γραμμές γραφικών δεν έχουν κάποια ηλεκτρική ή λειτουργική σημασία για το κύκλωμα, είναι απλή ζωγραφική, είναι όμως χρήσιμες για την οργάνωση των κυκλωμάτων σας.



Σχήμα 4: Κεντρική οθόνη της εφαρμογής EEschema



Σχήμα 5: Ρυθμίσεις Σελίδας EEschema



Σχήμα 6: Σχηματικό φύλλο χωρισμένο στα δύο

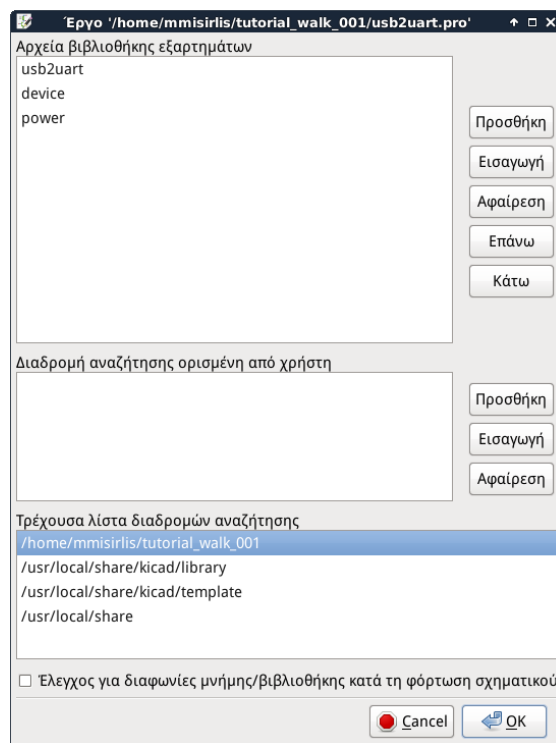
Σχεδιάστε στο φύλλο μία κατακόρυφη γραμμή που χωρίζει το φύλλο σε δύο τμήματα (σχήμα 6). Το δεξί τμήμα πρέπει να είναι περίπου το ένα τρίτο του συνολικού φύλλου. Αυτό το δεξί τμήμα θα το χρησιμοποιήσουμε ως χώρο για να γράφουμε βοηθητικές πληροφορίες (όπως η τρέχουσα έκδοση του κυκλώματος), και για να εναποθέτουμε προσωρινά τα εξαρτήματα πριν τα τοποθετήσουμε στην οριστική τους θέση στο αριστερό τμήμα της σελίδας.

3.1.4 Βιβλιοθήκες εξαρτημάτων

Η εφαρμογή EESchema περιλαμβάνει πολλά εξαρτήματα, τα οποία μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στα κυκλώματά σας. Τα εξαρτήματα αυτά είναι οργανωμένα σε βιβλιοθήκες. Το EESchema περιλαμβάνει αρχικά περίπου 30 βιβλιοθήκες οι οποίες περιλαμβάνονται εξ αρχής σε κάθε νέο έργο που δημιουργείται. Για λόγους απλότητας του έργου μας, εμείς θα αφαιρέσουμε τις βιβλιοθήκες εξαρτημάτων που δεν έχουν εξαρτήματα χρήσιμα για το συγκεκριμένο κύκλωμα που σχεδιάζουμε.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Προτιμήσεις* → *Βιβλιοθήκες Εξαρτημάτων*. Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με τις βιβλιοθήκες του έργου. Σε αυτό το παράθυρο επιλέξτε όλες τις βιβλιοθήκες (μία προς μία ή όλες μαζί) εκτός από τις βιβλιοθήκες power, device και conn και κάντε κλικ στο Αφαίρεση. Θα πρέπει στο παράθυρο να φαίνονται μόνο οι τρεις βιβλιοθήκες power, device και conn (σχήμα 7).

Κάντε κλικ στο OK για να επανέλθετε στην κεντρική οθόνη.



Σχήμα 7: Παράθυρο με τις βιβλιοθήκες του έργου

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Αρχείο* → *Αποθήκευση Σχηματικού Έργου*.

3.2 Προσθήκη εξαρτημάτων

3.2.1 Προσθήκη βασικών εξαρτημάτων

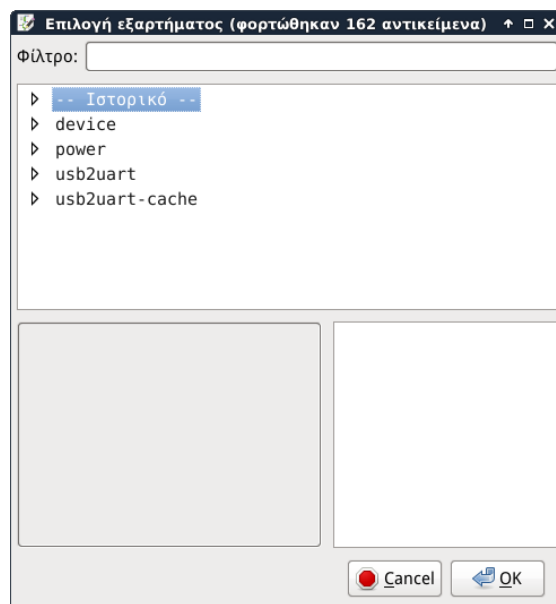
Εφόσον έχουμε δημιουργήσει και ρυθμίσει το φύλλο μας, πρέπει να προσθέσουμε τα εξαρτήματα που θα αποτελέσουν το κύκλωμά μας. Πρέπει να βρισκόμαστε στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής EESchema.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Τοποθέτηση* → *Εξάρτημα* και κάντε κλικ στο δεξί τμήμα του φύλλου σας. Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο επιλογής εξαρτήματος (σχήμα 8).

Στο παράθυρο επιλογής εξαρτήματος επιλέξτε το εξάρτημα με όνομα C (ένας πυκνωτής) από τη βιβλιοθήκη device, πατήστε OK (θα επανέλθετε το φύλλο σχηματικού) και κάντε κλικ στο δεξί τμήμα του φύλλου σας ώστε να τοποθετηθεί στο φύλλο το εξάρτημα που επιλέξατε.

Αφού τοποθετήσετε το εξάρτημα με όνομα C στο φύλλο, ακολουθήστε την ίδια διαδικασία ώστε να τοποθετήσετε στο φύλλο σας (στο δεξί τμήμα) όλα τα παρακάτω εξαρτήματα.

- R, από τη βιβλιοθήκη device



Σχήμα 8: Παράθυρο επιλογής εξαρτήματος

- LED, από τη βιβλιοθήκη device
- VCC, από τη βιβλιοθήκη power
- +3.3V, από τη βιβλιοθήκη power
- GND, από τη βιβλιοθήκη power
- CONN_01X04, από τη βιβλιοθήκη conn

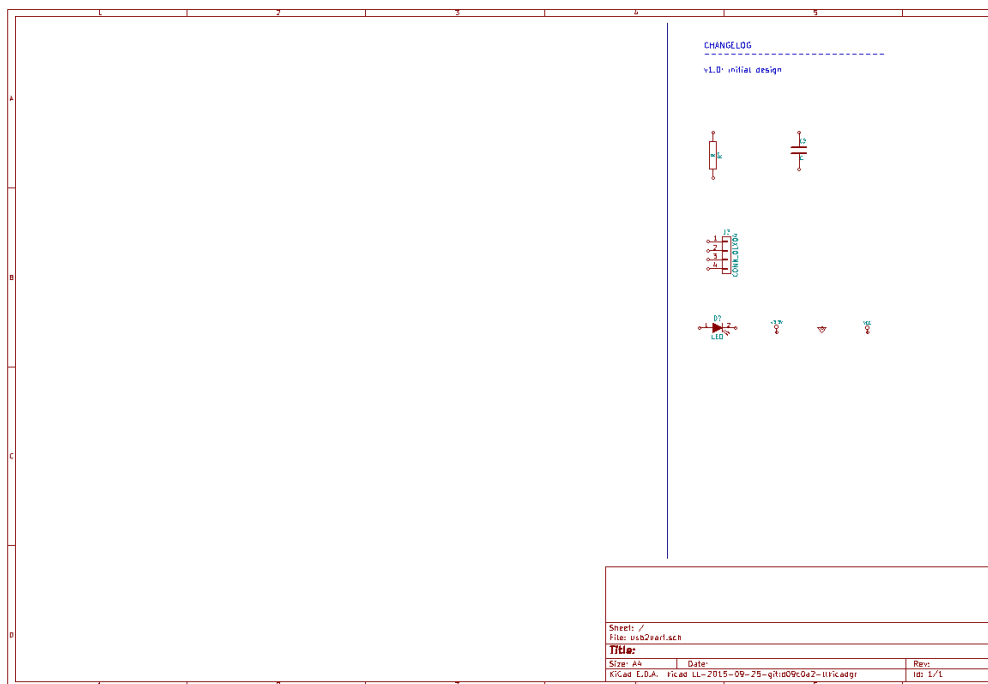
Με την ολοκλήρωση αυτών των τοποθετήσεων, έχουμε στο φύλλο μας 7 εξαρτήματα, τοποθετημένα όλα τακτοποιημένα στο δεξί τμήμα του φύλλου (σχήμα 9).

3.2.2 Ιδιότητες εξαρτημάτων

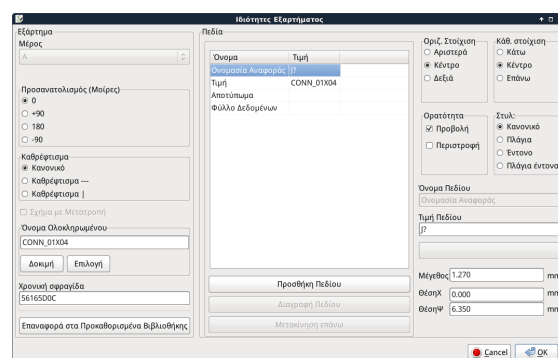
Για λόγους ευκολίας ανάγνωση του κυκλώματος, θα χρειαστεί να αλλάξουμε το πρόθεμα της ονομασίας αναφοράς του CONN_01X04 από P σε J. Για να το κάνουμε αυτό πρέπει να κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα CONN_01X04, και από το μενού που εμφανίζεται να επιλέξουμε *Επεξεργασία Εξαρτήματος* → *Επεξεργασία*. Αυτό θα μας εμφανίσει το παράθυρο *Ιδιότητες Εξαρτήματος* (σχήμα 10), όπου πρέπει να ορίσουμε την Τιμή Πεδίου της Ονομασίας Αναφοράς να είναι J? και όχι P?.

3.2.3 Αντίγραφα εξαρτημάτων

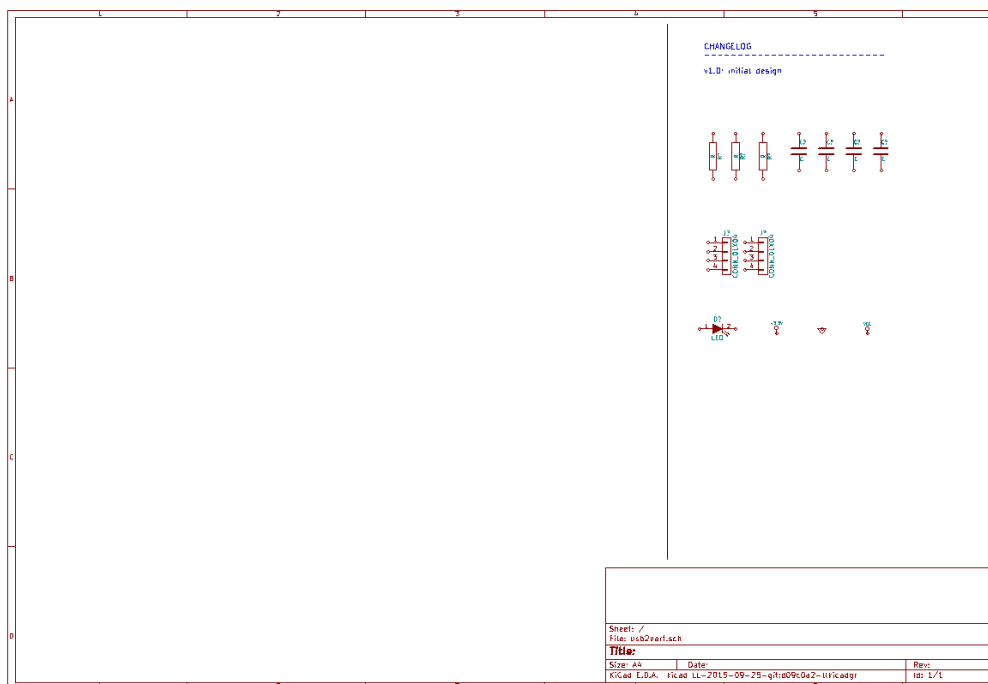
Στη συνέχεια θα χρειαστεί να τοποθετήσουμε στο κύκλωμά μας και άλλα εξαρτήματα C, R και CONN_01X04. Για να το κάνουμε αυτό, αντί να κάνουμε πάλι τοποθέτηση και να τα επιλέγουμε από τις βιβλιοθήκες, μπορούμε να κάνουμε αντιγραφή των εξαρτημάτων που ήδη έχουμε στο φύλλο μας.



Σχήμα 9: Φύλλο σχηματικού με τοποθετημένα 7 εξαρτήματα



Σχήμα 10: Παράθυρο Ιδιότητες Εξαρτήματος



Σχήμα 11: Φύλλο σχηματικού με τοποθετημένα 13 εξαρτήματα

Για να αντιγράψουμε (δηλαδή να φτιάξουμε ακόμα ένα αντίγραφο) ενός εξαρτήματος πρέπει να κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα, από το μενού που εμφανίζεται να επιλέξουμε *Αντιγραφή Εξαρτήματος*, και μετά να κάνουμε κλικ πάνω στο φύλλο εκεί όπου θέλουμε να φτιαχτεί το αντίγραφο του εξαρτήματος.

Με αυτό τον τρόπο πρέπει να φτιάξουμε τα παρακάτω εξαρτήματα.

- 3 αντίγραφα του C, ώστε να έχουμε συνολικά 4 C στο φύλλο
- 2 αντίγραφα του R, ώστε να έχουμε συνολικά 3 R στο φύλλο
- 1 αντίγραφο του CONN_01X04, ώστε να έχουμε συνολικά 2 CONN_01X04 στο φύλλο

Με την ολοκλήρωση αυτών των τοποθετήσεων έχουμε στο φύλλο μας 13 εξαρτήματα (σχήμα 11), τοποθετημένα όλα τακτοποιημένα στο δεξί τμήμα του φύλλου.

3.3 Δημιουργία εξαρτημάτων

Το EESchema μας δίνει τη δυνατότητα να επεξεργαστούμε ένα υπάρχον εξάρτημα ή και να δημιουργήσουμε ένα εξάρτημα από το μηδέν.

3.3.1 Επεξεργαστής Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων

Εμείς σε αυτή τη φάση θέλουμε να εντάξουμε στο σχηματικό κύκλωμα το ολοκληρωμένο CP2104. Το KiCad όμως δεν έχει στις βιβλιοθήκες του εξάρτημα που να

αντιστοιχεί στο ολοκληρωμένο CP2104, οπότε θα το δημιουργήσουμε.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EEschema επιλέξτε *Εργαλεία* → *Επεξεργαστής Βιβλιοθήκης*.


Θα εμφανιστεί στην οθόνη σας η κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων (σχήμα 12). Αυτή αποτελείται από τα παρακάτω

- έναν κενό χώρο στο κέντρο της οθόνης, όπου θα σχεδιάσουμε το εξάρτημα
- γραμμή μενού στο πάνω μέρος της οθόνης, με όλες σχεδόν τις δυνατές λειτουργίες
- μπάρα βασικών λειτουργιών στο πάνω μέρος της οθόνης
- μπάρα με γενικές λειτουργίες στο αριστερό μέρος της οθόνης
- μπάρα με συγκεκριμένες λειτουργίες σχεδίασης στο δεξί μέρος της οθόνης, όπως τοποθέτηση ακροδεκτών, γραφικών, κα
- μπάρα κατάστασης στο κάτω μέρος της οθόνης με πληροφορίες συντεταγμένων, ενεργού εξαρτήματος, κα

Στον κενό χώρο στο κέντρο της οθόνης θα σχεδιάσουμε το σώμα του εξαρτήματος, θα προσθέσουμε ακροδέκτες, θα γράψουμε το όνομά του, κλπ. Όλα αυτά τα στοιχεία αφού τα προσθέσουμε στο σώμα του εξαρτήματος, μπορούμε να τα επιλέγουμε με δεξί κλικ του ποντικιού και να τα επεξεργαζόμαστε- κυρίως να τα μετακινούμε και να τα περιστρέφουμε.

3.3.2 Δημιουργία νέου εξαρτήματος

Αρχικά θα δημιουργήσουμε ένα νέο εξάρτημα.


Κάντε κλικ στο εικονίδιο *Δημιουργία νέου εξαρτήματος* στην πάνω μπάρα .

Θα εμφανιστεί το παράθυρο *Ιδιότητες Εξαρτήματος* (σχήμα 13). Στο παράθυρο αυτό, στο Όνομα εξαρτήματος γράψτε το όνομα CP2104, αφήστε όλες τις υπόλοιπες επιλογές στις προκαθορισμένες ρυθμίσεις, και επιλέξτε OK.

Πλέον έχουμε δημιουργήσει ένα νέο εξάρτημα, χωρίς κανέναν ακροδέκτη.

3.3.3 Δημιουργία νέας βιβλιοθήκης εξαρτημάτων

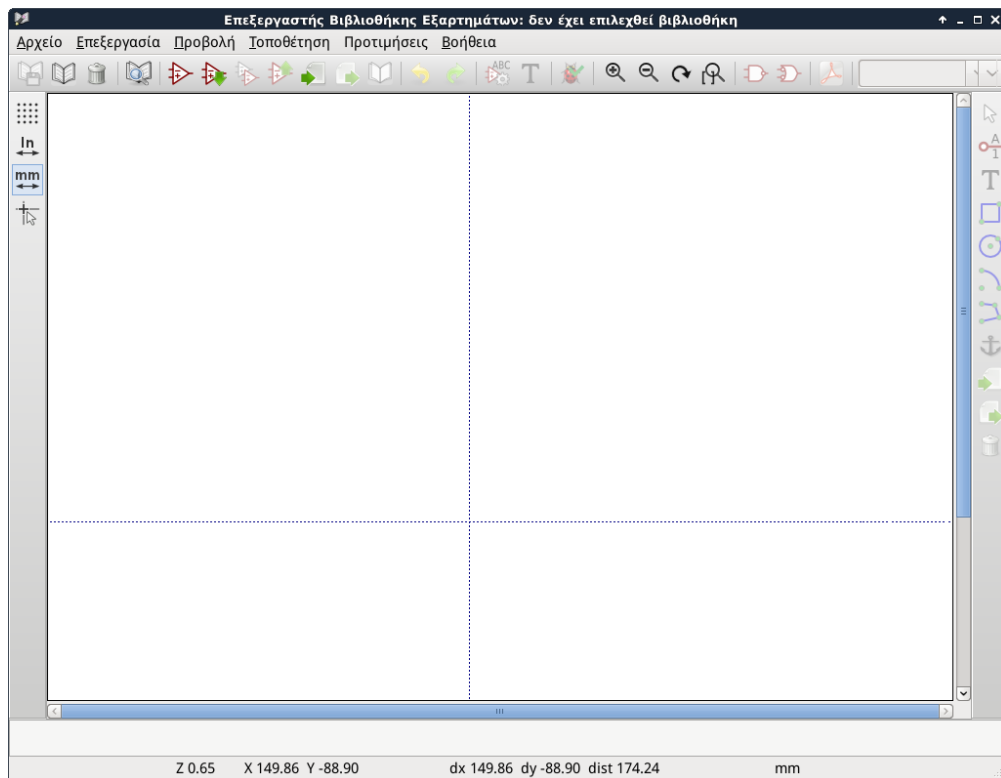
Πρέπει να δημιουργήσουμε μία νέα βιβλιοθήκη, να αποθηκεύσουμε το νέο εξάρτημα σε αυτήν, και να εντάξουμε τη βιβλιοθήκη στο έργο μας.

Από την μπάρα στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξτε *Αποθήκευση τρέχοντος εξαρτήματος σε νέα βιβλιοθήκη* .

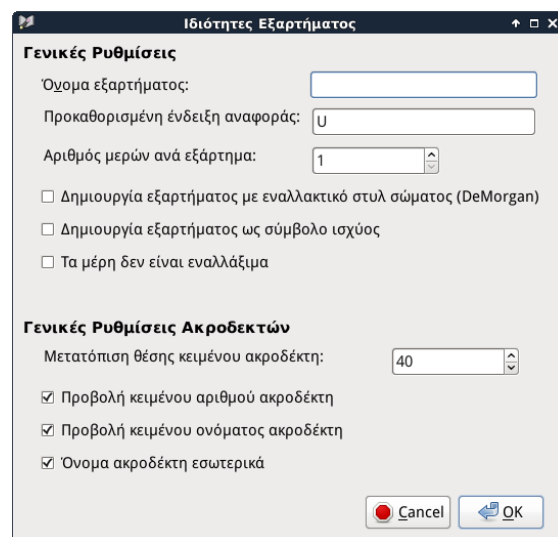
Αυτό θα εμφανίσει ένα παράθυρο όπου θα πρέπει να δώσετε το όνομα της νέας βιβλιοθήκης που θέλετε να δημιουργήσετε ώστε να μπει σε αυτή το νέο εξάρτημα. Το όνομα της βιβλιοθήκης θα είναι και το όνομα του αρχείου στον υπολογιστή σας, το οποίο θα περιέχει τη βιβλιοθήκη.

Δώστε στη βιβλιοθήκη το όνομα `usb2uart.lib` και αποθηκεύστε την στον υπολογιστή σας, στον ίδιο φάκελο με το υπόλοιπο έργο.

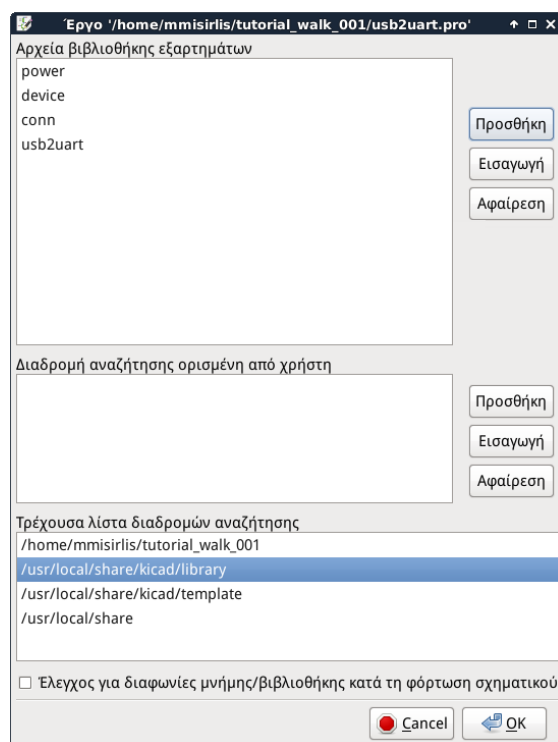
Θα εμφανιστεί ένα μήνυμα που θα λέει ότι η βιβλιοθήκη πρέπει να δηλωθεί στο EEschema για να χρησιμοποιηθεί. Πατήστε OK.



Σχήμα 12: Κεντρική σελίδα - Επεξεργαστής Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων



Σχήμα 13: Παράθυρο Ιδιότητες Εξαρτήματος για νέο εξάρτημα



Σχήμα 14: Παράθυρο με τις βιβλιοθήκες του έργου (έχει προστεθεί η usb2uart)

Κλείστε τον Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων, εκτελέστε το EESchema (αν δεν τρέχει ήδη) και από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Προτιμήσεις → Βιβλιοθήκες Εξαρτημάτων*. Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με τις βιβλιοθήκες του έργου.


