

Tutorial - Οδηγός Εκμάθησης KiCad

Μιχάλης Μισιρλής

Οκτώβριος 2015

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	3
1.1	Προαπαιτούμενα	3
1.2	Λεξικό όρων	3
1.3	Περιγραφή συσκευής	5
1.4	Βασικές Έννοιες KiCad	5
2	Δημιουργία έργου	9
3	Σχεδίαση Σχηματικού Κυκλώματος	10
3.1	Δημιουργία σχηματικού	10
3.2	Προσθήκη εξαρτημάτων	12
3.3	Δημιουργία εξαρτημάτων	15
3.4	Επεξεργασία εξαρτημάτων με πολλά μέρη	24
3.4.1	Άνοιγμα του εξαρτήματος	25
3.4.2	Δημιουργία αντίγραφου εξαρτήματος	25
3.4.3	Αλλαγή ιδιοτήτων εξαρτήματος	27
3.5	Σχεδίαση κυκλώματος	28
3.5.1	Προσθήκη εξαρτημάτων	28
3.5.2	Σχεδίαση κυκλώματος	29
3.5.3	Ονοματοδοσία κυκλώματος	38
3.5.4	Έλεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων	38
3.5.5	Εκτύπωση σχηματικού σε pdf	40
3.5.6	Σημιουργία προτύπων πεδίων για εξαρτήματα	40
3.5.7	Δημιουργία Λίστας Υλικών και Λίστας Δικτύων	41
4	Δημιουργία Πλακέτας (PCB)	43
4.1	Δημιουργία πλακέτας	43
4.2	Δημιουργία αποτυπώματος	45
4.3	Αντιστοίχιση αποτυπωμάτων	46
4.4	Εισαγωγή αποτυπωμάτων	46
4.4.1	Προσωρινή τοποθέτηση των αποτυπωμάτων	47
4.4.2	Φωλιά Συνδέσεων	47
4.4.3	Οριστική τοποθέτηση αποτυπωμάτων	47
4.5	Δημιουργία αγωγίμων ζωνών και δρόμων	48
4.5.1	Σχεδίαση ορίων πλακέτας	48
4.5.2	Προσθήκη ζώνης	49
4.5.3	Προσθήκη αγωγίμων δρόμων	50
4.5.4	Προσθήκη ζώνης 3,3V	50
4.5.5	Αισθητικές διορθώσεις	50
5	Κατασκευή πλακέτας	52
5.1	Αρχεία gerber	52
5.2	Αρχεία διάτρησης	53
5.3	Αρχεία τοποθέτησης	53
5.4	Επίλογος	53

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 την Ελληνική μετάφραση.

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) τα 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
σηηματικό 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

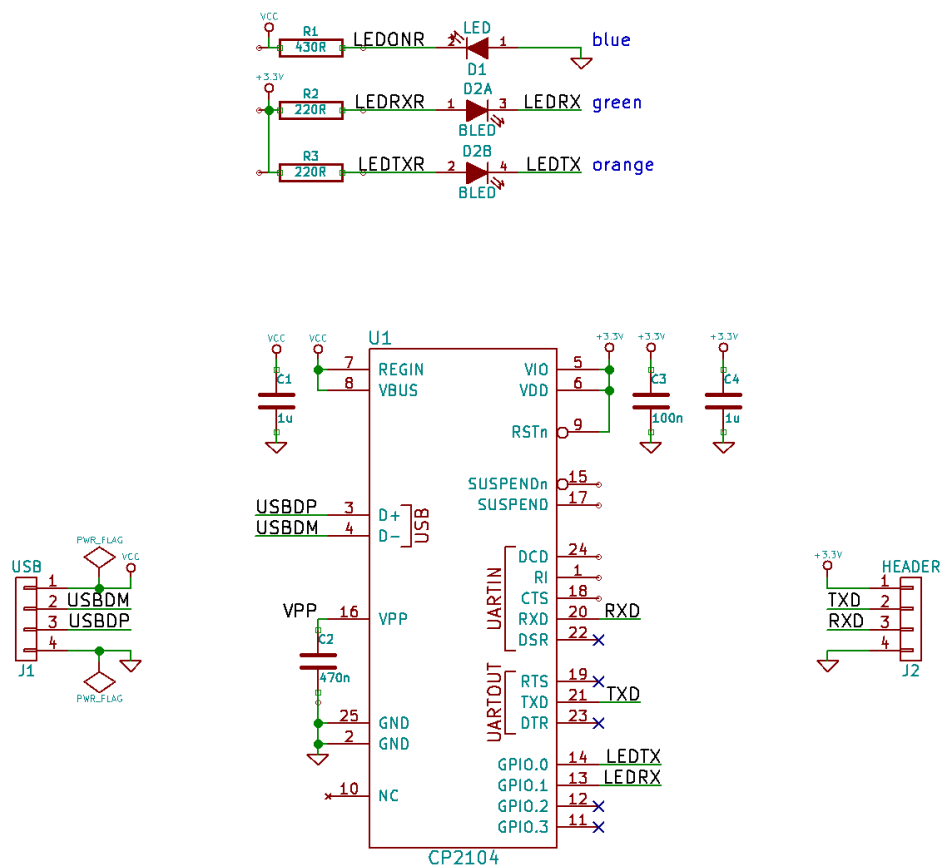
1.3 Περιγραφή συσκευής

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.

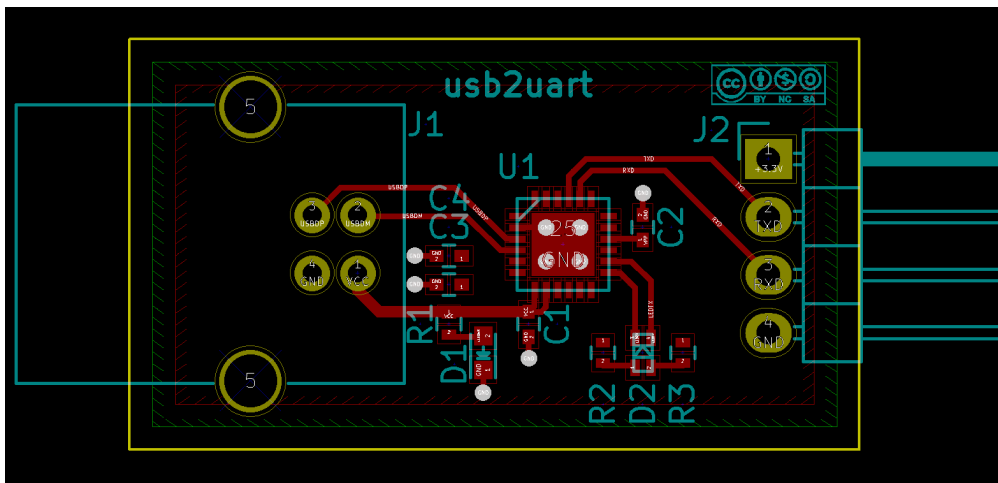
Το τελικό σχηματικό κύκλωμα της συσκευής και το τελικό σχέδιο της πλακέτας φαίνονται στα σχετικά σχήματα (σχήμα 1 και 2).

1.4 Βασικές Έννοιες KiCad

Το KiCad είναι μία ολοκληρωμένη σουίτα εφαρμογών σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων EDA (Electronic Design Automation). Με το KiCad είναι εφικτή η σχε-



Σχήμα 1: Τελικό σχηματικό κύκλωμα της συσκευής



Σχήμα 2: Τελικό σχέδιο της πλακέτας της συσκευής

διάση 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, .gtr, .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 υπολογιστή του χρήστη. Μία βιβλιοθήκη αποτυπωμάτων είναι ένας φάκελος αρχείων στον υπολογιστή του χρήστη, με επέκταση .pretty, ο οποίος φάκελος περιέχει αρχεία .kicad_mod.

Τα αποτυπώματα μπορεί να έχουν τρισδιάστατη απεικόνιση ώστε ο χρήστης να μπορεί να απεικονίσει τρισδιάστατα το κύκλωμά του και να γνωρίζει πως θα είναι,

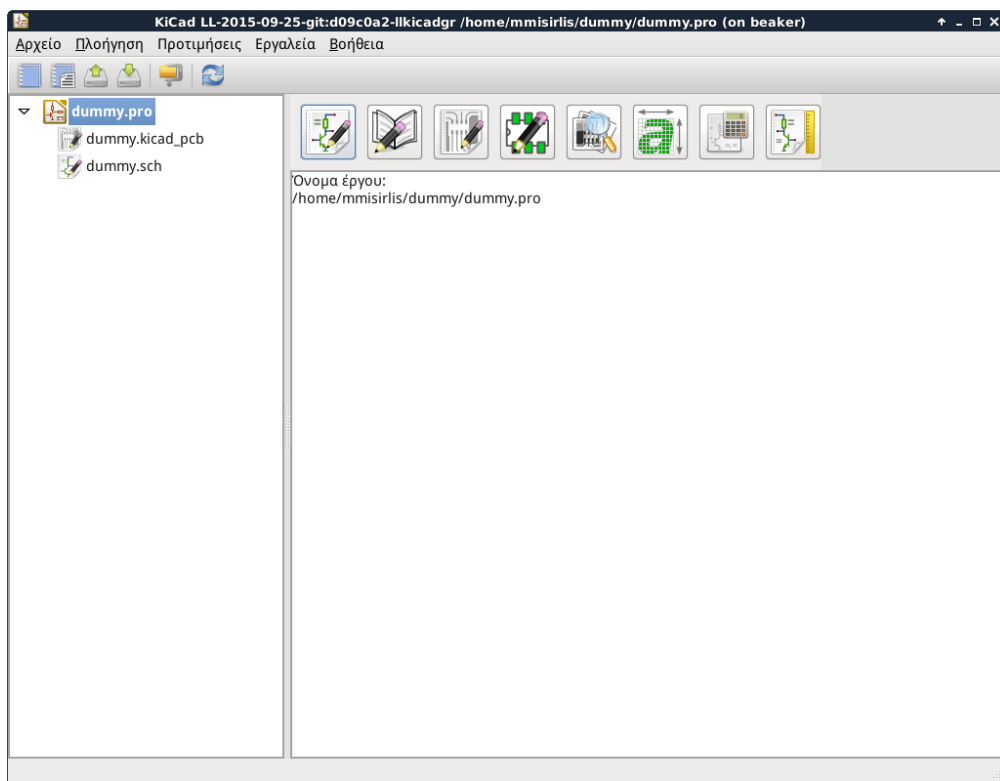
πριν το κατασκευάσει. Το KiCad προσφέρει τρισδιάστατες απεικονίσεις (3D σχήματα) για κάποια τυπικά εξαρτήματα, αλλά ο χρήστης να σχεδιάσει και τα δικά του 3D σχήματα από το μηδέν, με κάποιο πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης. Κάθε τρισδιάστατη απεικόνιση αποτελεί και ένα αρχείο .wrl στον υπολογιστή του χρήστη.

