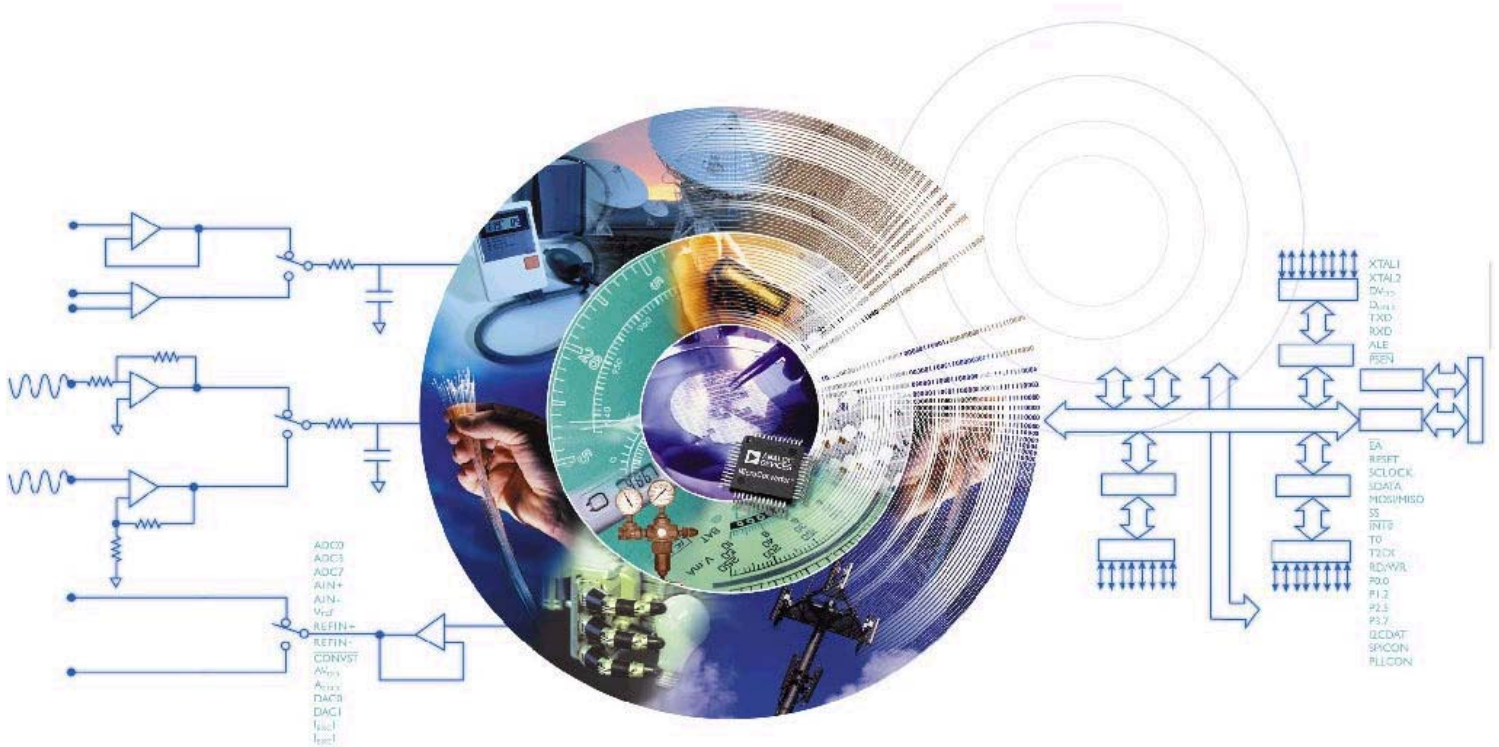


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

# ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΤΖΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

ΒΛΑΧΟΣ  
ΑΝΤΩΝΗΣ

ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ  
ΣΠΥΡΟΣ



## **Περιεχόμενα**

<b><i>Περιεχόμενα.....</i></b>	<b>3</b>
<b><i>Ευχαριστήρια.....</i></b>	<b>7</b>
<b><i>Εισαγωγικό Σημείωμα.....</i></b>	<b>8</b>
<b><i>Συσσωρευτές .....</i></b>	<b>9</b>
Συσσωρευτές Μολύβδου – Οξέος.....	11
Συσσωρευτές Αλκαλικού Ηλεκτρολύτη.....	15
<b><i>Το Αναπτυξιακό Του ADuC812.....</i></b>	<b>17</b>
Η Κατασκευή Και Το Σχηματικό Του Αναπτυξιακού.....	19
Περιγραφή Ενεργητικών Στοιχείων.....	21
Ο Μικροελεγκτής (ADUC812).....	21
Λειτουργία Των ADC.....	22
ADCCON1.....	23
ADCCON2.....	24
ADCCON3.....	25
ADC DMA Mode.....	25
Αισθητήρας Θερμοκρασίας.....	27
Λειτουργία Του DAC.....	27
DACCON.....	28
Interrupt System.....	29
Οι Μνήμες.....	30
Η Μνήμη bq4011Y.....	30

Η Μνήμη bq4832Y.....	32
Το Ολοκληρωμένο 74HCT573.....	38
Το Ολοκληρωμένο 74HC32.....	40
Το Ολοκληρωμένο 74HC14.....	43
Το Ολοκληρωμένο MAX232.....	44
Περιγραφή Παθητικών Στοιχείων.....	45
JMP1, JMP2.....	45
JMP3.....	45
JMP4.....	45
SW1.....	46
Συνδετήρας 1 <sup>ος</sup> (CON1).....	47
Συνδετήρας 2 <sup>ος</sup> (CON2).....	48
<b><i>Τα Προγράμματα Του Αναπτυξιακού.....</i></b>	<b>50</b>
Συμβολομεταφραστής Της Metalink.....	50
Χρησιμοποιώντας Τον Συμβολομεταφραστή Της Metalink.....	50
ADSIM (ADuC SIMulator).....	51
Χρησιμοποιώντας Τον ADSIM.....	51
WSD (Windows Serial Downloader).....	54
Χρησιμοποιώντας Τον WSD.....	55
The ADuC Debugger.....	56
Χρησιμοποιώντας Τον Debugger.....	56
WASP (Windows Analysis Software Program).....	60
Χρησιμοποιώντας Το WASP.....	60

<b>Κυρίως Πλακέτα.....</b>	<b>64</b>
Η Κατασκευή Και Το Σχηματικό Της Κυρίως Πλακέτας.....	65
Το Τροφοδοτικό .....	67
Περιγραφή Ενεργητικών Στοιχείων.....	69
Το Ολοκληρωμένο MAX307.....	71
Το Ολοκληρωμένο AD627.....	71
Το Ολοκληρωμένο MAX472.....	73
Το Ολοκληρωμένο MAX232.....	75
Περιγραφή Παθητικών Στοιχείων.....	76
Συνδετήρας 1 <sup>ος</sup> (CON1).....	76
Συνδετήρας 2 <sup>ος</sup> (CON2).....	77
Συνδετήρας 3 <sup>ος</sup> (CON3).....	78
Η Δίοδος ZENER (BZX).....	79
Οι Δίοδοι D1 Έως D6 (1N4001).....	79
Οι Αντιστάσεις R1 Έως R14.....	79
<b>Ο Κώδικας Και Το Πρόγραμμα Της Εφαρμογής Μας.....</b>	<b>80</b>
Ο Κώδικας Σε Assembly.....	80
Πρόγραμμα Στην Visual Basic.....	85
Το Panel Του Προγράμματος.....	85
Ο Κώδικας Του Προγράμματος.....	86
<b>Παράρτημα.....</b>	<b>90</b>

Ο Μικροελεγκτής (ADUC812)

Η Μνήμη bq4011Y

Η Μνήμη bq4832Y

Το Ολοκληρωμένο 74HCT573

Το Ολοκληρωμένο 74HC32

Το Ολοκληρωμένο 74HC14

Το Ολοκληρωμένο MAX232

Το Ολοκληρωμένο MAX307

Το Ολοκληρωμένο AD627

Το Ολοκληρωμένο MAX472

## *Ευχαριστήρια*

Πριν συνεχίσουμε τη παρουσίαση της εργασίας μας, θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή εφαρμογών Ιωάννη Χατζάκη, εισηγητή αυτής της πτυχιακής, ο οποίος ήταν δίπλα μας όσες φορές τον χρειαστήκαμε. Οι παρατηρήσεις του και οι συμβουλές του συνέβαλαν καθοριστικά στη ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Επίσης ευχαριστούμε τους καθηγητές Τωμαδάκη Ιωάννη και Κιμιωνή Μαρκο, για το χρόνο που αφιέρωσαν στη μελέτη της εργασίας μας.

Θα ήταν μεγάλη παράλειψη αν δεν δίναμε τις ευχαριστίες μας στα αδέρφια και στους γονείς μας τόσο για το χρόνο και το χρήμα που μας εμπιστεύτηκαν τα τέσσερα αυτά χρόνια, όσο και για την πίστη που έχουν στις ικανότητες μας.

Ακόμη ευχαριστούμε τον Θανάση Τσάπρα, μεταπτυχιακό ερευνητή του Πολυτεχνείου Χανίων, που μας έδωσε ικανές πληροφορίες και στοιχεία απαραίτητα για την τεκμηρίωση της εργασίας μας

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους και τις φίλες μας για την συμπαράσταση τους στις εύκολες αλλά και στις δύσκολες στιγμές που μας παρουσιάστηκαν όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος θερμά ευχαριστούμε όλους που μας συμπαραστάθηκαν, μας βοήθησαν να πραγματοποιήσουμε την εργασία μας και μας εμπιστεύτηκαν μέχρι σήμερα .

Βέβαια λάθη ή παραλείψεις που πιθανόν θα παρατηρηθούν βαρύνουν αποκλείστηκα εμάς, ζητούμε την επιείκεια σας και είμαστε πρόθυμοι να συζητήσουμε τις παρατηρήσεις σας

## Εισαγωγικό Σημείωμα

Σε τέσσερα χρόνια σπουδών στο Τ.Ε.Ι Ηλεκτρονικής μας δόθηκε η ευκαιρία με την μελέτη και την κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων να αποκομίσουμε πολλές αλλά και χρήσιμες γνώσεις τόσο στα αναλογικά όσο και στα ψηφιακά ηλεκτρονικά. Μας δόθηκε η ευκαιρία να μάθουμε νέες γλώσσες προγραμματισμού και με την βοήθεια αυτών να εξοικειωθούμε με την χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Παράλληλα με την βοήθεια των εργαστηριακών μαθημάτων εκτός του ότι καταφέραμε να εμπλουτίσουμε τις γνώσεις μας στον τομέα του αυτοματισμού, των τηλεπικοινωνιών, των δικτύων της επεξεργασίας ήχου και εικόνας, μάθαμε να εργαζόμαστε και να συνεργαζόμαστε με άλλους συναδέλφους σε ένα χώρο σημαντικό για κάθε τεχνικό. Τέλος με τις εργασίες που μας ζητήθηκαν να παραδώσουμε στα παραπάνω αλλά και σε πολλά άλλα μαθήματα αποκτήσαμε έναν τρόπο σκέψης ικανό να μας οδηγήσει σε λύσεις όταν αυτές ζητούνται αλλά και ένα πνεύμα συνεργασίας με άλλους συναδέλφους.

Μέσα από αυτήν την εργασία που σας παρουσιάζεται κληθήκαμε να αξιοποιήσουμε τις γνώσεις μας αλλά και να αποκτήσουμε νέες. Στην πτυχιακή μας ασχοληθήκαμε με την δημιουργία ενός συστήματος μέτρησης συστοιχίας μπαταριών.

Το σύστημα αυτό έχει ως σκοπό να συλλέγει τις τιμές τάσης και ρεύματος από μία συστοιχία μπαταριών, να τις επεξεργάζεται και τέλος να τις στέλνει σειριακά στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για να τις μελετήσουμε. Για την υλοποίησή της πέρα του ότι χρειάστηκε να κατασκευάσουμε ένα αναπτυξιακό και μία κυρίως πλακέτα παράλληλα έπρεπε να μάθουμε να χειριζόμαστε έναν νέο μικροελεγκτή για τα δικά μας δεδομένα. Επίσης κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία δύο διαφορετικών προγραμμάτων.

Με το αναπτυξιακό έχουμε την δυνατότητα τόσο να προγραμματίζουμε τον μικροελεγκτή όσο και να συλλέγουμε τα αποτελέσματά του μέσω της σειριακής θύρας. Το αναπτυξιακό είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούμε να χρησιμοποιούμε τον μικροελεγκτή μας και σε άλλες εφαρμογές. Στην δική μας εφαρμογή πρόκειται μέσω κάποιων συνδετήρων να εφαρμόσουμε το αναπτυξιακό πάνω σε μία κυρίως πλακέτα. Η κυρίως πλακέτα θα δίνει στον μικροελεγκτή τις τιμές τάσης και ρεύματος των στοιχείων που θέλουμε να μετρήσουμε καθώς σ' αυτήν θα συνδέονται οι μπαταρίες.

Ο μικροελεγκτής με τον οποίο συνεργαζόμαστε είναι της ANALOG DEVICES και είναι ο ADuC812. Η λειτουργία του στηρίζεται σε αυτήν της οικογένειας του 8051.



Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι διαθέτει οκτώ μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακού σήματος με υψηλή ακρίβεια 12 Bit ο καθένας. Στηριζόμενοι σε αυτό το χαρακτηριστικό έχουμε την δυνατότητα με την χρήση ενός ολοκληρωμένου τόσο να μετατρέψουμε αναλογικά δεδομένα σε ψηφιακά όσο και να τα επεξεργαστούμε.

Τέλος όσο αφορά τα δύο προγράμματα, το πρώτο, θα περιέχει τον κώδικα που θα εισάγουμε στον μικροελεγκτή μας και με βάση αυτόν θα εργάζεται. Το δεύτερο θα έχει ως σκοπό την εμφάνιση των αποτελεσμάτων σε μορφή κατανοητή προς τον χρήστη έτσι ώστε να έχουμε την δυνατότητα να τα επεξεργαστούμε αλλά και να τα μελετήσουμε. Όσα σας αναφέρθηκαν σχετικά με το σύστημά μας θα σας τα αναλύσουμε εκτενέστερα στις επόμενες σελίδες της εργασίας μας.

## Συσσωρευτές

Παρά τη μεγάλη ποικιλία τύπων συσσωρευτών που είναι γνωστοί σήμερα στα μεγάλα εμπορικά και βιομηχανικά συστήματα δύο μόνο τύποι συσσωρευτή έχουν επικρατήσει. Αυτοί είναι οι συσσωρευτές με αλκαλικό ηλεκτρολύτη (Ni-Cd, Ni-MH) και οι συσσωρευτές μολύβδου-οξέος. Οι συσσωρευτές Ni-Cd και Ni-MH, αν και είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν κάποιες διαφορές στα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους ιδίως κατά τη φόρτιση, εξετάζονται παράλληλα, γιατί εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά. Περιβαλλοντικοί λόγοι έχουν επιβάλλει οδηγίες για τον περιορισμό της χρήσης του καδμίου στην ΕΕ και τις ΗΠΑ. Έτσι, ήδη έχει αρχίσει η σταδιακή αντικατάσταση της χρήσης συσσωρευτών Ni-Cd με συσσωρευτές Ni-MH.

Αναμφίβολα, η πιο απαιτητική εφαρμογή τόσο για τους συσσωρευτές όσο και για το BMS είναι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Όλες οι παράμετροι του συνδυασμού συσσωρευτή-BMS έχουν εδώ πρωτεύουσα σημασία. Αν χρησιμοποιηθεί ένας μεγάλος αριθμός συσσωρευτών, τότε θα αρχίσουν να παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα: περιορισμός του εσωτερικού και του χώρου αποσκευών, αύξηση του βάρους και του κόστους καθώς και μείωση των επιδόσεων. Έτσι, στη συγκεκριμένη εφαρμογή πρέπει να προσεχθούν η ειδική ενέργεια, η ειδική ισχύς, η ενεργειακή απόδοση, ο ρυθμός φόρτισης, ο αριθμός των κύκλων ζωής (κύκλοι φόρτισης-εκφόρτισης), το περιβάλλον λειτουργίας, το κόστος, η ασφάλεια και η δυνατότητα ανακύκλωσης.

Αν και μέχρι σήμερα ο συσσωρευτής μολύβδου-οξέος εξακολουθεί να είναι η ελκυστικότερη λύση και για την εφαρμογή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, ένας αριθμός από εξελεγμένους συσσωρευτές παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον [51]. Αυτοί είναι οι

νικελίου-σιδήρου (nickel-iron, Ni-Fe), οι Ni-Cd και οι Ni-MH. Από την άλλη πλευρά οι συσσωρευτές ψευδαργύρου-αλογόνου, όπως οι Zn-Br, και οι συσσωρευτές υψηλής θερμοκρασίας, όπως οι νατρίου-θείου (sodium-sulfur, Na-S) εξακολουθούν να είναι ελκυστικοί. Το υψηλό όμως κόστος και τα άλλα προβλήματα που παρουσιάζει η χρήση τους οδηγούν και εδώ στη χρήση κυρίως των τριών κυρίαρχων τύπων συσσωρευτών (Pb-Acid, Ni-Cd, Ni-MH).

Αναφέρουμε μόνο τους συσσωρευτές Pb-Acid, Ni-Cd και Ni-MH, επειδή αυτοί έχουν ευρεία εφαρμογή. Οι μεθοδολογίες που εξάγονται μπορούν να εφαρμοστούν και σε άλλους τύπους συσσωρευτών με μικρές τροποποιήσεις. Εξαίρεση ίσως να αποτελούν οι συσσωρευτές Na-S. Όπως όμως είναι φανερό, αυτοί προορίζονται μόνο για πολύ εξειδικευμένες χρήσεις ή για ερευνητικούς σκοπούς. Ακόμα και αγωνιστικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα [52] προτιμούν τη χρήση συσσωρευτών Ni-Cd.

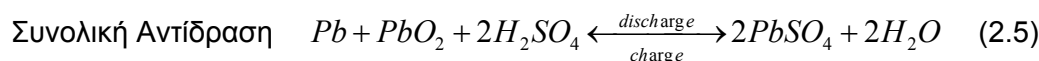
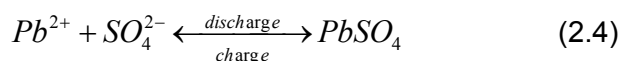
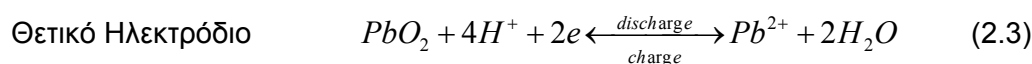
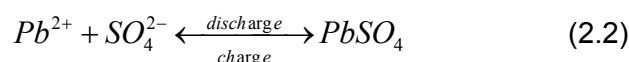
Ήδη στις ΗΠΑ έχει γίνει προσπάθεια να θεσπιστούν βιομηχανικές προδιαγραφές και κώδικες για τη χρήση και τη συντήρηση των συσσωρευτών [53]:

1. National Electrical Code, Article 480: Πραγματεύεται τις ηλεκτρικές απαιτήσεις για τη χρήση συσσωρευτών
2. National Electrical Safety Code, Section 14: Πραγματεύεται τις απαιτήσεις ασφαλείας για συσσωρευτές σε σταθμούς παροχής ρεύματος.
3. Code of Federal Regulation Title 29, "Occupational Safety and Health Administration, Labor", Article 1910.305: Αναφέρεται στη διάχυση και τον εξαερισμό των αερίων που παράγουν οι συσσωρευτές για την αποφυγή συσσώρευσης εκρηκτικών μιγμάτων αερίων.
4. ANSI/IEEE Standard 450, "IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing and Replacement of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations"
5. ANSI/IEEE Standard 484, "IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations"
6. ANSI/IEEE Standard 485, "IEEE Recommended Practice for Sizing Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations"

## Συσσωρευτές Μολύβδου – Οξέος

Ο συσσωρευτής μολύβδου-οξέος (Pb-Acid) είναι ένα πετυχημένο εμπορικά είδος για περισσότερο από ένα αιώνα. Η ζήτηση και η παραγωγή του αυξάνονται συνεχώς, καθώς εμφανίζονται νέες ανάγκες για χρήση συσσωρευτών. Αυτό συμβαίνει γιατί αποτελεί συνήθως τη φθηνότερη λύση για οποιαδήποτε εφαρμογή, ενώ παράλληλα εξακολουθεί να παρουσιάζει καλά χαρακτηριστικά επιδόσεων και διάρκεια ζωής. Κυκλοφορεί σε δύο κύριους τύπους οι οποίοι παρουσιάζουν αρκετές διαφορές που θα αναλυθούν παρακάτω. Ο πρώτος τύπος είναι ο συσσωρευτής μολύβδου ανοιχτού τύπου (flooded type Lead-Acid battery) που επιτρέπει πρόσβαση στον ηλεκτρολύτη από ειδικές φρασσόμενες οπές (τάπες) και ο δεύτερος τύπος είναι ο στεγανός συσσωρευτής μολύβδου (sealed lead-acid, SLA ή valve-regulated lead-acid, VRLA) που δεν επιτρέπει πρόσβαση στο εσωτερικό της.

Ο συσσωρευτής μολύβδου χρησιμοποιεί, ως ενεργό υλικό στο θετικό ηλεκτρόδιο, διοξείδιο του μολύβδου και στο αρνητικό ηλεκτρόδιο μεταλλικό μολύβδο διαμορφωμένο σε μια μεγάλης επιφάνειας πορώδη κατασκευή. Ως ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται θειικό οξύ ειδικού βάρους περίπου 1.28. Κατά την εκφόρτιση, και τα δύο ηλεκτρόδια μετατρέπονται σε θειικό μολύβδο. Η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται κατά τη φόρτιση. Η λειτουργία του συσσωρευτή μολύβδου περιγράφεται από τις εξισώσεις:



Καθώς το στοιχείο πλησιάζει την πλήρη φόρτιση και η πλειονότητα του PbSO<sub>4</sub> έχει μεταβληθεί σε Pb και PbO<sub>2</sub>, η τάση φόρτισης γίνεται μεγαλύτερη από τη τάση απελευθέρωσης αερίων (περίπου 2,39V ανά στοιχείο) και αρχίζει η παραγωγή υδρογόνου και οξυγόνου με αποτέλεσμα την απώλεια νερού:





Στους στεγανούς συσσωρευτές μολύβδου, αυτή η αντίδραση ελέγχεται ώστε να ελαχιστοποιηθεί η εκπομπή υδρογόνου και η απώλεια νερού με την επανασύνδεση του παραγόμενου οξυγόνου με την αρνητική πλάκα. Για να συμβεί αυτό η εσωτερική κατασκευή του στοιχείου γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απόσταση μεταξύ των πλακών, και ο διαχωριστής κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να συγκρατεί και να φέρνει σε επαφή τα ιόντα. Η επανασύνδεση είναι ικανοποιητική όσο το ρεύμα παραμένει μικρότερο του C/3.

Η ονομαστική τάση ενός στοιχείου μολύβδου είναι τα 2V. Η τάση του στοιχείου στην ηρεμία είναι γραμμική συνάρτηση του ειδικού βάρους του ηλεκτρολύτη. Ξεκινά από τα 2,125V για ένα στοιχείο με ηλεκτρολύτη ειδικού βάρους 1,28 και φτάνει τα 2,05V για ειδικό βάρος ηλεκτρολύτη 1,21. Η επιλογή του ειδικού βάρους του ηλεκτρολύτη εξαρτάται από την εφαρμογή στην οποία θα χρησιμοποιηθεί το στοιχείο και πρέπει να είναι αρκετά υψηλή, ώστε να επιτυγχάνεται αρκετά υψηλή ιοντική αγωγιμότητα και ο συσσωρευτής να ανταποκρίνεται στις ηλεκτροχημικές απαιτήσεις. Από την άλλη πλευρά θα πρέπει να μην είναι τόσο υψηλή που να προκαλέσει διάβρωση των διαχωριστών ή να δημιουργήσει οξειδωση σε άλλα τμήματα του στοιχείου, με αποτέλεσμα να προκληθεί μείωση της ζωής και αύξηση της αυτοεκφόρτισης.

Η τάση διακοπής της εκφόρτισης, σε συνθήκες μέτριας εκφόρτισης, είναι τα 1,75V, αλλά μπορεί να φτάσει και μέχρι το 1V σε εξαιρετικά υψηλούς ρυθμούς εκφόρτισης σε χαμηλή θερμοκρασία. Ο ρυθμός αυτοεκφόρτισης είναι χαμηλός και πάντα μικρότερος από το 50% της χωρητικότητας στους έξι μήνες.

Η διάρκεια ζωής των στεγανών συσσωρευτών μολύβδου είναι συνήθως από 3 έως 10 χρόνια και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Η θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι μεταξύ 20 και 25°C. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες επιταχύνονται οι ηλεκτροχημικές αντιδράσεις που προκαλούν γήρανση και μειώνουν τη διάρκεια ζωής των συσσωρευτών μολύβδου. Η πιο σπουδαία από αυτές είναι η διαδικασία οξειδωσης του θετικού πλέγματος σε διοξείδιο του μολύβδου (PbO<sub>2</sub>) που είναι μια συνάρτηση των αμπερωρίων υπερφόρτισης [54]. Η οξειδωση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τον ηλεκτρικό και μηχανικό εκφυλισμό του στοιχείου. Ηλεκτρικά, η αγωγιμότητα του πλέγματος μειώνεται και η αντίσταση αυξάνεται. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση της ικανότητας παροχής ρεύματος στην εκφόρτιση και η χαμηλότερη αποδοχή φορτίου κατά την φόρτιση (μείωση χωρητικότητας), με αποτέλεσμα αύξηση στη θερμο-

κρασία του συσσωρευτή και στις δύο περιπτώσεις. Ο μηχανικός εκφυλισμός προκύπτει από το γεγονός ότι το διοξείδιο του μολύβδου απαιτεί περισσότερο χώρο από τον μεταλλικό μολύβδο και προκαλεί αύξηση (διόγκωση) στο θετικό ηλεκτρόδιο τόσο προς τα έξω όσο και κάθετα. Η προς τα έξω αύξηση του ηλεκτροδίου μπορεί τελικά να προκαλέσει ρήξη στο διαχωριστικό και να προκαλέσει βραχυκύκλωμα με το γειτονικό αρνητικό ηλεκτρόδιο. Η κάθετη αύξηση μπορεί να προκαλέσει βραχυκύκλωμα με το έλασμα σύνδεσης του αρνητικού ηλεκτροδίου. Σε συνήθεις συνθήκες η αύξηση του θετικού ηλεκτροδίου είναι μια αργή διαδικασία, αλλά η υπερφόρτιση και οι υψηλές θερμοκρασίες την επιταχύνουν.

Ένα επιπλέον πρόβλημα, που παρουσιάζεται στους κλειστού τύπου συσσωρευτές μολύβδου, είναι το στέγνωμα του στοιχείου. Το νερό του ηλεκτρολύτη χάνεται ακόμα και σε συνηθισμένες συνθήκες λειτουργίας. Η υπερφόρτιση δημιουργεί απώλεια μικρών ποσοτήτων υδρογόνου και οξυγόνου (από διάσπαση του νερού). Με τον χρόνο αυτό, οδηγεί στο μόνιμο στέγνωμα από ηλεκτρολύτη.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής των ηλεκτροδίων, σε λειτουργία με μεγάλες εκφορτίσεις, μπορεί να υπάρξει πρόωρη απώλεια της χωρητικότητας των συσσωρευτών μολύβδου. Το ενεργό υλικό (υλικό κατασκευής των ηλεκτροδίων) γίνεται σπογγώδες ή εύθραυστο. Στους συσσωρευτές ανοιχτού τύπου αποβάλλεται ή ξεφλουδίζει. Στις στεγανές μπορεί να κρατιέται δυνατά από τα διαχωριστικά που συνήθως κατασκευάζονται από ύφασμα ινών γυαλιού και τεφλόν, ώστε να διατηρεί σταθερή πίεση άσχετα με τη διόγκωση που παρουσιάζουν οι πλάκες.

Προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσουν αυτά τα προβλήματα, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν διαφορετικά κράματα για την κατασκευή του θετικού ηλεκτροδίου. Έτσι εκτός από τον καθαρό μολύβδο (Pb) χρησιμοποιείται κράμα μολύβδου - κασσιτέρου (Pb-Sn), μολύβδου - αντιμονίου - καδμίου (Pb-Sb-Cd), ενώ το πιο συνηθισμένο είναι το κράμα είναι μολύβδου - κασσιτέρου - ασβεστίου - αργιλίου (Pb-Sn-Ca-Al). Η επιλογή του κράματος επιδρά στα χαρακτηριστικά οξειδωσης και διόγκωσης του ηλεκτροδίου. Με κατάλληλη κατασκευή των ηλεκτροδίων (ελάχιστο πάχος 0,2 ίντσες = 5 mm) και ρύθμιση του ηλεκτρολύτη η ζωή ενός συσσωρευτή μπορεί να φτάσει και τα 20 χρόνια.

Οι μελέτες που έχουν γίνει [55] βεβαιώνουν ότι η οξειδωση του πλέγματος του θετικού ηλεκτροδίου και η συνεπακόλουθη διόγκωση είναι ο κύριος συντελεστής άμεσου προσδιορισμού της ζωής ενός σωστά σχεδιασμένου στοιχείου. Η οξειδωση και ο τρόπος αύξησης του κράματος μολύβδου - ασβεστίου - κασσιτέρου που συνήθως χρησιμοποιείται στα VRLA στοιχεία, ακολουθεί τις ίδιες βασικές αρχές με το διπλό κράμα μολύβδου - ασβεστίου. Η αύξηση της συγκέντρωσης του ηλεκτρολύτη όπως συχνά χρησιμοποιείται σε αυτά τα στοιχεία, επιταχύνει την διόγκωση του θετικού

ηλεκτροδίου και έτσι βοηθά στη μείωση της ζωής του στοιχείου. Η οξειδωση του μολύβδου στο θετικό ηλεκτρόδιο δημιουργείται ταυτόχρονα με τη μείωση της συνολικής ποσότητας του νερού στο στοιχείο. Οι συσσωρευτές ανασύνδεσης με διαχωριστικό από απορροφητικό ύφασμα ινών γυαλιού (Absorptive Glass Mat, AGM), λειτουργούν καλύτερα σε ένα επίπεδο διαπότισης γύρω στο 95%. Αυτό το επίπεδο διαπότισης πετυχαίνει ένα καλό συμβιβασμό για την ύπαρξη αρκετού ηλεκτρολύτη στο συσσωρευτή για την απόδοση λογικής χωρητικότητας και μιας αρκετά ανοικτής κατασκευής στο διαχωριστικό για να επιτρέπεται η ελεύθερη μεταφορά οξυγόνου και έτσι ικανοποιητικός ρυθμός ανασύνδεσης. Έχει, πάντως, δείχτει ότι μια μείωση 10% στο επίπεδο διαπότισης στο διαχωριστικό, από 95% στο 85% έχει συνήθως σαν αποτέλεσμα 20% ή και μεγαλύτερη απώλεια στη χωρητικότητα. Όταν αυτό συμβεί, το στοιχείο φτάνει στο τέλος της ζωής του. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται στέγνωμα (dryout). Σε ένα AGM συσσωρευτή, η μέση εκπομπή αερίου πρέπει να διατηρηθεί στα 20 ml για κάθε 100Ah ημερησίως σε συντήρηση, αν σκοπός είναι η ζωή της να φτάσει τα 20 χρόνια [56]. Όμως, και η συνηθισμένη λειτουργία του συσσωρευτή με φορτίσεις και εκφορτίσεις δημιουργεί αυξημένη παραγωγή αερίων. Δραστικές εκφορτίσεις και φορτίσεις μπορούν να έχουν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη εκπομπή αερίου. Σαράντα βαθιές εκφορτίσεις και επιτυχείς φορτίσεις μπορούν να επιφέρουν απώλεια βάρους (ή απώλεια νερού) ίση με την αναμενόμενη σε 4 χρόνια λειτουργίας με βέλτιστες συνθήκες συντήρησης [57]. Μερικοί από τους παράγοντες που δρουν ευεργετικά στη ζωή του συσσωρευτή είναι η χαμηλή τάση συντήρησης, η συντήρηση με σταθερό ρεύμα και ο έλεγχος των συνθηκών φόρτισης μετά από μια πιεστική εκφόρτιση. Πάντως, σε στοιχεία που βρίσκονται στο εσωτερικό ενός συσσωρευτή συνδεδεμένα σε σειρά, οι βέλτιστες συνθήκες που μεγιστοποιούν τη διάρκεια ζωής σπάνια θα επιτευχθούν σε όλα ή και στα περισσότερα από αυτά.

## **Συσσωρευτές Αλκαλικού Ηλεκτρολύτη**

Ο όρος συσσωρευτές αλκαλικού ηλεκτρολύτη περιλαμβάνει δύο τύπους συσσωρευτών, τους νικελίου καδμίου (Ni-Cd) και τους νικελίου-υδριδίου του μετάλλου (Ni-MH). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συσσωρευτές αυτοί παρουσιάζουν ομοιότητες που επιτρέπουν την αντικατάσταση των συσσωρευτών Ni-Cd από τους Ni-MH για περιβαλλοντολογικούς λόγους. Παρουσιάζουν βέβαια και αρκετές διαφορές που θα συζητηθούν παρακάτω.

