



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδίαση και κατασκευή ψηφιακής ζυγαριάς με δυνατότητα μέτρησης βάρους και λίπους σώματος»



Του φοιτητή  
Αναστάσιου Γαβριηλίδη  
Αρ. Μητρώου: 515014

Επιβλέπων  
Αργύριος Θ. Χατζόπουλος  
Επικ. καθηγητής

Ημερομηνία 03/02/2024

Τίτλος Δ.Ε. Σχεδίαση και κατασκευή ψηφιακής ζυγαριάς με δυνατότητα μέτρησης βάρους και λίπους σώματος

Κωδικός Δ.Ε. 20150

Όνοματεπώνυμο φοιτητή Γαβριηλίδης Αναστάσιος  
Όνοματεπώνυμο εισηγητή Αργύριος Θ. Χατζόπουλος

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 01/04/2022

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 03/02/2024

*Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.*

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Αναστάσιου Γαβριηλίδη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

*«Αφιέρωση»*

*Αφιερώνω αυτήν την εργασία στην οικογένειά μου, που με υποστήριξε ανελλιπώς σε κάθε βήμα,  
παρέχοντάς μου αγάπη, ενθάρρυνση και τη δύναμη να συνεχίσω, ακόμη και όταν τα πράγματα  
φαίνονταν δύσκολα.*



## Πρόλογος

Η απόφαση να ασχοληθώ με τη διπλωματική εργασία πάνω στις ζυγαριές λιπομέτρησης πηγάζει από την έντονη περιέργειά μου να κατανοήσω τη λειτουργικότητα αυτών των συσκευών. Έχοντας προσωπική εμπειρία από πολλαπλές λιπομετρήσεις, πάντα με ενδιέφερε να ανακαλύψω τι κρύβεται πίσω από τις μετρήσεις και πώς αυτές παράγονται. Μέσα από αυτή την εργασία, ο κύριος στόχος μου ήταν να εμβαθύνω στην κατανόηση της διαδικασίας κατασκευής ενός επιτυχημένου προϊόντος που ανταποκρίνεται σε πραγματικές ανάγκες της αγοράς. Αναζητώντας λύσεις και αντιμετωπίζοντας τις προκλήσεις βήμα προς βήμα, κατέληξα να αποκτήσω πολύτιμη εμπειρία και μια πιο σφαιρική οπτική για την ανάπτυξη και την υλοποίηση ιδεών που έχουν άμεσο αντίκτυπο στη ζωή των ανθρώπων.

## Περίληψη

Η ισορροπημένη διατροφή έχει σημαντικό αντίκτυπο στα περισσότερα όργανα του σώματος. Η αξιολόγηση αυτών των καταστάσεων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε είδη μετρήσεων του δείκτη μάζας σώματος «ΔΜΣ» και της λιπομέτρησης, οι οποίες ενδεχομένως να παρουσιάζουν ανακριβή στοιχεία ή παράλειψη κρίσιμων δεδομένων. Η δημιουργία διαφόρων οργάνων μέτρησης και προσδιορισμού του BMI και το ποσοστό σωματικού λίπους επιτρέπει την καλύτερη αναγνώριση αυτών των καταστάσεων χρησιμοποιώντας ακριβή ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα τα οποία σε συσχέτισμό με διάφορους τύπους παθήσεων – ασθενειών βοηθά στην εξέλιξη του τρόπου αντιμετώπισης τους.

Η βελτίωση των τεχνικών για την εκτίμηση του BMI και του σωματικού λίπους είναι μία από τις κορυφαίες προτεραιότητες της επιστημονικής έρευνας στον τομέα της υγείας. Μια πιο ακριβής εκτίμηση της είναι αναγκαία ώστε να αξιολογήσουμε πιο αντικειμενικά τα οφέλη της στην υγεία και την αποτελεσματικότητα παρεμβάσεων που αποσκοπούν στο να προάγουν την υγεία. Οι αισθητήρες δυναμοκυψέλης προσδιορισμού BMI και λίπους παρέχουν ένα αντικειμενικό τρόπο μέτρησης τους.

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό την κατασκευή της ζυγαριάς λιπομέτρησης με δυναμοκυψέλη προκειμένου να βελτιώσει τον τρόπο προσδιορισμού του BMI και λίπους (body fat) για άτομα με παχυσαρκία και διατροφικές διαταραχές επιτρέποντας την παροχή συμβουλών σε ασθενείς με σχετικό τρόπο. Στην παρούσα εργασία θα αναλυθεί το κύκλωμα που έκανα, δίνοντας πιο πολύ έμφαση στον τρόπο κατασκευής της ζυγαριάς.

## **Abstract**

Balanced nutrition significantly impacts various organs of the body. The evaluation of these conditions is largely based on measurements such as Body Mass Index (BMI) and fat measurements, which may present inaccurate data or omit critical information. The development of various measuring instruments and the determination of BMI and body fat percentage allow for a better recognition of these conditions, utilizing precise qualitative and quantitative data, which, in correlation with various types of diseases and illnesses, aids in the evolution of their management.

The improvement of techniques for estimating BMI and body fat measurement is a top priority in health scientific research. A more accurate assessment is necessary to objectively evaluate its benefits on health and the effectiveness of interventions aimed at promoting health. Load cell sensors provide an objective way of measuring these parameters.

This work aims to construct a body fat measurement scale to enhance the determination of BMI and body fat for individuals with obesity and nutritional disorders, allowing the provision of advice to patients in a relevant manner. In this thesis we will analyze the circuit and giving more attention to the design and manufacturing process of the fat body-scale.

## **Ευχαριστίες**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο ΔΙΠΑΕ της Σίνδου, στο τμήμα μηχανικών πληροφορικής και ηλεκτρονικών συστημάτων. Ως ελάχιστη δυνατή μνεία με την παρούσα παράγραφο οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές της σχολής μου και ιδιαίτερα τον Μιχαήλ Σπάσο για την πολύτιμη υποστήριξη του , συμβάλλοντας στο μέγιστο για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Λευτέρη Χατζηπέτρου και την οικογένειά μου που αποτέλεσαν στήριγμα καθ' όλη την διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	4
Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Ευχαριστίες.....	7
Περιεχόμενα.....	8
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Εισαγωγή.....	10
1.1 Ηλεκτρονικός ζυγός .....	10
1.2 Δείκτης μάζας σώματος (BMI) .....	10
1.3 Σωματικό λίπος.....	11
1.3.1 Διατροφικές διαταραχές.....	12
1.4 Επίλογος.....	12
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Θεωρητικό υπόβαθρο.....	13
2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	13
2.1 Τεκμηρίωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.....	14
2.2 Ανάγκη μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακού.....	20
2.3 Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακού.....	21
2.4 ESP-WROOM-32.....	23
2.4.2 SH1106.....	25
2.4.3 Buttons.....	26
2.5 Τελικό σχέδιο Schematic.....	27
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Κατασκευή πλακέτας.....	28
3 Λογισμικό Eagle CAD.....	28
3.1 Αρχεία Gerber.....	31
3.2 Τοποθέτηση εξαρτημάτων στη πλακέτα.....	35
3.3 Vias.....	36
3.4 Επίλογος.....	36

Κεφάλαιο 4°: Κώδικας και τελική κατασκευή ζυγαριάς.....	37
4.3 Προγραμματισμός ESP.....	37
4.4 Τελική κατασκευή ζυγαριάς.....	45
Κεφάλαιο 5°: Συμπεράσματα ή/και προτάσεις βελτίωσης.....	47
Βιβλιογραφία.....	48
Εξωτερικοί σύνδεσμοι.....	52
Datasheet.....	54
Bill of Materials (BOM).....	83

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Ηλεκτρονικός ζυγός

Ο ηλεκτρονικός ζυγός αποτελείται από έναν αισθητήρα βάρους και συνήθως από έναν μικροεπεξεργαστή. Ο αισθητήρας βάρους των ηλεκτρονικών ζυγών είναι συνήθως ένας μεταλλάκτης μηχανικής τάσης (load cell) ή ένας ηλεκτροδυναμικός μεταλλάκτης. Ο μεταλλάκτης μηχανικής τάσης αποτελείται από μια αντίσταση σύρματος στερεωμένη σε ένα λεπτό πλαστικό φιλμ. Λειτουργεί στερεωμένος σε μια κυψέλη φορτίου από αλουμίνιο ή ατσάλι που παραμορφώνεται από το βάρος. Στα τέσσερα σημεία της κυψέλης υπάρχουν μεταλλάκτες που συνδέονται σε γέφυρα Wheatstone, μετρώντας την μεταβολή της γέφυρας, μετράμε το βάρος.

Ο ηλεκτροδυναμικός μεταλλάκτης φορτίου αποτελείται από έναν μεταλλικό κύλινδρο που έχει τυλιγμένο ένα πηνίο, προσαρμοσμένο στο εσωτερικό ενός μαγνήτη, στο οποίο στηρίζεται ο δίσκος ζύγισης. Το πηνίο ανυψώνει τον δίσκο ανάλογα με το ρεύμα που του στέλνει το τμήμα ελέγχου, που αποτελείται από μια φωτοδίοδο, έναν ενισχυτή, και ένα συγκριτή. Από την μέτρηση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει το βάρος.

Η ανάλυση βιοηλεκτρικής εμπέδησης (bioelectrical impedance analysis, BIA) για τη μέτρηση της σωματικής σύστασης είναι μία σχετικά προσιτή μέθοδος για τη μέτρηση της σύστασης σώματος, που χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα στην κλινική πράξη.

### 1.2 Δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ, body mass index (BMI), ή Quetelet index)

Από τη Βικιπαίδεια, την ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια

Ο ορισμός **Δείκτης μάζας σώματος** (ΔΜΣ, body mass index (BMI), ή Quetelet index) είναι μία γενική ιατρική **ένδειξη** για τον υπολογισμό του βαθμού παχυσαρκίας ενός ατόμου. Λόγω του εύκολου υπολογισμού του είναι ένα ευρέως διαδεδομένο διαγνωστικό εργαλείο των πιθανών προβλημάτων υγείας ενός ατόμου σε σχέση με το βάρος του. Δημιουργήθηκε το 1832 από τον Βέλγο αστρονόμο, μαθηματικό και κοινωνιολόγο Αντολφ Κετελέτ (Adolphe Quetelet).

Υπολογίζεται πολύ εύκολα από τον τύπο:

$$(\text{βάρος σε κιλά})/(\text{Ύψος σε μέτρα})^2$$

Διεθνές σύστημα μονάδων (SI)	$\Delta\text{ΜΣ} = \text{βάρους(kg)} / (\text{ύψους})^2 (\text{m}^2)$
Αγγλοσαξονικό σύστημα	$\Delta\text{ΜΣ} = \text{βάρους(lb)} * 703 / (\text{ύψους})^2 (\text{in}^2)$
	$\Delta\text{ΜΣ} = \text{βάρους(lb)} * 4,88 / (\text{ύψους})^2 (\text{ft}^2)$

Για παράδειγμα: Άτομο με ύψος 1,80 μέτρα και βάρος 80 κιλά έχει  $\Delta\text{ΜΣ}=80/(1,80*1,80)=24,69$

Βάσει του ΔΜΣ, όπως γίνεται αποδεκτό και από τον ΠΟΥ (Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας) υφίσταται και χρησιμοποιείται η εξής κατηγοριοποίηση:

- ΔΜΣ από **18,4** και κάτω υποδεικνύει ότι ένα άτομο είναι **ελλιποβαρές**.
- ΔΜΣ μεταξύ **18,5** και **24,9** χαρακτηρίζει άτομο με **φυσιολογικό βάρος**.\*
- ΔΜΣ μεταξύ **25** και **29,9** υποδεικνύει ότι ένα άτομο είναι **υπέρβαρο**.
- ΔΜΣ από **30** και πάνω υποδεικνύει ότι ένα άτομο πάσχει από **παχυσαρκία**.

Σε πολλές ασιατικές πόλεις και χώρες γίνεται γενικά δεκτός ως ένδειξη φυσιολογικού βάρους, ΔΜΣ στο εξής εύρος: 18,5 - 22,9. Ακολούθως, ΔΜΣ από 23 έως και 24,9 υποδεικνύει άτομα "υπέρβαρα σε ήπιο βαθμό" ή/και "με κίνδυνο παχυσαρκίας". Ο ΔΜΣ έχει αποδειχτεί διαχρονικός και χρήσιμος ιατρικός δείκτης σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρόλα ταύτα, μικρές ή μέτριες διαφοροποιήσεις προκύπτουν ανάλογα το φύλο, την ηλικία και το σωματότυπο του ατόμου. Άτομα που αθλούνται ή έχουν γενικά αυξημένη μυϊκή μάζα έχουν μεγαλύτερο ΔΜΣ χωρίς να έχουν περισσότερο λίπος. Άτομα που λόγω ηλικίας ή παθήσεων έχουν χάσει μυϊκή μάζα θα έχουν μικρότερο ΔΜΣ χωρίς αυτό να σημαίνει πως έχουν λιγότερο λίπος. Επίσης άτομα στα οποία λείπει τμήμα του σώματος (κάποιο άκρο ή κάποιο όργανο του σώματος) θα έχουν μικρότερο ΔΜΣ. Ειδικά για τα παιδιά χρησιμοποιούνται ξεχωριστοί πίνακες που προέρχονται από στατιστικά στοιχεία για κάθε ομάδα ατόμων (σε διαφορετικές ηπείρους έχουμε διαφορετικούς πίνακες), ηλικία και φύλο.

**1.3 Σωματικό λίπος (body fat)** ονομάζεται το σύνολο των λιπιδίων στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Δημιουργείται μετά από ένα σύνολο διαδικασιών στον ανθρώπινο οργανισμό, οι οποίες μετασχηματίζουν, αποθηκεύουν ή αποβάλλουν τα συστατικά που λαμβάνονται από τις τροφές

Το σωματικό λίπος είναι απαραίτητο για την προστασία των οργάνων του ανθρώπινου σώματος και την αποθήκευση των λιποδιαλυτών βιταμινών. Το ποσοστό σωματικού λίπους καταγράφεται με λιπομέτρηση.

Η «Παγκόσμια Στρατηγική του WHO για τη διατροφή, τη σωματική δραστηριότητα και την υγεία» που εγκρίθηκε από την Παγκόσμια Συνέλευση Υγείας το 2004 και αναγνωρίστηκε ξανά σε μια πολιτική διακήρυξη του 2011 για τις μη μεταδοτικές ασθένειες, περιγράφει τις ενέργειες που απαιτούνται για την υποστήριξη της υγιεινής διατροφής και της τακτικής σωματικής δραστηριότητας. Ακολούθησε το «Παγκόσμιο σχέδιο δράσης για τη σωματική δραστηριότητα 2018–2030» Ο WHO δημοσίευσε το ACTIVE ένα τεχνικό πακέτο για να βοηθήσει τις χώρες στον σχεδιασμό και την παράδοση των απαντήσεών τους. Νέες κατευθυντήριες γραμμές του WHO για τη σωματική δραστηριότητα, την καθιστική συμπεριφορά και τον ύπνο σε παιδιά κάτω των πέντε ετών κυκλοφόρησαν το 2019.

### 1.3.1 Διατροφικές διαταραχές

Ένας συλλογικός όρος για την περιγραφή ψυχικών διαταραχών που ορίζονται από μη φυσιολογικές διατροφικές συνήθειες που επηρεάζουν αρνητικά τη σωματική ή ψυχική υγεία ενός ατόμου. Σε αντίθεση με την παχυσαρκία που μπορεί να αποδοθεί στο στρες, οι διατροφικές διαταραχές είναι σοβαρές και συχνά θανατηφόρες ασθένειες που σχετίζονται με σοβαρές διαταραχές στη διατροφική συμπεριφορά, τις σχετικές σκέψεις και τα συναισθήματα των ανθρώπων. Έχοντας ψυχικά και σωματικά συμπτώματα ταξινομούνται τόσο στο ICD (Διεθνής Στατιστική Ταξινόμηση Νοσημάτων και Συναφών Προβλημάτων Υγείας) όσο και στο DSM (Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών) και περιλαμβάνει:

- Νευρική ανορεξία, μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από έναν εμμονικό φόβο να πάρει βάρος ή άρνηση να το κάνει, και μια μη ρεαλιστική αντίληψη ή μη αναγνώριση της σοβαρότητας του τρέχοντος χαμηλού σωματικού βάρους.
- Νευρική βουλιμία, που χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενη υπερφαγία ακολουθούμενη από αντισταθμιστικές συμπεριφορές όπως η κάθαρση.
- Η Διαταραχή Υπερφαγίας, απεικονίζει την επαναλαμβανόμενη υπερφαγία τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα για διάστημα 3 μηνών, ενώ αντιμετωπίζεται έλλειψη ελέγχου και ενοχή μετά από υπερκατανάλωση τροφής.

## 1.4 Επίλογος

Συνοψίζοντας, σε αυτήν την εργασία εξερευνήσαμε τη σημασία των ηλεκτρονικών ζυγών, του Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI), του σωματικού λίπους και των διατροφικών διαταραχών στον τομέα της υγείας και της διατροφής. Μέσα από αυτήν την ανασκόπηση, αποκτήσαμε βαθύτερη κατανόηση για το πώς αυτοί οι παράγοντες συνδέονται με την υγεία μας και πώς μπορούν να επηρεάσουν την ευεξία μας.

Η ενημέρωση και η κατανόηση αυτών των θεμάτων είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση ενός υγιούς τρόπου ζωής και την πρόληψη προβλημάτων υγείας. Επιπλέον, η εφαρμογή αυτών

των γνώσεων μπορεί να συμβάλει στην προώθηση της υγείας και της ευεξίας του ατόμου, καθώς και στην ανάπτυξη αποτελεσματικών προγραμμάτων διατροφής και φυσικής δραστηριότητας.

Σε μια εποχή όπου η υγεία και η διατροφή αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία, η γνώση και η εφαρμογή αυτών των πληροφοριών μπορεί να οδηγήσει σε μια ζωή πιο υγιή και ισορροπημένη.

## Θεωρητικό υπόβαθρο

### 2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Για την καταγραφή του λίπους στον ανθρώπινο οργανισμό καλό είναι να κατανοήσουμε πρώτα πως λειτουργεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η **ηλεκτρική αγωγιμότητα** εκφράζει την ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα περνάει μέσα από κάποιο υλικό σώμα και αποτελεί το δυαδικό μέγεθος της ηλεκτρικής αντίστασης. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δείχνει την απόκριση του υλικού εάν εφαρμοστεί σε αυτό διαφορά δυναμικού. Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα του υλικού τόσο περισσότερο ρεύμα θα ρεύσει εντός του υλικού. Ανάλογα λοιπόν με την τιμή της ηλεκτρικής του αγωγιμότητας, ένα υλικό χαρακτηρίζεται ως *αγωγός*, *μονωτής* ή *ημιαγωγός*.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δίνεται αριθμητικά εάν διαιρέσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα αντικείμενο (σε amperes) προς την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του (σε volts). Πρόκειται δηλαδή για ένα μέγεθος αντίστροφο της ηλεκτρικής αντίστασης. Ο αντίστοιχος τύπος είναι:

$$G=1/R=I/V \quad (2.1)$$

όπου:

**G:** Η αγωγιμότητα που εμφανίζει το αντικείμενο (σε Siemens)

**R:** Η αντίσταση που εμφανίζει το αντικείμενο (σε ohms)

**V:** Η διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του αντικειμένου (σε volts)

**I:** Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το αντικείμενο (σε amperes)

Οπότε, όπως καταλαβαίνουμε υπάρχει η ανάγκη να βρεθεί ένα τσιπ που να έχει τη δυνατότητα μέτρησης της αγωγιμότητας, όπου και το συγκεκριμένο εξάρτημα το είχε μόνο η Texas Instruments (TI) αλλά λόγω έλλειψης ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και υλικών στον κόσμο, το εξάρτημα δεν υπήρχε επειδή είχε εξαντληθεί. Οπότε η μόνη λύση ήταν να βρεθεί ένα κύκλωμα με τελεστικούς ενισχυτές που να κάνουν την ίδια δουλειά. Αυτό το κύκλωμα θα αναλυθεί παρακάτω.

## 2.1 Τεκμηρίωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων

### HX711

Η λειτουργία του HX711 στην μέτρηση βάρους βασίζεται στην αρχή της μετατροπής της μηχανικής πίεσης σε ηλεκτρικό σήμα. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

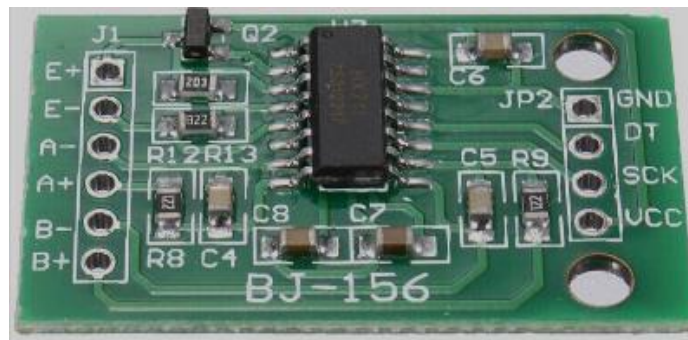
- 1) Αισθητήρες Πίεσης (Load Cells): Στη βάση της συσκευής μέτρησης βάρους τοποθετούνται αισθητήρες πίεσης, γνωστοί και ως load cells. Αυτοί οι αισθητήρες περιέχουν ελαστικά στοιχεία (strain gauges) που αντιδρούν στην μηχανική πίεση.
- 2) Μετατροπή της Μηχανικής Πίεσης σε Ηλεκτρικό Σήμα: Όταν ένα αντικείμενο τοποθετείται πάνω στη συσκευή, τα load cells δέχονται πίεση. Αυτή η πίεση προκαλεί μικροσκοπικές μεταβολές στο μήκος των ελαστικών στοιχείων, που με τη σειρά τους αλλάζουν την ηλεκτρική αντίσταση των strain gauges.
- 3) Δημιουργία Διαφορικού Ηλεκτρικού Σήματος: Οι μεταβολές στην αντίσταση των strain gauges παράγουν ένα μικρό ηλεκτρικό σήμα, που είναι ανάλογο του βάρους που εφαρμόζεται. Αυτό το σήμα είναι πολύ αδύναμο και πρέπει να ενισχυθεί για να μετρηθεί.
- 4) Ενίσχυση και Μετατροπή του Σήματος με τον HX711: Το HX711 λαμβάνει αυτό το διαφορικό ηλεκτρικό σήμα και το ενισχύει. Στη συνέχεια, μετατρέπει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό με τη χρήση ενός αναλογοψηφιακού μετατροπέα (ADC).
- 5) Ψηφιακή Επεξεργασία και Ένδειξη: Τα ψηφιακά δεδομένα μεταφέρονται στον μικροελεγκτή μέσω του πρωτοκόλλου SPI. Το ψηφιακό σήμα είναι πλέον έτοιμο να επεξεργαστεί από ένα μικροελεγκτή ή άλλο σύστημα ελέγχου για να υπολογίσει και να εμφανίσει το βάρος.