Σε κάθε εξάρτημα αντιστοιχεί και σε ένα αποτύπωμα (συνήθως πολλά εξαρτήματα έχουν το ίδιο αποτύπωμα). Αυτή η αντιστοίχιση αποτυπώματος-εξαρτήματος γίνεται από το εργαλείο Cnrcb και αποθηκεύεται σε ένα αρχείο .cmp στον υπολογιστή του χρήστη.

Το σύνολο του κυκλώματος (σχηματικό, 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 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.



Σχήμα 3: Κεντρική οθόνη του προγράμματος KiCad

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 δεξί μέρος της οθόνης
- 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*. Προτείνεται να δημιουργηθεί το αρχείο του έργου 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.

3 Σχεδίαση Σχηματικού Κυκλώματος

3.1 Δημιουργία σχηματικού

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 δημιουργηθούν δύο αρχεία στον υπολογιστή σας, τα `usb2uart.sch` και `usb2uart-cache.lib`.

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
- γραμμή μενού στο πάνω μέρος της οθόνης
- 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

Αξίζει να σημειωθεί πως όπως και στις περισσότερες εφαρμογές, έτσι και στο KiCad και όλες τις εφαρμογές του, οι περισσότερες λειτουργίες μπορούν να γίνουν με δύο τρόπους: είτε επιλέγοντας κάτι στο μενού είτε κάνοντας κλικ στο σχετικό κουμπί μίας μπάρας.

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.

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.

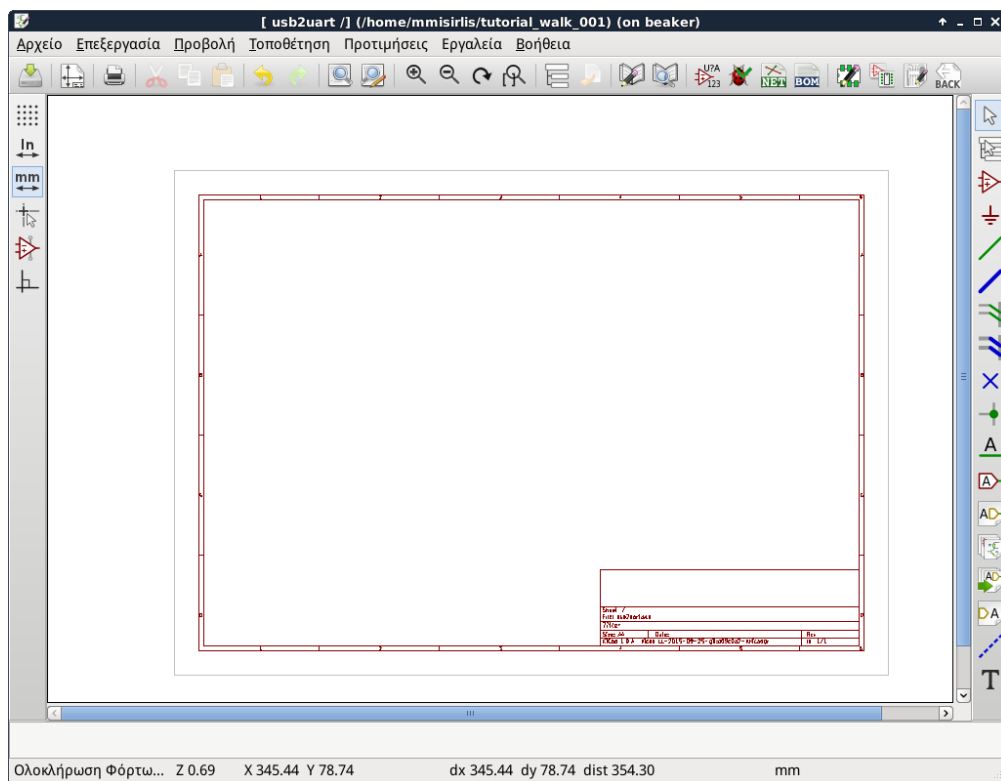
Στη συνέχεια θα σχεδιάσουμε κάποιες βοηθητικές γραμμές στο σχηματικό μας.

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

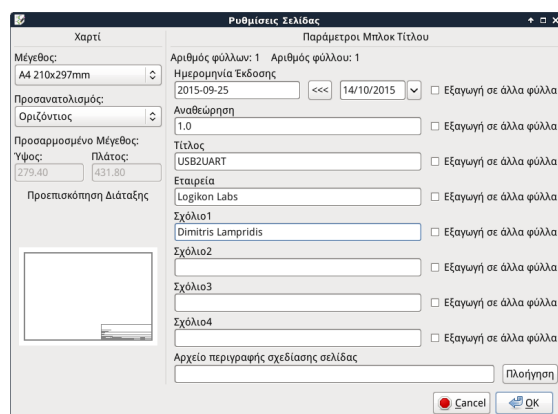
Με αυτό το εργαλείο μπορείτε να σχεδιάσετε γραμμές στο φύλλο σας. Αυτές οι γραμμές γραφικών δεν έχουν κάποια ηλεκτρική ή λειτουργική σημασία για το κύκλωμα, είναι απλή ζωγραφική, είναι όμως χρήσιμες για την οργάνωση των κυκλωμάτων σας.

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.

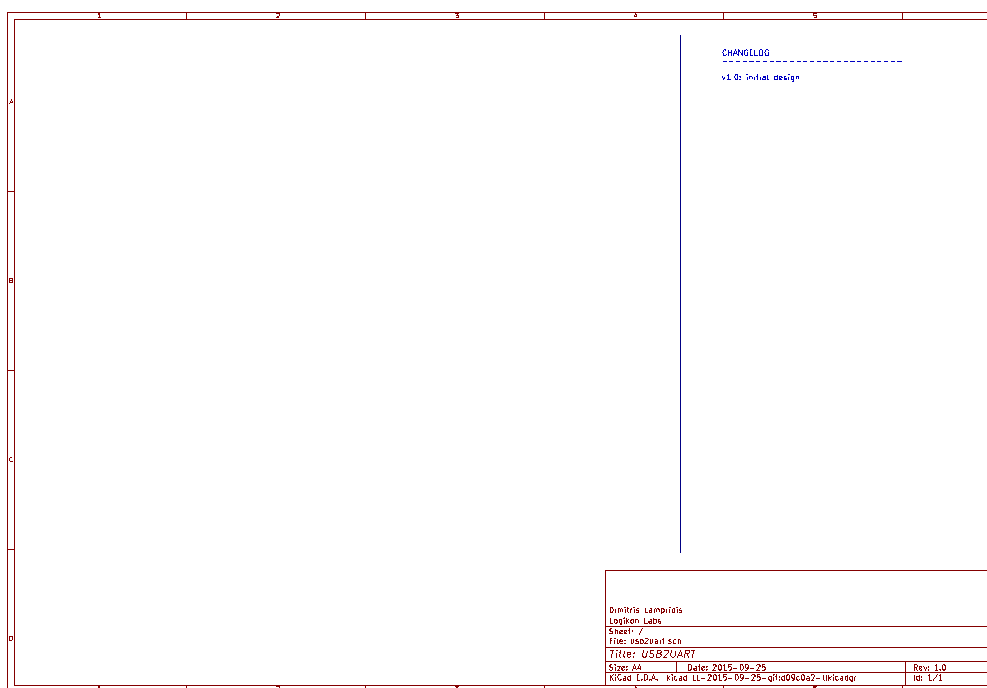
Η εφαρμογή EESchema περιλαμβάνει πολλά εξαρτήματα, τα οποία μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στα κυκλώματά σας. Τα εξαρτήματα αυτά είναι οργανωμένα σε βιβλιοθήκες. Το EESchema περιλαμβάνει αρχικά περίπου 30 βιβλιοθήκες οι οποίες



Σχήμα 4: Κεντρική οθόνη της εφαρμογής EESchema



Σχήμα 5: Ρυθμίσεις Σελίδας EESchema



Σχήμα 6: Σχηματικό φύλλο χωρισμένο στα δύο

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. Θα επανέλθετε στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής EEschema.

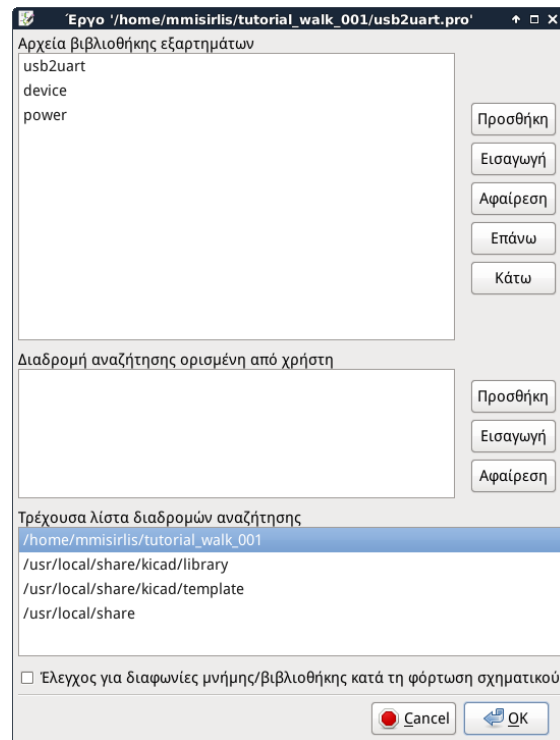
Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης του EEschema επιλέξτε *Αρχείο* → *Αποθήκευση Σχηματικού Έργου*.

3.2 Προσθήκη εξαρτημάτων

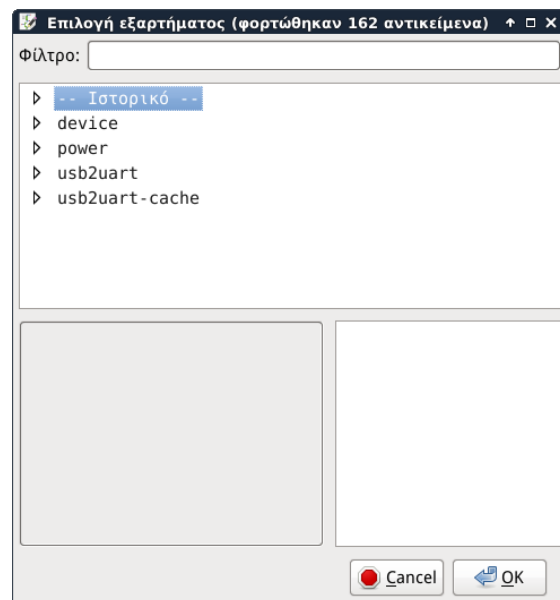
Εφόσον έχουμε δημιουργήσει και ρυθμίσει το φύλλο μας, πρέπει να προσθέσουμε τα εξαρτήματα που θα αποτελέσουν το κύκλωμά μας. Πρέπει να βρισκόμαστε στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής EEschema.

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).