Οι συσσωρευτές Ni-Cd μπορεί να βρεθούν τόσο σε μορφή ανοιχτού τύπου όσο και σε κλειστού τύπου ελεύθεροι συντήρησης. Ανάλογα με τη χρήση τους,

ακολουθείται διαφορετικός τρόπος κατασκευής, οπότε αποκτούν και διαφορετικά χαρακτηριστικά. Οι συσσωρευτές αυτοί μπορούν να αντέξουν πολύ υψηλούς ρυθμούς φόρτισης και εκφόρτισης. Για τη φόρτισή τους έχουν προταθεί μέθοδοι [58] ικανές να την περατώσουν μέσα σε μόνο 10 λεπτά. Οι ανοιχτού τύπου συσσωρευτές Ni-Cd είναι γενικά ανθεκτικότεροι από τους αντίστοιχους Lead-Acid, τόσο από μηχανική όσο και από ηλεκτρική άποψη. Έχουν ακόμα πολύ μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Οι αποδοτικότερες μέθοδοι κατασκευής αυτών των συσσωρευτών δίνουν συσσωρευτές που παρουσιάζουν το πρόβλημα που είναι γνωστό ως «φαινόμενο μνήμης», το οποίο εμφανίζεται έπειτα από ημιτελείς φορτίσεις ή εκφορτίσεις και μειώνει την ωφέλιμη χωρητικότητα του στοιχείου και είναι πλήρως αντιστρεπτό.

Οι συσσωρευτές Ni-MH είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία και μπορούν να βρεθούν μόνο σε στεγανό τύπο. Η κύρια διαφορά που έχουν στην κατασκευή τους από τους Ni-Cd είναι ότι το ενεργό αρνητικό υλικό είναι, αντί για κάδμιο, υδρογόνο που έχει απορροφηθεί από ένα μεταλλικό κράμα. Το ηλεκτρόδιο υδριδίου του μετάλλου έχει μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα από αυτό του καδμίου. Αυτό επιτρέπει στο θετικό ηλεκτρόδιο να καταλάβει περισσότερο όγκο, με αποτέλεσμα τα στοιχεία Ni-MH να επιτυγχάνουν μεγαλύτερες χωρητικότητες. Αν και τα περισσότερα χαρακτηριστικά τους είναι παρόμοια με αυτά των Ni-Cd δεν μπορούν να εργαστούν σε τόσο υψηλούς ρυθμούς. Επιπλέον το ηλεκτρόδιο του υδριδίου του μετάλλου είναι λιγότερο ανθεκτικό στην υπερφόρτιση. Σαν αποτέλεσμα η φόρτιση πρέπει πάντα να έχει ελεγχόμενη διακοπή, πράγμα που στις Ni-Cd δεν είναι πάντα απαραίτητο.

Τα ενεργά υλικά στους συσσωρευτές Ni-Cd είναι το κάδμιο (Cd) για το αρνητικό ηλεκτρόδιο και το οξυ-υδροξείδιο του νικελίου (NiOOH) για το θετικό. Σαν ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται διάλυμα καυστικού καλίου (KOH).

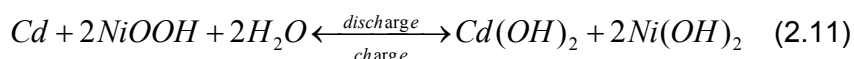
Κατά τη φόρτιση το υδροξείδιο του νικελίου, Ni(OH)<sub>2</sub>, μετατρέπεται σε ένα υψηλότερου σθένους οξειδίο:



Στο αρνητικό ηλεκτρόδιο το υδροξείδιο του καδμίου, Cd(OH)<sub>2</sub>, μετατρέπεται σε κάδμιο:



Η συνολική αντίδραση είναι:

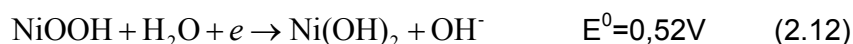


Από τη συνολική αντίδραση είναι φανερό ότι τα ενεργά υλικά υπόκεινται σε αλλαγές της κατάστασης οξειδωσής τους, αλλά παθαίνουν μικρή αλλαγή της φυσικής τους κατάστασης. Παρόμοια, η αλλαγή στον ηλεκτρολύτη είναι από μικρή ως καμία.

Τα ενεργά υλικά και στη φόρτιση και στην εκφόρτιση είναι σχετικά αδιάλυτα στον αλκαλικό ηλεκτρολύτη, παραμένουν στερεά και δεν διαλύονται καθώς μεταβάλλουν την κατάσταση οξειδωσής τους. Από αυτές, αλλά και από τις υπόλοιπες ιδιότητές τους, τα στοιχεία Ni-Cd χαρακτηρίζονται από μεγάλη διάρκεια ζωής και σε κυκλική αλλά και σε κατάσταση αναμονής. Ταυτόχρονα παρουσιάζουν σχετικά επίπεδη τάση σε ένα ευρύ φάσμα ρευμάτων εκφόρτισης.

Στους συσσωρευτές Ni-MH το ενεργό υλικό του θετικού ηλεκτροδίου είναι όπως και στις Ni-Cd το οξυ-υδροξείδιο του νικελίου (NiOOH). Το αρνητικό ενεργό υλικό στην κατάσταση της φόρτισης είναι υδρογόνο σε μορφή υδριδίου ενός μετάλλου. Αυτό το μεταλλικό «κράμα» έχει την ικανότητα να υπόκειται σε μια αντιστρεπτή αντίδραση απορρόφησης-απόδοσης υδρογόνου. Ένα υδατικό διάλυμα καυστικού καλίου είναι το κύριο συστατικό του ηλεκτρολύτη. Η ελάχιστη ποσότητα ηλεκτρολύτη χρησιμοποιείται σε αυτό το στεγανό στοιχείο, όπου το περισσότερο υγρό απορροφάται από το διαχωριστή και τα ηλεκτρόδια. Αυτή η στερημένη ηλεκτρολύτη σχεδίαση είναι παρόμοια του αντίστοιχου στοιχείου Ni-Cd και διευκολύνει τη διάχυση του οξυγόνου στο αρνητικό ηλεκτρόδιο (το ηλεκτρόδιο του υδριδίου του μετάλλου), κατά το τέλος της φόρτισης, για την αντίδραση ανασύνδεσης του οξυγόνου. Ουσιαστικά αυτή είναι μια κατασκευή ξηρού στοιχείου ικανού να εργαστεί σε οποιαδήποτε θέση.

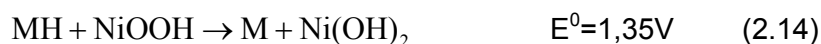
Κατά την εκφόρτιση το οξυ-υδροξείδιο του νικελίου υποβιβάζεται σε υδροξείδιο του νικελίου:



και το υδρίδιο του μετάλλου MH οξειδώνεται σε μέταλλο M:



Η συνολική αντίδραση κατά την εκφόρτιση είναι:



Η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται κατά τη διάρκεια της φόρτισης.

Πολλών ειδών κράματα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του αρνητικού ηλεκτροδίου. Ανάλογα με αυτά η απόδοση των στοιχείων μπορεί να αυξηθεί σε υψηλές / χαμηλές θερμοκρασίες, στην αυτοεκφόρτιση, ή στους υψηλούς ρυθμούς λειτουργίας.

Κατά την εκφόρτιση, οι συσσωρευτές Ni-MH συμπεριφέρονται παρόμοια με τους Ni-Cd. Στην περίπτωση που υποστούν μερική εκφόρτιση με μεγάλο ρεύμα ή επαναλαμβανόμενες ημιτελείς φορτίσεις υποφέρουν και αυτοί από το φαινόμενο μνήμης.



## *Το Αναπτυξιακό Του ADuC812*

Η Δική μας εφαρμογή είναι ένα σύστημα μέτρησης της τάσης και του ρεύματος στα στοιχεία μιας μπαταρίας. Για να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες του μικροεπεξεργαστή, κρίθηκε απαραίτητο η κατασκευή του αναπτυξιακού του. Έτσι, με την πρώτη πλακέτα που πρόκειται να σας περιγράψουμε, έχουμε την δυνατότητα τόσο να προγραμματίζουμε ( Να δίνουμε της εντολές στον επεξεργαστή για το πώς θα συμπεριφέρεται στο όλο σύστημα ) τον επεξεργαστή όσο και να συλλέγουμε τα αποτελέσματά του μέσω της σειριακής θύρας.

### **Τα Ενεργητικά Στοιχεία Του Αναπτυξιακού Μας Είναι:**

- Ένας Μικροεπεξεργαστής (ADUC812).
- Δύο 32K μνήμες Nonvolatile SRAM (BP4011Y και BP4832Y) εκ των οποίων η μία έχει ένα κύκλωμα Real Time Clock.
- Ένα ολοκληρωμένο LATCH (74HC57).
- Ένα ολοκληρωμένο με πύλες OR (74HC32).
- Ένα ολοκληρωμένο με πύλες NOT (74HC14).
- Ένα ολοκληρωμένο (MAX232) για την σειριακή επικοινωνία του αναπτυξιακού με τον υπολογιστή.

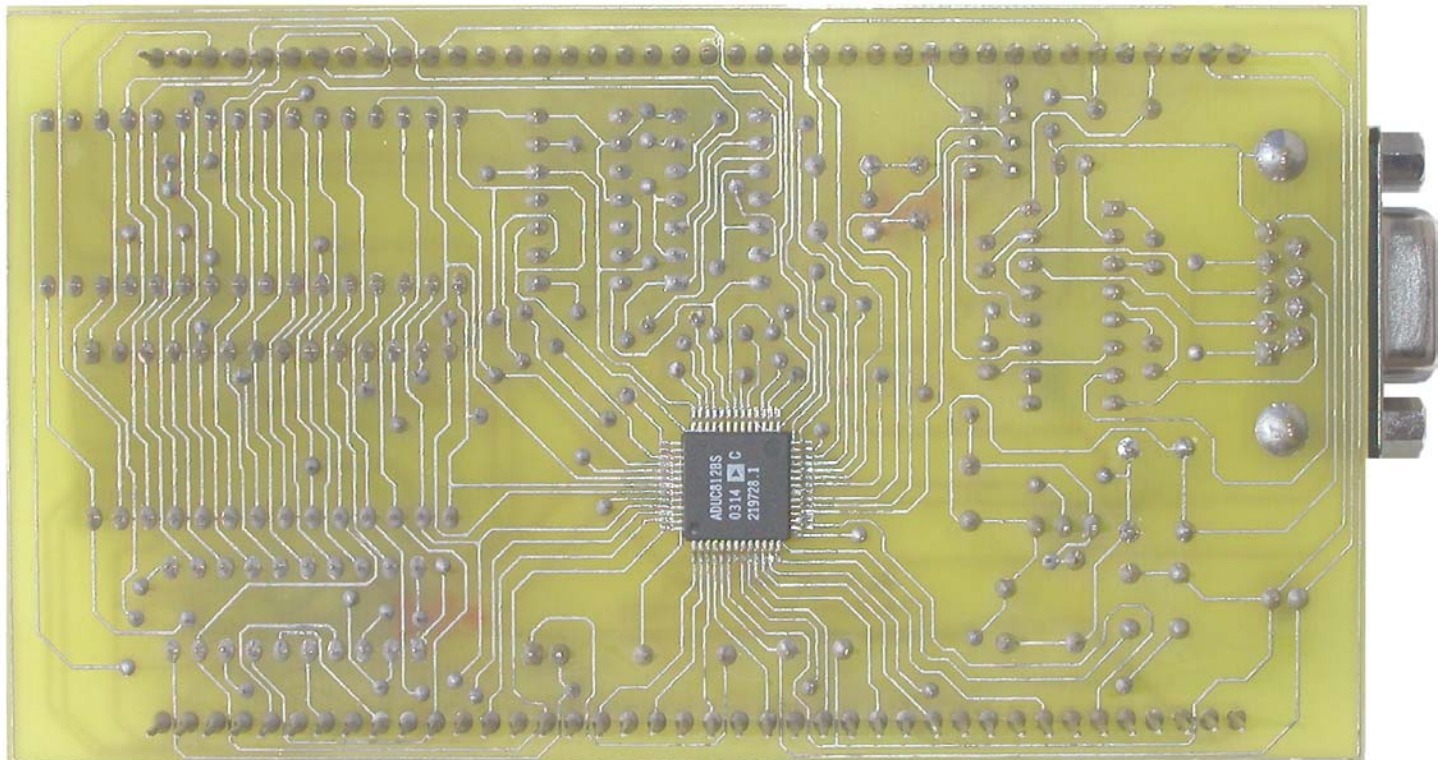
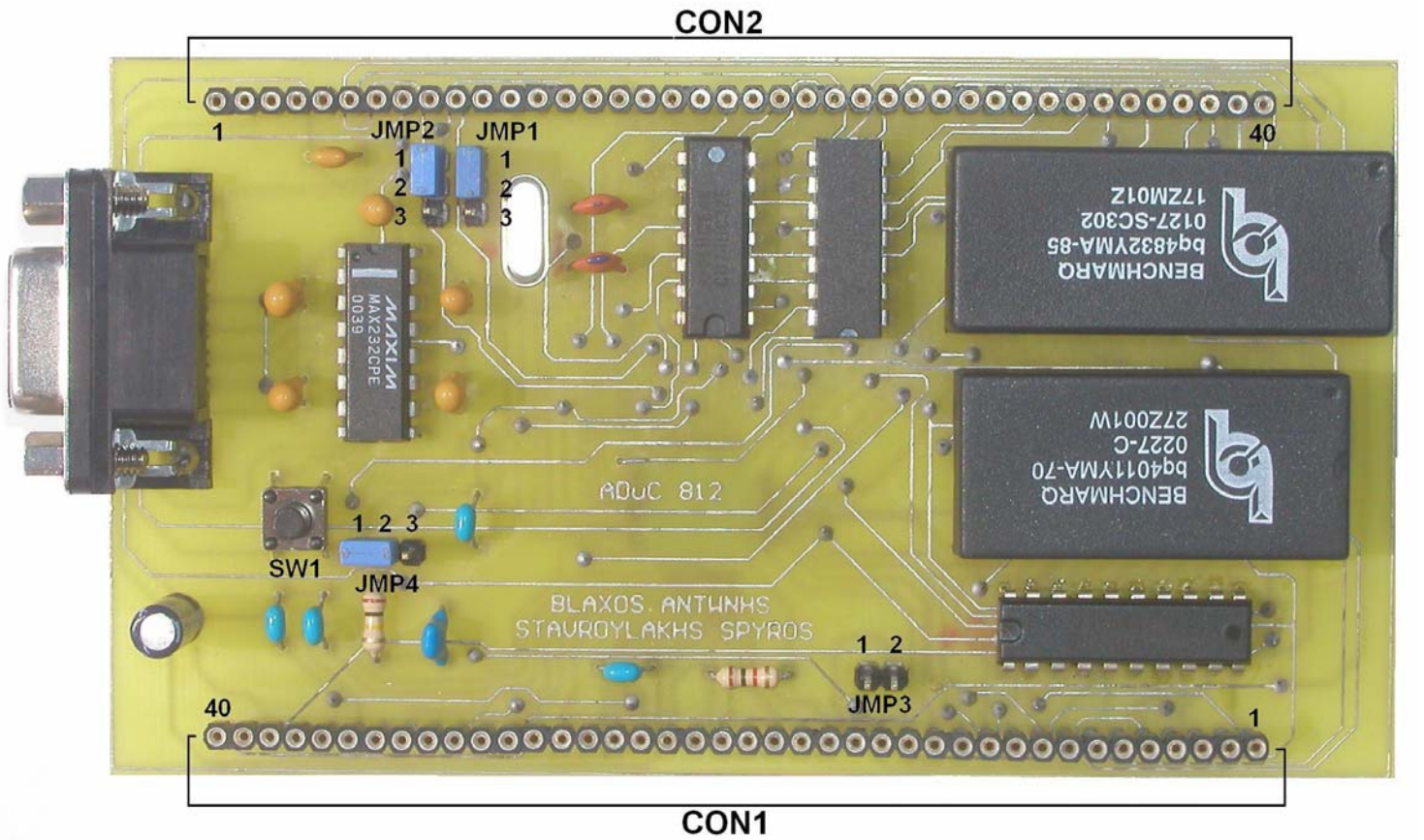
Η καρδιά του αναπτυξιακού μας είναι ο ADuC812, κολλημένος στην κάτω πλευρά της πλακέτας. Αυτός έχει επικοινωνία με τις δύο 32K μνήμες οι οποίες σε συνεργασία με το Latch και με το 74HC32 προσομοιώνουν μια μνήμη μεγέθους 64KByte. Στις τελευταίες διευθύνσεις (από FFF0 έως FFFF) της μνήμης βρίσκεται το Real Time Clock.

Η επικοινωνία μας με το αναπτυξιακό γίνεται με δύο τρόπους. Μέσω της ενσωματωμένης σειριακής η οποία υλοποιείται με το MAX232 ή με τους δύο συνδετήρες που παρέχει το αναπτυξιακό μας.

**Τα Παθητικά Στοιχεία Είναι :**

- Δεκατέσσερις πυκνωτές.
  1. C1,C3,C4,C5,C8 = 0,1  $\mu$ F
  2. C2 = 10 $\mu$ F
  3. C9 = 0,01 $\mu$ F
  4. C10,C11,C12,C13,C14 = 1 $\mu$ F
  5. C7,C6 = 33nF
- Δύο αντιστάσεις.
  1. R1 = 100K $\Omega$
  2. R2 = 1K $\Omega$
- Έναν 11.0592MHz κρύσταλλο.
- Τέσσερις βραχυκυκλωτήρες (Τρεις των δύο θέσεων και ένα της μια θέσης).
- Δύο Συνδετήρες (40 ακίδων ο κάθε συνδετήρας, αρσενικούς).
- Ένα διακόπτη push button.
- Ένα συνδετήρα RS232 (εννέα ακίδων, θηλυκός).

## Η Κατασκευή Και Το Σχηματικό Του Αναπτυξιακού Έχουν Ως Εξής:





## Περιγραφή Ενεργητικών Στοιχείων

### Ο Μικροελεγκτής ( ADuC 812)

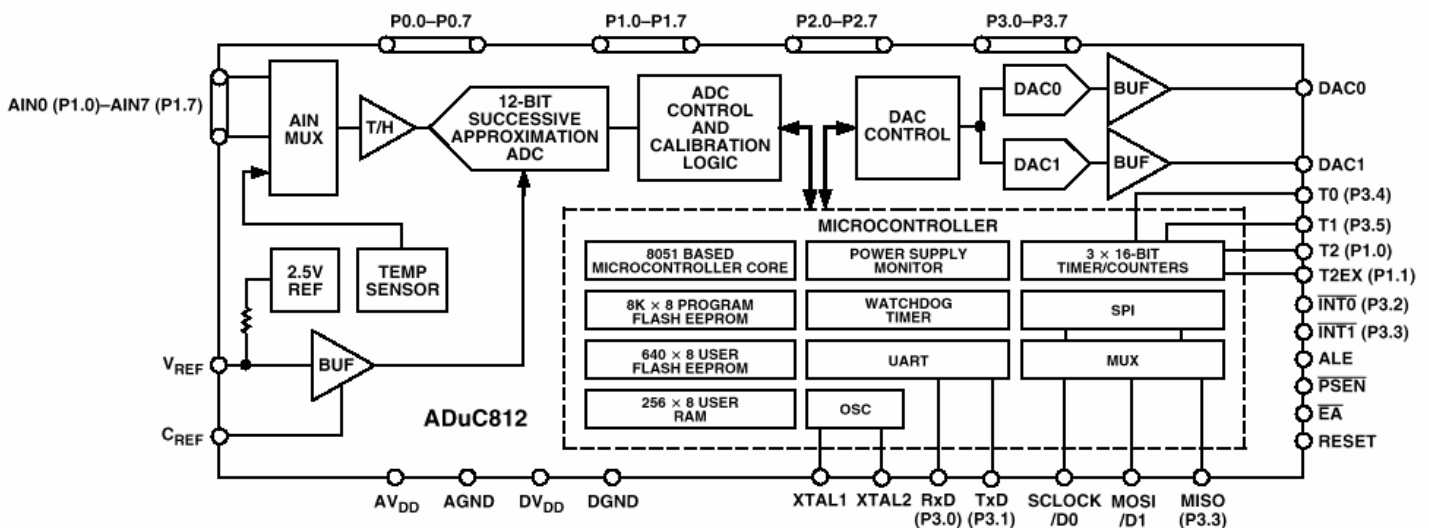
Ο επεξεργαστής αυτός είναι της ANALOG DEVICES και η λειτουργία του στηρίζεται σε αυτήν του 8051.

Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι διαθέτει οκτώ μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακού σήματος με υψηλή ακρίβεια 12 Bit ο καθένας. Στηριζόμενοι σε αυτό το χαρακτηριστικό έχουμε την δυνατότητα με την χρήση ενός ολοκληρωμένου τόσο να μετατρέψουμε αναλογικά δεδομένα σε ψηφιακά όσο και να τα επεξεργαστούμε. Έχει ακόμη, δύο εξόδους από μετατροπείς ψηφιακού σε αναλογικού σήματος. Ανάλογα με την 12 Bit πληροφορία που έχουν μας δίνουν την αντίστοιχη αναλογική τάση στις εξόδους τους. Επίσης εσωτερικά υπάρχει και ένας αισθητήρας θερμοκρασίας.

Ο προγραμματισμός του ADuC συνδέεται αρμονικά με τον προγραμματισμό ενός 8051. Γι' αυτό τον σκοπό διαθέτει 8K Bytes Flash/EE Program Memory, 640 Bytes Flash/EE Data Memory και 256 Bytes Data SRAM. Τέλος υποστηρίζεται από 16M Bytes External Data Address Space και 64K Bytes External Program Address Space. Επιπρόσθετα λειτουργίες του πυρήνα που υποστηρίζονται περιλαμβάνουν Watchdog Timer , Power Supply Monitor και ADC DMA λειτουργίες. Παράλληλα παρέχονται 32 προγραμματιζόμενες γραμμές εισόδου, εξόδου SPI και Standard UART σειριακές θύρες.

Τέλος τα Modes λειτουργίας είναι Normal , Idle και Power-Down. Τροφοδοτείται από 3V – 5V και έχει 52 ακίδες .

**FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM**

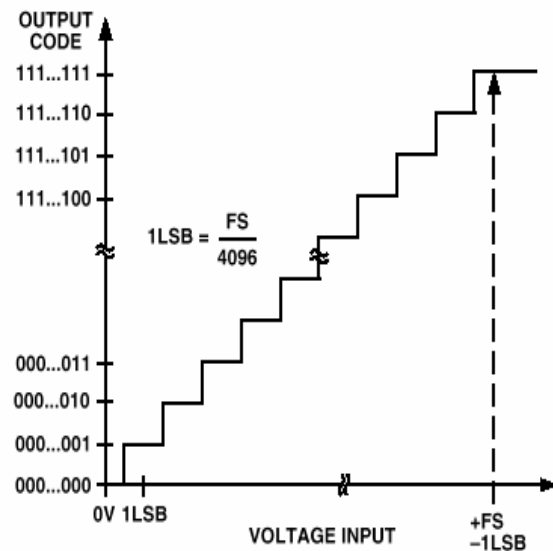
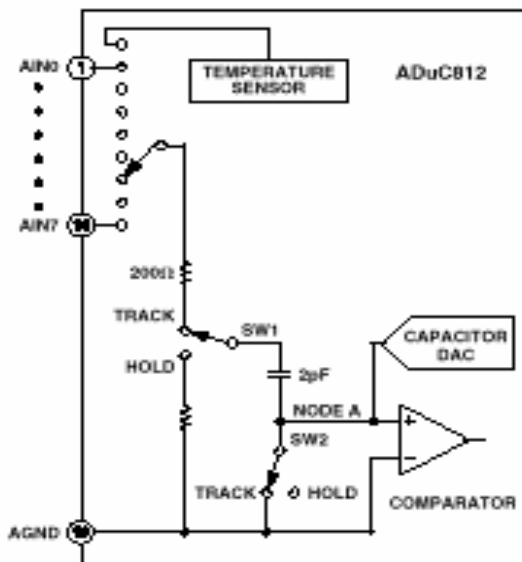


## Λειτουργία Των ADC

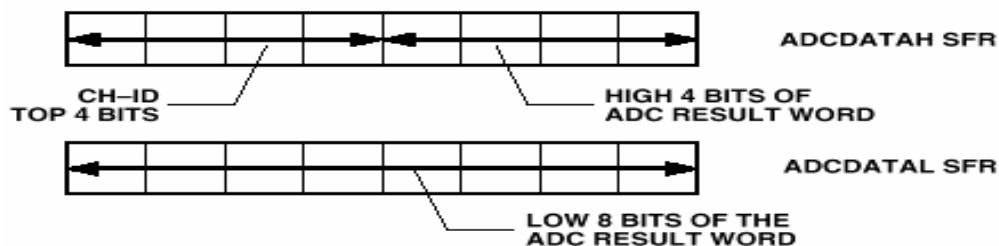
Το τμήμα του ADC εξοπλίζει τον επεξεργαστή με ένα οκτακάναλο πολυπλέκτη, ένα σύμπλεγμα track/hold, μια εσωτερική τάση αναφοράς και ένα αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα (ADC).

Η αναλογική είσοδος για τον αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα πρέπει να είναι από 0V – Vref ( η εσωτερική Vref είναι 2,5V ). Τα αποτελέσματα στην έξοδο του ADC ( τα οποία είναι 12-Bit ) είναι ανάλογα με την τάση του σήματος εισόδου. Έτσι αντίστοιχα στα 0V η έξοδος είναι 000 (HEX), για 1,25V το αποτέλεσμα στην έξοδο θα είναι 7FF (HEX), τέλος για την μέγιστη τάση 2,5V θα έχουμε FFF (HEX) στην έξοδο, που είναι η μέγιστη κλίμακα του ADC.

Η ακρίβεια του ADC για Vref ίση με 2,5V είναι 0.61 mV/Bit εξόδου.



Αφού ρυθμίσουμε τον ADC μέσω των SFR ADCCON1-3, το αποτέλεσμα που είναι 12Bit καταχωρείτε σε δυο 8-Bit SFRs τον ADCDATAH και ADCDATAL. Τα τέσσερα πρώτα Bit του ADCDATAH μας δείχνουν το κανάλι από το οποίο παίρνουμε τις μετρήσεις, τα επόμενα τέσσερα Bit μας δίνουν τα τέσσερα σημαντικότερα ψηφία της πληροφορίας μας. Τα υπόλοιπα οκτώ Bit της πληροφορίας μας καταχωρούνται στον ADCDATAL.



## ADCCON1

Ο ADCCON1 ελέγχει τους χρόνους μέτρησης και μετατροπής, τους τρόπους μετατροπής και τέλος την κατάσταση του ADC (σε λειτουργία, εκτός λειτουργίας, σε αναμονή).

Η διεύθυνση του ADCCON1 : EF H

Η αρχική τιμή του ADCCON1 : 20 H

MD1	MD0	CK1	CK0	AQ1	AQ0	T2C	EXC
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Bit	Όνομα	Περιγραφή																				
ADCON1.7 ADCON1.6	MD1 MD0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MD1</th> <th>MD0</th> <th>Κατάσταση</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>ADC Εκτός Λειτουργίας (Power Down)</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>ADC Σε Λειτουργία (Power Up)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>ADC Κλειστός όταν δεν εκτελείτε κύκλος μετατροπής</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>ADC Σε αναμονή (Standby) αν δεν εκτελείτε κύκλος μετατροπής.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Σημείωση: Όταν ο ADC είναι σε αναμονή τότε τα κυκλώματα της τάσης αναφοράς (Vref) παραμένουν σε λειτουργία ενώ όταν είναι εκτός λειτουργίας όλα τα περιφερειακά του ADC είναι εκτός λειτουργίας για να μειώσουμε την κατανάλωση ισχύος.</p>	MD1	MD0	Κατάσταση	0	0	ADC Εκτός Λειτουργίας (Power Down)	0	1	ADC Σε Λειτουργία (Power Up)	1	0	ADC Κλειστός όταν δεν εκτελείτε κύκλος μετατροπής	1	1	ADC Σε αναμονή (Standby) αν δεν εκτελείτε κύκλος μετατροπής.					
MD1	MD0	Κατάσταση																				
0	0	ADC Εκτός Λειτουργίας (Power Down)																				
0	1	ADC Σε Λειτουργία (Power Up)																				
1	0	ADC Κλειστός όταν δεν εκτελείτε κύκλος μετατροπής																				
1	1	ADC Σε αναμονή (Standby) αν δεν εκτελείτε κύκλος μετατροπής.																				
ADCCON1.5 ADCCON1.4	CK1 CK0	<p>Τα Bit διαίρεσης του ρολογιού (CK1, CK0) διαιρούν το κύριο ρολόι (MCLK) έτσι ώστε να παράγουν το ρολόι του ADC (ADC Clock). Μια τυπική μετατροπή του ADC χρειάζεται 17 κύκλους του ADC ρολογιού. Ο διαιρέτης του MCLK έχει ως εξής.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CK1</th> <th>CK0</th> <th>ΔΙΑΙΡΕΤΗΣ</th> <th>MCLK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CK1	CK0	ΔΙΑΙΡΕΤΗΣ	MCLK	0	0	1		0	1	2		1	0	4		1	1	8	
CK1	CK0	ΔΙΑΙΡΕΤΗΣ	MCLK																			
0	0	1																				
0	1	2																				
1	0	4																				
1	1	8																				
ADCCON1.3 ADCCON1.2	AQ1 AQ0	<p>Τα Bits που ελέγχουν την μέτρηση του ADC (AQ1, AQ0) επιλέγουν τον χρόνο που θα δίνεται στον ενισχυτή εισόδου Track/Hold για να δεχτεί το σήμα εισόδου και επιλέγεται σύμφωνα με τα παρακάτω.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AQ1</th> <th>AQ0</th> <th>#ADC Clks</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	AQ1	AQ0	#ADC Clks	0	0	1	0	1	2	1	0	4	1	1	8					
AQ1	AQ0	#ADC Clks																				
0	0	1																				
0	1	2																				
1	0	4																				
1	1	8																				
ADCCON1.1	T2C	<p>Το T2C Bit τίθεται "1" από τον χρήστη έτσι ώστε, κάθε φορά που ο χρονιστής 2 υπερχειλίζει δίνεται σήμα στον ADC να δίνει ώστε να πάρει δείγμα από το σήμα εισόδου. Η ADC μετατροπή αρχίζει στην δεύτερη υπερχειλίση του χρονιστή 2.</p>																				
ADCCON1.0	EXC	<p>Το EXC Bit τίθεται "1" από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει το εξωτερικό Pin23 (CONVST) έτσι ώστε όταν το Pin23 δεχθεί έναν παλμό χαμηλού δυναμικού (μεγαλύτερο από 100ns) να αρχίζει μία μετατροπή του ADC.</p>																				



## ADCCON2

Ο ADCCON2 ελέγχει τα κανάλια του ADC και τον τρόπο που γίνεται η μετατροπή σύμφωνα με τα παρακάτω

Η διεύθυνση του ADCCON2 : D8 H

Η αρχική τιμή του ADCCON2 : 00 H

ADCI	DMA	CCONV	SCONV	CS3	CS2	CS1	CS0
------	-----	-------	-------	-----	-----	-----	-----

Bit	Όνομα	Περιγραφή																																																							
ADCCON2.7	ADCI	Το ADCI Bit θέτεται “1” από τον επεξεργαστή στο τέλος κάθε κύκλου μετατροπής του ADC ή στο τέλος κάθε DMA μετατροπής. Ο ADCI θέτεται 0 από τον επεξεργαστή όταν ο PC (Program Counter) μεταφερθεί στην ρουτίνα διακοπής του ADC (ADC Interrupt Service Routine).																																																							
ADCCON2.6	DMA	Το DMA Bit (Direct Memory Access) θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει την DMA λειτουργία του ADC.																																																							
ADCCON2.5	CCONV	Το CCONV Bit ( Continuous CONVersion Bit) θέτεται “1” από τον χρήστη με σκοπό ο ADC να κάνει συνεχείς μετατροπές. Σε αυτή την λειτουργία ο ADC ξεκινάει κάθε μετατροπή με βάση τον χρόνο και το κανάλι που έχει ήδη προσδιοριστεί από τους ADCCON SFRs. Ο ADC αυτόματα ξεκινάει άλλη μετατροπή στο τέλος κάθε προηγούμενης μετατροπής.																																																							
ADCCON2.4	SCONV	Το SCONV Bit (Single CONVersion Bit) θέτεται “1” από το χρήστη για να ξεκινήσει ένας και μόνο κύκλος μετατροπής . Το SCONV Bit τίθεται 0 αυτόματα στο τέλος του κύκλου μετατροπής.																																																							
ADCCON2.3 ADCCON2.2 ADCCON2.1 ADCCON2.0	CS3 CS2 CS1 CS0	<p>Τα Bit CS3-0 (Channel Selection Bits) επιτρέπουν στον χρήστη να επιλέγει το κανάλι του ADC από το οποίο θα δεχτούμε το προς μέτρηση σήμα. Στην DMA λειτουργία η επιλογή καναλιών καθοδηγείται από την ταυτότητα του καναλιού γραμμένη στην εξωτερική μνήμη.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CS3</th> <th>CS2</th> <th>CS1</th> <th>CS0</th> <th>ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>6</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>7</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Αισθητήρας Θερμοκρασίας</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>Σταματάμε το DMA (DMA stop)</td></tr> </tbody> </table> <p>Όλοι οι υπόλοιποι συνδυασμοί είναι απαγορευμένοι.</p>	CS3	CS2	CS1	CS0	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	1	1	3	0	1	0	0	4	0	1	0	1	5	0	1	1	0	6	0	1	1	1	7	1	0	0	0	Αισθητήρας Θερμοκρασίας	1	1	1	1	Σταματάμε το DMA (DMA stop)
CS3	CS2	CS1	CS0	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ																																																					
0	0	0	0	0																																																					
0	0	0	1	1																																																					
0	0	1	0	2																																																					
0	0	1	1	3																																																					
0	1	0	0	4																																																					
0	1	0	1	5																																																					
0	1	1	0	6																																																					
0	1	1	1	7																																																					
1	0	0	0	Αισθητήρας Θερμοκρασίας																																																					
1	1	1	1	Σταματάμε το DMA (DMA stop)																																																					



## ADCCON3

Ο ADCCON3 ελέγχει και δείχνει στον χρήστη την κατάσταση του ADC.

