



**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ Τ.Ε.  
ΑΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

Πλακέτες σύνδεσης φωτοδιόδων για χρήση σε μη  
παρεμβατικούς βιοϊατρικούς αισθητήρες

---



Όνοματεπώνυμο: ΚΑΡΑΝΑΤΣΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής: ΚΙΖΗΡΟΓΛΟΥ ΜΙΧΑΗΛ

# Abstract

---

The subject of this dissertation is the use of photodiode arrays.

One of the most important components that led to the development of our culture is the rapid development of technology. Our everyday problems and the effort to solve them gives us a good chance to get to know the photodiodes, as we now see a variety of applications in "smart" machines we use every day in our lives. A good example of such a "smart" machine is in public transport and is the ticket printing machine. Further analysis of the photodiodes is given in the following pages.

# Περίληψη

---

Αντικείμενο ενασχόλησης της διπλωματικής μας εργασίας είναι οι φωτοδιόδοι.

Ένα από τα σπουδαιότερα συστατικά που οδήγησαν στην εξέλιξη του πολιτισμού μας είναι η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας. Τα καθημερινά μας προβλήματα και η προσπάθεια επίλυσης τους μας δίνει μια καλή ευκαιρία να γνωρίσουμε τις φωτοδιόδους, καθώς συναντούμε πλέον ποικίλες εφαρμογές τους σε “έξυπνες” μηχανές που χρησιμοποιούμε καθημερινά στη ζωή μας. Ένα καλό παράδειγμα μιας τέτοιας “έξυπνης” μηχανής βρίσκεται στην αστική συγκοινωνία και είναι η μηχανή τύπωσης εισιτηρίου. Περαιτέρω ανάλυση των φωτοδιόδων παρατίθεται στις παρακάτω σελίδες.

# Ευχαριστίες

---

Στο πλαίσιο εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Dr. Κιζήρογλου Μιχαήλ καθώς με το θέμα που μου ανέθεσαι μου έδωσε την ευκαιρία να αναπτυχθώ και να μάθω πληθώρα πραγμάτων στο αντικείμενο των ηλεκτρονικών. Η καταλυτική του συμβολή έρχεται με παρατηρήσεις και διορθώσεις, αλλά με πιο σημαντική την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το τμήμα για την υλική του προσφορά στην εργασία, την εταιρία φανιάδης PCB για τον τεχνικό εξοπλισμό καθώς και τον ηλεκτρονικό μηχανικό Κωτούλα Βασίλη για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο.

# Περιεχόμενα

---

|  |  |
|--|--|
| Abstract.....                                    |  |
| Περίληψη.....                                    |  |
| Ευχαριστίες.....                                 |  |
| Περιεχόμενα.....                                 |  |
| Επεξήγηση ακρωνύμων.....                         |  |
| 1. Εισαγωγή.....                                 |  |
| 1.1 Φωτοδίοδος (photo diode).....                |  |
| 1.2 Αρχή λειτουργίας (Working of principle)..... |  |
| 1.3 Επιλογή φωτοδιόδου.....                      |  |
| 1.4 Λειτουργία επιλεγθέντας φωτοδιόδου .....     |  |
| 2. Σχεδιαστικές προδιαγραφές.....                |  |
| 2.1 Στόχοι και Προδιαγραφές.....                 |  |
| 2.2 Σχεδιασμός και Πρόγραμμα.....                |  |
| 2.3 Βήματα ανάπτυξης του συστήματος.....         |  |
| 3. Τεχνικές συγκόλλησης.....                     |  |
| 3.1 Συγκόλληση με κολλητήρι.....                 |  |
| 3.2 Συγκόλληση overflow.....                     |  |
| 3.3 Βιομηχανική συγκόλληση.....                  |  |
| 4. Περιγραφή πλακέτας.....                       |  |
| 3.1 Πλακέτα φωτοδιόδου.....                      |  |
| 3.2 Συνδεσμολογία με BeaglBone .....             |  |
| 5. Περιγραφή υλικού.....                         |  |
| 4.1 Αισθητήρια.....                              |  |
| 6. Connectors & FFC Cable Jumper.....            |  |
| 6.1 Receptacle Connectors.....                   |  |
| 6.2 Cable Jumper.....                            |  |
| 6.3 Ακιδοσειρά.....                              |  |

# Επεξήγηση ακρωνύμων

---

- FFC Flat Flexible Cable
- NON-ZIF NON Zero Insertion Force
- PCB Printed Circuit Board
- USB Universal Serial Bus
- PCM Photoconductive Mode
- UVR Ultraviolet Radiation
- PC Programmable Computer

# 1. Εισαγωγή

---

Η ανάγκη του ανθρώπου για συνεχής βελτίωση της καθημερινής του ζωής καθώς και διευκόλυνσης αυτής, συνέβαλε τα μέγιστα στην ραγδαία ανάπτυξη του τεχνολογικού μας πολιτισμού. Στα πλαίσια λοιπόν αυτών των προσπαθειών μηχανικοί και επιστήμονες κατασκευάζουν σήμερα διαφόρων τύπων μηχανές με εξέχοντα ρόλο σε αυτές να έχουν οι οπτικοί μετατροπής η αλλιώς φωτοδίοδοι. Εξετάζοντας προσεκτικά το περιβάλλον γύρω μας θα συναντήσουμε αρκετές από τις εφαρμογές τους μερικές εκ των οποίων βρίσκονται παρακάτω.

- Ηλεκτρονικές εφαρμογές
- Ψηφιακές εφαρμογές
- Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανέςΑυτόματες πόρτες
- Ιατρικές εφαρμογές (όπως οι ανιχνευτές για υπολογισμένη τομογραφία (συνδεδεμένος με scintillators), όργανα ανάλυσης δειγμάτων)
- Αεροπορικές εφαρμογές ( αυτόματος πιλότος , σύστημα ελέγχου )

## 1.1 Φωτοδίοδος (photo diode)

Οι φωτοδίοδοι είναι διάταξη ημιαγωγών που μετατρέπει το φως σε ρεύμα. Το ρεύμα παράγεται όταν τα φωτόνια απορροφούνται στην φωτοδίοδο . Μια μικρή ποσότητα του ρεύματος παράγεται επίσης όταν δεν υπάρχει φως (φωτόρευμα). Μπορεί να περιέχουν οπτικά φίλτρα, ενσωματωμένους φακούς και μπορεί να έχουν μικρές ή μεγάλες επιφάνειες. Αποτελούνται από μία φωτοευαίσθητη δίοδο πυριτίου, δηλαδή μία επαφή p-n που έχει στην άνω όψη της ένα φωτοαγωγίμο στρώμα. Η λειτουργία βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο [1].

## 1.2 Επιλογή φωτοδιόδου

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τα χαρακτηριστικά κάποιων φωτοδιόδων. Με κίτρινο γέμισμα είναι τα χαρακτηριστικά τις φωτοδιόδου που χρησιμοποιούμε.

**Πίνακας χαρακτηριστικών φωτοδιόδων**

| NAME                           | S4111-16R   | S11299-421  | G7150-16  | S8865-64G   | S11299 series   | TSL1401CL   |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONS                     | 22.86x7.87x2.2<br>mm  | 25.4x10.2x5.42<br>mm  | 22.9x7.5x7.3<br>mm  | 102.4x25x5<br>mm  | 25.4x10.2x4.7<br>mm   | 9.4 x 3 x 1.2<br>mm   |
| DIMENSIONS INSIDE              | 15.9  | 23.625  | -   | 27.94   | 23.625  | 7.5   |
| PHOTOSENSITIVE AREA            | ---   | 1.175x2.0 mm  | 0.08x0.2 mm   | ---   | 1.175x2.0 mm  | ---   |
| PEAK PHOTO SENSITIVITY         | 0.58 A/W  | ---   | 0.95 A/W  | ---   | 0.61 A/W  | ---   |
| WAVELENGTH OF PEAK SENSITIVITY | 960 nm  | 920 nm  | 1.55 μm   | 720 nm  | 920 nm  | 1000 nm   |
| AVAILABILITY                   |   |   |   |   |   | YES   |
| PRICE                          |   |   |   |   |   | 4.85  |
| PACKAGING                      | NO FLAT   | NO FLAT   | NO FLAT   | NO FLAT   | NO FLAT   | FLAT  |
| ELEMENTS                       | 16  | 16  | 16  | 12  | 16  | 128   |
| LINK                           | <a href="https://www.hamamatsu.com/jp/en/product/alpha/P/4105/S411-16R/index.html">https://www.hamamatsu.com/jp/en/product/alpha/P/4105/S411-16R/index.html</a> | <a href="http://www.hamamatsu.com/jp/en/product/alpha/S/4105/S11299-421/index.html">http://www.hamamatsu.com/jp/en/product/alpha/S/4105/S11299-421/index.html</a> | <a href="https://www.hamamatsu.com/us/en/product/alpha/I/4108/G7151-16/index.html">https://www.hamamatsu.com/us/en/product/alpha/I/4108/G7151-16/index.html</a> | <a href="http://www.hamamatsu.com/jp/en/product/category/3100/4005/4122/S8865-64G-02/index.html">http://www.hamamatsu.com/jp/en/product/category/3100/4005/4122/S8865-64G-02/index.html</a> | <a href="http://www.hamamatsu.com/eu/en/product/alpha/P/4105/S11299-021/index.html">http://www.hamamatsu.com/eu/en/product/alpha/P/4105/S11299-021/index.html</a> | <a href="http://uk.rs-online.com/web/p/photodetector-arrays/7857692/">http://uk.rs-online.com/web/p/photodetector-arrays/7857692/</a> |