### HX711 Σύνδεση με το ESP32:

Τα καλώδια του HX711 (DT και SCK) συνδέονται σε ψηφιακούς ακροδέκτες του ESP32 (στον κώδικά, DT στον ακροδέκτη 14 και SCK στον ακροδέκτη 4).

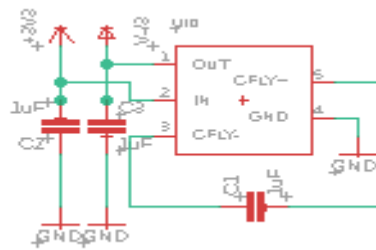
Το καλώδιο (VCC) συνδέεται στον τροφοδοτικό +3.3V του ESP32.

Το καλώδιο (GND) συνδέεται στον γείωση (GND) του ESP32.



Εικόνα 1: HX711 Load Cell Amplifier Module. Reprinted from 'Introduction to HX711: A Complete Guide' by John Doe, 2023, retrieved from <https://www.example.com/hx711-guide>.

## TPS60401DBVR (U10 στο schematic)



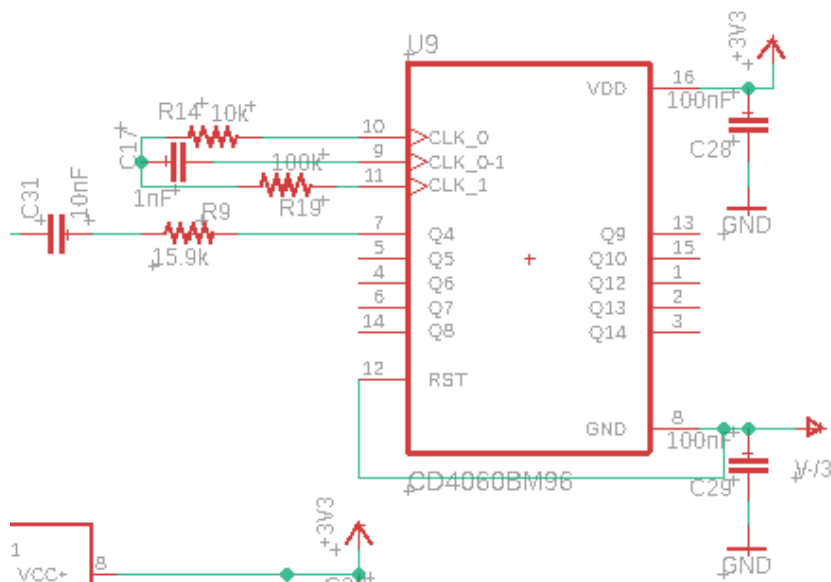
Εικόνα 2

**Περιγραφή:** Το TPS60401DBVR είναι ένας ρυθμιστής τάσης step-up/down, ικανός να παρέχει σταθερή τάση εξόδου από μια πηγή εισόδου. Χρησιμοποιείται στο κύκλωμα για να έχουμε θετική και αρνητική τάση στη γεννήτρια παλμών και στους τελεστικούς ενισχυτές.

### Κύρια Χαρακτηριστικά:

- Ρύθμιση Τάσης Step-Up/Down
- Χρειάζονται μόνο 3 πυκνωτές των 1µF για να λειτουργεί

## CD4060BM96 (U9 στο Schematic)



Εικόνα 3

**Περιγραφή:** Το CD4060BM96 είναι ένας πολυβαθμιαίος ρυθμιστής/διαίρετης και ταυτόχρονα ένας ταλαντωτής. Χρησιμοποιείται για διάφορες χρονομετρήσεις.

Χρησιμοποιείται στο κύκλωμα για να μας παράγει παλμούς. Δουλεύει από 3V μέχρι 15V.

### Κύρια Χαρακτηριστικά:

- Πολυβαθμιαίος Ρυθμιστής/Διαιρέτης
- Ενσωματωμένος Ταλαντωτής

Το pin 11 είναι το clk το 10 είναι το Rx και το 9 είναι το Cx. Με αυτά τα 3 pin μπορούμε να σχεδιάσουμε (όπου το x σημαίνει external) τον ταλαντωτή μας.

Στο pin 11 χρειάζεται ακόμα μια αντίσταση (Rs) για να δουλέψει.

Η τιμή της μπορεί να γίνει:

$R_s = 2R_x$  μέχρι  $10R_x$  που σημαίνει ότι αν η  $R_s$  είναι 100k. τότε η  $R_x$  θα πρέπει για παράδειγμα να έχει τιμές από 50k μέχρι 10k. Στο κύκλωμα έχουμε  $R_s=100k$ ,  $R_x=10k$ ,  $C_x=1nF$

Η συχνότητα ισούται με:  $F=1/T = 1 / 2.2 * R_x * C_x$  (2.1)

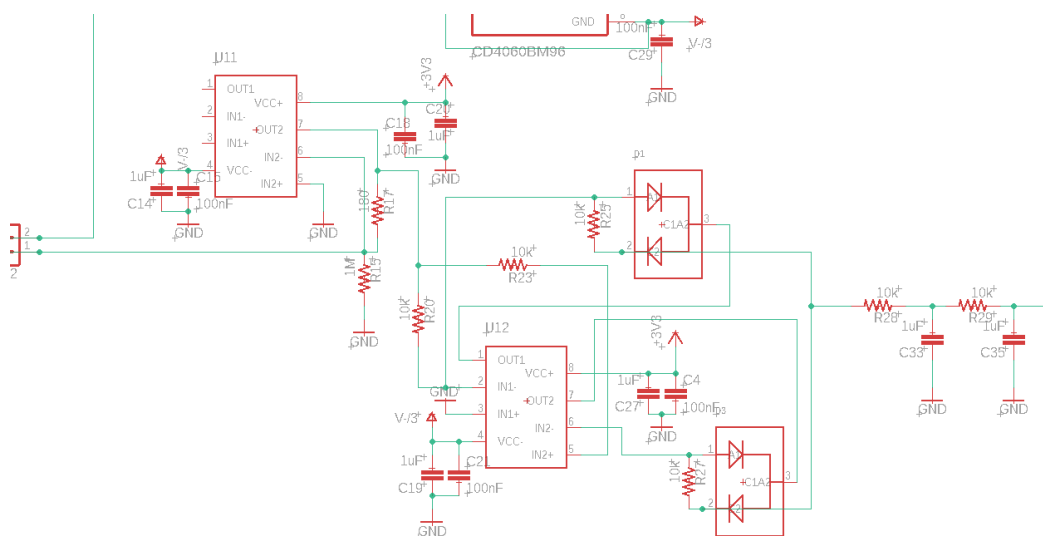
$$F = 1 / 2.2 * 10 * 10^3 * 10^{-9}$$

$$F = 45.454Hz.$$

Τρόπος λειτουργίας: Το γράμμα Q είναι αριθμημένο από 4-14 και το καθένα από αυτά έχει διαφορετική σημασία για τη συχνότητα που παράγει το εξάρτημα. Πιο συγκεκριμένα, το Q4 σημαίνει ότι η τελική μας συχνότητα θα διαιρεθεί με  $2^4=16$ .

Δηλαδή,  $F=45.454/16 \Rightarrow F = 2.840Hz$

### LMC6482IST (U11,12 στο schematic)



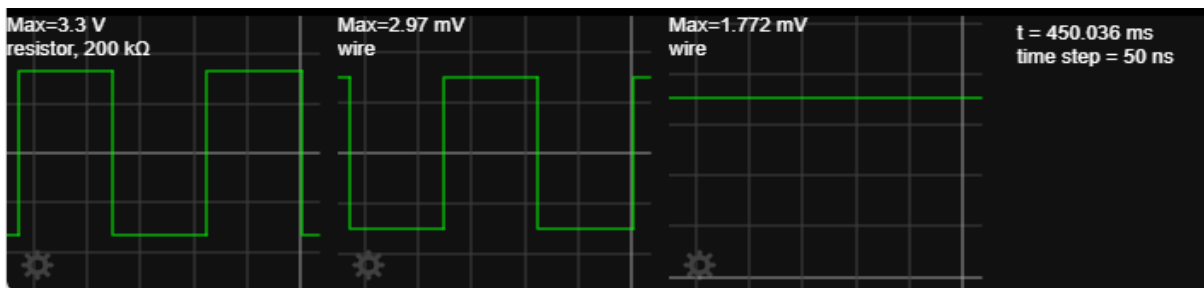
Εικόνα 4



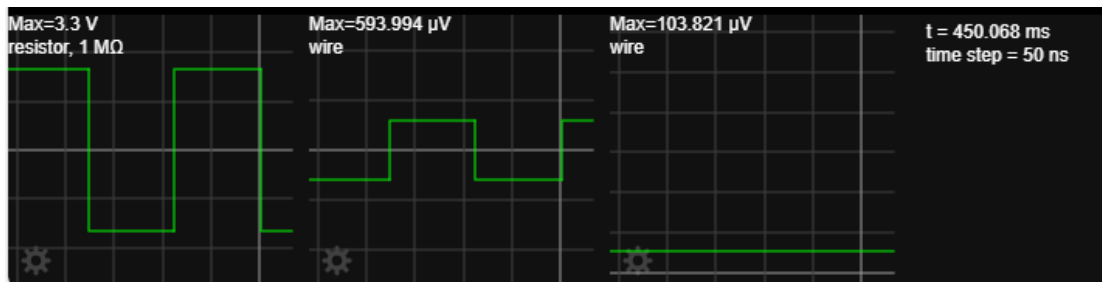
## ΠΙΝΑΚΑΣ σε RTS

<b>G(uS)</b>	<b>R</b>	<b>Vout2</b>	<b>Vout</b>
<b>1</b>	1000000	594u	0.1038m
<b>2</b>	500000	1,17m	0.3692m
<b>3</b>	333333,33333333	1,75m	0.737m
<b>4</b>	250000	2,3m	1,15m
<b>5</b>	200000	2,97m	1,65m
<b>6</b>	166666,6667	3,42m	2,03m
<b>7</b>	142857,1429	3,95m	2,45m
<b>8</b>	125000	4,48m	2,9m
<b>9</b>	111111,1111	5m	3,32m
<b>10</b>	100000	5,5m	3,74m
<b>15</b>	66666,66667	7,9m	5,7m

Όπως βλέπουμε, η συνολική έξοδος ( $V_{out}$ ) είναι αντιστρόφως ανάλογη από την αντίσταση  $R_{in}$  δηλαδή την αντίσταση του ανθρώπου. Όσο πιο μικρή είναι η αντίσταση  $R_{in}$ , η τάση εξόδου μεγαλώνει και παράλληλα μένει σταθερή για να μπορούμε να τη μετρήσουμε. Παρακάτω θα δοθούν οι πίνακες για αντίσταση στα 200k και 1M για να δούμε τις διαφορές. Το κάθε βήμα είναι στα 50ns. Στην πρώτη κυματομορφή είναι η είσοδος, η δεύτερη είναι η έξοδος του πρώτου ενισχυτή και η τρίτη είναι η έξοδος από το φίλτρο.



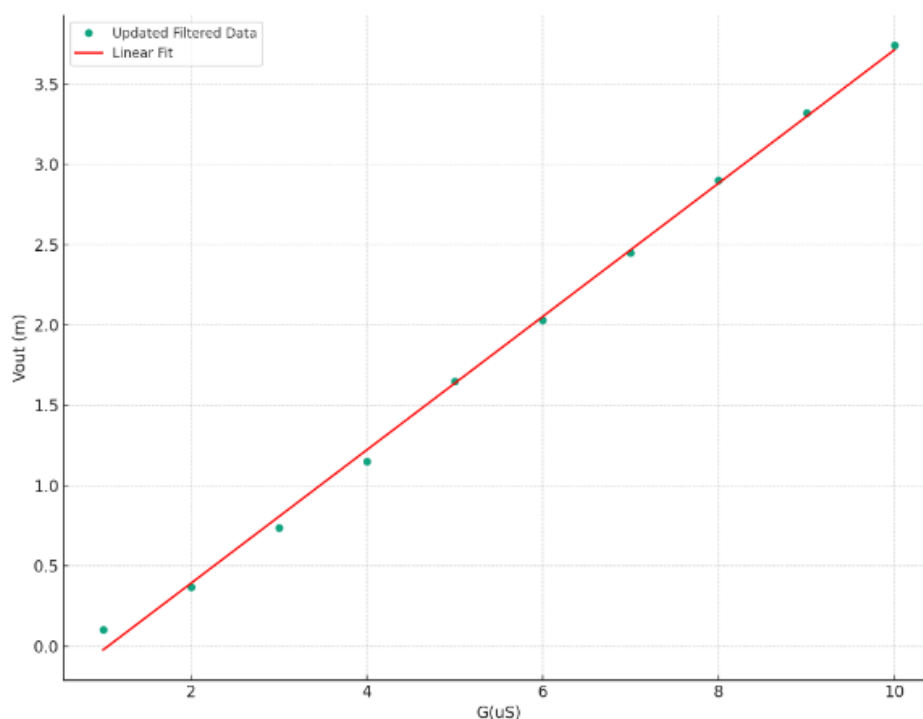
*Εικόνα 6 Κυματομορφές για αντίσταση 200k*



*Εικόνα 7 Κυματομορφές για αντίσταση 1M*

Η προσομοίωση έγινε μέσω μιας δωρεάν διαδικτυακής πλατφόρμας που ονομάζεται falstad.com, η οποία είναι παρόμοια με το PSpice. Σύμφωνα με την προσομοίωση και τα αποτελέσματα που μας έβγαξε, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η τάση εξόδου είναι σταθερή και ανάλογη με την αγωγιμότητα του κάθε ανθρώπου και συνεπώς ευκολότερα μετρήσιμη. Παρακάτω φαίνεται το γράφημα (εικόνα 8) της αγωγιμότητας  $G$  ( $\mu\text{S}$ ) που βρίσκεται στον  $x$  άξονα, σε σχέση με την τάση εξόδου  $V_{out}$  ( $\text{mV}$ ) που βρίσκεται στον  $y$  άξονα.

## Γράφημα G-Vout

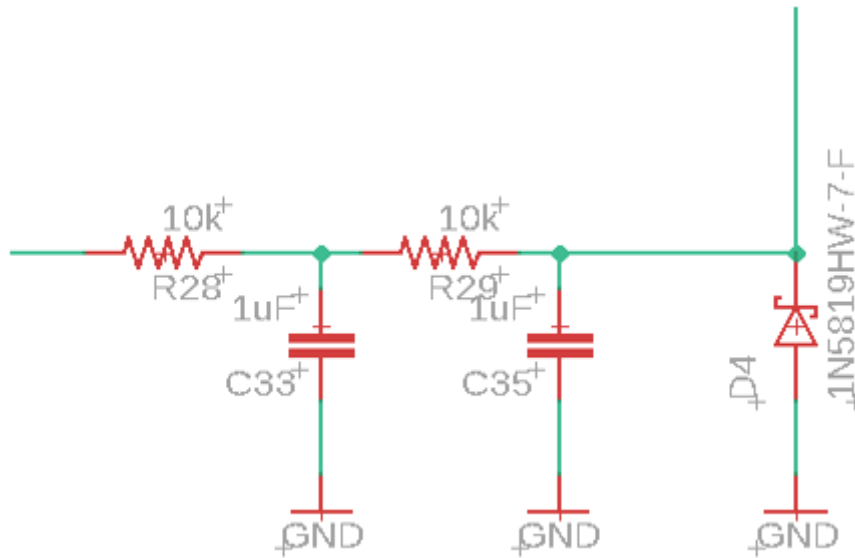


Εικόνα 8

### Στη συνέχεια προστέθηκε

Η διάδος 1N5819HW-7-F (D4). Είναι μια Schottky διάδος, η οποία είναι γνωστή για γρήγορη αντίδρασή της και τη χαμηλή τάση κατάστασης. Χρησιμοποιείται συχνά για προστασία από αντιστροφή πολικότητας και ως διάδος προστασίας σε πολλά ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Στον κύκλωμα που δημιουργήσαμε, αυτή η διάδος τοποθετείται στη γραμμή εισόδου για να προστατεύσει τον ενισχυτή από αντιστροφή πολικότητας. Αυτό είναι σημαντικό για να αποτραπούν ζημιές στον ενισχυτή και να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του κυκλώματος σε περίπτωση που η τροφοδοσία συνδεθεί ανάποδα.



Εικόνα 9

## 2.2 Ανάγκη μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακού

Η μετατροπή από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό σε μια ζυγαριά λιπομέτρησης έχει πολλά πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την ακρίβεια, την ευκολία επεξεργασίας και την αποθήκευση των δεδομένων. Ανάμεσα στους κύριους λόγους που γίνεται αυτή η μετάβαση είναι η παρακάτω:

**Ακρίβεια:** Τα αναλογικά σήματα είναι ευάλωτα σε θορύβους και παρεμβολές από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ψηφιακή μετατροπή επιτρέπει την περαιτέρω επεξεργασία και τη μείωση των πιθανών σφαλμάτων που προκαλούνται από το θόρυβο.

**Ευκολία Επεξεργασίας:** Τα ψηφιακά σήματα είναι ευκολότερα στην επεξεργασία και ανάλυση. Μπορούν να υποβληθούν σε αλγορίθμους επεξεργασίας για την εξαγωγή πληροφοριών, όπως η μέτρηση του λίπους στο σώμα.

**Δυνατότητες Αποθήκευσης:** Τα ψηφιακά δεδομένα είναι ευκολότερο να αποθηκευτούν και να μεταδοθούν. Αυτό επιτρέπει την ενσωμάτωση της ζυγαριάς με άλλες συσκευές και συστήματα, όπως υπολογιστές, smartphone κλπ.

**Προγραμματιζόμενες Λειτουργίες:** Η ψηφιακή τεχνολογία επιτρέπει την υλοποίηση προγραμματιζόμενων λειτουργιών και αλγορίθμων, όπως οι ρυθμίσεις για διάφορους τρόπους μέτρησης ή η προσθήκη νέων χαρακτηριστικών.

Γενικώς, η ψηφιακή μετατροπή προσφέρει ευελιξία, ακρίβεια και δυνατότητες εξέλιξης που δεν είναι εφικτές με αναλογικές τεχνολογίες.

## 2.3 Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακού

### MCP3551T-E/MS (U13 στο Schematic)

- **Τύπος:** Αναλογικός-Ψηφιακός Μετατροπέας (ADC)
- **Λειτουργία:** Μετατρέπει ένα αναλογικό σήμα σε ένα ψηφιακό, παρέχοντας ψηφιακή αναπαράσταση της τάσης εισόδου.
- **Χρήση στο Κύκλωμα:** Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση αναλογικών σημάτων και τα μετατρέπει σε ψηφιακή μορφή που μπορεί να επεξεργαστεί ο μικροελεγκτής.
- **Ανάλυση 21.9 bits:** Με την ανάλυση 22 bits, ο ADC μπορεί να παράγει περίπου  $2^{22} =$  περίπου 4,000,000 διαφορετικές διακριτικές τιμές για τη μέτρηση.
- **Delta Sigma ADC:** Οι Διαφορικοί Σίγμα-Δέλτα αναλογο-ψηφιακοί Μετατροπέες (Delta Sigma ADCs) αποτελούν μια κατηγορία υψηλής ακρίβειας ADC που χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή ανάλυση σε χαμηλές συχνότητες, όπως η ηχητική σήμανση, η μέτρηση ισχύος και οι ιατρικές συσκευές. Οι μετατροπείς αυτοί λειτουργούν με την αρχή της υπερδειγματοληψίας και της διαμόρφωσης θορύβου (noise shaping), προκειμένου να επιτύχουν υψηλότερη ακρίβεια από τις παραδοσιακές τεχνικές μετατροπής. Αυτό επιτυγχάνεται μετατοπίζοντας την ενεργειακή πυκνότητα του θορύβου μακριά από τη χαμηλή συχνότητα ενδιαφέροντος, επιτρέποντας την ψηφιοποίηση του σήματος με μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι Διαφορικοί Σίγμα-Δέλτα ADCs είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί στη μείωση του εξωτερικού θορύβου και παρέχουν υψηλή δυναμική εύρος, κάνοντάς τους ιδανικούς για εφαρμογές όπου η ποιότητα του σήματος είναι κρίσιμης σημασίας.

### MCP1501T-30E/CHY (U14 στο Schematic)

- **Τύπος:** Αναφορά Τάσης 3V (Voltage Reference)
- **Λειτουργία:** Παρέχει μια σταθερή αναφορά τάσης στα 3V για να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για τα αναλογικά σήματα που μετατρέπονται από τον ADC.
- **Χρήση στο Κύκλωμα:** Χρησιμοποιείται ως πηγή αναφοράς για τον ADC, εξασφαλίζοντας σταθερή τάση αναφοράς για τις μετρήσεις. Αυτό βελτιώνει την ακρίβεια των μετρήσεων και εξαλείφει τυχόν επιπτώσεις από διακυμάνσεις στην τροφοδοσία.

Και τα δύο αυτά εξαρτήματα παίζουν κίριο ρόλο στη μέτρηση αναλογικών σημάτων και τη διασφάλιση ότι οι μετρήσεις είναι αξιόπιστες και ακριβείς. Ο ADC μετατρέπει τα αναλογικά

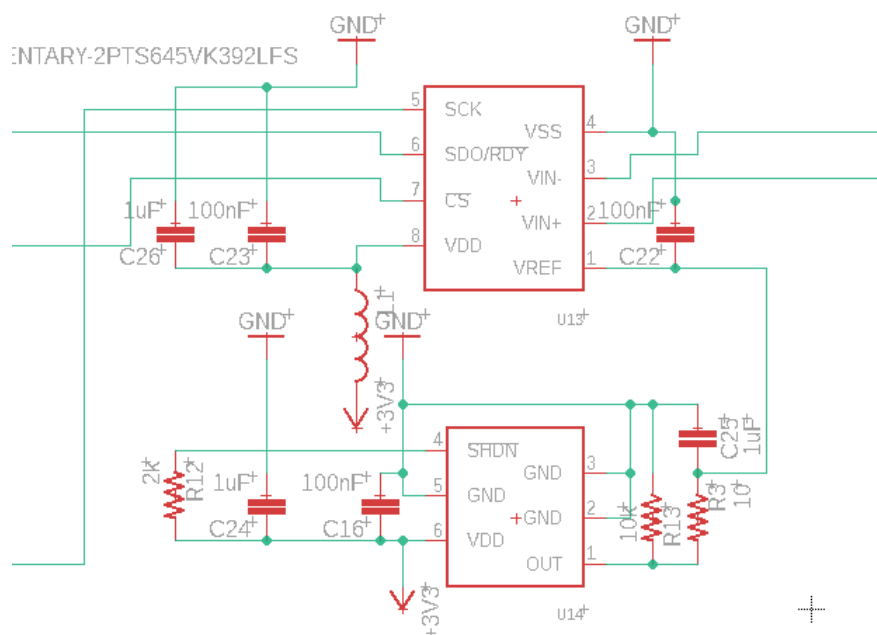
σήματα σε ψηφιακή μορφή, ενώ η αναφορά τάσης εξασφαλίζει σταθερό σημείο αναφοράς για αυτές τις μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα:

Εστω για  $A\tau$  (Αναλογική Τάση) βάζουμε την τάση εξόδου για αντίσταση 200k ( $V_{out}=A\tau=1.65mV$ ,  $R_{in}=200k$ )

$$\text{Αναλογική Τάση} = (\text{Ψηφιακή Τιμή} / (2^{22})) * V_{ref} \quad (2.3)$$

$$A\tau/V_{ref}=\Psi\tau/2^{22}$$

$$1.65*10^{-3} / 3 = \Psi\tau / 2^{22} \Rightarrow \Psi\tau=0,00055*2^{22}\Rightarrow \Psi\tau=2.306,867$$



Εικόνα 10

**SDO/RDY (Serial Data Output/Ready):** Συνδέεται στο IO16 του ESP-WROOM-32. Αυτή η γραμμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση των ψηφιακών δεδομένων από το ADC προς τον ESP-WROOM-32. Επίσης, μπορεί να λειτουργήσει ως ένδειξη "έτοιμος" (RDY) από τον ADC.