Η διεύθυνση του ADCCON3 : F5 H

Η αρχική τιμή του ADCCON3 : 00 H

BUSY	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD
------	------	------	------	------	------	------	------

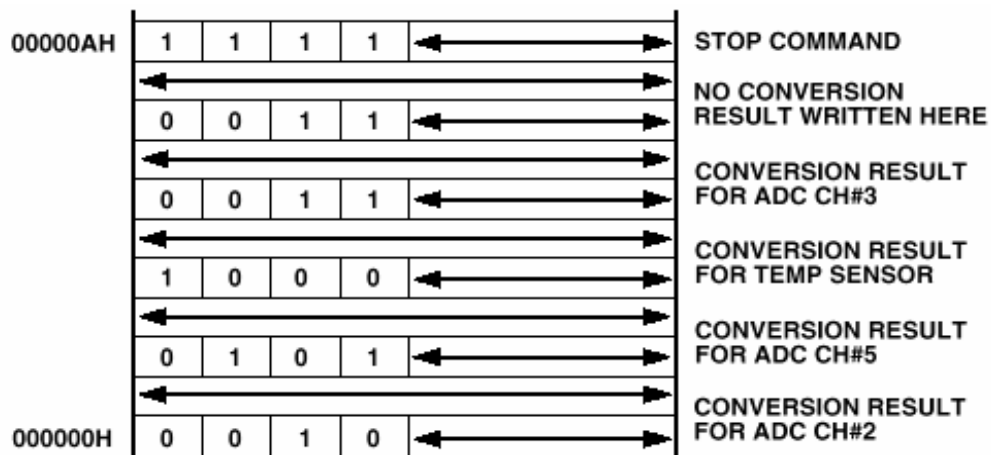
Bit	Όνομα	Περιγραφή
ADCCON3.7	BUSY	Το BUSY Bit μας δείχνει την κατάσταση του ADC. Είναι μόνο ένα Bit ανάγνωσης και είναι “1” κατά την διάρκεια ενός κύκλου μετατροπής. Θέτεται “0” στο τέλος ενός κύκλου μετατροπής
ADCCON3.6	RSVD	Τα ADCCON3.6-3.0 είναι δεσμευμένα (ReSeRVeD) από τον επεξεργαστή για εσωτερική χρήση
ADCCON3.5	RSVD	
ADCCON3.4	RSVD	
ADCCON3.3	RSVD	
ADCCON3.2	RSVD	
ADCCON3.1	RSVD	
ADCCON3.0	RSVD	

### **ADC DMA Mode (Direct Memory Access)**

Ο ADC έχει την δυνατότητα να εργαστεί σε DMA λειτουργία. Σ' αυτή την λειτουργία ο ADC παίρνει τον αριθμό του καναλιού από την εξωτερική μνήμη και επιστρέφει τα αποτελέσματα της μετατροπής πάλι στην εξωτερική μνήμη. Η DMA λειτουργία έχει το πλεονέκτημα να κάνει τις μετατροπές του ADC ανεξάρτητα από την ροή του προγράμματός μας, με αποτέλεσμα να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον ADC σε υψηλές ταχύτητες (μέγιστη ταχύτητα μετατροπής 5μSec) χωρίς να διακινδυνεύουμε να χάσουμε κάποια μέτρηση από την αργή λειτουργία του προγράμματος.

Για να ενεργοποιήσουμε την λειτουργία DMA θα πρέπει να γίνουν τα εξής βήματα:

1. Ο ADC θα πρέπει να τεθεί εκτός λειτουργίας θέτοντας “0” τα Bits MD1,MD0 στον ADCCON1.
2. Ο DMA δείκτης διεύθυνσης θα πρέπει να μας δείχνει την αρχή της διεύθυνσης απ’ όπου θα πάρουμε τα αποτελέσματα του ADC. Αυτό γίνεται θέτοντας κατάλληλες τιμές στους DMAL , DMAH και DMAP.
3. Η εξωτερική μνήμη θα πρέπει να προκαθορισθεί. Αυτό συνίσταται στο να γράφεται ο αριθμός του καναλιού που είναι να μετρήσουμε στα 4 πρώτα σημαντικά ψηφία κάθε δεύτερης θέσης μνήμης, αρχίζοντας από την πρώτη διεύθυνση που καθορίζεται από τον DMA δείκτη διεύθυνσης. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Για να σταματήσει η DMA λειτουργία θα πρέπει το τελευταίο κανάλι να γραφτεί δύο φορές και στην θέση του επόμενου καναλιού να γραφθεί το “1111”.
4. Θα πρέπει στον ADCCON2 να γίνει “1” το DMA Bit και να θέσουμε στον ADCCON2 την αρχή μιας ή συνεχόμενων μετατροπών (SCONV , CCONV).
5. Τα αποτελέσματα τα παίρνουμε στα 4 λιγότερο σημαντικά ψηφία στην θέση μνήμης που είχαμε γράψει το κανάλι και τα υπόλοιπα 8 στην επόμενη θέση μνήμης όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



### Αισθητήρας Θερμοκρασίας (Temperature Sensor)

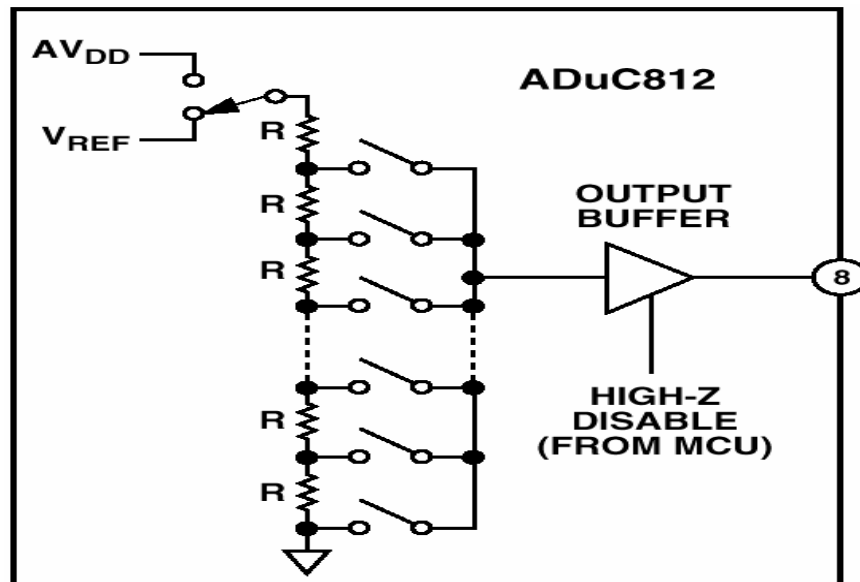
Ο αισθητήρας θερμοκρασίας διαβάζεται σαν ένα κανάλι του ADC. Όπως τα άλλα κανάλια έτσι και αυτό επιλέγεται από τον ADCCON2 βάζοντας στα 4 λιγότερο σημαντικά ψηφία το 1000 (Bin) Το αποτέλεσμα καταχωρείται στους ADCDATAH , ADCDATAH.

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας στους 25°C έχει μία τάση 600mV. Για κάθε βαθμό Κελσίου πάνω από τους 25° η τάση μειώνεται κατά 3mV ενώ για κάθε βαθμό κάτω από τους 25° η τάση αυξάνεται κατά 3mV.

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε 603mV στους 24°C , 606mV στους 23°C και 597mV στους 26°C κ.ο.κ..

### Λειτουργία Του DAC (Μετατροπέας Από Αναλογικό σε Ψηφιακό)

Ο ADuC 812 πέρα από τους μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακού έχει και δυο μετατροπείς από ψηφιακό σε αναλογικό .Η αρχιτεκτονική του DAC αποτελείται από ένα σύμπλεγμα αντιστάσεων που ακολουθείται από ένα buffer (τελεστικό ενισχυτή) που στην έξοδο του έχουμε το αναλογικό σήμα μας. Η αρχιτεκτονική του DAC φαίνεται παρακάτω.



Ο DAC ελέγχεται από ένα καταχωρητή τον DACCON.

## DACCON

Η διεύθυνση του DACCON1 : FD H

Η αρχική τιμή του DACCON1 : 04 H

MODE	RNG1	RNG0	CLR1	CLR0	SYNC	$\overline{PD1}$	PD0
------	------	------	------	------	------	------------------	-----

Bit	Όνομα	Περιγραφή
7	MODE	Με το mode bit του DAC επιλέγουμε αν οι DAC μας θα είναι 8 Bit ή 12 Bit Για “1” = 8 Bit λειτουργίας (γράφει 8 Bits στον DACxL sfr’s). Για “0” = 12 Bit λειτουργίας .
6	RNG1	Το RNG1 (RaNGe) είναι Bit επιλογής εύρους τιμών στον DAC 1. Για “1” =Το εύρος τιμών του DAC1 είναι από 0-Vdd. Για “0” =Το εύρος τιμών του DAC1 είναι από 0-Vref.
5	RNG0	Το RNG0 (RaNGe) είναι Bit επιλογής εύρους τιμών στον DAC 0. Για “1” =Το εύρος τιμών του DAC0 είναι από 0-Vdd. Για “0” =Το εύρος τιμών του DAC0 είναι από 0-Vref.
4	CLR1	Το CLR1 (CLear) είναι Bit μηδενισμού του DAC 1. Για “1” =Η έξοδος του DAC1 είναι 0 Volts. Για “0” =Η έξοδος του DAC1 είναι κανονική .
3	CLR0	Το CLR0 (CLear) είναι Bit μηδενισμού του DAC 0. Για “1” =Η έξοδος του DAC0 είναι 0 Volts. Για “0” =Η έξοδος του DAC0 είναι κανονική .
2	SYNC	Το SYNC (SYNChronization ) είναι Bit ανανέωσης συγχρονισμού των DAC 0 και DAC 1. Όταν είναι “1” οι έξοδοι των DAC θα ανανεωθούν μόλις γραφτούν οι DACxL SFR’S. Όταν είναι “0” οι DACxL SFR’S δεν ανανεώνουν τις εξόδους των DAC αλλά οι έξοδοι θα ανανεωθούν μόνο όταν το SYNC γίνει “1”.
1	$\overline{PD1}$	Το $\overline{PD1}$ (Power Down) ελέγχει την λειτουργία του DAC. Για “1” =Εντός λειτουργίας ο DAC1. Για “0” =Εκτός λειτουργίας ο DAC1 .
0	PD0	Το $\overline{PD0}$ (Power Down) ελέγχει την λειτουργία του DAC. Για “1” =Εντός λειτουργίας ο DAC1. Για “0” =Εκτός λειτουργίας ο DAC1 .

Στα τέσσερα λιγότερα σημαντικά ψηφία του DAC0H καταχωρούμε τα τέσσερα σημαντικότερα ψηφία της πληροφορίας μας που θα φανεί στην έξοδο του DAC0. Τα υπόλοιπα οκτώ Bit της πληροφορίας μας καταχωρούνται στον DAC0L. Για τον DAC1 την πληροφορία μας την καταχωρούμε σύμφωνα με τα παραπάνω στους DAC1H και DAC1L.

### Interrupt System

Ο ADuC812 έχει εννέα πηγές interrupt. Αυτές οι πηγές ρυθμίζονται από δύο καταχωρητές τους IE , IE2.

IE

Η διεύθυνση του IE : A8 H

Η αρχική τιμή του IE : 00 H

EA	EADC	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	E0
----	------	-----	----	-----	-----	-----	----

Bit	Όνομα	Περιγραφή
7	EA	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει όλες της πηγές Interrupt.
6	EADC	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt του ADC.
5	ET2	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt του χρονιστή 2.
4	ES	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt της σειριακής θύρας.
3	ET1	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt του χρονιστή 1.
2	EX1	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το εξωτερικό Interrupt 1
1	ET0	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt του χρονιστή 0.
0	EX0	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει ή “0” για να απενεργοποιήσει το εξωτερικό Interrupt 0.

## IE2

Η διεύθυνση του IE : A9 H

Η αρχική τιμή του IE : 00 H

---	---	---	---	---	---	EPSMI	ESI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----

Bit	Όνομα	Περιγραφή
7	---	Δεσμευμένο (ReSerVeD) από τον επεξεργαστή για μελλοντική χρήση
6	---	Δεσμευμένο (ReSerVeD) από τον επεξεργαστή για μελλοντική χρήση
5	---	Δεσμευμένο (ReSerVeD) από τον επεξεργαστή για μελλοντική χρήση
4	---	Δεσμευμένο (ReSerVeD) από τον επεξεργαστή για μελλοντική χρήση
3	---	Δεσμευμένο (ReSerVeD) από τον επεξεργαστή για μελλοντική χρήση
2	---	Δεσμευμένο (ReSerVeD) από τον επεξεργαστή για μελλοντική χρήση
1	EPSMI	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει, ή “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt του ελεγκτή ενέργειας (power supply monitor).
0	ESI	Θέτεται “1” από τον χρήστη για να ενεργοποιήσει η “0” για να απενεργοποιήσει το Interrupt από την SPI σειριακή θύρα.

## Οι Μνήμες

Το αναπτυσσόμενο μας έχει εξοπλιστεί με δυο 32K μνήμες. Η πρώτη είναι η bq4011Y και η δεύτερη είναι η bq4832Y. Αυτές τις δυο μνήμες ο μικροελεγκτής τις αντιμετωπίζει σαν μια με συνολική χωρητικότητα 64K. Το πως, θα το εξηγήσουμε παρακάτω (βλέπε ολοκληρωμένο 74HC32).

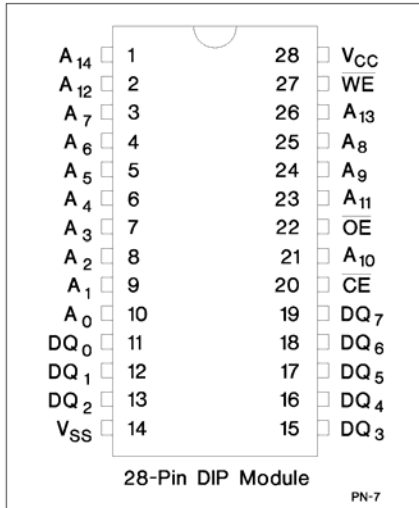
### Η Μνήμη bq4011Y

Η μνήμη αυτή είναι 32Kx8 Nonvolatile SRAM. Έτσι έχει 32.768 λέξεις με 8 bit η κάθε λέξη. Οι πληροφορίες που καταχωρούνται στην μνήμη διατηρούνται ακόμα και χωρίς τροφοδοσία. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα κύκλωμα ελέγχου ύπαρξης τροφοδοσίας και με μια ενσωματωμένη μπαταρία λίθου. Έτσι όταν η τροφοδοσία είναι παρούσα φορτίζεται η μπαταρία λιθίου και λειτουργεί η μνήμη ενώ όταν δεν υπάρχει τροφοδοσία η μπαταρία λιθίου κρατάει ενεργά τα δεδομένα της μνήμης μέχρι να επανέλθει. Πρακτικά τα δεδομένα μπορούν να διατηρηθούν χωρίς τροφοδοσία για πάνω από 10 χρόνια.

Ο τύπος της είναι στατική τυχαίας προσπέλασης μνήμη (SRAM). Έτσι έχει το πλεονέκτημα των πρακτικά άπειρων κύκλων εγγραφής / ανάγνωσης. Η τοπολογία της

είναι συμβατή με όλες τις άλλες SRAM και τις περισσότερες EPROM και EEPROM. Η τοπολογία του ολοκληρωμένου και το block διάγραμμα είναι ως εξής:

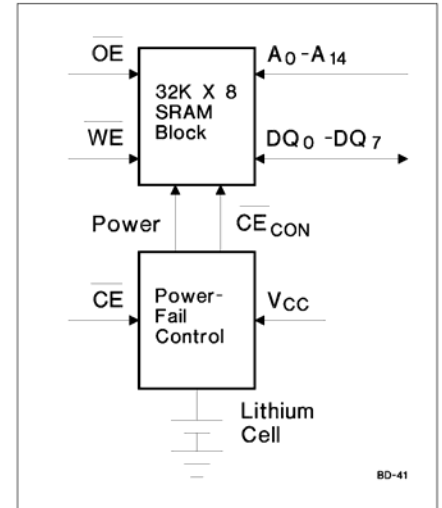
### Pin Connections



### Pin Names

- A<sub>0</sub>–A<sub>14</sub> Address inputs
- DQ<sub>0</sub>–DQ<sub>7</sub> Data input/output
- $\overline{CE}$  Chip enable input
- $\overline{OE}$  Output enable input
- $\overline{WE}$  Write enable input
- V<sub>CC</sub> +5 volt supply input
- V<sub>SS</sub> Ground

### Block Diagram



Ο πίνακας αληθείας της μνήμης μας είναι:

### Truth Table

Mode	$\overline{CE}$	$\overline{WE}$	$\overline{OE}$	I/O Operation	Power
Not selected	H	X	X	High Z	Standby
Output disable	L	H	H	High Z	Active
Read	L	H	L	D <sub>OUT</sub>	Active
Write	L	L	X	D <sub>IN</sub>	Active

Όταν η πηγή τροφοδοσίας είναι παρούσα η μνήμη δρα ως μια κλασική SRAM μνήμη. Όταν το κύκλωμα έλεγχου της τροφοδοσίας ανιχνεύσει ότι η τάση τροφοδοσίας είναι μικρότερη από 3 volt τότε η μνήμη προστατεύει τα περιεχόμενα της, οι έξοδοι τις μεταβαίνουν σε κατάσταση υψηλής αντίστασης και τέλος τις εισόδους της τις αντιλαμβάνεται σαν αδιάφορες.

Η μνήμη αυτή όπως και μια κλασική SRAM μνήμη από τις ακίδες A0 έως A14 δέχεται την διεύθυνση στην οποία είναι να γράψει / διαβάσει 8Bit πληροφορίας. Από τις ακίδες DQ0-DQ7 όταν είναι να γραφτεί η μνήμη δέχεται παράλληλα τα 8Bit πληροφορίας. Αντίστοιχα όταν διαβάζουμε την μνήμη από τις ακίδες DQ0-DQ7 μας στέλνει τα δεδομένα που έχει αποθηκευμένα.

Όταν στην ακίδα  $\overline{CE}$  έχουμε Λογικό “1” η μνήμη δεν λειτουργεί και οι έξοδοι της έχουν υψηλή αντίσταση. Όταν στην ακίδα CE έχουμε λογικό “0” η μνήμη λειτουργεί κανονικά. Στο δικό μας αναπτυξιακό η ακίδα CE οδηγείτε από το JMP4 (ακίδα 2) είτε στο λογικό “1” (ακίδα 1) είτε στο λογικό “0” (ακίδα 3). Το ίδιο γίνεται και με την ακίδα CE στην μνήμη bq4832Y. **Έτσι όταν ο βραχυκικλωτήρας (JMP4) ενώνει τις ακίδες 1 και 2 οι μνήμες θέτονται εκτός λειτουργίας, ενώ όταν ο βραχυκικλωτήρας (JMP4) ενώνει τις ακίδες 2 και 3 οι μνήμες θέτονται εντός λειτουργίας.**

Όταν η ακίδα  $\overline{WE}$  βρίσκεται σε υψηλό δυναμικό, και η ακίδα  $\overline{OE}$  βρίσκεται σε χαμηλό δυναμικό τότε διαβάζουμε από την μνήμη. Σε αυτήν την περίπτωση τα DQ0-DQ7 δρουν σαν έξοδοι και μας δίνουν τα δεδομένα που ήταν αποθηκευμένα στην μνήμη. Αντίστοιχα όταν η ακίδα  $\overline{WE}$  βρίσκετε σε χαμηλό δυναμικό, και η ακίδα  $\overline{OE}$  βρίσκετε σε υψηλό δυναμικό τότε γράφουμε στην μνήμη. . Σε αυτήν την περίπτωση τα DQ0-DQ7 δρουν σαν εισόδοι, παίρνουν τα δεδομένα και τα αποθηκεύουν στην μνήμη. Τέλος όταν και το WE και το CE βρίσκονται σε υψηλό δυναμικό ούτε γράφεται η μνήμη, ούτε διαβάζεται και οι έξοδοι βρίσκονται σε κατάσταση υψηλής αντίστασης.

### **Η Μνήμη bq4832Y**

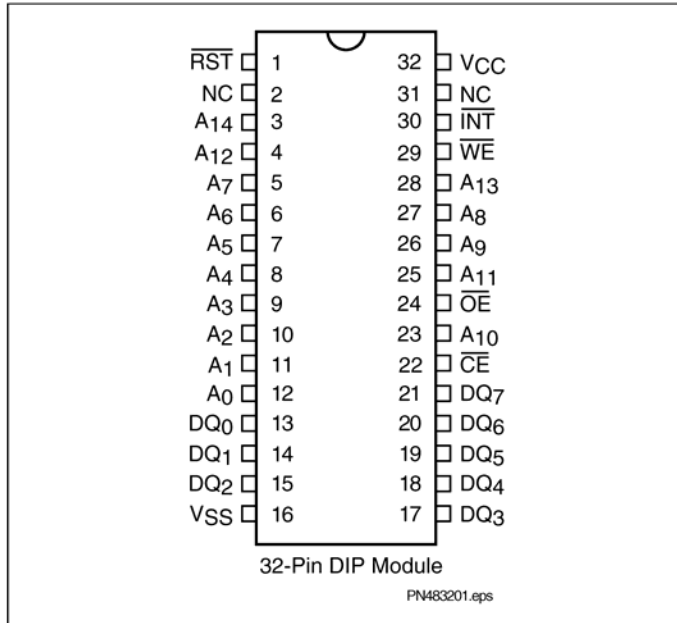
Η μνήμη αυτή είναι 32Kx8 Nonvolatile SRAM. Έτσι έχει 32.768 λέξεις με 8 bit η κάθε λέξη. Οι πληροφορίες που καταχωρούνται στην μνήμη διατηρούνται ακόμα και χωρίς τροφοδοσία. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα κύκλωμα ελέγχου ύπαρξης τροφοδοσίας και με μια ενσωματωμένη μπαταρία λίθου. (αντίστοιχη με την μνήμη bq4011). Είναι συμβατή με τις SRAM μνήμες, έτσι έχει και αυτή τα σήματα A0 έως A14 για τις διευθύνσεις και τα DQ0-DQ7 για τα δεδομένα. Το ιδιαίτερο με αυτήν την μνήμη είναι ότι έχει και ένα κύκλωμα ρολογιού (Real Time Clock) ενσωματωμένο μέσα σε αυτήν.

Έτσι σαν μια κλασική SRAM και για αυτή ισχύει ότι όταν η ακίδα  $\overline{WE}$  βρίσκεται σε υψηλό δυναμικό, και η ακίδα  $\overline{OE}$  βρίσκεται σε χαμηλό δυναμικό τότε διαβάζουμε από την μνήμη, τα DQ0-DQ7 δρουν σαν έξοδοι και μας δίνουν τα δεδομένα που ήταν αποθηκευμένα στην μνήμη. Αντίστοιχα όταν η ακίδα  $\overline{WE}$  βρίσκεται σε χαμηλό δυναμικό, και η ακίδα  $\overline{OE}$  βρίσκετε σε υψηλό δυναμικό τότε γράφουμε στην μνήμη, τα DQ0-DQ7 δρουν σαν είσοδοι περνούν τα δεδομένα και τα αποθηκεύουν στην μνήμη. Τέλος όταν και το  $\overline{WE}$  και το  $\overline{CE}$  βρίσκονται σε ψιλό δυναμικό τότε ούτε γράφετε η μνήμη, ούτε διαβάζετε και οι έξοδοι βρίσκονται σε κατάσταση υψηλής αντίστασης.



Η τοπολογία του ολοκληρωμένου έχει ως εξής:

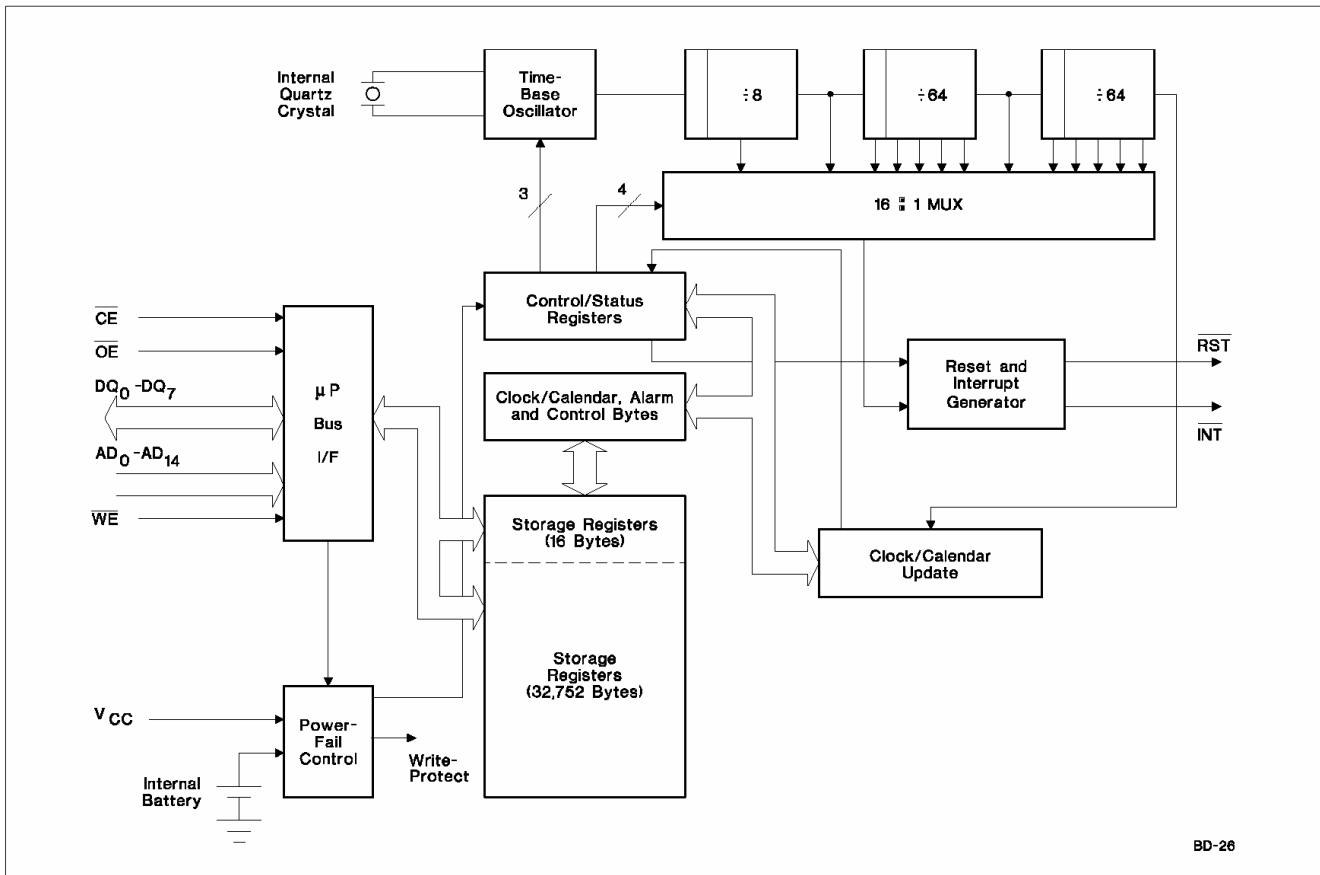
### Pin Connections



### Pin Names

A <sub>0</sub> -A <sub>14</sub>	Address input
$\overline{\text{CE}}$	Chip enable
$\overline{\text{RST}}$	Microprocessor reset
$\overline{\text{WE}}$	Write enable
$\overline{\text{OE}}$	Output enable
DQ <sub>0</sub> -DQ <sub>7</sub>	Data in/data out
$\overline{\text{INT}}$	Programmable interrupt
V <sub>CC</sub>	+5 volts
V <sub>SS</sub>	Ground

Το Block διάγραμμα είναι:

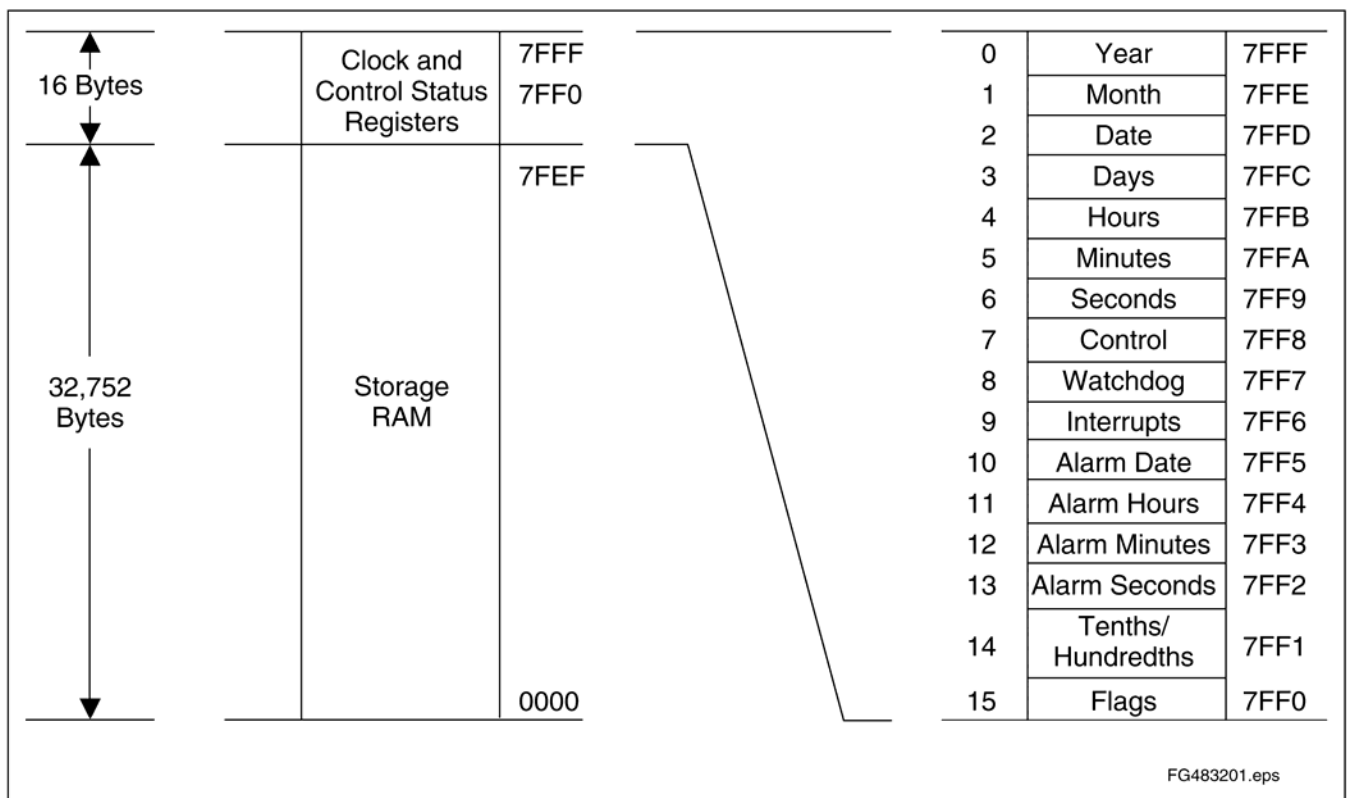


Ο πίνακας αληθείας είναι:

### Truth Table

Mode	$\overline{CE}$	$\overline{WE}$	$\overline{OE}$	I/O Operation	Power
Not selected	H	X	X	High Z	Standby
Output disable	L	H	H	High Z	Active
Read	L	H	L	D <sub>OUT</sub>	Active
Write	L	L	X	D <sub>IN</sub>	Active

Ο χάρτης των διευθύνσεων είναι:



Ουσιαστικά σε αυτήν την μνήμη οι ελεύθερες θέσεις αποθήκευσης είναι 32.752 ενώ είναι και 16 θέσεις μνήμης οι οποίες χρησιμοποιούνται για τους καταχωρητές που ελέγχουν το ρολοί. Οι καταχωρητές αυτοί βρίσκονται στις θέσεις 7FF0 έως και 7FFF. Αυτοί οι καταχωρητές είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο του ρολογιού και την υπενθύμιση του ρολογιού. Για να γράψουμε ή να διαβάσουμε τους

καταχωρητές λειτουργούμε σαν να θέλαμε να γράψουμε η να διαβάσουμε στην θέση μνήμης όπου βρίσκονται. Ο χάρτης όπου βρίσκονται οι καταχωρητες είναι:

Address	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Range (h)	Register
7FFF	10 Years				Year				00-99	Year
7FFE	X	X	X	10 Month	Month				01-12	Month
7FFD	X	X	10 Date		Date				01-31	Date
7FFC	X	FTE	X	X	X	Day			01-07	Days
7FFB	X	X	10 Hours		Hours				00-23	Hours
7FFA	X	10 Minutes			Minutes				00-59	Minutes
7FF9	OSC	10 Seconds			Seconds				00-59	Seconds
7FF8	W	R	S	Calibration					00-31	Control
7FF7	WDS	BM4	BM3	BM2	BM1	BM0	WD1	WD0		Watchdog
7FF6	AIE	PWRIE	ABE	PIE	RS3	RS2	RS1	RS0		Interrupts
7FF5	ALM3	X	10-date alarm		Alarm date				01-31	Alarm date
7FF4	ALM2	X	10-hour alarm		Alarm hours				00-23	Alarm hours
7FF3	ALM1	Alarm 10 minutes			Alarm minutes				00-59	Alarm minutes
7FF2	ALM0	Alarm 10 seconds			Alarm seconds				00-59	Alarm seconds
7FF1	0.1 seconds				0.01 seconds				00-99	0.1/0.01 seconds
7FF0	WDF	AF	PWRF	BLF	PF	X	X	X		Flags

Bits	Description
ABE	Alarm interrupt enable in battery-backup mode
AF	Alarm interrupt flag
AIE	Alarm interrupt enable
ALM0-ALM3	Alarm repeat rate
BLF	Battery-low flag
BM0-BM4	Watchdog multiplier
FTE	Frequency test mode enable
OSC	Oscillator stop
PF	Periodic interrupt flag
PIE	Periodic interrupt enable
PWRF	Power-fail interrupt flag
PWRIE	Power-fail interrupt enable
R	Read clock enable
RS0-RS3	Periodic interrupt rate
S	Calibration sign
W	Write clock enable
WD0-WD1	Watchdog resolution
WDF	Watchdog flag
WDS	Watchdog steering

Η καταχωρητες αυτοί είτε κάνουν έλεγχο, είτε περιέχουν τις τιμές του ρολογιού και του ρολογιού υπενθύμισης (alarm) σε BCD κώδικα. Τα δεδομένα του ρολογιού ανανεώνονται κάθε δευτερόλεπτο. Το διάβασμα και το γράψιμο τους γίνεται σαν να διαβάζαμε ή να γράφαμε στις αντίστοιχες θέσεις μνήμης. Για να αποφύγουμε όμως το διάβασμα των καταχωρητων αυτών ενώ αυτοί ανανεώνονται θα πρέπει να

παγώσουν πριν τους διαβάσουμε. Έτσι η ανανέωση τους παγώνει θέτοντας το bit “R” στην διεύθυνση 7FF8 την τιμή “1”. Έχοντας λοιπόν την ανανέωση παγωμένη μπορούμε να διαβάσουμε είτε τα λεπτά στην θέση 7FFA είτε τις ώρες στην θέση 7FFB, είτε τις μέρες στην θέση 7FFD. Μετά το διάβασμα θα πρέπει να θέσουμε ξανά το bit “R” στην διεύθυνση 7FF8 “0” για να ανανεωθούν το αμέσως επόμενο δευτερόλεπτο οι τιμές στους καταχωρητές. Αντίστοιχα για να γράψουμε στο ρολοί (να θέσουμε το ρολοί στη τρέχουσα ώρα ) ή να γράψουμε στο ρολοί υπενθύμισης θα πρέπει να παγώσουμε τις τιμές των καταχωρητών. Αυτό γίνεται θέτοντας το bit “W” στην διεύθυνση 7FF8 την τιμή “1”. Έπειτα μπορούμε να γράψουμε στους καταχωρητές όταν θέσουμε ξανά στο bit “W” στην διεύθυνση 7FF8 την τιμή “0”, τότε οι καταχωρητές ενημερώνονται με τις τιμές που τους θέσαμε εμείς.