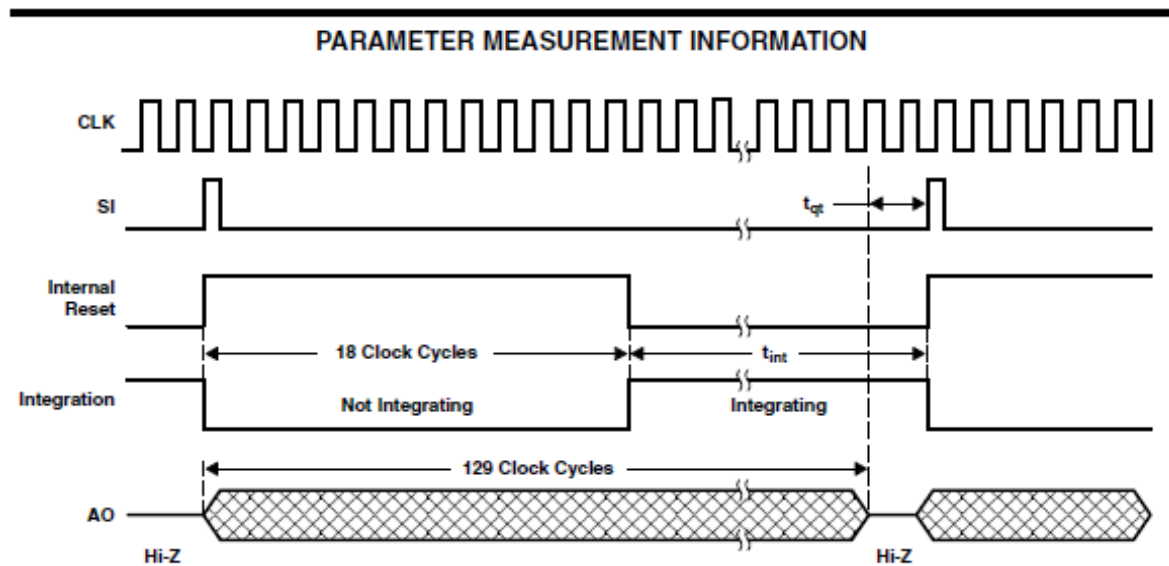


## 1.4 Λειτουργία της φωτοδιόδου που επιλέχθηκε

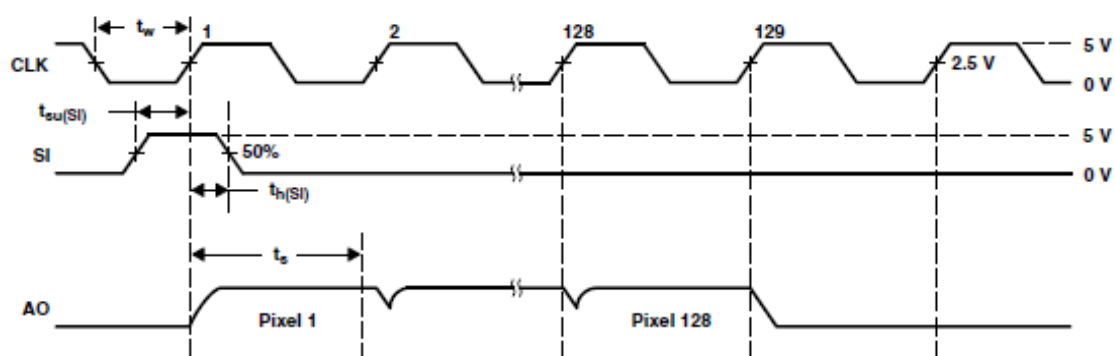
Για την περιγραφή της λειτουργίας της φωτοδιόδου που επιλέχθηκε, παρατίθεται παρακάτω η αντίστοιχη περιγραφή της πτυχιακής εργασίας του Παλαζλί Χασάν, με μικρές τροποποιήσεις:

Η επιλεγθείσα φωτοδιόδος είναι η συστοιχία TSL1401CL. Ο αισθητήρας αποτελείται από 128 φωτοδιόδους διατεταγμένες σε γραμμική διάταξη. Μια φωτεινή ενέργεια η οποία προσπίπτει σε μια φωτοδιόδο παράγει φωτορεύμα, που είναι ενσωματωμένο με το κύκλωμα σε ενεργό ένταξη που σχετίζονται με αυτό το εικονοστοιχείο. Κατά την περίοδο ολοκλήρωσης, ένας πυκνωτής δειγματοληψίας συνδέεται με την έξοδο του ολοκληρωτή μέσω ενός αναλογικού διακόπτη. Η ποσότητα του φορτίου συσσωρεύεται σε κάθε pixel είναι ανάλογη προς την ένταση φωτός και χρόνο ολοκλήρωσης. Η έξοδος και η επαναφορά των ολοκληρωμένων ελέγχεται από ένα καταχωρητή μετατόπισης 128-bit και μια επαναφορά λογικού. Ένας κύκλος εξόδου ξεκινάει με χρονισμό σε ένα λογικό 1 στις SI. Για τη σωστή λειτουργία, μετά τη συνάντησή ο ελάχιστος χρόνος αναμονής, SI πρέπει να είναι ποιά χαμηλά από την επόμενη ανερχόμενη ακμή του ρολογιού. Ένα εσωτερικό σήμα, που ονομάζεται Hold, παράγεται από την ανερχόμενη ακμή του SI και μεταδίδεται σε αναλογικούς διακόπτες στο κύκλωμα εικονοστοιχείων. Αυτό προκαλεί τους 128 πυκνωτές δειγματοληψίας να αποσυνδεθούν από τους αντίστοιχους ολοκληρωτές τους και να ξεκινήσουν μια περίοδος επαναφοράς ολοκλήρωσης. Καθώς ο παλμός SI χρονίζεται μέσω του καταχωρητή μετατόπισης, το αποθηκευμένο φορτίο στους πυκνωτές δειγματοληψίας συνδέεται διαδοχικά με ένα ενισχυτή εξόδου συζευγμένο φορτίο που δημιουργεί μια τάση στην αναλογική έξοδο A.O.. Ταυτόχρονα, κατά τη διάρκεια των πρώτων 18 κύκλων του ρολογιού, όλοι οι ολοκληρωτές εικονοστοιχείων έχουν επανέλθει, και ο επόμενος κύκλος ολοκλήρωσης αρχίζει από το 19 κύκλο ρολογιού.

Από την 129η ανερχόμενη ακμή ρολοί, ο παλμός SI χρονίζεται έξω από τον καταχωρητή και την αναλογική έξοδο A.O. όπου αναλαμβάνει μια υψηλή κατάσταση σύνθετης αντίστασης. Αυτός ο 129ος παλμός ρολογιού απαιτείται για να τερματίσει την έξοδο του 128ου pixel, και να επιστρέψει την εσωτερική λογική σε μια γνωστή κατάσταση. Εάν είναι επιθυμητός ένας ελάχιστος χρόνος ολοκλήρωσης, τότε ο επόμενος παλμός SI δύνανται να παρουσιαστεί μετά από μια ελάχιστη καθυστέρηση μετά τον 129ο παλμό ρολογιού.