Σε αυτό το παράθυρο πατήστε Προσθήκη, βρείτε στο σύστημα αρχείων του υπολογιστή σας το αρχείο της βιβλιοθήκης που δημιουργήσατε προηγουμένως, και ανοίξτε το. Η βιβλιοθήκη usb2uart θα πρέπει να έχει προστεθεί στις βιβλιοθήκες του έργου σας (σχήμα 14). Πατήστε OK στο παράθυρο με τις βιβλιοθήκες του έργου.

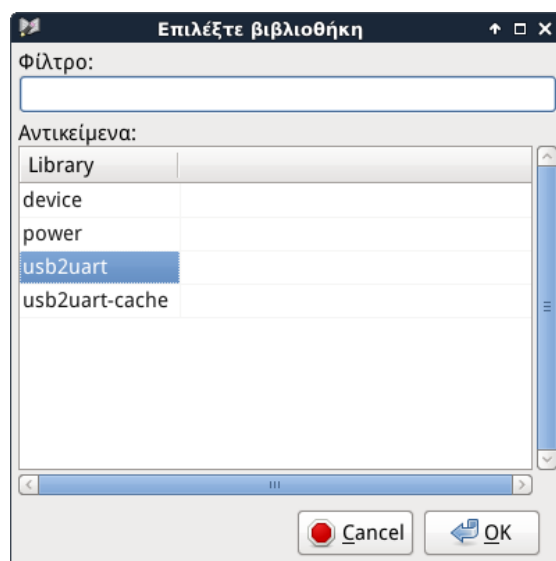
Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Αρχείο → Αποθήκευση Σχηματικού Έργου*.

3.3.4 Φόρτωση εξαρτήματος

Τώρα πρέπει να φορτώσουμε το νέο εξάρτημα, από τη βιβλιοθήκη όπου το αποθηκεύσαμε, ώστε να το επεξεργαστούμε.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EESchema επιλέξτε *Εργαλεία → Επεξεργαστής Βιβλιοθήκης* για να συνεχίσετε να δουλεύετε στον Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης.

Κάντε κλικ στο εικονίδιο *Επιλογή βιβλιοθήκης εργασίας*  στην πάνω μπάρα, και στο παράθυρο που εμφανίζεται (σχήμα 15) επιλέξτε τη βιβλιοθήκη usb2uart, και



Σχήμα 15: Παράθυρο επιλογής βιβλιοθήκης εργασίας

πατήστε OK, ώστε να επιστρέψετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης.

Στον τίτλο του παραθύρου πρέπει να φαίνεται το όνομα της βιβλιοθήκης που επιλέξατε.

Τώρα πρέπει, στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης, να φορτώσουμε το εξάρτημα το οποίο θέλουμε να επεξεργαστούμε.

Κάντε κλικ στο εικονίδιο *Φόρτωση εξαρτήματος για επεξεργασία από την τρέχουσα βιβλιοθήκη*. Στο παράθυρο επιλογής εξαρτήματος που θα εμφανιστεί επιλέξτε το εξάρτημα με όνομα CP2104 από τη βιβλιοθήκη usb2uart, και πατήστε OK. Θα επανέλθετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης και θα έχει φορτωθεί στην οθόνη το εξάρτημα CP2104 (το οποίο σε αυτή τη φάση είναι απλά ένα όνομα).

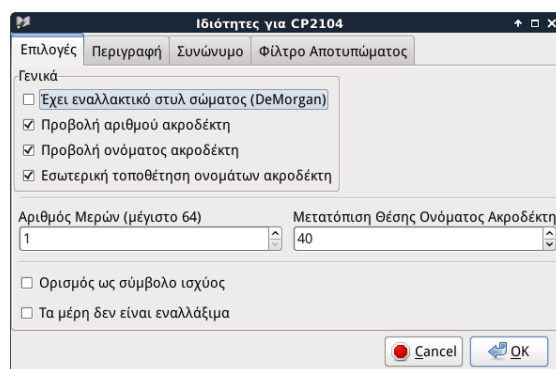
3.3.5 Ορισμός ιδιοτήτων εξαρτήματος

Στη συνέχεια θα ορίσουμε κάποιες από τις γενικές ιδιότητες του εξαρτήματος.

Κάντε κλικ στο εικονίδιο *Επεξεργασία ιδιοτήτων εξαρτήματος* για να εμφανιστεί το παράθυρο Ιδιοτήτων για το εξάρτημα (σχήμα 16).

Σε αυτό το παράθυρο συμπληρώστε τα παρακάτω πεδία και μετά πατήστε OK για να επιστρέψετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης.

- Περιγραφή: CP2104 Μετατροπέας USB-σε-UART
- Φίλτρο αποτυπώματος: QFN
- (προαιρετικά) όνομα του αρχείου τεκμηρίωσης ή του εγχειρίδιου για το εξάρτημα, αν το έχετε



Σχήμα 16: Παράθυρο Ιδιοτήτων για το εξάρτημα CP2104

3.3.6 Σχεδίαση σώματος εξαρτήματος

Τώρα πρέπει να σχεδιάσουμε αρχικά το σώμα του εξαρτήματος. Βρισκόμαστε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξετε *Τοποθέτηση* → *Ορθογώνιο* και σχεδιάστε στην οθόνη ένα κατακόρυφο ορθογώνιο όπως φαίνεται στη σχετική εικόνα (σχήμα 17). Για να σχεδιάσετε, κάντε κλικ εκεί που θέλετε να είναι η πάνω αριστερή γωνία και μετά ένα ακόμα κλικ εκεί που θέλετε να είναι η κάτω δεξιά γωνία του σχεδίου.

Στο εξάρτημα πρέπει να εμφανίζονται το όνομά του (CP2104) και η ονομασία αναφοράς (U?). Κάντε δεξί κλικ επάνω στο όνομα, επιλέξτε μετακίνηση, και τοποθετήστε το όνομα κάτω από το σώμα του εξαρτήματος. Επίσης κάντε δεξί κλικ επάνω στην ονομασία αναφοράς, επιλέξτε μετακίνηση, και τοποθετήστε την πάνω από το σώμα του εξαρτήματος (σχήμα 17).

Να σημειωθεί ότι έως τώρα έχουμε ορίσει μόνο βοηθητικά στοιχεία του εξαρτήματος: το όνομά του, τι φίλτρο αποτυπώματος θα έχει, πως θα εμφανίζεται στο σχηματικό, κα. Τίποτα από αυτά δεν έχει ηλεκτρική ή λειτουργική σημασία για το εξάρτημα.

3.3.7 Προσθήκη ακροδεκτών εξαρτήματος

Τώρα πρέπει να προσθέσουμε τους ακροδέκτες που θα αποτελούν το εξάρτημά μας. Το πόσους και τι είδους ακροδέκτες πρέπει να προσθέσουμε θα το γνωρίζουμε από το εγχειρίδιο του ολοκληρωμένου. Αυτό μπορείτε να το βρείτε στην ιστοσελίδα του κατασκευαστή του ολοκληρωμένου.

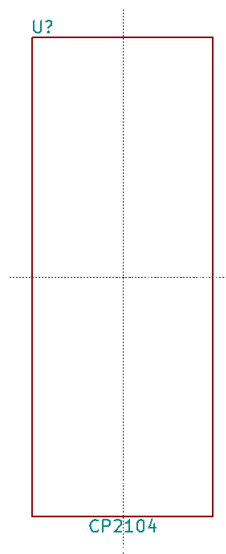
Κατά τη συγγραφή αυτού του οδηγού εκμάθησης το εγχειρίδιο του CP2104 (έκδοση/Rev. 1.1) βρισκόταν στον παρακάτω σύνδεσμο:

<https://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/cp2104.pdf>.

Αν δεν είναι διαθέσιμο σε αυτό τον σύνδεσμο επισκεφθείτε τη σελίδα του κατασκευαστή και αναζητήστε εκεί το εγχειρίδιο του CP2104:

<https://www.silabs.com/>

Με βάση το εγχειρίδιο του CP2104, πρέπει να ορίσουμε 25 ακροδέκτες: τους 24 τυπικούς ακροδέκτες, και επιπλέον θα έχουμε ως ακροδέκτη και την θερμική έδρα



Σχήμα 17: Ορθογώνιο σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένα όνομα και αναφορά

GND του CP2104. Οπότε συνολικά θα έχουμε 25 ακροδέκτες για το CP2104.

Σε αυτό το tutorial θα ορίσουμε 2 ακροδέκτες μόνο, και οι υπόλοιποι πρέπει να προστεθούν από εσάς, κατά τον ίδιο τρόπο όπως και οι 2 πρώτοι, ορίζοντας πάντα τις σωστές ιδιότητες για κάθε ακροδέκτη, με βάση το εγχειρίδιο. Εναλλακτικά μπορείτε να πάρετε έτοιμο το εξάρτημα, με σχεδιασμένους όλους τους ακροδέκτες, από τα αρχεία του tutorial.

Προσθήκη ακροδέκτη Vio Αρχικά ας προσθέσουμε τον ακροδέκτη Vio, ο οποίος σύμφωνα με το εγχειρίδιο έχει το όνομα Vio, του έχει αποδοθεί ο αριθμός 5, και η λειτουργία του είναι είσοδος ισχύος τροφοδοσίας.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξετε *Τοποθέτηση* → *Ακροδέκτης* και κάντε κλικ στην κεντρική οθόνη για να εμφανιστεί το παράθυρο Ιδιότητες Ακροδέκτη (σχήμα 18).

Σε αυτό το παράθυρο πρέπει να ορίσουμε τις παρακάτω σημαντικές ιδιότητες για τον ακροδέκτη.

- Όνομα ακροδέκτη: Vio
- Αριθμός ακροδέκτη: 5
- Προσανατολισμός: Αριστερά
- Ηλεκτρικός Τύπος: Είσοδος ισχύος

Αφού ορίσουμε τα παραπάνω, επιλέγουμε OK και μετά πρέπει να τοποθετήσουμε τον ακροδέκτη στο σώμα του εξαρτήματος. Προτείνεται να τοποθετηθεί στο πάνω δεξιό μέρος του σώματος (σχήμα 19).

Να σημειωθεί ότι δεν έχει ηλεκτρική σημασία σε ποιο σημείο του σώματος θα τοποθετήσουμε τον ακροδέκτη (πάνω αριστερά, στη μέση κλπ) ή τι προσανατολισμό

Ιδιότητες Ακροδέκτη

Όνομα ακροδέκτη: Μέγεθος κειμένου ονόματος: χιλιοστά

Αριθμός ακροδέκτη: Μέγεθος κειμένου αριθμού: χιλιοστά

Προσανατολισμός: Μήκος: χιλιοστά

Ηλεκτρικός Τύπος:

Στυλ Γραφικών:

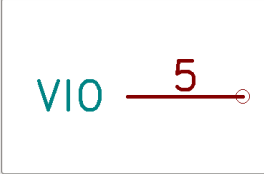
Κοινή χρήση

☐ Κοινό για όλα τα μέρη του εξαρτήματος

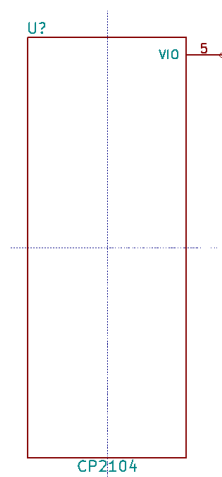
☐ Κοινό για όλα τα στυλ σώματος (DeMorgan)

Ιδιότητες Σχηματικού

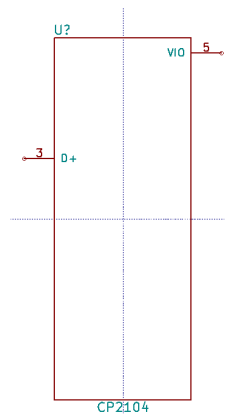
☒ Ορατό



Σχήμα 18: Παράθυρο Ιδιότητες Ακροδέκτη για τον Vio του CP2104



Σχήμα 19: Σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένο έναν ακροδέκτη



Σχήμα 20: Σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένους δύο ακροδέκτες

θα του δώσουμε. Η θέση και ο προσανατολισμός απλά μας βοηθούν στην απεικόνιση του σχηματικού. Συνήθως τους ακροδέκτες που έχουν συναφή λειτουργία τους σχεδιάζουμε κοντά τον έναν στον άλλο.

Αυτά που έχουν ηλεκτρική σημασία είναι το όνομα, ο αριθμός, και ο τύπος του ακροδέκτη, καθώς λαμβάνονται υπόψη κατά τον Έλεγχο Ηλεκτρικών Κανόνων που θα κάνουμε με το KiCad αργότερα.

Προσθήκη ακροδέκτη D+ Στη συνέχεια προσθέστε τον ακροδέκτη D+, ο οποίος σύμφωνα με το εγχειρίδιο έχει το όνομα D+, του έχει αποδοθεί ο αριθμός 3, και η λειτουργία του είναι είσοδος/έξοδος δεδομένων.

Όπως και πριν, από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξετε *Τοποθέτηση* → *Ακροδέκτης* και κάντε κλικ στην κεντρική οθόνη για να εμφανιστεί το παράθυρο *Ιδιότητες Ακροδέκτη*.

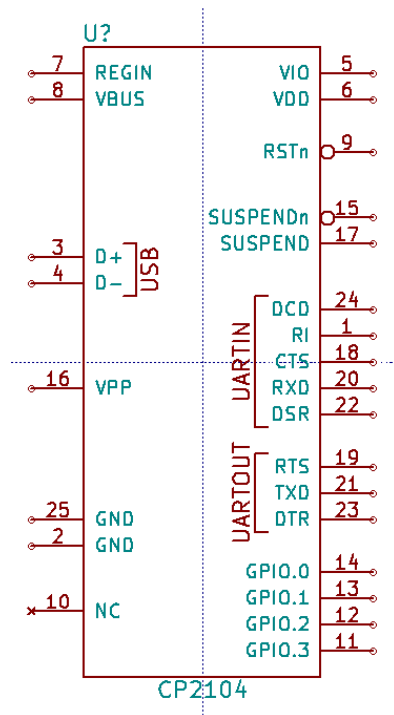
Σε αυτό το παράθυρο πρέπει να ορίσουμε τις παρακάτω σημαντικές ιδιότητες για τον ακροδέκτη, και μετά να τον τοποθετήσουμε στο σώμα του εξαρτήματος. Προτείνεται να τοποθετηθεί στο κεντρικό, αριστερό μέρος του σώματος [20](#).

- Όνομα ακροδέκτη: D+
- Αριθμός ακροδέκτη: 3
- Προσανατολισμός: Δεξιά
- Ηλεκτρικός Τύπος: Αμφίδρομο

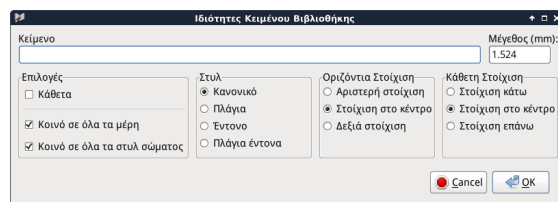
Συνεχίζοντας κατά τον ίδιο τρόπο, τοποθετήστε και τους υπόλοιπους 23 ακροδέκτες του εξαρτήματος, ώστε να καταλήξετε τελικά σε ένα εξάρτημα με 25 ακροδέκτες (σχήμα [21](#)), όπως ορίζει το εγχειρίδιό του.

3.3.8 Προσθήκη κειμένων και γραφικών

Στο εξάρτημα, εκτός από το σχεδιασμό του περιγράμματος και την τοποθέτηση των ακροδεκτών, μπορούμε να τοποθετήσουμε και άλλες οπτικές πληροφο-



Σχήμα 21: Σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένους όλους τους ακροδέκτες



Σχήμα 22: Παράθυρο Ιδιότητες Κειμένου Βιβλιοθήκης

ρίες, όπως κείμενο και επιπλέον γραμμές γραφικών που να προσφέρουν βοηθητικές πληροφορίες. Αυτές οι πληροφορίες φαίνονται και στο σχήμα 21.

Για να προσθέσουμε κείμενο, επιλέγουμε από τη δεξιά μπάρα το το εικονίδιο *Προσθήκη κειμένου στο σώμα εξαρτήματος* **T**, κάνουμε κλικ στο σώμα του εξαρτήματος, και στο παράθυρο Ιδιότητες Κειμένου Βιβλιοθήκης που εμφανίζεται γράφουμε ό,τι κείμενο θέλουμε, επιλέγουμε αν θα εμφανίζεται κάθετα, τι στοίχιση θα έχει, κ.ο.κ.

Για παράδειγμα, στο CP2104 μπορούμε να βάλουμε κατακόρυφα δίπλα στους ακροδέκτες D+ και D- τη λέξη USB, το οποίο θα μας βοηθάει να θυμόμαστε ότι αυτή είναι η λειτουργία τους.

Επίσης, μπορούμε να βάλουμε κατακόρυφα δίπλα στους ακροδέκτες RTX, TXD, DTR τη λέξη UARTOUT, το οποίο θα μας βοηθάει να θυμόμαστε ότι αυτή είναι η λειτουργία τους.

Ομοίως και για τους ακροδέκτες DCD, RI, CTS, RXD, DSR τη λέξη UARTIN.

Αφού έχουμε ορίσει όλους τους ακροδέκτες και έχουμε οριστικοποιήσει τη μορφή του εξαρτήματος, θα πρέπει να αποθηκεύσουμε το εξάρτημα στη βιβλιοθήκη. Αποθηκεύστε την εργασία σας επιλέγοντας από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Αρχείο → Αποθήκευση της τρέχουσας βιβλιοθήκης*. Θα εμφανιστούν δύο παράθυρα που θα ζητούν την επιβεβαίωση της αποθήκευσης. Επιλέξτε καταφατικά και στα δύο.

Πλέον έχουμε ολοκληρώσει τη δημιουργία του εξαρτήματος και το έχουμε αποθηκεύσει στη βιβλιοθήκη μας.

3.4 Εξαρτημάτα με πολλά μέρη

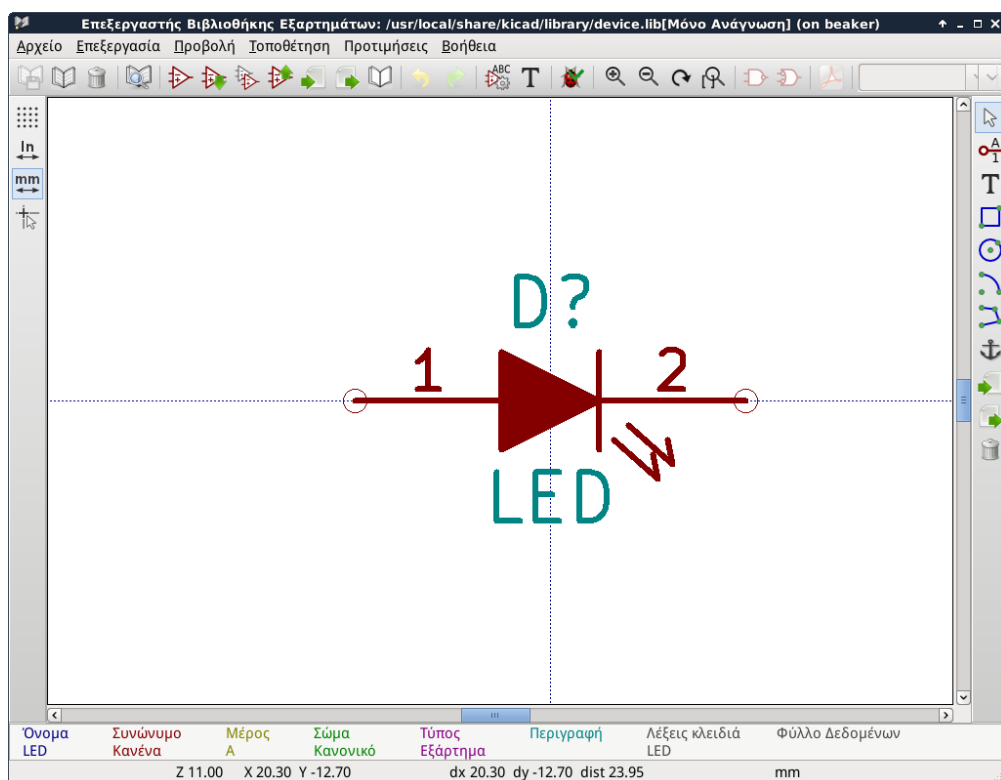
Σε αυτό το κεφάλαιο θα φορτώσουμε ένα εξάρτημα (ένα LED) από μία εσωτερική βιβλιοθήκη του KiCad, θα το επεξεργαστούμε κάνοντάς το να αποτελείται από πολλά μέρη, και θα το αποθηκεύσουμε, αλλαγμένο, σε μία δική μας βιβλιοθήκη.

Όταν ένα εξάρτημα αποτελείται από πολλά μέρη στο KiCad, αυτό σημαίνει ότι το εξάρτημα είναι ένα φυσικό αντικείμενο (πχ ένα ολοκληρωμένο) το οποίο όμως αποτελείται εσωτερικά από πολλά ίδια μέρη. Στην περίπτωση μας, εμείς θέλουμε ένα εξάρτημα το οποίο αποτελείται από δύο LED.

Δεν υπάρχει εξάρτημα το οποίο αποτελείται από δύο LED στις γνωστές βιβλιοθήκες του KiCad. Θα πρέπει να το σχεδιάσουμε εμείς.

Θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε από το μηδέν ένα νέο τέτοιο εξάρτημα, στον Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων.

Είναι όμως καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε το υπάρχον εξάρτημα LED, και να σχεδιάσουμε ένα νέο εξάρτημα το οποίο θα αποτελείται από δύο LED.



Σχήμα 23: Κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων με φορτωμένο το εξάρτημα LED

3.4.1 Φόρτωση εξαρτήματος

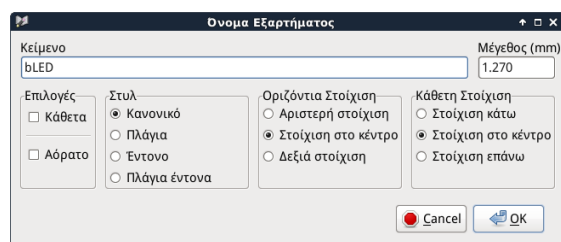
Θεωρούμε ότι είμαστε στην αρχική οθόνη του KiCad.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξτε *Εργαλεία* → *Εκτέλεση Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης*, ώστε να φορτωθεί η κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων.

Από την πάνω μπάρα, επιλέξτε το κουμπί Επιλογή βιβλιοθήκης εργασίας και στο παράθυρο που θα εμφανιστεί κάντε κλικ πάνω στη βιβλιοθήκη *device* και πατήστε OK για να φορτωθεί η βιβλιοθήκη και να επιστρέψετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων.


Από την κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων κάντε κλικ στο εικονίδιο *Φόρτωση εξαρτήματος για επεξεργασία από την τρέχουσα βιβλιοθήκη*. Το παράθυρο που θα εμφανιστεί εμφανίζει όλα τα εξαρτήματα της βιβλιοθήκης LED. Βρείτε στη λίστα το εξάρτημα LED, επιλέξτε το, και πατήστε OK για να φορτωθεί στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων (σχήμα 23).

Τώρα, αφού έχουμε φορτώσει το εξάρτημα, θα φτιάξουμε ένα αντίγραφο του, και το αντίγραφο θα το αλλάξουμε ώστε να καλύπτει τις ανάγκες μας.