**Σημείωση:** Όταν παγώνουμε τις τιμές των καταχωρητών δεν σταματάμε το ρολοί αλλά απλώς την ενημέρωση από το ρολοί στους καταχωρητές.

**Προσοχή:** Για να ξεκινήσουμε το ρολοί για πρώτη φορά θα πρέπει να θέσουμε το bit OSC στο “0”. Όταν θέσουμε το OSC στην τιμή “1” τότε σταματάει ο εσωτερικός κρύσταλλος της μνήμης, άρα και το ρολοί! Για να ξεκινήσει ξανά το ρολοί θα πρέπει να τεθεί bit OSC στο “0”.

Η μνήμη αυτή μπορεί επίσης να προκαλέσει διακοπή (interrupt) σε ένα εξωτερικό μικροεπεξεργαστή ο οποίος ‘βλέπει’ την ακίδα INT της μνήμης. έτσι η μνήμη αυτή μπορεί να προκαλέσει διακοπή για τέσσερις λόγους:

- Λόγω του έλεγχου watchdog timer
- Λόγω της χρήσης της περιοδικής διακοπής, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί από 122μS έως 500mS.
- Λόγω του ρολογιού υπενθύμισης το οποίο μπορεί να ρυθμιστεί από μια διακοπή τον κάθε δευτερόλεπτο έως μια διακοπή το μήνα
- Λόγω της αδυναμίας της τάσης τροφοδοσίας. Αυτό γίνεται όταν η μνήμη ανιχνεύσει ότι δεν έχει σωστή τροφοδοσία εξ’ αιτίας κάποιου λάθους.

Οι τρεις τελευταίες διακοπές ρυθμίζονται από ένα ξεχωριστό καταχωρητή διακοπών ο οποίος βρίσκεται στην διεύθυνση 7FF6.

Η περιοδική διακοπή ρυθμίζεται από τον καταχωρητή διακοπών από τα bit RS3-RS0 ως εξής:

**Table 4. Periodic Rates**

RS3	RS2	RS1	RS0	Interrupt Rate
0	0	0	0	None
0	0	0	1	10ms
0	0	1	0	100ms
0	0	1	1	122.07μs
0	1	0	0	244.14μs
0	1	0	1	488.281μs
0	1	1	0	976.5625
0	1	1	1	1.953125ms
1	0	0	0	3.90625ms
1	0	0	1	7.8125ms
1	0	1	0	15.625ms
1	0	1	1	31.25ms
1	1	0	0	62.5ms
1	1	0	1	125ms
1	1	1	0	250ms
1	1	1	1	500ms

Έτσι ανάλογα με τις τιμές των Bit RS3-RS0 έχουμε την ανάλογη περίοδο διακοπών.

Οι καταχωρητές 7FF5 έως 7FF2 προγραμματίζουν το ρόλοι υπενθυμίσεων. Σε κάθε κύκλο ανανέωσης το ρόλοι συγκρίνει τις τιμές της ημερομηνίας, των ωρών, των λεπτών και των δευτερολέπτων με τα αντίστοιχα του ρολογιού υπενθύμισης που του θέσαμε. Όταν αυτά βρεθούν ίσα τότε η σημαία AF παίρνει την τιμή “1”. Αν έχει ενεργοποιηθεί η διακοπή εξ’ αιτίας του ρολογιού υπενθύμισης μέσω του bit AIE τότε δημιουργείται μια διακοπή στην ακίδα INT της μνήμης. Με το που διαβάσουμε το bit AF τότε αυτό παίρνει την τιμή “0” μέχρι την επόμενη υπενθύμιση.

Επίσης μπορούμε να έχουμε περιοδική υπενθύμιση θέτοντας τα bit ALM3 έως ALM0 ως εξής:

ALM3	ALM2	ALM1	ALM0	Alarm Frequency
1	1	1	1	Once per second
1	1	1	0	Once per minute when seconds match
1	1	0	0	Once per hour when minutes, and seconds match
1	0	0	0	Once per day when hours, minutes, and seconds match
0	0	0	0	When date, hours, minutes, and seconds match

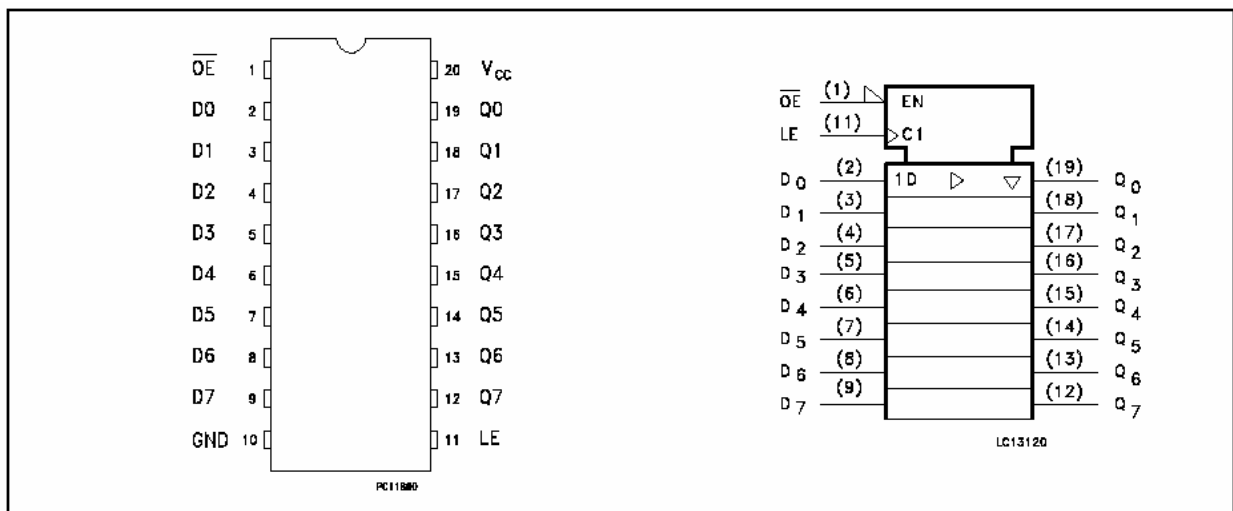
Η διακοπή εξ' αιτίας της κακής τάσης τροφοδοσίας ενεργοποιείται ως εξής: Κάθε φορά που η τροφοδοσία δεν επαρκεί το bit PWRF γίνεται "1". Αν τότε έχουμε ενεργοποιήσει και το bit PWRIE (power fail interrupt enable bit) τότε δημιουργείται μια διακοπή στην ακίδα INT της μνήμης.

Επίσης η μνήμη ελέγχει και για την σωστή τάση της μπαταρίας. Αν η τάση της μπαταρίας είναι κάτω από τα 2.2V τότε το bit BLF γίνεται "1" δείχνοντας μας ότι οι πληροφορίες που περιέχονται στην μνήμη μπορεί να είναι λανθασμένες.

### **Το Ολοκληρωμένο 74HCT573**

Το 74HC573 είναι ένα ολοκληρωμένο μέσα στο οποίο περιέχονται 8 τύπου D μανταλωτές. Σκοπός του είναι να βοηθάει στην επικοινωνία των δυο μνημών 32K με τον μικροελεγκτή μας.

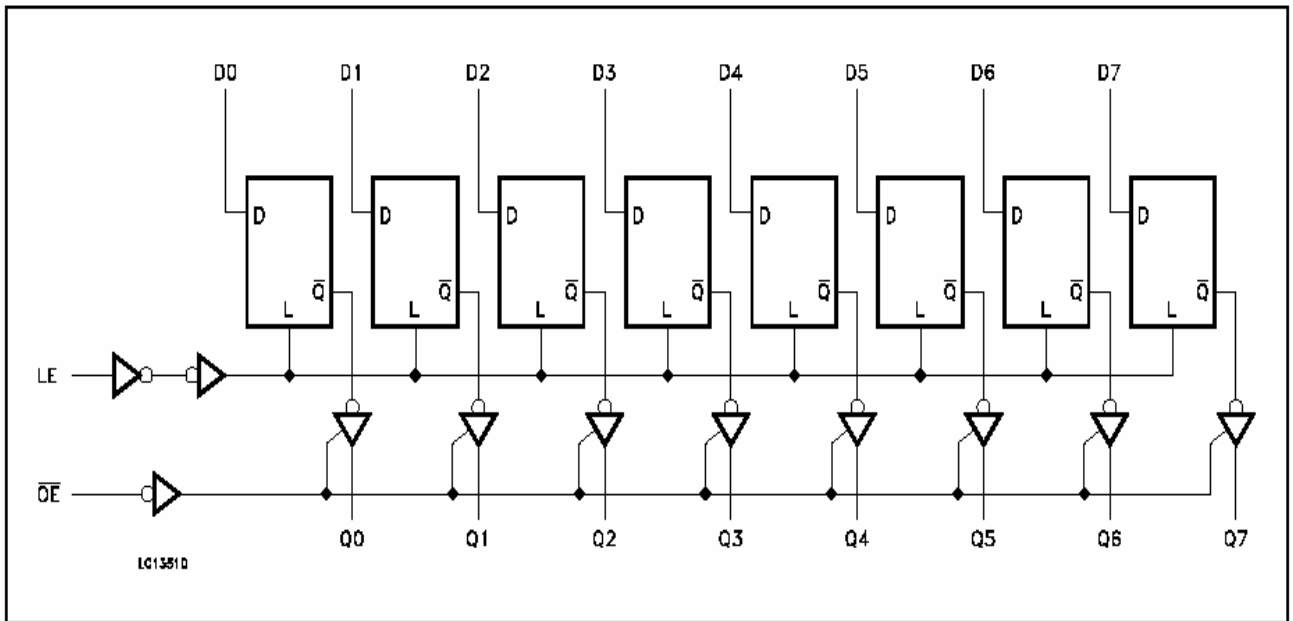
Το λειτουργικό διάγραμμα του 74HC32 μαζί με τον πίνακα αληθείας του απεικονίζονται παρακάτω:



#### TRUTH TABLE

INPUTS			OUTPUTS
$\overline{OE}$	LE	D	Q
H	X	X	Z
L	L	X	NO CHANGE (*)
L	H	L	L
L	H	H	H

LOGIC DIAGRAM



Οι ακίδες D0 έως D7 είναι οι εισόδους των μανταλωτών (latch) και οι ακίδες Q0 έως Q7 είναι οι έξοδοι των μανταλωτών. Η ακίδα 20 είναι η τροφοδοσία +5V και η ακίδα 10 είναι η γείωση. Η ακίδα 1 (OE) μας καθορίζει αν το ολοκληρωμένο θα είναι σε λειτουργία ή όχι. Όταν είναι εκτός λειτουργίας τότε οι έξοδοι των μανταλωτών μεταβαίνουν στην κατάσταση υψηλής αντίστασης. Η ακίδα 11 ( $\overline{LE}$ ) ρυθμίζει αν οι μανταλωτές μας θα μανταλώνουν ή όχι.

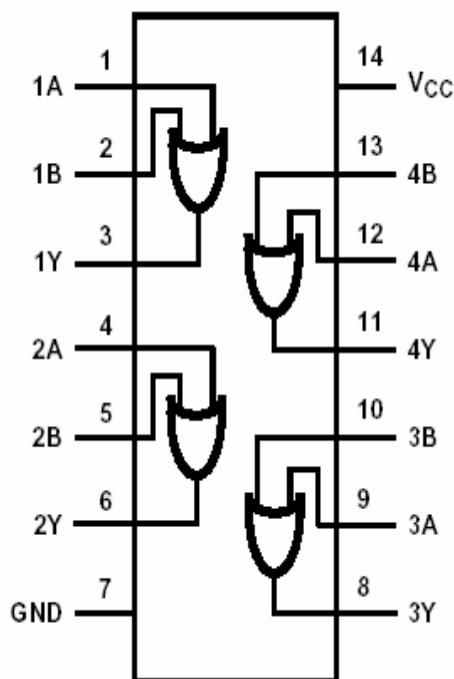
Έτσι σύμφωνα με τον πίνακα αλήθειας όταν το  $\overline{LE}$  είναι σε υψηλό δυναμικό τότε ότι υπάρχει στην είσοδο των μανταλωτών εμφανίζετε και στην έξοδο τους. Όταν όμως το LE αλλάζει δυναμικό και πηγαίνει σε χαμηλό τότε οι έξοδοι μανταλώνονται και παραμένουν ίδιες ανεξάρτητα από οποιαδήποτε μεταβολή στην είσοδο.

Στον κύκλωμα μας, τους μανταλωτές τους χρησιμοποιούμε για να καταφέρουμε μια πολυπλεξία μεταξύ των 8 λιγότερο σημαντικών ψηφίων των διευθύνσεων που πάνε προς την μνήμη και των δεδομένων που πάνε στην μνήμη. Έτσι ο μικροελεγκτής στέλνει από την ίδια θύρα (P2) πρώτα τις διευθύνσεις. Αυτές μανταλώνονται και έπειτα στέλνει ο μικροελεγκτής και τα δεδομένα τα οποία να μην πηγαίνουν στις ακίδες των δεδομένων των μνημών όμως δεν περνάνε από τους μανταλωτές για να αλλάξουν τις διευθύνσεις. Έτσι η κάθε μνήμη στο τέλος του κύκλου έχει ταυτόχρονα και τις σωστές διευθύνσεις και τα σωστά δεδομένα.

## Το Ολοκληρωμένο 74HC32

Το 74HC32 είναι ένα ολοκληρωμένο μέσα στο οποίο περιέχονται τέσσερις πύλες OR. Ο σκοπός χρήσης του ολοκληρωμένου αυτού είναι να κάνουμε εφικτή την επικοινωνία του μικροελεγκτή (ADuC812) με τις δύο 32K μνήμες μας ( bq4011Y και bq4832Y ). Παράλληλα καταφέρνουμε να κάνουμε τις δύο 32K μνήμες να φαίνονται στο σύστημά μας σαν μια μνήμη 64K.

Το λειτουργικό διάγραμμα του 74HC32 μαζί με τον πίνακα αληθείας του απεικονίζονται παρακάτω.



TRUTH TABLE

INPUTS		OUTPUT
nA	nB	nY
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = High Voltage Level, L = Low Voltage Level

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε ποια είναι η τοπολογία των πυλών μέσα στο Ολοκληρωμένο. Έτσι έχουμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε ποιες ακίδες αντιστοιχούν σε είσοδο και ποιες σε έξοδο πύλης, παράλληλα βλέπουμε και τις ακίδες τροφοδοσίας και γείωσης του ολοκληρωμένου. Ο πίνακας αληθείας μας δείχνει την συμπεριφορά της εξόδου nY κάθε πύλης ανάλογα πάντα με τις δύο



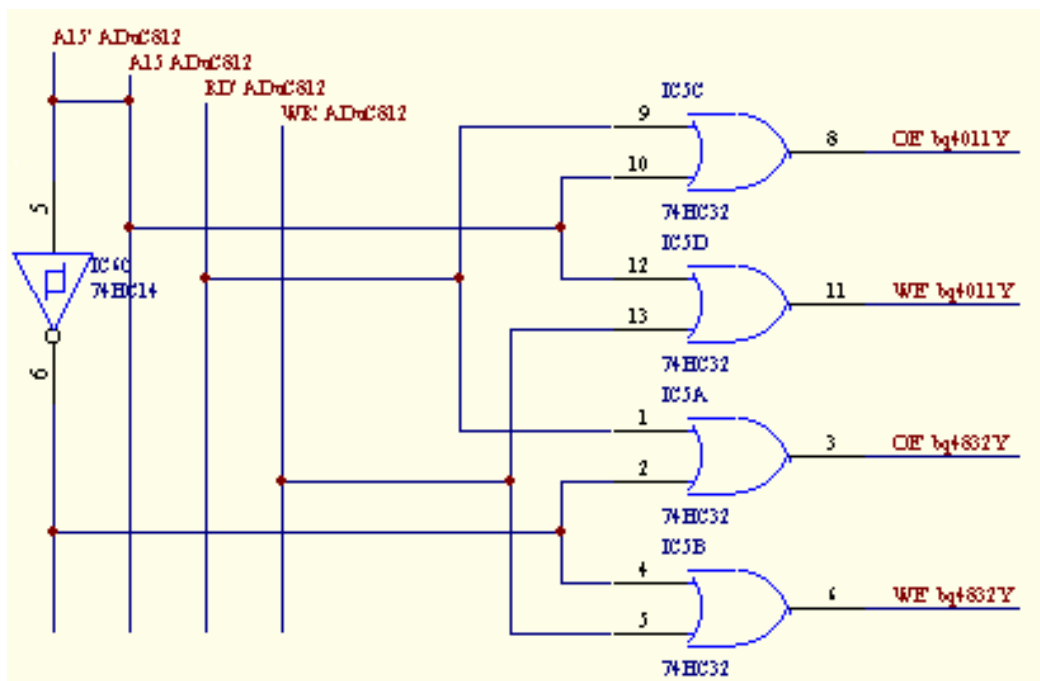
εισόδους της  $nA$ ,  $nB$  (όπου  $n$  από 1-2 για τις εισόδους γιατί οι εισοδοί κάθε πύλης είναι δύο και 1-4 για της εξόδους καθώς έχουμε τέσσερις πύλες).

Σύμφωνα με τον πίνακα αυτόν, μπορούμε να συμπεράνουμε πως έστω και αν μια από της δύο εισόδους ( $nA$ ,  $nB$ ) κάθε πύλης είναι "1" η έξοδος της ( $nY$ ) είναι "1" ενώ η έξοδος της πύλης ( $nY$ ) είναι "0" μόνο όταν και οι δύο εισοδοί ( $nA$ ,  $nB$ ) της είναι "0".

Αυτήν την λογική εκμεταλλευτήκαμε και εμείς για να μπορέσουμε να έχουμε μια σωστή επικοινωνία μικροελεγκτή και μνημών. Για να επιφέρωμαι λοιπόν μια σωστή και συνάμα γρήγορη επικοινωνία θα πρέπει να γίνει και η ανάλογη συνδεσμολογία.

Ο μικροελεγκτής όπως και όλη η οικογένεια επεξεργαστών 8051 δεν μπορεί να συνεργαστεί με δύο ξεχωριστές εξωτερικές μνήμες. Για να αξιοποιήσουμε και τις δύο μνήμες θα πρέπει να τις χειριστούμε σαν μία. Η 32K μνήμη διευθυνσιοδοτείται με δεκαπέντε Address ( $A_0-A_{14}$ ). Αντίστοιχα μια 64K μνήμη διευθυνσιοδοτείται με δεκαέξι Address ( $A_0-A_{15}$ ). Έτσι αν καταφέρουμε με το  $A_{15}$  να διαλέγουμε σε πια από τις δυο μνήμες θα γράφουμε ή θα διαβάζουμε θα έχουμε ουσιαστικά προσθέσει τις δύο μνήμες. Επομένως ο μικροελεγκτής μας συνδέεται με μια 64K μνήμη η οποία στις τελευταίες διευθύνσεις της έχει το Real Time Clock.

Του σχηματικό διάγραμμα της συνδεσμολογίας των πυλών με τον μικροελεγκτή και τις μνήμες απεικονίζεται παρακάτω.



Τα σήματα που καταλήγουν στις εισόδους κάθε πύλης είναι τέσσερα και προέρχονται από τον μικροελεγκτή.

Το πρώτο σήμα ( $\overline{WR}$  ADuC812) εξέρχεται από την 24<sup>η</sup> ακίδα του μικροελεγκτή. Όταν ο μικροελεγκτής θέλει να γράψει στην μνήμη στέλνει από την ακίδα 24 ένα παλμό χαμηλού δυναμικού.

Το δεύτερο σήμα ( $\overline{RD}$  ADuC812) εξέρχεται από το 25<sup>η</sup> ακίδα του μικροελεγκτή. Όταν ο μικροελεγκτής θέλει να διαβάσει από την μνήμη στέλνει από την ακίδα 24 ένα παλμό χαμηλού δυναμικού.

Το τρίτο σήμα ( $A15$  ADuC812) εξέρχεται από την 35<sup>η</sup> ακίδα και είναι το τελευταίο Bit της δεύτερης πόρτα του μικροελεγκτή. Από αυτό το Bit ο μικροελεγκτής επιλέγει σε πια από τις δύο μνήμες (bq4011Y ή bq4832Y) θα γράψουμε ή θα διαβάσουμε.

Το τέταρτο σήμα ( $\overline{A15}$  ADuC812) είναι το αντιστραμμένο σήμα του  $A15$  ADuC812.

Τα σήματα τα οποία οι πύλες στέλνουν στις μνήμες είναι τέσσερα.

Το πρώτο είναι το  $\overline{OE}_{bq4011}$  και σημαίνει πως για να διαβάσουμε από την μνήμη bq4011 θα πρέπει να εφαρμοστεί αρνητικό δυναμικό στο  $\overline{OE}$  της μνήμης. Το δεύτερο είναι  $WE_{bq4011}$  και σημαίνει πως για να γράψουμε στην μνήμη bq4011 θα πρέπει να εφαρμοστεί αρνητικό δυναμικό στο  $WE'$  της μνήμης.

Το τρίτο είναι  $\overline{OE}_{bq4832}$  και σημαίνει πως για να διαβάσουμε από την μνήμη bq4832 θα πρέπει να εφαρμοστεί αρνητικό δυναμικό στο  $\overline{OE}$  της μνήμης. Το τέταρτο είναι το  $WE_{bq4832}$  και σημαίνει πως για να γράψουμε στην μνήμη bq4832 θα πρέπει να εφαρμοστεί αρνητικό δυναμικό στο  $WE$  της μνήμης.

**Σημείωση:** θα πρέπει να αναφέρουμε πως για να γράψουμε στην μνήμη θα πρέπει το  $WE$  να είναι "0" και το  $\overline{OE}$  "1" ενώ για να διαβάσουμε θα πρέπει το  $\overline{OE}$  να είναι "0" και το  $WE$  "1".

Ο πίνακας αληθείας της λογικής παράστασης είναι ο εξής.

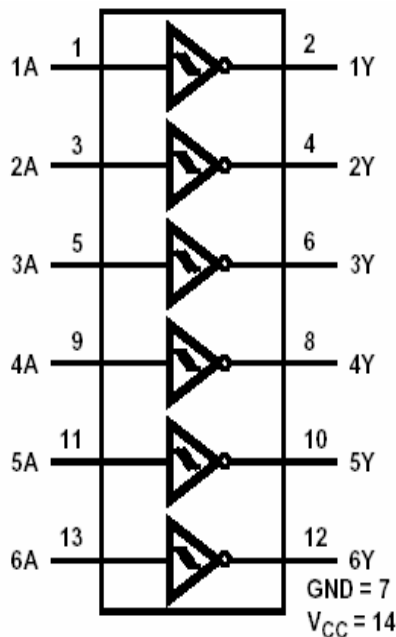
Είσοδος				Έξοδος			
$A15_{ADuC812}$	$A15_{ADuC812}$	$RD_{ADuC812}$	$WR_{ADuC812}$	$WE_{bq4832}$	$\overline{OE}_{bq4832}$	$WE_{bq4011}$	$\overline{OE}_{bq4011}$
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	0

Όπως δείχνει ο πίνακας αληθείας και με βάση τα παραπάνω που αναφέρθηκαν το λογικό "0" είναι αυτό που μας ορίζει πότε θα διαβάζουμε ή θα γράφουμε σε μια μνήμη.

### Το Ολοκληρωμένο 74HC14

Το 74HC32 είναι ένα ολοκληρωμένο της Texas Instruments μέσα στο οποίο περιέχονται έξη πύλες NOT εκ τις οποίες οι δύο είναι σε χρήση. Η μία είναι για να αντιστρέφει το τελευταίο Bit της δεύτερης θύρας του ADuC812 (Bit από το οποίο επιλέγουμε την μνήμη που θα συνεργαζόμαστε) και η άλλη είναι για την επανεκκίνηση του μικροελεγκτή.

Το λειτουργικό διάγραμμα του 74HC32 μαζί με τον πίνακα αληθείας του απεικονίζονται παρακάτω.



TRUTH TABLE

INPUT (A)	OUTPUT (Y)
L	H
H	L

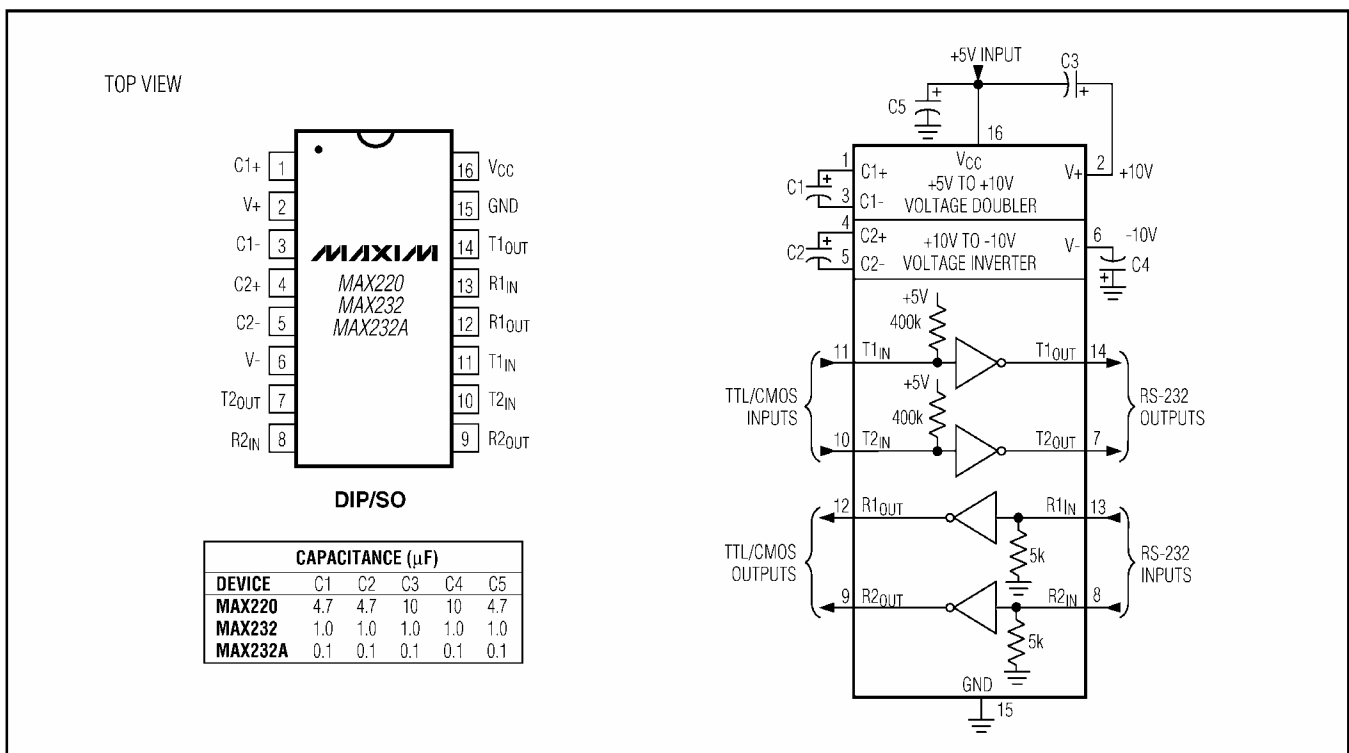
H= High Level  
L= Low Level

Στο πρώτο σχήμα βλέπουμε πια είναι η τοπολογία των πυλών μέσα στο ολοκληρωμένο. Έτσι έχουμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε ποιες ακίδες αντιστοιχούν σε είσοδο και ποιες σε έξοδο πύλης, παράλληλα βλέπουμε και τις ακίδες τροφοδοσίας και γείωσης του ολοκληρωμένου. Ο πίνακας αληθείας μας δείχνει την συμπεριφορά της εξόδου Y κάθε πύλης ανάλογα πάντα με την είσοδό της A. Έτσι βλέπουμε πως η έξοδος κάθε πύλης NOT δίνει το συμπλήρωμα της εισόδου.

## Το Ολοκληρωμένο MAX232

Το MAX232 είναι ένα ολοκληρωμένο το οποίο έχει σκοπό να βοηθήσει στην σειριακή επικοινωνία του μικροελεγκτή με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έτσι θα πρέπει να κάνει μετάβαση από τα CMOS σήματα του μικροελεγκτή στα συνήθη σήματα του πρωτοκόλλου RS232.

Το λειτουργικό διάγραμμα του MAX232 μαζί με τον πίνακα αληθείας του απεικονίζονται παρακάτω:



Το ολοκληρωμένο αυτό περιλαμβάνει τρεις τομείς. Ένα μετατροπέα τάσης, δύο RS232 οδηγούς, και δύο RS232 δέκτες.

Ο μετατροπέας τάσης μετατρέπει την τάση +5V σε +10V και -10V. Ο μετατροπέας αυτός περιέχει ένα διπλασιαστή τάσης από τα +5V στα +10V και ένα αντιστροφέα τάσης από +10V στα -10V. Ο πυκνωτής C1 χρησιμοποιείται για τον διπλασιασμό της τάσης η οποία εφαρμόζεται στον C3 στην έξοδο V+. Μέσω του πυκνωτή C2 γίνεται η αντιστροφή της τάσης. Τα -10V εφαρμόζονται στον C4 από την έξοδο V-.