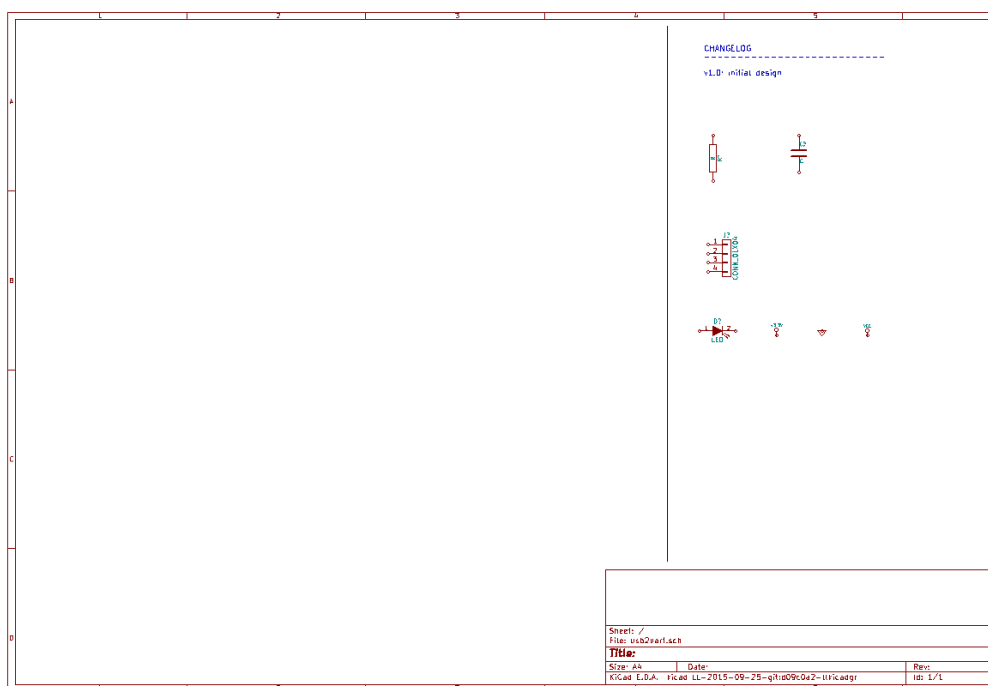
Στο παράθυρο επιλογής εξαρτήματος επιλέξτε το εξάρτημα με όνομα C (ένας



Σχήμα 7: Παράθυρο με τις βιβλιοθήκες του έργου



Σχήμα 8: Παράθυρο επιλογής εξαρτήματος



Σχήμα 9: Φύλλο σχηματικού με τοποθετημένα 7 εξαρτήματα

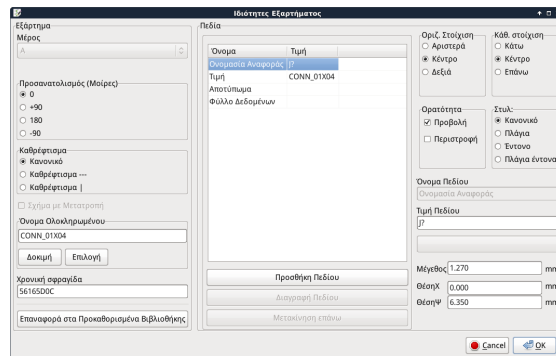
πυκνωτής) από τη βιβλιοθήκη device, πατήστε OK (θα επανέλθετε το φύλλο σχηματικού) και κάντε κλικ στο δεξί τμήμα του φύλλου σας ώστε να τοποθετηθεί στο φύλλο το εξάρτημα που επιλέξατε.

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
- 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).

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



Σχήμα 10: Παράθυρο Ιδιότητες Εξαρτήματος

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?.

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.

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, και 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

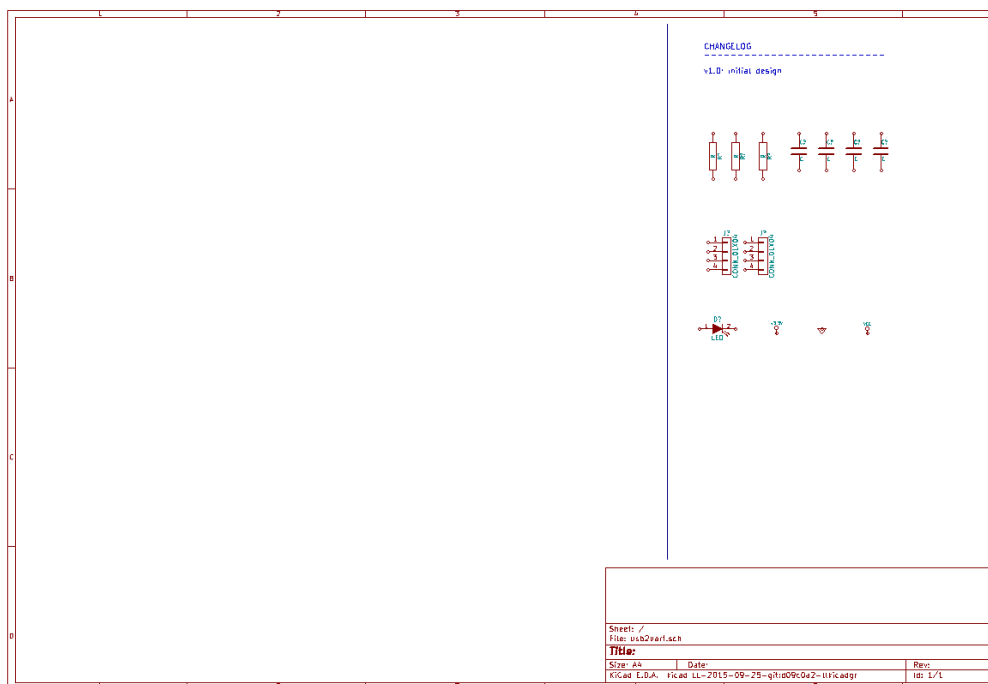
Το EESchema μας δίνει τη δυνατότητα να επεξεργαστούμε ένα υπάρχον εξάρτημα ή και να δημιουργήσουμε ένα εξάρτημα από το μηδέν.

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




Σχήμα 11: Φύλλο σχηματικού με τοποθετημένα 13 εξαρτήματα

- γραμμή μενού στο πάνω μέρος της οθόνης
- 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

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.


Αρχικά θα δημιουργήσουμε ένα νέο εξάρτημα.

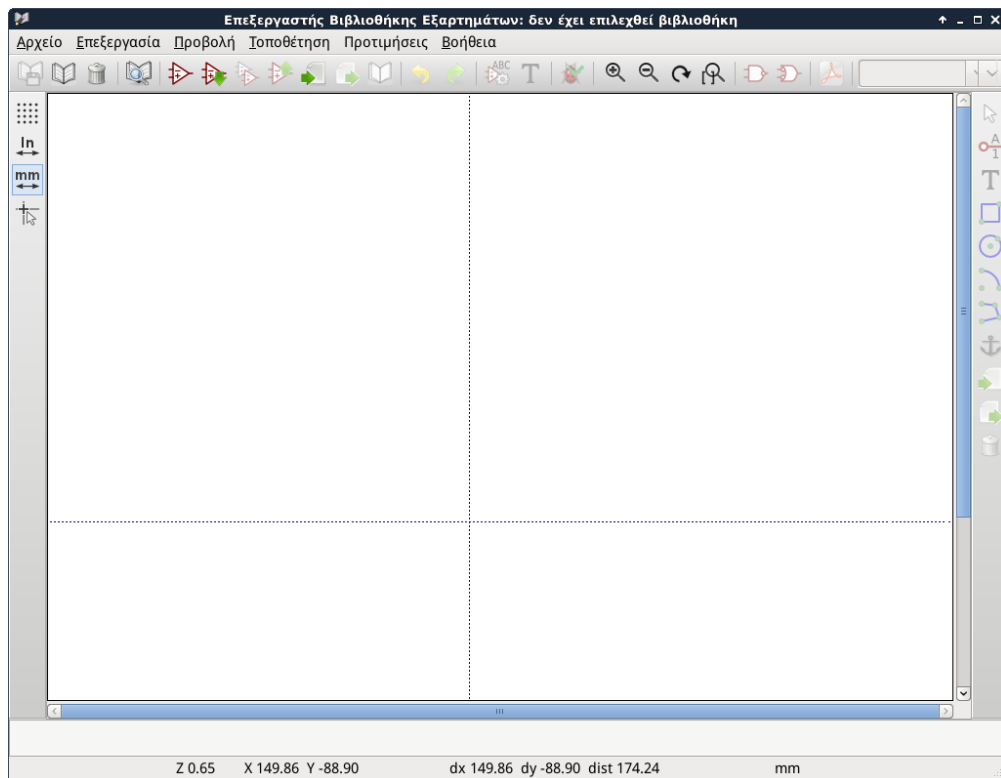
Κάντε κλικ στο εικονίδιο Δημιουργία νέου εξαρτήματος στην πάνω μπάρα .

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.

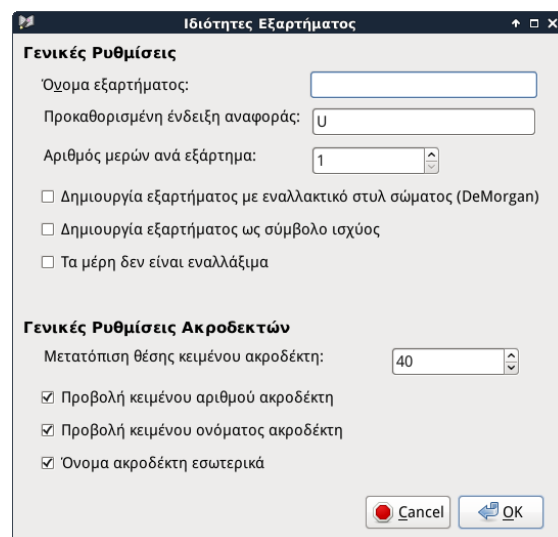
Πλέον έχουμε δημιουργήσει ένα νέο εξάρτημα, χωρίς κανέναν ακροδέκτη.

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

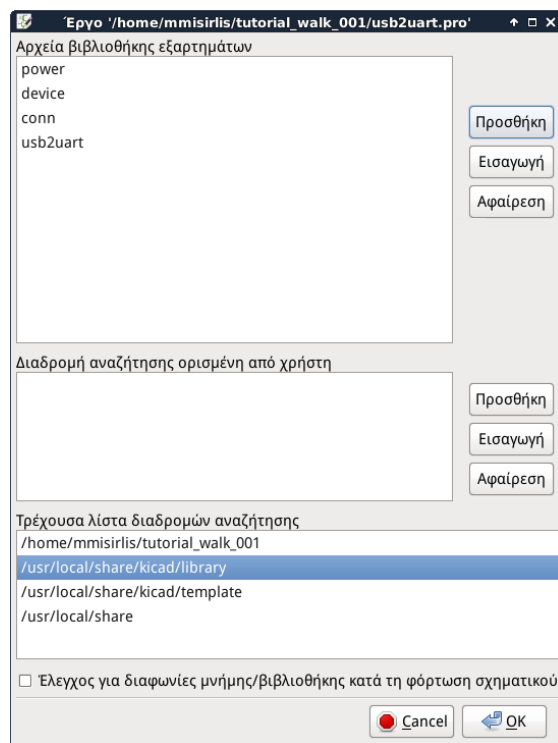
Από την μπάρα στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξτε Αποθήκευση τρέχοντος εξαρτήματος σε νέα βιβλιοθήκη .