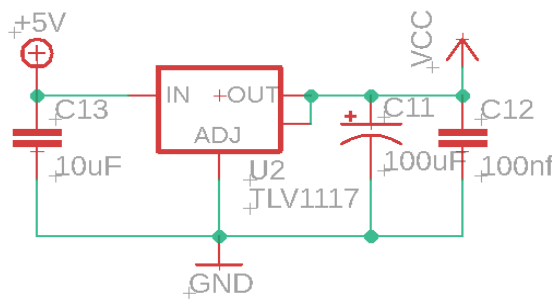
**SCK (Serial Clock):** Συνδέεται στο SCLK (IO33) του ESP-WROOM-32. Αυτή η γραμμή χρησιμοποιείται για τον συγχρονισμό των ρολογιών μεταξύ του ADC και του ESP-WROOM-32 κατά την μεταφορά των δεδομένων.

**CS (Chip Select):** Συνδέεται στο IO17 του ESP-WROOM-32. Αυτή η γραμμή είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο του ADC, δείχνοντας όταν είναι ενεργοποιημένο ή απενεργοποιημένο.

## TLV1117

Το TLV1117 είναι ένα τροφοδοτικό σταθερής τάσης που χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ότι ο ESP-WROOM-32 λαμβάνει μια σταθερή τάση τροφοδοσίας. Σε γενικές γραμμές, χρησιμοποιούμε τροφοδοτικά σταθερής τάσης για να εξασφαλίσουμε ότι η τάση που λαμβάνει το ESP παραμένει σταθερή, ανεξάρτητα από τις πιθανές διακυμάνσεις στην τάση της πηγής, όπως μπορεί να συμβαίνει με την τάση του USB.

Πιο συγκεκριμένα, το TLV1117 παρέχει μια σταθερή τάση εξόδου 3.3V ακόμη και αν η τάση εισόδου από το USB διακυμανθεί. Αυτό είναι σημαντικό γιατί οι μικροελεγκτές, όπως το ESP-WROOM-32, λειτουργούν καλύτερα όταν λαμβάνουν σταθερή τάση.



Εικόνα 11

## 2.4 ESP-WROOM-32 (U1 στο Schematic)

Το ESP-WROOM-32 είναι ένα πολύ δημοφιλές και ισχυρό ασύρματο (Wi-Fi και Bluetooth) module που βασίζεται στο σύστημα ενσωματωμένων κυκλωμάτων ESP32, που αναπτύχθηκε από την Espressif Systems.

Ορισμένα χαρακτηριστικά του ESP-WROOM-32 περιλαμβάνουν:

**Επεξεργαστής:** Διπύρηνος επεξεργαστής Tensilica LX6 με συχνότητα λειτουργίας έως 240 MHz.

**Μνήμη RAM:** Έχει ενσωματωμένη μνήμη RAM 520 KB.

**Ασύρματη Επικοινωνία:** Υποστηρίζει Wi-Fi 802.11 b/g/n και Bluetooth Classic και Bluetooth Low Energy (BLE).

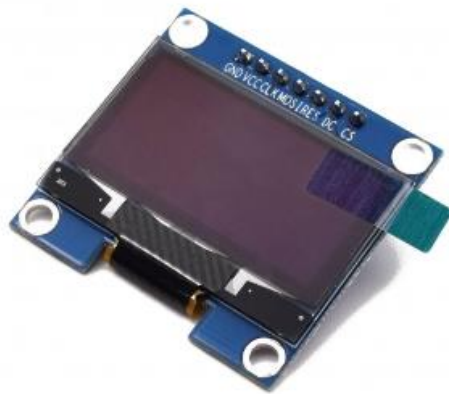
**Αισθητήρες:** Διαθέτει ενσωματωμένους αισθητήρες όπως αισθητήρας θερμοκρασίας, αισθητήρας υγρασίας και άλλους.



5. **OLED\_RST (Συνδεδεμένο στον ακροδέκτη 3):** Αυτός ο ακροδέκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επαναφορά της οθόνης.

## 2.4.2 SH1106

Η οθόνη SH1106 είναι μια μικρή οθόνη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εμφανίσει κείμενο και γραφικά. Η διασύνδεση της με το ESP-WROOM-32 γίνεται μέσω SPI, μια διεπαφή επικοινωνίας που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ διαφόρων συσκευών. Ο κώδικας εκτελεί διάφορες λειτουργίες για την ενημέρωση της οθόνης, συμπεριλαμβανομένης της εμφάνισης βαρών, ποσοστών λίπους, και άλλων πληροφοριών. Η διαμόρφωση της οθόνης (όπως οι γραμμές κώδικα που έχουν να κάνουν με την αρχικοποίηση) γίνεται με τη βιβλιοθήκη U8g2lib.



Εικόνα 13 1.3 inch OLED Display SH1106 SPI/I2C 128x64. Adapted from '1.3 inch OLED Display SH1106 SPI/I2C 128x64' on Smart Prototyping, retrieved from [https://www.smart-prototyping.com/1\\_3-inch-OLED-Display-SH1106-SPI-I2C-128-64](https://www.smart-prototyping.com/1_3-inch-OLED-Display-SH1106-SPI-I2C-128-64)."

### 2.4.3 Buttons:

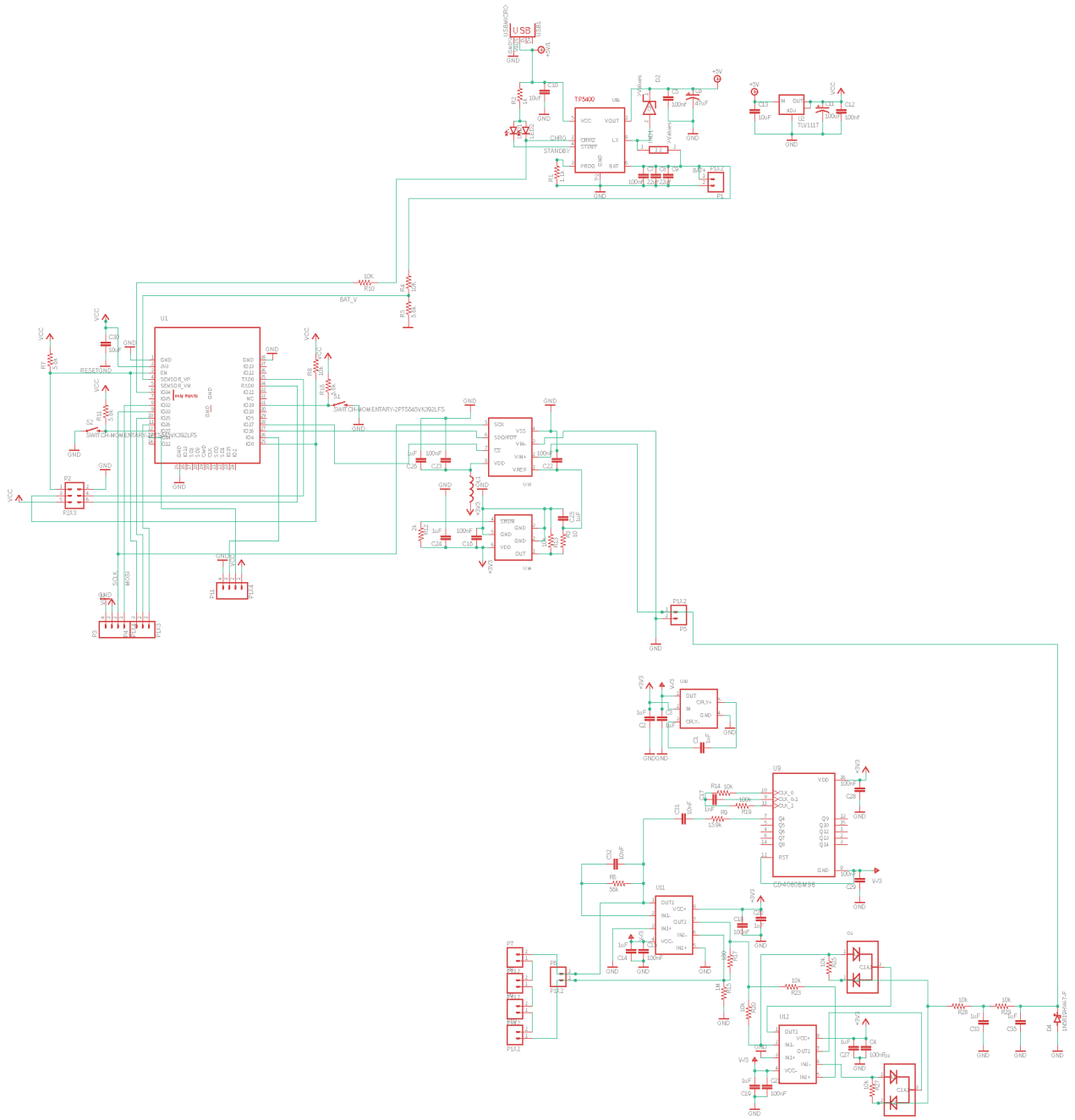
#### **buttonUpPin (Κουμπί Δεξιά):**

- Κατάσταση STATE\_NORMAL: Σε αυτή την κατάσταση ο μικροελεγκτής έχει κρατημένα τα δεδομένα του τελευταίου χρήστη (γένος, ύψος, ηλικία) και πρέπει να αλλάξουν εάν πρόκειται να ανέβει ένα νέο άτομο με διαφορετικά χαρακτηριστικά.
- Κατάσταση STATE\_GENDER: Προσαρτά το γένος του χρήστη ως γυναίκα ή άντρα και μεταβαίνει στην κατάσταση STATE\_HEIGHT.
- Κατάσταση STATE\_HEIGHT: Αυξάνει το ύψος του χρήστη κατά 0.05 μέτρα και εμφανίζει το νέο ύψος στην οθόνη.
- Κατάσταση STATE\_AGE: Αυξάνει την ηλικία του χρήστη κατά 1 έτος και εμφανίζει τη νέα ηλικία στην οθόνη.

#### **buttonDownPin (Κουμπί Αριστερά):**

- Κατάσταση STATE\_NORMAL: Αλλάζει τον αριθμό χρήστη (user\_id) που χρησιμοποιείται για τη φόρτωση/αποθήκευση πληροφοριών χρήστη.
- Κατάσταση STATE\_GENDER: Προσαρτά το γένος του χρήστη ως άντρα και μεταβαίνει στην κατάσταση STATE\_HEIGHT.
- Κατάσταση STATE\_HEIGHT: Μεταβαίνει στην κατάσταση STATE\_AGE.
- Κατάσταση STATE\_AGE: Αποθηκεύει τις πληροφορίες του τρέχοντος χρήστη και επιστρέφει στην κατάσταση STATE\_NORMAL

## 2.5 Τελικό σχέδιο Schematic:



Εικόνα 14

# Κατασκευή πλακέτας

## 3 Λογισμικό Eagle CAD

Το Eagle CAD είναι ένα ισχυρό και ευρέως χρησιμοποιούμενο λογισμικό για τον σχεδιασμό ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και τυπωμένων κυκλωματικών πλακετών (PCB). Χαρακτηρίζεται από την ευελιξία του στη δημιουργία σύνθετων κυκλωμάτων μέσω μιας διαισθητικής διεπαφής και προσφέρει εκτεταμένες δυνατότητες, όπως η προσθήκη και η επεξεργασία συστατικών από μια πλούσια βιβλιοθήκη, η δημιουργία νέων συστατικών και η εξαγωγή των απαραίτητων αρχείων για την παραγωγή PCB.

**Εύρεση και προσθήκη συστατικών:** Στο Eagle, οι συνιστώσες (όπως αντιστάσεις, τελεστικά, κλπ.) προστίθενται από τις βιβλιοθήκες συνιστωσών. Για να προστεθεί μια αντίσταση ή ένας τελεστικό:

- Στο μενού 'Library' και επιλέγουμε 'Use' για να ενεργοποιήσουμε τις βιβλιοθήκες που χρειαζόμαστε.
- Επιλέγουμε το εργαλείο 'Add' (σύμβολο: +) από την εργαλειοθήκη.
- Ψάχνουμε την αντίσταση ή τον τελεστικό στο παράθυρο που θα εμφανιστεί, επιλέγουμε και κάνουμε κλικ στον χώρο εργασίας για να τον τοποθετήσουμε.

**Δημιουργία συστατικού που δεν υπάρχει:** Αν χρειαστεί να δημιουργήσουμε ένα νέο τσιπ ή συστατικό που δεν υπάρχει σε καμία βιβλιοθήκη:

- Προχωράμε στο 'Library Editor' από το μενού 'File' > 'New' > 'Library'.
- Χρησιμοποιούμε το 'Package Editor' για να σχεδιάσουμε τη φυσική διάταξη του συστατικού (πόδια, διαστάσεις).
- Χρησιμοποιούμε το 'Symbol Editor' για να δημιουργήσουμε το σχηματικό σύμβολο του συστατικού.
- Συνδέουμε το σύμβολο με το πακέτο χρησιμοποιώντας το 'Device Editor'.

**Εισαγωγή Βιβλιοθήκης:** Για να προσθέσουμε μια νέα βιβλιοθήκη στο Eagle:

- Κατεβάζουμε την βιβλιοθήκη που χρειάζεται από το διαδίκτυο ή δημιουργούμε μια.
- Αποθηκεύουμε το αρχείο βιβλιοθήκης (.lbr) στον φάκελο 'lbr' της εγκατάστασης Eagle.
- Ενεργοποιούμε την βιβλιοθήκη μέσω του μενού 'Library' > 'Use'.

**Gerber Files:** Τα Gerber files είναι τα τελικά αρχεία που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές PCB για να παράγουν τις πλακέτες.

- Μετά τον τελικό σχεδιασμό της πλακέτας σας, πατάμε την επιλογή 'CAM Processor' από το μενού 'File'.
- Επιλέγουμε έναν προκαθορισμένο job file ή προσαρμόζουμε τις ρυθμίσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή.
- Εξάγουμε τα Gerber files και τα στέλνουμε στον κατασκευαστή για παραγωγή.

### **Σημαντικές Συμβουλές:**

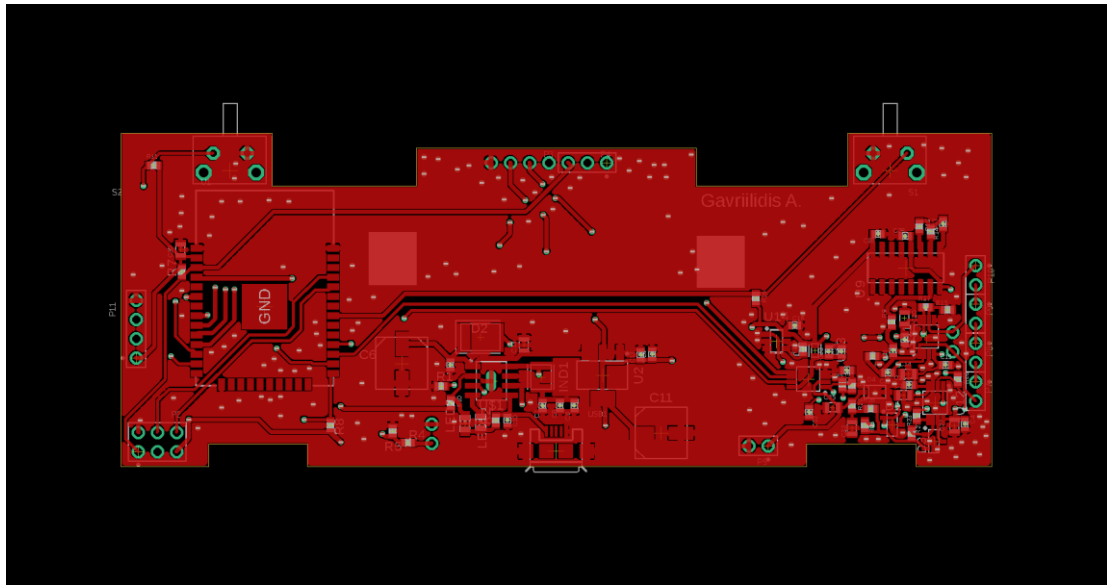
- Εξοικείωση με Shortcuts: Η χρήση συντομεύσεων μπορεί να επιταχύνει την εργασία στο Eagle.
- Τακτική Αποθήκευση: Αποθηκεύουμε τακτικά την εργασία για να αποφύγουμε απώλειες λόγω απροσδόκητων κλεισίματων της εφαρμογής.

### **Δημιουργία Ενός Νέου Συστατικού**

Όταν χρειάζεται να δημιουργηθεί ένα νέο συστατικό που δεν υπάρχει στις διαθέσιμες βιβλιοθήκες:

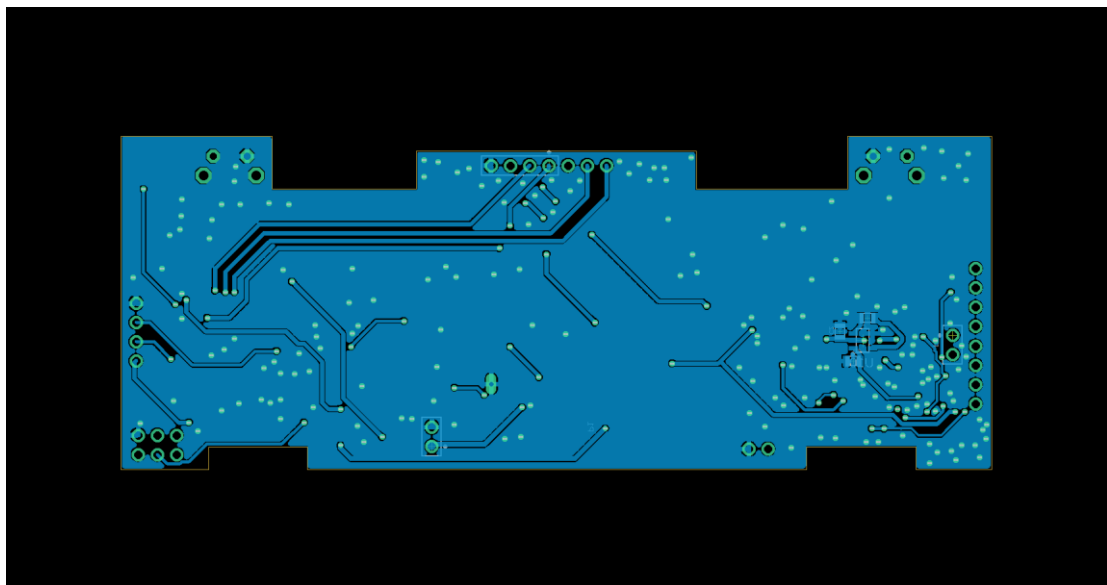
- Δημιουργία του Συμβόλου: Ξεκινάμε δημιουργώντας το σχηματικό σύμβολο του συστατικού. Αυτό περιλαμβάνει τις ηλεκτρικές συνδέσεις (πόδια).
- Δημιουργία του Πακέτου: Στη συνέχεια, σχεδιάζουμε το πακέτο, δηλαδή τη φυσική διάταξη του συστατικού. Αυτό περιλαμβάνει τις διαστάσεις του συστατικού και την τοποθέτηση των ακροδεκτών ή των ποδιών.
- Σύνδεση Συμβόλου με Πακέτο: Μετά τη δημιουργία του συμβόλου και του πακέτου, χρειάζεται να τα συνδέσουμε μαζί δημιουργώντας ένα νέο συστατικό στο 'Device Editor'. Αυτό σημαίνει ότι αντιστοιχίζεται κάθε πόδι του συμβόλου με το αντίστοιχο πόδι στο πακέτο. Παρακάτω είναι τα layout που χρησιμοποιήθηκαν στην τελική κατασκευή της πλακέτας:

## PCB Layout Top



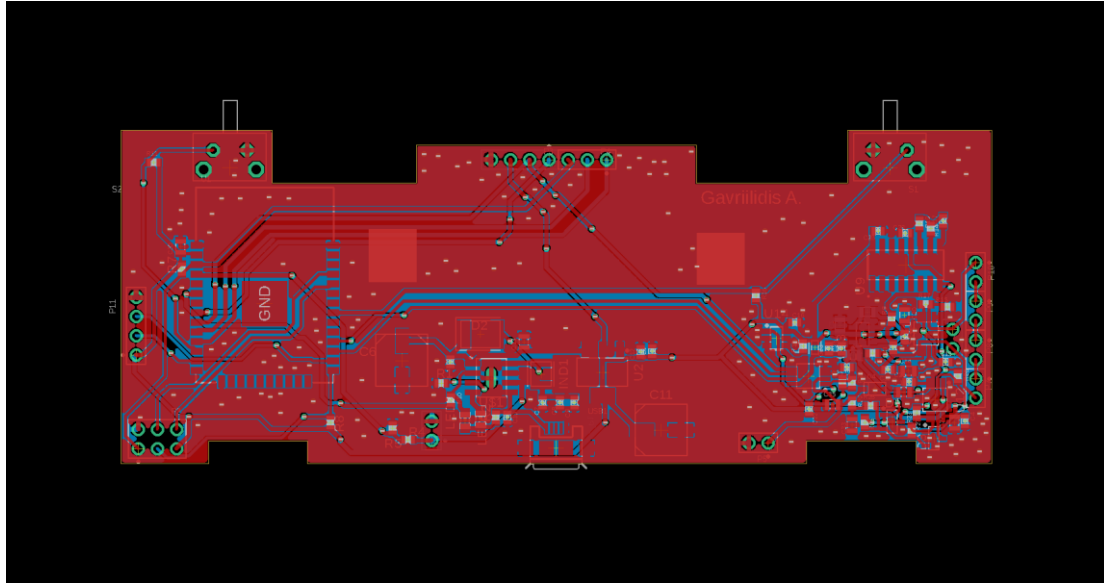
Εικόνα 15

## PCB Layout Bottom



Εικόνα 16

## PCB Layout Top/Bottom



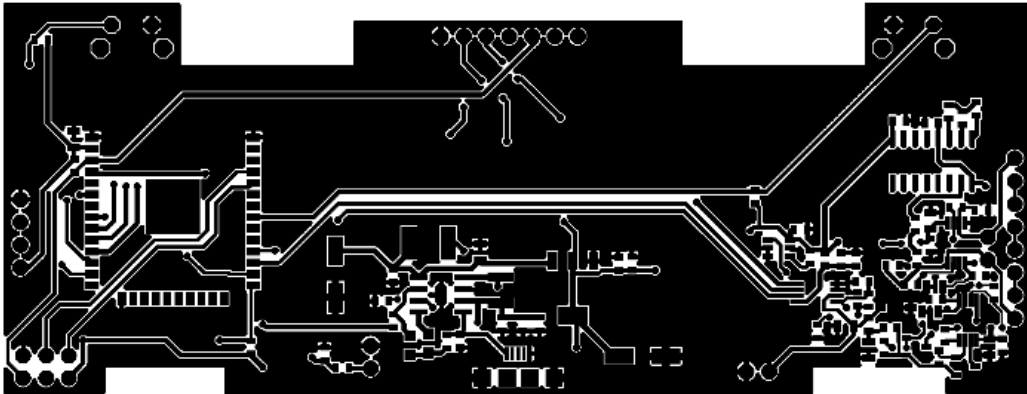
Εικόνα 17

### 3.1 Αρχεία Gerber

#### Εξαγωγή Αρχείων Gerber από το Eagle CAD:

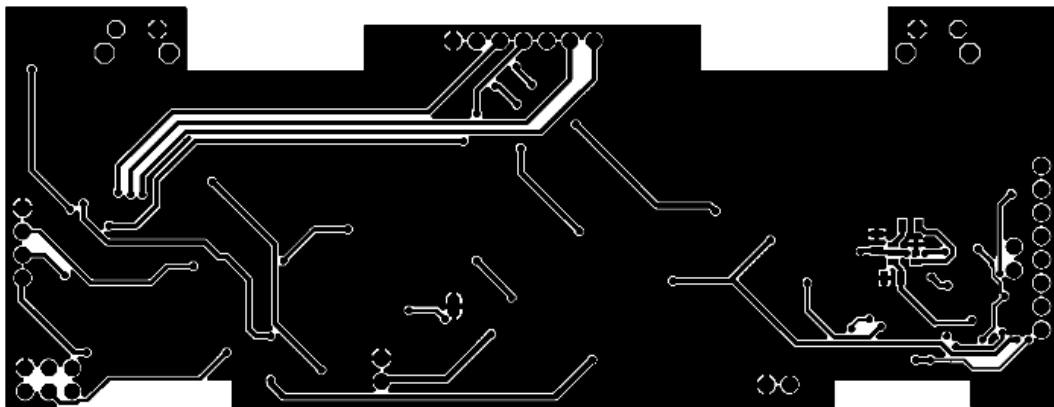
Οι αρχεία Gerber είναι το τελικό μέσο για την κατασκευή πλακέτας PCB. Μέσω του λογισμικού Eagle CAD, όταν ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός της πλακέτας χρησιμοποιούμε πάντα το εργαλείο Design Rule Check (DRC), και χωρίς να παρουσιάζει σφάλματα ή ανωμαλίες μπορούμε να εξάγουμε αυτά τα αρχεία Gerber. Τα αρχεία αυτά περιλαμβάνουν διάφορες πληροφορίες για τον σχεδιασμό της πλακέτας. Περιέχουν πληροφορίες σχετικά με τα επίπεδα του χαλκού, τις τρύπες και τους αγωγούς, καθώς και για την κατάλληλη διάταξη και τοποθέτηση των εξαρτημάτων στην πλακέτα. Μετά την εξαγωγή αυτών των αρχείων, ακολουθεί η διαδικασία αποστολής τους σε εταιρίες κατασκευής PCB, οι οποίες θα τα χρησιμοποιήσουν για την παραγωγή της πλακέτας. Ο σωστός σχεδιασμός και η ορθή διαδικασία εξαγωγής των αρχείων Gerber είναι κρίσιμοι, καθώς αποτελούν την πηγή πληροφοριών για την κατασκευή της πλακέτας PCB χωρίς προβλήματα ή ασυνέπειες. Παρακάτω αναφέρονται και εξηγούνται συνοπτικά τα αρχεία που χρειάζονται οι εταιρείες κατασκευής πλακετών.

Top Copper (Επάνω Χαλκός): Το σχηματικό της κατανομής του χαλκού στο άνω μέρος της πλακέτας.



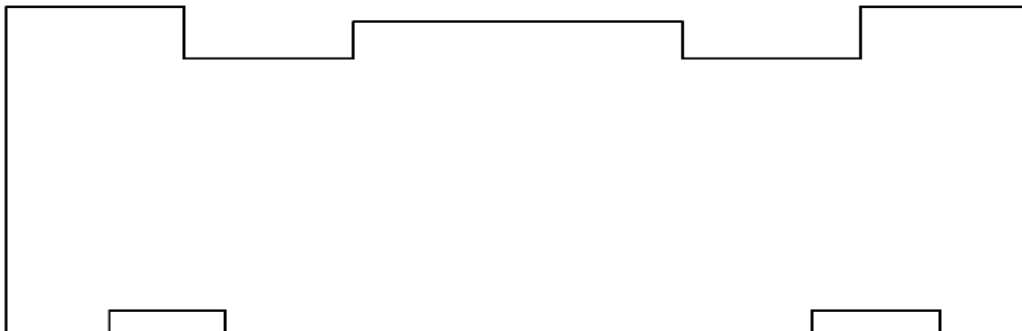
Εικόνα 18

Bottom Copper (Κάτω Χαλκός): Το σχηματικό της κατανομής του χαλκού στο κάτω μέρος της πλακέτας.



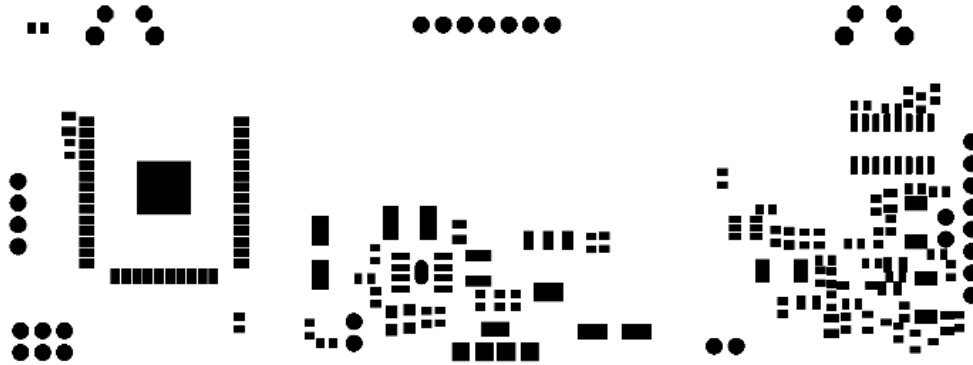
Εικόνα 19

Profile:



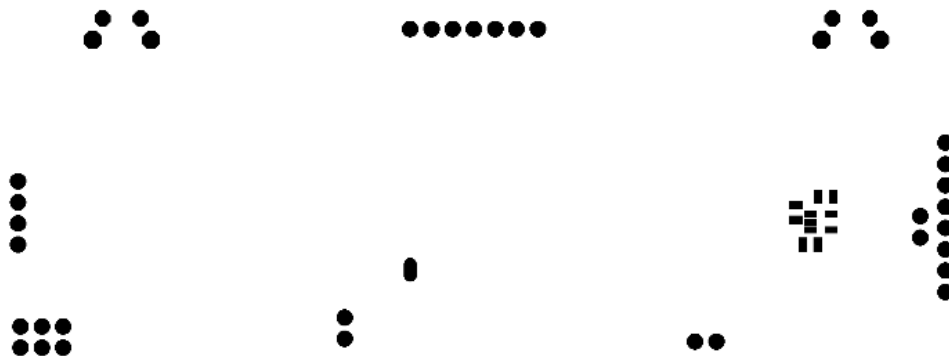
Εικόνα 20

Soldermask Top (Προστασία Κόλλησης Επάνω): Ορίζει τις περιοχές όπου η προστασία από την κόλληση πρέπει να εφαρμοστεί στην πλακέτα.



Εικόνα 21

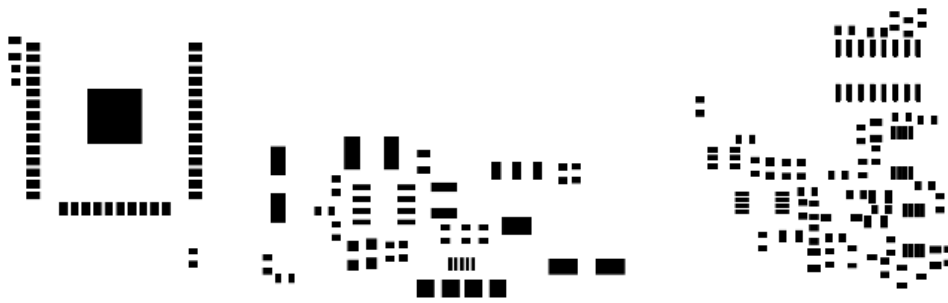
Soldermask Bottom (Προστασία Κόλλησης Κάτω): Ορίζει τις περιοχές όπου η προστασία από την κόλληση πρέπει να εφαρμοστεί στην πλακέτα.



Εικόνα 22

Solderpaste Top είναι ένα επίπεδο στα αρχεία Gerber που αναφέρεται στο πού πρέπει να εφαρμοστεί η πάστα κολλήσεων στο πάνω μέρος της πλακέτας.

..



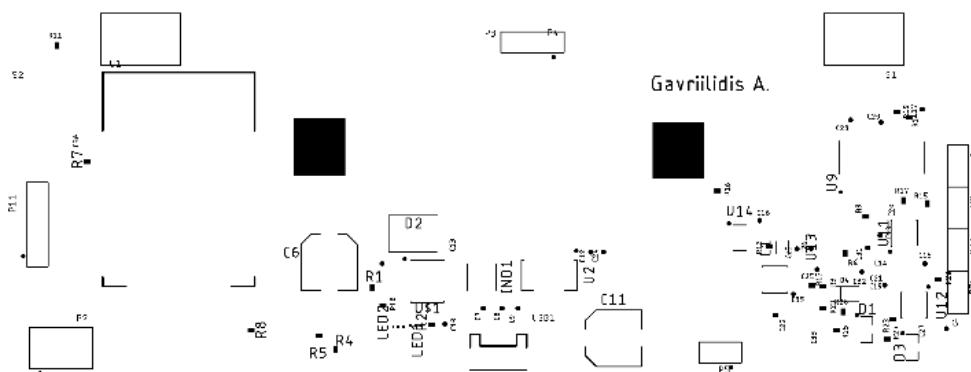
Εικόνα 23

Solderpaste Bottom είναι ένα επίπεδο στα αρχεία Gerber που αναφέρεται στο πού πρέπει να εφαρμοστεί η πάστα κολλήσεων στο κάτω μέρος της πλακέτας.



Εικόνα 24

SilkscreenTop (Σημάνσεις Επάνω): Περιέχουν τα στοιχεία που εμφανίζονται πάνω από τον χαλκό, όπως σήμανση, αναγραφές, κείμενο.



Εικόνα 25

Silkscreen Bottom (Σημάνσεις Κάτω): Περιέχουν τα στοιχεία που εμφανίζονται πάνω από τον χαλκό, όπως σήμανση, αναγραφές, κείμενο.



Εικόνα 26

### 3.2 Τοποθέτηση εξαρτημάτων στη πλακέτα

Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων στο κύκλωμα μπορεί να επηρεάσει την απόδοση και τη σταθερότητά του. Συνήθως, η επιλογή του πού θα τοποθετηθούν τα εξαρτήματα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, και μερικοί από αυτούς περιλαμβάνουν:

1. **Αποφυγή Θορύβου (Avoiding Noise):** Εάν υπάρχουν ευαίσθητα σήματα, όπως αναλογικά σήματα που μετατρέπονται από τον ADC, είναι αναγκαίο να τοποθετούνται τα εξαρτήματα που παράγουν ή επηρεάζονται από θόρυβο μακριά από τον μικροελεγκτή και να βρίσκονται κοντά μεταξύ τους για να μειωθεί η πιθανότητα επιδράσεων.
2. **Σταθερότητα Τάσης (Voltage Stability):** Η τοποθέτηση της αναφοράς τάσης  $V_{ref}$  κοντά στον ADC εξασφαλίζει ότι η αναφορά είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του σήματος.
3. **Μήκος Καλωδίων (Cable Lengths):** Μακρινά καλώδια μπορούν να είναι ευαίσθητα σε παρεμβολές και απώλειες σήματος. Η τοποθέτηση ευαίσθητων κυκλωμάτων κοντά μεταξύ τους μειώνει τον κίνδυνο θορύβου.
4. **Προστασία από Παράσιτα (Protection from Parasites):** Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων μακριά από πηγές παρασίτων, όπως ισχυρά μαγνητικά πεδία ή ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, μπορεί να βοηθήσει στην προστασία τους από εξωτερικές επιδράσεις.

### 3.3 Vias

Τα "Vias" είναι στοιχεία που επιτρέπουν τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών στρωμάτων μιας πλακέτας κυκλώματος. Η χρήση τους προσφέρει:

**Σύνδεση στρωμάτων:** Συνδέουν τα επίπεδα μιας πλακέτας κυκλώματος, επιτρέποντας τη μεταφορά σημάτων και ηλεκτρικών συνδέσεων από ένα στρώμα στο άλλο.

**Γείωση:** Χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των στρωμάτων γείωσης μεταξύ τους, δημιουργώντας μια συνεχή γείωση ανάμεσα σε όλα τα επίπεδα.

**Αποτροπή ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών:** Χρησιμοποιούνται για να μειώσουν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, καθώς μπορούν να διαχωρίσουν τμήματα του κυκλώματος από τυχόν πηγές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

Τα vias αποτελούν βασικό στοιχείο στον σχεδιασμό πλακετών και είναι ζωτικής σημασίας για τη συνδεσιμότητα και τη λειτουργία των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

### 3.4 Επίλογος

Συνοψίζοντας, σε αυτό το κεφάλαιο εξετάσαμε τη διαδικασία κατασκευής μιας πλακέτας κυκλώματος με τη χρήση του λογισμικού Eagle CAD. Αναφερθήκαμε στον σχεδιασμό της πλακέτας, την τοποθέτηση των εξαρτημάτων, και τη χρήση των Vias για τη σύνδεση διαφορετικών στρωμάτων. Ο σωστός σχεδιασμός της πλακέτας είναι κρίσιμος για την απόδοση και την αξιοπιστία του ηλεκτρονικού κυκλώματος, και η χρήση του Eagle CAD μπορεί να διευκολύνει αυτήν τη διαδικασία.

Είδαμε επίσης τη σημασία των σωστών τοποθετήσεων εξαρτημάτων, την αποφυγή θορύβου, τη διασφάλιση σταθερότητας τάσης και την προστασία από παράσιτα. Όλα αυτά τα στοιχεία συμβάλλουν στην επίτευξη ενός αξιόπιστου και αποτελεσματικού ηλεκτρονικού κυκλώματος.

Τέλος, αναφέραμε τη σημασία των αρχείων Gerber για την παραγωγή της πλακέτας PCB και τη σημαντική διαδικασία εξαγωγής αυτών των αρχείων από το Eagle CAD. Η σωστή προετοιμασία και αποστολή αυτών των αρχείων είναι κρίσιμη για την παραγωγή μιας λειτουργικής πλακέτας PCB.

Επομένως, η κατασκευή πλακέτας PCB αποτελεί σημαντικό κομμάτι του διαδικαστικού σχεδιασμού ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος και απαιτεί προσοχή στη λεπτομέρεια και στη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού και των προδιαγραφών.

## 4 Κώδικας και τελική κατασκευή ζυγαριάς

### 4.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ESP

```
#include <DFRobot_HX711.h>

#include <SPI.h>
#include <U8g2lib.h>
#include <mcp3551t.h>
#include <EEPROM.h>

#define OLED_MOSI 32
#define OLED_CLK 33
#define OLED_DC 25
#define OLED_CS 26
#define OLED_RST 255

DFRobot_HX711 * MyScale = NULL;
U8G2_SH1106_128X64_NONAME_F_4W_SW_SPI u8g2(U8G2_R0, OLED_CLK, OLED_MOSI,
OLED_CS, OLED_DC, OLED_RST);

const int buttonUpPin = 19; // the number of the pushbutton pin
const int buttonDownPin = 27;
int buttonUpState = 0; // variable for reading the pushbutton status
int buttonDownState = 0; // variable for reading the pushbutton status

float weight = 25;
float impedance = 20;
float fatPercent = 10;
float bmi = 20;

typedef struct {
    int age;
    float height;
    bool is_boy;
} user_t;
// Αυτή η δομή χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει τα χαρακτηριστικά του χρήστη, όπως η
ηλικία, το ύψος και το φύλο (αγόρι ή κορίτσι).

user_t user;

int user_id = 0;
int max_user_id = 5;

typedef enum STATE {
    STATE_START,
    STATE_NORMAL,
```

```
STATE_GENDER,  
STATE_HEIGHT,  
STATE_AGE
```

```
} STATE;
```

// Αυτή η enum καθορίζει τις διάφορες καταστάσεις που μπορεί να έχει το πρόγραμμα, όπως η κατάσταση εκκίνησης, η κανονική λειτουργία, η ρύθμιση φύλου, ύψους και ηλικίας.

```
mcp3551t_config_t mcp3551_config = {  
    3000000,  
    0,  
    17,33,16  
};
```

// Εδώ έχω δημιουργήσει μια δομή (**mcp3551t\_config\_t**) για τη ρύθμιση του MCP3551T. Ορίζω ταχύτητα μεταφοράς (3MHz), τον τύπο ενεργοποίησης του CS (0), και τους ακροδέκτες που χρησιμοποιούνται (17, 33, 16).

```
STATE state = STATE_START;
```

```
void init_buttons()  
{  
    pinMode(buttonUpPin, INPUT_PULLUP);  
    pinMode(buttonDownPin, INPUT_PULLUP);  
}
```

```
void init_display()  
{  
    // init oled display  
    u8g2.begin();  
}
```

```
void init_weight_measurement()  
{  
    MyScale = new DFRobot_HX711(4, 14);  
    // MyScale->setCalibration(1);  
}
```

```
int mcp3551_cs = 17;
```

```
void init_impedance_measurement()  
{  
    mcp3551t_init(&mcp3551_config);  
}
```

// Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται για να αρχικοποιήσει τον MCP3551T με βάση τις ρυθμίσεις που έχω καθορίσει

```
void init_battery()  
{
```

```

}

void init_user_data()
{
    load_user_data(user_id);
}

void load_user_data(int user_id)
{
    int address = sizeof(user_t)*user_id;
    EEPROM.get(address, user);

    if(user.age < 2) {
        user.age = 20;
        user.height = 1.50;
        user.is_boy = 1;
    }

    // age = load_from_flash(user_id);
    // height = ..
    // is_boy = ..
}

void save_user_data(int user_id)
{
    int address = sizeof(user_t)*user_id;
    EEPROM.put(address, user);
    EEPROM.commit();
    // save_to_flash("age"+user_id, age);
    // ...
}

```

// Αυτές οι συναρτήσεις ασχολούνται με την αρχικοποίηση και τη φόρτωση των δεδομένων του χρήστη από την EEPROM.

```

double weight_value = 0;
int adc_value = 0;
double weight_values[5];
int weight_values_tail = 0;
int weight_values_n = 0;

float get_weight_measurement()
{
    int N = sizeof(weight_values)/sizeof(weight_values[0]);
    weight_value = MyScale->getValue()/100.;
    double X = 0.008088*weight_value - 663.8;
    if(weight_value > 165000)
        X = 0.008127*weight_value - 1349;
    weight_values[weight_values_tail++] = X;
    weight_values_n++;
}

```

```

if(weight_values_tail >= N) weight_values_tail = 0;

double sum = 0;
for(int i=0; i < N && i < weight_values_n; ++i)
    sum += weight_values[i];

double w = sum/N;
if(w < 0.5 || w > 150)
    w = 0;
return w;
}

double impedance_adc_values[20];
int impedance_adc_values_tail = 0;
int impedance_adc_values_n = 0;
double impedance_var = 10000000;

float get_impedance()
{
    int N = sizeof(impedance_adc_values)/sizeof(impedance_adc_values[0]);
    adc_value = mcp3551t_read_voltage(&mcp3551_config);
    impedance_adc_values[impedance_adc_values_tail++] = adc_value;
    impedance_adc_values_n++;
    if(impedance_adc_values_tail >= N) impedance_adc_values_tail = 0;

    double sum = 0;
    for(int i=0; i < N && i < impedance_adc_values_n; ++i)
        sum += impedance_adc_values[i];

    double imp = sum/N;
    double var = 0;
    for(int i=0; i < N && i < impedance_adc_values_n; ++i)
        var += (impedance_adc_values[i] - imp)*(impedance_adc_values[i] - imp);
    impedance_var = var/N;

    //lookup voltage -> resistance
    //convert resistance to impedance (1/R*k)
    return imp;
}

// 0 - 1
float get_fat_percent(float weight, float impedance, int age, float height, bool is_boy)
{
    double bmi = weight/(height*height);
    double bfpf = impedance*age*bmi;
    double bfp = 2.813*bfpf/1000000000. - 0.1003;
    if(bfp < 0) bfp = 0;
    else if(bfp > 1) bfp = 1;
    Serial.printf("BFPF=%f bfp=%f\n", bfpf, bfp);
}

```

```

    return bfp;
}

void setup() {
    Serial.begin(74880);
    EEPROM.begin(256);

    init_buttons();
    init_display();
    init_user_data();
    init_weight_measurement();
    init_impedance_measurement();
    init_battery();

    state = STATE_NORMAL;
}

void check_battery()
{

}

void update_measurements()
{
    weight = get_weight_measurement();
    impedance = get_impedance();
    fatPercent = get_fat_percent(weight, impedance, user.age, user.height, user.is_boy);
    bmi = weight/(user.height*user.height);
}

void check_buttons()
{

    int var = digitalRead(buttonUpPin);
    if(var == 0 && buttonUpState == 1)
    {
        buttonUpState = 0;
        switch(state)
        {
            case STATE_NORMAL:
                state = STATE_GENDER;
                break;
            case STATE_GENDER:
                user.is_boy = 0;
                state = STATE_HEIGHT;
                break;
            case STATE_HEIGHT:
                user.height += 0.05;
        }
    }
}

```

```

    if(user.height > 2.20)
        user.height = 1.50;
    break;
case STATE_AGE:
    user.age += 1;
    if(user.age > 65)
        user.age = 10;
    break;
}
}
else if(var != 0 && buttonUpState == 0)
{
    buttonUpState = 1;
    // do something when the button is released
}

var = digitalRead(buttonDownPin);
if(var == 0 && buttonDownState == 1)
{
    buttonDownState = 0;
    switch(state)
    {
        case STATE_NORMAL:
            user_id = (user_id + 1) % max_user_id;
            load_user_data(user_id);
            break;
        case STATE_GENDER:
            user.is_boy = 1;
            state = STATE_HEIGHT;
            break;
        case STATE_HEIGHT:
            state = STATE_AGE;
            break;
        case STATE_AGE:
            save_user_data(user_id);
            state = STATE_NORMAL;
            break;
    }
}

}
else if(var != 0 && buttonDownState == 0)
{
    buttonDownState = 1;
    // do something when the button is released
}
}
void update_display()
{
    u8g2.clearBuffer();