Οι οδηγοί και οι δέκτες RS232 αναλαμβάνουν να μετατρέψουν τα CMOS σήματα σε RS232 συμβατά σήματα. Έτσι το CMOS λογικό "1" που είναι τα +5V μετατρέπεται σε λογικό "1" της RS232 που είναι τα -10V. Αντίστοιχα το CMOS λογικό "0" που είναι τα 0V μετατρέπεται σε RS232 λογικό "0" που είναι τα +10V.

## Περιγραφή Παθητικών Στοιχείων

Το αναπτυξιακό μας περιλαμβάνει τέσσερις βραχυκυκλωτήρες (JMP1-4) και ένα διακόπτη push-button (SW1).

### JMP1 , JMP2

Όταν το JMP1 και το JMP2 βραχυκυκλώνουν το κάθε ένα από αυτά, τα σημεία 1 και 2 τότε τα σήματα RXD και TXD του ADuC812 καταλήγουν στις ακίδες 29 και 27 αντίστοιχα του συνδετήρα 1 (CON1). Η σύνδεση αυτή απαιτεί εξωτερική σειριακή θύρα RS232.

Όταν τα JMP1 και JMP2 βραχυκυκλώνουν το κάθε ένα από αυτά, τα σημεία 2 και 3 τότε τα σήματα RXD και TXD του ADuC812 καταλήγουν στο ολοκληρωμένο κύκλωμα MAX232. Τότε γίνεται χρήση τις ενσωματωμένης στο αναπτυξιακό σειριακής θύρας RS232.

### JMP3

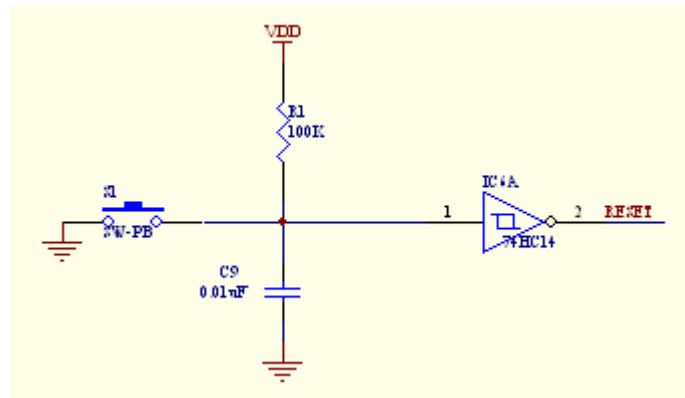
Όταν το JMP3 βραχυκυκλώνει τα σημεία 1 και 2 μας δίνει την δυνατότητα για τον σειριακό προγραμματισμό του ADuC812. Όταν το JMP3 δεν βραχυκυκλώνει τα σημεία 1 και 2 τότε ο μικροεπεξεργαστής εκτελεί το κώδικα που του εισάγαμε.

### JMP4

Όταν το JMP4 βραχυκυκλώνει τα σημεία 1 και 2 το οι εξωτερικές μνήμες που βρίσκονται στο αναπτυξιακό μας θέτονται εκτός λειτουργίας. Τότε οι θύρες του ADuC812 είναι ελεύθερες για οποιαδήποτε χρήση μέσω των συνδετήρων. Όταν το JMP4 βραχυκυκλώνει τα σημεία 2 και 3 τότε οι εξωτερικές μνήμες που βρίσκονται στο αναπτυξιακό μας θέτονται σε λειτουργία. Τότε ο ADuC812 έχει διαθέσιμη μια 64K εξωτερική μνήμη. Σε αυτήν την περίπτωση οι θύρες P0 και P2 χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με την μνήμη.

## SW1

Η λειτουργία του διακόπτη είναι κάθε φορά που τον πιέζουμε να κάνει επανεκκίνηση (RESET) τον μικροεπεξεργαστή μας. Με τον SW1 και σε συνεργασία και άλλων στοιχείων αποτελούν το κύκλωμα RESET. Το σχεδιαστικό διάγραμμα απεικονίζεται παρακάτω.



Σύμφωνα με το παραπάνω σχεδιάγραμμα το κύκλωμα μας αποτελείται από τον διακόπτη SW1 την αντίσταση R1 τον πυκνωτή C9 και τέλος από μια πύλη NOT η έξοδος της οποίας εφαρμόζεται στη 15<sup>η</sup> ακίδα του μικροελεγκτή. Σε κατάσταση ηρεμίας ο πυκνωτής είναι φορτισμένος με τάση  $V_{DD}$  (5V), έτσι στην είσοδο της πύλης έχουμε λογικό “1” το οποίο αντιστρέφεται σε λογικό “0” και οδηγείται στον ADuC812. Σε αυτήν την κατάσταση ο μικροελεγκτής εργάζεται κανονικά καθώς για να κάνει Reset θα πρέπει να εφαρμοστεί στην 15<sup>η</sup> ακίδα λογικό “1”.

Όταν πιέσουμε το push-button (SW1) τότε ο πυκνωτής θα εκφορτιστεί με αποτέλεσμα να έχουμε λογικό “0” στην είσοδο της πύλης το οποίο αντιστρέφεται σε λογικό “1” και οδηγείται στον ADuC812. Σε αυτήν την περίπτωση ο μικροελεγκτής κάνει Reset καθώς στη 15<sup>η</sup> ακίδα φτάνει λογικό “1”. Το λογικό “0” θα παραμείνει στην είσοδο της πύλης και μετά που θα πάψουμε να πιέζουμε τον SW1 μέχρις ότου ο πυκνωτής φορτιστεί και πάλι στα  $V_{DD}$  (5V). Ο χρόνος φόρτισης εξαρτάται από την αντίσταση R1 μέσω της οποίας γίνεται η φόρτιση και είναι ίσος με το γινόμενο  $C9 * R1$ .

**Σημείωση :** Για να κάνει Reset ο μικροελεγκτής θα πρέπει να εφαρμοστεί στη 15<sup>η</sup> ακίδα λογικό “1” για ένα χρονικό διάστημα. Το χρονικό διάστημα αυτό αντιστοιχεί με τον χρόνο φόρτισης του πυκνωτή. Επομένως μέχρι να φορτιστεί ο πυκνωτής η έξοδος της πύλης (άρα και η 15<sup>η</sup> ακίδα) θα έχει λογικό “1”.

## Συνδετήρας 1<sup>ος</sup> (CON1)

- 1°. MEMRST (κάνει Reset τον εσωτερικό επεξεργαστή της μνήμης που ελέγχει το Real Time Clock)
- 2°. Ασύνδετο.
- 3°. MEMINT (δίνει Interrupt ανάλογα με τον προγραμματισμό του εσωτερικού επεξεργαστή της μνήμης).
- 4°. Ασύνδετο.
- 5°. Ασύνδετο.
- 6°. P1.7/ADC7 (απευθείας με τον ADuC812).
- 7°. Ασύνδετο.
- 8°. P1.6/ADC6 (απευθείας με τον ADuC812).
- 9°. Ασύνδετο.
- 10°. P1.5/ADC5 (απευθείας με τον ADuC812).
- 11°. Ασύνδετο.
- 12°. P1.4/ADC4 (απευθείας με τον ADuC812).
- 13°. Ασύνδετο.
- 14°. DAC1 (απευθείας με τον ADuC812).
- 15°. Ασύνδετο.
- 16°. DAC0 (απευθείας με τον ADuC812).
- 17°. Ασύνδετο.
- 18°. P1.3/ADC3 (απευθείας με τον ADuC812).
- 19°. Ασύνδετο.
- 20°. P1.2/ADC2 (απευθείας με τον ADuC812).
- 21°. Ασύνδετο.
- 22°. P1.1/ADC1 (απευθείας με τον ADuC812).
- 23°. Ασύνδετο.
- 24°. P1.0/ADC0/T2 (απευθείας με τον ADuC812).
- 25°. Ασύνδετο.
- 26°. P0.7/AD7 (απευθείας με τον ADuC812).
- 27°. Ασύνδετο.
- 28°. P0.6/AD6 (απευθείας με τον ADuC812).
- 29°. Ασύνδετο.
- 30°. P0.5/AD5 (απευθείας με τον ADuC812).
- 31°. Ασύνδετο.
- 32°. P0.4/AD4 (απευθείας με τον ADuC812).
- 33°. Ασύνδετο.

- 34°. P0.3/AD3 (απευθείας με τον ADuC812).
- 35°. Ασύνδετο.
- 36°. P0.2/AD2 (απευθείας με τον ADuC812).
- 37°. Ασύνδετο.
- 38°. P0.1/AD1 (απευθείας με τον ADuC812).
- 39°. Ασύνδετο.
- 40°. P0.0/AD0 (απευθείας με τον ADuC812).

### **Συνδετήρας 2<sup>ος</sup> (CON2)**

- 1°. P2.7/A15/A23 (απευθείας με τον ADuC812).
- 2°. Ασύνδετο.
- 3°. P2.6/A14/A22 (απευθείας με τον ADuC812).
- 4°. Ασύνδετο.
- 5°. P2.5/A13/A21 (απευθείας με τον ADuC812).
- 6°. Ασύνδετο.
- 7°. P2.4/A12/A20 (απευθείας με τον ADuC812).
- 8°. Ασύνδετο.
- 9°. P2.3/A11/A19 (απευθείας με τον ADuC812).
- 10°. Ασύνδετο.
- 11°. P2.2/A10/A18 (απευθείας με τον ADuC812).
- 12°. Ασύνδετο.
- 13°. P2.1/A9/A17 (απευθείας με τον ADuC812).
- 14°. Ασύνδετο.
- 15°. P2.0/A8/A16 (απευθείας με τον ADuC812).
- 16°. Ασύνδετο.
- 17°. SCLK/D0 (απευθείας με τον ADuC812).
- 18°. Ασύνδετο.
- 19°. P3.5/T1 (απευθείας με τον ADuC812).
- 20°. Ασύνδετο.
- 21°. P3.4/T0 (απευθείας με τον ADuC812).
- 22°. Ασύνδετο.
- 23°. P3.3/INT1 (απευθείας με τον ADuC812).
- 24°. Ασύνδετο.
- 25°. P3.2/INT0 (απευθείας με τον ADuC812).
- 26°. Ασύνδετο.
- 27°. P3.1/TXD (απευθείας με τον ADuC812).



- 28°. Ασύνδετο.
- 29°. P3.0/RXD (απευθείας με τον ADuC812).
- 30°. Ασύνδετο.
- 31°. D1/MOSI (απευθείας με τον ADuC812).
- 32°. Ασύνδετο.
- 33°. EA (απευθείας με τον ADuC812).
- 34°. Ασύνδετο.
- 35°. DGND (απευθείας με τον ADuC812).
- 36°. Ασύνδετο.
- 37°. V<sub>DD</sub> (απευθείας με τον ADuC812).
- 38°. Ασύνδετο.
- 39°. AGND (απευθείας με τον ADuC812).
- 40°. V<sub>AA</sub>

## Τα Προγράμματα Του Αναπτυξιακού


Η Analog Devices μας εξοπλίζει εκτός από τον ADuC812 και με μια σειρά από προγράμματα τα οποία μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε και με το αναπτυξιακό μας. Αυτά είναι τα εξής:

### Συμβολομεταφραστής Της Metalink

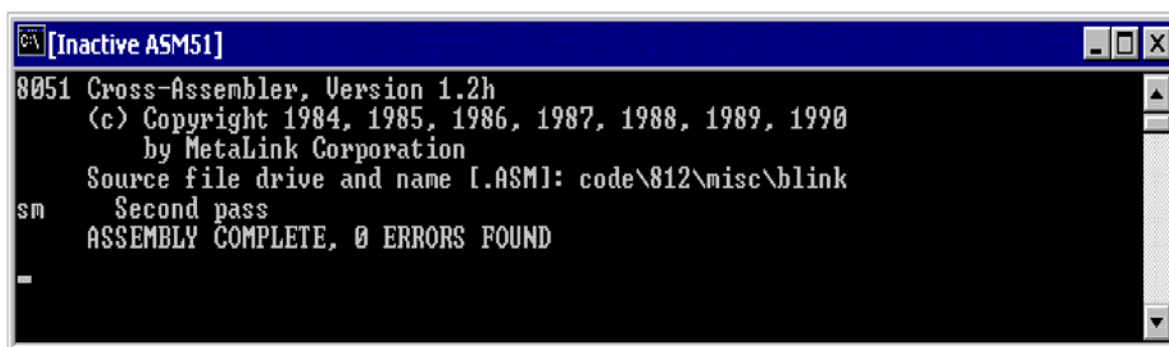
Ο συμβολομεταφραστής 8051 της Metalink δέχεται πηγή αρχείου σε γλώσσα assembly σε μορφή κειμένου και το μεταφράζει σε δυο άλλα αρχεία . Το πρώτο είναι αρχείο ενταγμένο σε λίστα (.lst) και το δεύτερο είναι έγγραφο στην γλώσσα μηχανής σύμφωνα με το πρότυπο της INTEL σε HEX μορφή (.hex).

Το αρχείο που είναι ενταγμένο σε λίστα απεικονίζει τα συντακτικά ή άλλα λάθη που εμφανίστηκαν από την μετάφραση του συμβολομεταφραστή (αν αυτά υπάρχουν). Το δεύτερο αρχείο που είναι στην γλώσσα μηχανής δημιουργείται κατά την διάρκεια της μετάφρασης του συμβολομεταφραστή. Το αρχείο αυτό είναι διαμορφωμένο στο πρότυπο της INTEL σε HEX μορφή (.hex). Τέλος μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να προγραμματίσουμε τον μικροελεγκτή με την βοήθεια του WSD (**W**indows **S**erial **D**ownloader).

### Χρησιμοποιώντας Τον Συμβολομεταφραστή Της Metalink

**1° Βήμα.** Πατάμε δύο φορές πάνω στο εικονίδιο ASM51  που βρίσκεται μέσα στον φάκελο του ADuC.

**2° Βήμα.** Στο παράθυρο που ανέρχεται πληκτρολογούμε το όνομα του αρχείου που θέλουμε να μεταφράσουμε (πάντα με κατάληξη .asm) ή γράφουμε το “μονοπάτι” που περιγράφει που βρίσκεται ακριβώς το αρχείο προς μετάφραση.



```

[Inactive ASM51]
8051 Cross-Assembler, Version 1.2h
(c) Copyright 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990
  by MetaLink Corporation
Source file drive and name [.ASM]: code\812\misc\blink
sm  Second pass
ASSEMBLY COMPLETE, 0 ERRORS FOUND
    
```

Όταν ο συμβολομεταφραστής εμφανίσει το μήνυμα “ Assembly Complete, 0 Errors Found” μας επισημαίνει πως η διαδικασία μετάφρασης τερματίστηκε επιτυχώς και τα έγγραφα λίστας και Hex δημιουργήθηκαν. Αν ο συμβολομεταφραστής μας ενημερώσει για λάθη για να τα εξετάσουμε θα πρέπει να αναφερθούμε στο έγγραφο λίστας καθώς εκεί απεικονίζονται τα συντακτικά ή άλλα λάθη που εμφανίστηκαν από την μετάφραση του συμβολομεταφραστή. Για να δούμε το αρχείο λίστας θα πρέπει να το ανοίξουμε με ένα οποιοδήποτε πρόγραμμα κειμένου ή εγγράφου.

**Σημείωση:** Αν ο συμβολομεταφραστής μας επιστρέψει μήνυμα σφάλματος που να μας ενημερώνει για αποτυχία ανάγνωσης από την μονάδα A ή για μοιραίο λάθος στο άνοιγμα αρχείου από την μονάδα A, πολύ πιθανόν ο συμβολομεταφραστής να αδυνατεί να βρει τα Mod52 ή Mod812 αρχεία. Θα πρέπει να επιβεβαιώσουμε αν και τα δύο αρχεία Mod52, Mod812 βρίσκονται στον φάκελο του ADuC.

## **ADSIM (ADuC SIMulator)**

Πρόγραμμα της Analog Devices για την προσομοίωση της λειτουργίας του ADuC.

Το ADSIM (**ADuC Simulator**) είναι ένα πρόγραμμα βασισμένο στα Windows το οποίο προσομοιώνει όλες τις λειτουργίες του μικροελεγκτή συμπεριλαμβάνοντας και τα ADC, DAC περιφερειακά. Ο προσομοιωτής αυτός ενσωματώνει πολλές κλασικές λειτουργίες προσομοιωτών όπως επίσης και πολλά Breakpoints (σημεία όπου η ροή του προγράμματος σταματάει για να γίνουν περαιτέρω έλεγχοι), βήμα προς βήμα προσομοίωση και ανίχνευση της εκτέλεσης του κώδικα.

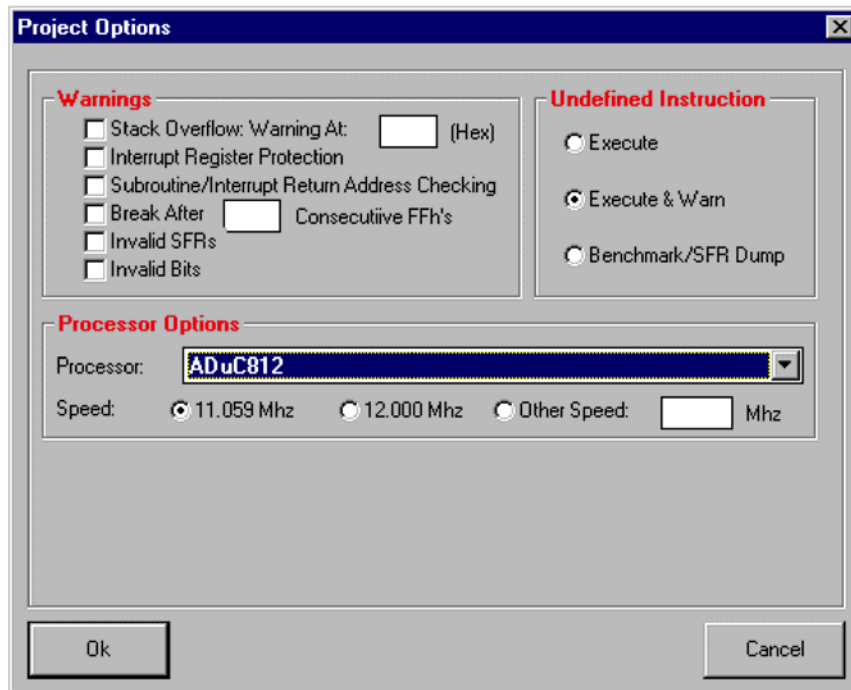
Το πρόγραμμα αυτό μας βοηθάει να κατανοήσουμε τις λειτουργίες του μικροελεγκτή όπως και να ελέγξουμε την λειτουργικότητα του κώδικα πριν τον εισάγουμε στον ADuC. Ο προσομοιωτής αυτός προσομοιώνει σωστά και την λειτουργία των ADC συμπεριλαμβανομένου και τον χρόνων μετατροπής, την ρύθμιση των ADC και του καναλιού που μας δίνει την εσωτερική θερμοκρασία.

### **Χρησιμοποιώντας Τον ADSIM (ADuC SIMulator)**

Σαν παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε τον κώδικα του αρχείου blink.hex του οποίου η λειτουργία είναι να αλλάζει την κατάσταση στην πόρτα 3 στο bit 4 (P3.4) κάθε 100ms.

**1<sup>ο</sup> Βήμα.** Εκτελέστε το πρόγραμμα ADsim.

**2<sup>ο</sup> Βήμα.** Στο κουμπί configuration επιλέξτε “project options”. Στο παράθυρο που θα εμφανισθεί θα πρέπει να επιλεγεί ο κατάλληλος επεξεργαστής. Επιλέξτε τον μικροεπεξεργαστή ADuC812 όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Έπειτα στο ίδιο παράθυρο επιλέξτε τον κρύσταλλο που θα χρησιμοποιήσετε. Αυτό χρησιμεύει στον υπολογισμό του χρόνου εκτέλεσης του προγράμματος στο παράθυρο “program Analysis”.

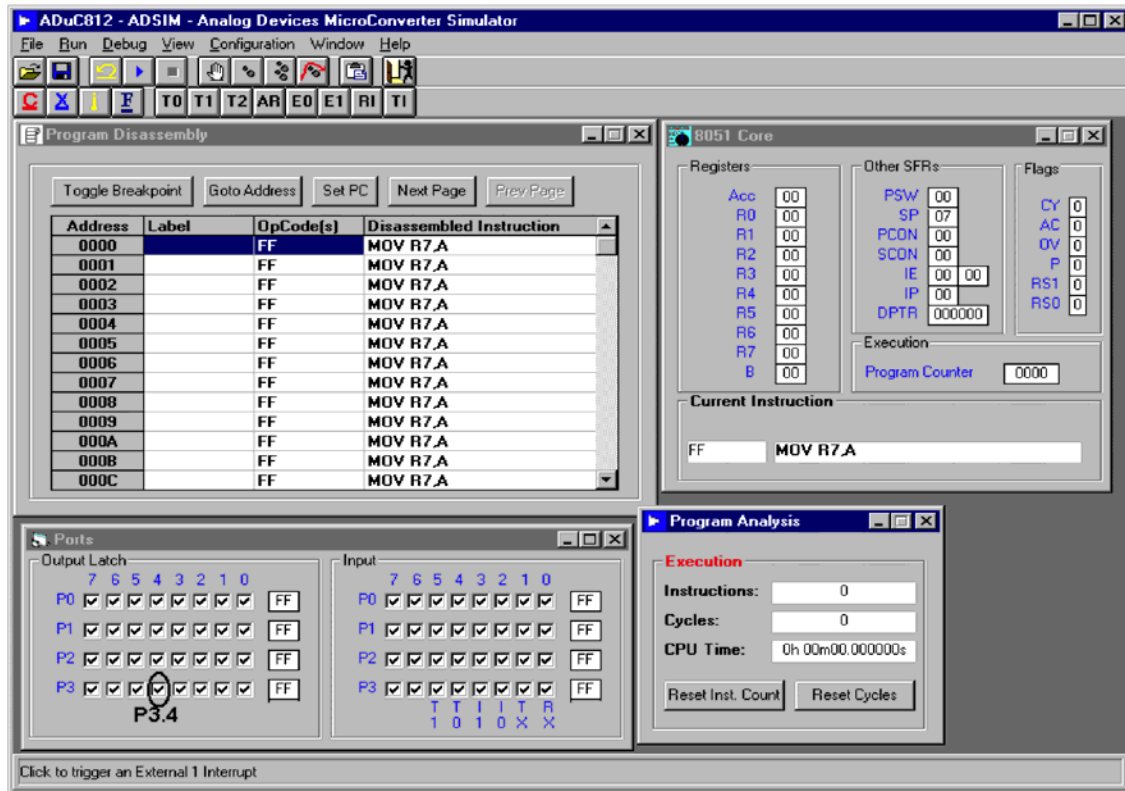


**3<sup>ο</sup> Βήμα.** Από το μενού View επιλέξτε “Program Disassembly” για να ανοίξει το αντίστοιχο παράθυρο. Επειδή δεν έχει φορτωθεί ακόμα κάποιος κώδικας το παράθυρο θα μας δείξει ένα κενό κώδικα (σε όλες τις θέσεις μνήμης θα έχει το FFh ).

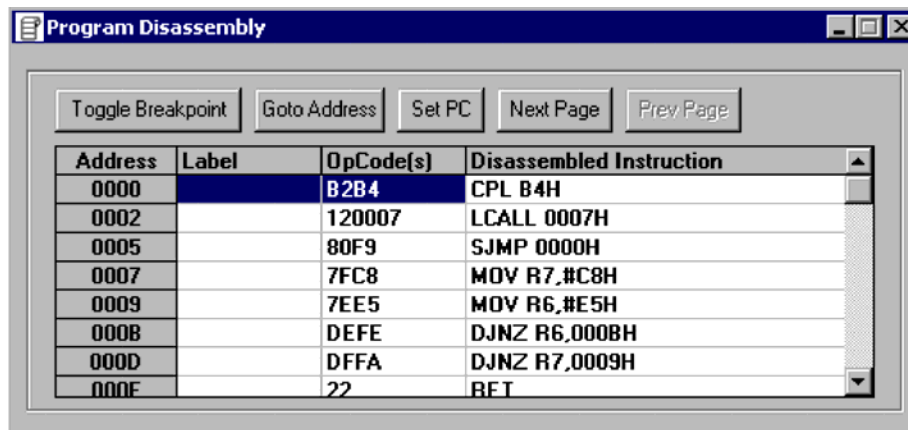
**4<sup>ο</sup> Βήμα.** Ανοίξτε τα εξής παράθυρα από την λίστα View.


- 8051 core (από το View-->SFR View)
- I/O ports
- Program Analysis

Τοποθέτησε τα παράθυρα όπως φαίνεται παρακάτω:




**5<sup>ο</sup> Βήμα.** Από το file menu επιλέξτε “open Intel hex file” και στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέξτε το αρχείο blink.hex. Το παράθυρο program disassembly ανανεώνεται με τον κώδικα και τις εντολές που hex αρχείου που ανοίξαμε.

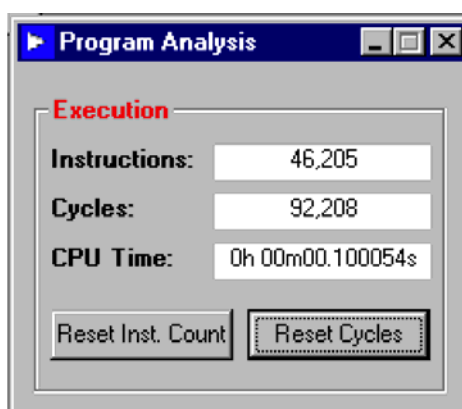



**6<sup>ο</sup> Βήμα.** Πατήστε το κουμπί εκτέλεσης “run” . Το P3.4 θα αρχίσει να αλλάζει καταστάσεις από λογικό “1” σε λογικό “0” και αντίστροφα.


**Σημείωση:** Το P3.4 θα αλλάζει κατάσταση πολύ αργά. Αυτό συμβαίνει γιατί στον προσομοιωτή τα προγράμματα εκτελούνται πιο αργά από ότι στην πραγματικότητα.

**7<sup>ο</sup> Βήμα.** Για να θέσουμε ένα breakpoint επιλέγουμε για παράδειγμα την διεύθυνση 0007h και πατάμε στο κουμπί “toggle breakpoint”. Αν τρέξουμε το πρόγραμμα από το κουμπί run θα διαπιστώσουμε ότι το πρόγραμμα θα σταματήσει όταν φτάσει στην διεύθυνση 0007h.

**8<sup>ο</sup> Βήμα.** Παρατηρούμε ότι το παράθυρο Program Analysis έχει ανανεωθεί. Έπειτα πατάμε τα κουμπιά “Reset Inst Count” και “Reset Cycles” για να μηδενιστεί το παράθυρο Program Analysis. Στη συνέχεια με ένα πάτημα του κουμπιού “Single Step”  θα δείτε την ανανέωση στο παράθυρο Program Analysis.



**9<sup>ο</sup> Βήμα.** Για να ελευθερώσουμε το σημείο breakpoint επιλέγουμε την διεύθυνση 0007h και έπειτα πατάμε το κουμπί toggle breakpoint. Για να συνεχιστεί η εκτέλεση του προγράμματος πατάμε το κουμπί εκτέλεσης “run” .

Για να βγούμε από το πρόγραμμα του προσομοιωτή είτε επιλέγουμε “exit” από το μενού file είτε πατάμε στο κουμπί “exit”  που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων.

## ***WSD (Windows Serial Downloader)***

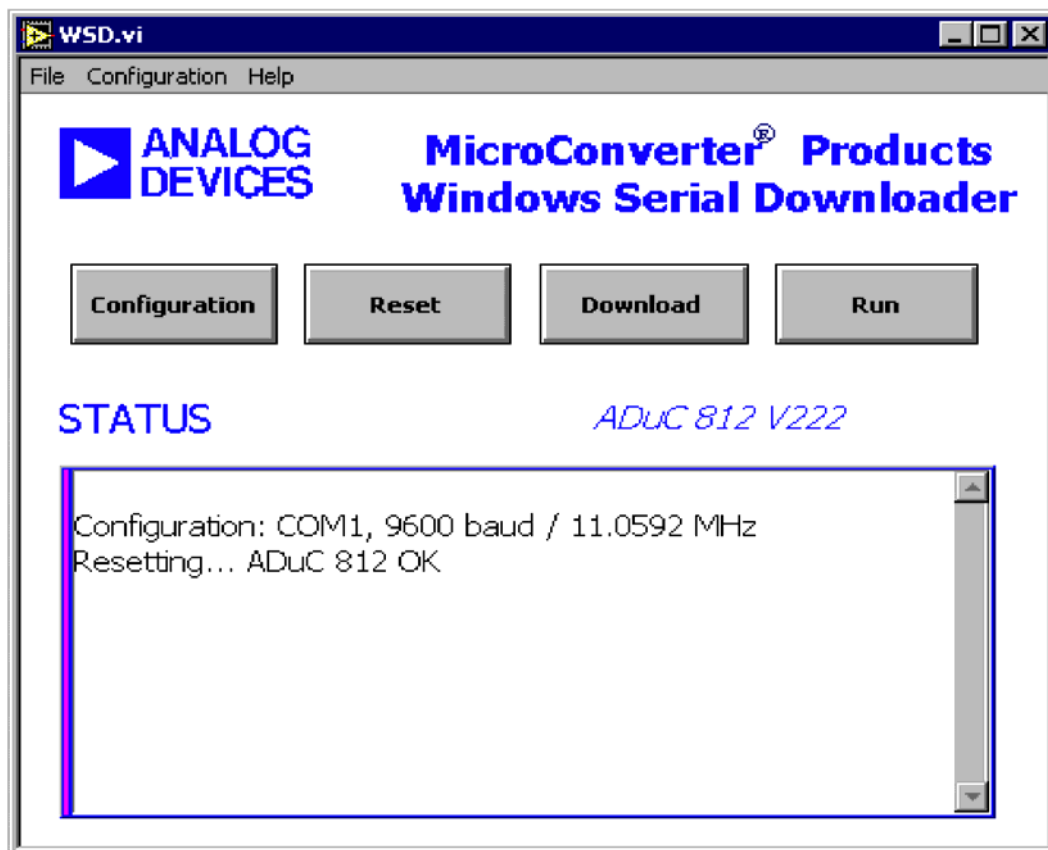
Πρόγραμμα της Analog Devises για τον σειριακό προγραμματισμό του ADuC

Το WSD (**W**indows **S**erial **D**ownloader) είναι ένα πρόγραμμα βασισμένο στα Windows το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να προγραμματίζει σειριακά τον μικροελεγκτή μας ενώ αυτός βρίσκεται πάνω στην τελική κατασκευή. Το είδος των αρχείων που εισάγουμε στον μικροελεγκτή είναι σύμφωνα με το πρότυπο της INTEL σε HEX μορφή. Ο Κώδικας αυτός “κατεβαίνει” στον μικροελεγκτή μας μέσω μιας οποιαδήποτε σειριακής θύρας ενός υπολογιστή και αποθηκεύεται μέσα στην Flash

μνήμη κώδικα του ADuC812. Το WSD υποστηρίζει επίσης την μεταφορά δεδομένων στην εσωτερική Flash/EE μνήμη δεδομένων του ADuC812, θέτει τα Bit ασφαλείας (Security Bits) και εκτελεί το πρόγραμμα.

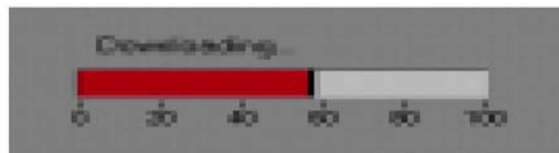
### **Χρησιμοποιώντας Τον WSD (Windows Serial Downloader)**

- 1° **Βήμα.** Τροφοδοτείστε το αναπτυξιακό με τις προβλεπόμενες τροφοδοσίες
- 2° **Βήμα.** Τοποθετείστε τον βραχυκυκλωτήρα (JMP3). Πιέστε το SW1 (Reset).
- 3° **Βήμα.** Τρέξτε το πρόγραμμα WSD. Τότε αυτόματα θα πρέπει το πρόγραμμα να ανιχνεύσει τον ADuC812 και να του κάνει Reset. Ένα μήνυμα OK θα πρέπει να εμφανιστεί μετά το Reset.



4° **Βήμα.** Πατήστε το κουμπί Download.

5° **Βήμα.** Επιλέξτε το HEX αρχείο που θέλετε να εισάγετε στον ADuC812. Καθώς το αρχείο “κατεβαίνει” θα πρέπει να εμφανιστεί το παρακάτω παράθυρο.



Μόλις το πρόγραμμα κατέβει με επιτυχία θα πρέπει να εμφανιστεί το εξής μήνυμα στην οθόνη του υπολογιστή “Downloading the file C:\ADuC\WSD\lxxx.HEX...OK”.

**6° Βήμα.** Για να τρέξουμε το πρόγραμμα έχουμε δύο επιλογές. Είτε να πατήσουμε Run στο κεντρικό παράθυρο του WSD ή να αφαιρέσουμε το JMP3 και να πατήσουμε το Reset.

## *The ADuC Debugger*

Πρόγραμμα της Analog Devices για τον σειριακό έλεγχο του ADuC κατά την εκτέλεση του Κώδικα.

Το Debugger είναι ένα πρόγραμμα βασισμένο στα Windows το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να ελέγχει σειριακά τον μικροελεγκτή μας ενώ αυτός εκτελεί τον κώδικα που του έχει εισαχθεί. Ο Debugger παρέχει πρόσβαση σε όλα τα εσωτερικά περιφερειακά του μικροελεγκτή κατά την διάρκεια ενός τυπικού ελέγχου όπως επίσης και εκτέλεση του κώδικα βήμα προς βήμα ή με την χρήση Breakpoints (σημεία όπου η ροή του προγράμματος σταματάει για να γίνουν περαιτέρω έλεγχοι).