**Figure 1. Timing Waveforms**



**Figure 2. Operational Waveforms**

Σχήμα 1.4.1: Γραφήματα από το datasheet του ts11401cl

## 2. Σχεδιαστικές προδιαγραφές

---

### 2.1 Στόχοι και προδιαγραφές

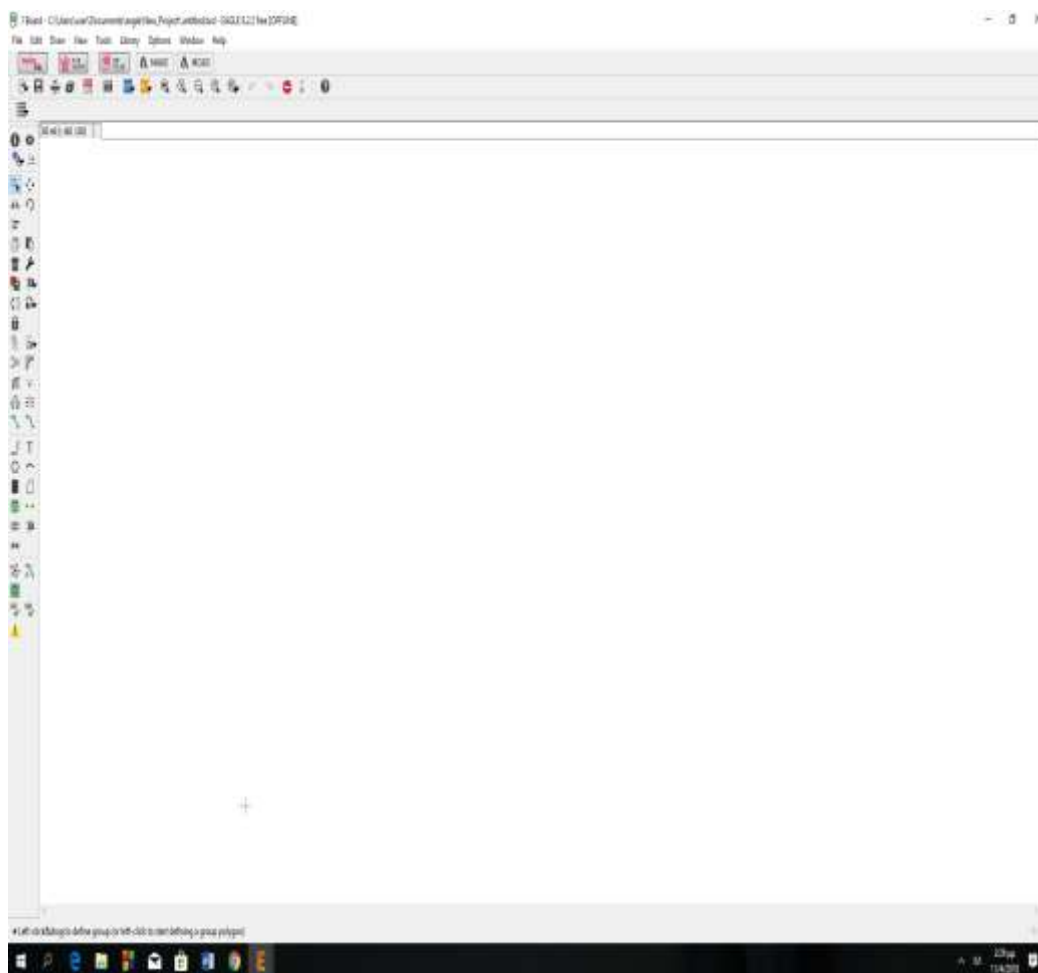
Οι στόχοι που έχουν τεθεί για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας είναι :

Όσον αφορά το προγραμματιστικό κομμάτι, την εκμάθηση του σχεδιαστικού προγράμματος Eagle , τον σχεδιασμό κυκλωμάτων τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε διάφορες εφαρμογές, την παραγωγή αρχείων gerber (.gbr) απαραίτητων για την υλοποίηση του κυκλώματος ,την παραγωγή αρχείων exallon (.xls) για άνοιγμα οπών και διάφορα άλλα τέτοιου τύπου αρχεία.

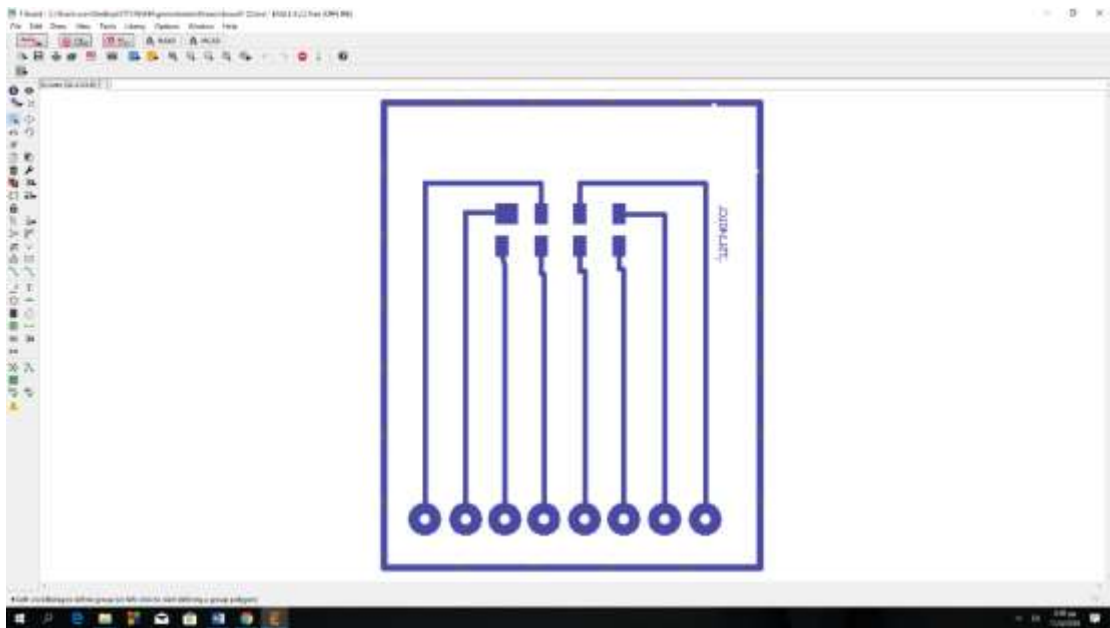
Όσον αφορά το πρακτικό κομμάτι, η εκπόνηση της εργασίας αφορά την επαφή,την εκμάθηση και την χρησιμοποίηση του κατάλληλου εξοπλισμού για την κατασκευή PCB κυκλωμάτων. Επίσης, αφορά την εκμάθηση της επεξεργασίας της πλακέτας μας όπως η συγκόλληση εξαρτημάτων, καθώς και της τεχνικής της κόλλησης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τη σωστή κόλληση των εξαρτημάτων. Σημαντικός στόχος επίσης αποτελεί η επαφή με βιομηχανικού τύπου πρότυπα και η ενημέρωση για τους διάφορους τρόπους κατασκευής και συγκόλλησης τέτοιων κατασκευών.