Σχήμα 24: Παράθυρο Όνομα Εξαρτήματος

3.4.2 Δημιουργία αντίγραφου εξαρτήματος

Από την κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων κάντε κλικ στο εικονίδιο *Δημιουργία νέου εξαρτήματος από το τρέχον* . Θα εμφανιστεί το παράθυρο Όνομα Εξαρτήματος (σχήμα 24). Ονομάστε το νέο εξάρτημα bLED και πατήστε OK.

Πλέον έχουμε δημιουργήσει ένα νέο εξάρτημα, το οποίο καλό είναι να αποθηκεύσουμε. Αλλά βρισκόμαστε στη βιβλιοθήκη device, η οποία επειδή είναι εσωτερική βιβλιοθήκη του KiCad δεν μπορούμε να γράψουμε σε αυτήν. Αυτό φαίνεται και από τον τίτλο του παραθύρου όπου εμφανίζεται το κείμενο Μόνο Ανάγνωση.


Πρέπει να αποθηκεύσουμε το εξάρτημά μας σε άλλη βιβλιοθήκη.

Από την πάνω μπάρα, επιλέξτε το κουμπί Επιλογή βιβλιοθήκης εργασίας  και στο παράθυρο που θα εμφανιστεί κάντε κλικ πάνω στη βιβλιοθήκη usb2uart και πατήστε OK για να φορτωθεί η βιβλιοθήκη και να επιστρέψετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων.

Αποθηκεύστε την εργασία σας επιλέγοντας από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Αρχείο → Αποθήκευση της τρέχουσας βιβλιοθήκης*. Θα εμφανιστούν δύο παράθυρα που θα ζητούν την επιβεβαίωση αυτή της αποθήκευσης. Επιλέξτε καταφατικά και στα δύο.

Πλέον έχουμε αποθηκεύσει στη δική μας βιβλιοθήκη το εξάρτημα που φτιάξαμε.

3.4.3 Αλλαγή ιδιοτήτων εξαρτήματος

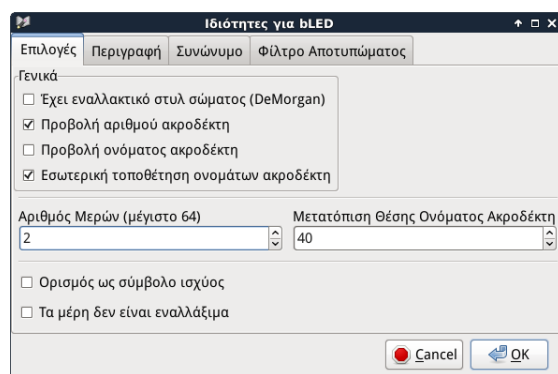
Κάντε κλικ στο εικονίδιο *Επεξεργασία ιδιοτήτων εξαρτήματος*  για να εμφανιστεί το παράθυρο Ιδιοτήτων για το εξάρτημα (σχήμα 25).

Αλλάξτε τον αριθμό των μερών από 1 σε 2, και πατήστε OK για να επιστρέψετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων.

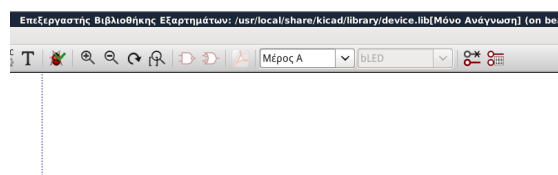
Πλέον το εξάρτημά μας αποτελείται από δύο μέρη. Το ποιο μέρος του εξαρτήματος (μέρος A ή μέρος B) επεξεργάζεστε ανά πάσα στιγμή φαίνεται στο πάνω δεξιά μέρος της κεντρικής οθόνης του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων (σχήμα 26).

Αφού πλέον το εξάρτημα bLED αποτελείται από δύο μέρη, πρέπει να αριθμήσουμε τους ακροδέκτες του μέρους A ως 1 και 3 και τους ακροδέκτες του μέρους B ως 2 και 4.

Για να το κάνουμε αυτό, επιλέγουμε στην Ένδειξη μέρους εξαρτήματος το μέρος A, και φροντίζουμε οι δύο ακροδέκτες να έχουν αριθμό 1 (άνοδος διόδου) και 3 (κά-



Σχήμα 25: Παράθυρο Ιδιοτήτων Εξαρτήματος bLED



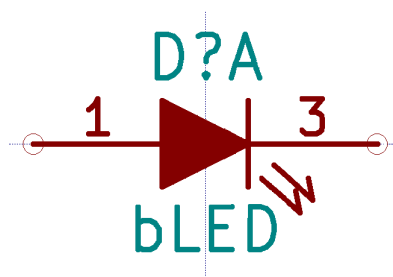
Σχήμα 26: Ένδειξη μέρους εξαρτήματος

θοδος) (σχήμα 27). Μπορούμε να αλλάξουμε τον αριθμό ενός ακροδέκτη κάνοντας δεξί κλικ επάνω στον ακροδέκτη και επιλέγοντας Επεξεργασία Ακροδέκτη.

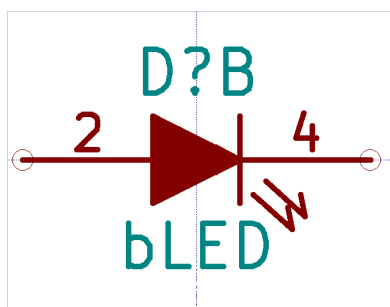
Παρομοίως, επιλέγουμε στην Ένδειξη μέρους εξαρτήματος το Μέρος B, και φροντίζουμε οι δύο ακροδέκτες να έχουν αριθμό 2 (άνοδος) και 4 (κάθοδος) (σχήμα 28).

Αφού έχετε ορίσει τους αριθμούς των ακροδεκτών, δεν μένει παρά να αποθηκεύσουμε το εξάρτημα.

Αποθηκεύστε την εργασία σας επιλέγοντας από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Αρχείο* → *Αποθήκευση της τρέχουσας βιβλιοθήκης*. Θα εμφανιστούν δύο παράθυρα που θα ζητούν την επιβεβαίωση αυτή της αποθήκευσης. Επιλέξτε καταφατικά και στα δύο.



Σχήμα 27: Εξάρτημα bLED - Μέρος A



Σχήμα 28: Εξάρτημα bLED - Μέρος B

Κλείστε τον Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων ώστε να επιστρέψετε στην αρχική οθόνη του KiCad.

3.5 Σχεδίαση κυκλώματος

Εφόσον έχουμε ετοιμάσει όλα τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε, πρέπει να σχεδιάσουμε το σχηματικό κύκλωμα.

Βεβαιωθείτε ότι είστε στην αρχική οθόνη του KiCad και έχετε φορτώσει το έργο usb2uart.

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέγουμε *Εργαλεία* → *Εκτέλεση EEschema*, για να εκτελεστεί η εφαρμογή EEschema με την οποία σχεδιάζουμε το σχηματικό κύκλωμα.

3.5.1 Προσθήκη εξαρτημάτων

Πρέπει να βρίσκεστε στην αρχική οθόνη της εφαρμογής EEschema, και να είναι φορτωμένο το φύλλο του σχηματικού κυκλώματος του έργου usb2uart (σχήμα 29).

Αρχικά πρέπει να προσθέσουμε στο κύκλωμα τα εξαρτήματα CP2104 και bLED.

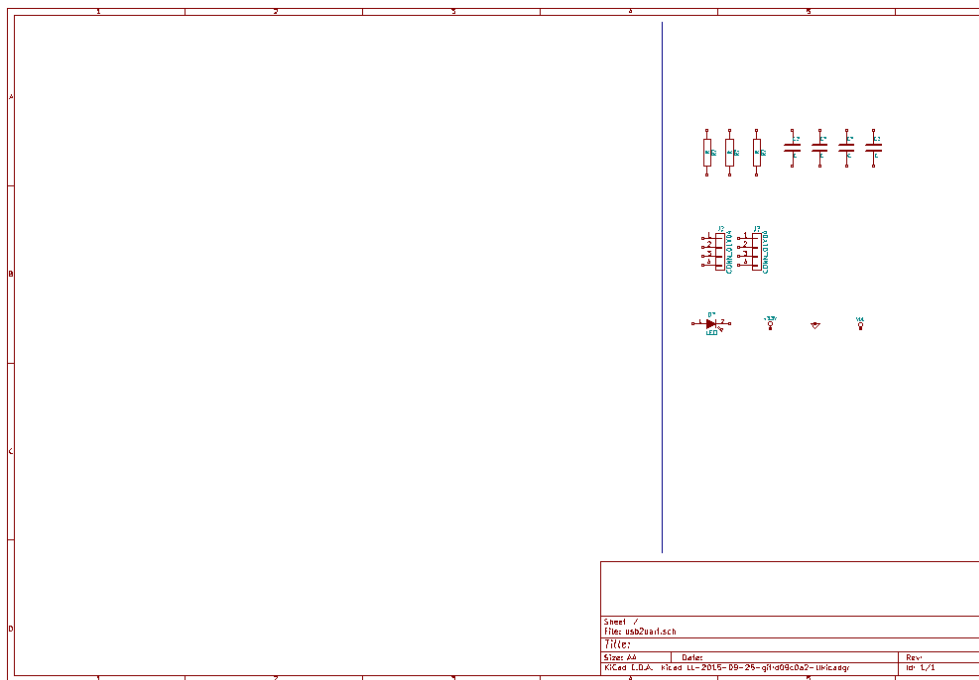
Όπως κάναμε και σε προηγούμενα κεφάλαια, επιλέξτε από το μενού *Τοποθέτηση* → *Εξάρτημα*, επιλέξτε το CP2104 από τη βιβλιοθήκη usb2uart, και τοποθετήστε το στο κύκλωμα. Στη συνέχεια κάντε το ίδιο για να τοποθετήσετε το εξάρτημα bLED (και τα δύο μέρη), από την ίδια βιβλιοθήκη. Το εξάρτημα bLED αποτελείται από δύο μέρη, οπότε πρέπει να προσθέσετε πρώτα το Μέρος A και μετά το μέρος B.

Να σημειωθεί ότι αντί να προσθέσουμε δύο φορές το bLED (μία το Μέρος A, και μία το Μέρος B), θα μπορούσαμε να το προσθέσουμε μία φορά, μετά να κάνουμε αντιγραφή του (δεξί κλικ στο εξάρτημα → *Αντιγραφή Εξαρτήματος*), και μετά να αλλάζαμε στις ιδιότητες του αντίγραφου το Μέρος. Το αποτέλεσμα θα ήταν το ίδιο.

Πλέον πρέπει να έχουμε φορτώσει στο φύλλο όλα τα εξαρτήματα που χρειαζόμαστε για το κύκλωμά μας (σχήμα 30).

3.5.2 Βασικές λειτουργίες

Πλέον αφού έχουμε όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα στο φύλλο μας, πρέπει να τα τοποθετήσουμε στο φύλλο με τρόπο που να μας βοηθάει στην κατανόηση του κυκλώματος, και (κυρίως) να κάνουμε όλες τις συνδέσεις μεταξύ τους.



Σχήμα 29: Το σχηματικό κύκλωμα του έργου usb2uart, έως τώρα

Κάποιες βασικές λειτουργίες για τη σχεδίαση του κυκλώματος είναι οι παρακάτω.

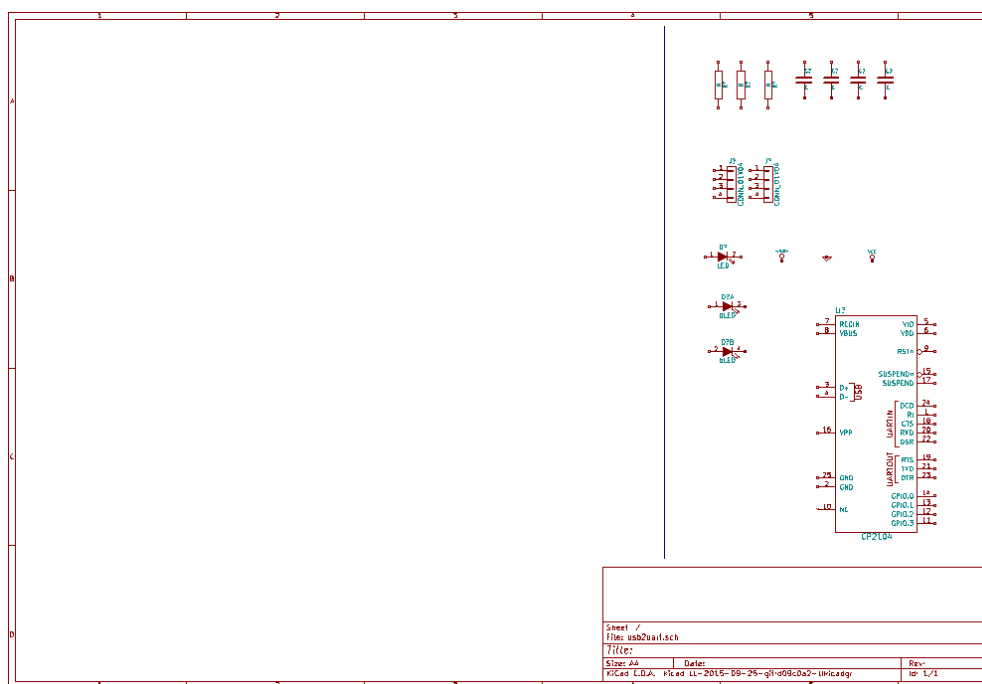
Μετακίνηση εξαρτήματος Μετατοπίζουμε το εξάρτημα όπου θέλουμε πάνω στο φύλλο του κυκλώματος. Η θέση αυτή δεν έχει κάποια ηλεκτρική σημασία, βοηθάει όμως στην καλύτερη οργάνωση του κυκλώματος. Για παράδειγμα το μοναδικό ολοκληρωμένο ενός κυκλώματος καλό θα ήταν να είναι στο μέσο του φύλλου ώστε να υπάρχει χώρος να τοποθετηθούν και άλλα εξαρτήματα γύρω του.

Για να μετακινήσουμε ένα εξάρτημα κάνουμε κλικ επάνω του, από το μενού που εμφανίζεται επιλέγουμε Μετακίνηση Εξαρτήματος, και μετά το τοποθετούμε όπου θέλουμε στο φύλλο.

Εναλλακτικά μπορούμε να πάμε τον δείκτη του ποντικιού επάνω από το εξάρτημα (χωρίς να κάνουμε κλικ) και να πατήσουμε το πλήκτρο m.

Περιστροφή εξαρτήματος Περιστρέφουμε το εξάρτημα πάνω στο φύλλο του κυκλώματος. Η θέση περιστροφής δεν έχει κάποια ηλεκτρική σημασία, βοηθάει όμως στην καλύτερη οργάνωση του κυκλώματος. Για παράδειγμα μία αντίσταση μπορεί να προτιμάμε να εμφανίζεται οριζόντια για να διαβάζεται πιο εύκολα το όνομά της.

Για να περιστρέψουμε ένα εξάρτημα κάνουμε δεξί κλικ επάνω του, και από το μενού που εμφανίζεται επιλέγουμε Προσανατολισμός Εξαρτήματος → Περιστροφή Αριστερόστροφα (ή Περιστροφή Δεξιόστροφα).



Σχήμα 30: Φύλλο σχηματικού κυκλώματος έργου usb2uart με όλα τα εξαρτήματα που χρειαζόμαστε



Σχήμα 31: Δυο εξαρτήματα (αντιστάσεις) χωρίς σύρμα να ενώνει τα άκρα τους





Σχήμα 32: Δυο εξαρτήματα (αντιστάσεις) με σύρμα να ενώνει τα άκρα τους

Εναλλακτικά μπορούμε να πάμε τον δείκτη του ποντικιού επάνω από το εξάρτημα (χωρίς να κάνουμε κλικ) και να πατήσουμε το πλήκτρο r .

Τοποθέτηση σύρματος Είναι από τις πιο σημαντικές λειτουργίες, καθώς με αυτή συνδέουμε αγωγίμα τα εξαρτήματα μεταξύ ενώνοντάς τα με σύρμα (σχήμα 32 και σχήμα 31).

Για να ενώσουμε αγωγίμα δύο σημεία του κυκλώματος (πχ τα άκρα δύο αντιστάσεων) από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέγουμε *Τοποθέτηση* → *Σύρμα*, μετά κάνουμε αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω στο κύκλωμα μία φορά για να ξεκινήσει το σύρμα, μετά κάνουμε κλικ όσες φορές θέλουμε για να ορίσουμε τη διαδρομή, και όταν έχουμε τοποθετήσει όσο σύρμα θέλουμε κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε *Τέλος Σύρματος*.

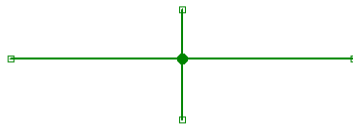
Εναλλακτικά μπορούμε να επιλέξουμε το κουμπί *Τοποθέτηση σύρματος*  στη δεξιά μπάρα, και μετά να πατήσουμε το πλήκτρο w για να αρχίσουμε να τοποθετούμε σύρμα και το πλήκτρο k για ορίσουμε το τέλος του σύρματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν συνδέουμε ένα σύρμα με ένα άλλο σύρμα, το KiCad εμφανίζει ένα σύμβολο κόμβου . Όταν θέλουμε να συνδέσουμε δύο σύρματα σε έναν ακροδέκτη (σχήμα 33), συνήθως συνδέουμε το ένα σύρμα στον ακροδέκτη και το δεύτερο σύρμα το συνδέουμε πάνω πάνω στο πρώτο σύρμα, δημιουργώντας έναν κόμβο (σχήμα 34). Αν δεν δημιουργηθεί κόμβος, τα σύρματα διασταυρώνονται αλλά δεν έχουν αγωγίμη επαφή (σχήμα 35).

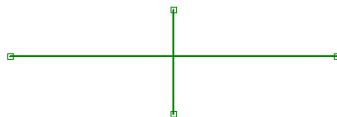
Συνηθίζεται τα σύρματα να έχουν μόνο κατακόρυφη και οριζόντια φορά (να μην τοποθετούνται διαγώνια δώματα), διότι έτσι παράγονται πιο ευανάγνωστα κυκλώματα.



Σχήμα 33: Δύο σύρματα συνδεδεμένα με τον ίδιο ακροδέκτη, με κόμβο



Σχήμα 34: Δύο σύρματα που έχουν αγωγήμη επαφή (κόμβο)



Σχήμα 35: Δύο σύρματα που δεν έχουν αγωγήμη επαφή (κόμβο)

Τοποθέτηση ετικέτας Μία ετικέτα είναι ένα αντικείμενο του κυκλώματος που συμβολίζει έναν κόμβο, ένα σημείο σύνδεσης. Αν σχεδιάσουμε πχ ένα σύρμα από το εξάρτημα A προς μία ετικέτα X και μετά ένα σύρμα από το εξάρτημα B προς τη ίδια ετικέτα X, τότε τα δύο εξαρτήματα θα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Η συνδεσμολογία όπου δύο εξαρτήματα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους απευθείας (σχήμα 37) είναι απόλυτα ισοδύναμη με τη συνδεσμολογία όπου δύο εξαρτήματα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ετικέτας (σχήμα 36).

Για να τοποθετήσουμε μία ετικέτα, από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέγουμε *Τοποθέτηση* → *Ετικέτα*, μετά κάνουμε κλικ με το ποντίκι πάνω στο κύκλωμα, στο παράθυρο που εμφανίζεται δίνουμε ένα όνομα στην ετικέτα και πατάμε OK για να τοποθετήσουμε την ετικέτα πάνω στο κύκλωμα.

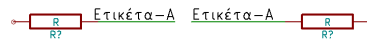
Στη συνέχεια πρέπει να μετακινήσουμε την ετικέτα ώστε το κουτάκι που υπάρχει κάτω αριστερά από το όνομά της να συμπίπτει με το κουτάκι που υπάρχει στο τέλος ενός ασύνδετου σύρματος (σχήμα 39). Εφόσον αυτά τα δύο κουτάκια είναι στο ίδιο σημείο (συμπίπτουν), τότε δεν εμφανίζονται στην οθόνη και πλέον το σύρμα έχει αυτή την ετικέτα, και θεωρείται συνδεδεμένο με όλα τα άλλα σύρματα που έχουν ετικέτα με το ίδιο όνομα. Λέμε ότι όλα αυτά τα σύρματα ανήκουν στο ίδιο δίκτυο.

Αν τα δύο κουτάκια (του σύρματος και της ετικέτας) δεν συμπίπτουν, τότε φαίνονται και τα δύο στην οθόνη και αυτό σημαίνει ότι η ετικέτα δεν έχει τοποθετηθεί σωστά (σχήμα 38).

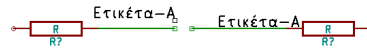
Διαγραφή αντικειμένου Για να διαγράψουμε ένα αντικείμενο από το φύλλο μας (πχ ένα κομμάτι σύρματος που αποφασίσαμε να τοποθετήσουμε διαφορετικά), κά-



Σχήμα 36: Δύο εξαρτήματα, συνδεδεμένα μεταξύ τους απευθείας



Σχήμα 37: Δύο εξαρτήματα, συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ετικέτας



Σχήμα 38: Λάθος τοποθετημένες ετικέτες

νουμε δεξί κλικ επάνω του και από το μενού που εμφανίζεται επιλέγουμε Διαγραφή.

Εναλλακτικά μπορούμε να πάμε τον δείκτη του ποντικιού επάνω από το εξάρτημα (χωρίς να κάνουμε κλικ) και να πατήσουμε το πλήκτρο Delete στο πληκτρολόγιο.

Έχοντας κατανοήσει τις παραπάνω λειτουργίες, μπορούμε να σχεδιάσουμε το κύκλωμά μας.

3.5.3 Σχεδίαση κυκλώματος

Για ευκολία στη σχεδίαση συνδέσεων μετακινήστε το CP2104 ώστε να είναι στο κέντρο της σελίδας.

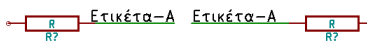
Στη συνέχεια, μετακινήστε το VCC πάνω αριστερά από το CP2104 και συνδέστε με σύρμα τους ακροδέκτες 7 και 8 του CP2104 με το εξάρτημα VCC. Για να το κάνετε, συνδέστε με σύρμα τον ακροδέκτη 7 με το εξάρτημα VCC και στη συνέχεια τοποθετήστε ένα σύρμα από τον ακροδέκτη 7 προς οποιοδήποτε σημείο του προηγούμενου σύρματος (σχήμα 40).

Στη συνέχεια, συνδέστε με σύρμα τους ακροδέκτες 5,6 και 9 του CP2104 με το 3.3V.

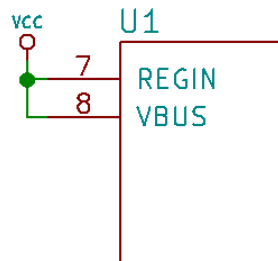
Στη συνέχεια, συνδέστε με σύρμα τους ακροδέκτες 2 και 25 του CP2104 με το GND.

Για να κάνετε τα παραπάνω, ίσως χρειαστεί να μετακινήσετε τα VCC, 3.3V και GND σε πιο βολικές θέσεις στο φύλλο. Για παράδειγμα, το VCC καλό θα ήταν να τοποθετηθεί πάνω αριστερά από το CP2104 (σχήμα 41).

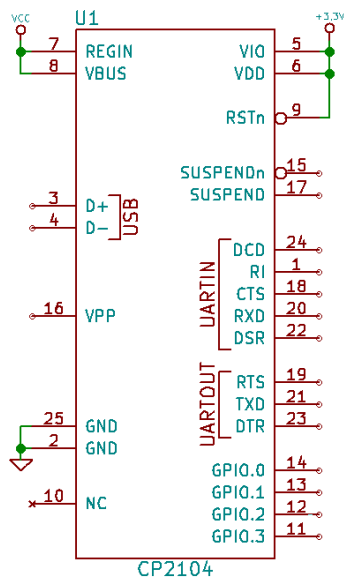
Στη συνέχεια, αλλάξτε τις τιμές στους τέσσερις πυκνωτές ώστε οι τέσσερις πυκνωτές να έχουν τιμές 1u, 1u, 100n και 470n, και όχι απλά C. Οι τιμές αυτές δεν έχουν κάποια λειτουργική σημασία στο κύκλωμα, αλλά βοηθούν στην οργάνωση των εξαρτημάτων. Για να αλλάξετε τις τιμές κάντε δεξί κλικ πάνω στον πυκνωτή και επιλέξτε *Επεξεργασία Εξαρτήματος* → *Τιμή*.