## *Χρησιμοποιώντας Τον Debugger*

**1° Βήμα.** Τροφοδοτείστε το αναπτυσσόμενο με τις προβλεπόμενες τροφοδοσίες

**2° Βήμα.** Τοποθετείστε τον βραχυκυκλωτήρα (JMP3). Πιέστε το SW1 (Reset).

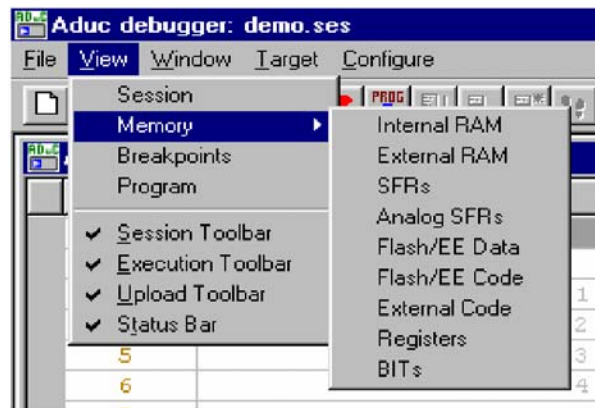
**3° Βήμα.** Τρέξτε το πρόγραμμα Debugger. Πατήστε OK για να περάσετε στο παράθυρο διαλόγου.

**4° Βήμα.** Όταν ξεκινήσει ο οδηγός εκτέλεσης πατάμε το κουμπί Next και σύμφωνα με τη καθοδήγηση του επιλέγουμε , την σειριακή θύρα (Comport) που χρησιμοποιούμε , το αρχείο το οποίο θα εισάγουμε (αρχείο με κατάληξη .lst) και τον κρύσταλλο που συνοδεύει τον μικροελεγκτή μας. Τέλος πατάμε το Finish.

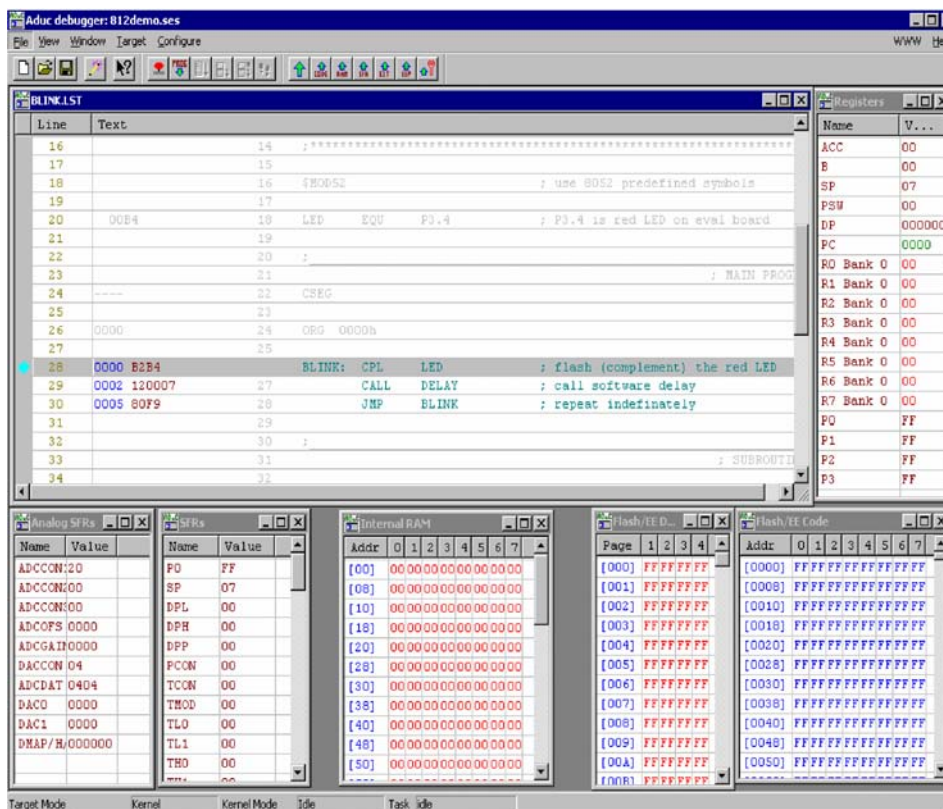


**5° Βήμα.** Σε αυτό το σημείο θα εμφανιστεί ένα παράθυρο που θα περιέχει τον κώδικα βάση του οποίου θα εργάζεται ο ADuC812.


**6° Βήμα.** Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ανάλογα παράθυρα πηγαίνοντας στο “View” και επιλέγοντας το Memory. Από το κατερχόμενο μενού που εμφανιστεί θα δούμε τις εξής επιλογές:



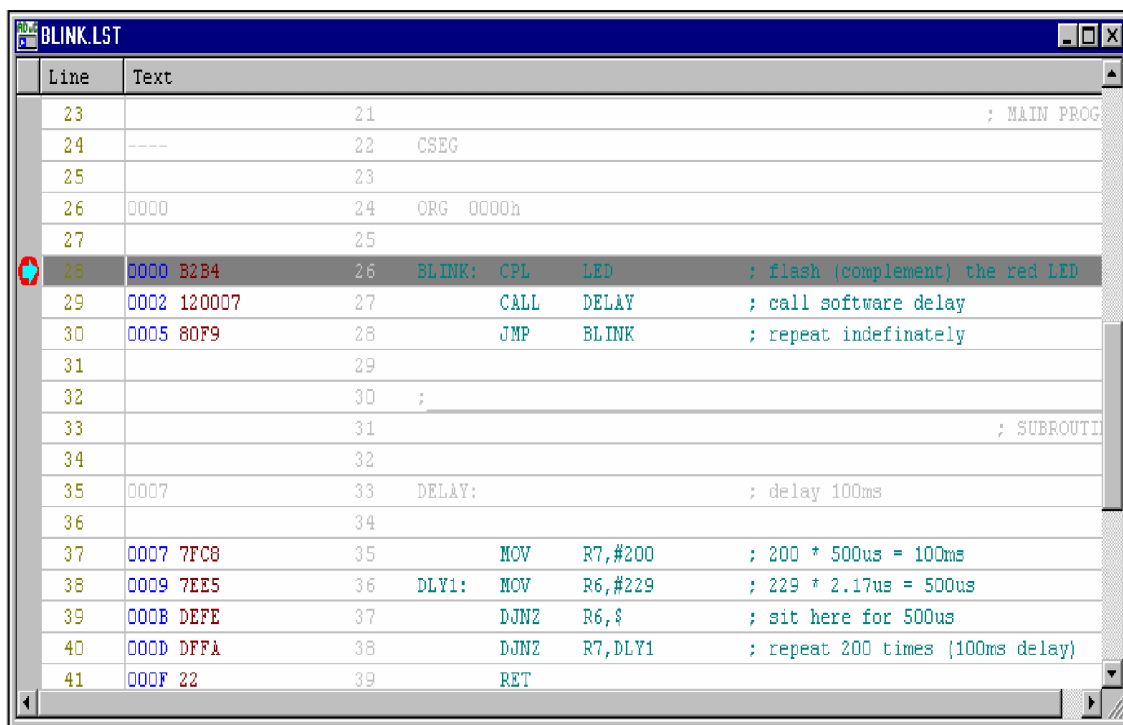
Για παράδειγμα επιλέγοντας κάποια από αυτά όπως Analog SFRs , General SFRs , Internal Memory , Flash/EE Data Memory και Internal Flash/EE Code Memory το γενικό παράθυρο του Debugger θα έχει διαμορφωθεί ως εξής.



Για να δούμε τις τιμές του SFRs σε δυαδική ή δεκαδική μορφή θα πρέπει πάνω στο παράθυρο των SFRs να πατήσουμε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού.


**7<sup>ο</sup> Βήμα.** Πατάμε το κουμπί εισαγωγής κώδικα  (Download Program Button) που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων ή από το κατερχόμενο μενού που εμφανίζεται όταν επιλέξουμε το “Target”. Με αυτήν μας την κίνηση ο κώδικας εισάγεται στον μικροελεγκτή.

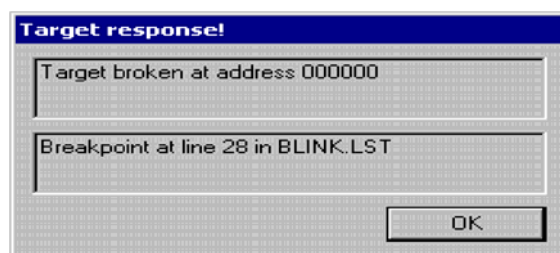
**8<sup>ο</sup> Βήμα.** Θέτουμε στο πρόγραμμα μας ένα ή περισσότερα Breakpoints. Για να το καταφέρουμε αυτό θα πρέπει να πατήσουμε δυο φορές πάνω στην γραμμή του κώδικα που θέλουμε. Το Breakpoint εμφανίζεται σαν μια μεγάλη κόκκινη τελεία στα αριστερά της γραμμής που επιλέξαμε. Για να αφαιρέσουμε ένα Breakpoint πατάμε δύο φορές στην ίδια γραμμή.



Line	Text
23	21 ; MAIN PROG
24	---- 22 CSEG
25	23
26	0000 24 ORG 0000h
27	25
28	0000 B2B4 26 BLINK: CPL LED ; flash (complement) the red LED
29	0002 120007 27 CALL DELAY ; call software delay
30	0005 80F9 28 JMP BLINK ; repeat indefinitely
31	29
32	30 ;
33	31 ; SUBROUTINE
34	32
35	0007 33 DELAY: ; delay 100ms
36	34
37	0007 7FC8 35 MOV R7,#200 ; 200 * 500us = 100ms
38	0009 7EE5 36 DLY1: MOV R6,#229 ; 229 * 2.17us = 500us
39	000B DEFE 37 DJNZ R6,\$ ; sit here for 500us
40	000D DFFA 38 DJNZ R7,DLY1 ; repeat 200 times (100ms delay)
41	000F 22 39 RET

Παραπάνω τοποθετήσαμε ένα Breakpoint στην γραμμή 28 με διεύθυνση 0000H.



**9<sup>ο</sup> Βήμα.** Πατάμε το κουμπί εκτέλεσης προγράμματος  (Run Program Button) που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων ή από το κατερχόμενο μενού που εμφανίζεται όταν επιλέξουμε το “Target”. Με αυτήν μας την κίνηση ο κώδικας διεξάγεται από την αρχή. Μόλις ο μικροελεγκτής φτάσει στο Breakpoint, θα εμφανιστεί το παρακάτω μήνυμα.



Όταν πατήσουμε το OK τότε ο Debugger θα συλλέξει πληροφορίες από τον μικροελεγκτή μας.

**Σημείωση:** Οι τιμές πληροφορίας (μέσα στο παράθυρο των SFRs αλλά και σε κάθε παράθυρο μνήμης) που έχουν πράσινο ή μπλε χρώμα μας επισημαίνουν ότι είναι δεδομένα που μόλις συλλέχτηκαν και απεικονίζουν τις επακριβώς τρεχούμενες τιμές που έχει ο μικροελεγκτής μας. Αν τα δεδομένα είναι μπλε σημαίνει πως τα δεδομένα έχουν αλλάξει την τιμή τους από την τελευταία ενημέρωση του Debugger. Αν τα δεδομένα είναι πράσινα σημαίνει πως δεν έχουν αλλάξει την τιμή τους από την τελευταία ενημέρωση του Debugger.

Επιπρόσθετα οι τιμές πληροφορίας (μέσα στο παράθυρο των SFRs αλλά και σε κάθε παράθυρο μνήμης) που έχουν κόκκινο χρώμα μας επισημαίνουν ότι δεν αποτελούν δεδομένα τελευταίας ενημέρωσης του Debugger και ότι πιθανόν να έχουν αλλάξει μετά από αυτήν. Για να ενημερώσουμε ή για να αλλάξουμε τις τιμές των SFRs θα πρέπει να κάνουμε διπλό πάτημα πάνω στον SFR. Μπορούμε να διαβάσουμε ή να γράψουμε πατώντας το κουμπί Read ή Write αντίστοιχα. Στην περίπτωση που θέλουμε να γράψουμε καταχωρούμε την νέα μας τιμή μέσα στο πλαίσιο νέας τιμής "New Value Box".

**10<sup>ο</sup> Βήμα.** Πατάμε το κουμπί επανάληψης  (Resume Button) που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων ή από το κατερχόμενο μενού που εμφανίζεται όταν επιλέξουμε το "Target". Με αυτήν μας την κίνηση κάνουμε επανεκτέλεση του κώδικα μέχρι το Breakpoint που έχουμε ορίσει. Τέλος μπορούμε να εκτελέσουμε το πρόγραμμά μας βήμα προς βήμα πατώντας το κουμπί μονού βήματος  (Single-Step) που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων.

## **WASP (Windows Analysis Software Program)**

Πρόγραμμα της Analog Devises για την ανάλυση της επίδρασης θορύβου στον ADuC

Το WASP (**W**indows **A**nalysis **S**oftware **P**rogram) είναι ένα πρόγραμμα βασισμένο στα Windows το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να αναλύει την επίδραση θορύβου στον μικροελεγκτή μας. Το WASP αναγνωρίζει ποτέ ο υπολογιστής επικοινωνεί με το ADuC812 και έπειτα εγκαθιστά στον μικροελεγκτή έναν κώδικα σε Hex μορφή. Μετά το πέρασμα του κώδικα ανοίγει αυτόματα το πρόγραμμα ανάλυσης. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη την ανάλυση, τον έλεγχο και την ρύθμιση του θορύβου στους ADC του μικροελεγκτή.

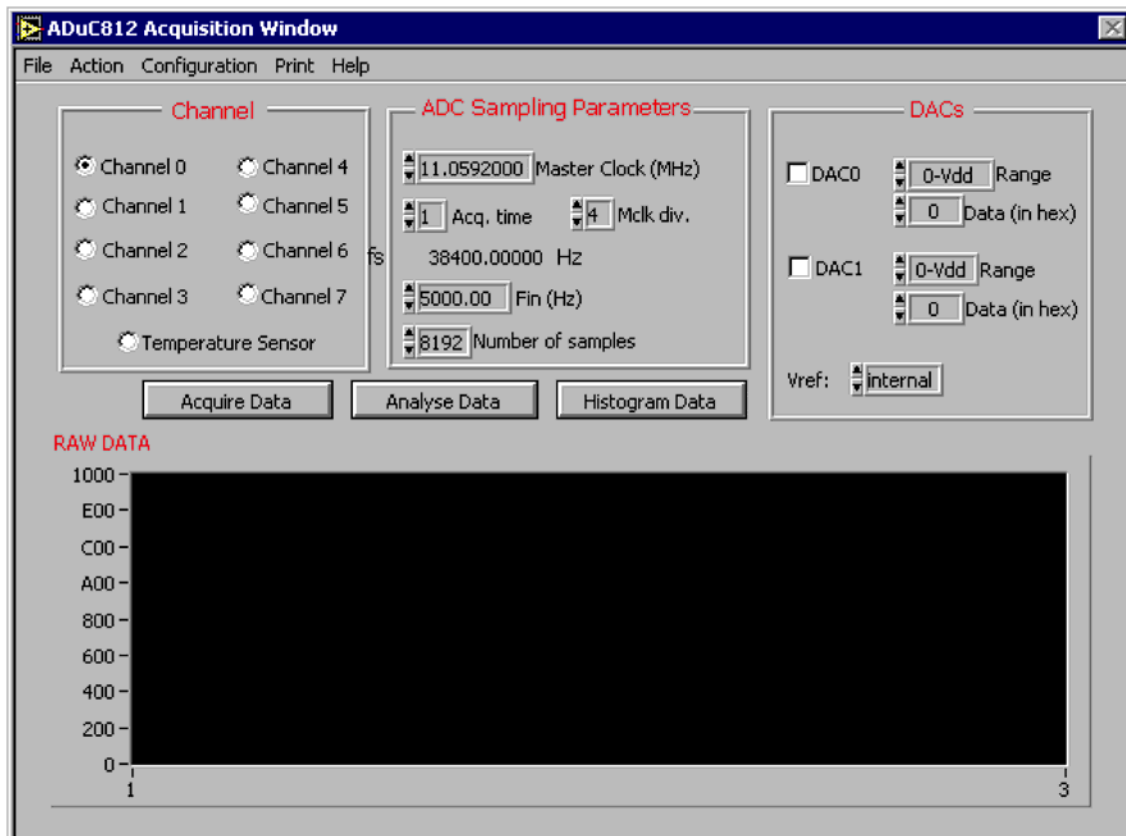
### **Χρησιμοποιώντας Το WASP (Windows Analysis Software Program)**

- 1° **Βήμα.** Τροφοδοτείστε το αναπτυσσόμενο με τις προβλεπόμενες τροφοδοσίες
- 2° **Βήμα.** Τοποθετείστε τον βραχυκυκλωτήρα (JMP3). Πιέστε το SW1 (Reset).
- 3° **Βήμα.** Συνδέστε το αναπτυσσόμενο με την COM1 του υπολογιστή σας με ένα RS-232 καλώδιο.
- 4° **Βήμα.** Τρέξτε το πρόγραμμα WASP.
- 5° **Βήμα.** Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί (δες το παρακάτω σχήμα)πατήστε το κουμπί Download.Θα πρέπει να εμφανιστεί η ένδειξη ADuC 812 και ο κώδικας στην συνέχεια θα αρχίσει να εγκαθιστάτε στον μικροεπεξεργαστή. Έπειτα ένα μήνυμα εμφανίζετε που μας υποδεικνύει ποτέ το πρόγραμμα έχει πλήρως εγκατασταθεί. Μετά την εγκατάσταση το πρόγραμμα ανάλυσης θα αρχίσει αυτόματα.



**Σημείωση:** Η επιλογή next μας δίνει την δυνατότητα να αποφύγουμε την διαδικασία κατεβάσματος του κώδικα. Τότε το πρόγραμμα ανάλυσης θεωρεί ότι ο Μικροελεγκτής έχει ήδη περασμένο το Hex κώδικα.. Σε αυτή την περίπτωση βγάλτε τον βραχυκυκλωτήρα (JMP3), έπειτα πατήστε το reset (SW1) , διαλέξτε τον ADuC 812 στο αντίστοιχο πλαίσιο και πατήστε το κουμπί “next”. Αυτή η ενέργεια θα ξεκινήσει απευθείας το πρόγραμμα ανάλυσης σύμφωνα με τον ADuC 812.

Το παρακάτω παράθυρο (Acquisition Window) θα εμφανισθεί:



**6° Βήμα.** Σε αυτό το παράθυρο (Acquisition Window) μπορείτε:

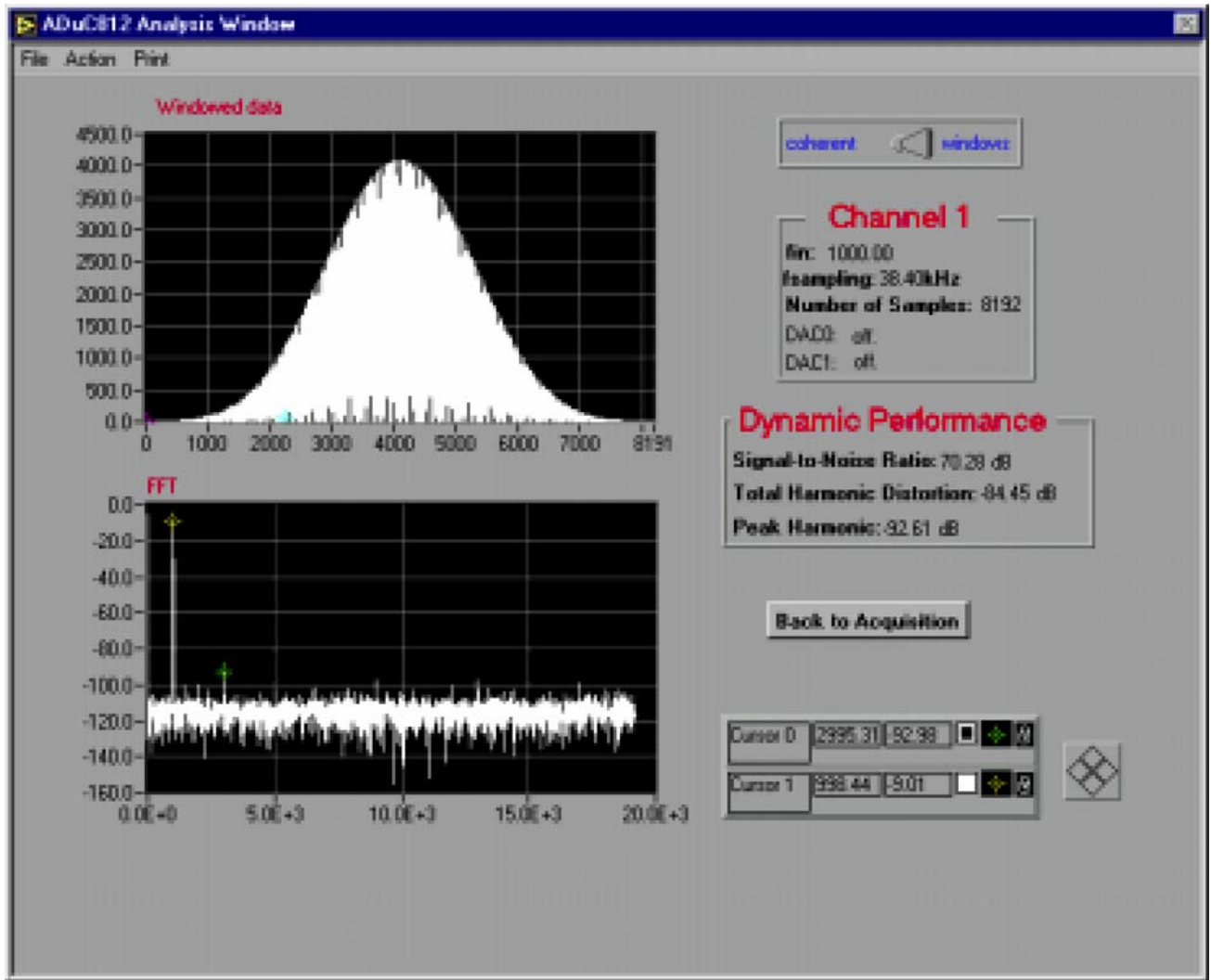
1. Να επιλέξετε το κανάλι στο οποίο θέλετε να κάνετε έλεγχο.
2. Να επιλέξετε να λειτουργήσετε τον ADuC 812 σε διαφορετικές ταχύτητες κρυστάλλου
3. Να ρυθμίσουμε στους ADC τους χρόνους μετατροπής και τις παραμέτρους δειγματοληψίας.
4. Να επιλέξετε την συχνότητα του σήματος εισόδου. Το σήμα αυτό πρέπει να είναι μεταξύ 0V και Vref.
5. Να επιλέξετε τον αριθμό των δειγμάτων που θέλετε να συλλέξετε.
6. Να επιλέξετε την τάση των DAC μετατροπών.
7. Να επιλέξετε αν χρησιμοποιείτε εσωτερική τάση αναφοράς ή εξωτερική.

Με τις επιλογές αυτές ρυθμισμένες πατήστε το κουμπί “acquire”. Τα δείγματα που θα παρθούν από τον ADC θα εμφανιστούν στην γραφική παράσταση του Acquisition παραθύρου.

**7° Βήμα.** Μόλις παρθούν όλα τα δείγματα υπάρχουν δυο μέθοδοι για να αναλύσουμε τα δεδομένα.

1. Να ιστογραφίσουμε τα δεδομένα πατώντας το κουμπί “Histogram Data”
2. Να αναλύσουμε τα δεδομένα χρησιμοποιώντας γρήγορο μετασχηματισμό Fourier (FFT).

**8° Βήμα.** Για να αναλύσουμε τα δεδομένα με FFT ανάλυση, απλά πατάμε το κουμπί “Acquire Data”. Αυτό θα μας προωθήσει στην εικόνα που φαίνεται παρακάτω:



**9<sup>ο</sup> Βήμα.** Για να βρεθούμε στην προηγούμενη οθόνη όπου έχουμε συλλέξει τα δείγματα πατάμε στο κουμπί “Back to Acquisition”.

Για να βγούμε από το πρόγραμμα του προσομοιωτή επιλέγουμε “exit” από το μενού file.

## Κυρίως Πλακέτα

Όπως αναφέρθηκε το αναπτυξιακό μας τοποθετούμε πάνω σε μία κύρια πλακέτα και μέσω των συνδετήρων δέχεται τις τιμές τάσης και ρεύματος από τα στοιχεία που θέλουμε να μετρήσουμε και με την βοήθεια της σειριακής αυτές στέλνονται στον υπολογιστή. Οι τιμές τάσης και ρεύματος λοιπόν που συλλέγει το αναπτυξιακό μας προέρχονται από μία πλακέτα πάνω στην οποία συνδέουμε τα στοιχεία που θέλουμε να ερευνήσουμε. Την πλακέτα αυτήν την ονομάσαμε κυρίως πλακέτα καθώς εκτός του ότι αποτελεί το κύριο μέρος της εργασίας μας (μέτρηση τάσης και ρεύματος στοιχείων) παρέχει την τροφοδοσία του αναπτυξιακού και την δυνατότητα σειριακής επικοινωνίας με τον υπολογιστή. Σε αυτήν εδώ την ενότητα θα αναφερθούμε εκτενέστερα στην λειτουργικότητα της κυρίως πλακέτας.

### **Τα Ενεργητικά Στοιχεία Του Αναπτυξιακού Μας Είναι:**

- Ένα ολοκληρωμένο για πολυπλεξία MAX307CPI (2x8 εισόδων και 2 εξόδων).
- Ένα ολοκληρωμένο (AD627) για ενίσχυση.
- Ένα ολοκληρωμένο (MAX472) για μέτρηση ρεύματος.
- Ένα ολοκληρωμένο (MAX232) για την σειριακή επικοινωνία του αναπτυξιακού με τον υπολογιστή.

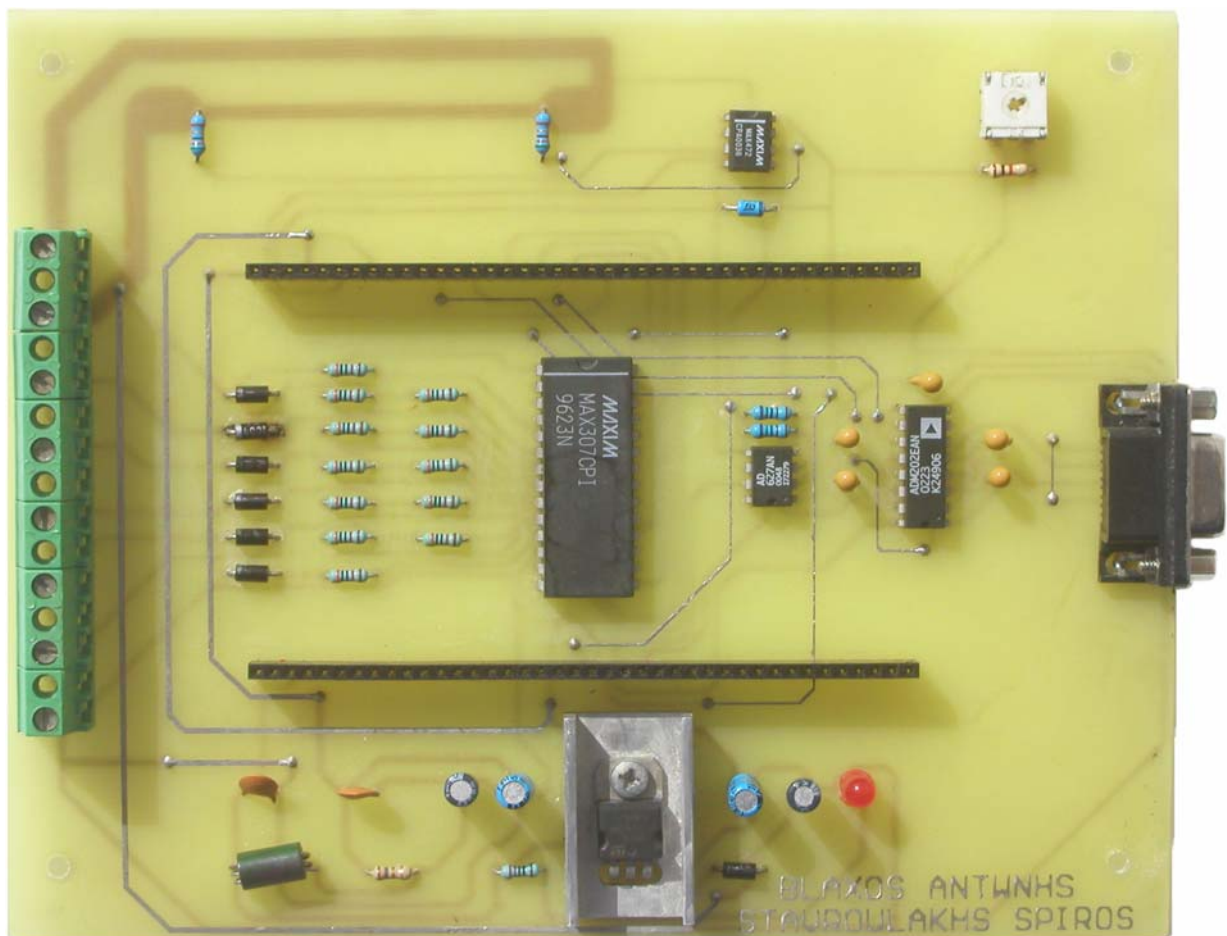
### **Τα Παθητικά Στοιχεία Είναι :**

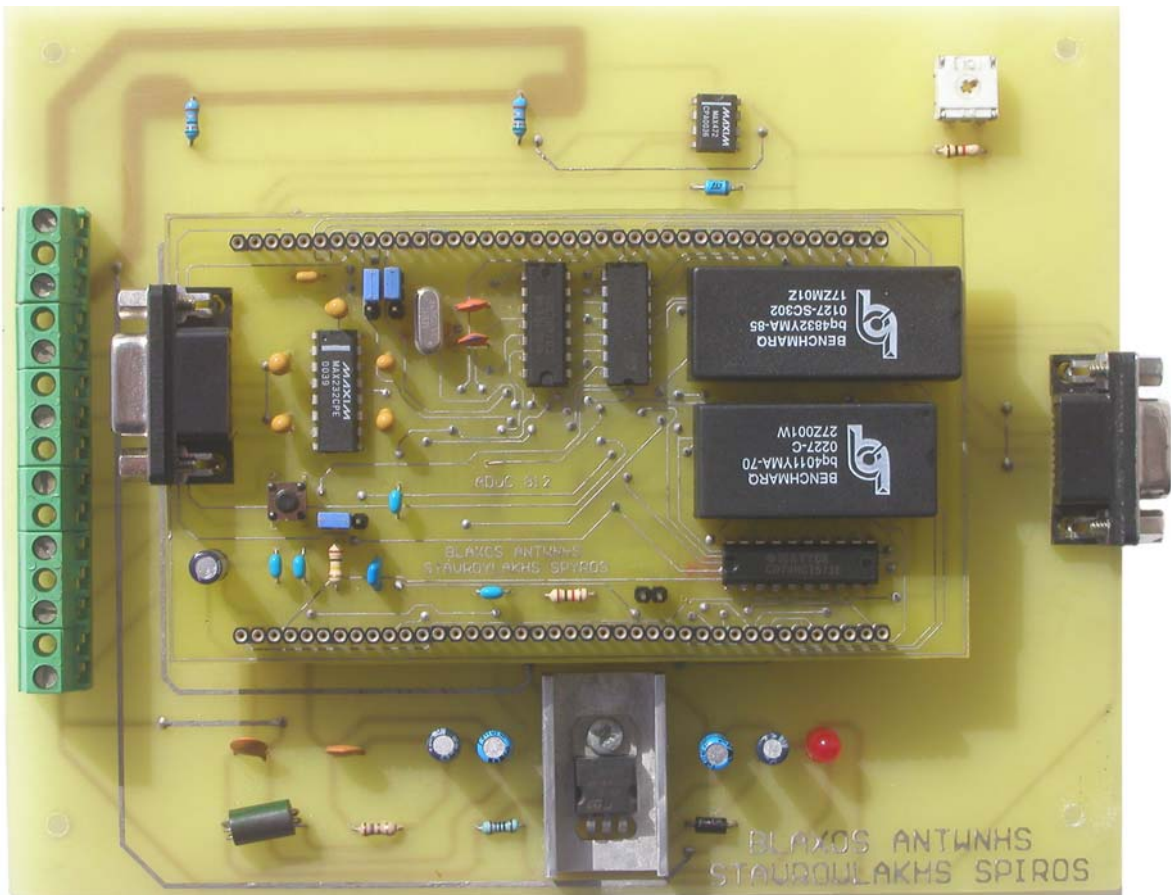
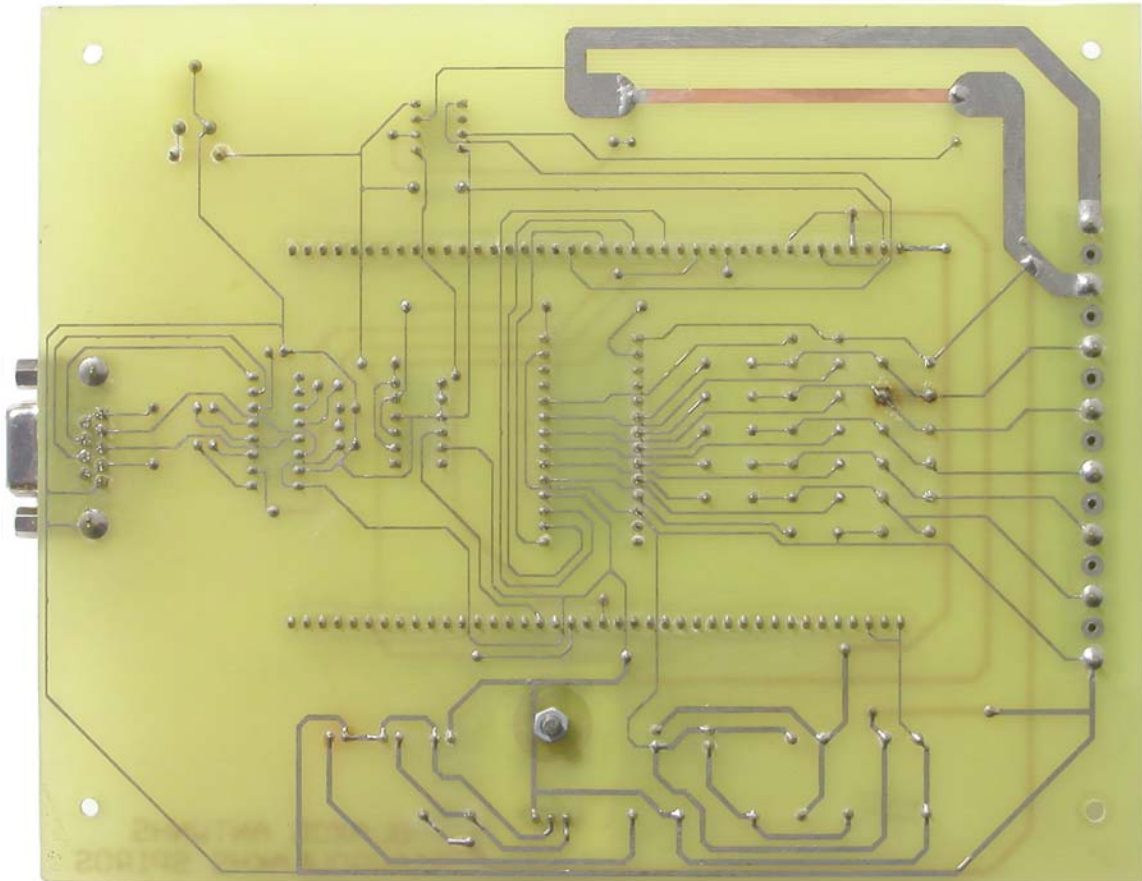
- Έντεκα πυκνωτές.
  - 1 C1,C4 = 0,33  $\mu$ F
  - 2 C3,C5 = 0,1 $\mu$ F
  - 3 C7,C8,C9,C10,C11 = 1 $\mu$ F
  - 4 C2,C6 = 10nF
- Είκοσι αντιστάσεις.
  3. R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,R11,R12 = 30K $\Omega$
  4. R13,R14 = 7,5K $\Omega$
  5. R15 = 270 $\Omega$
  6. R16 = 1,8 $\Omega$
  7. R17,R19 = 50 $\Omega$
  8. R18 = 5m $\Omega$  (βρίσκεται κάτω από την πλακέτα και είναι φτιαγμένη από τους αγωγούς του χαλκού)
  9. R20 = 1,5K $\Omega$