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)

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 πατήστε *Save/Αποθήκευση* ώστε το αρχείο της βιβλιοθήκης να αποθηκευτεί στον υπολογιστή σας.

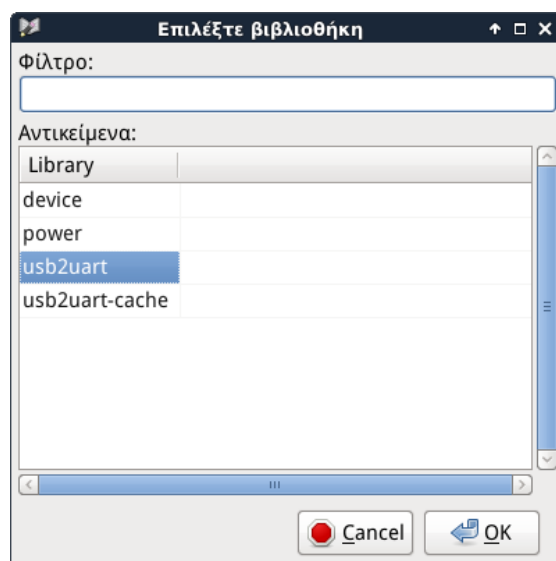
Θα εμφανιστεί ένα μήνυμα που θα λέει ότι η βιβλιοθήκη πρέπει να δηλωθεί στο EESchema για να χρησιμοποιηθεί. Πατήστε *OK*.

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 πατήστε *Open*. 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*.

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




Σχήμα 15: Παράθυρο επιλογής βιβλιοθήκης εργασίας


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

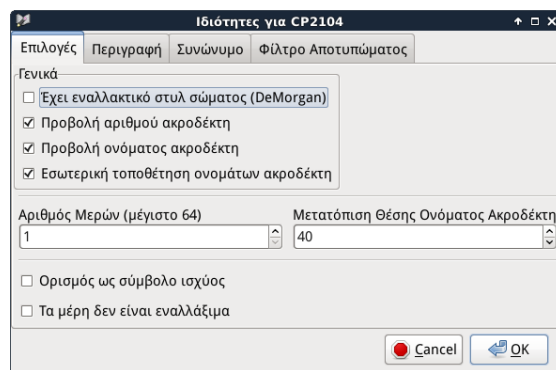
Στη συνέχεια θα ορίσουμε κάποιες από τις γενικές ιδιότητες του εξαρτήματος.

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 (εγχειρίδιο), αν το έχετε

Στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης πρέπει να σχεδιάσουμε αρχικά το σώμα του εξαρτήματος.



Σχήμα 16: Παράθυρο Ιδιοτήτων για το εξάρτημα CP2104

Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξετε *Τοποθέτηση* → *Ορθογώνιο* και σχεδιάστε στην οθόνη ένα κατακόρυφο ορθογώνιο όπως φαίνεται στη σχετική εικόνα. 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.

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 (φύλλο δεδομένων) 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>.

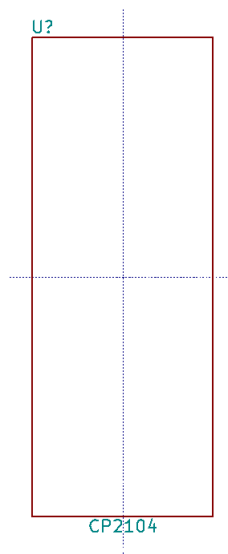
Αν δεν είναι διαθέσιμο σε αυτό τον σύνδεσμο επισκεφθείτε τη σελίδα του κατασκευαστή και αναζητήστε εκεί το εγχειρίδιο του CP2104:

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

Με βάση το εγχειρίδιο του CP2104, πρέπει να ορίσουμε 25 ακροδέκτες. Εκτός από τους 24 τυπικούς ακροδέκτες θα έχουμε ως ακροδέκτη και την θερμική έδρα 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. Εναλλακτικά μπορείτε να πάρετε έτοιμο το εξάρτημα, με σχεδιασμένους όλους τους ακροδέκτες, από τα αρχεία του tutorial.

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



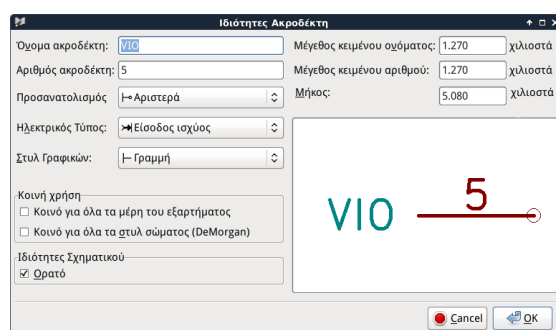
Σχήμα 17: Ορθογώνιο σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένα όνομα και αναφορά

ισχύος τροφοδοσίας.

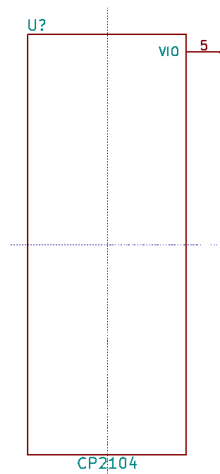
Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέξετε *Τοποθέτηση* → *Ακροδέκτης* και κάντε κλικ στην κεντρική οθόνη για να εμφανιστεί το παράθυρο *Ιδιότητες Ακροδέκτη* (σχήμα 18).

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



Σχήμα 18: Παράθυρο *Ιδιότητες Ακροδέκτη* για τον VIO του CP2104



Σχήμα 19: Σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένο έναν ακροδέκτη

Αφού ορίσουμε τα παραπάνω, επιλέγουμε OK και μετά πρέπει να τοποθετήσουμε τον ακροδέκτη στο σώμα του εξαρτήματος. Προτίνεται να τοποθετηθεί στο πάνω δεξιά μέρος του σώματος.

Να σημειωθεί ότι δεν έχει ηλεκτρική σημασία σε ποιο σημείο του σώματος θα τοποθετήσουμε τον ακροδέκτη (πάνω αριστερά, στη μέση κλπ) ή τι προσανατολισμό 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 υπόψιν κατά τον Έλεγχο Ηλεκτρικών Κανόνων που θα κάνουμε με το KiCad αργότερα.

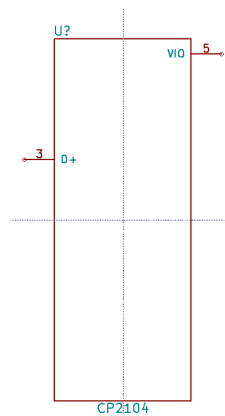
Στη συνέχεια προσθέστε τον ακροδέκτη D+, ο οποίος σύμφωνα με το εγχειρίδιο έχει το όνομα D+, του έχει αποδοθεί ο αριθμός 3, και η λειτουργία του είναι είσοδος/έξοδος δεδομένων.

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*.

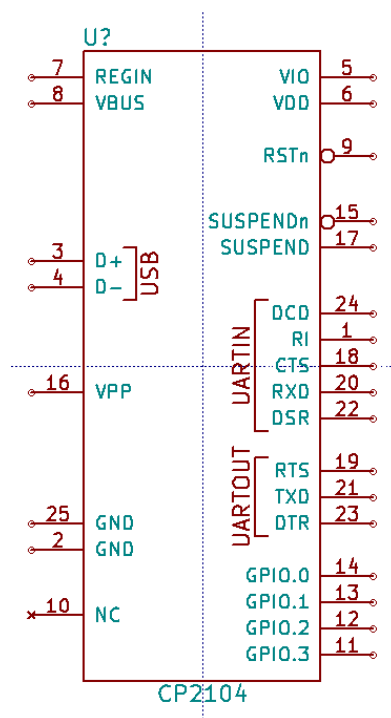
Σε αυτό το παράθυρο πρέπει να ορίσουμε τις παρακάτω σημαντικές ιδιότητες για τον ακροδέκτη, και μετά να τον τοποθετήσουμε στο σώμα του εξαρτήματος. Προτίνεται να τοποθετηθεί στο κεντρικό, αριστερό μέρος του σώματος.

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

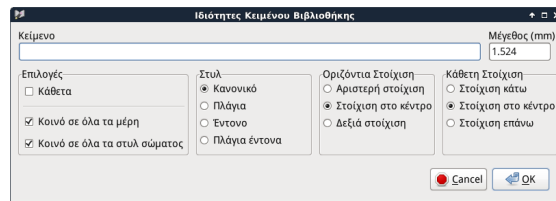
Συνεχίζοντας κατά τον ίδιο τρόπο, τοποθετήστε και τους υπόλοιπους 23 ακροδέκτες του εξαρτήματος, ώστε να καταλήξετε τελικά σε ένα εξάρτημα με 25 ακροδέκτες, όπως ορίζει το εγχειρίδιό του.



Σχήμα 20: Σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένους δύο ακροδέκτες



Σχήμα 21: Σώμα εξαρτήματος, με τοποθετημένους όλους τους ακροδέκτες



Σχήμα 22: Παράθυρο Ιδιότητες Κειμένου Βιβλιοθήκης

Στο εξάρτημα, εκτός από το σχεδιασμό του περιγράμματος και την τοποθέτηση των ακροδεκτών, μπορούμε να τοποθετήσουμε και άλλες οπτικές πληροφορίες, όπως κείμενο και επιπλέον γραμμές γραφικών που να προσφέρουν βοηθητικές πληροφορίες.

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, καλό θα είναι 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 Yes/Ναι και στα δύο.

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

3.4 Επεξεργασία εξαρτημάτων 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.

3.4.1 Άνοιγμα του 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 αντίγραφό του, και το αντίγραφο θα το αλλάξουμε ώστε να καλύπτει τις ανάγκες μας.

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.