## 2.2 Σχεδιασμός και Πρόγραμμα

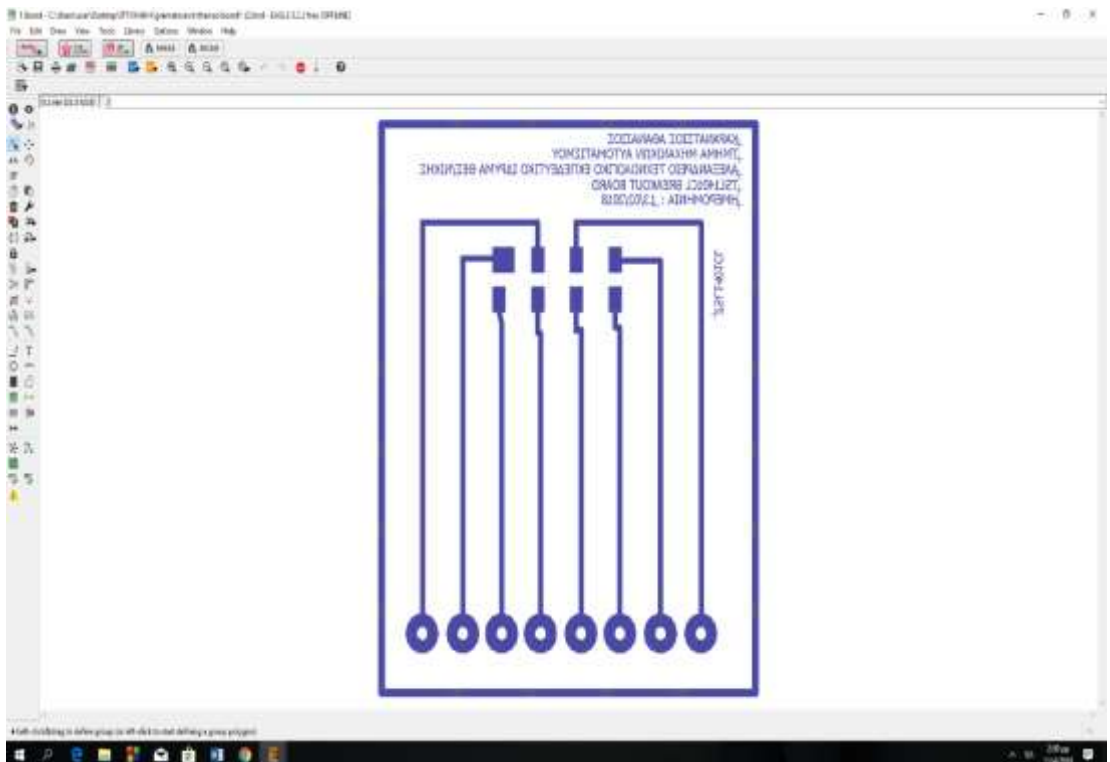
Το πρόγραμμα στο οποίο σχεδιάζουμε το κυκλώμά μας, είναι το EAGLE. Παρακάτω παραθέτουμε εικόνες από το σχεδιαστικό μας περιβάλλον σε διάφορες φάσεις της σχεδίασής μας. Σημαντική υποσημείωση εδώ αποτελεί το Σχήμα 2.2.3:, καθώς αποτελεί αντίγραφο του αρχείου gerber, στο οποίο για να τυπωθεί σωστά ένα κείμενο χρειάζεται να είναι σαν καθρέφτης, δηλαδή ανάποδα.



Σχήμα 2.2.1: Στιγμιότυπο από το σχεδιαστικό πρόγραμμα Eagle



Σχήμα 2.2.2: Στιγμιότυπο από τη σχεδίαση κυκλώματος πλακέτας προσαρμογής ακροδεκτών στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Eagle



Σχήμα 2.2.3: Στιγμιότυπο από το αρχείο GERBER για την παραγωγή της πλακέτας προσαρμογής.

## 2.3 Βήματα ανάπτυξης του συστήματος

1<sup>ο</sup> Βήμα. Ακατέργαστη φωτοευαίσθητη πλακέτα PCB μιας όψεως



Σχήμα 2.3.1: Φωτοευαίσθητη πλακέτα PCB

2<sup>ο</sup> Βήμα. Κατεργασία στις διαστάσεις που χρειαζόμαστε με τη βοήθεια της μόρσας.



Σχήμα 2.3.2: Μόρσα

3<sup>ο</sup> Βήμα. Έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UVR).

Εκθέτουμε την πλακέτα σε υπεριώδη ακτινοβολία μαζί με τη μάσκα, για 1,5 λεπτό.



Σχήμα 2.3.3: Θάλαμος τύπωσης κυκλώματος μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας

4<sup>ο</sup> Βήμα. Αφαίρεση photoresist.

- 1) Για την αφαίρεση του photoresist που δεν καλυπτόταν από τη μάσκα, τοποθετούμε την πλακέτα σε καυστική σόδα για 1 περίπου λεπτό.
- 2) Αναδεύοντας το χημικό κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πετυχαίνουμε ταχύτερο αποτέλεσμα.
- 3) Ξεπλένουμε την πλακέτα καλά με απιονισμένο νερό.



Σχήμα 2.3.4: Καυστική σόδα

5<sup>ο</sup> Βήμα. Αποχάλκωση

- 1) Τοποθετούμε την πλακέτα μας, σε δοχείο με τριχλωριούχο σίδηρο για περίπου 1 ώρα.
- 2) Ξεπλένουμε την πλακέτα καλά με απιονισμένο νερό



Σχήμα 2.3.5: Τριχλωριούχος σίδηρος



6<sup>ο</sup> Βήμα. Άνοιγμα οπών

- 1) Στερεώνουμε στο δράπανο καλά την πλακέτα, ώστε να μην κουνιέται.
- 2) Ολοκληρώνουμε τη διαδικασία για το άνοιγμα των οπών, βάζοντας σε λειτουργία το δράπανο.



Σχήμα 2.3.6: Δράπανο για άνοιγμα οπών

7<sup>ο</sup> Βήμα. Επικασσιτέρωση (προερατικό)

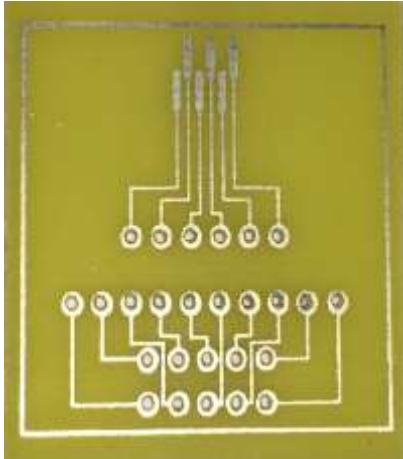
Η επικασσιτέρωση μιας πλακέτας τυπωμένου κυκλώματος(PCB),είναι οχι απαραίτητη,αλλά μια διαδικασία προστασίας και καλής εμφάνισης.Παρακάτω παρατίθενται τα βήματα μετά το άνοιγμα των οπών της πλακέτας μας .

- 1) Αλείφουμε με μια πάστα της οποίας οι αναλογίες είναι 97% κασσίτερος και 3% χαλκός.
- 2) Χρησιμοποιούμε πιστόλι θερμού αέρος για την θέρμανση,με μέγιστη θερμοκρασία τους 650 C για περίπου 1 min.
- 3) Ξεπλένουμε καλά με νερό την πλακέτα μας μέχρι να φύγει όλο το υλικό από πάνω,καθιστώντας την έτοιμη προς χρήση.



Σχήμα 2.3.7: Υλικό επικασσιτέρωσης πλακέτας

Παρακάτω παρατίθενται εικόνες από την επικασιτέρωση της πλακέτας του φοιτητή Hasan Palazlı κατά την εκπόνηση της πτυχιακής του εργασίας.



Σχήμα 2.3.8: Η πλακέτα έτοιμη προς επικασιτέρωση.



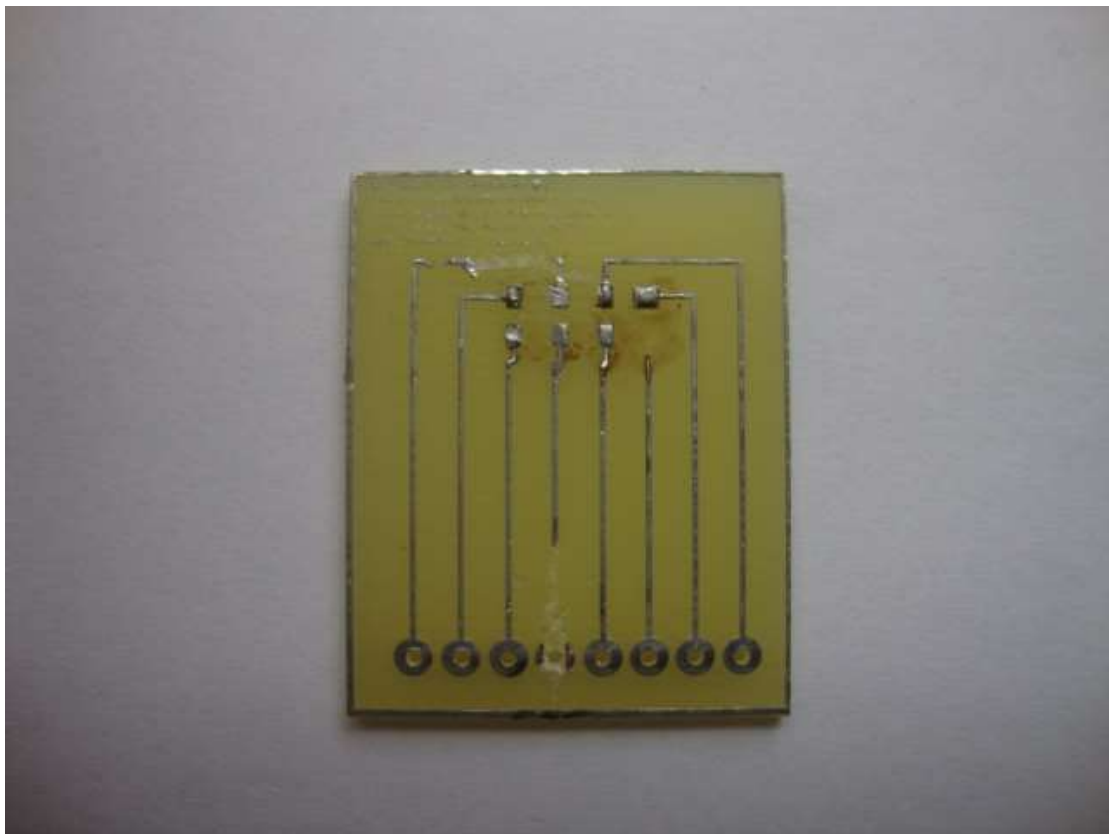
Σχήμα 2.3.19: Η πλακέτα έτοιμη μετά την επικασιτέρωση.