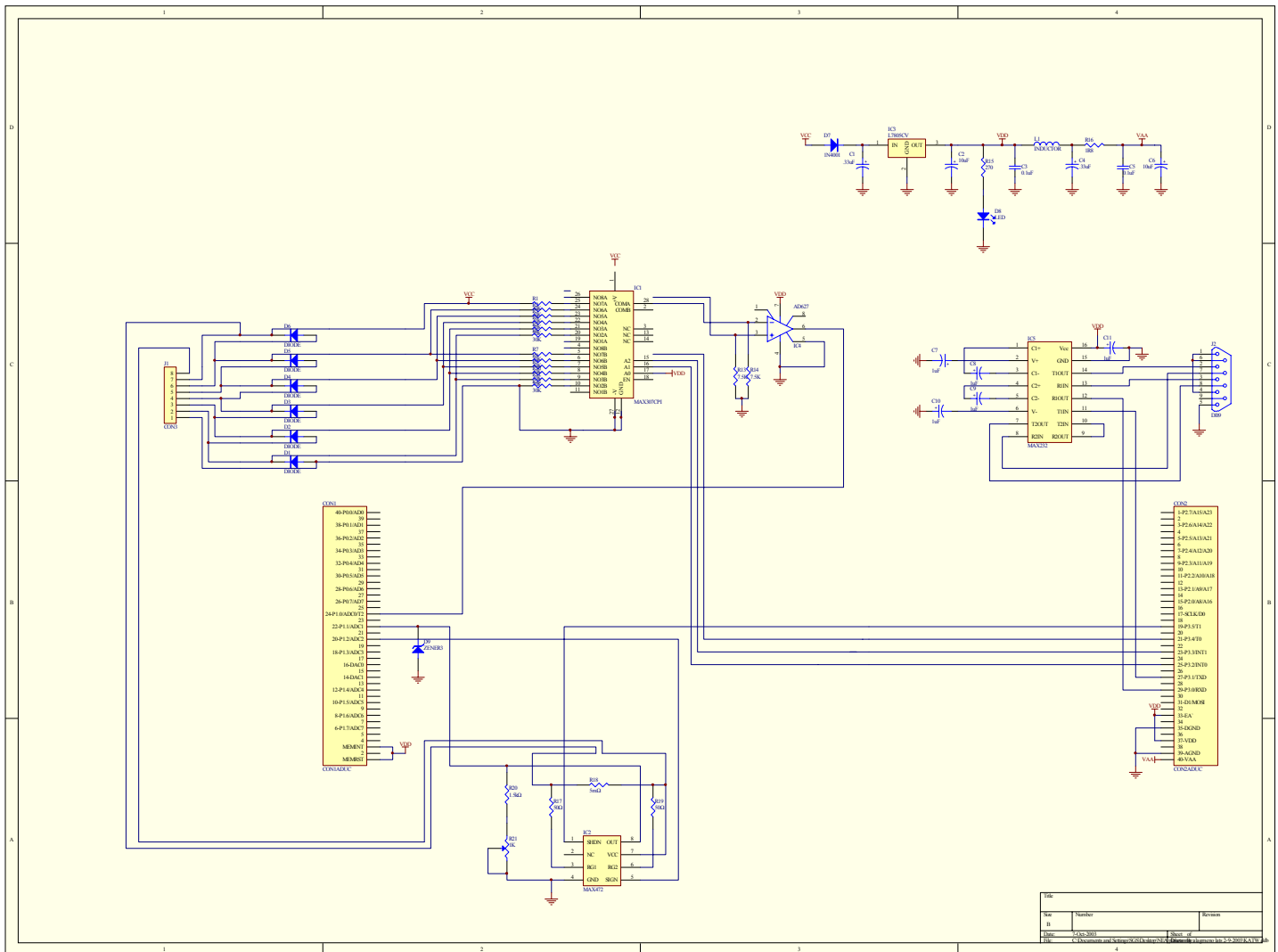


- Μια μεταβλητή αντίσταση 1ΚΩ.
- Έξη διόδους 4001.
- Μια διόδο ZENER.
- Ένα Led.
- Σταθεροποιητή στα 5 Volt.
- Ένα τσόκ.
- Δύο θηλυκούς συνδετήρες (40 ακίδων ο κάθε συνδετήρας).
- Ένα συνδετήρα RS232 (εννέα ακίδων, θηλυκός).
- Ένα θηλυκό συνδετήρα (15 ακίδων)

## Η Κατασκευή Και Το Σχηματικό Της Κυρίως Πλακέτας Έχουν Ως Εξής:







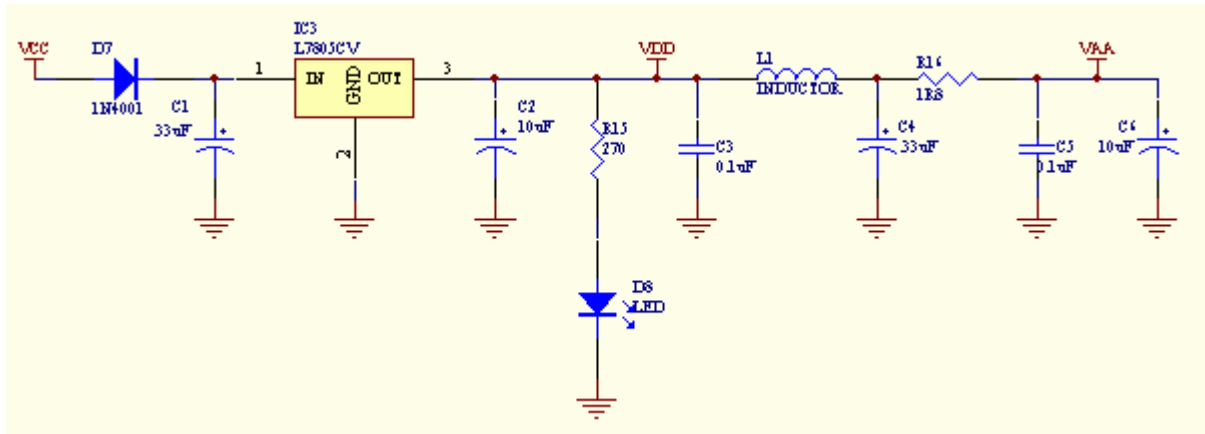
## Το Τροφοδοτικό

Όπως είδαμε και στις δύο πλακέτες χρησιμοποιούμε αρκετά ενεργητικά στοιχεία. Αυτό μας υποχρεώνει να κατασκευάσουμε ένα τροφοδοτικό καθώς όπως γνωρίζουμε τα ενεργητικά στοιχεία απαιτούν μία τροφοδοσία για να λειτουργήσουν. Παράλληλα για να λειτουργήσει το αναπτυσιακό απαιτεί μια τάση 5V ψηφιακής τροφοδοσίας ( $V_{DD}$ ), μια αναλογική τροφοδοσία 5V ( $V_{AA}$ ) μια αναλογική γείωση (AGND) και τέλος μια ψηφιακή γείωση (DGND).

Η αναλογική με την ψηφιακή τροφοδοσία θα πρέπει να διαχωρίζονται μεταξύ τους με ένα τσοκ. Η αναλογική τάση θα πρέπει να είναι κοινή με την τάση που

συνδέει τα αναλογικά εξαρτήματα της κυρίως πλακέτας πάνω στην οποία θα τοποθετηθεί το αναπτυσιακό. Αντίστοιχα η ψηφιακή τάση θα πρέπει να είναι κοινή με την τάση που συνδέει τα ψηφιακά εξαρτήματα της κυρίως πλακέτας πάνω στην οποία θα τοποθετηθεί το αναπτυσιακό.

Το σχεδιαστικό διάγραμμα του τροφοδοτικού φαίνεται παρακάτω.



Σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα στην είσοδο του τροφοδοτικού ( δίοδος  $D_7$  ) εφαρμόζεται μια ανορθωμένη DC τάση. Η τάση αυτή προέρχεται από την ίδια την συστοιχία των μπαταριών. Ο σκοπός της διόδου είναι για να προστατέψει το κύκλωμα από τυχόν ανάστροφη τάση που μπορεί να εφαρμόσουμε. Ο  $C_1$  είναι ηλεκτρολυτικός πυκνωτής και τον χρησιμοποιούμε για απόζευξη. Το IC3 L7805CV είναι ένας σταθεροποιητής τάσης στα 5V. Στην είσοδό του δέχεται τα 12V της συνολικής τάσης των εν σειρά στοιχείων τα υποβιβάζει και στην έξοδό μας δίνει σταθερά 5V. Από την έξοδο του σταθεροποιητή παίρνουμε την ψηφιακή τάση ( $V_{DD}$ ) η οποία θα πρέπει να είναι κοινή με την τάση που συνδέει τα ψηφιακά εξαρτήματα. Ο  $C_2$  είναι ηλεκτρολυτικός πυκνωτής και τον χρησιμοποιούμε για απόζευξη. Το Led που ακολουθεί είναι ενδεικτικό και μας λέει αν ο σταθεροποιητής μας παρέχει τα 5V. Η αντίσταση  $R_{15}$  είναι αντίσταση πόλωσης του Led. Τον πυκνωτή  $C_3$  τον χρησιμοποιούμε για απόζευξη.

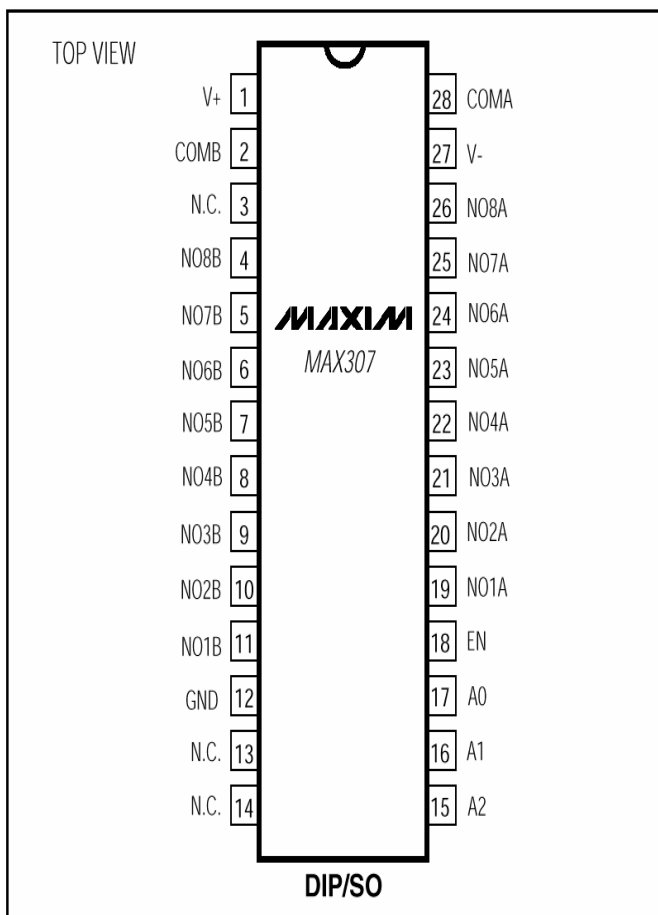
Μετά το τσοκ ακολουθεί η αναλογική τάση ( $V_{AA}$ ) η οποία θα πρέπει να είναι κοινή με την τάση που συνδέει τα αναλογικά εξαρτήματα. Οι πυκνωτές  $C_4$  ,  $C_5$  ,  $C_6$  χρησιμοποιούνται για απόζευξη.

## Περιγραφή Ενεργητικών Στοιχείων

### Το Ολοκληρωμένο MAX307

Το MAX307 είναι ένα διπλός πολυπλέκτης 2x8 εισόδων και 2 εξόδων. Σκοπός του είναι να πολυπλέκει τα σήματα από τις μπαταρίες ανάλογα με τις διευθύνσεις που δέχεται και να μας βγάξει αντίστοιχα τις τιμές τους, στις εξόδους του.

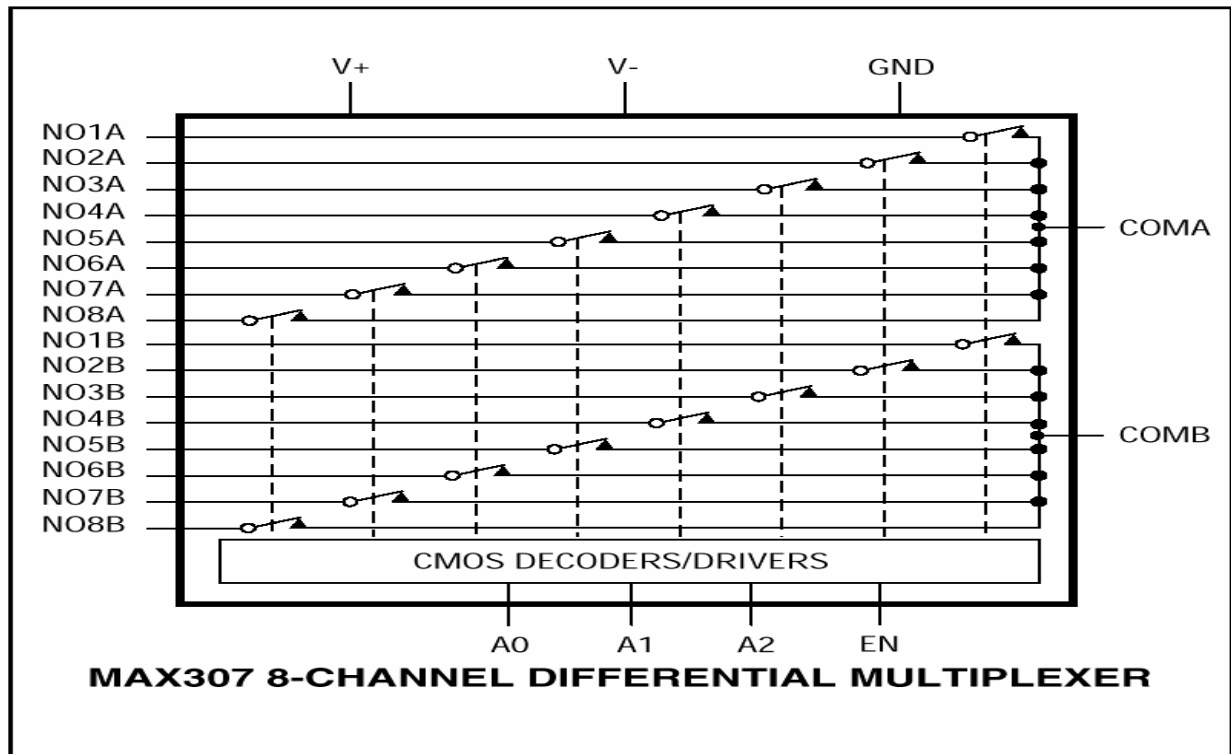
Το λειτουργικό διάγραμμα του MAX307 μαζί με τον πίνακα αληθείας του απεικονίζονται παρακάτω:



A2	A1	A0	EN	ON Switch
X	X	X	0	None
0	0	0	1	1
0	0	1	1	2
0	1	0	1	3
0	1	1	1	4
1	0	0	1	5
1	0	1	1	6
1	1	0	1	7
1	1	1	1	8

MAX307

LOGIC "0"  $V_{AL} \leq 0.8V$ , LOGIC "1" =  $V_{AH} \geq 2.4V$



Οι ακίδες NO1A έως NO8A είναι η μια ομάδα εισόδων. Την έξοδο της ομάδας αυτής την παίρνουμε από την ακίδα COMA ανάλογα με τη διεύθυνση που δίνουμε. Έτσι αν στις διευθύνσεις δώσουμε το 011 (4) η τάση NO4A θα εμφανιστεί στην ακίδα COMA. Αντίστοιχα η δεύτερη ομάδα είναι οι ακίδες NO1B έως NO8B. Η έξοδος τους είναι αντίστοιχα στην ακίδα COMB. Έτσι αν θέσουμε πάλι την διεύθυνση 011 (4) η τάση NO4B θα εμφανιστεί στην ακίδα COMB.

Στην κατασκευή μας συνδέουμε 6 στοιχεία μπαταριών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα δυο εισοδοί από την κάθε ομάδα να μένουν αχρησιμοποίητες. Επιλέξαμε αυτόν τον διπλό πολυπλέκτη για να μπορούμε να έχουμε στις εξόδους του μεμονωμένα την τάση του κάθε στοιχείου. Έστω ότι θέλουμε να μετρήσουμε την τάση στους ακροδέκτες του 3<sup>ου</sup> κατά σειρά στοιχείου της μπαταρίας μας. Κατά την μέτρηση όμως παρουσιάζεται το εξής φαινόμενο ότι ο αρνητικός πόλος του στοιχείου έχει μια θετική τάση σχετικά με την γείωση. Αυτό προκαλείται από τα προηγούμενα δύο στοιχεία που είναι συνδεδεμένα σε σειρά με το 3<sup>ο</sup> στοιχείο. Έστω λοιπόν ότι ο αρνητικός πόλος έχει σε σχέση με την γείωση τάση 4,2V ενώ ο θετικός πόλος έχει αντίστοιχα τάση 6,4V. Η τάση του στοιχείου ουσιαστικά είναι 6,4-4,2=2,2V. Αν επιλέξουμε την διεύθυνση 010 (3) ο πολυπλέκτης θα έχει στην έξοδο COMA τάση 4,2V και στην έξοδο COMB 6,4V. Τα παραπάνω θα συνέβαιναν αν δεν υπήρχαν οι αντιστάσεις R1 έως R12 και οι αντιστάσεις R13,R14. Αυτές όμως

δημιουργούν ένα διαιρέτη τάσης στους ακροδέκτες COMA και COMB. Ο διαιρετής τάσης είναι

$$7,5K/(7,5K+30K)=1/5$$

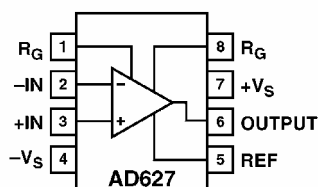
Έτσι οι τάσεις στην COMA και COMB θα είναι αντίστοιχα  $4,2 \cdot 1/5=0,84V$  και  $6,4 \cdot 1/5= 1.28V$  αντίστοιχα.

Τον διαιρετή τάσης τον προκαλέσαμε επειδή δεν θέλουμε να εμφανιστεί στους ακροδέκτες του ολοκληρωμένου AD627 πάνω από την τάση τροφοδοσία του (+5). Έτσι η μέγιστη τάση που θα εμφανισθεί στο AD627 είναι  $12 \cdot 1/5=2,4V$ .

Οι διευθύνσεις του πολυπλέκτη συνδέονται μέσω του συνδετήρα CON2 στις ακίδες P3.2 έως P3.5 του μικροελεκτη ADuC812.

### **Το Ολοκληρωμένο AD627**

Το ολοκληρωμένο AD627 είναι ένας τελεστικός ενισχυτής της ANALOG DEVICES μεγάλης ακρίβειας, χαμηλής κατανάλωσης ο οποίος προορίζετε για όργανα μετρήσεων. Το κυκλωματικό του είναι το εξής:



Στην ακίδα 2 (-IN) είναι η αναστρέφουσα είσοδος του ενισχυτή και στην ακίδα 3 (+IN) η μη αναστρέφουσα είσοδος. Στην ακίδα 7 (+Vs) είναι η θετική τροφοδοσία (2,2V έως ± 18V) η οποία στην περίπτωση μας είναι 5V. Αντίστοιχα στην ακίδα 4(-Vs) είναι η αρνητική τάση τροφοδοσίας που στην περίπτωση μας επειδή δεν έχουμε αρνητικά σήματα είναι τα 0V της γείωσης (GND). Στην ακίδα 5 (REF) συνδέουμε την γείωση του προς μέτρηση σήματος όταν δεν είναι κοινή με τη γείωση του ολοκληρωμένου.

Από τις ακίδες 1 και 8 (R<sub>G</sub>) ρυθμίζουμε το κέρδος του ενισχυτή. Αυτό γίνεται τοποθετώντας αντίσταση κατάλληλης τιμής μεταξύ των ακίδων 1 και 8. Η επιλογή της αντίστασης γίνεται βάση του παρακάτω πίνακα:

Table I. Recommended Values of Gain Resistors

Desired Gain	1% Std Table Value of $R_G$ , $\Omega$	Resulting Gain
5	$\infty$	5.00
6	200 k	6.00
7	100 k	7.00
8	68.1 k	7.94
9	51.1 k	8.91
10	40.2 k	9.98
15	20 k	15.00
20	13.7 k	19.60
25	10 k	25.00
30	8.06 k	29.81
40	5.76 k	39.72
50	4.53 k	49.15
60	3.65 k	59.79
70	3.09 k	69.72
80	2.67 k	79.91
90	2.37 k	89.39
100	2.1 k	100.24
200	1.05 k	195.48
500	412	490.44
1000	205	980.61

Στην εφαρμογή μας ο τελεστικός αυτός χρησιμοποιείται για να κάνει την αφαίρεση των δύο σημάτων στην έξοδο του πολυπλέκτη. Έτσι στην έξοδο του τελεστικού ενισχυτή παίρνουμε καθαρά την τάση του στοιχείου που επιλέξαμε από τον πολυπλέκτη. Ο ενισχυτής αυτός όμως θα πρέπει να κάνει και μια ενίσχυση 5 επειδή ότι είχαμε υποβιβασμό των σημάτων από τον διαιρετή τάσης. Αυτό γίνεται αν ανατρέξουμε στον πίνακα, αν δεν συνδέσουμε αντίσταση στους ακροδέκτες όπως και κάναμε.

Έτσι τα σήματα στην είσοδο του τελεστικού είναι 4,2V και 6,4V. Άρα στην έξοδο θα έχουμε :

$$(1,28-0,84)*5 = 2,2V$$

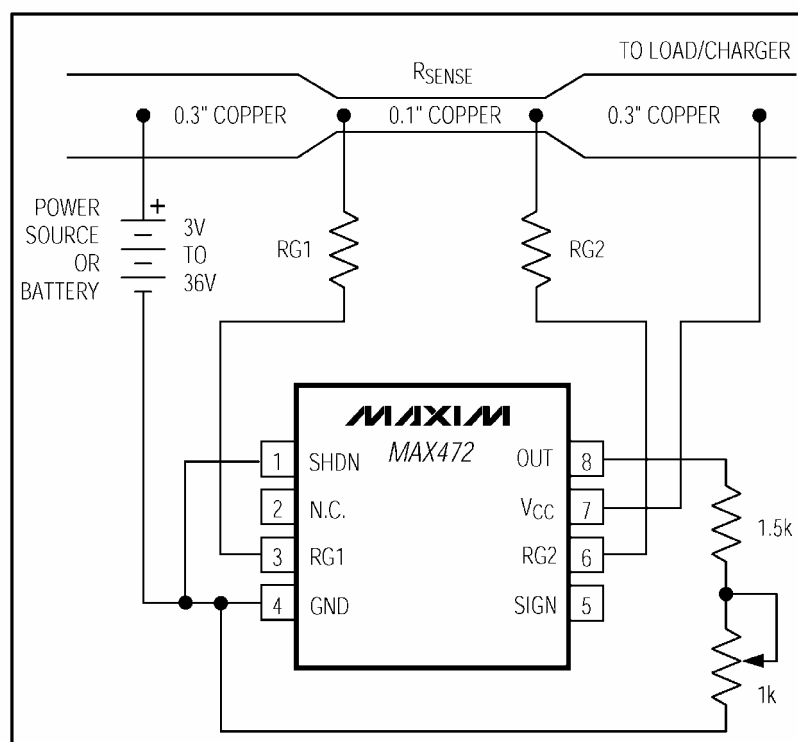
Από την έξοδο του τελεστικού ενισχυτή το σήμα μας οδηγείται, μέσω του συνδετήρα στο αναπτυξιακό στην ακίδα ADC0 του ADuC812. Με αυτόν τον τρόπο όλες οι τάσεις των στοιχείων οδηγούνται πολυπλεγμένα (λόγο του πολυπλέκτη MAX307) στον πρώτο μετατροπέα από αναλογικό σε ψηφιακό του ADuC812.



## Το Ολοκληρωμένο MAX472

Το MAX472 είναι ένας αισθητήρας ρεύματος εταιρίας MAXIM. Είναι ένα ολοκληρωμένο μεγάλης ακρίβειας, χαμηλής κατανάλωσης και με δυνατότητα μέτρησης μεγάλων ρευμάτων. Ο MAX472 σε συνεργασία και άλλων στοιχείων αποτελεί τον αισθητήρα ρεύματος της κυρίως πλακέτας.

Το σχεδιαστικό διάγραμμα απεικονίζεται παρακάτω.



Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε ποια είναι η τοπολογία των εξαρτημάτων του αισθητήρα ρεύματος. Η 1<sup>η</sup> ακίδα του ολοκληρωμένου μας δίνει την δυνατότητα να θέτουμε τον MAX472 εκτός λειτουργίας σε χαμηλή κατανάλωση (κατανάλωση ρεύματος 18μΑ). Η 2<sup>η</sup> ακίδα δεν χρησιμοποιείται. Στην 3<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> ακίδα συνδέουμε την αντίσταση ρύθμισης κέρδους. Στην 4<sup>η</sup> ακίδα βρίσκεται η γείωση. Η φορά του ρεύματος ορίζεται από την 5<sup>η</sup> ακίδα. Όταν το ρεύμα κινείται από τα αριστερά προς τα δεξιά τότε στην έξοδο της 5<sup>η</sup> ακίδας παίρνουμε θετικό δυναμικό. Όταν κινείται από τα δεξιά προς τα αριστερά τότε στην έξοδο της 5<sup>η</sup> ακίδας παίρνουμε αρνητικό δυναμικό. Η 7<sup>η</sup> ακίδα είναι για την τροφοδοσία του ολοκληρωμένου η οποία είναι από 3V-36V (στην δική μας εφαρμογή παρέχουμε στο ολοκληρωμένο μια τάση 12V) .

Τέλος στην 8<sup>η</sup> ακίδα και σε συνδυασμό με την αντίσταση και το ποτενσιόμετρο παίρνουμε την έξοδο μας.

Παρακάτω απεικονίζεται ο πίνακας των προτεινόμενων αντιστάσεων σε σχέση με το ρεύμα μέγιστης κλίμακας.

FULL-SCALE LOAD CURRENT, I <sub>SENSE</sub> (A)	CURRENT-SENSE RESISTOR, R <sub>SENSE</sub> (mΩ)	GAIN-SETTING RESISTORS, RG1 = RG2 (Ω)	OUTPUT RESISTOR, R <sub>OUT</sub> (kΩ)	FULL-SCALE OUTPUT VOLTAGE, V <sub>OUT</sub> (V)	SCALE FACTOR, V <sub>OUT</sub> /I <sub>SENSE</sub> (V/A)	TYPICAL ERROR AT X% OF FULL LOAD (%)		
						1%	10%	100%
0.1	500	200	10	2.5	25	14	2.5	0.9
1	50	200	10	2.5	2.5	14	2.5	0.9
5	10	100	5	2.5	0.5	13	2.0	1.1
10	5	50	2	2	0.2	12	2.0	1.6

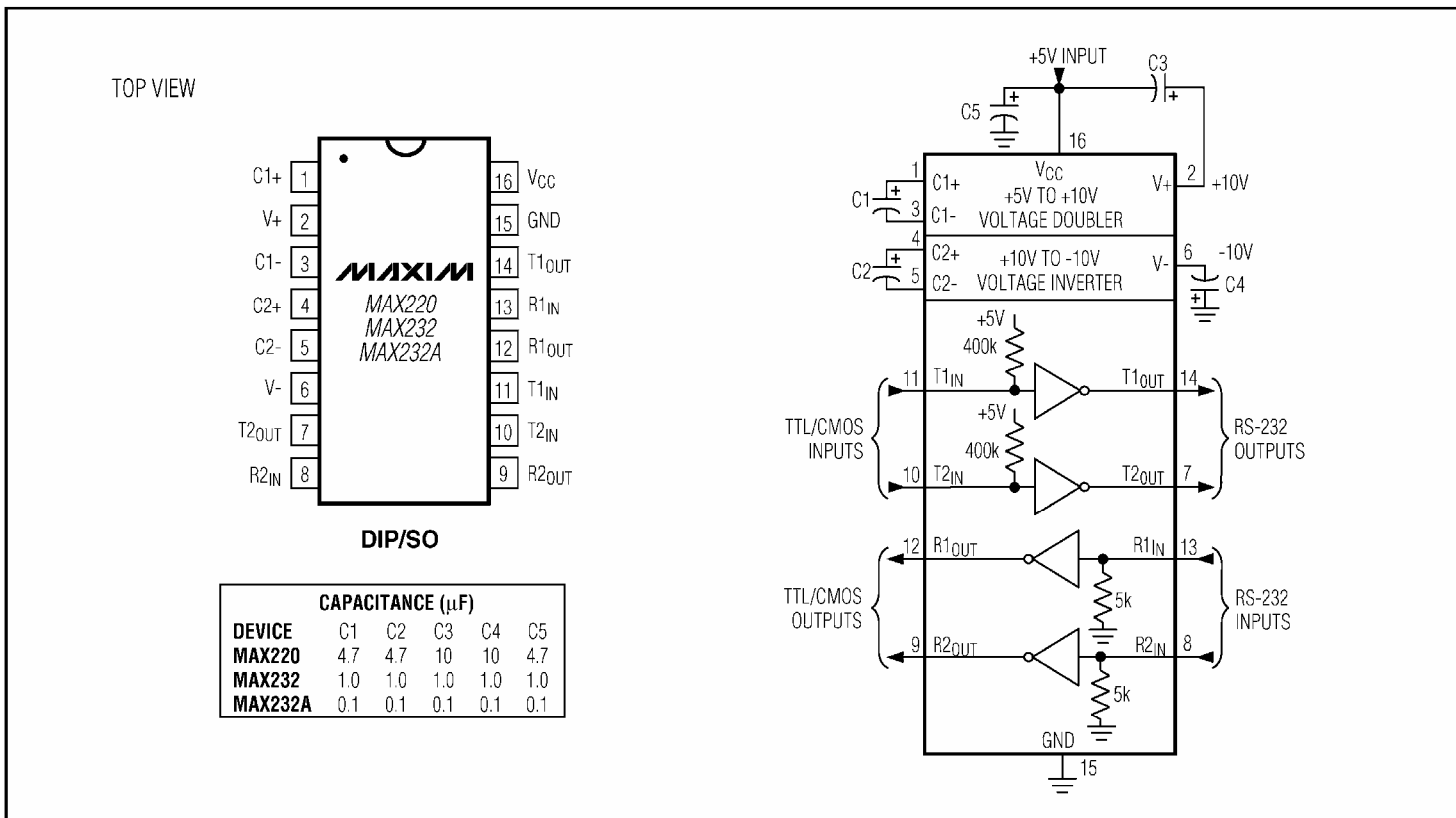
Στην εφαρμογή που σας παρουσιάζουμε επιλέξαμε μέγιστο ρεύμα 10A επομένως η αισθητήρια αντίσταση είναι 5mΩ, βρίσκεται κάτω από την πλακέτα και είναι φτιαγμένη από τους αγωγούς του χαλκού. Για κάθε ρεύμα εντάσεως 10A στην έξοδο μας παίρνουμε μία τάση 2V η οποία εφαρμόζεται στη αντίσταση εξόδου που είναι 2KΩ. Την αντίσταση εξόδου την ρυθμίζουμε καθώς όπως προαναφέραμε παρέχεται από την εν σειρά συνδεσμολογία μιας αντίστασης και ενός ποτενσιόμετρου. Με την ρυθμιζόμενη αντίσταση εξόδου έχουμε την δυνατότητα να ρυθμίζουμε τον αισθητήρα μας.