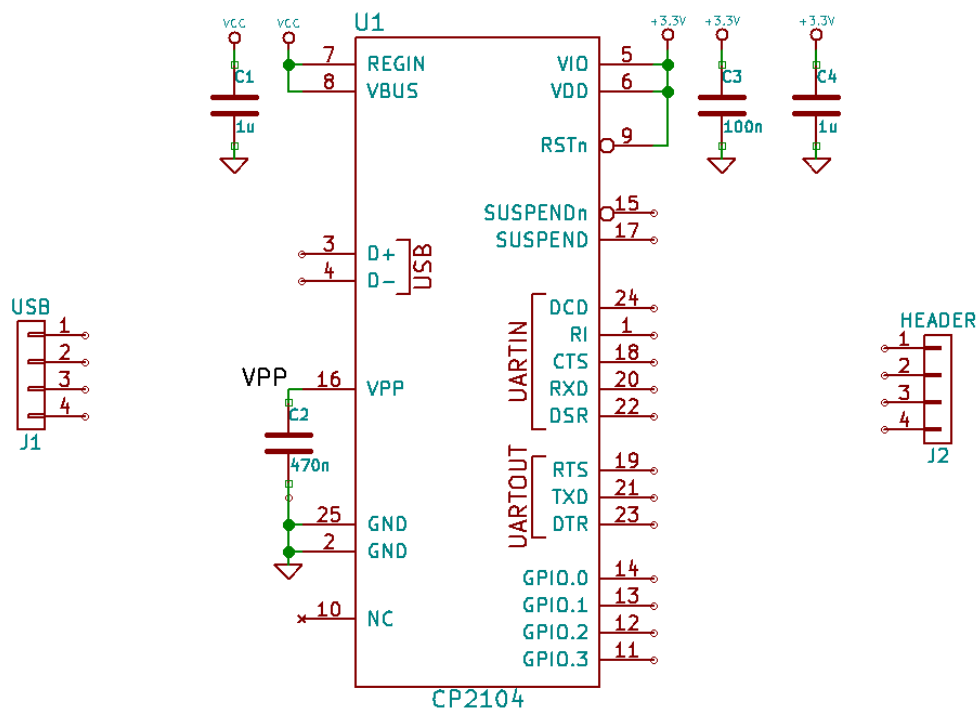
Σχήμα 39: Σωστά τοποθετημένες ετικέτες



Σχήμα 40: Σύνδεση ακροδεκτών 7 και 8 του CP2104 με το εξάρτημα VCC



Σχήμα 41: Το κύκλωμα με τις αρχικές συνδέσεις των VCC, 3.3V και GND



Σχήμα 42: Το κύκλωμα με τις πλήρεις συνδέσεις των VCC, 3.3V, GND και απλά τοποθετημένα τα USB, Header

Στη συνέχεια, συνδέστε τους πυκνωτές 1u και 100n ως bypass στο 3.3V, δηλαδή ανάμεσα στο 3.3V και στο GND.

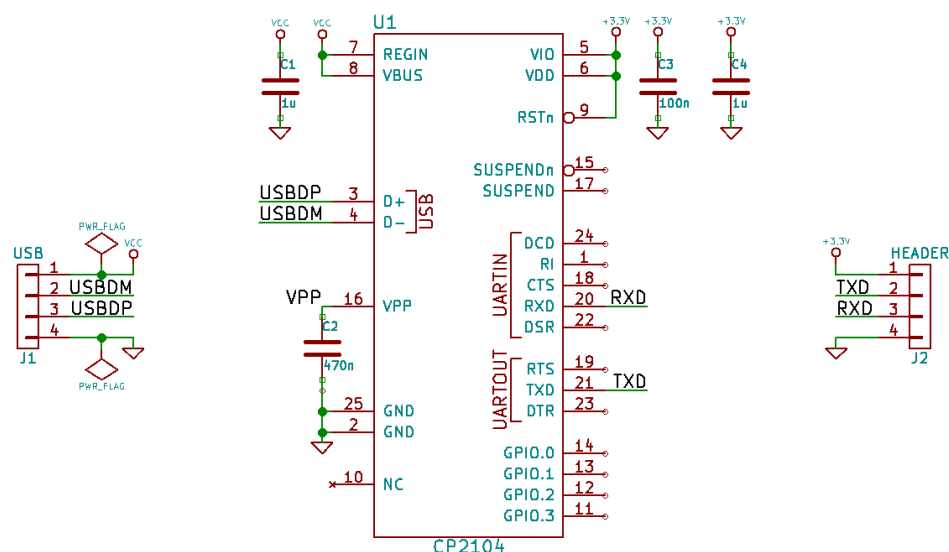
Για να το κάνετε αυτό και το κύκλωμα να παραμείνει ευανάγνωστο μπορείτε να προσθέσετε επιπλέον εξαρτήματα GND. Όλα τα εξαρτήματα GND που θα προσθέσετε συμβολίζουν το ίδιο σημείο, τον ίδιο κόμβο στο κύκλωμά σας, τον κόμβο της γείωσης. Ομοίως και για το +3.3V: μπορείτε να προσθέσετε επιπλέον εξαρτήματα +3.3V ώστε να είναι πιο ευανάγνωστο το κύκλωμα, και όλα τα εξαρτήματα +3.3V που θα προσθέσετε συμβολίζουν το ίδιο σημείο, τον ίδιο κόμβο στο κύκλωμά σας.

Οπότε, για τον πυκνωτή 1u προσθέστε ένα εξάρτημα GND στο φύλλο (επιλέγοντας στο μενού *Τοποθέτηση* → *Εξάρτημα*) λίγο πιο δεξιά από το 3.3V, και μετά τοποθετήστε σύρμα που να συνδέει το 3.3V με το 1u και μετά σύρμα που να συνδέει το 1u με το (νέο) GND. Ομοίως θα κάνετε και για το 100n.

Στη συνέχεια, συνδέστε με τον ίδιο τρόπο όπως παραπάνω τον πυκνωτή 1u ως bypass στο VCC, δηλαδή συνδέστε τον ανάμεσα στο VCC και σε ένα GND.

Στη συνέχεια, συνδέστε τον πυκνωτή 470n ανάμεσα στους ακροδέκτες 16 και 2 του CP2104.

Στη συνέχεια, αλλάξτε τις τιμές στα δύο εξαρτήματα CONN_01X04 ώστε το ένα να λέγεται USB, και το άλλο Header. Τοποθετήστε το USB αριστερά του CP2104 και το Header δεξιά του CP2104 (σχήμα 42).



Σχήμα 43: Το κύκλωμα με τις πλήρεις συνδέσεις των VCC, 3.3V, GND και συνδεδεμένα τα USB, Header

Στη συνέχεια, θα πρέπει να συνδέσουμε όλους τους ακροδέκτες των USB και Header. Αν συνδέαμε απευθείας μεταξύ τους όλους τους ακροδέκτες το κύκλωμα δεν θα ήταν ιδιαίτερα ευανάγνωστο και οργανωμένο διότι θα υπήρχαν πολλά διασταυρούμενα (αλλά μη συνδεδεμένα) σύρματα. Για να λύσουμε αυτό το πρόβλημα, θα χρησιμοποιήσουμε ετικέτες.

Με δεδομένο το εργαλείο της ετικέτας, θα τοποθετήσουμε σύρματα ώστε να συνδέσουμε όπως θέλουμε τους ακροδέκτες των USB και Header.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 1 του USB έως ένα VCC.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 4 του USB έως ένα GND.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 1 του HEADER έως ένα 3.3V.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 4 του HEADER έως ένα GND.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 2 του USB έως το D- του CP2104, χρησιμοποιώντας ετικέτα με όνομα USBDM.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 3 του USB έως το D+ του CP2104, χρησιμοποιώντας ετικέτα με όνομα USBDP.

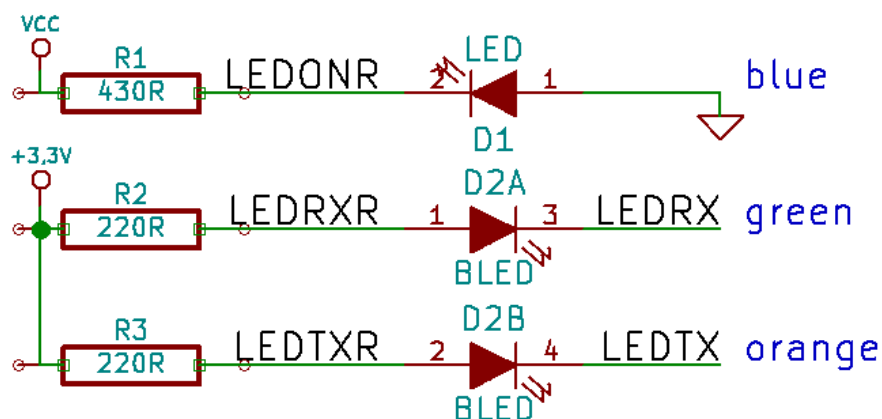
Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 2 του HEADER έως το TXD του CP2104, χρησιμοποιώντας ετικέτα με όνομα TXD.

Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 3 του HEADER έως το RXD του CP2104, χρησιμοποιώντας ετικέτα με όνομα RXD.

Πλέον το κύκλωμά μας έχει και όλες τις συνδέσεις των USB και Header (σχήμα 43).

Τώρα πρέπει να συνδέσουμε τα LED.

Μετακινήστε τα LED (το ένα μονό και το ένα που αποτελείται από δύο μέρη) και τις τρεις αντιστάσεις στην περιοχή πάνω από το CP2104.



Σχήμα 44: Συνδεσμολογία LED (δεν φαίνονται οι αντίστοιχες ετικέτες LEDTX, LEDRX του CP2104)

Στη συνέχεια, αλλάξτε τις τιμές στις τρεις αντιστάσεις του κυκλώματος ώστε να έχουν τις τιμές 220R, 220R και 430R.

Στη συνέχεια, τοποθετήστε σύρμα που να συνδέει ένα VCC με τον ένα ακροδέκτη της 430R, και τον άλλο ακροδέκτη της 430R με την κάθοδο του μονού LED και μετά την άνοδο του μονού LED με ένα GND.

Στη συνέχεια, τοποθετήστε σύρμα που να συνδέει ένα 3.3V με τον ένα ακροδέκτη της 220R, και τον άλλο ακροδέκτη της 220R με την άνοδο του bLED (Μέρος A) και την κάθοδο του bLED (Μέρος A), μέσω ετικέτας LEDRX, με τον ακροδέκτη 13 του CP2104.

Στη συνέχεια, τοποθετήστε σύρμα που να συνδέει ένα 3.3V με τον ένα ακροδέκτη της δεύτερης 220R, και τον άλλο ακροδέκτη της δεύτερης 220R με την άνοδο του bLED (Μέρος B) και την κάθοδο του bLED (Μέρος B), μέσω ετικέτας LEDTX, με τον ακροδέκτη 14 του CP2104.

Στη συνέχεια, προσθέστε κείμενο δίπλα στα LED ώστε να είναι σαφές τι χρώμα είναι το κάθε ένα (μόνο LED = μπλε, A = πράσινο, B = πορτοκαλί). Για να προσθέσουμε κείμενο, επιλέγουμε από τη δεξιά μπάρα το εικονίδιο *Τοποθέτηση κειμένου* **T**, κάνουμε κλικ στο φύλλο, και στο παράθυρο που εμφανίζεται γράφουμε ό,τι κείμενο θέλουμε, επιλέγουμε αν θα εμφανίζεται κάθετα, τι στοίχιση θα έχει, κοκ.

Πλέον έχουμε ολοκληρώσει τη συνδεσμολογία των LED (σχήμα).

Τέλος, για λόγους καλύτερης οργάνωσης, πρέπει να προσθέσουμε ετικέτες και στα υπόλοιπα δίκτυα του κυκλώματός μας, και συγκεκριμένα στο VPP (ετικέτα VPP), και στα σύρματα ανάμεσα στις αντιστάσεις και τα LED (ετικέτες LEDONR, LEDRX και LEDTXR).

Πλέον έχουμε σχεδιάσει πλήρως το κύκλωμα. Για λόγους καλύτερης οργάνωσης, και ηλεκτρολογικού ελέγχου του κυκλώματος, χρειαζόμαστε ακόμα δύο βήματα.

Καταρχάς πρέπει σε όλους τους ακροδέκτες που δεν έχουν κάτι συνδεδεμένο επάνω τους (όπως πχ οι ακροδέκτες 15 και 17 του CP2104) να τοποθετήσουμε ένα σύμβολο Μη Σύνδεσης. Αυτό θα βοηθήσει στο να δηλώσουμε στο KiCad ότι ο συγκεκριμένος ακροδέκτης θέλουμε όντως να μην συνδέεται πουθενά και δεν έχουμε

απλά ξεχάσει να τον συνδέσουμε. Για να τοποθετήσουμε σύμβολο Μη Σύνδεσης, επιλέγουμε από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Τοποθέτηση* → *Σήμανση Μη Σύνδεσης* και κάνουμε κλικ στο σημείο όπου θέλουμε να το τοποθετήσουμε. Πρέπει να τοποθετήσουμε μία Σήμανση Μη Σύνδεσης σε κάθε ακροδέκτη του CP2104 που δεν συνδέεται με κάτι άλλο.

Κατά δεύτερον, πρέπει στα δίκτυα VCC και GND να συνδέσουμε μέσω σύρματος από ένα εξάρτημα PWR_FLAG (από τη βιβλιοθήκη power). Με αυτό τον τρόπο το KiCad, όταν κάνει ηλεκτρολογικό έλεγχο, θα καταλάβει ότι τα δύο δίκτυα αυτά είναι δίκτυα ισχύος, και ότι υπάρχει ισχύς στο κύκλωμά μας.

Πλέον έχουμε ολοκληρώσει πλήρως το σχηματικό κύκλωμα (σχήμα 45).

3.5.4 Ονοματοδοσία κυκλώματος

Αφού έχουμε ολοκληρώσει τον σχεδιασμό του κυκλώματος, πρέπει να δώσουμε ονομασίες αναφοράς σε όλα τα εξαρτήματα, ώστε οι αντιστάσεις να έχουν ονομασία αναφοράς R1, R2, R3 κοκ. Να σημειωθεί ότι η ονομασία αναφοράς είναι διαφορετική έννοια από την τιμή (πχ 220R).

Ονομασίες αναφοράς μπορούμε να δώσουμε μόνοι μας, κάνοντας επεξεργασία σε κάθε ένα εξάρτημα ή μπορούμε να πούμε στο KiCad να δώσει αυτόματα ονομασίες αναφοράς σε όλα τα εξαρτήματα. Για να το κάνουμε αυτό, επιλέγουμε από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Εργαλεία* → *Ονοματοδοσία σχηματικού*, στο παράθυρο που εμφανίζεται δεν αλλάζουμε καμία ρύθμιση και κάνουμε κλικ στο Ονοματοδοσία.

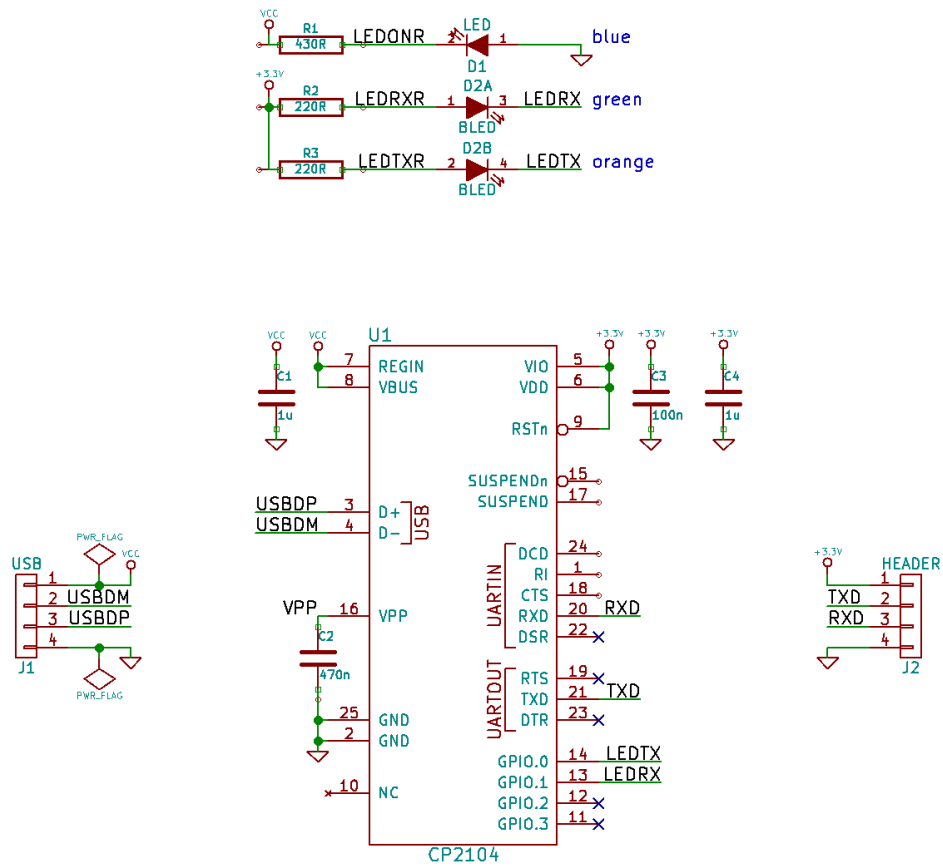
Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, όλα τα εξαρτήματα θα έχουν συγκεκριμένες, αριθμημένες ονομασίες αναφοράς (και όχι ερωτηματικά).

3.5.5 Έλεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων

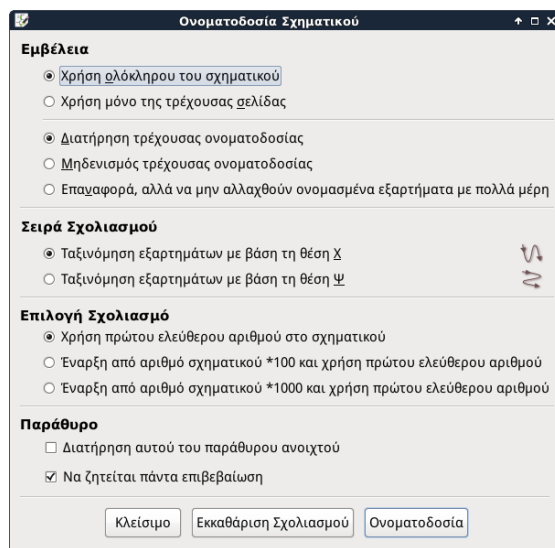
Αφού ολοκληρωθεί η ονοματοδοσία, πρέπει να κάνουμε Έλεγχο Ηλεκτρικών Κανόνων στο κύκλωμα, ώστε το KiCad να αναλύσει το κύκλωμα και να μας ενημερώσει για πιθανά προβλήματα όπως πχ αν έχουμε ξεχάσει να συνδέσουμε ένα δίκτυο ή αν ένας ακροδέκτης εξαρτήματος έχει χαρακτηρισμό Είσοδος αλλά είναι συνδεδεμένος με έναν ακροδέκτη που έχει επίσης χαρακτηρισμό Είσοδος.

Για να κάνουμε Έλεγχο Ηλεκτρικών Κανόνων, επιλέγουμε από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Εργαλεία* → *Ελεγκτής Ηλεκτρικών Κανόνων* και στο παράθυρο που εμφανίζεται δεν αλλάζουμε καμία ρύθμιση και κάνουμε κλικ στο Εκτέλεση.

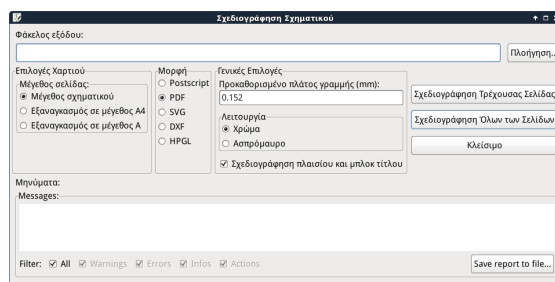
Αν έχετε χρησιμοποιήσει τα αρχεία του tutorial, ο Ελεγκτής Ηλεκτρικών Κανόνων πρέπει να σας βγάλει μία προειδοποίηση: ότι ο ακροδέκτης 9 (χαρακτηρισμένος ως αμφίδρομος στο εξάρτημα) του CP2104 είναι συνδεδεμένος με τον ακροδέκτη 6 (χαρακτηρισμένος ως έξοδος) του CP2104. Αυτό φαίνεται στο KiCad να είναι λάθος διότι ένας ακροδέκτης έξοδος πρέπει να είναι συνδεδεμένος με έναν ακροδέκτη είσοδο και όχι έναν αμφίδρομο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για απλό θέμα χαρακτηρισμού του ακροδέκτη 9 και μπορούμε να αγνοήσουμε την προειδοποίηση. Οπότε απλά κλείστε το παράθυρο του Ελεγκτή. Εναλλακτικά, μπορούμε να επεξεργαστούμε το εξάρτημα CP2104 με το σχετικό εργαλείο και να αλλάξουμε τον χαρακτηρισμό του ακροδέκτη 9 σε είσοδο.



Σχήμα 45: Πλήρως σχεδιασμένο κύκλωμα



Σχήμα 46: Παράθυρο Ονοματοδοσίας



Σχήμα 47: Παράθυρο Σχεδιογράφησης

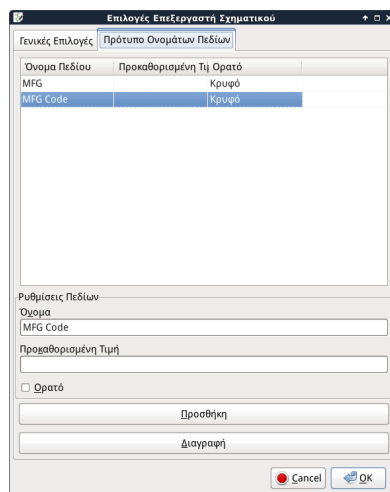
3.5.6 Εκτύπωση σχηματικού σε pdf

Τέλος, αφού έχουμε ολοκληρώσει το κύκλωμά μας, καλό είναι να το κρατήσουμε και σε ένα αρχείο pdf, ώστε να είναι εύκολη η αναφορά σε αυτό χωρίς να ανοίγουμε το KiCad. Για να το κάνουμε αυτό, επιλέγουμε από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Αρχείο* → *Σχεδιογράφηση* → *Σχεδιογράφηση* και στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε *Μορφή PDF*, και πατάμε το κουμπί *Σχεδιογράφηση Τρέχουσας Σελίδας* (σχήμα 47).

Πλέον το κύκλωμα υπάρχει και σε μορφή pdf, στο φάκελο όπου έχουμε και όλα τα άλλα αρχεία του έργου μας.

3.5.7 Δημιουργία προτύπων πεδίων για εξαρτήματα

Έχοντας υπόψιν το ότι για αυτό το σχηματικό θα σχεδιαστεί πλακέτα η οποία θα κατασκευαστεί, θα ήταν καλό για κάθε εξάρτημα που χρησιμοποιούμε, να ξέρουμε



Σχήμα 48: Παράθυρο Επιλογές Επεξεργαστή Σχηματικού

ποιο πραγματικό εξάρτημα/υλικό θέλουμε να τοποθετηθεί στην πλακέτα.