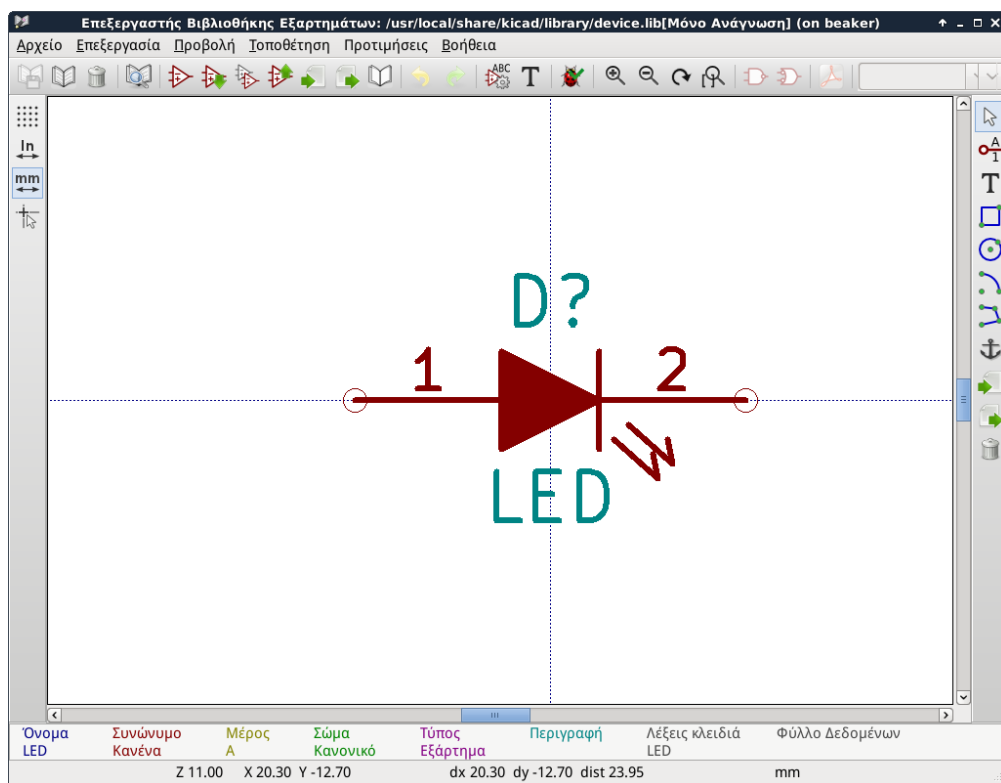
Πλέον έχουμε δημιουργήσει ένα νέο εξάρτημα, το οποίο καλό είναι να αποθηκεύσουμε. Αλλά βρισκόμαστε στη βιβλιοθήκη *device*, η οποία επειδή είναι εσωτερική βιβλιοθήκη του KiCad δεν μπορούμε να γράψουμε σε αυτήν. Αυτό φαίνεται και από τον τίτλο του παραθύρου όπου εμφανίζεται το κείμενο Μόνο Ανάγνωση.

Πρέπει να αποθηκεύσουμε το εξάρτημά μας σε άλλη βιβλιοθήκη.

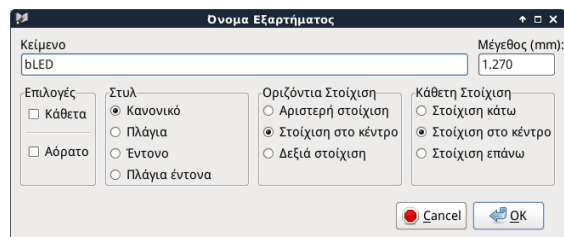
Από την πάνω μπάρα, επιλέξτε το κουμπί Επιλογή βιβλιοθήκης εργασίας  και στο παράθυρο που θα εμφανιστεί κάντε κλικ πάνω στη βιβλιοθήκη *uart* και πατήστε OK για να φορτωθεί η βιβλιοθήκη και να επιστρέψετε στην κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων.

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 Yes/Ναι και στα δύο.

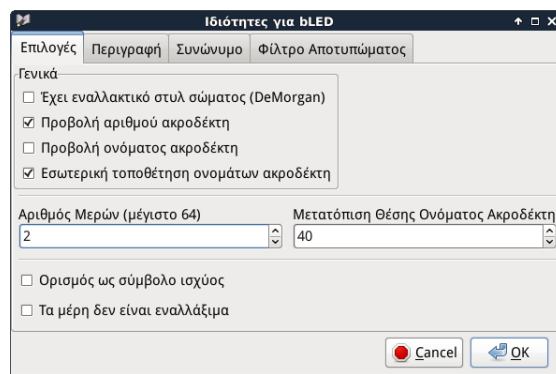
Πλέον έχουμε αποθηκεύσει στη δική μας βιβλιοθήκη το εξάρτημα που φτιάξαμε.



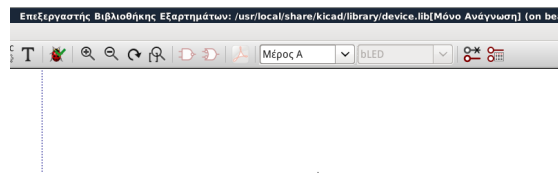
Σχήμα 23: Κεντρική οθόνη του Επεξεργαστή Βιβλιοθήκης Εξαρτημάτων με φορτωμένο το εξάρτημα LED



Σχήμα 24: Παράθυρο Όνομα Εξαρτήματος




Σχήμα 25: Παράθυρο Ιδιοτήτων Εξαρτήματος bLED



Σχήμα 26: Ένδειξη μέρους εξαρτήματος

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 ένα 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).

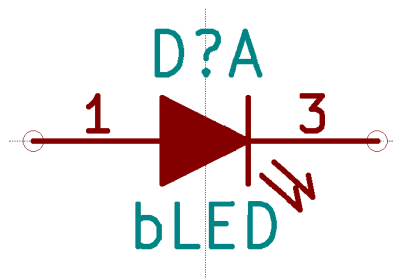
Αφού πλέον το εξάρτημα bLED αποτελείται από δύο μέρη, πρέπει να αριθμήσουμε τους ακροδέκτες του μέρους A ως 1 και 3 και τους ακροδέκτες του μέρους B ως 2 και 4.

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

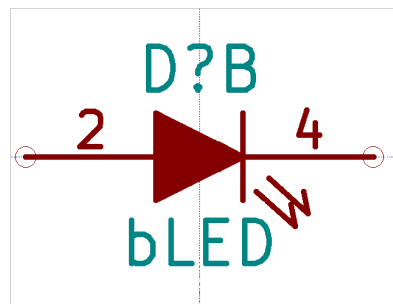
Παρομοίως, επιλέγουμε στην Ένδειξη μέρους εξαρτήματος το Μέρος B, και φροντίζουμε οι δύο ακροδέκτες να έχουν αριθμό 2 (άνοδος) και 4 (κάθοδος) (σχήμα 28).

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



Σχήμα 27: Εξάρτημα bLED - Μέρος A



Σχήμα 28: Εξάρτημα bLED - Μέρος B

παράθυρα που θα ζητούν την επιβεβαίωση αυτή της αποθήκευσης. Επιλέξτε Yes/Ναι και στα δύο.

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.

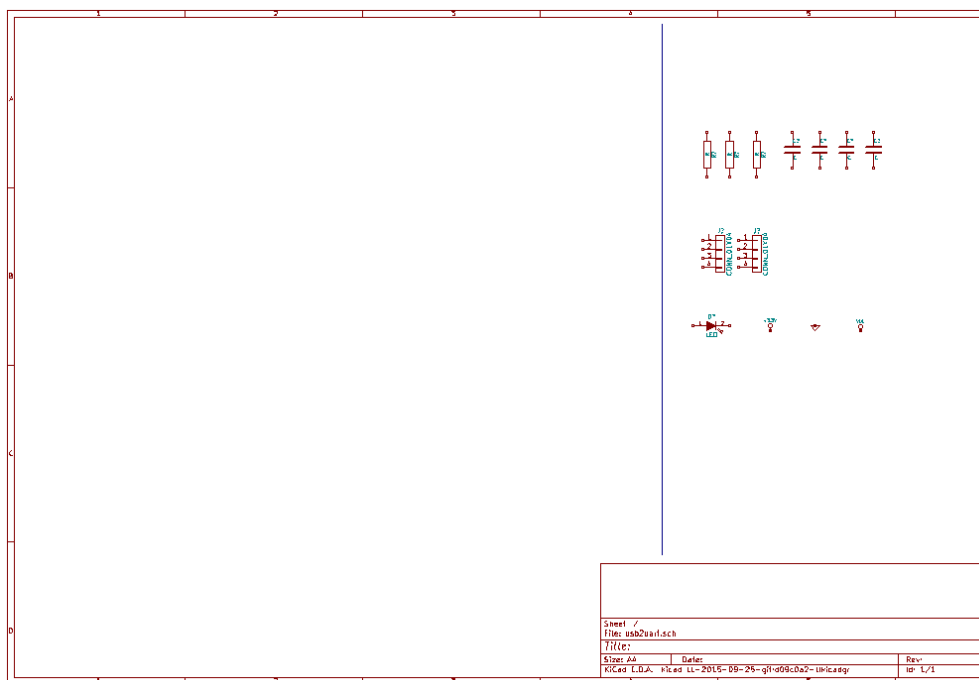
Από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέγουμε *Εργαλεία* → *Εκτέλεση EESchema*, για να εκτελεστεί η εφαρμογή EESchema με την οποία σχεδιάζουμε το σχηματικό κύκλωμα.

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



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

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.

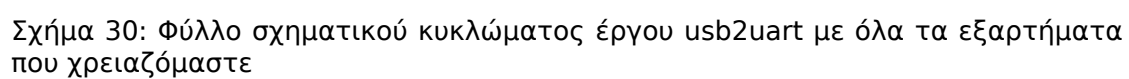
Πλέον πρέπει να έχουμε φορτώσει στο φύλλο όλα τα εξαρτήματα που χρειαζόμαστε για το κύκλωμά μας (σχήμα 30).

3.5.2 Σχεδίαση κυκλώματος

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.

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





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



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

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*).

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 (σχήμα 31)).

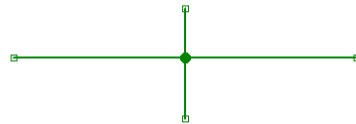
Για να ενώσουμε αγωγίμα δύο σημεία του κυκλώματος (πχ τα άκρα δύο αντιστάσεων) από το μενού στο πάνω μέρος της οθόνης επιλέγουμε *Τοποθέτηση* → *Σύρμα*, μετά κάνουμε αριστερό κλικ με το ποντίκι πάνω στο κύκλωμα μία φορά για να ξεκινήσει το σύρμα, μετά κάνουμε κλικ όσες φορές θέλουμε για να ορίσουμε τη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



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



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

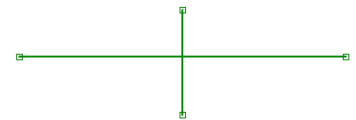
κόμβο (σχήμα 34. Αν δεν δημιουργηθεί κόμβος, τα σύρματα διασταυρώνονται αλλά δεν έχουν αγωγήμη επαφή (σχήμα 35).

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

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.

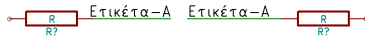
Στη συνέχεια πρέπει να μετακινήσουμε την ετικέτα ώστε το κουτάκι που υπάρχει κάτω αριστερά από το όνομά της να συμπίπτει με το κουτάκι που υπάρχει στο τέλος ενός ασύνδετου σύρματος (σχήμα 39). Εφόσον αυτά τα δύο κουτάκια είναι στο ίδιο σημείο (συμπίπτουν), τότε δεν εμφανίζονται στην οθόνη και πλέον το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



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



Σχήμα 36: Δύο εξαρτήματα, συνδεδεμένα μεταξύ τους απευθείας



Σχήμα 37: Δύο εξαρτήματα, συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ετικέτας

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), κάνουμε 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.