```

```

    u8g2.setFont(u8g2_font_profont11_tr);
//  u8g2.setFlipMode(1);
//  u8g2.setFontDirection(2);
//  u8g2.setFontMode(1);
//  u8g2.setDrawColor(1);
    u8g2.setCursor(0, 0);
    u8g2.setFontPosTop();
    switch(state)
    {

    case STATE_NORMAL:
        u8g2.setFont(u8g2_font_6x13_tf);
        u8g2.setFont(u8g2_font_logisoso42_tf );
        u8g2.print(weight, 0);
        u8g2.setFont(u8g2_font_crox2cb_tf );
        u8g2.print('.');
        u8g2.print((int)(weight*10) % 10);
        u8g2.print("kg");

        u8g2.setFont(u8g2_font_8x13_tf);
        u8g2.setCursor(0, 54);
        u8g2.print('U');
        u8g2.print(user_id);
        u8g2.print(' ');
        u8g2.print(user.is_boy?'M':'F');
        u8g2.print(' ');
        u8g2.print(user.height);
        u8g2.print(' ');
        u8g2.print(user.age);

        if(impedance_var < 800000) {
            u8g2.setCursor(72, 20);
            u8g2.setFont(u8g2_font_8x13_tf);
            u8g2.print(bmi, 1);
            u8g2.setCursor(72, 40);
            u8g2.print(fatPercent*100, 1);
            u8g2.print('%');
        }
        break;
    case STATE_GENDER:
        u8g2.setCursor(0, 0);
        u8g2.setFont(u8g2_font_10x20_tf);
        u8g2.print(" Set Gender");
        u8g2.setCursor(0, 30);
        u8g2.setFont(u8g2_font_10x20_tf);
        u8g2.print("Male");
        u8g2.setCursor(65, 30);
        u8g2.setFont(u8g2_font_10x20_tf);

```

```

    u8g2.print("Female");
    break;
case STATE_HEIGHT:
    u8g2.setCursor(0, 0);
    u8g2.setFont(u8g2_font_courB24_tf);
    u8g2.print("Height");
    u8g2.setCursor(0, 32);
    u8g2.setFont(u8g2_font_courB24_tf);
    u8g2.print(user.height);
    u8g2.print("m");
    break;
case STATE_AGE:
    u8g2.setCursor(0, 0);
    u8g2.setFont(u8g2_font_courB24_tf);
    u8g2.print("Age");
    u8g2.setCursor(0, 32);
    u8g2.setFont(u8g2_font_courB24_tf);
    u8g2.print(user.age);
    u8g2.print("y");
    break;
}

u8g2.sendBuffer();
Serial.printf("weight=%f, impedance=%f fatPercent=%3.1f%% wvalue=%f adc_value=%d bmi=%f
var=%f!\n", weight, impedance, 100*fatPercent, weight_value, adc_value, bmi, impedance_var);
}

void loop() {

    check_buttons();
    update_measurements();
    update_display();
    delay(100);
}

```

## 4.2 Τελική κατασκευή ζυγαριάς



Εικόνα 27



Εικόνα 28



Εικόνα 29



Εικόνα 30

## 5 Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

### Συμπεράσματα:

Η ζυγαριά παρέχει έναν σημαντικό αλλά ενδεικτικό τρόπο μέτρησης του λίπους στο σώμα. Η μέτρηση του λίπους στο σώμα είναι ένα σύνθετο εγχείρημα και επιβεβαιώνεται ότι οι ζυγαριές που βασίζονται σε βιοηλεκτρική αντίσταση είναι περισσότερο ένδειξη παρά απόλυτη μέτρηση. Οι αποκλίσεις στα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται σε ποικίλους λόγους, από την υγρασία του δέρματος έως τη θερμοκρασία του σώματος.

Για την πλήρη κατανόηση της σωστής διαβίωσης και υγείας, η ζυγαριά πρέπει να συνοδεύεται από διατροφικές πληροφορίες, άσκηση, και ιατρική επίβλεψη, προσφέροντας ένα γενικότερο πλαίσιο για την υγεία.

### Προτάσεις Βελτίωσης:

Ενδεχομένως, μια αναβάθμιση στην τεχνολογία της ζυγαριάς θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη χρήση μιας μεγαλύτερης αντίστασης στην ανάδραση του πρώτου ενισχυτή στο κύκλωμα της αγωγιμότητας για να έχουμε μεγαλύτερο  $V_{out2}$  που σημαίνει ότι το τελικό σήμα εξόδου θα ήταν πιο ενισχυμένο και θα μπορούσαμε να το μετρήσουμε πιο εύκολα γιατί γενικώς είναι πιο δύσκολο να μετρήσουμε μικρά σήματα της τάξης των  $\mu V$  με την ίδια ακρίβεια που θα μετρούσαμε σήματα της τάξης των  $mV$ .

Επιπλέον, μια ενσωμάτωση ασύρματης επικοινωνίας θα επιτρέπει στον χρήστη να διαχειρίζεται τα δεδομένα του εύκολα και αποτελεσματικά, με περισσότερες επιλογές για αποθήκευση και ανάλυση.

Τέλος, η ενσωμάτωση επαναφορτιζόμενης μπαταρίας θα παρείχε αυτονομία και ευελιξία στη χρήση της ζυγαριάς. Η προσθήκη αυτών των χαρακτηριστικών θα έκανε τη ζυγαριά πιο αξιόπιστη, πιο λειτουργική και πιο ευέλικτη για τους χρήστες.

## Βιβλιογραφία

[1]Aleixo GFP, Shachar SS, Nyrop KA, Muss HB, Battaglini CL, Williams GR. Bioelectrical Impedance Analysis for the Assessment of Sarcopenia in Patients with Cancer: A Systematic Review. *Oncologist*. 2020 Feb;25(2):170-182. doi: 10.1634/theoncologist.2019-0600. Epub 2019 Nov 12. PMID: 32043785; PMCID: PMC7011645.

[2]Alison B. Evert και Amy Hess-Fischl, *Pediatric diabetes* (American Dietetic Association, 2006), σελ. 64. Πρέπει να κάνω λιπομέτρηση;, *Vita* Μάιος (2003).

[3]Atchison AE, Zickgraf HF. Orthorexia nervosa and eating disorder behaviors: A systematic review of the literature. *Appetite*. 2022 Oct 1;177:106134. doi: 10.1016/j.appet.2022.106134. Epub 2022 Jun 21. PMID: 35750289.

[4]Balasundaram P, Santhanam P. Eating Disorders. 2023 Jun 26. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 33620794.

[5]Behzad Razavi. *Principles of Data System Design* , Vol. 126. New York: IEEE press 445 Hoes Lane, Piscataway, New Jersey, USA 1995.

[6]Beydoun MA, Noren Hooten N, Maldonado AI, Beydoun HA, Weiss J, Evans MK, Zonderman AB. BMI and Allostatic Load Are Directly Associated with Longitudinal Increase in Plasma Neurofilament Light among Urban Middle-Aged Adults. *J Nutr*. 2022 Feb 8;152(2):535-549. doi: 10.1093/jn/nxab381. PMID: 34718678; PMCID: PMC8826916.

[7]Choi, Michael, and Asad A. Abidi. "A 6-b 1.3-Gsample/s A/D converter in 0.35- $\mu$ m CMOS". *IEEE Journal of Solid-State Circuits* 36, no. 12 (2001), 1847-1858 , 2001.

[8]Di Vincenzo O, Marra M, Di Gregorio A, Pasanisi F, Scalfi L. Bioelectrical impedance analysis (BIA) -derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. *Clin Nutr*. 2021 May;40(5):3052-3061. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.048. Epub 2020 Nov 1. PMID: 33183880.

[9]Ferenci, Damir, Markus Grözing, Felix Lang, and Manfred Berroth “A 3 bit 20 GS/s flash ADC in 65 nm low power CMOS technology”. In Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC), 2010 European, 214-217 , 2010.

[10]Furuta Masanori, and Tetsuro Itakura. “Trends in the design of high-speed, low-power ADC”. 2015 IEEE International Symposium on. IEEE, , 2015. Page 115 of 116

[11]Janas-Kozik M, Zejda J, Stochel M, Brozek G, Janas A, Jelonek I. Ortoreksja--nowe rozpoznanie? [Orthorexia--a new diagnosis?]. Psychiatr Pol. 2012 May-Jun;46(3):441-50. Polish. PMID: 23045897.

[12]Jørgen Andreas Michaelsen. Analog to Digital Converters. Unpublished notes, University of Oslo URL:  
[http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF4420/v14/v13/undervisningsmateriale/inf4420\\_v13\\_11\\_adc\\_print.pdf](http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF4420/v14/v13/undervisningsmateriale/inf4420_v13_11_adc_print.pdf).

[13]Kim, Jong-In. “A 65 nm CMOS 7b 2 GS/s 20.7 mW Flash ADC With Cascaded Latch Interpolation”. 2015 IEEE Journal of Solid-State Circuits, , 2015.

[14]Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AM, Pichard C; Composition of the ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. Clin Nutr. 2004 Oct;23(5):1226-43. doi: 10.1016/j.clnu.2004.06.004. PMID: 15380917.

[15]Krishna, K. Lokesh, and T. Ramashri. “VLSI Design of 12-bit ADC with 1GSPS in 180nm CMOS integrating with SAR and two-step flash ADC”. Journal of Theoretical and Applied Information Technology , pages 27-35, 2014.

[16]Lewyn, Lanny L., Trond Ytterdal, Carsten Wulff, and Kenneth Martin “Analog Circuit Design in Nanoscale CMOS Technologies”. Proceedings of the IEEE 97, no. 10 (2009), pages 1687-1714., 2009.

[17]M. Steyaert, R. Roovers, and J. Craninckx. “A 100 MHz 8-bit CMOS Interpolating ADC”. Proc. CICC'93, 1993.

[18] Matsuno, Junya, Masahiro Hosoya, Masanori Furuta, and Tetsuro Itakura “A 3-GS/s 5-bit Flash ADC with wideband input buffer Amplifier.”. VLSI Design, Automation, and Test (VLSI-DAT), 2013 International Symposium on:, 1-4 , 2013.

[19] Majumder, Alak, Monalisa Das, Bipasha Nath, Abir J. Mondal, and Bidyut K. Bhattacharyya. “Design of low noise high speed novel dynamic Analog Comparator in 65nm technology”. 2016 26th International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA). IEEE , pages 115-120, 2016.

[20] R. Silva and J. Fernandes. “A Low-Power CMOS Folding and Interpolation ADC with Error Correction”. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems (ISCAS’03), vol. I, pages 949--952, 2003.

[21] Razavi, Behzad. “The StrongARM Latch [A Circuit for All Seasons]”. IEEE Solid-State Circuits Magazine 7, no. 2 (2015) , pages 12-17, 2015.

[22] Snorre Aunet. Interpolating ADCs, Folding ADCs and Oversampling Interpolating ADCs Unpublished notes, University of Oslo URL [http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF4420/v10/undervisningsmateriale/INF4420\\_V10\\_0316.pdf](http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF4420/v10/undervisningsmateriale/INF4420_V10_0316.pdf).

[23] Sujatha, K., T. Narayana Bhagirath, and Kiran Kumar Garje. “Design and simulation of high speed Comparator for LVDS receiver application”. 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON).IEEE , 2015.

[24] Tretter, Gregor, Mohammad Mahdi Khafaji, David Fritsche, Corrado Carta, and Frank Ellinger. “Design and Characterization of a 3-bit 24-GS/s Flash ADC in 28-nm Low Power Digital CMOS.”. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques 64, no. 4 (2016): 1143-1153 , 2016.

[25] UNKNOWN. Data converters: Nyquist rate adcs. unpublished notes, 2010.

URL: [http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~ee247/fa10/files07/lectures/L20\\_2\\_f10.pdf](http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~ee247/fa10/files07/lectures/L20_2_f10.pdf).

[26]Vali, Shaik Mastan, and Pyla Rajesh. “A 3GHz low-offset fully Dynamic Latched Comparator for high-speed and Low-Power ADCs”. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* 3, no. 6 (2013). , 2013.

[27]Van de Plassche, Rudy J. *CMOS integrated analog-to-digital and digital-to-analog converters* , Springer Science & Business Media Heidelberg Pl. 3, 14197 Berlin, Germany 2013.

[28] Vetrugno R, Manconi M, Ferini-Strambi L, Provini F, Plazzi G, Montagna P. Nocturnal eating: sleep-related eating disorder or night eating syndrome? A videopolysomnographic study. *Sleep*. 2006 Jul;29(7):949-54. doi: 10.1093/sleep/29.7.949. PMID: 16895263.

[29]Wagdy, Mahmoud Fawzy, and Chun-Shou Charlie Huang. “A 2-GSPS 4-Bit Flash A/D Converter Using Multiple Track/Hold Amplifiers”. *Conference Paper*, , 2017.

[30] Wang, Mingzhen. “High-speed Low-voltage CMOS Flash Analog-to-Digital Converter for Wideband Communication System-on-a-Chip”. *Thesis on Wright State University*, 2007.

[31] Wang, Mingzhen. “Low-power high-speed low-offset fully dynamic CMOS Latched Comparator”. *PhD diss., Northeastern University Boston*, 2010

[32] Winkelman JW. Sleep-related eating disorder and night eating syndrome: sleep disorders, eating disorders, or both? *Sleep*. 2006 Jul;29(7):876-7. doi: 10.1093/sleep/29.7.876. PMID: 16895252.

[33] Z. Liu, Y. Wang S. Jia, Z. Ji, and X. Zhang. “Efficient Encoding Scheme for Folding ADc”. *9th International Conference on Solid-State and Integrated-Circuit Technology*, page1988–1991, 2008.

## Εξωτερικοί σύνδεσμοι

<http://ndt.oxfordjournals.org/cgi/reprint/gfm517v2> *Αρχειοθετήθηκε* 2009-12-21 στο [Wayback Machine](#). Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity

[http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult\\_bmi/index.html#Reliable](http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html#Reliable) How reliable is BMI as an indicator of body fatness?

«*Summary of key findings*». *Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο* στις 25 Ιουνίου 2012. Ανακτήθηκε στις 27 Δεκεμβρίου 2009.

*Εργαλεία για το Δείκτη Μάζας Σώματος*, Εργαλεία για τον υπολογισμό του Δείκτη Μάζας Σώματος ενηλίκων και παιδιών. Επίσης μπορείτε να βρείτε τους πίνακες με τις τιμές των ορίων του δείκτη για παιδιά (για Ευρώπη).

*Στεφανιαία νόσος και παχυσαρκία*, Ελληνικό Ινστιτούτο Καρδιολογικών Νοσημάτων (Αγγλικά) [About BMI for Children and Teens](#)

*Δείκτης Μάζας του Σώματός σου (ΔΜΣ)* <sup>[*υπερκός σύνδεσμος*]</sup>, Σε αυτή τη σελίδα μπορείς να υπολογίσεις τον Δείκτη Μάζας του Σώματός σου (ΔΜΣ).

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Παυλίδης Αντώνιος “ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΥ ΣΕ ΨΗΦΙΑΚΟ ΣΗΜΑ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ” 2 Νοεμβρίου 2016

<http://ndt.oxfordjournals.org/cgi/reprint/gfm517v2> *Αρχειοθετήθηκε* 2009-12-21 στο [Wayback Machine](#). Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity [http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult\\_bmi/index.html#Reliable](http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html#Reliable) How reliable is BMI as an indicator of body fatness?

1. «*Summary of key findings*». *Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο* στις 25 Ιουνίου 2012. Ανακτήθηκε στις 27 Δεκεμβρίου 2009.

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps60401.pdf?ts=1699994308542&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS60401%252Fpart-details%252FTPS60401DBVR](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps60401.pdf?ts=1699994308542&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS60401%252Fpart-details%252FTPS60401DBVR)

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4060b.pdf?ts=1699515983418&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD4060B](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4060b.pdf?ts=1699515983418&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD4060B)

<https://gr.mouser.com/datasheet/2/389/lmc6482-1849801.pdf>

[https://gr.mouser.com/datasheet/2/115/DIOD\\_S\\_A0011683586\\_1-2543674.pdf](https://gr.mouser.com/datasheet/2/115/DIOD_S_A0011683586_1-2543674.pdf)

<https://gr.mouser.com/datasheet/2/268/20001950F-3136940.pdf>

[https://gr.mouser.com/datasheet/2/268/MCP1501\\_Data\\_Sheet\\_DS20005474F-2932251.pdf](https://gr.mouser.com/datasheet/2/268/MCP1501_Data_Sheet_DS20005474F-2932251.pdf)

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv1117.pdf?HQS=dis-mous-null-mousermode-dsf-pf-null-ww&ts=1699955466457&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fgeneral%252Fdocs%252Fsuppproductinfo.tsp%253FdistId%253D26%2526gotoUrl%253Dhttps%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Flit%252Fgpn%252Ftlv1117](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv1117.pdf?HQS=dis-mous-null-mousermode-dsf-pf-null-ww&ts=1699955466457&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fgeneral%252Fdocs%252Fsuppproductinfo.tsp%253FdistId%253D26%2526gotoUrl%253Dhttps%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Flit%252Fgpn%252Ftlv1117)

[https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32\\_datasheet\\_en-1223836.pdf](https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32_datasheet_en-1223836.pdf)

[https://cdn.velleman.eu/downloads/29/infosheets/sh1106\\_datasheet.pdf](https://cdn.velleman.eu/downloads/29/infosheets/sh1106_datasheet.pdf)

# DATASHEET

## HX711



## HX711

### 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

#### DESCRIPTION

Based on Avia Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of  $\pm 20\text{mV}$  or  $\pm 40\text{mV}$  respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

#### FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator:
  - normal operation  $< 1.5\text{mA}$ , power down  $< 1\mu\text{A}$
- Operation supply voltage range: 2.6 ~ 5.5V
- Operation temperature range:  $-40 \sim +85^\circ\text{C}$
- 16 pin SOP-16 package

#### APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

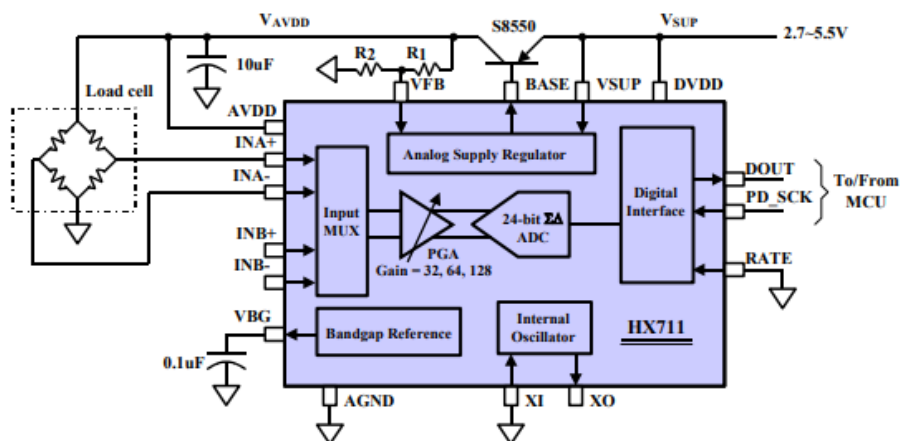
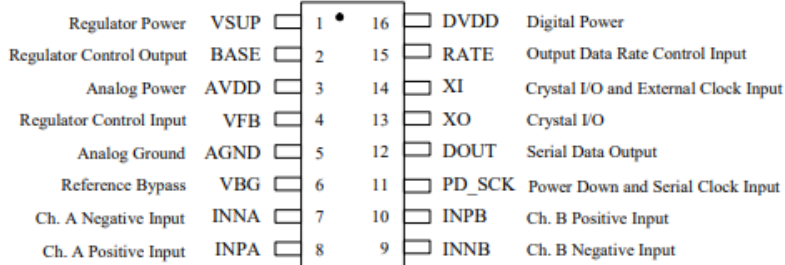


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

**Pin Description**


SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

**Table 1 Pin Description**

**KEY ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Parameter	Notes	MIN	TYP	MAX	UNIT
Full scale differential input range	V(inp)-V(inn)	$\pm 0.5(AVDD/GAIN)$			V
Common mode input		AGND+1.2		AVDD-1.3	V
Output data rate	Internal Oscillator, RATE = 0		10		Hz
	Internal Oscillator, RATE = DVDD		80		
	Crystal or external clock, RATE = 0		$f_{clk}/1,105,920$		
	Crystal or external clock, RATE = DVDD		$f_{clk}/138,240$		
Output data coding	2's complement	800000		7FFFFFF	HEX
Output settling time <sup>(1)</sup>	RATE = 0		400		ms
	RATE = DVDD		50		
Input offset drift	Gain = 128		0.2		mV
	Gain = 64		0.4		
Input noise	Gain = 128, RATE = 0		50		nV(rms)
	Gain = 128, RATE = DVDD		90		
Temperature drift	Input offset (Gain = 128)		$\pm 6$		nV/°C
	Gain (Gain = 128)		$\pm 5$		ppm/°C
Input common mode rejection	Gain = 128, RATE = 0		100		dB
Power supply rejection	Gain = 128, RATE = 0		100		dB
Reference bypass (V <sub>BG</sub> )			1.25		V
Crystal or external clock frequency		1	11.0592	20	MHz
Power supply voltage	DVDD	2.6		5.5	V
	AVDD, VSUP	2.6		5.5	
Analog supply current (including regulator)	Normal		1400		μA
	Power down		0.3		
Digital supply current	Normal		100		μA
	Power down		0.2		

(1) Settling time refers to the time from power up, reset, input channel change and gain change to valid stable output data.

**Table 2 Key Electrical Characteristics**

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf)

**TPS6040x Unregulated 60-mA Charge Pump Voltage Inverter**

**1 Features**

- Inverts Input Supply Voltage
- Up to 60-mA Output Current
- Only Three Small 1- $\mu$ F Ceramic Capacitors Needed
- Input Voltage Range From 1.6 V to 5.5 V
- PowerSave-Mode for Improved Efficiency at Low-Output Currents (TPS60400)
- Device Quiescent Current Typical 65  $\mu$ A
- Integrated Active Schottky-Diode for Start-up Into Load
- Small 5-Pin SOT-23 Package
- Evaluation Module Available TPS60400EVM-178

**2 Applications**

- LCD Bias
- GaAs Bias for RF Power Amps
- Sensor Supply in Portable Instruments
- Bipolar Amplifier Supply
- Medical Instruments
- Battery-Operated Equipment

**3 Description**

The TPS6040x family of devices generates an unregulated negative output voltage from an input voltage ranging from 1.6 V to 5.5 V. The devices are typically supplied by a preregulated supply rail of 5 V or 3.3 V. Due to its wide input voltage range, two or three NiCd, NiMH, or alkaline battery cells, as well as one Li-Ion cell can also power them.

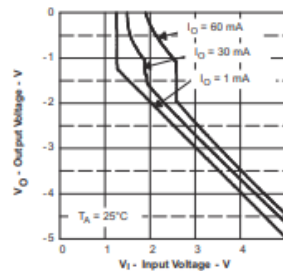
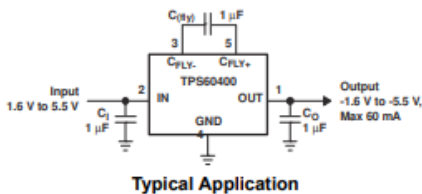
Only three external 1- $\mu$ F capacitors are required to build a complete DC-DC charge pump inverter. Assembled in a 5-pin SOT-23 package, the complete converter can be built on a 50-mm<sup>2</sup> board area. Additional board area and component count reduction is achieved by replacing the Schottky diode that is typically needed for start-up into load by integrated circuitry.