Για παράδειγμα, υπάρχει στο σχηματικό μία αντίσταση R1 η οποία θέλουμε να είναι 430 Ohm. Υπάρχουν όμως πολλές εταιρείες που κατασκευάζουν αντιστάσεις 430 Ohm και μάλιστα κάθε εταιρεία έχει πολλά μοντέλα για αντιστάσεις 430 Ohm. Εμείς πρέπει να κάνουμε έρευνα αγοράς και να καταλήξουμε ότι πχ θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την αντίσταση με κωδικό ERJ-2GEJ431X από τον κατασκευαστή Panasonic. Καλό θα ήταν αυτό να το καταγράψαμε κάπως στο σχηματικό.

Για να το κάνουμε αυτό, θα δημιουργήσουμε νέα πεδία που θα ονομάζονται MFG (για τον κατασκευαστή) και MFG Code (για τον κωδικό εξαρτήματος) και θα ορίσουμε στο KiCad αυτά τα πεδία να υπάρχουν σε όλα τα εξαρτήματα. Οπότε θα μπορούμε σε κάθε εξάρτημα να καταγράφουμε και ποιο πραγματικό υλικό θέλουμε να χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή της πλακέτας.

Για να δημιουργήσουμε νέα πεδία, επιλέγουμε από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Προτιμήσεις* → *Επιλογές Επεξεργαστή Σχηματικού* και στο παράθυρο που εμφανίζεται, στην καρτέλα *Πρότυπα Ονομάτων Πεδίων* προσθέτουμε δύο πεδία. Ένα με όνομα MFG και ένα με όνομα MCF code.

Πλέον όλα τα εξαρτήματα, στις ιδιότητές τους, εκτός από Ονομασία Αναφοράς κλπ θα έχουν και πεδία όπου μπορείτε να καταχωρήσετε κατασκευαστή και κωδικό εξαρτήματος.

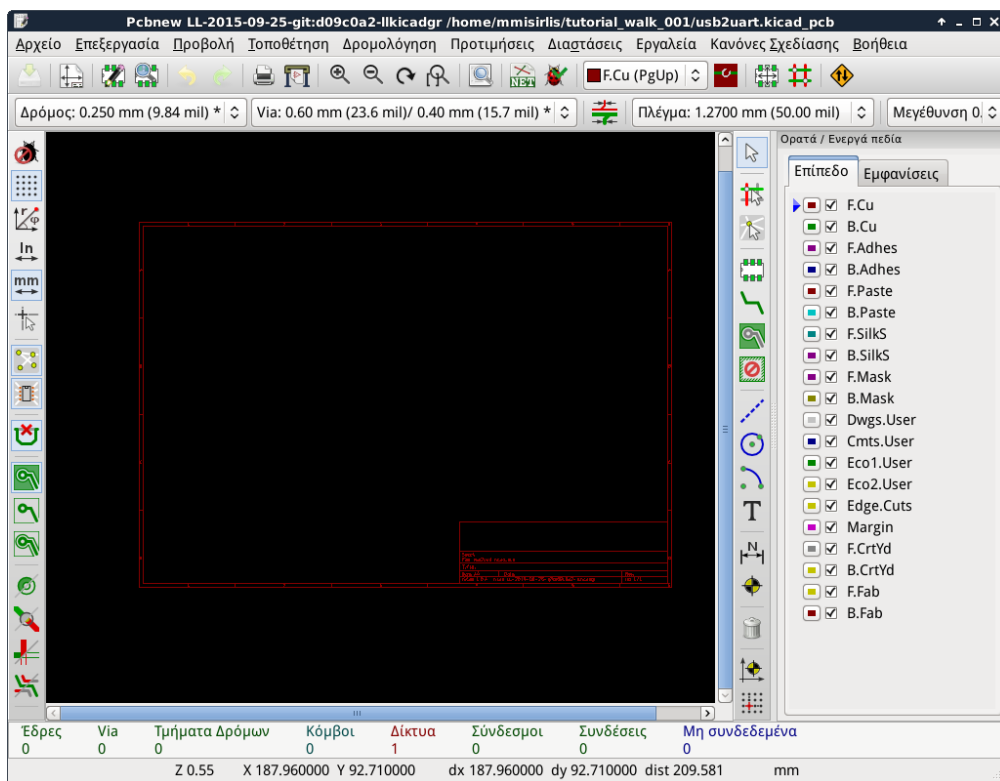
Συνίσταται να πάρετε τις πληροφορίες αυτές (κατασκευαστή και κωδικό εξαρτήματος για όλα τα εξαρτήματα) από τα αρχεία του tutorial, καθώς η έρευνα αγοράς για υλικά και η εμπορική τους σύγκριση είναι μία επίπονη διαδικασία που ξεφεύγει από τα πλαίσια του tutorial.

3.5.8 Δημιουργία Λίστας Υλικών και Λίστας Δικτύων

Αφού έχουμε ολοκληρώσει το σχηματικό κύκλωμα, θα χρειαστεί να κρατήσουμε κάποια από τα δεδομένα του, τα οποία θα μας χρειαστούν κατά τη σχεδίαση της πλακέτας. Αυτά τα δεδομένα είναι η λίστα υλικών και η λίστα δικτύων.

Για να κρατήσουμε λίστα με όλα τα υλικά και εξαρτήματα του κυκλώματος, από το μενού επιλέγουμε *Εργαλεία → Δημιουργία Λίστας Υλικών*, στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε *Δημιουργία*, και τέλος επιλέγουμε *Κλείσιμο*. Πλέον έχει δημιουργηθεί ένα αρχείο `usb2uart.xml`, στο φάκελο όπου έχουμε και όλα τα άλλα αρχεία του έργου μας. Αυτό το αρχείο είναι η λίστα υλικών (Bill Of Materials - BOM) του κυκλώματός μας, σε μορφή `xml`. Αυτή η μορφή μπορεί να προσαρμοστεί προγραμματιστικά σε όποια άλλη μορφή χρειαστεί. Το KiCad προσφέρει κάποια πρόσθετα τα οποία μπορούν να μετατρέψουν αυτό το `.xml` σε κάποια πιο διαδεδομένη μορφή (όπως `.csv`), αλλά η χρήση τους ξεφεύγει από τα πλαίσια αυτού του tutorial.

Για να κρατήσουμε λίστα με όλα τα δίκτυα του κυκλώματος (Λίστα Δικτύων), από το μενού επιλέγουμε *Εργαλεία → Δημιουργία Αρχείου Λίστας Δικτύων*, στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε *Δημιουργία*, και τέλος αποθηκεύουμε το αρχείο με όνομα `usb2uart.net` στο φάκελο που θέλουμε. Συνίσταται να αποθηκευτεί μαζί με όλα τα άλλα αρχεία του έργου.



Σχήμα 49: Κεντρική οθόνη του Pcbnew

4 Δημιουργία Πλακέτας (PCB)

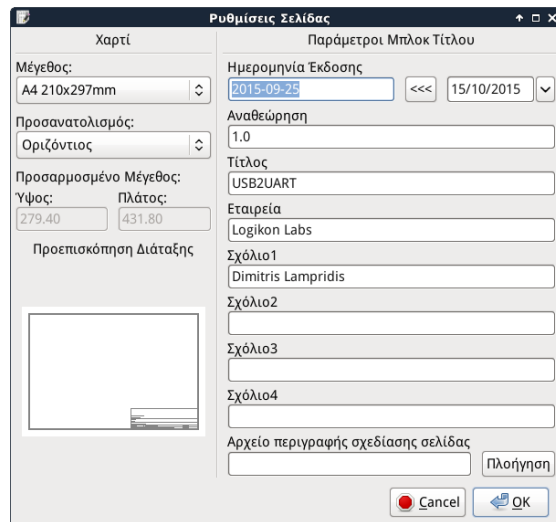
Αφού ολοκληρώσαμε το σχηματικό κύκλωμα το επόμενο βήμα είναι να σχεδιάσουμε την πλακέτα (PCB) του κυκλώματος. Αυτό γίνεται με την εφαρμογή Pcbnew.

4.1 Pcbnew

Από την κεντρική οθόνη του KiCad εκτελέστε την εφαρμογή Pcbnew, με την οποία θα σχεδιάσουμε την πλακέτα.


Η κεντρική οθόνη του Pcbnew αποτελείται από τα παρακάτω

- ένας κενός χώρος για σχεδίαση της πλακέτας στο κέντρο της οθόνης
- γραμμή μενού στο πάνω μέρος της οθόνης, με όλες σχεδόν τις δυνατές λειτουργίες
- μπάρα βασικών λειτουργιών στο πάνω μέρος της οθόνης
- μπάρα με γενικές λειτουργίες στο αριστερό μέρος της οθόνης, όπως εμφάνιση περιγραμμάτων ή πλήρους σχεδιασμού, εμφάνιση ή όχι του πλέγματος, εμφάνιση ή όχι της φωλιάς συνδέσεων, κα



Σχήμα 50: Ρυθμίσεις Σελίδας Pcbnew

- μπάρες με συγκεκριμένες λειτουργίες σχεδίασης στο δεξί μέρος της οθόνης, όπως τοποθέτηση δρόμων, ζωνών, γραφικών σχεδίων, κα
- λίστα όλα τα επίπεδα της πλακέτας στο δεξί μέρος της οθόνης, όπου επιλέγουμε ποιο επίπεδο είναι ενεργό, δηλαδή σε ποιο επίπεδο σχεδιάζουμε
- μπάρα κατάστασης στο κάτω μέρος της οθόνης με πληροφορίες συντεταγμένων, ενεργού εξαρτήματος, κα

Καθόλη τη διάρκεια του σχεδιασμού της πλακέτας, φροντίστε να μην είναι επιλεγμένη η εμφάνιση πολικών συντεταγμένων, από την μπάρα στο αριστερό μέρος της οθόνης .

4.2 Ρυθμίσεις σελίδας

Αρχικά πρέπει να ορίσουμε τις ιδιότητες της σελίδας μας, από το μενού *Αρχείο* → *Ρυθμίσεις σελίδας* (σχήμα 50). Σε αυτό το παράθυρο, ορίστε τις ρυθμίσεις της σελίδας σας, όπως μέγεθος χαρτιού, ημερομηνία έκδοσης, τίτλος κυκλώματος, και πατήστε OK. Αυτές οι ρυθμίσεις δεν έχουν κάποια ηλεκτρική ή λειτουργική σημασία για το κύκλωμα, είναι όμως χρήσιμες πληροφορίες για την οργάνωση των κυκλωμάτων σας.

4.3 Ορισμός επιπέδων

Στη συνέχεια θα πρέπει να ορίσουμε τα επίπεδα από τα οποία θα αποτελείται η πλακέτα μας. Έχουμε πάρει την απόφαση ότι το κύκλωμα που θα σχεδιάσουμε θέλουμε να έχει δύο επίπεδα, και θα τοποθετηθούν εξαρτήματα μόνο στο ένα επίπεδο, το μπροστινό επίπεδο.

Από το μενού επιλέξτε *Κανόνες Σχεδίασης* → *Ρύθμιση Επιπέδων* (σχήμα 51). Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί επιλέξτε από πάνω αριστερά την προκαθορισμένη ομαδοποίηση "Δύο επίπεδα, εξαρτήματα μόνο Μπροστά" και φροντίστε να είναι επιλεγμένα μόνο τα παρακάτω επίπεδα

- F.Paste, διότι θα έχουμε εξαρτήματα SMD στην μπροστινή πλευρά
- F.Silks, διότι θα έχουμε σχέδια και κείμενα στην μπροστινή πλευρά
- F.Mask, διότι θα έχουμε εξαρτήματα στην μπροστινή πλευρά
- F.Cu, διότι θα έχουμε αγωγίμους δρόμους στην μπροστινή πλευρά
- B.Cu, διότι θα έχουμε αγωγίμους δρόμους στην πίσω πλευρά
- B.Mask, διότι θα έχουμε (μόνο διαμπερή) εξαρτήματα στην πίσω πλευρά
- Edge.Cuts, για να σχεδιάσουμε τα όρια της πλακέτας
- Dwgs.User για να μπορούμε να σχεδιάζουμε σημειώσεις, να γράφουμε μηχανικές διαστάσεις, κτλ

Αφού κάνετε τα παραπάνω, επιλέξτε OK και θα επανέλθετε στην κεντρική οθόνη του Pcbnew.

Στο δεξί μέρος της κεντρικής οθόνης του Pcbnew υπάρχει λίστα με όλα τα επίπεδα της πλακέτας. Κάνοντας κλικ στο μικρό κουτάκι με το χρώμα αριστερά από το όνομα κάθε επιπέδου, μπορούμε να αλλάξουμε εάν θέλουμε το χρώμα που χρησιμοποιεί το KiCad για να εμφανίσει κάθε επίπεδο. Συνήθως επιλέγουμε να εμφανίζεται κόκκινο το μπροστά επίπεδο χαλκού (F.Cu) και να εμφανίζεται πράσινο το πίσω επίπεδο χαλκού (B.Cu).

Επίσης σε αυτή τη λίστα φαίνεται ένα μικρό βέλος δίπλα στο επίπεδο το οποίο είναι τρέχων, το επίπεδο δηλαδή στο οποίο σχεδιάζουμε. Σε κάθε σημείο όπου σχεδιάζουμε ή τοποθετούμε κάτι στην πλακέτα μας, πρέπει να φροντίζουμε αυτό να γίνεται στο σωστό επίπεδο.

4.4 Κανόνες σχεδίασης

Αφού ορίσουμε τα επίπεδα, πρέπει να καθορίσουμε τους κανόνες σχεδίασης που θα διέπουν την πλακέτα μας. Αυτό περιλαμβάνει το ελάχιστο τυπικό διάκενο ανάμεσα σε δύο δρόμους, το τυπικό πλάτος δρόμου, την τυπική διάμετρο των τρυπών via, κτλ. Αυτές οι πληροφορίες οργανώνονται σε κλάσεις δικτύου. Μία κλάση δικτύου, δηλαδή, περιλαμβάνει πλάτος δρόμου, την διάμετρο των τρυπών via, κτλ.

Από το μενού επιλέξτε *Κανόνες Σχεδίασης* → *Κανόνες Σχεδίασης* (σχήμα 52).

Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί ορίστε το Διάκενο στα 0,2mm το Πλάτος Δρόμου στα 0,25mm, τη Διάμετρο Via στα 0,7mm και τη Διάτρηση Via στα 0,4mm. Αφού ορίσετε αυτές τις διαστάσεις, πατήστε OK και θα επανέλθετε στην κεντρική οθόνη του Pcbnew.

Επίσης πρέπει να οριστούν κάποια βασικά μεγέθη για τις έδρες των αποτυπωμάτων. Από το μενού επιλέξτε *Διαστάσεις* → *Διάκενο Μάσκας Εδρών* και στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίστε τις παρακάτω ρυθμίσεις (σχήμα 53).

- Διάκενο μάσκας συγκόλλησης +0,05mm

Ρύθμιση Επιπέδων

Προκαθορισμένες ομαδοποιήσεις επιπέδων: Προσαρμοσμένο

Επίπεδα χαλκού: 2

Πάχος Πλακέτας: 1.6 mm

Όνομα	Ενεργοποιημένο	Τύπος
F.CrtYd	<input type="checkbox"/>	Εκτός πλακέτας, δοκιμές
F.Fab	<input type="checkbox"/>	Εκτός πλακέτας, κατασκευή
F.Adhes	<input type="checkbox"/>	Εκτός πλακέτας, κατασκευή
F.Paste	<input checked="" type="checkbox"/>	Στην πλακέτα, χωρίς χαλκό
F.Silks	<input checked="" type="checkbox"/>	Στην πλακέτα, χωρίς χαλκό
F.Mask	<input checked="" type="checkbox"/>	Στην πλακέτα, χωρίς χαλκό
F.Cu	<input checked="" type="checkbox"/>	σήμα
B.Cu	<input checked="" type="checkbox"/>	σήμα
B.Mask	<input checked="" type="checkbox"/>	Στην πλακέτα, χωρίς χαλκό
B.Silks	<input type="checkbox"/>	Στην πλακέτα, χωρίς χαλκό
B.Paste	<input type="checkbox"/>	Στην πλακέτα, χωρίς χαλκό
B.Adhes	<input type="checkbox"/>	Εκτός πλακέτας, κατασκευή
B.Fab	<input type="checkbox"/>	Εκτός πλακέτας, κατασκευή
B.CrtYd	<input type="checkbox"/>	Εκτός πλακέτας, δοκιμές
Edge.Cuts	<input checked="" type="checkbox"/>	Περίγραμμα πλακέτας
Margin	<input type="checkbox"/>	Απομόνωση Edge_Cuts
Eco1.User	<input type="checkbox"/>	Βοηθητικό
Eco2.User	<input type="checkbox"/>	Βοηθητικό
Cmts.User	<input type="checkbox"/>	Βοηθητικό
Dwgs.User	<input checked="" type="checkbox"/>	Βοηθητικό

Cancel OK

Σχήμα 51: Παράθυρο Ρύθμισης Επιπέδων

Επεξεργαστής Κανόνων Σχεδίασης

Επεξεργαστής Κλάσεων δικτύων

Γενικοί Κανόνες Σχεδίασης

Κλάσεις δικτύου:

	Διάκενο	Πλάτος Δρόμου	Διάμετρος Via	Διάτρηση Via	Διάμετρος μ/Via	Διάτρηση μ/Via
Default	0.2	0.25	0.7	0.4	0.508	0.127

Προσθήκη

Αφαίρεση

Μετακίνηση επάνω

Ιδιότητα μέλους:

* (Οποιοδήποτε)

* (Οποιοδήποτε)

Δίκτυο	Κλάση
	Default
+3.3V	Default
/LEDONR	Default
/LEDRX	Default
/LEDRXR	Default
/LEDTX	Default
/LEDTXR	Default
/RXD	Default
/TXD	Default
/USBDM	Default
/USBDP	Default
/VPP	Default
GND	Default
Net-(U1-Pad1)	Default
Net-(U1-Pad10)	Default
Net-(U1-Pad11)	Default

<<<

>>>

<< Επιλογή όλων

Επιλογή όλων >>

Δίκτυο	Κλάση
	Default
+3.3V	Default
/LEDONR	Default
/LEDRX	Default
/LEDRXR	Default
/LEDTX	Default
/LEDTXR	Default
/RXD	Default
/TXD	Default
/USBDM	Default
/USBDP	Default
/VPP	Default
GND	Default
Net-(U1-Pad1)	Default
Net-(U1-Pad10)	Default
Net-(U1-Pad11)	Default

Μηνύματα:

Τρέχουσες γενικές ρυθμίσεις:

Ελάχιστη τιμή για το πλάτος δρόμων: **0.25 mm**

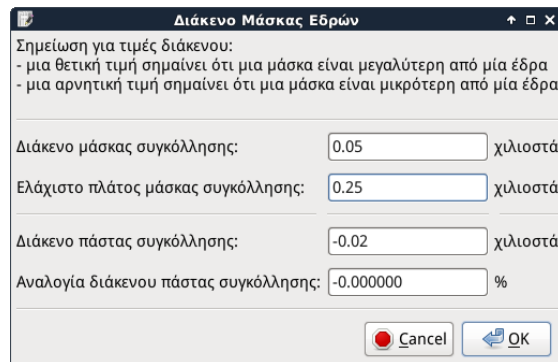
Ελάχιστη διάμετρος via: **0.7 mm**

Ελάχιστη τιμή για τη διάμετρο των μικρο-via: **0.508 mm**

OK

Cancel

Σχήμα 52: Παράθυρο Κανόνων Σχεδίασης



Σχήμα 53: Παράθυρο Διάκενου Μάσκας Εδρών

- Ελάχιστο πλάτος μάσκας συγκόλλησης 0,25mm
- Διάκενο πάστας συγκόλλησης -0,02mm

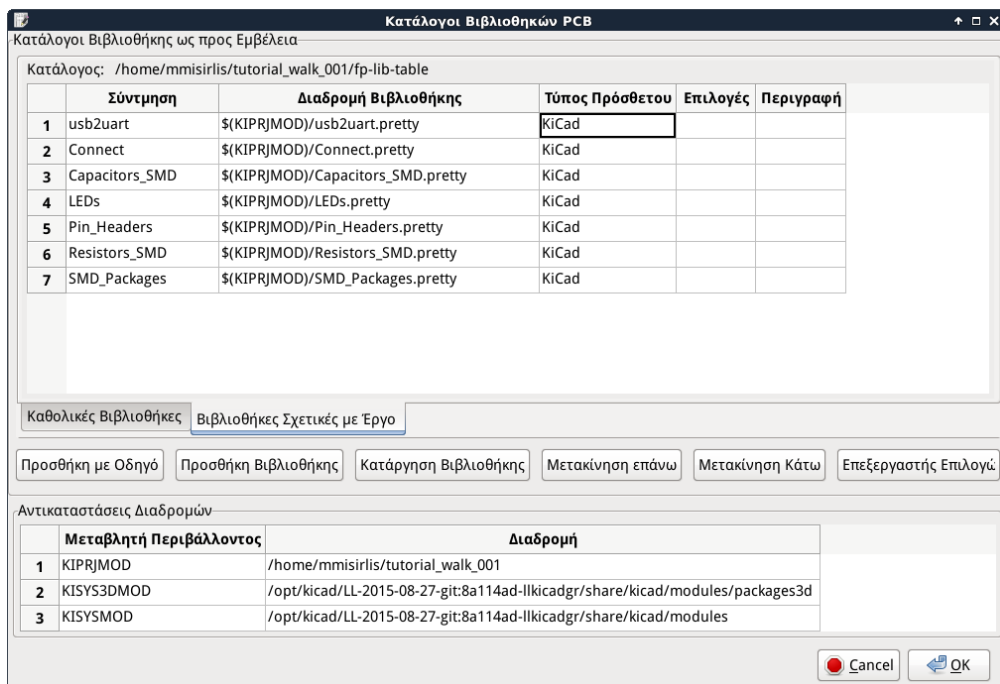
Πλέον έχουμε ορίσει τα βασικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της πλακέτας μας.

4.5 Ορισμός βιβλιοθηκών έργου

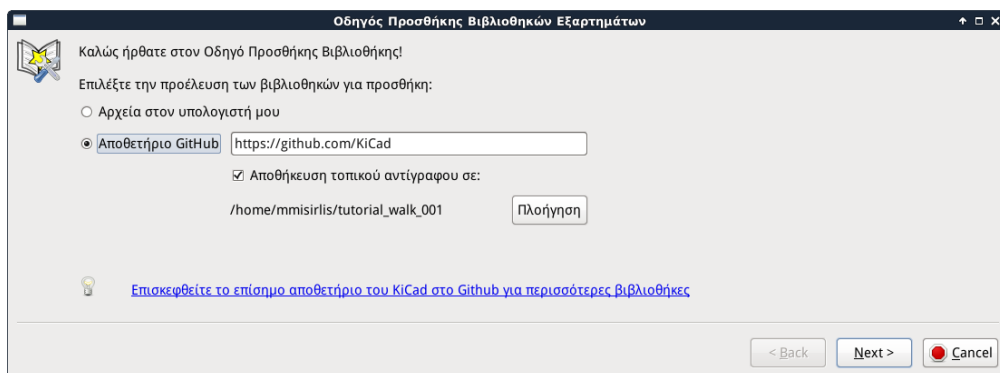
Στη συνέχεια θα χρειαστεί να ορίσουμε τις βιβλιοθήκες αποτυπωμάτων που θα χρησιμοποιήσουμε. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο τρόπος που προσθέτουμε βιβλιοθήκες αποτυπωμάτων είναι αρκετά διαφορετικός από τον τρόπο προσθήκης βιβλιοθήκης εξαρτημάτων. Επίσης τρόπος που προσθέτουμε βιβλιοθήκες αποτυπωμάτων στην τρέχουσα έκδοση του KiCad διαφέρει αρκετά από τις προηγούμενες εκδόσεις, καθώς πλέον χρησιμοποιείται και ένα αρχείο με όνομα `fp-lib-table` (κατάλογος βιβλιοθήκης), ενώ οι περισσότερες βιβλιοθήκες είναι σε διαδικτυακά αποθετήρια και δεν περιλαμβάνονται στη διανομή του KiCad.