Τα σήματα της 8<sup>ης</sup> ακίδας διαμέσου του 1<sup>ου</sup> συνδετήρα οδηγούνται στον 2<sup>ο</sup> κανάλι (ADC1) του αναλογικού σε ψηφιακού μετατροπέα που μας παρέχει ο μικροεπεξεργαστής. Τέλος η 1<sup>η</sup> ακίδα οδηγείται διαμέσου του 2<sup>ου</sup> συνδετήρα στην ακίδα P3.5 του ADuC812.

## Το Ολοκληρωμένο MAX232

Το MAX232 είναι ένα ολοκληρωμένο το οποίο έχει σκοπό να βοηθήσει στην σειριακή επικοινωνία του μικροελεγκτή με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έτσι θα πρέπει να κάνει μετάβαση από τα CMOS σήματα του μικροελεγκτή στα τα συνήθη σήματα του πρωτοκόλλου RS232.

Το λειτουργικό διάγραμμα του MAX232 μαζί με τον πίνακα αληθείας του απεικονίζονται παρακάτω:



Το ολοκληρωμένο αυτό περιλαμβάνει τρεις τομείς. Ένα μετατροπέα τάσης, RS232 οδηγούς, και RS232 δεκτές.

Ο μετατροπέας τάσης μετατρέπει την τάση +5V σε +10V και -10V. Ο μετατροπέας αυτός περιέχει ένα διπλασιαστή τάσης από τα +5V στα +10V και ένα αντιστροφέα τάσης από +10V στα -10V. Ο πυκνωτής C1 χρησιμοποιείται για τον διπλασιασμό της τάσης η οποία εφαρμόζεται στον C3 στην έξοδο V+. Μεσώ του πυκνωτή C2 γίνεται η αντιστροφή της τάσης. Τα -10V εφαρμόζονται στον C4 από την έξοδο V-.

Οι οδηγοί και οι δέκτες RS232 αναλαμβάνουν να μετατρέψουν τα CMOS σήματα σε RS232 συμβατά σήματα. Έτσι το CMOS λογικό "1" που είναι τα +5V

μετατρέπονται σε λογικό “1” της RS232 που είναι τα -10V. Αντίστοιχα το CMOS λογικό “0” που είναι τα 0V μετατρέπεται σε RS232 λογικό “0” που είναι τα +10V.

**Σημείωση :** Για να εργαστούμε με την σειριακή της κυρίως πλακέτας θα πρέπει οι βραχυκυκλωτήρες JMP1 και JMP2 του αναπτυξιακού να βραχυκυκλώνουν τα σημεία 2 και 3 καθώς έτσι τα CMOS σήματα του μικροελεγκτή θα κατευθυνθούν μεσώ του συνδετήρα COM2 στον ολοκληρωμένο MAX232 της κυρίως πλακέτας.

## Περιγραφή Παθητικών Στοιχείων

Οι συνδετήρες της κυρίως πλακέτας έχουν ως εξής:

### Συνδετήρας 1<sup>ος</sup> (CON1)

- 1<sup>ο</sup>. Συνδέεται η τάση Vdd (+5V). (MEMRST)
- 2<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 3<sup>ο</sup>. Συνδέεται η τάση Vdd (+5V). (MEMINT)
- 4<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 5<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 6<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 7<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 8<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 9<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 10<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 11<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 12<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 13<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 14<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 15<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 16<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 17<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 18<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 19<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.
- 20<sup>ο</sup>. Συνδέεται η έξοδος προσήμου από τον αισθητήρα ρεύματος (P1.2).
- 21<sup>ο</sup>. Ασύνδετο.

- 22°. Συνδέεται η έξοδος ρεύματος από τον αισθητήρα ρεύματος (P1.1/ADC1).
- 23°. Ασύνδετο.
- 24°. Συνδέεται η έξοδος τάσης από τον τελεστικό ενισχυτή AD627.(P1.0/ADC0).
- 25°. Ασύνδετο.
- 26°. Ασύνδετο.
- 27°. Ασύνδετο.
- 28°. Ασύνδετο.
- 29°. Ασύνδετο.
- 30°. Ασύνδετο.
- 31°. Ασύνδετο.
- 32°. Ασύνδετο.
- 33°. Ασύνδετο.
- 34°. Ασύνδετο.
- 35°. Ασύνδετο.
- 36°. Ασύνδετο.
- 37°. Ασύνδετο.
- 38°. Ασύνδετο.
- 39°. Ασύνδετο.
- 40°. Ασύνδετο.

### **Συνδετήρας 2<sup>ος</sup> (CON2)**

- 1°. Ασύνδετο.
- 2°. Ασύνδετο.
- 3°. Ασύνδετο.
- 4°. Ασύνδετο.
- 5°. Ασύνδετο.
- 6°. Ασύνδετο.
- 7°. Ασύνδετο.
- 8°. Ασύνδετο.
- 9°. Ασύνδετο.
- 10°. Ασύνδετο.
- 11°. Ασύνδετο.
- 12°. Ασύνδετο.
- 13°. Ασύνδετο.
- 14°. Ασύνδετο.

- 15°. Ασύνδετο.
- 16°. Ασύνδετο.
- 17°. Ασύνδετο.
- 18°. Ασύνδετο.
- 19°. Συνδέεται η είσοδος SHDN του αισθητήρα ρεύματος (P3.5).
- 20°. Ασύνδετο.
- 21°. Συνδέεται η διεύθυνση A2 του πολυπλέκτη (P3.4).
- 22°. Ασύνδετο.
- 23°. Συνδέεται η διεύθυνση A1 του πολυπλέκτη (P3.3).
- 24°. Ασύνδετο.
- 25°. Συνδέεται η διεύθυνση A0 του πολυπλέκτη (P3.2).
- 26°. Ασύνδετο.
- 27°. Συνδέεται το transmit in του MAX232 (TXD).
- 28°. Ασύνδετο.
- 29°. Συνδέεται το receive out του MAX232 (RXD).
- 30°. Ασύνδετο.
- 31°. Ασύνδετο.
- 32°. Ασύνδετο.
- 33°. Συνδέεται η τάση 5  $\overline{\text{EA}}$ .
- 34°. Ασύνδετο.
- 35°. Συνδέεται η γείωση GND. (DGND).
- 36°. Ασύνδετο.
- 37°. Συνδέεται η τάση τροφοδοσίας  $V_{DD}$  (VDD).
- 38°. Ασύνδετο.
- 39°. Συνδέεται η γείωση GND (AGND).
- 40°. Συνδέεται η τάση τροφοδοσίας  $V_{AA}$  (VAA).

### Συνδετήρας 3<sup>ος</sup> (CON3)

- 1°. Σύνδεση του αρνητικού πόλου του πρώτου στοιχείου και του αρνητικού ακροδέκτη του φορτίου μας.
- 2°. Ασύνδετο.
- 3°. Σύνδεση του θετικού πόλου του πρώτου στοιχείου και αρνητικού του δεύτερου
- 4°. Ασύνδετο.
- 5°. Σύνδεση του θετικού πόλου του δεύτερου στοιχείου και αρνητικού του τρίτου
- 6°. Ασύνδετο.

- 7° Σύνδεση του θετικού πόλου του τρίτου στοιχείου και αρνητικού του τέταρτου
- 8°. Ασύνδετο.
- 9° Σύνδεση του θετικού πόλου του τέταρτου στοιχείου και αρνητικού του πέμπτου
- 10°. Ασύνδετο.
- 11° Σύνδεση του θετικού πόλου του πέμπτου στοιχείου και αρνητικού του έκτου
- 12°. Ασύνδετο.
- 13° Σύνδεση του θετικού πόλου του έκτου στοιχείου
- 14°. Ασύνδετο.
- 15°. Σύνδεση του θετικού ακροδέκτη του φορτίου μας

### **Η Δίοδος ZENER (BZX)**

Η δίοδος ζενερ χρησιμοποιείται για την αποφυγή τάσης μεγαλύτερης των 5V στην είσοδο του ADC1. Έτσι αν για κάποιο λόγο ο αισθητήρας ρεύματος δώσει τιμή πάνω από 5V τότε το 1<sup>ο</sup> κανάλι του αναλογικού σε ψηφιακό μετατροπέα θα καταστραφεί. Με την δίοδο ζενερ η οποία έχει τάση ανάστροφης πόλωσης 5V θα αποφύγουμε αυτό το ενδεχόμενο καθώς η παραπάνω τάση μέσω αυτής θα περάσει στην γείωση.

### **Οι Δίοδοι D1 έως D6 (1N4001)**

Η δίοδοι D1 έως D6 χρησιμοποιούνται σαν προστασία στην είσοδο του 3<sup>ου</sup> συνδετήρα, προστατεύουν τον πολυπλέκτη από τυχόν ανάστροφη τοποθέτηση των τάσεων των στοιχείων.

### **Οι Αντιστάσεις R1 έως R14**

Οι αντιστάσεις R1 έως R12 έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε μαζί με τις αντιστάσεις R13 έως R14 να δημιουργούν έναν διαιρέτη τάσης. Ο διαιρέτης αυτός έχει λόγο υποβιβασμού  $7,5K/(7,5K+30K)=0,25$ . Τον διαιρέτη τάσης τον προκαλέσαμε επειδή δεν θέλουμε να εμφανιστεί στους ακροδέκτες του ολοκληρωμένου AD627 τάση πάνω από την τάση τροφοδοσίας του (+5V). Έτσι η μέγιστη τάση που θα εμφανισθεί στο AD627 είναι  $12*0,25=2,4V$ .

## **Ο Κώδικας Και Το Πρόγραμμα Της Εφαρμογής Μας**

Για την υλοποίηση της εφαρμογής μας κρίθηκε απαραίτητο η δημιουργία ενός κώδικα σε γλώσσα Assembly και ενός προγράμματος σε Visual Basic. Το πρώτο θα περιέχει τον κώδικα που θα εισάγουμε στον μικροελεγκτή μας και με βάση τον οποίο θα εργάζεται. Το δεύτερο θα έχει ως σκοπό την εμφάνιση των αποτελεσμάτων σε μορφή κατανοητή στο χρήστη έτσι ώστε να έχουμε την δυνατότητα να τα μελετήσουμε.

### **Ο Κώδικας Σε Assembly**

Το πρώτο πρόγραμμα μας έχει γραφτεί σε γλώσσα μηχανής (Assembly). Το αρχείο αυτό έχει κατάληξη .SAM. Μετά την συγγραφή του το πρόγραμμα αυτό περαστικέ από τον Metalink assembler(συμβολομεταφραστής) και μετατράπηκε σε δεκαεξαδική μορφή (Intel Hex συμβατό) με κατάληξη .HEX. Έπειτα αυτό το πρόγραμμα (κώδικας) εγκαταστάθηκε μέσω του WSD στον μικροελεγκτή. Ο κώδικας αυτός έχει σκοπό να κάνει τον μικροελεκτη να εργαστεί κατάλληλα ώστε να πάρει μετρήσεις από τους ADC τους και να μας μεταδώσει τις μετρήσεις διαμέσου της σειριακής θύρας στον υπολογιστή μας . Έτσι ο κώδικας μας έχει ο εξής:

```

$MOD812          :

CSEG

ORG 0000h

                JMP MAIN          ;εδώ κάνουμε άλμα στην διεύθυνση όπου βρίσκεται το
                                ;κύριος πρόγραμμα

ORG 0033h        ;σε αυτήν την διεύθυνση ανατρέχει το πρόγραμμα
                ;όταν τελειώσει μια μετατροπή και γίνει μια διακοπή
                ;από τους ADC (interrupt service routine του ADC)
    
```



```

MOV    A,ADCDATAH    ;εδώ τοποθετούμε τα δεδομένα του ADCDATAH
                        ;στον A

ANL    A,#00001111B  ;εδώ μηδενίζουμε τα τέσσερα πρώτα bit
                        ;του ADCDATAH τα οποία μας δείχνουν το κανάλι
                        ;του ADC

CALL   SENDVAL       ;Καλούμε την συνάρτηση sendval η οποία στέλνει την
                        ;διαμορφωμένη τιμή του A μέσω της σειριακής

MOV    A,ADCDAATAL   ;εδώ τοποθετούμε τα δεδομένα του ADCDAATAL
                        ;στον A

CALL   SENDVAL       ;Καλούμε την συνάρτηση sendval η οποία στέλνει την
                        ;διαμορφωμένη τιμή του A μέσω της σειριακής

      RETI

```

```

ORG 004Bh            ;σε αυτήν την διεύθυνση αρχίζει το κυρίως πρόγραμμα

MAIN:                ;εδώ δηλώνεται ότι αρχίζει το κυρίως πρόγραμμα

```

;στο παρακάτω κομμάτι ρυθμίζουμε τον επεξεργαστή ώστε να επικοινωνεί σωστά με  
; τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έτσι ρυθμίζουμε την σειριακή με BaudRate 9600,  
; χωρίς Parity, Data Bit 8 και Stop Bit 1 κάνοντας χρήση του χρονιστή 1 (timer 1)

```

MOV    SCON,#01010010B
MOV    TMOD,#00100000B
MOV    TCON,#01000000B
MOV    TH1,#0FDH

```

; εδώ δηλώνουμε ότι οι ADC θα τεθούν σε λειτουργία, ότι το ADC clock θα είναι το  
; κύριο clock/2 και ότι ο track hold χρόνος θα είναι ίσος με ένα ADC clock.

```

MOV    ADCCON1,#01100000B

```

;παρακάτω δηλώνουμε ότι θα χρησιμοποιήσουμε την διακοπή (interrupt ) του ADC

```

SETB   EA
SETB   EADC

```

; εδώ αρχίζει ένα βρόχος ο οποίος παίρνει μετρήσεις και μετά επαναλαμβάνετε

AGAIN:

MOV ADCCON2,#00H	;επιλέγουμε το κανάλι 0 από το οποίο θα ;παίρνουμε τις ;τάσεις των στοιχείων
MOV A,#23H	;εδώ στέλνουμε το σύμβολο “#” για να ;καταλάβει ο
CALL SENDCHAR	;υπολογιστής (το πρόγραμμα της Visual ;Basic) ότι θα στείλουμε το πρώτο ;προς μέτρηση στοιχείο.
ANL P3,#11100011B	;εδώ στέλνουμε στον εξωτερικό πολυπλέκτη ;εντολή για να έχει στα άκρα του καναλιού 0 ;την τάση του 1ου στοιχείου
CALL CONVERSION	;εδώ αρχίζει μια μετατροπή του ADC. Στο ;τέλος της μετατροπής θα προκληθεί μια ;διακοπή και ο επεξεργαστής θα διαβάσει ;την interrupt service routine
MOV A,#24H	;στέλνουμε το σύμβολο “\$”
CALL SENDCHAR	
ORL P3,#00000100B	;κανάλι 0, τάση 2ου στοιχείου
CALL CONVERSION	
MOV A,#25h	;στέλνουμε το σύμβολο “%”
CALL SENDCHAR	
XRL P3,#00001100B	;κανάλι 0, τάση 3ου στοιχείου
CALL CONVERSION	
MOV A,#26h	;στέλνουμε το σύμβολο “&”
CALL SENDCHAR	
ORL P3,#00001100B	;κανάλι 0, τάση 4ου στοιχείου
CALL CONVERSION	
MOV A,#27h	;στέλνουμε το σύμβολο “ ’ ”
CALL SENDCHAR	

```

XRL P3,#00011100B      ;κανάλι 0, τάση 5ου στοιχείου
CALL CONVERSION

MOV A,#28h              ;στέλνουμε το σύμβολο "("
CALL SENDCHAR

ORL P3,#00000100B      ;κανάλι 0, τάση 6ου στοιχείου
CALL CONVERSION

MOV A,#29h              ;στέλνουμε το σύμβολο ")" για να δείξουμε
CALL SENDCHAR           ;ότι θα ακολουθήσει το ρεύμα

ANL P3,#11011111B      ;θέτουμε σε λειτουργία τον αισθητήρα
                        ;ρεύματος

MOV ADCCON2,#00000001B ;θέτουμε το κανάλι 1 για να μετρήσουμε το
                        ;ρεύμα

CALL CONVERSION         ;(το κανάλι 1 είναι απευθείας συνδεδεμένο
                        ;με τον αισθητήρα ρεύματος).

JMP AGAIN               ;κάνουμε άλμα στην θέση AGAIN

```

---

;η παρακάτω συνάρτηση προκαλεί μια μετατροπή και έπειτα προκαλεί ADC  
;διακοπή(interrupt)

CONVERSION:

```

CALL DELAY              ;καθυστέρηση 100ms
SETB SCONV              ;αρχίζουμε μια απλή μετατροπή
CALL DELAY              ;καθυστέρηση 100ms

```

RET

---

;η παρακάτω συνάρτηση προκαλεί καθυστερήσει 100ms

DELAY:

```

MOV R7,#200             ;200 * 500us = 100ms
DLY1: MOV R6,#229       ;229 * 2.17us = 500us
      DJNZ R6,$         ;καθυστέρηση 500us
      DJNZ R7,DLY1     ;επανάληψη 200 φορές (100ms σύνολο)

```

RET

;

---

;η παρακάτω συνάρτηση στέλνει τα δεδομένα μας στην σειριακή αφού τα μετατρέψει  
;σε ACSII μορφή

SENDVAL:

```
PUSH  ACC
SWAP  A
CALL  HEX2ASCII
CALL  SENDCHAR
POP   ACC
PUSH  ACC
CALL  HEX2ASCII
CALL  SENDCHAR
POP   ACC
```

RET

;

---

;η παρακάτω συνάρτηση μετατρέπει τον A σε δυο χαρακτήρες ASCII

HEX2ASCII:

```
ANL  A,#00Fh
CJNE A,#00Ah,$+3
JC   IO0030
ADD  A,#007h
IO0030: ADD  A,'#0'
```

RET

;

---

;η παρακάτω συνάρτηση στέλνει το ASCII περιεχόμενο του A στην σειριακή θύρα.

SENDCHAR:

```
JNB  TI,$
CLR  TI
MOV  SBUF,A
```

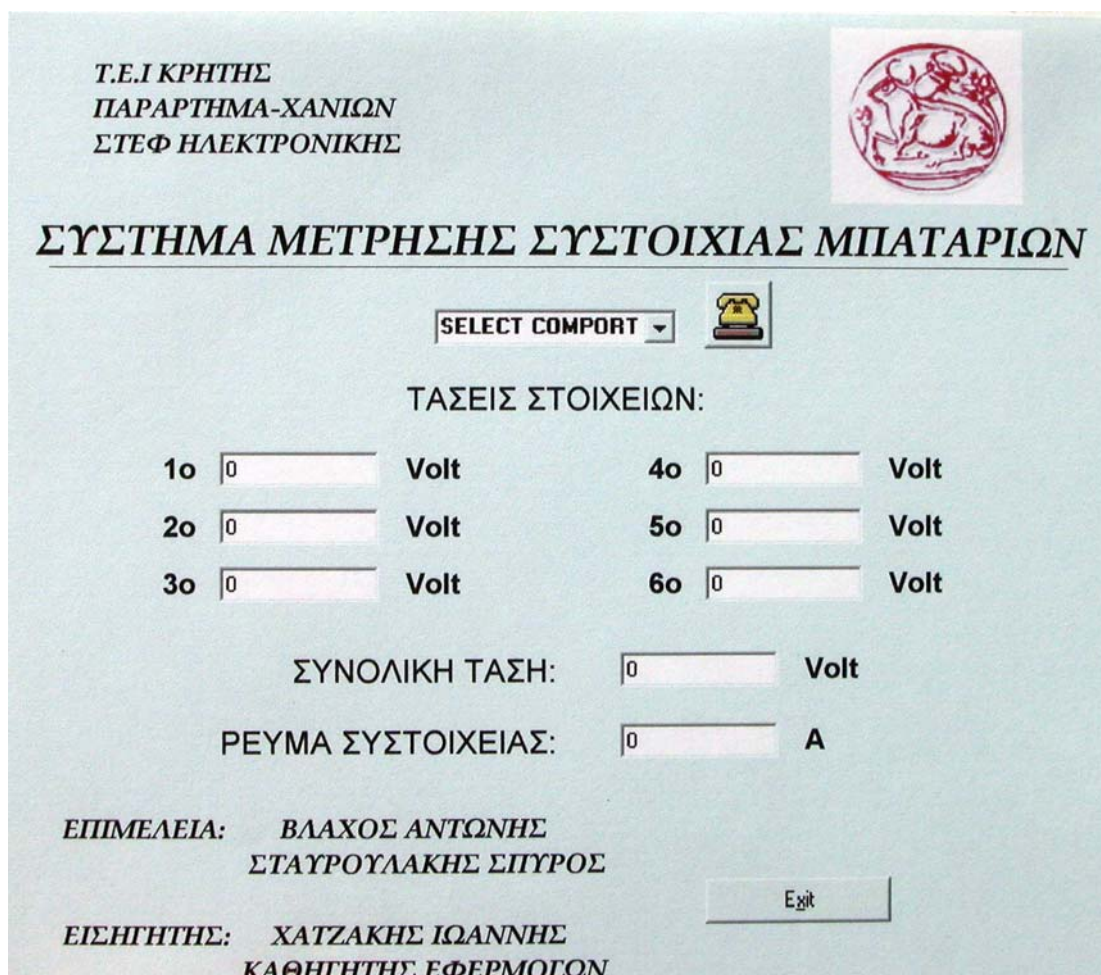
RET

END ;τέλος του κώδικα

## Πρόγραμμα Στην Visual Basic


### Το Panel Του Προγράμματος

Το δεύτερο πρόγραμμα μας το πραγματοποιήσαμε με την βοήθεια της Visual Basic. Με την χρήση της Visual γλώσσας καταφέραμε εύκολα και σύντομα να ολοκληρώσουμε ένα πρόγραμμα που θα επικοινωνεί σειριακά με τον μικροελεγκτή. Έτσι εμείς έχουμε την δυνατότητα να δεχόμαστε τις τιμές που συλλέγει ο μικροελεγκτής να τις επεξεργαζόμαστε και να τις αναλύουμε. Τα δεδομένα που θα απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή μας είναι οι τάσεις των στοιχείων (ξεχωριστά η κάθε μία), η συνολική τάση των στοιχείων και τέλος το ρεύμα που τα διαρρέει.



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-ΧΑΝΙΩΝ  
ΣΤΕΦ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

SELECT COMPORT 

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ:

1o  Volt      4o  Volt  
2o  Volt      5o  Volt  
3o  Volt      6o  Volt

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΑΣΗ:  Volt

ΡΕΥΜΑ ΣΥΣΤΟΙΧΕΙΑΣ:  A

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΒΛΑΧΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ  
ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΣΠΥΡΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΤΖΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΕΡΜΟΓΩΝ

Exit

Θα πρέπει να επισημάνουμε αρχικά πως έχουμε την δυνατότητα επιλογής της σειριακής πόρτας πατώντας στο πλαίσιο που λέει επιλογή σειριακής (Select Com). Σε αυτό το σχήμα διακρίνουμε επίσης τα πλαίσια μέσα στα οποία θα μπαίνουν οι τιμές των τάσεων και των έξη στοιχείων , η συνολική τους τάση όπως και το ρεύμα

που τα διαρρέει.. Τέλος για να αποχωρήσουμε από το πρόγραμμα πατάμε το πλήκτρο εξόδου (Exit).

## Ο Κώδικας Του Προγράμματος

Το Panel δεν μπορεί να λειτουργήσει από μόνο του. Οι λειτουργίες του στηρίζονται κυρίως στον κώδικα που έχουμε γράψει και μπορούμε να πούμε πως είναι “πίσω” από το Panel. Ο κώδικας είναι ο παρακάτω.

```
Dim strmesa As String
Dim tash1 As Single
Dim tash2 As Single
Dim tash3 As Single
Dim tash4 As Single
Dim tash5 As Single
Dim tash6 As Single
Dim tashreumatosis As Single
```

Σε αυτό το κομμάτι ορίσαμε τις μεταβλητές μας.

```
Private Sub Form_load()
    Combo1.AddItem "com1"
    Combo1.AddItem "com2"
    Combo1.AddItem "com3"
    Combo1.AddItem "com4"
End Sub
```

Ξεκινώντας το πρόγραμμα θέτει τις επιλογές com1,com2,com3,com4 στο ελεγκτήριο Combo1

```
Private Sub Combo1_click()
    Select Case Combo1.Text
```

Είναι η ρουτίνα επιλογής της σειριακής θύρας μέσω του ελεγκτηρίου Combo1

```
Case "com1"
    If (MSComm1.PortOpen = True) Then
        MSComm1.PortOpen = False
    End If
    MSComm1.CommPort = 1
    MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
    MSComm1.PortOpen = True
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο χρήστης έχει επιλέξει την Com1. Αν ναι την ρυθμίζει με Baud Rate 9600, με Parity κανένα Data Bit 8 και Stop Bits 1 και την ανοίγει.

```
Case "com2"
    If (MSComm1.PortOpen = True) Then
        MSComm1.PortOpen = False
    End If
    MSComm1.CommPort = 2
    MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
    MSComm1.PortOpen = True
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο χρήστης έχει επιλέξει την Com2. Αν ναι την ρυθμίζει με Baud Rate 9600, με Parity κανένα Data Bit 8 και Stop Bits 1 και την ανοίγει.

```

Case "com3"
  If (MSComm1.PortOpen = True) Then
    MSComm1.PortOpen = False
  End If
  MSComm1.CommPort = 2
  MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
  MSComm1.PortOpen = True
    
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο χρήστης έχει επιλέξει την Com3. Αν ναι την ρυθμίζει με Baud Rate 9600, με Parity κανένα Data Bit 8 και Stop Bits 1 και την ανοίγει

```

Case "com4"
  If (MSComm1.PortOpen = True) Then
    MSComm1.PortOpen = False
  End If
  MSComm1.CommPort = 2
  MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
  MSComm1.PortOpen = True
    
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο χρήστης έχει επιλέξει την Com4. Αν ναι την ρυθμίζει με Baud Rate 9600, με Parity κανένα Data Bit 8 και Stop Bits 1 και την ανοίγει

End Select

End Sub

Private Sub MSComm1\_OnComm()

strmesa = MSComm1.Input

Select Case strmesa

```

Case "#"
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input
  tash1 = metatropi(strmesa)
  Text1.Text = tash1
  MSComm1.InputLen = 1
    
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει την τάση του πρώτου στοιχείου. Αν ναι την μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και την τοποθετούμε στο πλαίσιο text1

```

Case "$"
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input
  tash2 = metatropi(strmesa)
  Text2.Text = tash2
  MSComm1.InputLen = 1
    
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει την τάση του δεύτερου στοιχείου. Αν ναι την μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και την τοποθετούμε στο πλαίσιο text2

```

Case "%"
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input
  tash3 = metatropi(strmesa)
  Text3.Text = tash3
  MSComm1.InputLen = 1
    
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει την τάση του τρίτου στοιχείου. Αν ναι την μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και την τοποθετούμε στο πλαίσιο text3

```

Case "&"
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input
  tash4 = metatropi(strmesa)
  Text4.Text = tash4
  MSComm1.InputLen = 1
    
```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει την τάση του τέταρτου στοιχείου. Αν ναι την μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και την τοποθετούμε στο πλαίσιο text4

```

Case ""
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input
  tash5 = metatropi(strmesa)
  Text5.Text = tash5
  MSComm1.InputLen = 1

```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει την τάση του πέμπτου στοιχείου. Αν ναι την μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και την τοποθετούμε στο πλαίσιο text5

```

Case "("
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input
  tash6 = metatropi(strmesa)
  Text6.Text = tash6
  MSComm1.InputLen = 1

```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει την τάση του έκτου στοιχείου. Αν ναι την μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και την τοποθετούμε στο πλαίσιο text6

```

Case ")"
  MSComm1.InputLen = 4
  strmesa = MSComm1.Input

  tashreumatosis = metatropi(strmesa)
  reuma = 10 * tashreumatosis / 2
  Text7.Text = reuma
  MSComm1.InputLen = 1

```

Εδώ ελέγχουμε αν ο μικροελεγκτής μας στέλνει το ρεύμα τις συστοιχίας. Αν ναι το μετατρέπουμε από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό και το τοποθετούμε στο πλαίσιο text7

End Select

```

Text14.Text = tash1 + tash2 + tash3 + tash4 + tash5 + tash6

```

Εδώ αθροίζουμε τις τάσεις και το αποτέλεσμα μπαίνει στο πλαίσιο text14

End Sub

```

Private Sub Command1_Click()
  If (MSComm1.PortOpen = True) Then
    MSComm1.PortOpen = False
  End If
  Unload Form1
End Sub

```

Με το πάτημα του κουμπιού Command1 (exit) κλείνουμε τις σειριακές θύρες και βγαίνουμε από το πρόγραμμα.

----- Με την συνάρτηση metatropi διαμορφώνουμε τα δεδομένα μας ώστε να εμφανίζονται σωστά. -----

```

Function metatropi(hexold As String) As String
  Dim decold As String
  Dim decnew As String
  decold = BaseConvert(hexold, 16, 10)
  If decold = "Error" Then
    decold = 0
  End If
  decnew = 2.5 * decold / 4095
  metatropi = Format(decnew, "0.000")

```



End Function

---

----- Με την συνάρτηση BaseConvert αλλάζουμε αριθμητική βάση στα δεδομένα.-----  
 ----- μας (για την συγκεκριμένη εφαρμογή από δεκαεξαδικό σε δεκαδικό). -----

Function BaseConvert(NumIn As String, BaseIn As Byte, BaseOut As Byte) As String

'Binary = Basis 2  
 'Oktal = Basis 8  
 'Decimal = Basis 10  
 'Hexadecimal = Basis 16

Dim i As Integer, CurrentCharacter As String, CharacterValue As Integer  
 Dim PlaceValue As Integer, RunningTotal As Double, Remainder As Double  
 Dim BaseOutDouble As Double, NumInCaps As String

If NumIn = "" Or BaseIn < 2 Or BaseIn > 36 Or BaseOut < 1 Or BaseOut > 36  
 Then  
     BaseConvert = "Error"  
     Exit Function  
 End If

NumInCaps = UCase(NumIn)

PlaceValue = Len(NumInCaps)

For i = 1 To Len(NumInCaps)  
     PlaceValue = PlaceValue - 1  
     CurrentCharacter = Mid\$(NumInCaps, i, 1)  
     CharacterValue = 0

If Asc(CurrentCharacter) > 64 And Asc(CurrentCharacter) < 91 Then  
     CharacterValue = Asc(CurrentCharacter) - 55  
 End If

If CharacterValue = 0 Then  
     If Asc(CurrentCharacter) < 48 Or Asc(CurrentCharacter) > 57 Then  
         BaseConvert = "Error"  
         Exit Function  
     Else  
         CharacterValue = Val(CurrentCharacter)  
     End If  
 End If

If CharacterValue < 0 Or CharacterValue > BaseIn - 1 Then  
     BaseConvert = "Error"  
     Exit Function  
 End If  
 RunningTotal = RunningTotal + CharacterValue \* (BaseIn ^ PlaceValue)

Next i

Do

BaseOutDouble = CDbI(BaseOut)

Remainder = RunningTotal - (Int(RunningTotal / BaseOutDouble)\*  
BaseOutDouble)

RunningTotal = (RunningTotal - Remainder) / BaseOut

If Remainder >= 10 Then

CurrentCharacter = Chr\$(Remainder + 55)

Else

CurrentCharacter = Right\$(Str\$(Remainder), Len(Str\$(Remainder)) - 1)

End If

BaseConvert = CurrentCharacter & BaseConvert

Loop While RunningTotal > 0

End Function

---

# *Παράρτημα*