## 3. Τεχνικές Συγκόλλησης

---

### 3.1 Συγκόλληση με κολλητήρι

Ο πιο απλός τρόπος συγκόλλησης είναι αυτός με κολλητήρι. Με τη ρύθμιση στην κατάλληλη θερμοκρασία καταφέρνουμε το λιώσιμο του καλπί και έτσι έχουμε τη δυνατότητα συγκόλλησης υλικών. Μεγάλο πλεονέκτημα της είναι η ταχύτητα που μπορείς να κολλήσεις διάφορα υλικά πάνω στην πλακέτα. Σημαντικό μειονέκτημα παρουσιάζει κατά την συγκόλληση υλικών όπου οι γραμμές της πλακέτας που θα τοποθετηθούν βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας αποτυχημένης προσπάθειας αποτυπώνεται στην παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα 3.1.1: Φωτογραφία της πλακέτας μας μετά από την συγκόλληση με κολλητήρι.

### 3.2 Συγκόλληση overflow

Η κόλληση της διόδου στην πλακέτα μας έγινε με την τεχνική της “προθέρμανσης”(reflow). Η διαδικασία ξεκινά με το γάνωμα της διόδου με καλάι, συνεχίζουμε γανώνοντας την πλακέτα μας με μια ειδική υγρή πάστα και τοποθετούμε, με τη βοήθεια μυτοσίμπιδου για άριστη προσαρμογή, τον αισθητήρα πάνω στις γανωμένες γραμμές. Δεν χρησιμοποιούμε κολλητήρι αλλά πιστόλι θερμού αέρος. Ρυθμίζουμε το πιστόλι μας στους 400 C περίπου, και θερμαίνουμε την πλακέτα από το κάτω μέρος σε οριζόντια κλίση και με χαμηλή πίεση στο πιστόλι. Μόλις η πλακέτα μας φτάσει τους περίπου 230 °C λιώνει το καλάι πάνω στον αισθητήρα και διαδικασία φτάνει στο τέλος της. Χρησιμοποιήσαμε την τεχνική αυτή γιατί προσφέρει σχεδόν άριστη προσαρμογή του αισθητήρα μας στην πλακέτα και μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο καταστροφής των γραμμών μας.

### 3.3 Βιομηχανική συγκόλληση

Ο πιο αξιόπιστος τρόπος συγκόλλησης εξαρτημάτων είναι η χρήση του PGA STATION. Η μηχανή αυτή έχει τη δυνατότητα να “φορτώνει” το πρόγραμμα του προφίλ του εξαρτήματος από το εκάστοτε datasheet. Από τα χαρακτηριστικά του εξαρτήματος λαμβάνει τις τέλειες συνθήκες που πρέπει να επικρατούν, όπως για παράδειγμα την ακριβή θερμοκρασία καθώς και τον ακριβή χρόνο παραμονής σε διάφορες θερμοκρασίες για την σωστή κόλληση. Στο καθαρά πρακτικό μέρος αυτής της μεθόδου τοποθετούμε την πλακέτα μας σε ειδική βάση όπου η θερμότητα πλέον προκαλείτε από πλάκες θερμικής ακτινοβολίας.



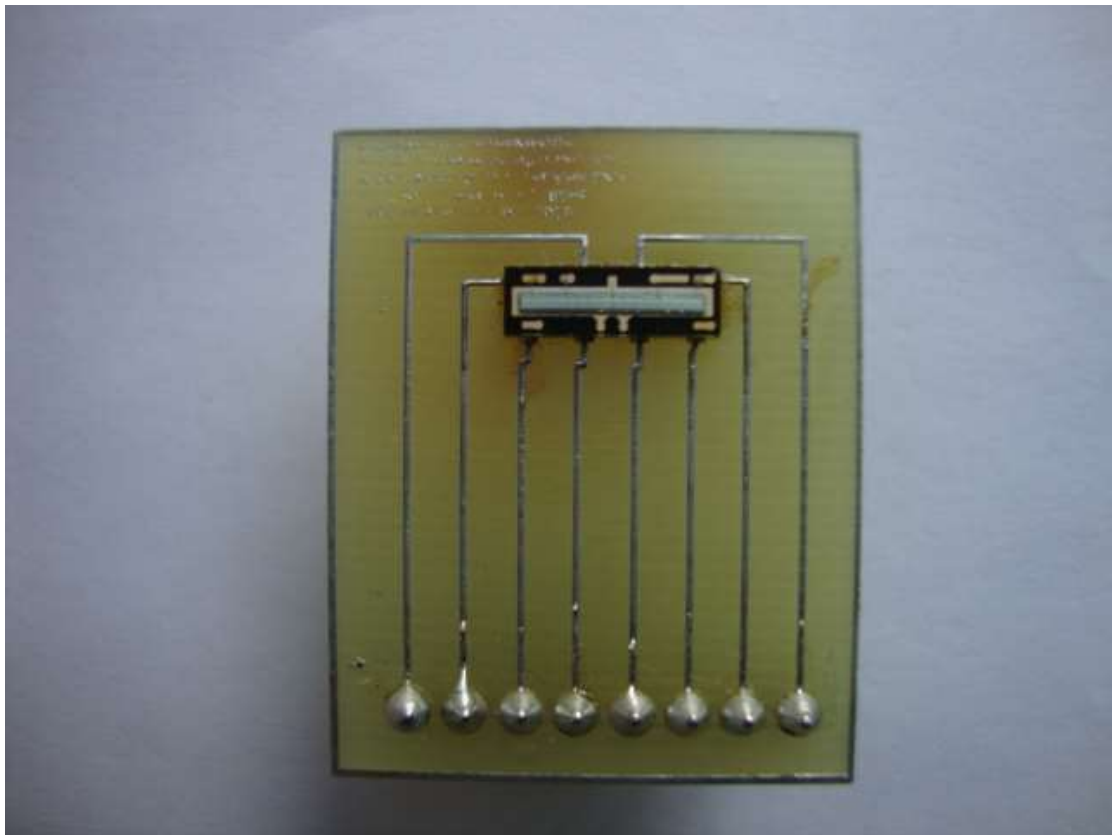
Σχήμα 3.1.1: Φωτογραφία PGA STATION

## 4. Περιγραφή πλακετών

---

Παρακάτω παρατίθενται κάποιες εικόνες από το κύκλωμα τυπωμένο πάνω στις πλακέτες και έτοιμο προς χρήση.