Από το μενού επιλέξτε *Προτιμήσεις* → *Διαχειριστής Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων*. Σε αυτό το παράθυρο (σχήμα 54), επιλέξτε Προσθήκη με Οδηγό (σχήμα 55) και ακολουθήστε τα βήματα που προτείνει ο οδηγός ώστε προσθέσετε από το αποθετήριο <https://github.com/KiCad> τις παρακάτω βιβλιοθήκες στο έργο σας, και αυτές να αποθηκευτούν τοπικά στον υπολογιστή σας, μαζί με τα άλλα αρχεία του έργου σας. Για να ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία, ο υπολογιστής σας πρέπει να έχει ενεργή πρόσβαση στο διαδίκτυο (σχήματα 55, 56 και 57)

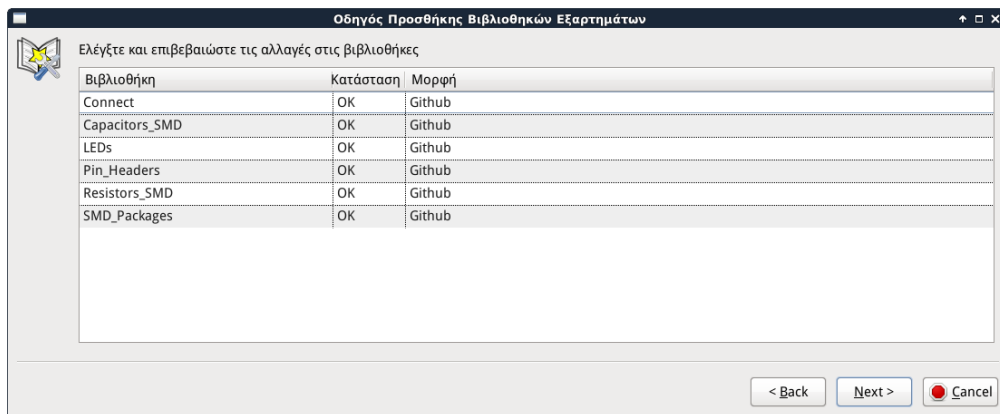
- LEDs.pretty
- Capacitors_SMD.pretty
- Resistors_SMD.pretty
- SMD_Packages.pretty
- Pin_Headers.pretty
- Connect.pretty



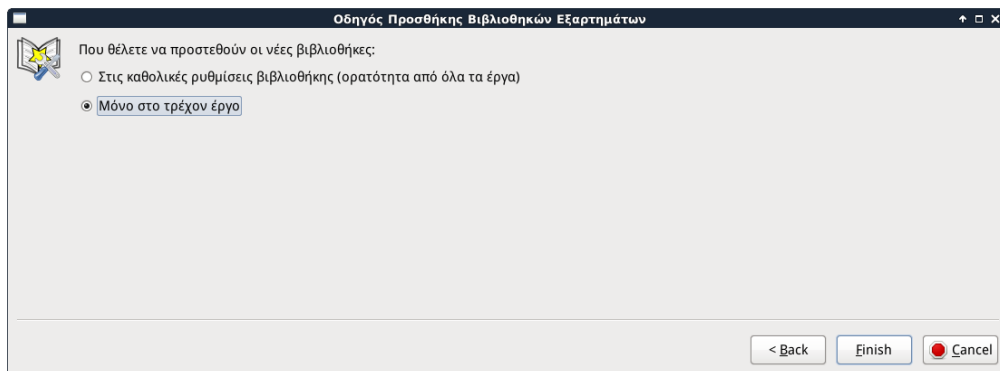
Σχήμα 54: Παράθυρο Διαχειριστή Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων



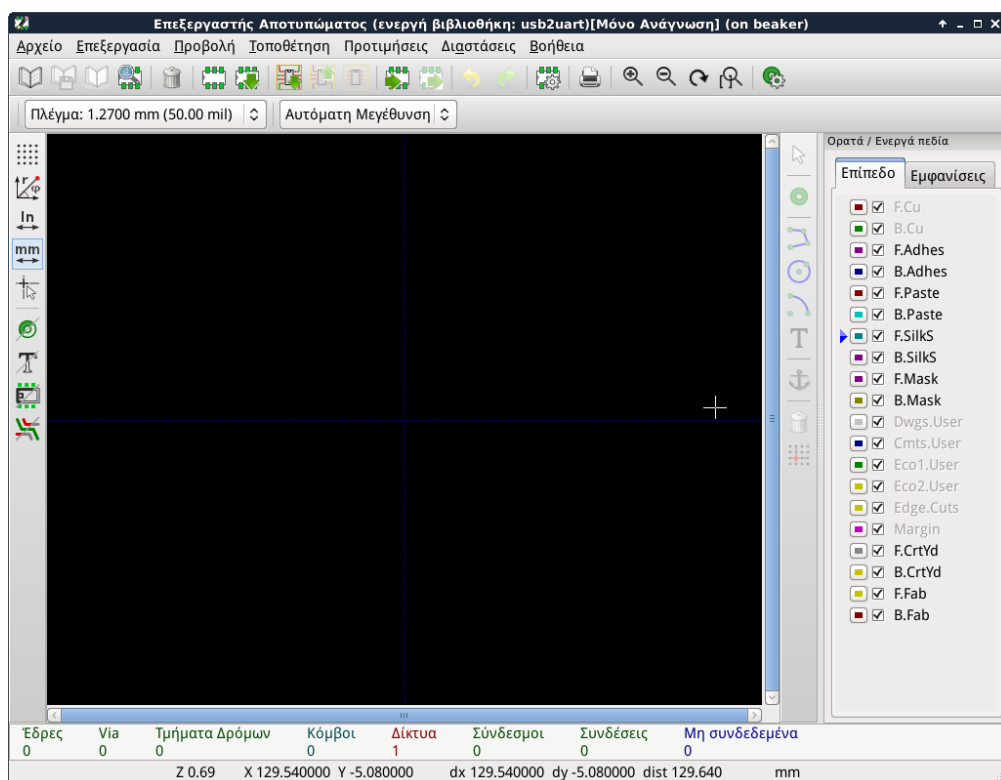
Σχήμα 55: Οδηγός Προσθήκης Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων - Έναρξη



Σχήμα 56: Οδηγός Προσθήκης Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων - Μέση



Σχήμα 57: Οδηγός Προσθήκης Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων - Τέλος



Σχήμα 58: Κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Αποτυπωμάτων

Οι βιβλιοθήκες πρέπει να προστεθούν μόνο στο τρέχον Έργο και όχι ως Καθολικές.

Από το μενού επιλέξτε *Αρχείο* → *Αποθήκευση* για να αποθηκευτούν όλες οι αλλαγές που κάνατε.

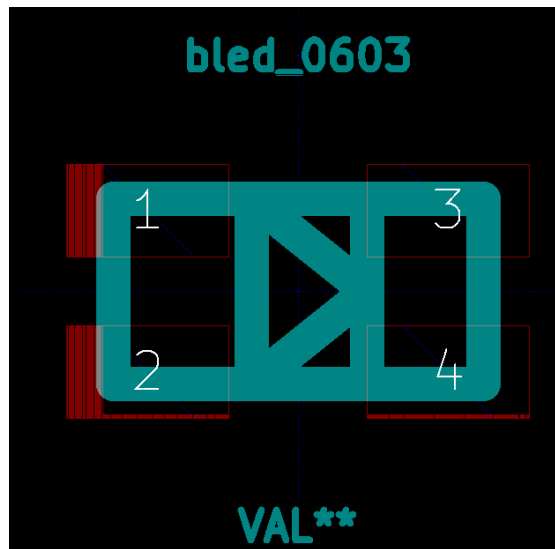
4.6 Δημιουργία αποτυπώματος

Η εφαρμογή Pcbnew χρησιμοποιεί αποτυπώματα για να αναπαριστά τα εξαρτήματα. Το αποτύπωμα ενός εξαρτήματος δείχνει πως ακριβώς θα τοποθετηθεί, ενωθεί και κολληθεί ένα εξάρτημα σε μία πλακέτα. Πληροφορίες για το πως είναι το αποτύπωμα κάθε εξαρτήματος μπορούν να βρεθούν στο εγχειρίδιο κάθε εξαρτήματος.

Συνήθως το αποτύπωμα κάθε εξαρτήματος δεν είναι τελείως μοναδικό, αλλά ανήκει σε κάποια γενική κατηγορία. Για παράδειγμα το εξάρτημα CP2104 του κυκλώματός μας έχει αποτύπωμα τύπου qfn24.

Κάθε εξάρτημα (πυκνωτής, αντίσταση, ολοκληρωμένο, LED, κοκ) του κυκλώματός μας πρέπει να έχει ένα αποτύπωμα, το οποίο θα τοποθετήσουμε στην πλακέτα που σχεδιάζουμε.

Το KiCad έχει βιβλιοθήκες με αποτυπώματα για πολλά τυπικά εξαρτήματα. Αν κάποιο εξάρτημα που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε δεν έχει αποτύπωμα στις βι-



Σχήμα 59: Το αποτύπωμα του εξαρτήματος bLED

βιβλιοθήκες του KiCad, μπορούμε να σχεδιάσουμε μόνοι μας το αποτύπωμα από το μηδέν, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Επεξεργαστής Αποτυπώματος (σχήμα 58).

Συγκεκριμένα για το κύκλωμα `usb2uart` που θέλουμε να σχεδιάσουμε, πρέπει να σχεδιάσουμε δύο αποτυπώματα με τον Επεξεργαστή Αποτυπώματος. Όλα τα υπόλοιπα, υπάρχουν στις βιβλιοθήκες που προσφέρει το KiCad.

Αυτά τα δύο αποτυπώματα είναι το αποτύπωμα για το εξάρτημα bLED (αποτύπωμα `bLED_0603`) (59) και για το εξάρτημα CP2104 (αποτύπωμα `qfn24`) (60), καθώς τα αποτυπώματα αυτά δεν είναι στις βιβλιοθήκες του KiCad. Εναλλακτικά, συνίσταται να πάρετε τα αποτυπώματα αυτά από τα αρχεία του tutorial, καθώς η δημιουργία αποτυπωμάτων από το μηδέν είναι μία επίπονη διαδικασία που ξεφεύγει από τα πλαίσια αυτού του οδηγού.

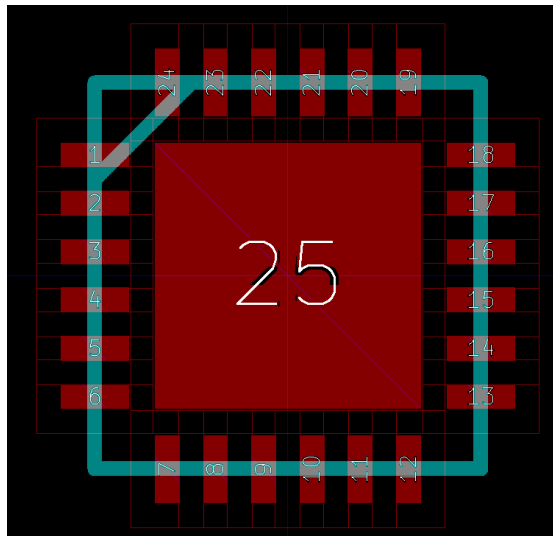
Τα δύο αποτυπώματα αυτά βρίσκονται στα αρχεία του tutorial στον φάκελλο `usb2uart.pretty` (δύο αρχεία `.kicad_mod`). Αυτός ο φάκελος πρέπει να προστεθεί στις βιβλιοθήκες του έργου σας (από το μενού επιλέξτε *Προτιμήσεις* → *Διαχειριστής Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων*, επιλέξτε Προσθήκη με Οδηγό (σχήμα 55) και ακολουθήστε σχετικά τα βήματα).

4.7 Αντιστοίχιση αποτυπωμάτων

Σε αυτό το σημείο θεωρούμε ότι έχετε όλα τα απαραίτητα αποτυπώματα για το κύκλωμα, αποθηκευμένα στις βιβλιοθήκες του έργου.

Αρχικά θα χρειαστεί να ορίσουμε ποια αποτυπώματα αντιστοιχούν σε ποια εξαρτήματα στο κύκλωμά μας.

Για να το κάνουμε αυτό, επιστρέφουμε λίγο πίσω και εκτελούμε το πρόγραμμα Eeschema, και από το μενού επιλέγουμε *Εργαλεία* → *Αντιστοίχιση Αποτυπωμάτων με Εξαρτήματα*. Αυτό θα εκτελέσει τη βοηθητική εφαρμογή `Cnrpcb` η οποία κάνει ακριβώς αυτή τη δουλειά. Αυτό σημαίνει ότι φορτώνει τη Λίστα Δικτύων του κυ-



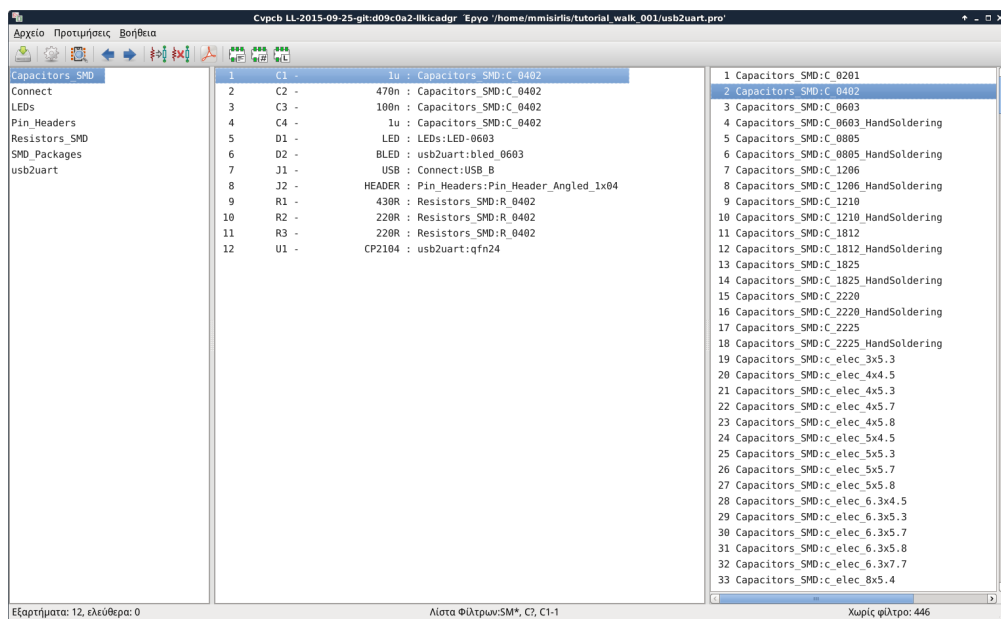
Σχήμα 60: Το αποτύπωμα του εξαρτήματος CP2104

κλώματος (την οποία παράξαμε στο τέλος της σχεδίασης του σχηματικού), και μας επιτρέπει να ορίσουμε για κάθε εξάρτημα στη λίστα και ένα αρχείο αποτυπώματος (σχήμα ??).

Η κεντρική οθόνη του Cnrcb έχει αριστερά τις βιβλιοθήκες αποτυπωμάτων του έργου, δεξιά τα αποτυπώματα από τις βιβλιοθήκες και στη μέση της οθόνης μία λίστα με όλα τα εξαρτήματα του κυκλώματος. Για να αντιστοιχίσουμε ένα εξάρτημα με ένα αποτύπωμα, επιλέγουμε το εξάρτημα στη μέση της οθόνης (πχ τον πυκνωτή 1u) και μετά κάνουμε δεξί κλικ στο αποτύπωμα που θέλουμε να του αντιστοιχίσουμε από τη λίστα στη δεξιά πλευρά της οθόνης.

Για το κύκλωμά μας, πρέπει να κάνουμε τις παρακάτω αντιστοιχίσεις (σχήμα ??).

- δύο πυκνωτές 1u: αποτύπωμα C_0402 από βιβλιοθήκη Capacitors_SMD
- πυκνωτής 470n: αποτύπωμα C_0402 από βιβλιοθήκη Capacitors_SMD
- LED: αποτύπωμα LED-0603 από βιβλιοθήκη LEDs
- BLED: αποτύπωμα bled_0603 από βιβλιοθήκη usb2uart (αποτύπωμα που δημιουργήσαμε εμείς)
- USB: αποτύπωμα USB_B από βιβλιοθήκη Connect
- HEADER: αποτύπωμα Pin_Header_Angled_1x04 από βιβλιοθήκη Pin_Headers
- αντίσταση 430R: αποτύπωμα R_0402 από βιβλιοθήκη Resistors_SMD
- δύο αντιστάσεις 220R: αποτύπωμα R_0402 από βιβλιοθήκη Resistors_SMD
- ολοκληρωμένο CP2104: αποτύπωμα qfn24 από βιβλιοθήκη usb2uart (αποτύπωμα που δημιουργήσαμε εμείς)



Σχήμα 61: Βοηθητική εφαρμογή Cypcb, με αντιστοιχισμένα όλα τα εξαρτήματα σε αποτυπώματα

Αφού ολοκληρώσετε την αντιστοίχιση, επιλέξτε από το μενού *Αρχείο* → *Αποθήκευση* ώστε να αποθηκευτεί η αντιστοίχιση στα αρχεία του έργου. Κλείστε το Cypcb, ώστε να επιτρέψετε στο Eeschema, και στο Eeschema επιλέξτε *Αρχείο* → *Αποθήκευση Σχηματικού Έργου*. Πλέον η πληροφορία του ποιο αποτύπωμα αντιστοιχεί σε ποιο εξάρτημα, έχει αποθηκευτεί σε σχετικό πεδίο στις ιδιότητες κάθε εξαρτήματος του σχηματικού έργου.

Κλείστε το Eeschema.

4.8 Εισαγωγή αποτυπωμάτων

Από την κεντρική οθόνη του KiCad εκτελέστε την εφαρμογή Pcbnew.

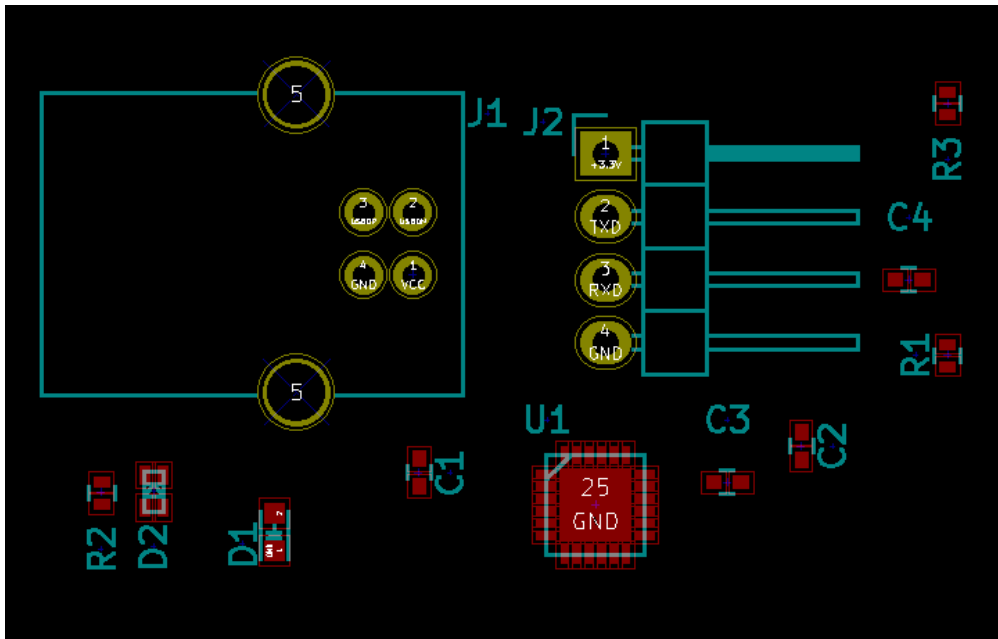
Από το δεξί μέρος της κεντρικής οθόνης του Pcbnew, επιλέξτε το επίπεδο F.cu ως τρέχον επίπεδο, από τη λίστα στο δεξί μέρος της οθόνης.

Στη συνέχεια επιλέξτε στο μενού *Εργαλεία* → *Λίστα Δικτύων*, στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέξτε *Ανάγνωση τρέχουσας λίστας δικτύων* και τέλος επιλέξτε *Κλείσιμο*.

4.8.1 Προσωρινή τοποθέτηση των αποτυπωμάτων

Πλέον στην πλακέτα μας έχουν εισαχθεί τα αποτυπώματα από όλα τα εξαρτήματα του κυκλώματος.

Τα αποτυπώματα έχουν τοποθετηθεί προσωρινά όλα στο ίδιο σημείο της πλακέτας. Για καλύτερη οργάνωση, θα πρέπει να μετακινήσετε ένα προς ένα τα εξαρτήματα ώστε να τα τοποθετήσετε (και πάλι προσωρινά) το ένα δίπλα στο άλλο για να




Σχήμα 62: Άπλωμα Όλων των Αποτυπωμάτων (χωρίς εμφάνιση φωλιάς)

έχετε καλύτερη εικόνα του κυκλώματος.

Για να μετακινήσετε ένα αποτύπωμα ακολουθείτε την ίδια διαδικασία όπως και για ένα εξάρτημα. Αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να κάνετε δεξί κλικ στο αποτύπωμα και να επιλέξετε μετακίνηση ή να πάτε τον δείκτη του ποντικιού πάνω από το αποτύπωμα (χωρίς να κάνετε κλικ) και να πατήσετε το πλήκτρο **m** ή να ορίσετε τις ακριβείς συντεταγμένες του (X,Ψ) στις παράθυρο Ιδιότητες Εξαρτήματος.

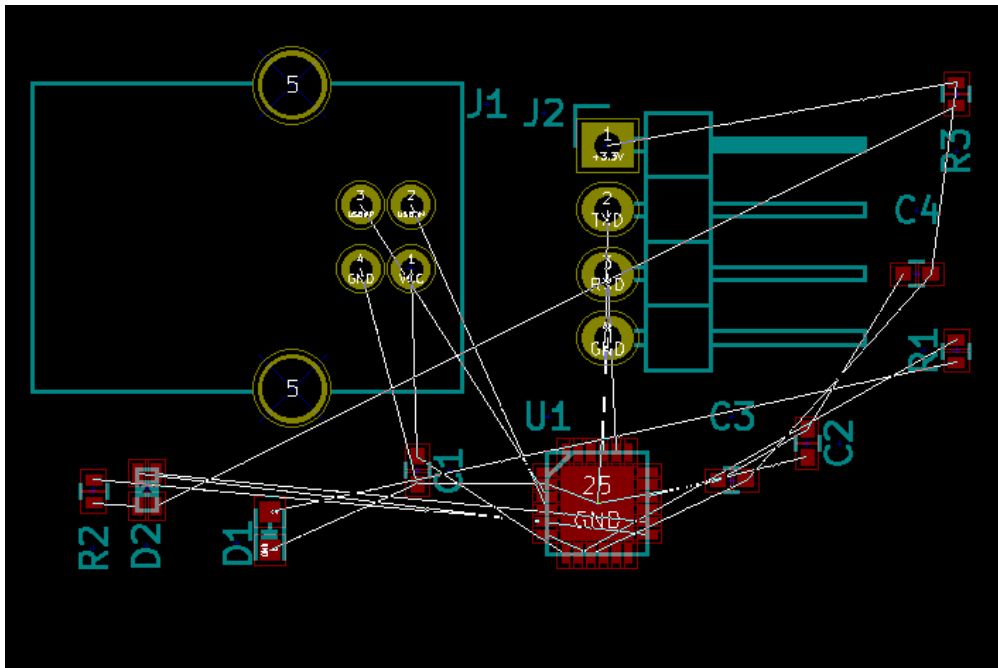
Εναλλακτικά, αντί να μετακινήσετε όλα τα εξαρτήματα ένα προς ένα μόνοι σας, μπορείτε να πείτε στο Pcbnew να τα διατάξει αυτόματα στην άκρη της σελίδας σας. Για να το κάνετε αυτό, κάντε κλικ στην επάνω μπάρα στο κουμπί Λειτουργία αποτυ-

πώματος  ώστε το κουμπί να είναι πατημένο και στη συνέχεια κάντε κλικ επάνω σε κενό σημείο του κυκλώματος και επιλέξτε **Καθολικό Άπλωμα και Τοποθέτηση → Άπλωμα Όλων των Αποτυπωμάτων**, επιλέγοντας καταφατικά αν η εφαρμογή σας ζητήσει να επιβεβαιώσετε τη λειτουργία.