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

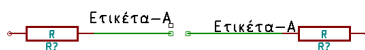
Στη συνέχεια, συνδέστε με σύρμα τους ακροδέκτες 7 και 8 του CP2104 με το εξάρτημα VCC. Για να το κάνετε, συνδέσετε με σύρμα τον ακροδέκτη 7 με το εξάρτημα VCC και συ συνέχεια τοποθετήστε ένα σύρμα από τον ακροδέκτη 7 προς οποιοδήποτε σημείο του προηγούμενου σύρματος (σχήμα 40).

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

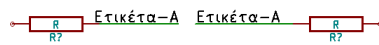
Στη συνέχεια, συνδέστε με σύρμα τους ακροδέκτες 2 και 25 του CP2104 με το GND.

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).

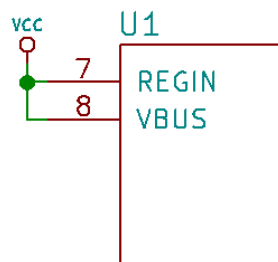
Στη συνέχεια, αλλάξτε τις τιμές στους τέσσερις πυκνωτές ώστε οι τέσσερις πυκνωτές να έχουν τιμές 1u, 1u, 100n και 470n. Για να αλλάξετε τις τιμές δεξί κλικ



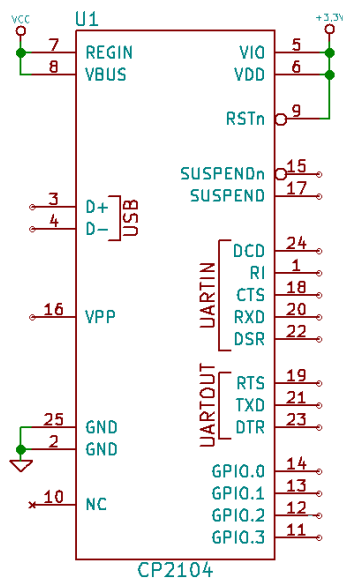
Σχήμα 38: Λάθος τοποθετημένες ετικέτες



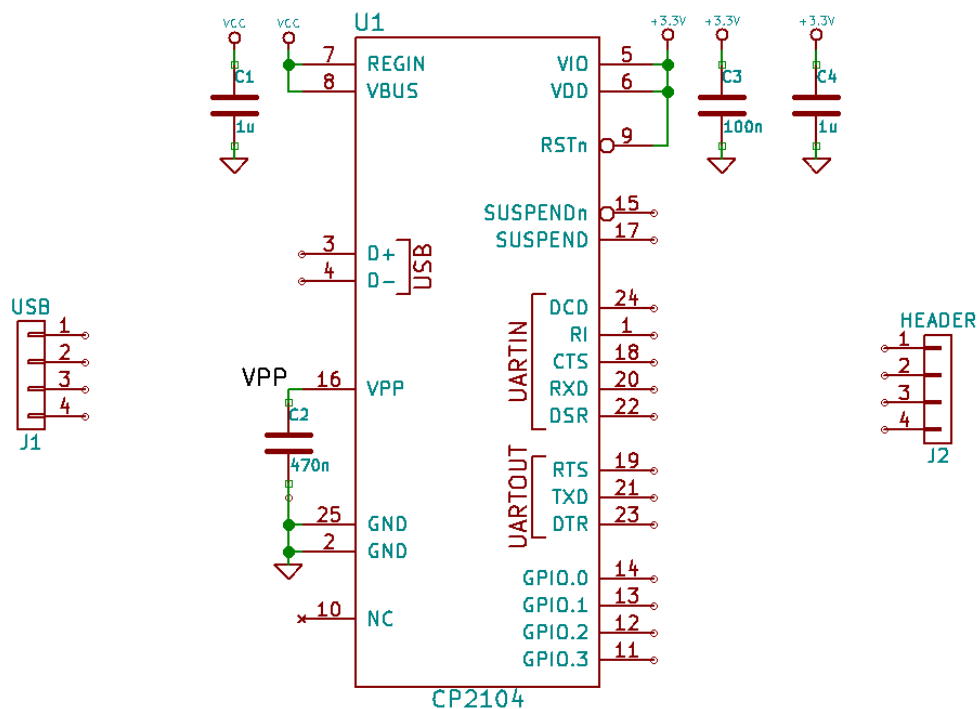
Σχήμα 39: Σωστά τοποθετημένες ετικέτες



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

πάνω στον πυκνωτή και επιλέξτε *Επεξεργασία Εξαρτήματος* → *Τιμή*.

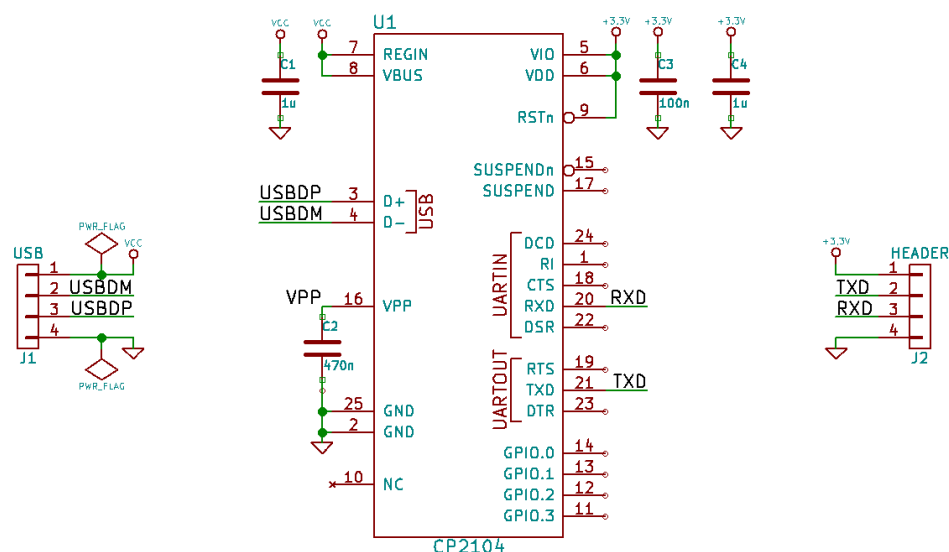
Στη συνέχεια, συνδέστε τους πυκνωτές 1u και 100n ως bypass στο 3.3V, δηλαδή ανάμεσα στο 3.3V και στο GND. Για να το κάνετε αυτό και το κύκλωμα να παραμείνει ευανάγνωστο μπορείτε να προσθέσετε επιπλέον εξαρτήματα GND. Όλα τα εξαρτήματα GND που θα προσθέσετε συμβολίζουν το ίδιο σημείο, τον ίδιο κόμβο στο κύκλωμά σας, τον κόμβο της γείωσης. 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).

Στη συνέχεια, θα πρέπει να συνδέσουμε όλους τους ακροδέκτες των USB και Header. Αν συνδέαμε απευθείας μεταξύ τους όλους του ακροδέκτες το κύκλωμα



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

δεν θα ήταν ιδιαίτερα ευανάγνωστο και οργανωμένο διότι θα υπήρχαν πολλά διασταυρούμενα (αλλά μην 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 το VCC.

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

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

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

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

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

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

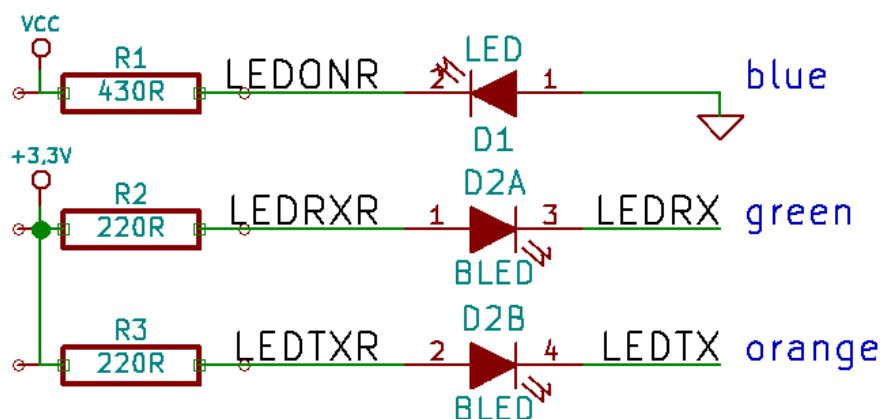
Τοποθετήστε σύρμα από τον ακροδέκτη 3 του HEADER έως το TXD του CP2104, χρησιμοποιώντας ετικέτα με όνομα TXD.

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.

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



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

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

Στη συνέχεια, τοποθετήστε σύρμα που να συνδέει το 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 το 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 LEDRX, με τον ακροδέκτη 14 του CP2104.

Στη συνέχεια, προσθέστε κείμενο δίπλα στα LED ώστε να είναι σαφές τι χρώμα είναι το κάθε ένα (μονό 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).

3.5.3 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.

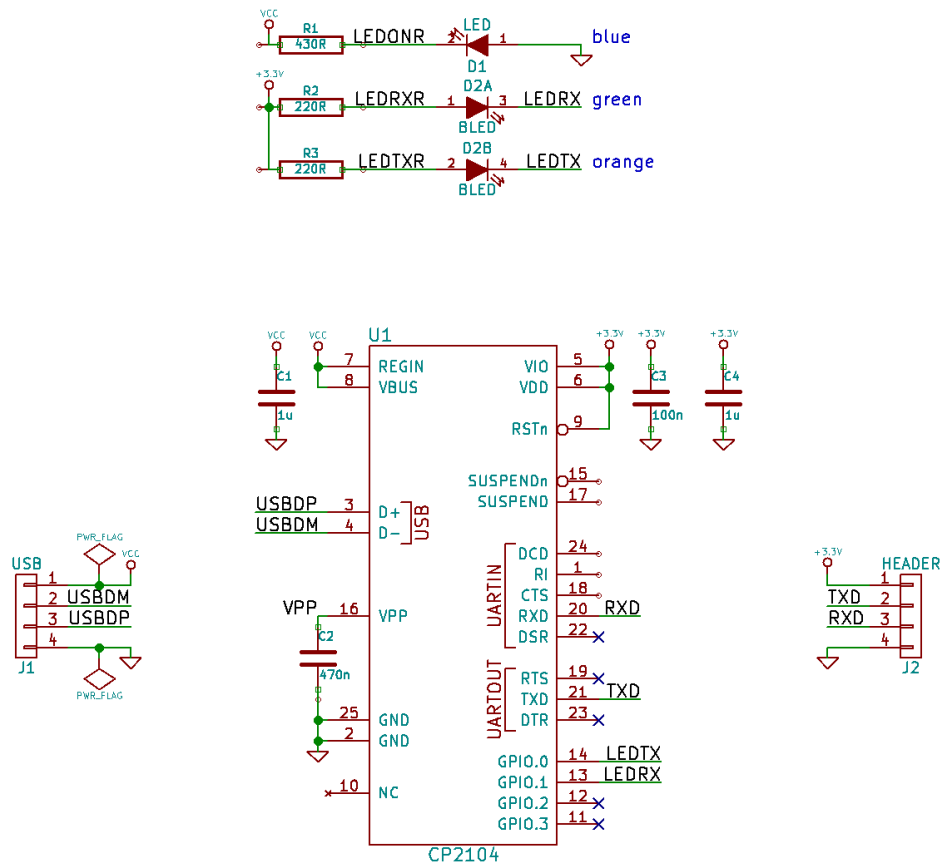
Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, όλα τα εξαρτήματα θα έχουν συγκεκριμένες, αριθμημένες ονομασίες αναφοράς (και όχι ερωτηματικά).