The TPS6040x can deliver a maximum output current of 60 mA with a typical conversion efficiency of greater than 90% over a wide output current range. Three device options with 20-kHz, 50-kHz, and 250-kHz fixed-frequency operation are available. TPS60400 comes with a variable switching frequency to reduce operating current in applications with a wide load range and enables the design with low-value capacitors.

**Device Information**

PART NUMBER	PACKAGE <sup>(1)</sup>	BODY SIZE (NOM)
TPS6040x	SOT-23 (5)	2.90 mm x 1.60 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.



**Output Voltage vs Input Voltage**

**⚠** An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

## 7 Specifications

### 7.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

		MIN	MAX	UNIT
Voltage range	IN to GND	-0.3	5.5	V
	OUT to GND	-5.5	0.3	V
	C <sub>FLY-</sub> to GND	0.3	V <sub>O</sub> - 0.3	V
	C <sub>FLY+</sub> to GND	-0.3 V	V <sub>I</sub> + 0.3	V
Continuous power dissipation		See <a href="#">Section 9.2.1.2.5</a>		
Continuous output current		80		mA
Maximum junction temperature, T <sub>J</sub>		150		°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions* is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

### 7.2 Handling Ratings

		MIN	MAX	UNIT	
T <sub>stg</sub>	Storage temperature range	-55°C	150°C	°C	
V <sub>(ESD)</sub>	Electrostatic discharge	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001, all pins <sup>(1)</sup>	-1000	1000	V
		Charged device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101, all pins <sup>(2)</sup>	-500	500	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.  
 (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 7.3 Recommended Operating Conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT	
Input voltage range, V <sub>I</sub>		1.8		5.25	V	
Output current range at OUT, I <sub>O</sub>				60	mA	
Input capacitor, C <sub>I</sub>		0	C <sub>(fly)</sub>		µF	
Flying capacitor, C <sub>(fly)</sub>				1	µF	
Output capacitor, C <sub>O</sub>				1	100	µF
Operating junction temperature, T <sub>J</sub>		-40		125	°C	

### 7.4 Thermal Information

THERMAL METRIC <sup>(1)</sup>		TPS6040x	UNIT
		DBV	
		5 PINS	
R <sub>θJA</sub>	Junction-to-ambient thermal resistance	221.2	°C/W
R <sub>θJC(top)</sub>	Junction-to-case (top) thermal resistance	81.9	
R <sub>θJB</sub>	Junction-to-board thermal resistance	39.8	
ψ <sub>JT</sub>	Junction-to-top characterization parameter	3.3	
ψ <sub>JB</sub>	Junction-to-board characterization parameter	38.9	
R <sub>θJC(bot)</sub>	Junction-to-case (bottom) thermal resistance	n/a	

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).

## 7.5 Electrical Characteristics

$C_i = C_{i(ty)} = C_O$  (according to Table 1),  $T_C = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 5\text{ V}$  over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT	
$V_i$	Supply voltage range	At $T_C = -40^\circ\text{C}$ to $85^\circ\text{C}$ , $R_L = 5\text{ k}\Omega$		1.8		5.25	V	
		At $T_C \geq 0^\circ\text{C}$ , $R_L = 5\text{ k}\Omega$		1.6				
$I_O$	Maximum output current at $V_O$			60			mA	
$V_O$	Output voltage				$-V_i$		V	
$V_{P-P}$	Output voltage ripple	TPS60400	$I_O = 5\text{ mA}$	$C_{i(ty)} = 1\text{ }\mu\text{F}$ , $C_O = 2.2\text{ }\mu\text{F}$		35	mV <sub>P-P</sub>	
		TPS60401			$C_{i(ty)} = C_O = 10\text{ }\mu\text{F}$	20		
		TPS60402			$C_{i(ty)} = C_O = 3.3\text{ }\mu\text{F}$	20		
		TPS60403			$C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$	15		
$I_Q$	Quiescent current (no-load input current)	TPS60400	At $V_i = 5\text{ V}$			125	270	$\mu\text{A}$
		TPS60401			65	190		
		TPS60402			120	270		
		TPS60403			425	700		
		TPS60400	At $T \leq 60^\circ\text{C}$ , $V_i = 5\text{ V}$			210	$\mu\text{A}$	
		TPS60401			135			
		TPS60402			210			
		TPS60403			640			
$f_{\text{osc}}$	Internal switching frequency	TPS60400	VCO version	30	50-250	350	kHz	
		TPS60401		13	20	28		
		TPS60402		30	50	70		
		TPS60403		150	250	300		
	Impedance at $25^\circ\text{C}$ , $V_i = 5\text{ V}$	TPS60400	$C_i = C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$	12	15	$\Omega$		
		TPS60401	$C_i = C_{i(ty)} = C_O = 10\text{ }\mu\text{F}$	12	15			
		TPS60402	$C_i = C_{i(ty)} = C_O = 3.3\text{ }\mu\text{F}$	12	15			
		TPS60403	$C_i = C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$	12	15			

## 7.6 Typical Characteristics

Table 7-1. Table of Graphs

			FIGURE
$\eta$	Efficiency	vs Output current at 3.3 V, 5 V TPS60400, TPS60401, TPS60402, TPS60403	Figure 7-1, Figure 7-2
$I_i$	Input current	vs Output current TPS60400, TPS60401, TPS60402, TPS60403	Figure 7-3, Figure 7-4
$I_S$	Supply current	vs Input voltage TPS60400, TPS60401, TPS60402, TPS60403	Figure 7-5, Figure 7-6
	Output resistance	vs Input voltage at $-40^\circ\text{C}$ , $0^\circ\text{C}$ , $25^\circ\text{C}$ , $85^\circ\text{C}$ TPS60400, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$ TPS60401, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 10\text{ }\mu\text{F}$ TPS60402, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 3.3\text{ }\mu\text{F}$ TPS60403, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$	Figure 7-7, Figure 7-8, Figure 7-9, Figure 7-10
$V_O$	Output voltage	vs Output current at $25^\circ\text{C}$ , $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ , $2.5\text{ V}$ , $3.3\text{ V}$ , $5\text{ V}$ TPS60400, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$ TPS60401, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 10\text{ }\mu\text{F}$ TPS60402, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 3.3\text{ }\mu\text{F}$ TPS60403, $C_i = C_{i(ty)} = C_O = 1\text{ }\mu\text{F}$	Figure 7-11, Figure 7-12, Figure 7-13, Figure 7-14

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps60401.pdf?ts=1699994308542&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS60401%252Fpart-details%252FTPS60401DBVR](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps60401.pdf?ts=1699994308542&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS60401%252Fpart-details%252FTPS60401DBVR)

# CD4060B Types

## CMOS 14-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider and Oscillator

### High-Voltage Types (20-Volt Rating)

■ CD4060B consists of an oscillator section and 14 ripple-carry binary counter stages. The oscillator configuration allows design of either RC or crystal oscillator circuits. A RESET input is provided which resets the counter to the all-0's state and disables the oscillator. A high level on the RESET line accomplishes the reset function. All counter stages are master-slave flip-flops. The state of the counter is advanced one step in binary order on the negative transition of  $\phi_1$  (and  $\phi_0$ ). All inputs and outputs are fully buffered. Schmitt trigger action on the input-pulse line permits unlimited input-pulse rise and fall times.

The CD4060B-series types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 16-lead small-outline packages (M, M96, MT, and NSR suffixes), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

### Features:

- 12 MHz clock rate at 15 V
- Common reset
- Fully static operation
- Buffered inputs and outputs
- Schmitt trigger input-pulse line
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for description of "B" Series CMOS Devices"

### Oscillator Features:

- All active components on chip
- RC or crystal oscillator configuration
- RC oscillator frequency of 690 kHz min. at 15 V

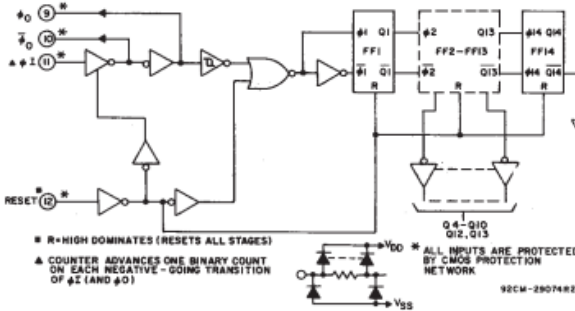
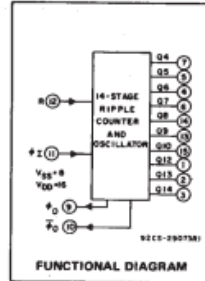


Fig. 1 - Logic diagram.

### Applications

- Control counters
- Timers
- Frequency dividers
- Time-delay circuits

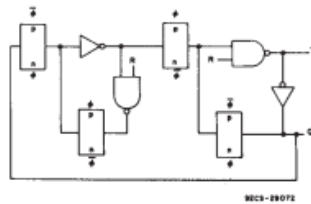


Fig. 2 - Detail of typical flip-flop stage.

### MAXIMUM RATINGS: Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, ( $V_{DD}$ )	-0.5V to +20V
Voltages referenced to $V_{SS}$ Terminal	
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to $V_{DD}$ +0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	±10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE ( $P_D$ ):	
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	500mW
For $T_A = +100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	Derate Linearly at 12mW/ $^\circ\text{C}$ to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A = \text{FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)}$	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE ( $T_A$ )	$-55^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$
STORAGE TEMPERATURE RANGE ( $T_{stg}$ )	$-85^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance 1/16 ± 1/32 inch (1.59 ± 0.79mm) from case for 10s max	+265 $^\circ\text{C}$

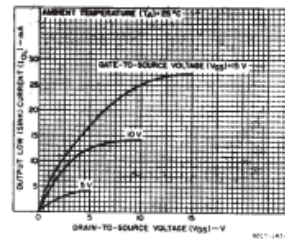


Fig. 3 - Typical n-channel output low (sink) current characteristics.

### CD4060B-Types

#### STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS				
	V <sub>O</sub> (V)	V <sub>IIN</sub> (V)	V <sub>DD</sub> (V)	-55			-40		+85			+125		+25	
				Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.		Typ.	Max.		
Quiescent Device Current, I <sub>DD</sub> Max.	—	0.5	5	5	5	150	150	—	0.04	5	—	—	—	—	μA
	—	0.10	10	10	10	300	300	—	0.04	10	—	—	—	—	μA
	—	0.15	15	20	20	600	600	—	0.04	20	—	—	—	—	μA
	—	0.20	20	100	100	3000	3000	—	0.08	100	—	—	—	—	μA
Output Low (Sink) Current*, I <sub>OL</sub> Min.	0.4	0.5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	—	—	—	—	—	mA
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	—	—	—	—	—	mA
	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	—	—	—	—	—	mA
Output High (Source) Current*, I <sub>OH</sub> Min.	4.6	0.5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	—	—	—	—	—	mA
	2.5	0.5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.6	-3.2	—	—	—	—	—	mA
	9.5	0.10	10	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	—	—	—	—	—	mA
	13.5	0.15	15	-4.2	-4	-2.8	-2.4	-3.4	-6.8	—	—	—	—	—	mA
Output Voltage: Low-Level, V <sub>OL</sub> Max.	—	0.5	5	0.05		—		0		0.05	—	—	—	—	V
	—	0.10	10	0.05		—		0		0.05	—	—	—	—	V
	—	0.15	15	0.05		—		0		0.05	—	—	—	—	V
Output Voltage: High-Level, V <sub>OH</sub> Min.	—	0.5	5	4.95		4.95		5		—	—	—	—	—	V
	—	0.10	10	9.95		9.95		10		—	—	—	—	—	V
	—	0.15	15	14.95		14.95		15		—	—	—	—	—	V
Input Low Voltage V <sub>IL</sub> Max.	0.5, 4.5	—	5	1.5		—		—		1.5	—	—	—	—	V
	1.9	—	10	3		—		—		3	—	—	—	—	V
	1.5, 13.5	—	15	4		—		—		4	—	—	—	—	V
Input High Voltage, V <sub>IH</sub> Min.	0.5, 4.5	—	5	3.5		3.5		—		—	—	—	—	—	V
	1.9	—	10	7		7		—		—	—	—	—	—	V
	1.5, 13.5	—	15	11		11		—		—	—	—	—	—	V
Input Current I <sub>IN</sub> Max.	—	0.18	18	±0.1	±0.1	±1	±1	—	±10 <sup>-5</sup>	±0.1	—	—	—	μA	

\* Data not applicable to terminal 9 or 10.

#### RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges

CHARACTERISTIC	V <sub>DD</sub>	LIMITS		UNITS
		MIN.	MAX.	
Supply-Voltage Range (For T <sub>A</sub> = Full Package Temperature Range)	—	3	18	V
Input-Pulse Width, t <sub>W</sub> (f = 100 kHz)	5	100	—	ns
	10	40	—	
	15	30	—	
Input-Pulse Rise Time and Fall Time, t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub>	5	Unlimited		—
	10	—		
	15	—		
Input-Pulse Frequency, f <sub>IN</sub> (External pulse source)	5	—	3.5	MHz
	10	—	8	
	15	—	12	
Reset Pulse Width, t <sub>W</sub>	5	120	—	ns
	10	60	—	
	15	40	—	

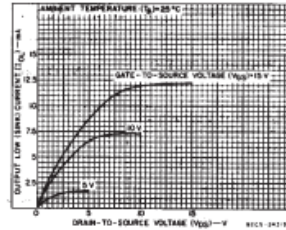


Fig. 4 - Minimum n-channel output low (sink) current characteristics.

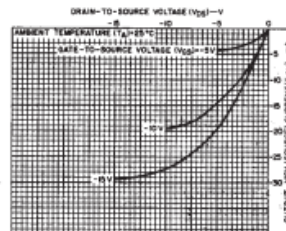


Fig. 5 - Typical p-channel output high (source) current characteristics.

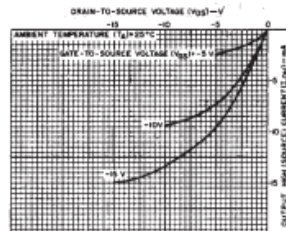


Fig. 6 - Minimum p-channel output high (source) current characteristics.

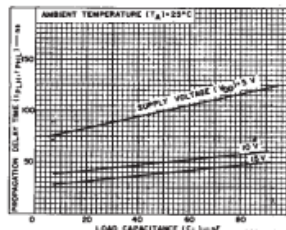


Fig. 7 - Typical propagation delay time (Q<sub>0</sub> to Q<sub>1</sub>) as a function of load capacitance.

3  
COMMERCIAL CMOS  
HIGH VOLTAGE ICs

### CD4060B Types

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , Input  $t_r, t_f = 20\text{ ns}$ ,  $C_L = 50\text{ pF}$ ,  $R_L = 200\text{ k}\Omega$

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS	LIMITS				UNITS
		V <sub>DD</sub> (V)	MIN.	TYP.	MAX.	
<b>Input-Pulse Operation</b>						
Propagation Delay Time, $t_{pL}$ to Q4 Out; $t_{PHL}, t_{PLH}$		5	—	370	740	
		10	—	150	300	
		15	—	100	200	
Propagation Delay Time, $Q_1$ to $Q_{n+1}$ ; $t_{PHL}, t_{PLH}$		5	—	100	200	
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Transition Time, $t_{THL}, t_{TLH}$		5	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Min. Input-Pulse Width, $t_W$	$f = 100\text{ kHz}$	5	—	50	100	
		10	—	20	40	
		15	—	15	30	
Input-Pulse Rise & Fall Time, $t_{rP}, t_{fP}$		5	Unlimited			
		10				
		15				
Max. Input-Pulse Frequency, $f_{iP}$ (External pulse source)		5	3.5	7	—	MHz
		10	8	16	—	
		15	12	24	—	
Input Capacitance, $C_i$	Any Input	—	5	7.5	pF	
<b>Reset Operation</b>						
Propagation Delay Time, $t_{PHL}$		5	—	180	360	ns
		10	—	80	160	
		15	—	50	100	
Minimum Reset Pulse Width, $t_W$		5	—	60	120	
		10	—	30	60	
		15	—	20	40	

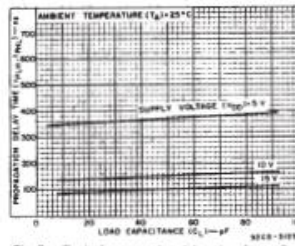


Fig. 8 - Typical propagation delay time ( $t_{pL}$  to  $Q_4$  Output) as a function of load capacitance.

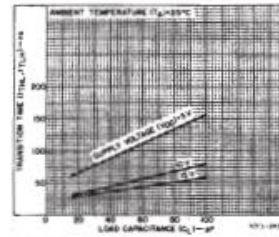


Fig. 9 - Typical transition time as a function of load capacitance.

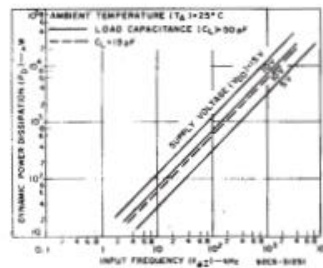


Fig. 10 - Typical dynamic power dissipation as a function of input frequency.

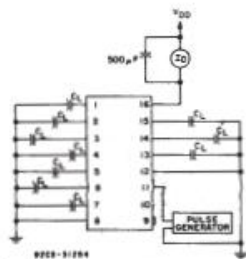


Fig. 11 - Dynamic power dissipation test circuit.

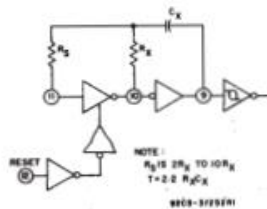


Fig. 12 - Typical RC circuit.

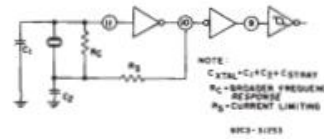


Fig. 13 - Typical crystal circuit.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4060b.pdf?ts=1699515983418&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD4060B](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4060b.pdf?ts=1699515983418&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD4060B)

## 16 V CMOS dual rail-to-rail input and output, operational amplifiers



MiniSO8



SO8

### Features

- Low input offset voltage: 2 mV max.
- Rail-to-rail input and output
- Excellent CMRR : 98 dB @ 16 V
- Low current consumption: 900  $\mu$ A max.
- Gain bandwidth product: 2.7 MHz
- Low supply voltage: 2.7 - 16 V
- Unity gain stable
- Low input bias current: 50 pA max.
- High ESD tolerance: 4 kV HBM
- Extended temp. range: -40 °C to +125 °C

### Applications

- Data acquisition systems
- Battery-powered instrumentation
- Instrumentation amplifier
- Active filtering
- DAC buffer
- High-impedance sensor interface
- Current sensing (high and low side)

Maturity status link

[LMC6482](#)

### Description

The **LMC6482** offer rail-to-rail input and output functionality allowing this product to be used on full range input and output without limitation.

This rail to rail capability combined with excellent accuracy makes this device ideal for systems such as data acquisition, that require wide input signal range.

This is particularly useful for a low-voltage supply such as 2.7 V that the **LMC6482** is able to operate with.

Thus, the **LMC6482** has the great advantage of offering a large span of supply voltages, ranging from 2.7 V to 16 V. It can be used in multiple applications with a unique reference.

Low input bias current performance makes the **LMC6482** perfect when used for signal conditioning in sensor interface applications. In addition, low- side and high-side current measurements can be easily made thanks to rail-to-rail functionality.

## 2 Absolute maximum ratings and operating conditions

**Table 1. Absolute maximum ratings**

Symbol	Parameter	Value	Unit	
$V_{CC}$	Supply voltage <sup>(1)</sup>	18	V	
$V_{id}$	Differential input voltage <sup>(2)</sup>	$\pm V_{CC}$	mV	
$V_{in}$	Input voltage	$(V_{CC-}) - 0.2$ to $(V_{CC+}) + 0.2$	V	
$I_{in}$	Input current <sup>(3)</sup>	10	mA	
$T_{stg}$	Storage temperature	-65 to 150	°C	
$R_{\theta ja}$	Thermal resistance junction to ambient <sup>(4)(5)</sup>	MiniSO8	190	°C/W
		SO-8	125	
$T_j$	Maximum junction temperature	150	°C	
ESD	HBM: Human body model <sup>(6)</sup>	4000	V	
	MM: machine model <sup>(7)</sup>	100		
	CDM: charged device model <sup>(8)</sup>	1500		
	Latch-up immunity	200	mA	

1. All voltage values, except the differential voltage are with respect to the network ground terminal.
2. Differential voltages are the non-inverting input terminal with respect to the inverting input terminal. See for the precautions to follow when using LMC6482 with a high differential input voltage.
3. Input current must be limited by a resistor in series with the inputs.
4.  $R_{\theta j}$  are typical values.
5. Short-circuits can cause excessive heating and destructive dissipation.
6. According to JEDEC standard JESD22-A114F.
7. According to JEDEC standard JESD22-A115A.
8. According to ANSI/ESD STM5.3.1.

**Table 2. Operating conditions**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CC}$	Supply voltage	2.7 to 16	V
$V_{icm}$	Common mode input voltage range	$(V_{CC-}) - 0.1$ to $(V_{CC+}) + 0.1$	
$T_{oper}$	Operating free air temperature range	-40 to +125	°C

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

<https://gr.mouser.com/datasheet/2/389/lmc6482-1849801.pdf>

# 1N5819HW-7-F



**1N5819HW**

## 1.0A SURFACE MOUNT SCHOTTKY BARRIER RECTIFIER

### Product Summary (@ T<sub>A</sub> = +25°C)

V <sub>RRM</sub> (V)	I <sub>O</sub> (A)	V <sub>F(MAX)</sub> (mV)	I <sub>R(MAX)</sub> (μA)
40	1.0	450	50

### Description and Applications

The device is a single rectifier offering low V<sub>F</sub> and excellent high temperature stability. This device is ideal for use in general rectification applications:

- For Use in Low Voltage, High Frequency Inverters
- Free Wheeling
- Polarity Protection Application

### Features and Benefits

- High Surge Capability
- Low Power Loss, High Efficiency
- High Current Capability and Low Forward Voltage Drop
- Guard Ring Die Construction for Transient Protection
- **Totally Lead-Free & Fully RoHS Compliant (Notes 1 & 2)**
- **Halogen and Antimony Free. "Green" Device (Note 3)**
- **For automotive applications requiring specific change control (i.e. parts qualified to AEC-Q100/101/200, PPAP capable, and manufactured in IATF 16949 certified facilities), please [contact us](#) or your local Diodes representative. <https://www.diodes.com/quality/product-definitions/>**
- **An Automotive-Compliant Part is Available Under Separate Datasheet ([1N5819HWQ](#))**

### Mechanical Data

- Case: SOD123
- Plastic Material: Molded Plastic. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020
- Polarity: Cathode Band
- Leads: Matte Tin Finish Annealed over Alloy 42 Leadframe (Lead Free Plating) Solderable per MIL-STD-202, Method 208 <sup>(63)</sup>
- Weight: 0.01 grams (Approximate)



Device Schematic



Top View

### Ordering Information (Note 4)

Part Number	Case	Packaging
1N5819HW-7-F	SOD123	3000/Tape & Reel

- Notes:
1. No purposely added lead. Fully EU Directive 2002/95/EC (RoHS), 2011/65/EU (RoHS 2) & 2015/863/EU (RoHS 3) compliant.
  2. See <https://www.diodes.com/quality/lead-free/> for more information about Diodes Incorporated's definitions of Halogen- and Antimony-free, "Green" and Lead-free.
  3. Halogen and Antimony free "Green" products are defined as those which contain <900ppm bromine, <900ppm chlorine (<1500ppm total Br + Cl) and <1000ppm antimony compounds.
  4. For packaging details, go to our website at <https://www.diodes.com/design/support/packaging/diodes-packaging/>.