Πλέον όλα τα αποτυπώματα είναι τακτοποιημένα στην άκρη της σελίδας, παρατατεταγμένα το ένα δίπλα στο άλλο, και έτοιμα να τα τοποθετήσετε ένα προς ένα στις τελικές τους θέσεις (σχήμα 62). Να σημειωθεί ότι η ακριβής θέση των αποτυπωμάτων σε αυτή τη φάση δεν έχει ιδιαίτερη σημασία, και το αυτόματο άπλωμα των αποτυπωμάτων μπορεί να έχει διαφορετικά αποτελέσματα σε διαφορετικούς υπολογιστές.

4.8.2 Φωλιά Συνδέσεων

Θα παρατηρήσετε ότι κάθε αποτύπωμα έχει λεπτές λευκές γραμμές που ενώνουν κάθε μία έδρα/ακροδέκτη του με την έδρα/ακροδέκτη που πρέπει, σύμφωνα με το



Σχήμα 63: Άπλωμα Όλων των Αποτυπωμάτων (με εμφάνιση φωλιάς)

σχηματικό κύκλωμα. Για παράδειγμα υπάρχει μία λεπτή λευκή γραμμή που ενώνει τη μία άκρη του R2 με τη μία άκρη του LED.

Το σύνολο αυτών των λευκών γραμμών λέγεται Φωλιά Συνδέσεων. Ένας από τους ουσιαστικούς στόχους της σχεδίασης της πλακέτας είναι να αντικαταστήσουμε κάθε μία από τις γραμμές της φωλιάς με μία πραγματική σύνδεση πάνω στην πλακέτα μας, έναν αγωγίμο δρόμο.

Μπορούμε να επιλέξουμε την εμφάνιση ή όχι της φωλιάς, κάνοντας κλικ στο κουμπί Απόκρυψη/Εμφάνιση φωλιάς συνδέσεων πλακέτας στην αριστερή μπάρα εργαλείων.

4.8.3 Οριστική τοποθέτηση αποτυπωμάτων

Σε αυτό το σημείο θα μετακινήσουμε τα αποτυπώματα στις τελικές θέσεις τους στην πλακέτα μας.

Σημειώστε ότι στο κάτω μέρος της κεντρικής οθόνης του Pcbnew εμφανίζονται πολλές χρήσιμες πληροφορίες για το κύκλωμα, και για το αντικείμενο που έχετε επιλέξει. Βασική πληροφορία είναι οι συντεταγμένες X και Y της θέσης του δείκτη του ποντικιού.

Μπορούμε να ορίσουμε τις συντεταγμένες όπου θα τοποθετηθεί ένα αποτύπωμα, στις ιδιότητές του κάνοντας δεξί κλικ επάνω του και επιλέγοντας Αποτύπωμα (στοιχεία αποτυπώματος) → Επεξεργασία Παραμέτρων. Εναλλακτικά, τοποθετείτε τον δείκτη του ποντικιού πάνω από το αποτύπωμα (χωρίς να κάνετε κλικ) και πατάτε το πλήκτρο e.

Στο Παράθυρο Ιδιότητες Αποτυπώματος που εμφανίζεται, στο κάτω αριστερά μέρος του, μπορείτε να ορίσετε την ακριβή θέση του αποτυπώματος με βάση συντεταγμένες (σχήμα 64).

Στη συνέχεια ορίστε το πλέγμα στα 1mm, και βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένες οι μονάδες mm (και όχι ίντσες) στην αριστερή μπάρα λειτουργιών, για ευκολότερη τοποθέτηση των αποτυπωμάτων.

Αρχικά, μετακινήστε το ολοκληρωμένο CP2104 στις συντεταγμένες (148, 105), και κλειδώστε το σε αυτή τη θέση για να μην μετακινηθεί κατά λάθος. Για να κλειδώσετε ένα εξάρτημα σε μία θέση, κάντε δεξί κλικ επάνω του και από το μενού που εμφανίζεται επιλέξτε Κλείδωμα Αποτυπώματος. Εναλλακτικά μπορείτε να πάτε τον δείκτη του ποντικιού πάνω από το αποτύπωμα (χωρίς να κάνετε κλικ) και να πατήσετε το πλήκτρο I για να το κλειδώσετε.

Στη συνέχεια μετακινήστε το USB στις συντεταγμένες (133,105), περιστρέψτε το κατά 180 μοίρες, και κλειδώστε το. Την περιστροφή ενός αποτυπώματος μπορούμε να την ορίσουμε, στις ιδιότητές του κάνοντας δεξί κλικ επάνω του και επιλέγοντας Αποτύπωμα (στοιχεία αποτυπώματος) → Επεξεργασία Παραμέτρων. Εναλλακτικά μπορείτε να πάτε τον δείκτη του ποντικιού πάνω από το αποτύπωμα (χωρίς να κάνετε κλικ) και να πατήσετε το πλήκτρο r για να το περιστρέψετε όσες φορές χρειάζεται.

Στη συνέχεια μετακινήστε το HEADER στις συντεταγμένες (157,101.25) και κλειδώστε το.

Στη συνέχεια ορίστε το πλέγμα στα 0,25mm.

Στη συνέχεια μετακινήστε τον πυκνωτή 1u (με έδρες στα +3.3V και GND) στις συντεταγμένες (143 105.5), και περιστρέψτε τον κατά -180 μοίρες. Να σημειωθεί ότι υπάρχει και άλλος πυκνωτής 1u. Σε αυτό το βήμα θέλουμε να τοποθετήσουμε τον πυκνωτή με έδρες στα +3.3V και GND.

Στη συνέχεια μετακινήστε τον πυκνωτή 470n στις συντεταγμένες (151.50 104.25), και περιστρέψτε τον κατά 90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε τον πυκνωτή 100n στις συντεταγμένες (143.00 106.75) και περιστρέψτε τον κατά 180 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε τον πυκνωτή 1u (με έδρες στα VCC και GND) στις συντεταγμένες (146.5 108.5) και περιστρέψτε τον κατά -90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε το LED στις συντεταγμένες (144.50 109.75), και περιστρέψτε το κατά +90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε το BLED στις συντεταγμένες (151.50 109.75), και περιστρέψτε το κατά +90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε το R1 στις συντεταγμένες (143.00 108.50), και περιστρέψτε το κατά 90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε την αντίσταση 430R στις συντεταγμένες (143 108.5), και περιστρέψτε τη κατά -90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε την αντίσταση 220R (ανάμεσα στη +3.3V και το LEDTXR) στις συντεταγμένες (153.25 109.75), και περιστρέψτε τη κατά -90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε την αντίσταση 220R (ανάμεσα στο +3.3V και το LEDRXR) στις συντεταγμένες (149.75 109.75), και περιστρέψτε τη κατά -90 μοίρες.

Πλέον έχουμε τοποθετήσει τα αποτυπώματα στις τελικές θέσεις τους (σχήματα 65 και 65). Μην σας ανησυχεί το ότι το κύκλωμα φαίνεται να καταλαμβάνει μόνο ένα πολύ μικρό μέρος της σελίδας, είναι αναμενόμενο.

Αν το σχέδιο της πλακέτας σας φαίνεται μπερδεμένο λόγω όλων των κειμένων (τιμές και αναφορές αποτυπωμάτων), μπορείτε να επιλέξετε να μην εμφανίζονται

Ιδιότητες Αποτυπώματος

Ιδιότητες Ρυθμίσεις 3D

Ονομασία Αναφοράς: Επεξεργασία

Τιμή: Επεξεργασία

Αλλαγή Αποτυπωμάτων

Επεξεργαστής Αποτυπώματος

Ιδιότητες

☐ Κανονικό

☒ Κανονικό+Εισαγωγή

☐ Εικονικό

Μετακίνηση και Τοποθέτηση

☐ Ελεύθερο

☒ Κλείδωμα εδρών

☐ Κλείδωμα αποτυπώματος

Πλευρά

☒ Πάνω πλευρά

☐ Κάτω πλευρά

Αυτόματη Τοποθέτηση

Περιστροφή

☒ 0.0

☐ +90.0

☐ -90.0

☐ 180.0

☐ Άλλη γωνία

Περιστροφή 90 μοίρες

0 10

Περιστροφή 180 μοίρες

0 10

Περιστροφή (0,1 μοίρες)

Τοπικές Ρυθμίσεις

Σύνδεση εδρών με ζώνες:

Ορίστε τις τιμές στο 0 για χρήση καθολικών τιμών

Διάκενο έδρας: mm

Διάκενο μάσκας συγκόλλησης: mm

Διάκενο πάστας συγκόλλησης: mm

Αναλογία διάκενου πάστας συγκόλλησης: %

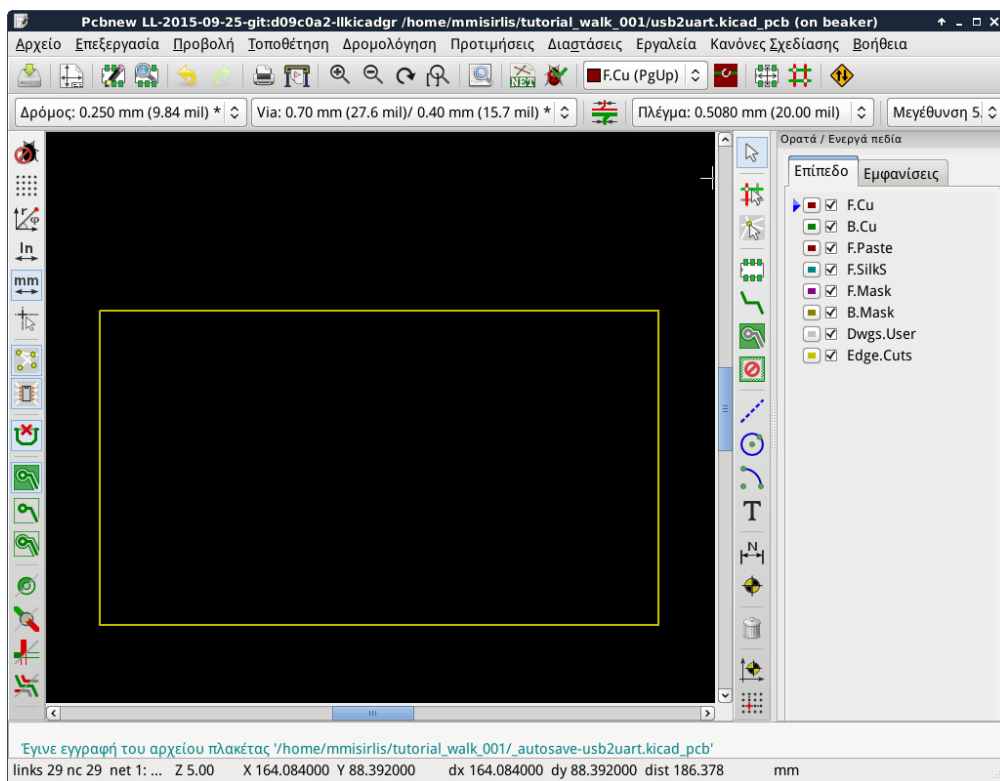
Θέση

X mm

Ψ mm

Διαδρομή φύλλου:

Σχήμα 64: Παράθυρο με Ιδιότητες Αποτυπώματος




Σχήμα 67: Σχεδιασμένα Όρια Πλακέτας

νετε αυτό βεβαιωθείτε ότι έχετε ορίσει το κέντρο του CP2104 ως το σημείο έναρξης των σχετικών συντεταγμένων, επιλέξτε από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης *Τοποθέτηση* → *Γραμμή ή Πολύγωνο*, και σχεδιάστε τις τέσσερις γραμμές που θα αποτελούν το ορθογώνιο των ορίων. Δηλαδή σχεδιάστε μία γραμμή από το (-19,-9) έως το (13,-9) μετά μία γραμμή από το (13,-9) έως το (13,9) μετά μία γραμμή από το (13,9) έως το (-19,9) και μετά μία γραμμή από το (-19,9) έως το -19,-9). Όλες οι συντεταγμένες είναι σχετικές ως προς το σημείο που επιλέξαμε. Όλες οι συντεταγμένες είναι ως προς το το κέντρο του CP2104, δηλαδή dx και dy.

Πλέον έχουμε σχεδιάσει τα όρια της πλακέτας μας (σχήμα 67), έχουμε ορίσει δηλαδή το πραγματικό μέγεθος που θα έχει η πλακέτα μας όταν κατασκευαστεί. Παρατηρήστε ότι κάποια αποτυπώματα θα εξέλκουν από την πλακέτα (πχ το βύσμα USB θέλουμε να εξέλκει από την πλακέτα).

4.9.3 Προσθήκη ζώνης

Αφού έχουμε σχεδιάσει τα όρια της πλακέτας το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνουμε είναι να σχεδιάσουμε μία ζώνη για τη γείωση του κυκλώματος.

Βεβαιωθείτε ότι έχετε ορίσει το κέντρο του CP2104 ως το σημείο έναρξης των σχετικών συντεταγμένων. Επίσης από την μπάρα στο αριστερό μέρος της οθόνης φροντίστε να είναι επιλεγμένη η Εμφάνιση γεμισμένων περιοχών σε ζώνες  ώστε

να βλέπετε τις ζώνες όταν τις δημιουργήσετε.

Στη συνέχεια ορίστε το πλέγμα στα 1mm.

Η ζώνη θα είναι ένα παραλληλόγραμμο στο επίπεδο B.Cu και θα έχει συντεταγμένες (-18,-8) πάνω αριστερά και (18,8) κάτω δεξιά. Αυτό σημαίνει ότι τα όρια της ζώνης θα έχουν 1mm απόσταση από τα όρια της πλακέτας.

Για να δημιουργήσετε τη ζώνη, από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξτε *Τοποθέτηση* → *Ζώνη* και κάντε κλικ στις συντεταγμένες (-18,8). Στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίστε τις παρακάτω ρυθμίσεις (σχήμα 68).

- επιλέξτε το επίπεδο B.Cu
- επιλέξτε το δίκτυο GND
- διάκενο 0,2
- ελάχιστο πλάτος 0,25
- εξομάλυνση γωνιών λοξότμηση με απόσταση 0,25
- θερμικές εκτονώσεις διάκενο 0,25 και πάχος ακτίνας 0,5
- κλίση περιγράμματος μόνο οριζ., καθ. και 45 μοίρες

Αφού ορίσετε τα παραπάνω, πατήστε OK και θα επιστρέψετε στην αρχική οθόνη του Pcbnew όπου θα πρέπει να ορίσετε (με αριστερό κλικ του ποντικιού) τις υπόλοιπες τρεις γωνίες της ζώνης, δηλαδή (12,-8) πάνω δεξιά, (18,8) κάτω δεξιά, και (-18,8) κάτω αριστερά. Αφού έχετε ορίσει και τις τέσσερις γωνίες, κάντε δεξί κλικ και επιλέξτε Κλείσιμο περιγράμματος ζώνης. Αφού την ορίσετε, κάντε δεξί κλικ πάνω στο περίγραμμα της ζώνης και επιλέξτε *Ζώνη* → *Γέμισμα ζώνης* (σχήμα 69). Αυτό χρειάζεται γιατί το KiCad, για λόγους καλύτερη απόδοσης, δεν "γεμίζει" αυτόματα της ζώνη με αγωγίμο υλικό.

4.9.4 Προσθήκη αγωγίμων δρόμων

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σχεδιάσουμε τους αγωγίμους δρόμους του κυκλώματος. Θυμίζουμε ότι τις ιδιότητες των δρόμων που θα σχεδιάσουμε (πλάτος, διάκενο, κα) τις έχουμε ορίσει νωρίτερα ως κλάση δικτύου στους κανόνες σχεδίασης.

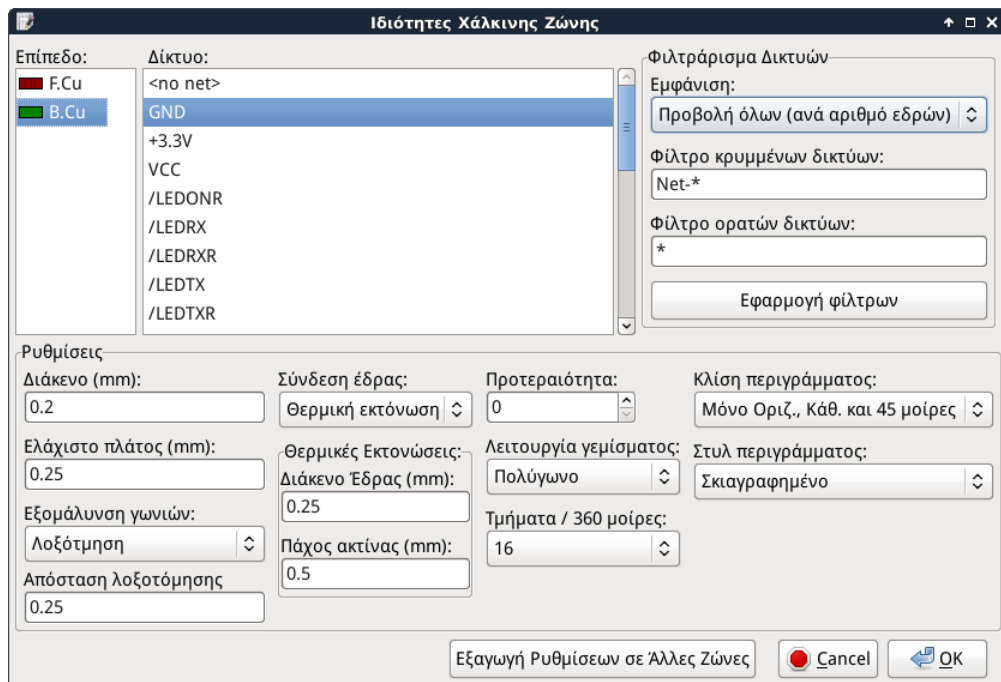
Αρχικά ορίστε το πλέγμα στα 0,25mm, και ορίστε το F.Cu ως τρέχον επίπεδο.

Στη συνέχεια επιλέξτε το εργαλείο Προσθήκη δρόμων και νία από την δεξιά μπάρα.

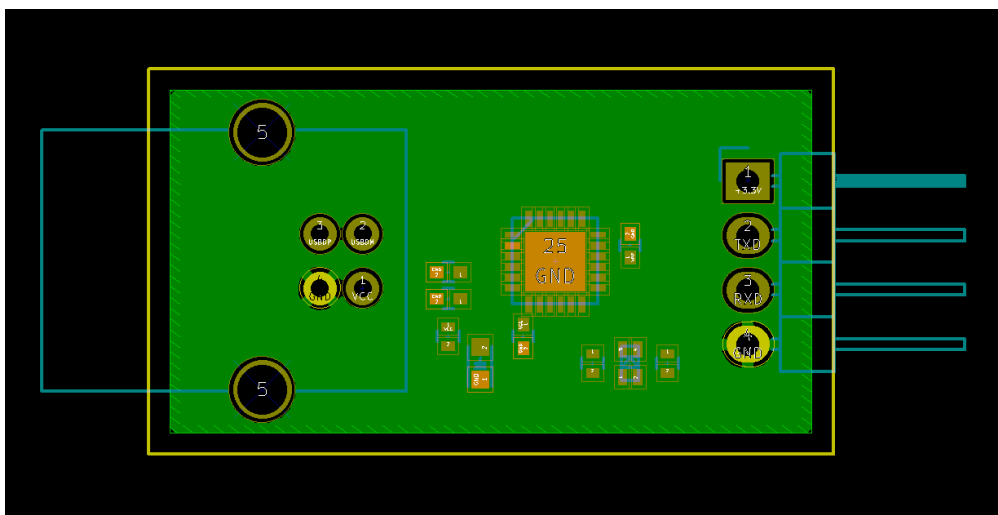
Στη συνέχεια προσθέστε νία προς τη ζώνη της γείωσης για όλα τα αποτυπώματα που έχουν έδρα που συνδέεται με τη γείωση (4 νία για το CP2104).

Στη συνέχεια σχεδιάστε όλους τους υπόλοιπους αγωγίμους δρόμους, με οδηγό τις γραμμές που εμφανίζει η φωλιά συνδέσεων (σχήματα 72 και 71).

Για να σχεδιάσουμε αγωγίμο δρόμο επιλέγουμε *Τοποθέτηση* → *Δρόμος*, μετά κάνουμε αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω στην πλακέτα μία φορά για να ξεκινήσει ο δρόμος, μετά κάνουμε κλικ όσες φορές θέλουμε για να ορίσουμε τη διαδρομή, και όταν έχουμε τοποθετήσει όσο δρομο θέλουμε κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε Τερματισμός Δρόμου. Έχει σημασία να προσέχουμε σε ποιο επίπεδο είμαστε όταν σχεδιάζουμε αγωγίμους δρόμους.



Σχήμα 68: Παράθυρο με Ιδιότητες Χάλκινης Ζώνης



Σχήμα 69: Κύκλωμα με γεμισμένη τη χάλκινη ζώνη GND

Επεξεργαστής Κανόνων Σχεδίασης

Επεξεργαστής Κλάσεων δικτύων Γενικοί Κανόνες Σχεδίασης

Επιλογές Via:

Τυφλά/θαμμένα Via:

☒ Να μην επιτρέπονται τυφλά/θαμμένα Via

☐ Να επιτρέπονται τυφλά/θαμμένα via

Μικρο-Via:

☒ Να μην επιτρέπονται μικρο-via

☐ Να επιτρέπονται μικρο-via

Ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές:

Ελάχιστο πλάτος δρόμου 0.25

Ελάχιστη διάμετρος via 0.7

Ελάχιστη διάμετρος διάτρησης via 0.4

Ελάχιστη διάμετρος μ/via 0.508

Ελάχιστη διάμετρος διάτρησης μ/via 0.127

Συγκεκριμένες διαμέτρου via και πλάτη δρόμων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν τις προκαθορισμένες τιμές Κλάσης Δικτύων, για τυχαία via ή τμήματα δρόμων.