3.5.4 Έλεγχος Ηλεκτρικών Κανόνων

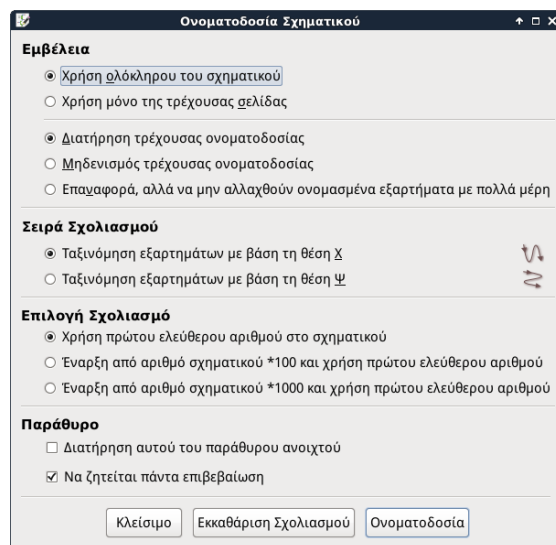
Αφού ολοκληρωθεί η ονοματοδοσία, πρέπει να κάνουμε Έλεγχο Ηλεκτρικών Κανόνων στο κύκλωμα, ώστε να αναλύσει το κύκλωμα το KiCad και να μας ενημερώσει για πιθανά προβλήματα όπως πχ αν έχουμε ξεχάσει να συνδέσουμε ένα δίκτυο ή αν ένας ακροδέκτης εξαρτήματος έχει χαρακτηρισμό Είσοδος αλλά είναι συνδεδεμένος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

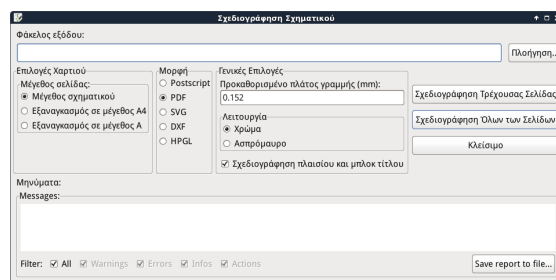
Αν έχετε χρησιμοποιήσει τα αρχεία του tutorial, ο Ελεγκτής Ηλεκτρικών Κανόνων πρέπει να σας βγάλει μία προειδοποίηση: ότι ο ακροδέκτης 9 (χαρακτηρισμένος ως αμφίδρομος στο εξάρτημα) του CP2104 είναι συνδεδεμένος με τον ακροδέκτη 6 (χαρακτηρισμένος ως έξοδος) του CP2104. Αυτό φαίνεται στο KiCad να είναι 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 (εξάλλου εμείς το δημιουργήσαμε το εξάρτημα, από το μηδέν) και να αλλάξουμε τον χαρακτηρισμό του ακροδέκτη 9 σε είσοδο.



Σχήμα 45: Πλήρως σχεδιασμένο κύκλωμα



Σχήμα 46: Παράθυρο Ονοματοδοσίας



Σχήμα 47: Παράθυρο Σχεδιογράφησης

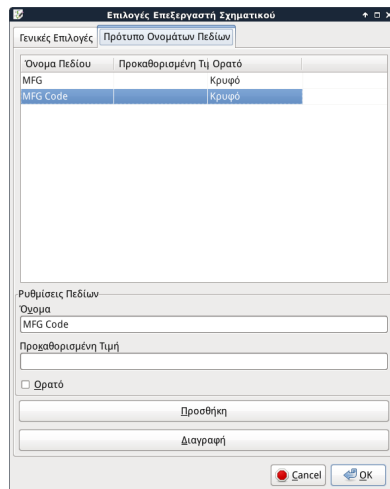
3.5.5 Εκτύπωση σχηματικού σε pdf

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.

3.5.6 Σημιουργία 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.

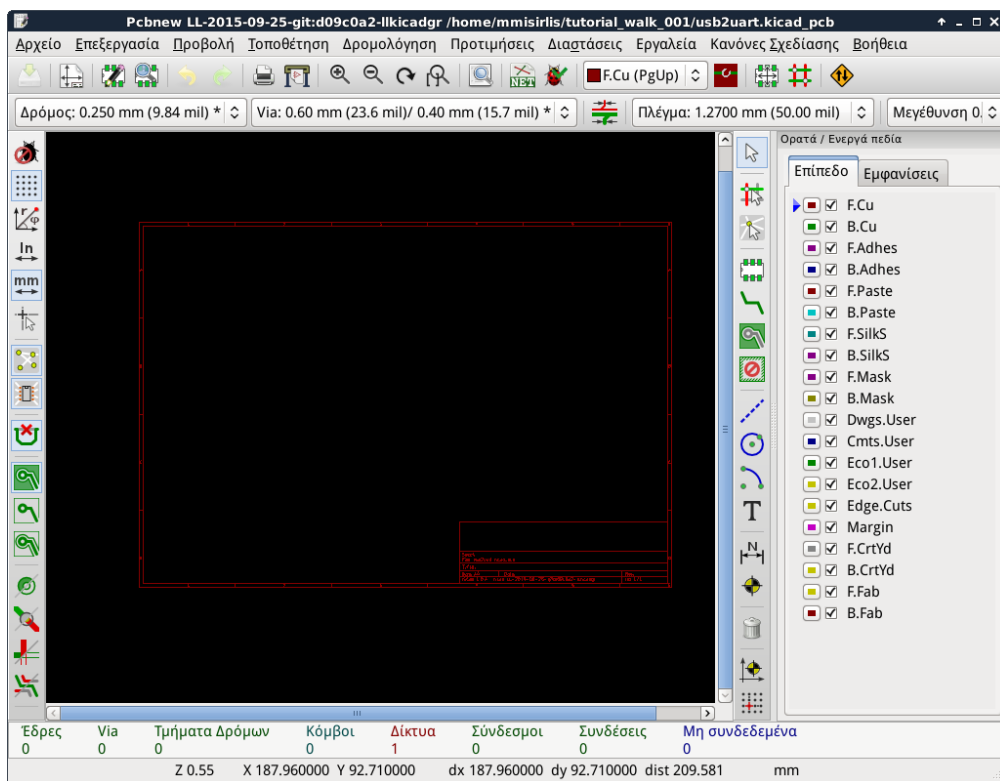
Συνίσταται να πάρετε τις πληροφορίες αυτές (κατασκευαστή και κωδικό εξαρτήματος για όλα τα εξαρτήματα) από τα αρχεία του tutorial, καθώς η έρευνα αγοράς για υλικά και η εμπορική τους σύγκριση είναι μία επίπονη διαδικασία που ξεφεύγει από τα πλαίσια του tutorial.

3.5.7 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.

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 Δημιουργία πλακέτας

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

Αφού βρεθείτε στην κεντρική οθόνη του Pcbnew (σχήμα 49), επιλέξτε από το μενού Αρχείο → Αποθήκευση. Το Pcbnew θα δημιουργήσει ένα νέο αρχείο στον υπολογιστή σας, το αρχείο usb2uart.kicad_pcb και θα το αποθηκεύσει μαζί με τα υπόλοιπα αρχεία του έργου σας.

Η κεντρική οθόνη του Pcbnew αποτελείται από τα παρακάτω

- ένας κενός χώρος για σχεδίαση στο κέντρο της οθόνης
- γραμμή μενού στο πάνω μέρος της οθόνης
- μπάρα βασικών λειτουργιών στο πάνω μέρος της οθόνης
- μπάρα με γενικές λειτουργίες στο αριστερό μέρος της οθόνης

- μπάρες με συγκεκριμένες λειτουργίες σχεδίασης στο δεξί μέρος της οθόνης
- λίστα όλα τα επίπεδα της πλακέτας στο δεξί μέρος της οθόνης

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

Αρχικά πρέπει να ορίσουμε τις ιδιότητες της σελίδας μας, από το μενού Αρχείο → Ρυθμίσεις σελίδας. 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.

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. 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, κα

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 (F.Cu) και να εμφανίζεται πράσινο το πίσω επίπεδο (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.

Αφού ορίσουμε τα επίπεδα, πρέπει να καθορίσουμε τους κανόνες σχεδίασης που θα διέπουν την πλακέτα μας. Από το μενού επιλέξτε Κανόνες Σχεδίασης → Κανόνες Σχεδίασης. Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί ορίστε το Διάκενο στα 0,2mm το Πλάτος Δρόμου στα 0.25mm και τη Διάμετρο/Διάτρηση Via στα 0,7/0,4mm. Αφού ορίσετε όλες αυτές τις διαστάσεις, πατήστε OK και θα επανέλθετε στην κεντρική οθόνη του Pcbnew.

Μία πολύ χρήσιμη λειτουργία για τη σχεδίαση στο Pcbnew είναι ο ορισμός και η αλλαγή του πλέγματος το οποίο υπάρχει νοητά πάνω στο κύκλωμά 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 έννοια και δεν επηρεάζει με κανένα τρόπο το κύκλωμά μας. Για να αλλάξει το πλέγμα, κάνουμε δεξί κλικ σε κενό χώρο της κεντρικής οθόνης και επιλέγουμε Επιλογή Πλέγματος.

Στη συνέχεια θα χρειαστεί να ορίσουμε τις βιβλιοθήκες αποτυπωμάτων που θα χρησιμοποιήσουμε.

Από μενού επιλέξτε Προτιμήσεις → Διαχειριστής Βιβλιοθηκών Αποτυπωμάτων. Σε αυτό το παράθυρο, επιλέξτε Προσθήκη με Οδηγό και προσθέστε από το αποθετήριο <https://github.com/KiCad> τις παρακάτω βιβλιοθήκες

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

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.

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

Συγκεκριμένα για το κύκλωμα usb2uart που θέλουμε να σχεδιάσουμε, πρέπει να σχεδιάσουμε με τον Επεξεργαστή Αποτυπώματος το αποτύπωμα για το διπλό LED που χρησιμοποιούμε (εξάρτημα bLED, αποτύπωμα bLED_0603) και για το ολοκληρωμένο που χρησιμοποιούμε (εξάρτημα CP2104, αποτύπωμα qfn24), 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 του tutorial.