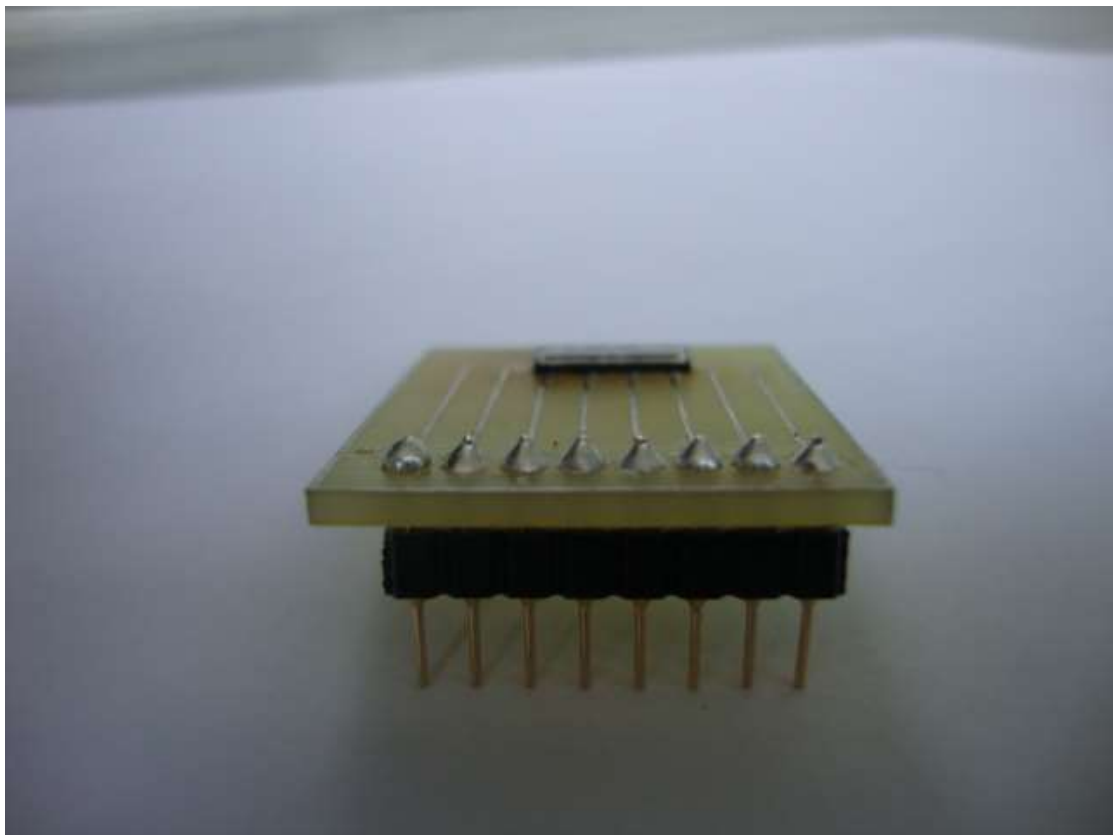
### 4.1 Πλακέτα φωτοδιόδου



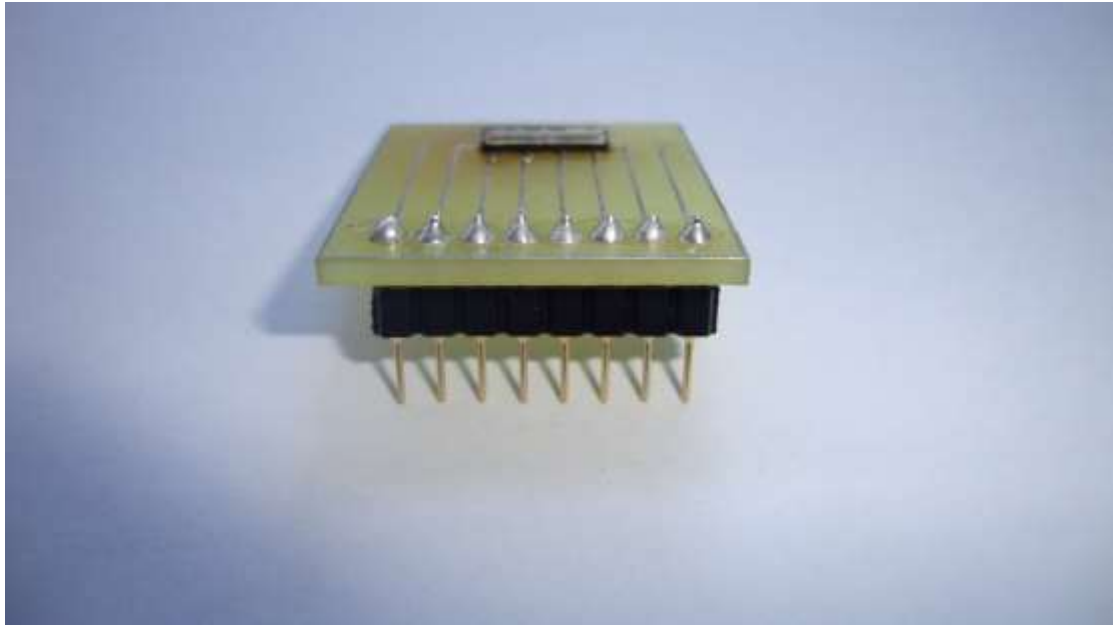
Σχήμα 4.1.1: Φωτογραφία της πλακέτας σύνδεσης του TSL1401CL



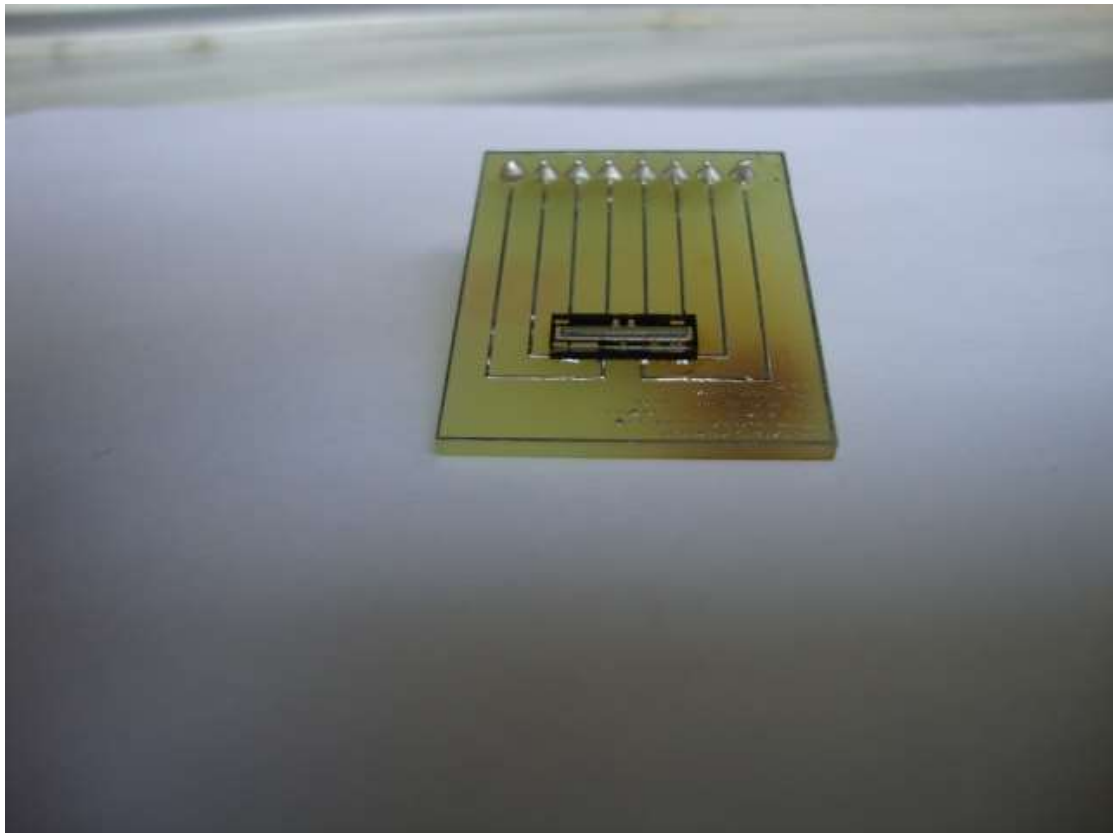
Σχήμα 4.1.2: Φωτογραφία της πλακέτας σύνδεσης του TSL1401CL



Σχήμα 4.1.3: Φωτογραφία της πλακέτας σύνδεσης του TSL1401CL



Σχήμα 4.1.4: Φωτογραφία της πλακέτας σύνδεσης του TSL1401CL



Σχήμα 4.1.5: Φωτογραφία της πλακέτας σύνδεσης του TSL1401CL



## 4.2 Συνδεσμολογία με BeagleBone

Παρακάτω παρατίθεται η περιγραφή του Παλαζλί Χασάν για το σύστημα BeagleBone, με μικρές τροποποιήσεις:

Η Texas Instruments σε συνεργασία με την Digi-Key και την Newark element14, παράγει το BeagleBone. Το BeagleBone είναι υλικό χαμηλής ισχύος ανοικτού κώδικα υπολογιστή. Το BeagleBone σχεδιάστηκε επίσης με την ανάπτυξη λογισμικού ανοικτού κώδικα στο μυαλό, και λειτούργησε ως ένα μέσο για να αναδειχθεί η Texas Instruments OMAP3530 system-on-a-chip. . Το διοικητικό συμβούλιο αναπτύχθηκε από μια μικρή ομάδα μηχανικών, και λειτούργησε ως εκπαιδευτικό συμβούλιο με σκοπό και προοπτική, να χρησιμοποιηθεί σε κολέγια σε όλο τον κόσμο για να διδάξει τις ικανότητες ανοικτού υλικού πηγής και λογισμικού. Πωλείται επίσης στο κοινό υπό την άδεια της Creative Commons share-alike. Έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας Cadence OrCAD για σχηματικές παραστάσεις και Cadence Allegro για την κατασκευή PCB. Η BeagleBone είναι πλακέτα που λειτουργεί ως USB ή Ethernet. Είναι μικρή και με τις δυνατότητες ARM υψηλής απόδοσης.

## 5. Περιγραφή υλικού

---

### 5.1 Αισθητήρια

Η συστοιχία TSL1401CL, είναι γραμμικός αισθητήρας που αποτελείται από έναν πίνακα φωτοδιόδων  $128 \times 1$  pixel, που συνδέει τον ενισχυτή με την φόρτιση του κυκλώματος, και μια λειτουργία εσωτερικών δεδομένων που προβλέπει ταυτόχρονα την έναρξη και ολοκλήρωση των εικονοστοιχείων για όσες φορές χρειαστεί να αρχίσουν και να σταματήσουν. Μια φώτο-ευαίσθητη περιοχή των 3,524.3 τετραγωνικών μικρόμετρων, αποτελεί το καθένα από τη σειρά των 128 pixels, με την απόσταση μεταξύ των εικονοστοιχείων να βρίσκεται στα 8- $\mu\text{m}$ . Η λειτουργία απλοποιείται από τη λογική του εσωτερικού ελέγχου που απαιτεί μόνο μια σειριακή είσοδο (SI) σήμα και ένα ρολόι.



*Σχήμα 5.1.1:* Φωτογραφία της συστοιχίας των 128 pixels του TSL1401CL. (από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή)

## 6. Connectors & FFC Cable Jumper

---

Ένα από τα σημαντικότερα εξαρτήματα επικοινωνίας των πλακετών είναι οι receptacle connectors και τα cable jumper.Υπάρχουν διάφορα είδη connectors είτε αυτά λέγονται ακιδοσειρές όπως στην περίπτωση μας είτε κάποιου άλλου τύπου.Παρακάτω παρατίθενται εικόνες και λίγα λόγια.

### 6.1 Receptacle Connectors

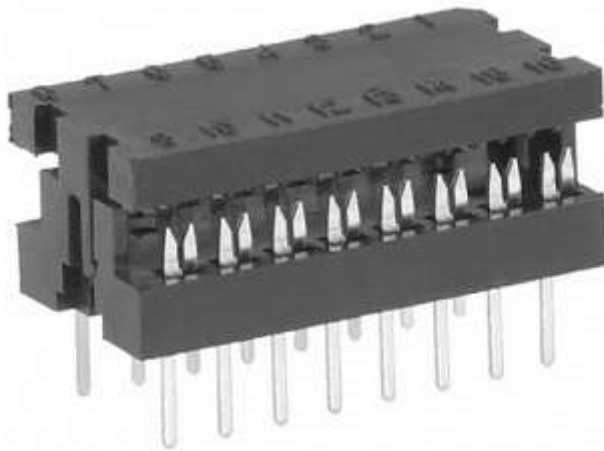
Θέλοντας να δώσουμε τον ορισμό των RECEPTACLE CONNECTORS, θα λέγαμε πως είναι εξαρτήματα αρκετά εύχρηστα και λειτουργικά.Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε συνδεσμολογία,από διάφορες ηλεκτρονικές,ψηφιακές εφαρμογές μέχρι και συνδεσμολογίες μικρο-εφαρμογών.Μεγάλο πλεονέκτημά των CONNECTORS είναι η αξιοπιστία και η ευελιξία που προσφέρουν, μετά την εφαρμογή τους σε κάποιο είδος πλακέτας η κάποιου άλλου σημείου εφαρμογής,και κατόπιν απαραίτητων δοκιμών. Συνοψίζοντας λοιπόν για τους CONNECTORS θα λέγαμε πως είναι ιδανικοί για εξοικόμηση χώρου,εύκολοι στη χρήση,ευπαρουσίαστοι καθώς και αποτελεσματικοί.Παρακάτω παρατίθενται εικόνες από διάφορους τύπους CONNECTORS καθώς και τεχνικά χαρακτηριστικά.



Σχήμα 6.1.1: Connector



Σχήμα 6.1.2: Connector



Σχήμα 6.1.3: Connect

## FFC/FPC Connector, Right-Angle, Surface Mount, ZIF, Bottom Contact Style, 4 Circuits.

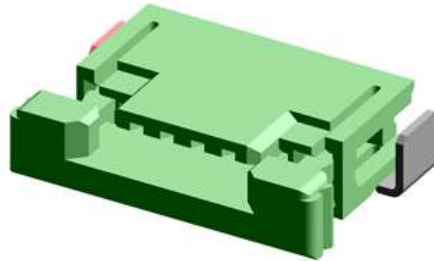


Σχήμα 6.1.4: Connector

### Περιγραφή Προδιαγραφών :

|                          |                               |                  |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Number of Contacts            | 6                |
| <input type="checkbox"/> | Contact Material              | Phosphor Bronze  |
| <input type="checkbox"/> | Pitch                         | 1mm              |
| <input type="checkbox"/> | Mounting Type                 | Surface Mount    |
| <input type="checkbox"/> | Gender                        | Female           |
| <input type="checkbox"/> | Termination Type              | ZIF Top Contact  |
| <input type="checkbox"/> | Body Orientation              | Right Angle      |
| <input type="checkbox"/> | Current Rating                | 1A               |
| <input type="checkbox"/> | Voltage Rating                | 30 V             |
| <input type="checkbox"/> | Series                        | FFC/FPC SMT      |
| <input type="checkbox"/> | Series Number                 | 52207            |
| <input type="checkbox"/> | Number of Rows                | 1                |
| <input type="checkbox"/> | Contact Plating               | Gold over Nickel |
| <input type="checkbox"/> | CAD Drawing                   | 3D CAD Model     |
| <input type="checkbox"/> | Minimum Operating Temperature | -30°C            |
| <input type="checkbox"/> | Housing Material              | Nylon            |
| <input type="checkbox"/> | Termination Method            | Solder           |
| <input type="checkbox"/> | Maximum Operating Temperature | +85°C            |
| <input type="checkbox"/> | Select all                    |                  |

## Receptacle 1.0mm FFC/FPC , ZIF, r/a, 4w



Σχήμα 6.1.5: Connector

### Περιγραφή Προδιαγραφών :

|                                     |                               |                         |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gender                        | Female                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Number Of Contacts            | 4                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Housing Material              | Nylon                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Pitch                         | 2mm                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Contact Material              | Phosphor Bronze         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Contact Plating               | Tin Bismuth Over Nickel |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Current Rating                | 0.5A                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Voltage Rating                | 50 V                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Termination Method            | Solder                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Number Of Rows                | 1                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Body Orientation              | Right Angle             |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maximum Operating Temperature | +80°C                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Minimum Operating Temperature | -20°C                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Series                        | FFC/FPC THROUGH HOLE    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Series Number                 | 52043                   |