Προσαρμοσμένα μεγέθη Via:

Τιμή διάτρησης: ένα κενό ή 0 => προκαθορισμένη τιμή Κλάσης Δικτύου

	Διάμετρος	Διάτρηση
Via 1		
Via 2		
Via 3		
Via 4		
Via 5		
Via 6		
Via 7		
Via 8		
Via 9		
Via 10		
Via 11		
Via 12		

Προσαρμοσμένα Πλάτη Δρόμου:

	Πλάτος
Δρόμος 1	0.5
Δρόμος 2	
Δρόμος 3	
Δρόμος 4	
Δρόμος 5	
Δρόμος 6	
Δρόμος 7	
Δρόμος 8	
Δρόμος 9	
Δρόμος 10	
Δρόμος 11	
Δρόμος 12	

Μηνύματα:

Τρέχουσες γενικές ρυθμίσεις:
Ελάχιστη τιμή για το πλάτος δρόμων: **0.25 mm**
Ελάχιστη διάμετρος via: **0.7 mm**
Ελάχιστη τιμή για τη διάμετρο των μικρο-via: **0.508 mm**

OK Cancel

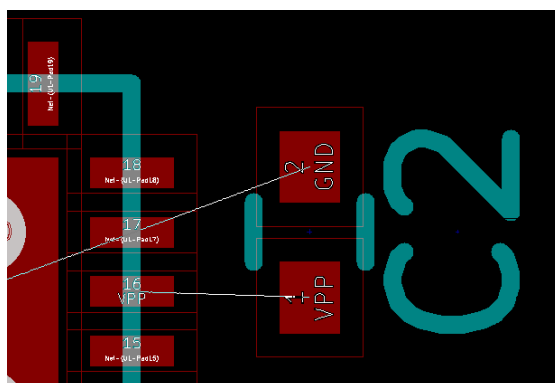
Σχήμα 70: Επεξεργαστής Κανόνων Σχεδίασης

Ενώ σχεδιάζουμε δρόμο, για να τοποθετήσουμε τρύπα via (και να περάσουμε στην άλλη πλευρά της πλακέτας) κάνουμε δεξί κλικ ενώ σχεδιάζουμε δρόμο, και επιλέγουμε Τοποθέτηση διαμπερούς via (ή πατάμε το πλήκτρο v). Μόλις το κάνουμε αυτό, θα τοποθετηθεί ένα via στο κύκλωμά μας, και θα βρεθούμε πλέον να σχεδιάζουμε στην άλλη πλευρά της πλακέτας.

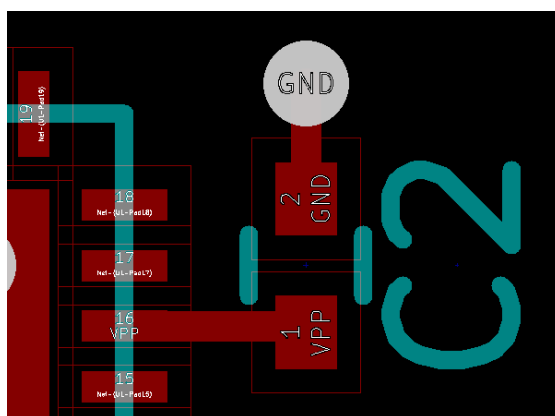
Το τι πάχος έχει ο δρόμος που σχεδιάζουμε το ορίζουμε από το μενού 'Δρόμος:' στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης (σε αυτή τη φάση θα υπάρχει μόνο μία επιλογή για πάχος, αφού έχουμε ορίσει μόνο μία κλάση δικτύου). Οι περισσότεροι δρόμοι για το κύκλωμά μας θα είναι πλάτους 0,25mm.

Οι μόνοι δρόμοι στην πλακέτα μας που δεν θα είναι 0,25 mm θα είναι οι δρόμοι του δικτύου VCC, οποίοι θα είναι πλάτους 0,5mm. Για να έχουμε τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε δρόμους πλάτους 0,5mm, πρέπει να προσθέσουμε στους Γενικούς Κανόνες Σχεδίασης της πλακέτας (μενού Κανόνες Σχεδίασης → Κανόνες Σχεδίασης → Γενικοί Κανόνες Σχεδίασης) προσαρμοσμένο πλάτος αγωγίμου δρόμου 0,5mm (σχήμα 70).

Με αυτό τον τρόπο θα έχουμε την δυνατότητα να επιλέγουμε από το μενού 'Δρόμος:' στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης το πλάτος του δρόμου που θέλουμε κάθε φορά να σχεδιάσουμε.



Σχήμα 71: Πυκνωτής του κυκλώματος χωρίς σχεδιασμένους δρόμους



Σχήμα 72: Πυκνωτής του κυκλώματος με σχεδιασμένους δρόμους προς το ολοκληρωμένο και προς τη γείωση μέσω via

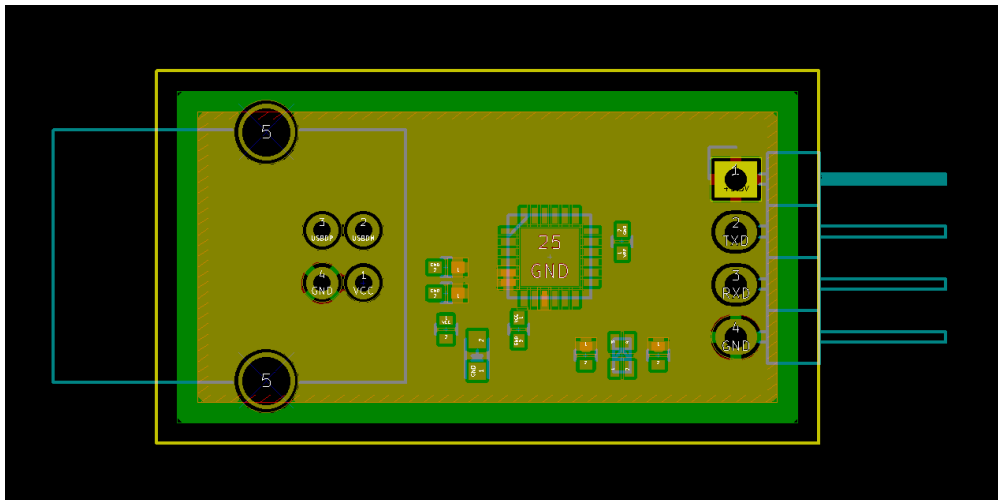
Εναλλακτικά, και επειδή το πλάτος 0,5mm το χρειαζόμαστε για όλες τις συνδέσεις VCC και μόνο αυτές, αντί να ορίσουμε προσαρμοσμένο πλάτος δρόμου (και να επιλέγουμε χειρωνακτικά κάθε φορά 0,25 ή 0,5), θα μπορούσαμε να ορίσουμε μία νέα κλάση δικτύου, η οποία θα είχε πλάτος αγωγίμου δρόμου 0,5mm και να αντιστοιχίζαμε αυτή τη κλάση στο δίκτυο VCC. Αυτό θα μας επέτρεπε να σχεδιάζουμε χωρίς να αλλάζουμε χειρωνακτικά το πλάτος, αλλά το Pcbnew αυτόματα θα έθετε το πλάτος 0,5mm όταν θα σχεδιάζαμε δρόμους του δικτύου VCC (εφόσον επιλέγαμε πάνω αριστερά την ένδειξη πλάτους με το αστεράκι *).

4.9.5 Προσθήκη ζώνης 3,3V

Το κύκλωμά μας χρειάζεται και μία αγωγίμη ζώνη για την τάση 3,3V, οπότε θα τη σχεδιάσουμε.

Αρχικά ορίστε το πλέγμα στα 1mm.

Στη συνέχεια προσθέστε μία ζώνη όπως προηγουμένως, με συντεταγμένες (-17,-



Σχήμα 73: Κύκλωμα με γεμισμένες και τις δύο αγωγίμες ζώνες του

7) πάνω αριστερά και (11,7) κάτω δεξιά, και τις παρακάτω ιδιότητες. Αυτό σημαίνει ότι τα όρια αυτής της ζώνης θα έχουν 1mm απόσταση από τα όρια της ζώνης γείωσης.

- επιλέξτε το επίπεδο F.Cu
- επιλέξτε το δίκτυο 3.3V
- διάκενο 0,2
- ελάχιστο πλάτος 0,25
- εξομάλυνση γωνιών λοξότμηση με απόσταση 0,25
- θερμικές εκτονώσεις διάκενο 0,25 και πάχος ακτίνας 0.5
- κλίση περιγράμματος μόνο οριζ., καθ. και 45 μοίρες

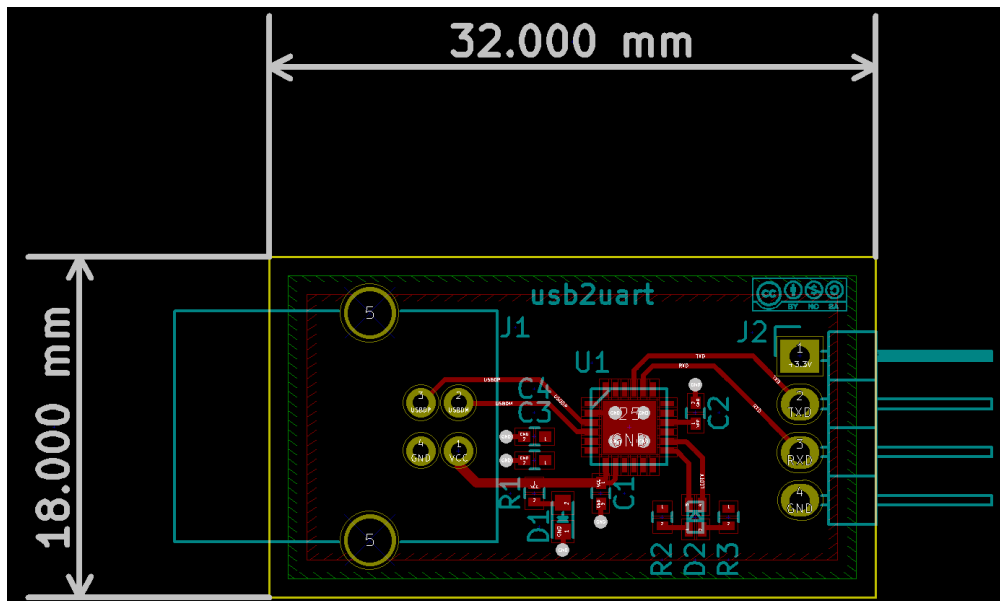
Αφού ορίσετε τη ζώνη, κάντε δεξί κλικ πάνω στο περίγραμμα αυτής της ζώνης και επιλέξτε *Ζώνη → Γέμισμα ζώνης* (σχήμα 73).

Πλέον έχουμε τελειώσει ουσιαστικά τον ηλεκτρικό σχεδιασμό της πλακέτας, αφού έχουμε τοποθετήσει και συνδέσει όλα τα υλικά και έχουμε σχεδιάσει όλους τους αγωγούς. (σχήμα 74)

4.9.6 Αισθητικές διορθώσεις

Αν θέλουμε, μπορούμε να κάνουμε αισθητικές διορθώσεις και επεμβάσεις την πλακέτα, όπως τα παρακάτω

- Ορισμός ομοιόμορφων μεγεθών σε όλα τα αποτυπώματα για τις ενδείξεις αναφοράς (πλάτος 0,8, ύψος 0,7, πάχος 0,12). Αυτό γίνεται από το μενού *Επεξεργασία → Ορισμός Μεγεθών για Πεδία Αποτυπωμάτων*.



Σχήμα 75: Τελικό κύκλωμα πλακέτας

5 Κατασκευή πλακέτας

Σε αυτό το κεφάλαιο έχουμε έτοιμο το κύκλωμα και θέλουμε δημιουργήσουμε αρχεία παραγωγής τα οποία θα δώσουμε σε ένα εργοστάσιο και θα μας κατασκευάσει την πλακέτα.

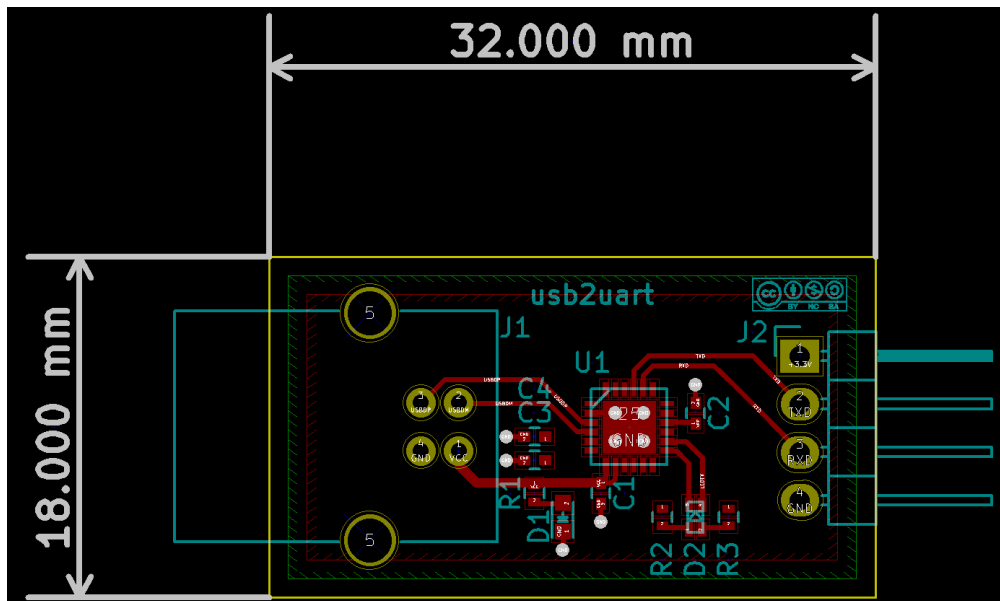
Τα αρχεία παραγωγής είναι τριών ειδών.

- αρχεία gerber, που δηλώνουν κυρίως που θα μπει πάστα συγκόλλησης στην πλακέτα (και πολλές ακόμα πληροφορίες)
- αρχεία διάτρησης, που δηλώνουν κυρίως που θα γίνουν μηχανικές τρύπες στην πλακέτα
- αρχεία τοποθέτησης, που δηλώνουν κυρίως τη θέση των υλικών πάνω στην πλακέτα

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές από τις επιλογές που θα κάνουμε κατά τη δημιουργία όλων των αρχείων ίσως χρειαστεί να τις ορίσετε αφού επικοινωνήσετε με το εργοστάσιο ή την εταιρεία που θα κατασκευάσει την πλακέτα καθώς μπορεί τα μηχανήματα ή οι διαδικασίες τους να απαιτούν κάποια ειδική ρύθμιση για τα αρχεία. Εμείς έχουμε κάνει τις πιο συνηθισμένες ρυθμίσεις και επιλογές.

Πριν φτιάξουμε τα αρχεία θα πρέπει να κάνουμε μία τελευταία επέμβαση (αισθητική) στο κύκλωμα, προσθέτοντας ενδείξεις διαστάσεων στην πλακέτα μας για το συνολικό πλάτος (32mm) και ύψος (18mm) της πλακέτας. Αυτό γίνεται από το μενού *Τοποθέτηση* → *Διάσταση*.

Πλέον έχουμε έτοιμη την πλακέτα όπως ακριβώς θα τη στείλουμε για κατασκευή (σχήμα 76).



Σχήμα 76: Πλήρως σχεδιασμένη πλακέτα, με γραφικά σχέδια και διαστάσεις

5.1 Αρχεία gerber

Για να δημιουργήσουμε τα αρχεία gerber της πλακέτας, επιλέγουμε από το μενού *Αρχείο* → *Σχεδιογράφηση*, και στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζουμε τις παρακάτω επιλογές (σχήμα 77).

- Μορφή σχεδιογράφησης: Gerber
- Φάκελο εξόδου: mfg/
- Επιλογή όλων των επιπέδων
- Επιλογή του Σχεδιογράφηση αναφορών αποτυπωμάτων
- Επιλογή του Αποκλεισμός επιπέδου ορίων pcb από άλλα επίπεδα

Αφού ορίσουμε τις επιλογές, κάνουμε κλικ στο *Σχεδιογράφηση*, και το Pcbnew παράγει όλα τα απαραίτητα αρχεία gerber για την παραγωγή της πλακέτας.

Με αυτό τον τρόπο θα δημιουργηθούν τα παρακάτω αρχεία και θα τοποθετηθούν μέσα στο φάκελο μαζί με τα άλλα αρχεία του έργου.

- usb2uart-F_Cu.gtl
- usb2uart-B_Cu.gbl
- usb2uart-F_Paste.gtp
- usb2uart-F_SilkS.gto
- usb2uart-B_Mask.gbs

Σχεδιογράφηση

Μορφή σχεδιογράφησης: **Φάκελος εξόδου:**

Gerber

mfgr/

Επίπεδα

- ☒ F.Cu
- ☒ B.Cu
- ☒ F.Paste
- ☒ F.SilkS
- ☒ B.Mask
- ☒ F.Mask
- ☒ Dwgs.User
- ☒ Edge.Cuts

Επιλογές

- ☐ Σχεδιογράφηση της αναφοράς φύλλου σε όλα τα επίπεδα
- ☐ Σχεδιογράφηση εδρών στη μεταξοτυπία
- ☐ Σχεδιογράφηση τιμών αποτυπωμάτων
- ☒ Σχεδιογράφηση αναφορών αποτυπωμάτων
- ☐ Εξαναγκασμός σχεδιογράφησης αόρατων τιμών/αναφορών
- ☒ Να μη γίνει κάλυψη των via
- ☒ Αποκλεισμός επιπέδου ορίων pcb από άλλα επίπεδα
- ☐ Καθρεφτισμένη σχεδιογράφηση
- ☐ Αρνητική σχεδιογράφηση
- ☐ Χρήση βοηθητικού άξονα ως αρχή

Σημάδια διάτρησης:

Κανένα

Κλίμακα:

1:1

Λειτουργία σχεδιογράφησης:

Γεμισμένο

Προκαθορισμένο πλάτος γραμμής (mm):

0.15

Τρέχουσες ρυθμίσεις μάσκας συγκόλλησης:

Διάκενο μάσκας συγκόλλησης: 0.05 mm

Ελάχιστο πλάτος μάσκας συγκόλλησης: 0.1 mm

Επιλογές Gerber

- ☒ Χρήση επεκτάσεων ονομάτων αρχείου Protel
- ☐ Συμπερίληψη εκτεταμένων ιδιοτήτων
- ☐ Αφαίρεση μάσκας συγκόλλησης από μεταξοτυπία

Μορφή

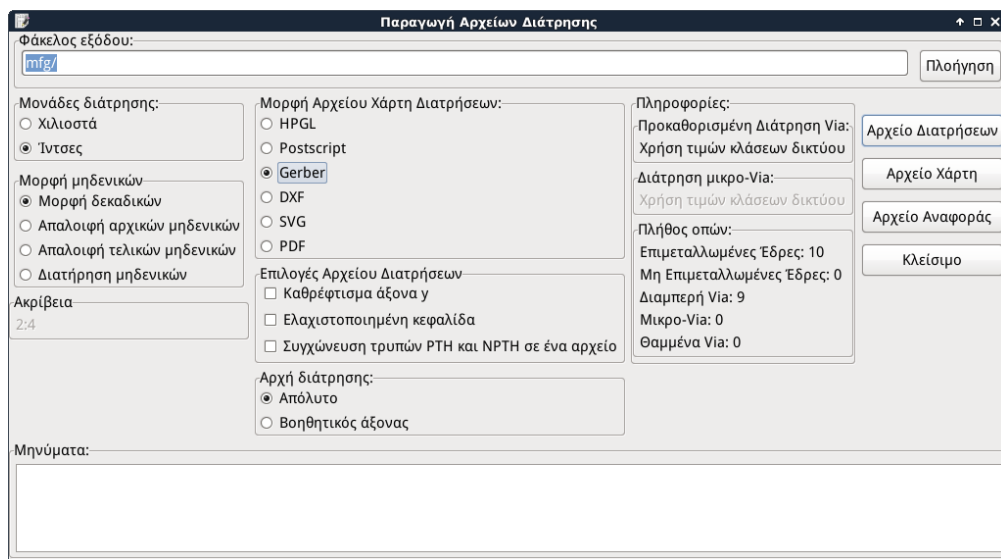
☐ 4,5 (μονάδα mm)

☒ 4,6 (μονάδα mm)

Messages:

Filter: ☒ All ☒ Warnings ☒ Errors ☒ Infos ☒ Actions

Σχήμα 77: Παράθυρο Σχεδιογράφησης



Σχήμα 78: Παράθυρο Παραγωγής Αρχείων Διάτρησης

- usb2uart-F_Mask.gts
- usb2uart-Dwgs_User.gbr
- usb2uart-Edge_Cuts.gm1

5.2 Αρχεία διάτρησης

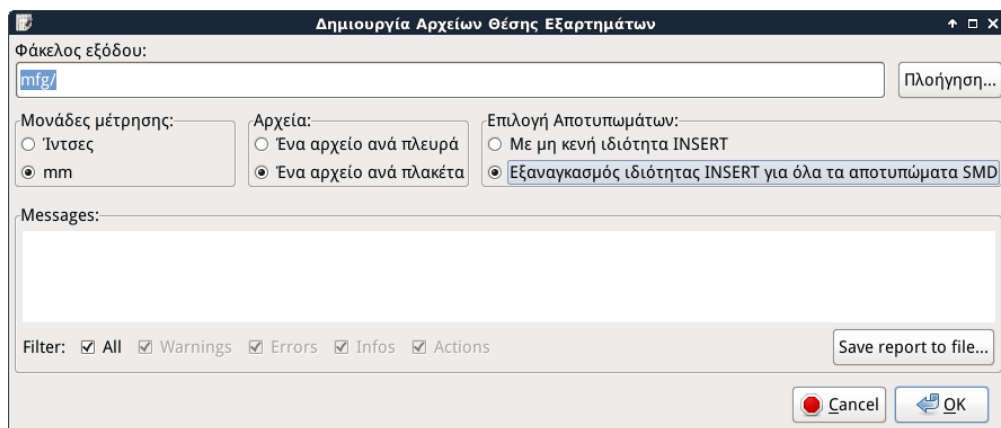
Για να δημιουργήσουμε τα αρχεία διάτρησης της πλακέτας, επιλέγουμε από το μενού *Αρχείο* → *Έξοδοι Παραγωγής* → *Αρχείο Διατρήσεων*, και στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζουμε *Μορφή Αρχείου Χάρτη Διατρήσεων*: Gerber, και στην συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί *Αρχείο Διατρήσεων* και μετά κλικ στο κουμπί *Αρχείο Χάρτη*. Αφού το κάνουμε αυτό, κάνουμε κλικ στο *Κλείσιμο*.

Θα δημιουργηθούν τα αρχεία *usb2uart.drl* και *usb2uart-drl_map.gbr* και θα τοποθετηθούν μέσα στο φάκελο μαζί με τα άλλα αρχεία του έργου.

5.3 Αρχεία τοποθέτησης

Για να δημιουργήσουμε τα αρχεία τοποθέτησης της πλακέτας, επιλέγουμε από το μενού *Αρχείο* → *Έξοδοι Παραγωγής* → *Αρχείο Θέσης Αποτυπωμάτων*, και στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε ένα αρχείο ανά πλακέτα και την επιλογή *Εξαναγκασμός ιδιότητας INSERT* για όλα τα αποτυπώματα SMD (σχήμα 79). Αφού το κάνουμε αυτό, κάνουμε κλικ στο *OK*.

Με αυτό τον τρόπο θα δημιουργηθούν τα αρχεία *usb2uart-top.pos* και *usb2uart-bottom.pos* και θα τοποθετηθούν μέσα στο φάκελο μαζί με τα άλλα αρχεία του έργου.



Σχήμα 79: Παράθυρο δημιουργίας αρχείου θέσης

5.4 Επίλογος

Πλέον έχουμε δημιουργήσει όλα τα απαραίτητα αρχεία που πρέπει να δώσουμε σε ένα εργοστάσιο για να κατασκευάσει την πλακέτα μας.

Τα αρχεία που συνηθίζεται να δίνουμε σε ένα εργοστάσιο παραγωγής είναι τα παρακάτω.

- αρχεία gerber
- αρχεία διάτρησης
- αρχεία τοποθέτησης
- αρχείο pdf με το σχηματικό μας κύκλωμα
- λίστα υλικών

Σε αυτό το σημείο αντιστοιχούν τα αρχεία από το αρχείο kicad_tut18.zip.