4.3 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, εκτελούμε το πρόγραμμα Eeschema, και από το μενού επιλέγουμε Εργαλεία → Αντιστοίχιση Αποτυπωμάτων με Εξαρτήματα. Αυτό θα εκτελέσει τη βοηθητική εφαρμογή Cnrcb η οποία κάνει ακριβώς αυτή τη δουλειά. Αυτό σημαίνει ότι φορτώνει τη Λίστα Δικτύων του κυκλώματος (την οποία παράξαμε στο τέλος της σχεδίασης του σχηματικού), και μας επιτρέπει να ορίσουμε για κάθε εξάρτημα στη λίστα και ένα αρχείο αποτυπώματος.

Αφού ολοκληρώσετε την αντιστοίχιση, επιλέξτε από το μενού Αρχείο → Αποθήκευση ώστε να αποθηκευτεί η αντιστοίχιση στο αρχείο usb2uart.cmp. Με αυτό τον τρόπο, θα μπορούμε να φορτώσουμε αυτό το αρχείο στο Pcbnew να γνωρίζει το Pcbnew ποια είναι τα εξαρτήματα του κυκλώματος.

Αφού κάνετε τα παραπάνω, κλείστε την εφαρμογή Cnrcb.

4.4 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.

Στη συνέχεια επιλέξτε στο μενού Εργαλεία → Λίστα Δικτύων, στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέξτε Ανάγνωση τρέχουσας λίστας δικτύων και τέλος επιλέξτε Κλεί-

σιμο.

4.4.1 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, μπορείτε να μετακινήσετε ένα προς ένα τα εξαρτήματα ώστε να τα τοποθετήσετε (και πάλι προσωρινά) το ένα δίπλα στο άλλο ώστε να 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,Y) 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 αποτυπώματος 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 Yes/Ναι αν η εφαρμογή σας ζητήσει να επιβεβαιώσετε τη λειτουργία.

Πλέον όλα τα αποτυπώματα είναι τακτοποιημένα στην άκρη της σελίδας, και έτοιμα να τα τοποθετήσετε ένα προς ένα στις τελικές τους θέσεις.

4.4.2 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 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.

4.4.3 Οριστική τοποθέτηση αποτυπωμάτων

Σε αυτό το σημείο θα μετακινήσουμε τα αποτυπώματα στις τελικές θέσεις τους στην πλακέτα μας. Στο κάτω μέρος της κεντρικής οθόνης του Pcbnew εμφανίζονται πολλές χρήσιμες πληροφορίες για το κύκλωμα, και για αντικείμενο που έχετε

επιλέξει. Βασική πληροφορία είναι οι συντεταγμένες X και Ψ 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 να πατήσετε το πλήκτρο e.

Στο Παράθυρο Ιδιότητες Αποτυπώματος που εμφανίζεται, στο κάτω αριστερό μέρος του, μπορείτε να ορίσετε την ακριβή θέση του αποτυπώματος με βάση συντεταγμένες.

Στη συνέχεια ορίστε το πλέγμα στα 1mm.

Μετακινήστε το U1 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 και από το παράθυρο 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 J1 στις συντεταγμένες (133,105) και κλειδώστε το.

Στη συνέχεια μετακινήστε το J2 στις συντεταγμένες (156,105) και κλειδώστε το.

Στη συνέχεια ορίστε το πλέγμα στα 0,25mm.

Στη συνέχεια μετακινήστε το C1 στις συντεταγμένες (146.50 108.50), και περιστρέψτε το κατά 90 μοίρες. Για να περιστρέψετε ένα εξάρτημα κατά 90 μοίρες, κάντε δεξί κλικ επάνω και από το παράθυρο που εμφανίζεται επιλέξτε Αποτύπωμα (στοιχεία αποτυπώματος) → Περιστροφή. 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.

Στη συνέχεια μετακινήστε το C2 στις συντεταγμένες (151.50 104.25), και περιστρέψτε το κατά 270 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε το C3 στις συντεταγμένες (143.00 106.75).

Στη συνέχεια μετακινήστε το C4 στις συντεταγμένες (143.00 105.50).

Στη συνέχεια μετακινήστε το D1 στις συντεταγμένες (144.50 109.75), και περιστρέψτε το κατά 270 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε το D2 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 το R2 στις συντεταγμένες (149.75 109.75), και περιστρέψτε το κατά 90 μοίρες.

Στη συνέχεια μετακινήστε το R3 στις συντεταγμένες (153.25 109.75), και περιστρέψτε το κατά 90 μοίρες.

Πλέον έχουμε τοποθετήσει τα αποτυπώματα στις τελικές θέσεις τους.

4.5 Δημιουργία αγωγίων ζωνών και δρόμων

4.5.1 Σχεδίαση ορίων πλακέτας

Αρχικά ορίστε το πλέγμα στα 1mm.

Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού στο κέντρο του U1 και πατήστε το πλήκτρο space για να οριστεί αυτό το σημείο ως το σημείο έναρξης των σχετικών συντεταγμένων.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να ορίσουμε τα όρια της πλακέτας. Για να το κάνουμε αυτό δεν υπάρχει κάποιο ειδικό εργαλείο, αλλά αρκεί να σχεδιάσουμε γραμμές γραφικών στο επίπεδο Edge.Cuts.

Από το δεξί μέρος της κεντρικής οθόνης του Pcbnew, επιλέξτε το επίπεδο Edge.Cuts ως τρέχον επίπεδο.

Στο επίπεδο Edge.Cuts σχεδιάστε ένα ορθογώνιο διαστάσεων 32x18mm με σχετικές συντεταγμένες (-19,-9) πάνω αριστερά και (13, 9) κάτω δεξιά.

Για να το κάνετε αυτό βεβαιωθείτε ότι έχετε ορίσει το κέντρο του U1 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.

4.5.2 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 U1 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.

Η ζώνη θα είναι στο επίπεδο B.Cu και θα έχει συντεταγμένες (-18,8) πάνω αριστερά και (12,8) κάτω δεξιά.

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.

Στη συνέχεια ορίστε το πλέγμα στα 1mm.

- 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 την κάτω δεξιά συντεταγμένη της ζώνης. Αφού την ορίσετε, κάντε δεξί κλικ πάνω στο περίγραμμα της ζώνης και επιλέξτε Ζώνη → Γέμισμα ζώνης.

4.5.3 Προσθήκη αγωγίμων δρόμων

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 αριστερή 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 U1).

Στη συνέχεια σχεδιάστε όλους του υπόλοιπους αγωγίμους δρόμους, με οδηγό τις συνδέσεις που εμφανίζει η φωλιά συνδέσεων.

Ειδικά για την κεντρική σύνδεση VCC, προσθέστε στους κανόνες σχεδίασης αγωγιμο δρόμο πλάτους 0,5mm και χρησιμοποιήστε τον για τους δρόμους του δικτύου του VCC.

4.5.4 Προσθήκη ζώνης 3,3V

Αρχικά ορίστε το πλέγμα στα 1mm.

Στη συνέχεια προσθέστε μία ζώνη όπως προηγουμένως, με συντεταγμένες (-17,7) πάνω αριστερά και (11,7) κάτω δεξιά, και τις παρακάτω ιδιότητες.

- 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

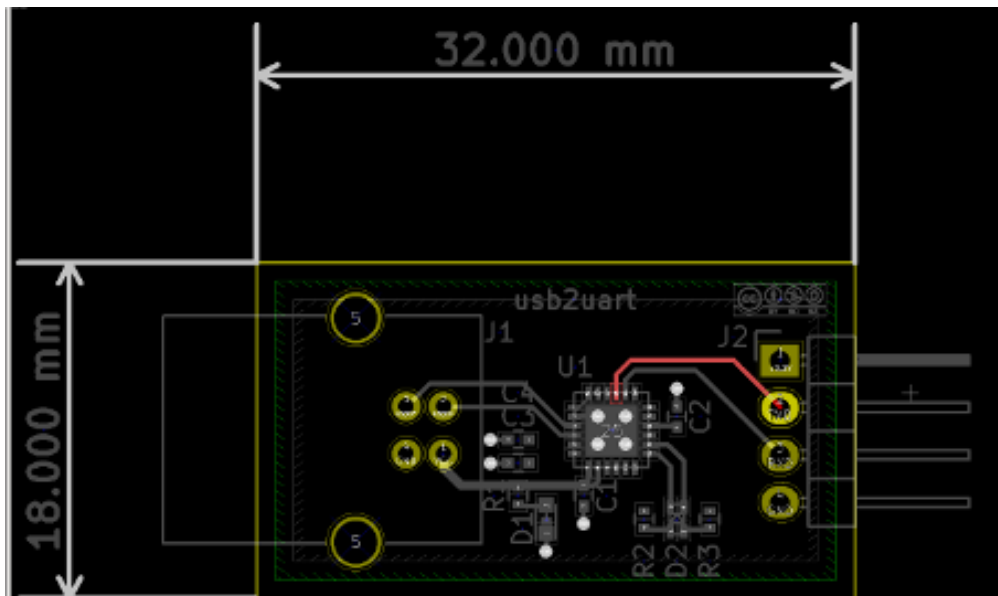
Αφού ορίσετε τη ζώνη, κάντε δεξί κλικ πάνω στο περίγραμμα αυτής της ζώνης και επιλέξτε Ζώνη → Γέμισμα ζώνης.

Πλέον έχουμε τελειώσει ουσιαστικά τον ηλεκτρικό σχεδιασμό της πλακέτας.

4.5.5 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 8, ύψος 7, πάχος 12). Αυτό γίνεται από το μενού Επεξεργασία → Ορισμός Μεγεθών για Πεδία Αποτυπωμάτων.
- Τοποθέτηση σε ομοιόμορφη θέση (πχ πάνω αριστερά από το αποτύπωμα) για όλες τις ενδείξεις αναφοράς αποτυπωμάτων. Αυτό γίνεται μετακινώντας μία προς μία όλες ενδείξεις αναφοράς.



Σχήμα 50: Τελικό κύκλωμα πλακέτας

- Τοποθέτηση κειμένων γραφικών όπου θέλουμε στην πλακέτα, με το όνομα του κυκλώματος, την ένδειξη copyright, κα. Αυτό γίνεται από το μενού Τοποθέτηση → Κείμενο και τοποθέτηση όποιου κειμένου θέλουμε στο επίπεδο F.Silks.

Σε αυτό το σημείο έχουμε τελειώσει τον σχεδιασμό, και πρέπει να κάνουμε έναν ηλεκτρικό έλεγχο με το εργαλείο του KiCad που βρίσκεται στο μενού Εργαλεία → ΕΚΣ (Έλεγχος Κανόνων Σχεδίου).

Πλέον έχουμε ολοκληρώσει πλήρως τον σχεδιασμό της πλακέτας, και είμαστε έτοιμοι να δημιουργήσουμε αρχεία παραγωγής τα οποία θα δώσουμε σε ένα εργοστάσιο και θα μας κατασκευάσει την πλακέτα.

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.

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.

- Μορφή σχεδιογράφησης: Gerber
- 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
- 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. 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.

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 (παράχθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο)

- λίστα υλικών (παράχθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο)

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