# Molex FFC/FPC SMT Series 1mm Pitch 6 Way 1 Row Straight SMT Female FPC Connector



Σχήμα 6.1.6: Connector

## Περιγραφή Προδιαγραφών :

|   |                               |                         |
|---|-------------------------------|-------------------------|
| ✓ | Housing Material              | PSU                     |
| ✓ | Termination Type              | Vertical Contact        |
| ✓ | Body Orientation              | Straight                |
| ✓ | Mounting Type                 | Surface Mount           |
| ✓ | Voltage Rating                | 125 V ac/dc             |
| ✓ | Gender                        | Female                  |
| ✓ | Series                        | FFC/FPC SMT             |
| ✓ | Pitch                         | 1mm                     |
| ✓ | Contact Plating               | Tin Bismuth over Nickel |
| ✓ | Series Number                 | 52808                   |
| ✓ | Number Of Contacts            | 6                       |
| ✓ | Contact Material              | Phosphor Bronze         |
| ✓ | Number Of Rows                | 1                       |
| ✓ | CAD Drawing                   | 3D CAD Model            |
| ✓ | Maximum Operating Temperature | +80°C                   |
| ✓ | Termination Method            | Solder                  |
| ✓ | Current Rating                | 0.5A                    |
| ✓ | Minimum Operating Temperature | -20°C                   |

## Receptacle 1.0mm FFC/FPC SMT, r/a, ZIF, 4w



Σχήμα 6.1.7: Connector

### Περιγραφή Προδιαγραφών :

|                                     |                               |                  |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Body Orientation              | Right Angle      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | CAD Drawing                   | 3D CAD Model     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Contact Material              | Phosphor Bronze  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Contact Plating               | Gold over Nickel |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Current Rating                | 1A               |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Gender                        | Female           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Housing Material              | Nylon            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maximum Operating Temperature | +85°C            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Minimum Operating Temperature | -20°C            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Number of Contacts            | 4                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Number of Rows                | 1                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Pitch                         | 1mm              |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Series                        | FFC/FPC SMT      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Series Number                 | 52207            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Termination Method            | Solder           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Voltage Rating                | 125 V            |



## 6.2 Cable Jumper

Αναφερόμενοι γενικά σε Cable Jumper, θα λέγαμε πως χαρακτηρίζει την οποιαδήποτε ποικιλία ηλεκτρικών καλωδίων που είναι τόσο επίπεδη και εύκαμπτη. Πιο συγκεκριμένα με τον όρο FFC καλούνται συνήθως τα Cable Jumpers με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό την εξαιρετικά λεπτή, επίπεδη και συμπαγή μορφή τους. Κατά κόρον είναι ευθείες συνδέσεις χωρίς την παρεμβολή κάποιου εξαρτήματος. Αποτελούνται από μια εύκαμπτη πλαστική μεμβράνη βάσης, με πολλαπλούς αγωγούς συνδεδεμένους με μία εύκαμπτη επιφάνεια. Παρατηρούμε πως το άκρο τέτοιου τύπου καλωδίων, είναι ελαφρός παχύτερο. Αυτό συμβαίνει από την τοποθέτηση ενός ενισχυτικού ελάσματος το οποίο χρησιμεύει σε 2 περιπτώσεις, κάνει πιο εύκολη την εισαγωγή και παρέχει ανακούφιση καταπόνησης.

Τα πλεονεκτήματα τέτοιου τύπου καλωδίων είναι πολλά. Το μικρό και λεπτό τους σχήμα, με δυνατότητες ευλυγισίας και αναδίπλωσης καθώς και την δυνατότητα εύκολης σύνδεσης, συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης αποτελούν μερικά από τα βασικά τους πλεονεκτήματα. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η επίλυση προβλημάτων ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

### Διάφοροι τύποι CABLE JUMPER :



Σχήμα 6.2.1: Cable



Σχήμα 6.2.2: Cable



Σχήμα 6.2.3: Cable jumpers

# Molex 6 Way Flat Ribbon Cable, Series PREMO-FLEX FFC JUMPER



Σχήμα 6.2.4: Connector

## Περιγραφή Προδιαγραφών :

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> Number of Ways                | 6                     |
| <input type="checkbox"/> Sheath Colour                 | Grey                  |
| <input type="checkbox"/> Voltage Rating                | 60 V ac               |
| <input type="checkbox"/> Hi-Flex                       | Yes                   |
| <input type="checkbox"/> Minimum Operating Temperature | -40°C                 |
| <input type="checkbox"/> Maximum Operating Temperature | +105°C                |
| <input type="checkbox"/> Series                        | PREMO-FLEX FFC JUMPER |
| <input type="checkbox"/> High Density                  | Yes                   |
| <input type="checkbox"/> Select all                    |                       |

## **0.30mm Pitch Premo-Flex Etched Copper Polyimide Jumper, Same Side Contacts (Type A), 0.051m Cable Length, 23 Circuits**



Σχήμα 6.2.5: Connector

### Περιγραφή Προδιαγραφών :

|                                     |                               |            |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Cable Shape                   | Ribbon     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Halogen Free                  | No         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Hi-Flex                       | Yes        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | High Density                  | Yes        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maximum Operating Temperature | +105°C     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Minimum Operating Temperature | -40°C      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Number of Ways                | 4          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Pitch                         | 1mm        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Screened/Unscreened           | Unscreened |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Voltage Rating                | 60 V ac    |

## 4 way FFC cable jumper, 1.2A 60V 1mm



Σχήμα 6.2.6: Connector

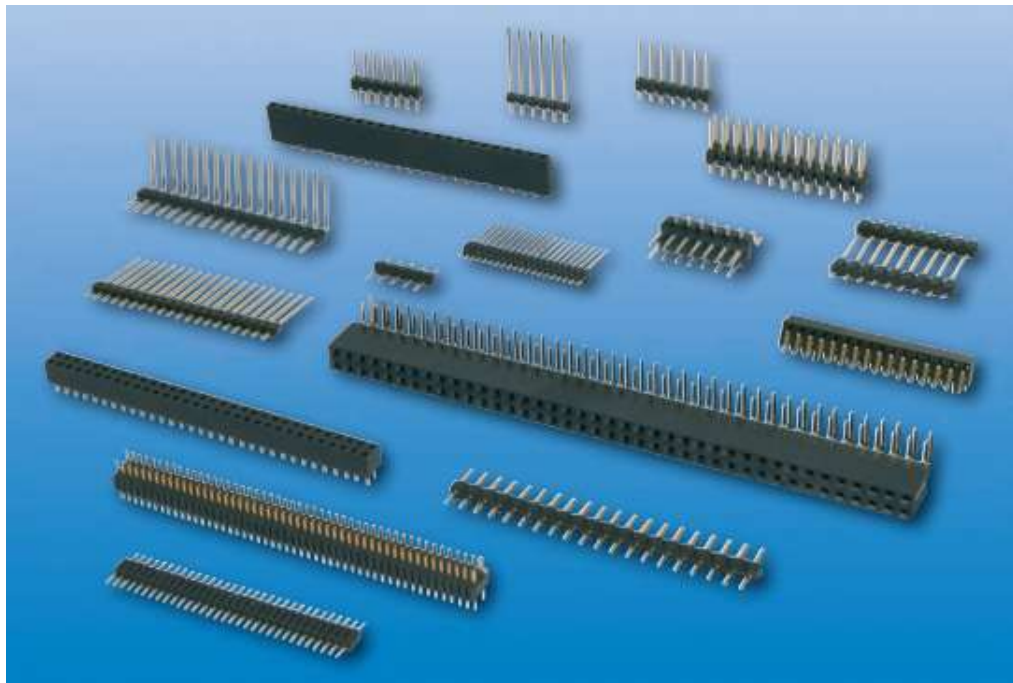
### Περιγραφή Προδιαγραφών :

|                                     |                               |            |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Cable Shape                   | Ribbon     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Halogen Free                  | No         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Hi-Flex                       | Yes        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | High Density                  | Yes        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maximum Operating Temperature | +105°C     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Minimum Operating Temperature | -40°C      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Number of Ways                | 4          |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Pitch                         | 1mm        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Screened/Unscreened           | Unscreened |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Voltage Rating                | 60 V ac    |

## 6.3 Ακιδοσειρά

Θα χρησιμοποιήσουμε τις ακιδοσειρές στις πλακέτες μας έτσι ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε σημεία επαφής για τις καλωδιώσεις μας. Αποτελούνται από πλαστικό και χαλκό.

### Διάφορη τύποι ΑΚΙΔΟΣΕΙΡΩΝ :



Σχήμα 6.2.1: Τύποι ακιδοσειρών