**Maximum Ratings** (@T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise specified.)

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.  
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage @ I <sub>R</sub> = 1.0mA DC Blocking Voltage	V <sub>RRM</sub> V <sub>RWM</sub> V <sub>R</sub>	40	V
Average Rectified Output Current	I <sub>O</sub>	1.0	A
Repetitive Peak Forward Current t <sub>p</sub> ≤ 1ms, δ ≤ 0.5	I <sub>FRM</sub>	1.5	A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single Half Sine-Wave Superimposed on Rated Load	I <sub>FSM</sub>	25	A

**Thermal Characteristics**

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Power Dissipation (Note 5)	P <sub>D</sub>	450	mW
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient (Note 5)	R <sub>θJA</sub>	222	°C/W
Operating and Storage Temperature Range	T <sub>J</sub> , T <sub>STG</sub>	-65 to +125	°C

**Electrical Characteristics** (@T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise specified.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Reverse Breakdown Voltage (Note 6)	V <sub>BRJR</sub>	40	—	—	V	I <sub>R</sub> = 1.0mA
Forward Voltage	V <sub>F</sub>	—	—	0.320 0.450 0.750	V	I <sub>F</sub> = 0.1A I <sub>F</sub> = 1.0A I <sub>F</sub> = 3.0A
Reverse Leakage Current (Note 6)	I <sub>R</sub>	—	—	1.0 10 50 1 2 15 75 1.5	mA mA μA mA μA μA mA	V <sub>R</sub> = 40V, T <sub>A</sub> = +25°C V <sub>R</sub> = 40V, T <sub>A</sub> = +100°C V <sub>R</sub> = 4V, T <sub>A</sub> = +25°C V <sub>R</sub> = 4V, T <sub>A</sub> = +100°C V <sub>R</sub> = 6V, T <sub>A</sub> = +25°C V <sub>R</sub> = 6V, T <sub>A</sub> = +100°C
Total Capacitance	C <sub>T</sub>	—	50	60	pF	V <sub>R</sub> = 4V, f = 1.0MHz

Notes: 5. Device mounted on FR-4 PC Board, 2"x2", 2 oz. copper, single sided, cathode pad dimensions 0.75"x1.0", anode pad dimensions 0.25"x1.0".  
6. Short duration pulse test used to minimize self-heating effect.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://gr.mouser.com/datasheet/2/115/DIOD\\_S\\_A0011683586\\_1-2543674.pdf](https://gr.mouser.com/datasheet/2/115/DIOD_S_A0011683586_1-2543674.pdf)



# MCP3550/1/3

## Low-Power, Single-Channel 22-Bit Delta-Sigma ADCs

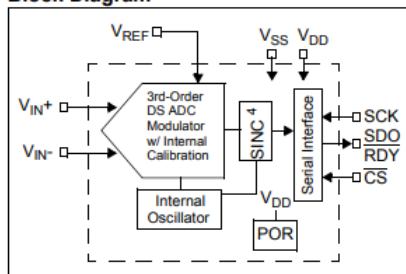
### Features:

- 22-Bit ADC in Small 8-pin MSOP Package with Automatic Internal Offset and Gain Calibration
- Low-Output Noise of  $2.5 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$  with Effective Resolution of 21.9 Bits (MCP3550/1)
- $3 \mu\text{V}$  Typical Offset Error
- 2 ppm Typical Full Scale Error
- 6 ppm Maximum INL Error
- Total Unadjusted Error Less Than 10 ppm
- No Digital Filter Settling Time, Single-Command Conversions through 3-wire SPI Interface
- Ultra-Low Conversion Current (MCP3550/1):
  - $100 \mu\text{A}$  Typical ( $V_{\text{DD}} = 2.7\text{V}$ )
  - $120 \mu\text{A}$  Typical ( $V_{\text{DD}} = 5.0\text{V}$ )
- Differential Input with  $V_{\text{SS}}$  to  $V_{\text{DD}}$  Common Mode Range
- 2.7V to 5.5V Single-Supply Operation
- Extended Temperature Range:
  - $-40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$

### Applications:

- Weigh Scales
- Direct Temperature Measurement
- 6-digit DVMs
- Instrumentation
- Data Acquisition
- Strain Gauge Measurement

### Block Diagram



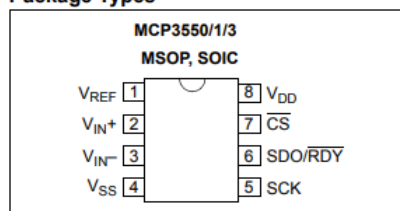
### Description:

The Microchip Technology Inc. MCP3550/1/3 devices are 2.7V to 5.5V low-power, 22-bit Delta-Sigma Analog-to-Digital Converters (ADCs). The devices offer output noise as low as  $2.5 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$ , with a total unadjusted error of 10 ppm. The family exhibits 6 ppm Integral Non-Linearity (INL) error,  $3 \mu\text{V}$  offset error and less than 2 ppm full scale error. The MCP3550/1/3 devices provide high accuracy and low noise performance for applications where sensor measurements (such as pressure, temperature and humidity) are performed. With the internal oscillator and high oversampling rate, minimal external components are required for high-accuracy applications.

This product line has fully differential analog inputs, making it compatible with a wide variety of sensor, industrial control or process control applications.

The MCP3550/1/3 devices operate from  $-40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$  and are available in the space-saving 8-pin MSOP and SOIC packages.

### Package Types



# MCP3550/1/3

## 1.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings †

$V_{DD}$ .....	7.0V
All inputs and outputs w.r.t $V_{SS}$ .....	-0.3V to $V_{DD} + 0.3V$
Difference Input Voltage .....	$ V_{DD} - V_{SS} $
Output Short Circuit Current .....	Continuous
Current at Input Pins .....	$\pm 2$ mA
Current at Output and Supply Pins .....	$\pm 10$ mA
Storage Temperature .....	-65°C to +150°C
Ambient temp. with power applied .....	-55°C to +125°C
ESD protection on all pins (HBM, MM) .....	$\geq 6$ kV, $\geq 400V$
Maximum Junction Temperature ( $T_J$ ) .....	+150°C

† **Notice:** Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

### DC CHARACTERISTICS

**Electrical Specifications:** Unless otherwise indicated, all parameters apply at  $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 2.7V$  or  $5.0V$ .  $V_{REF} = 2.5V$ .  $V_{IN+} = V_{IN-} = V_{CM} = V_{REF}/2$ . All ppm units use  $2V_{REF}$  as full scale range. Unless otherwise noted, specification applies to entire MCP3550/1/3 family.

Parameters	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
<b>Noise Performance (MCP3550/1)</b>						
No Missing Codes	NMC	22	—	—	bits	At DC ( <b>Note 5</b> )
Output Noise	$e_N$	—	2.5	—	$\mu V_{RMS}$	
Effective Resolution	ER	—	21.9	—	bits RMS	$V_{REF} = 5V$
<b>Noise Performance (MCP3553)</b>						
No Missing Codes	NMC	20	—	—	bits	At DC ( <b>Note 5</b> )
Output Noise	$e_N$	—	6	—	$\mu V_{RMS}$	
Effective Resolution	ER	—	20.6	—	bits RMS	$V_{REF} = 5V$
<b>Conversion Times</b>						
MCP3550-50	$t_{CONV}$	-2.0%	80	+2.0%	ms	
MCP3550-60	$t_{CONV}$	-2.0%	66.67	+2.0%	ms	
MCP3551	$t_{CONV}$	-2.0%	73.1	+2.0%	ms	
MCP3553	$t_{CONV}$	-2.0%	16.67	+2.0%	ms	
<b>Accuracy</b>						
Integral Non-Linearity	INL	—	$\pm 2$	6	ppm	$T_A = +25^\circ\text{C}$ only ( <b>Note 2</b> )
Offset Error	$V_{OS}$	-12	$\pm 3$	+12	$\mu V$	$T_A = +25^\circ\text{C}$
		—	$\pm 4$	—	$\mu V$	$T_A = +85^\circ\text{C}$
		—	$\pm 6$	—	$\mu V$	$T_A = +125^\circ\text{C}$
Positive Full-Scale Error	$V_{FSP}$	-10	$\pm 2$	+10	ppm	$T_A = +25^\circ\text{C}$ only
Negative Full-Scale Error	$V_{FSN}$	-10	$\pm 2$	+10	ppm	$T_A = +25^\circ\text{C}$ only
Offset Drift		—	0.040	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	
Positive/Negative Full-Scale Error Drift		—	0.028	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	

**Note 1:** This parameter is established by characterization and not 100% tested.

**Note 2:** INL is the difference between the endpoint's line and the measured code at the center of the quantization band.

# MCP3550/1/3

## DC CHARACTERISTICS (CONTINUED)

**Electrical Specifications:** Unless otherwise indicated, all parameters apply at  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{DD} = 2.7\text{V}$  or  $5.0\text{V}$ .  $V_{REF} = 2.5\text{V}$ .  $V_{IN+} = V_{IN-} = V_{CM} = V_{REF}/2$ . All ppm units use  $2 \cdot V_{REF}$  as full scale range. Unless otherwise noted, specification applies to entire MCP3550/1/3 family.

Parameters	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
<b>Rejection Performance<sup>(1,8)</sup></b>						
Common Mode DC Rejection		—	-135	—	dB	$V_{CM}$ range from 0 to $V_{DD}$
Power Supply DC Rejection		—	-115	—	dB	
Common Mode 50/60 Hz Rejection	CMRR	—	-135	—	dB	$V_{CM}$ varies from 0V to $V_{DD}$
Power Supply 50/60 Hz Rejection	PSRR	—	-85	—	dB	<b>MCP3551</b> only, $V_{DD}$ varies from 4.5V to 5.5V
Power Supply 50/60 Hz Rejection	PSRR	—	-120	—	dB	<b>MCP3550-50</b> or <b>MCP3550-60</b> only at 50 or 60 Hz respectively, $V_{DD}$ varies from 4.5V to 5.5V
Normal Mode 50 and 60 Hz Rejection	NMRR	—	-85	—	dB	<b>MCP3551</b> only, $0 < V_{CM} < V_{DD}$ , $-V_{REF} < V_{IN} = (V_{IN+} - V_{IN-}) < +V_{REF}$
Normal Mode 50 or 60 Hz Rejection	NMRR	—	-120	—	dB	<b>MCP3550-50</b> or <b>MCP3550-60</b> only at 50 or 60 Hz respectively, $0 < V_{CM} < V_{DD}$ , $-V_{REF} < V_{IN} = (V_{IN+} - V_{IN-}) < +V_{REF}$
<b>Analog Inputs</b>						
Differential Input Range	$V_{IN+} - V_{IN-}$	$-V_{REF}$	—	$+V_{REF}$	V	
Absolute/Common Mode Voltages		$V_{SS} - 0.3$	—	$V_{DD} + 0.3$	V	
Analog Input Sampling Capacitor		—	10	—	pF	<b>Note 5</b>
Differential Input Impedance		—	2.4	—	MΩ	
Shutdown Mode Leakage Current		—	1	—	nA	$V_{IN+} = V_{IN-} = V_{DD}$ ; $\overline{CS} = V_{DD}$ ( <b>Note 3</b> )
<b>Reference Input</b>						
Voltage Range		0.1	—	$V_{DD}$	V	
Reference Input Sampling Capacitor		—	15	—	pF	<b>Note 5</b>
Reference Input Impedance		—	2.4	—	MΩ	<b>Note 4</b>
Shutdown Mode Reference Leakage Current		—	1	—	nA	$V_{IN+} = V_{IN-} = V_{SS}$ ; $\overline{CS} = V_{DD}$
<b>Power Requirements</b>						
Power Supply Voltage Range	$V_{DD}$	2.7	—	5.5	V	
<b>MCP3550-50, MCP3551</b> Supply Current	$I_{DD}$	—	120	170	μA	$V_{DD} = 5\text{V}$
		—	100	—	μA	$V_{DD} = 2.7\text{V}$
<b>MCP3550-60, MCP3553</b> Supply Current	$I_{DD}$	—	140	185	μA	$V_{DD} = 5\text{V}$
		—	120	—	μA	$V_{DD} = 2.7\text{V}$
Supply Current, Sleep Mode	$I_{DDSL}$	—	10	—	μA	
Supply Current, Shutdown Mode	$I_{DSS}$	—	—	1	μA	$\overline{CS} = \text{SCK} = V_{DD}$
<b>Serial Interface</b>						
Voltage Input High ( $\overline{CS}$ , SCK)	$V_{IH}$	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
Voltage Input Low ( $\overline{CS}$ , SCK)	$V_{IL}$	—	—	0.4	V	
Voltage Output High (SDO/RDY)	$V_{OH}$	$V_{DD} - 0.5$	—	—	V	$V_{OH} = 1\text{ mA}$ , $V_{DD} = 5.0\text{V}$

**Note 1:** This parameter is established by characterization and not 100% tested.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

<https://gr.mouser.com/datasheet/2/268/20001950F-3136940.pdf>



# MCP1501

## High-Precision Buffered Voltage Reference

### Features

- Maximum Temperature Coefficient: 50 ppm/°C from -40°C to +125°C
- Initial Accuracy: 0.1%
- Operating Temperature Range: -40°C to +125°C
- Low Typical Operating Current: 140 µA
- Line Regulation: 50 ppm/V Maximum
- Load Regulation: 40 ppm/mA Maximum
- 10 Voltage Variants Available:
  - 1.024V
  - 1.250V
  - 1.800V
  - 2.048V
  - 2.500V
  - 3.000V
  - 3.300V
  - 4.096V
  - 4.500V (6-Lead SOT-23 package only)
  - 5.000V (6-Lead SOT-23 package only)
- Output Noise: 30 µVRMS, 0.1 Hz to 10 kHz (1.024V)
- AEC-Q100 Qualified (Automotive Applications)
  - Package qualified: 6-Lead SOT-23

### Applications

- Precision Data Acquisition Systems
- High-Resolution Data Converters
- Medical Equipment Applications
- Industrial Controls
- Battery-Powered Devices
- Electric Vehicle Battery Management Systems

### Related Parts

- [MCP1502: High-Precision Buffered Voltage Reference](#)

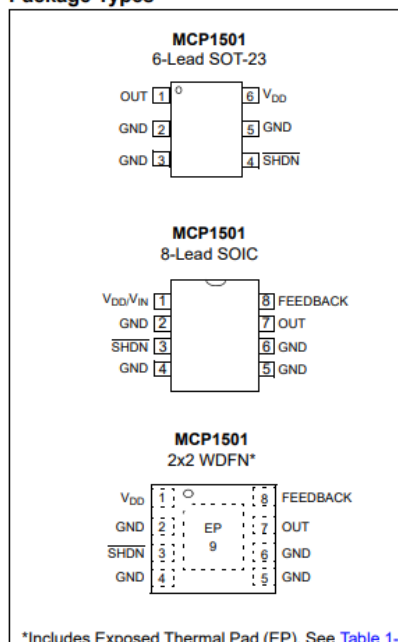
### General Description

The MCP1501 is a buffered voltage reference capable of sinking and sourcing 20 mA of current. The voltage reference is a low-drift band gap based reference. The band gap uses chopper-based amplifiers, effectively reducing the drift to zero.

The MCP1501 is available in the following packages:

- 6-Lead SOT-23
  - This package is AEC-Q100 automotive qualified
- 8-Lead SOIC
- 8-Lead 2 mm x 2 mm WDFN

### Package Types



## 1.0 PIN FUNCTION TABLE

The pin functions are described in Table 1-1.

TABLE 1-1: PIN FUNCTION TABLE

SOT-23	SOIC	2 x 2 WDFN	Symbol	Function
1	7	7	OUT	V <sub>REF</sub> Output
—	8	8	FEEDBACK	V <sub>REF</sub> Feedback
2, 3, 5	2, 4, 5, 6	2, 4, 5, 6	GND	System Ground
4	3	3	$\overline{\text{SHDN}}$	Shutdown Pin Active Low
6	1	1	V <sub>DD</sub>	Power Supply Input
—	—	9	EP	Exposed Thermal Pad

### 1.1 Buffered V<sub>REF</sub> Output (OUT)

This is the Buffered Reference Output. On the WDFN and SOIC package, this should be connected to the FEEDBACK pin at the device. The output driver and the Feedback are tristated when in shutdown.

### 1.2 Buffered V<sub>REF</sub> Feedback (FEEDBACK)

This is the buffer amplifier feedback pin. On the WDFN and SOIC package, this should be connected to the OUT pin at the device. This connection is internal on the SOT-23 package. Note that if there is routing impedance or IR-drop between the OUT and FEEDBACK pins, it is the FEEDBACK pin which accurately holds the output voltage. This can be used in an application to remove IR-drop effects on output voltage caused by the Printed Circuit Board (PCB) or interconnect resistance with a high-current load.

### 1.3 System Ground (GND)

This is the power supply return and should be connected to system ground.

### 1.4 Shutdown Pin ( $\overline{\text{SHDN}}$ )

This is a digital input that will place the device in Shutdown. The device should be allowed to power up before using this feature. This pin is active low. When this pin is low there will be no output.

**Note:** Before using the Shutdown pin, the device should first be powered up. Once the device is fully powered up, the Shutdown pin can be used.

### 1.5 Power Supply Input (V<sub>DD</sub>)

This power pin also serves as the input voltage for the voltage reference. Refer to the Electrical Tables to determine minimum voltage, based on the device. It is recommended to connect a 0.1uF capacitor very close to the V<sub>DD</sub> pin.

### 1.6 Exposed Thermal Pad (EP)

Not internally connected, but grounding is recommended. This can be soldered to the ground on the PCB.

## 2.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings<sup>(†)</sup>

$V_{DD}$ .....	5.5V
Maximum current into $V_{DD}$ pin .....	30 mA
Clamp current, $I_K$ ( $V_{PIN} < 0$ or $V_{PIN} > V_{DD}$ ).....	$\pm 20$ mA
Maximum output current sunk by OUTPUT pin .....	30 mA
Maximum output current sourced by OUTPUT pin .....	30 mA
(HBM:CDM:MM).....	(2 kV:1.5 kV:200V)

**Note:** † **Notice:** Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure above maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

**TABLE 2-1: DC CHARACTERISTICS**

Electrical Characteristics: Unless otherwise specified, $V_{DD(MIN)} \leq V_{DD} \leq 5.5V$ at $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$ .						
Characteristic	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
Supply Voltage	$V_{DD}$	1.65	—	5.5	V	MCP1501-10
	$V_{DD}$	1.65	—	5.5	V	MCP1501-12
	$V_{DD}$	2.0	—	5.5	V	MCP1501-18
	$V_{DD}$	2.25	—	5.5	V	MCP1501-20
	$V_{DD}$	2.70	—	5.5	V	MCP1501-25
	$V_{DD}$	3.2	—	5.5	V	MCP1501-30
	$V_{DD}$	3.5	—	5.5	V	MCP1501-33
	$V_{DD}$	4.3	—	5.5	V	MCP1501-40
	$V_{DD}$	4.7	—	5.5	V	MCP1501-45
	$V_{DD}$	5.2	—	5.5	V	MCP1501-50
Power on Reset Release Voltage (Note 1)	$V_{POR}$	—	1.45	—	V	
Power on Reset Rearm Voltage (Note 2)	—	—	0.8	—	V	

- Note 1:** On a rising  $V_{DD}$ , the voltage at which with device internal reset will get released.
- Note 2:** On dropping  $V_{DD}$ , the voltage at which the internal reset circuit will reset. On the dropping  $V_{DD}$ , it is recommended to bring the  $V_{DD}$  below this voltage to get a proper reset.
- Note 3:** Before using the  $\overline{SHDN}$  pin, the device should first be powered up. Once the device is fully powered up, the Shutdown pin can be used.
- Note 4:**  $\mu V_{PP}$  is six times the value of the  $\mu V_{RMS}$ .

# MCP1501

**TABLE 2-1: DC CHARACTERISTICS**

Electrical Characteristics: Unless otherwise specified, $V_{DD(MIN)} \leq V_{DD} \leq 5.5V$ at $-40^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$ .							
Characteristic	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions	
Output Voltage	MCP1501-10	$V_{OUT}$	1.0230	1.0240	1.0250	V	Temperature at +25°C
	MCP1501-12		1.2488	1.2500	1.2513	V	
	MCP1501-18		1.7982	1.800	1.8018	V	
	MCP1501-20		2.0460	2.0480	2.0500	V	
	MCP1501-25		2.4975	2.500	2.5025	V	
	MCP1501-30		2.9970	3.000	3.0030	V	
	MCP1501-33		3.2967	3.300	3.3033	V	
	MCP1501-40		4.0919	4.0960	4.1001	V	
	MCP1501-45		4.4955	4.500	4.5045	V	
	MCP1501-50	4.995	5.000	5.0050	V		
Temperature Coefficient	MCP1501-XX	$T_C$	—	10	50	ppm/°C	
Line Regulation	MCP1501-XX	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	—	5	50	ppm/V	
	MCP1501-50		—	5	—		
Load Regulation		$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	—	10 ppm – sink	40 ppm – sink	ppm/mA	$-5\text{ mA} < I_{LOAD}$
Load Regulation		$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	—	15 ppm – source	70 ppm – source	ppm/mA	$I_{LOAD} < +5\text{ mA}$
Dropout Voltage		$V_{DO}$	—	—	200	mV	$-5\text{ mA} < I_{LOAD} < +5\text{ mA}$
Power Supply Rejection Ratio		PSRR		94		dB	All device options, $V_{IN} = 5.5V$ , 60 Hz at 100 mV <sub>P-P</sub>
Shutdown (Note 3)		$V_{IL}$		1.35		V	$V_{IN} = 5.5V$ Refer to Section 1.4 "Shutdown Pin (SHDN)"
		$V_{IH}$		3.80		V	
Output Voltage Hysteresis		$\Delta V_{OUT\_HYST}$		300		$\mu V$	Refer to Section 2.1.9 "Output Voltage Hysteresis" for additional details on testing conditions.
Output Noise (Note 4)	MCP1501-10	$e_N$	—	18	—	$\mu V_{PP}$	0.1 Hz to 10 Hz, $T_A = +25^{\circ}C$
			—	30	—	$\mu V_{RMS}$	0.1 Hz to 10 kHz, $T_A = +25^{\circ}C$
	MCP1501-40	$e_N$	—	57	—	$\mu V_{PP}$	0.1 Hz to 10 Hz, $T_A = +25^{\circ}C$
			—	97	—	$\mu V_{RMS}$	0.1 Hz to 10 kHz, $T_A = +25^{\circ}C$
Maximum Load Current		$I_{LOAD}$	—	$\pm 20$	—	mA	$T_A = +25^{\circ}C$ All device options.
Supply Current		$I_{DD}$	—	140	550	$\mu A$	No Load
			—	—	350		No Load, $T_A = +25^{\circ}C$
Shutdown Current		$I_{SHDN}$		205		nA	$T_A = +25^{\circ}C$ All device options.

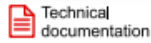
**Note 1:** On a rising  $V_{DD}$ , the voltage at which with device internal reset will get released.

**Note 2:** On dropping  $V_{DD}$ , the voltage at which the internal reset circuit will reset. On the dropping  $V_{DD}$ , it is recommended to bring the  $V_{DD}$  below this voltage to get a proper reset.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://gr.mouser.com/datasheet/2/268/MCP1501\\_Data\\_Sheet\\_DS20005474F-2932251.pdf](https://gr.mouser.com/datasheet/2/268/MCP1501_Data_Sheet_DS20005474F-2932251.pdf)

# TLV1117



TLV1117

SLVS561M – DECEMBER 2004 – REVISED JANUARY 2023

## TLV1117 Adjustable and Fixed Low-Dropout Voltage Regulator

### 1 Features

- Output voltage options: 1.5-V, 1.8-V, 2.5-V, 3.3-V, 5-V, and adjustable
- Output current: 800 mA
- Specified dropout voltage at multiple current levels
- Line regulation maximum: 0.2%
- Load regulation maximum: 0.4%
- For drop-in replacements in fixed output SOT-223 package configuration and improved functionality, see the [TLV761](#)

### 2 Applications

- [Electronic points of sale](#)
- [Medical, health, and fitness applications](#)
- [Printers](#)
- [Appliances and white goods](#)
- [TV set-top boxes](#)

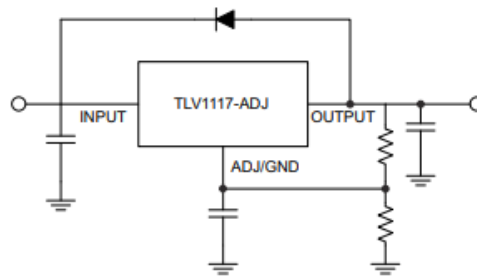
### 3 Description

The TLV1117 is a positive low-dropout voltage regulator designed to provide up to 800 mA of output current. The device is available in 1.5-V, 1.8-V, 2.5-V, 3.3-V, 5-V, and adjustable-output voltage options. All internal circuitry is designed to operate down to 1-V input-to-output differential. Dropout voltage is specified at a maximum of 1.3 V at 800 mA, decreasing at lower load currents.


#### Package Information

PART NUMBER	PACKAGE <sup>(1)</sup>	BODY SIZE (NOM)
TLV1117	DCY (SOT-223, 4)	6.50 mm × 3.50 mm
	DRJ (WSON, 8)	4.00 mm × 4.00 mm
	KVU (TO-252, 3)	6.60 mm × 6.10 mm
	KCS (TO-220, 3)	10.16 mm × 8.70 mm
	KCT (TO-220, 3)	10.16 mm × 8.59 mm
	KTT (DDPAK/TO-263, 3)	10.18 mm × 8.41 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.



Simplified Schematic

 An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

## 5 Pin Configuration and Functions

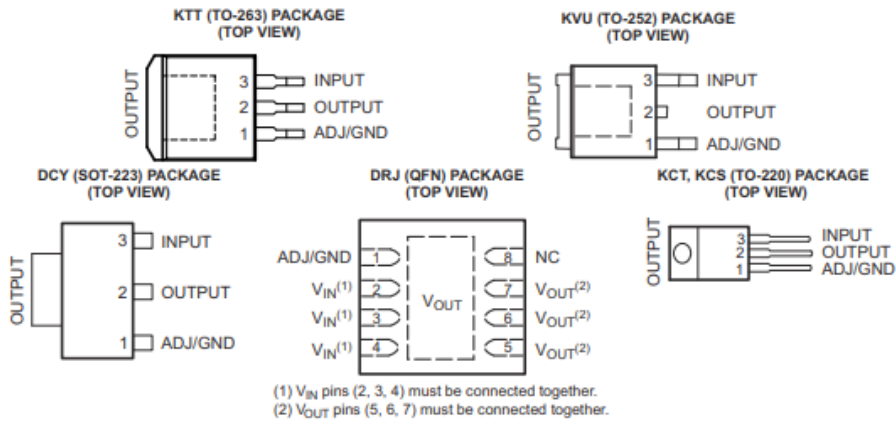


Table 5-1. Pin Functions

NAME	PIN					TYPE	DESCRIPTION
	KTT	KVV	DCY	DRJ	KCT		
ADJ/GND	1	1	1	1	1	I/O	Output voltage adjustment pin. Connect to a resistor divider.
INPUT	3	3	3	2, 3, 4	3	I	Voltage input
OUTPUT	2	2	2	5, 6, 7	2	O	Voltage output
NC	—	—	—	8	—	—	No connect

## 6 Specifications

### 6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)<sup>(1)</sup>

		MIN	MAX	UNIT
$V_{IN}$	Continuous input voltage		16	V
$T_J$	Operating virtual-junction temperature		150	°C
$T_{stg}$	Storage temperature	-65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions* is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

### 6.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
$V_{ESD}$	Electrostatic discharge	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001, all pins <sup>(1)</sup>	±2500	V
		Charged device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101, all pins <sup>(2)</sup>	±1500	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.  
(2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 6.3 Recommended Operating Conditions

		MIN <sup>(1)</sup>	MAX	UNIT	
V <sub>IN</sub>	Input voltage	TLV1117	2.7	15	V
		TLV1117-15	2.9	15	
		TLV1117-18	3.2	15	
		TLV1117-25	3.9	15	
		TLV1117-33	4.7	15	
		TLV1117-50	6.4	15	
I <sub>O</sub>	Output current		0.8	A	
T <sub>J</sub>	Operating virtual-junction temperature	TLV1117C	0	125	°C
		TLV1117I	-40	125	

- (1) The input-to-output differential across the regulator should provide for some margin against regulator operation at the maximum dropout (for a particular current value). This margin is needed to account for tolerances in both the input voltage (lower limit) and the output voltage (upper limit). The absolute minimum V<sub>IN</sub> for a desired maximum output current can be calculated by the following:  
 $V_{IN(min)} = V_{OUT(max)} + V_{DO(max \text{ at rated current})}$

### 6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC <sup>(1) (2) (3)</sup>		TLV1117							UNITS
		PowerFlex		DRJ (8 PINS)	DCY (4 PINS)	KVU (3 PINS)	KCS, KCT (3 PINS)	KTT (3 PINS)	
		KTE (3 PINS)	KTP (3 PINS)						
R <sub>θJA</sub>	Junction-to-ambient thermal resistance	38.6	49.2	38.3	104.3	50.9	30.1	27.5	°C/W
R <sub>θJC(top)</sub>	Junction-to-case (top) thermal resistance	34.7	60.6	36.5	53.7	57.9	44.6	43.2	°C/W
R <sub>θJB</sub>	Junction-to-board thermal resistance	3.2	3.1	60.5	5.7	34.8	1.2	17.3	°C/W
ψ <sub>JT</sub>	Junction-to-top characterization parameter	5.9	8.7	0.2	3.1	6	5	2.8	°C/W
ψ <sub>JB</sub>	Junction-to-board characterization parameter	3.1	3	12	5.5	23.7	1.2	9.3	°C/W
R <sub>θJC(bot)</sub>	Junction-to-case (bottom) thermal resistance	3	3	4.7	n/a	0.4	0.4	0.3	°C/W
R <sub>θJP</sub>	Thermal resistance between the die junction and the bottom of the exposed pad.	2.7	1.4	1.78	n/a	n/a	3	1.94	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the [Semiconductor and IC Package Thermal Metrics](#) application note.  
 (2) For thermal estimates of this device based on PCB copper area, see the [TI PCB Thermal Calculator](#).  
 (3) The junction-to-ambient thermal resistance under natural convection is obtained in a simulation on a JEDEC-standard, high-K board, as specified in JESD51-7, in an environment described in JESD51-2a.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv1117.pdf?HQS=dis-mous-null-mousermode-dsf-pf-null-ww&ts=169955466457&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fgeneral%252Fdocs%252Fsuppproductinfo.tsp%253FdistId%253D26%2526gotoUrl%253Dhttps%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Flit%252Fgpn%252Ftlv1117](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv1117.pdf?HQS=dis-mous-null-mousermode-dsf-pf-null-ww&ts=169955466457&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fgeneral%252Fdocs%252Fsuppproductinfo.tsp%253FdistId%253D26%2526gotoUrl%253Dhttps%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Flit%252Fgpn%252Ftlv1117)

# ESP-WROOM-32

## 1. Overview

ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) is a powerful, generic Wi-Fi+BT+BLE MCU module that targets a wide variety of applications, ranging from low-power sensor networks to the most demanding tasks, such as voice encoding, music streaming and MP3 decoding.

At the core of this module is the ESP32-D0WDQ6 chip\*. The chip embedded is designed to be scalable and adaptive. There are two CPU cores that can be individually controlled, and the clock frequency is adjustable from 80 MHz to 240 MHz. The user may also power off the CPU and make use of the low-power co-processor to constantly monitor the peripherals for changes or crossing of thresholds. ESP32 integrates a rich set of peripherals, ranging from capacitive touch sensors, Hall sensors, SD card interface, Ethernet, high-speed SPI, UART, I2S and I2C.

**Note:**

\* For details on the part number of the ESP32 series, please refer to the document [ESP32 Datasheet](#).

The integration of Bluetooth, Bluetooth LE and Wi-Fi ensures that a wide range of applications can be targeted, and that the module is future proof: using Wi-Fi allows a large physical range and direct connection to the internet through a Wi-Fi router, while using Bluetooth allows the user to conveniently connect to the phone or broadcast low energy beacons for its detection. The sleep current of the ESP32 chip is less than 5  $\mu$ A, making it suitable for battery powered and wearable electronics applications. ESP32 supports a data rate of up to 150 Mbps, and 20.5 dBm output power at the antenna to ensure the widest physical range. As such the chip does offer industry-leading specifications and the best performance for electronic integration, range, power consumption, and connectivity.

The operating system chosen for ESP32 is freeRTOS with LwIP; TLS 1.2 with hardware acceleration is built in as well. Secure (encrypted) over the air (OTA) upgrade is also supported, so that developers can continually upgrade their products even after their release.

Table 1 provides the specifications of ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32).

**Table 1: ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Specifications**

Categories	Items	Specifications
Certification	RF certification	FCC/CE/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC
	Wi-Fi certification	Wi-Fi Alliance
	Bluetooth certification	BQB
	Green certification	RoHS/REACH
Wi-Fi	Protocols	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 $\mu$ s guard interval support
	Frequency range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
	Radio	NZIF receiver with -97 dBm sensitivity
		Class-1, class-2 and class-3 transmitter
		AFH
Audio	CVSD and SBC	

1. OVERVIEW

Categories	Items	Specifications
Hardware	Module interface	SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR
		GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC
	On-chip sensor	Hall sensor, temperature sensor
	On-board clock	40 MHz crystal
	Operating voltage/Power supply	2.7 ~ 3.6V
	Operating current	Average: 80 mA
	Minimum current delivered by power supply	500 mA
	Operating temperature range	-40°C ~ +85°C
	Ambient temperature range	Normal temperature
Package size	18±0.2 mm x 25.5±0.2 mm x 3.1±0.15 mm	
Software	Wi-Fi mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
	Wi-Fi Security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
	Encryption	AES/RSA/ECC/SHA
	Firmware upgrade	UART Download / OTA (download and write firmware via network or host)
	Software development	Supports Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
	Network protocols	IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
	User configuration	AT instruction set, cloud server, Android/iOS app

## 2. Pin Definitions

### 2.1 Pin Layout

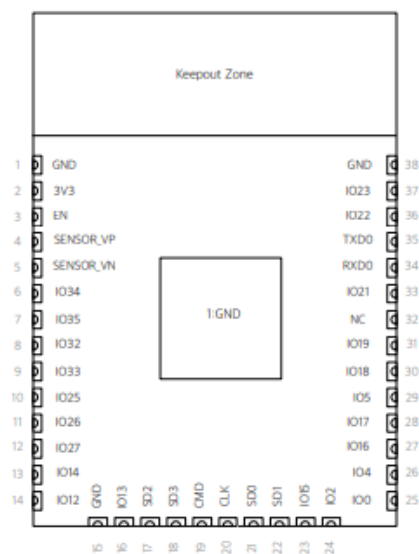


Figure 1: ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Pin layout

### 2.2 Pin Description

ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) has 38 pins. See pin definitions in Table 2.

Table 2: Pin Definitions

Name	No.	Type	Function
GND	1	P	Ground
3V3	2	P	Power supply.
EN	3	I	Chip-enable signal. Active high.
SENSOR_VP	4	I	GPIO36, SENSOR_VP, ADC_H, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_VN	5	I	GPIO39, SENSOR_VN, ADC1_CH3, ADC_H, RTC_GPIO3
IO34	6	I	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
IO35	7	I	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
IO32	8	I/O	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768 kHz crystal oscillator input), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9
IO33	9	I/O	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768 kHz crystal oscillator output), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
IO25	10	I/O	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
IO26	11	I/O	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1
IO27	12	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV

## 2. PIN DEFINITIONS

Name	No.	Type	Function
IO14	13	I/O	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
IO12	14	I/O	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
GND	15	P	Ground
IO13	16	I/O	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
SHD/SD2*	17	I/O	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
SWP/SD3*	18	I/O	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
SCS/CMD*	19	I/O	GPIO11, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS
SCK/CLK*	20	I/O	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
SDO/SD0*	21	I/O	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
SDI/SD1*	22	I/O	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
IO15	23	I/O	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
IO2	24	I/O	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
IO0	25	I/O	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
IO4	26	I/O	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER
IO16	27	I/O	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
IO17	28	I/O	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
IO5	29	I/O	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
IO18	30	I/O	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
IO19	31	I/O	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
NC	32	-	-
IO21	33	I/O	GPIO21, VSPHD, EMAC_TX_EN
RXD0	34	I/O	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
TXD0	35	I/O	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
IO22	36	I/O	GPIO22, VSPWP, U0RTS, EMAC_TXD1
IO23	37	I/O	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
GND	38	P	Ground

**Note:**

\* Pins SCK/CLK, SDO/SD0, SDI/SD1, SHD/SD2, SWP/SD3 and SCS/CMD, namely, GPIO6 to GPIO11 are connected to the integrated SPI flash integrated on ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) and are not recommended for other uses.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32\\_datasheet\\_en-1223836.pdf](https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32_datasheet_en-1223836.pdf)



## SH1106

### 132 X 64 Dot Matrix OLED/PLED Segment/Common Driver with Controller

#### Features

- Support maximum 132 X 64 dot matrix panel
- Embedded 132 X 64 bits SRAM
- Operating voltage:
  - Logic voltage supply:  $V_{DD1} = 1.65V - 3.5V$
  - DC-DC voltage supply:  $V_{DD2} = 3.0V - 4.2V$
  - OLED Operating voltage supply:
    - External VPP supply = 6.4V - 14.0V
    - Internal VPP generator = 6.4V - 9.0V
- Maximum segment output current: 200 $\mu$ A
- Maximum common sink current: 27mA
- 8-bit 6800-series parallel interface, 8-bit 8080-series parallel interface, 3-wire & 4-wire serial peripheral interface, 400KHz fast I<sup>2</sup>C bus interface
- Programmable frame frequency and multiplexing ratio
- Row re-mapping and column re-mapping (ADC)
- Vertical scrolling
- On-chip oscillator
- Programmable Internal charge pump circuit output
- 256-step contrast control on monochrome passive OLED panel
- Low power consumption
  - Sleep mode: <5 $\mu$ A
  - $V_{DD1}=0V$ ,  $V_{DD2}=3.0V - 4.2V$ : <5 $\mu$ A
  - $V_{DD1,2}=0V$ ,  $V_{PP}=6.4V - 14.0V$ : <5 $\mu$ A
- Wide range of operating temperatures: -40 to +85°C
- Available in COG form, thickness: 300 $\mu$ m

#### General Description

SH1106 is a single-chip CMOS OLED/PLED driver with controller for organic/polymer light emitting diode dot-matrix graphic display system. SH1106 consists of 132 segments, 64 commons that can support a maximum display resolution of 132 X 64. It is designed for Common Cathode type OLED panel.

SH1106 embeds with contrast control, display RAM oscillator and efficient DC-DC converter, which reduces the number of external components and power consumption. SH1106 is suitable for a wide range of compact portable applications, such as sub-display of mobile phone, calculator and MP3 player, etc.

**Pad Description****Power Supply**

Symbol	I/O	Description
VDD1	Supply	Power supply input: 1.65 - 3.5V
VDD2	Supply	3.0 – 4.2V power supply pad for Power supply for charge pump circuit. This pin should be disconnected when VPP is supplied externally
VSS	Supply	Ground.
VSL	Supply	This is a segment voltage reference pad. This pad should be connected to Vss externally.
VCL	Supply	This is a common voltage reference pad. This pad should be connected to Vss externally.

**OLED Driver Supplies**

Symbol	I/O	Description
IREF	O	This is a segment current reference pad. A resistor should be connected between this pad and Vss. Set the current at 12.5 $\mu$ A.
VCOMH	O	This is a pad for the voltage output high level for common signals. A capacitor should be connected between this pad and Vss.
VBREF	NC	This is an internal voltage reference pad for booster circuit. Keep floating.
VPP	P	OLED panel power supply. Generated by internal charge pump. Connect to capacitor. It could be supplied externally.
C1N, C1P	P	Connect to charge pump capacitor. These pins are not used and should be disconnected when Vpp is supplied externally.
C2P, C2N	P	Connect to charge pump capacitor. These pins are not used and should be disconnected when Vpp is supplied externally.

Το πλήρες τεχνικό φυλλάδιο βρίσκεται στη διεύθυνση:

[https://cdn.velleman.eu/downloads/29/infosheets/sh1106\\_datasheet.pdf](https://cdn.velleman.eu/downloads/29/infosheets/sh1106_datasheet.pdf)

## BILL OF MATERIALS (BOM)

Part	Value	Device	Package	Description
C1	1uF	CAP0805	C0805	
C2	1uF	CAP0805	C0805	
C3	1uF	CAP0805	C0805	
C4	100nF	CAP0603	C0603	
C5	100nf	CAP0603	C0603	
C6	47uF	CAP_EL100UF	VE-101M1CTR-0605	Electrolytical Capacitor
C7	100nf	CAP0603	C0603	
C8	22uf	CAP0603	C0603	
C9	22uf	CAP0603	C0603	
C10	10uf	CAP0603	C0603	
C11	100uF	CAP_EL100UF	VE-101M1CTR-0605	Electrolytical Capacitor
C12	100nf	CAP0603	C0603	
C13	10uF	CAP0805	C0805	
C14	1uF	CAP0805	C0805	
C15	100nF	CAP0603	C0603	
C16	100nF	CAP0603	C0603	
C17	1nF	CAP0603	C0603	
C18	100nF	CAP0603	C0603	
C19	1uF	CAP0805	C0805	
C20	1uF	CAP0805	C0805	
C21	100nF	CAP0603	C0603	
C22	100nF	CAP0603	C0603	
C23	100nF	CAP0603	C0603	
C24	1uF	CAP0603	C0603	
C25	1uF	CAP0603	C0603	
C26	1uF	CAP0603	C0603	
C27	1uF	CAP0805	C0805	
C28	100nF	CAP0603	C0603	
C29	100nF	CAP0603	C0603	
C30	10uF	CAP0805	C0805	
C31	10nF	CAP0603	C0603	
C32	10nF	CAP0603	C0603	
C33	1uF	CAP0805	C0805	
C35	1uF	CAP0805	C0805	
D1	BAV99,215	BAV99,215	SOT95P230X110-3N	BAV99 series High-speed switching diodes
D2		DIOC	DIOC5236X110N	
D3	BAV99,215	BAV99,215	SOT95P230X110-3N	BAV99 series High-speed switching diodes
D4	1N5819HW-7-F	1N5819HW-7-F	SOD3715X145N	1N5819HW Series 40 V 1 A Surface Mount Schottky Barrier Rectifier

Part	Value	Device	Package	Description
IND1	10uH	INDC	INDC3227X85N	
L1		MPZ1608S331ATA00HAM	BEADC1608X70N	MPZ1608 type
LED1		LEDCHIP-LED0805	CHIP-LED0805	LED
LED2		LEDCHIP-LED0805	CHIP-LED0805	LED
P1	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P2	P2X3	P2X3	HDRV6W64P254_2X3_762X508X8388	
P3	P1X4	P1X4	HDRV4W64P254_1X4_1016X254X8388	
P4	P1X3	P1X3	HDRV3W64P254_1X3_762X254X8388	
P5	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P6	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P7	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P8	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P9	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P10	P1X2	P1X2	HDRV2W64P254_1X2_508X254X8388	
P11	P1X4	P1X4	HDRV4W64P254_1X4_1016X254X8388	
R1	1.1k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R2	1k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R3	10	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R4	10K	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R5	5.6k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R6	56k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R7	5.6k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R8	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R9	15.9k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R10	10K	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R11	5.6k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R12	2k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R13	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R14	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R15	1M	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R16	5.6k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R17	180	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R19	100k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R20	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R23	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R25	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R27	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R28	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
R29	10k	R-US0603	R0603	Resistor (US symbol)
S1	SWITCH-MOMENTARY-2PTS645VK392LFS	SWITCH-MOMENTARY-2PTS645VK392LFS	PTS645VK392LFS	
S2	SWITCH-MOMENTARY-2PTS645VK392LFS	SWITCH-MOMENTARY-2PTS645VK392LFS	PTS645VK392LFS	
U\$1	TP5400	TP5400	SOP8-CEN_PAD	Brand Name: NUOXINDA
U1	ESP-WROOM-32	ESP-WROOM-32	ESP-WROOM-32	ESP32-WROOM
U2	TLV1117	TLV1117	SOT230P700X180-4	Voltage Regulator LM1117, TLV1117
U9	CD4060BM96	CD4060BM96	SOIC127P600X175-16N	CMOS 14-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider and Oscillator
U10	TP560401DBVR	TP560401DBVR	SOT95P280X140-5N	Switching Voltage Regulators 60mA Charge Pump Voltage Inverter
U11	LMC6482IST	LMC6482IST	SOP65P490X110-8N	16 V CMOS dual rail-to-rail input and output, operational amplifiers
U12	LMC6482IST	LMC6482IST	SOP65P490X110-8N	16 V CMOS dual rail-to-rail input and output, operational amplifiers
U13	MCP3551T-E/MS	MCP3551T-E/MS	SOP65P490X110-8N	MCP3550/1/3
U14	MCP1501T-30E/CHY	MCP1501T-30E/CHY	SOT95P280X140-6N	Precision Buffered Voltage Reference