

Α.Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
< ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
ΣΕ ΜΙΝΙΑΤΟΥΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ >**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ ΜΑΡΚΟΣ

ΜΑΝΟΥΣΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΠΟΥΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΜΑΪΟΣ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ

- 1.1 Ποιος είναι ο σκοπός της εργασίας.....
- 1.2 Τι είναι αυτό που πρέπει να πετύχουμε.....
- 1.3 Εγχειρίδιο σπουδαστών.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ 0-24 V

- 2.1 Τύποι τροφοδοτικών
- 2.2 Ανάλυση λειτουργίας κυκλώματος ρυθμιζόμενου
τροφοδοτικού
- 2.3 Σχέδιο τροφοδοτικού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΣΗ ΣΤΟ LABVIEW

- 3.1 Γενικά για το labview
- 3.2 Το μενού του labview
- 3.3 Τα εργαλεία του labview
- 3.4 Μενού συναρτήσεων στο labview

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LABVIEW ΓΙΑ ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

- 4.1 Η γενική δομή ενός συστήματος λήψης μετρήσεων με Η/Υ.....
- 4.2 Μετατροπή φυσικών μεγεθών σε ηλεκτρικό μέγεθος.....
- 4.3 Κόστος- ωφέλεια από την ενσωμάτωση του Η/Υ στο σύστημα μέτρησης.....
- 4.4 Οι κάρτες εισόδου- εξόδου και το σύστημα του Η/Υ.....
- 4.5 Οι κάρτες I/O. Γενικές προδιαγραφές.....
- 4.6 Σχεδίαση ενός συστήματος αυτοματοποιημένων μετρήσεων.....
- 4.7 Παραλαβή και εγκατάσταση της κάρτας I/O.....
- 4.8 Τεχνικές μετρήσεων με τις κάρτες I/O.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η ΚΑΡΤΑ PLC 6008 HG

- 5.1 Στοιχεία για την κάρτα PLC 6008 HG.....
- 5.2 Αξεσουάρ της οικογένειας καρτών.....
- 5.3 Data sheet εξαρτημάτων.....

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με αργά και σταθερά βήματα η Ελληνική Βιομηχανία έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί και να εγκαθιστά σύγχρονα συστήματα ελέγχου. Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές - το καλύτερο αυτόνομο εργαλείο ελέγχου- έχουν αρχίσει να αντικαθιστούν στα εργοστάσια της χώρας μας τα συμβατικά συστήματα αυτοματισμού με τα γνωστά βοηθητικά ρελέ και τους χρονοδιακόπτες. Οι εν λόγω προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές έχουν τη δυνατότητα να διασυνδέονται μεταξύ τους με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων, πληροφοριών και διαταγών ελέγχου. Τα διασυνδεδεμένα αυτά συστήματα προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών προσφέρουν ευελιξία, διαφάνεια και αποτελεσματικό συντονισμό όλων των τμημάτων μίας εκτεταμένης βιομηχανικής διαδικασίας.

Στην περιοχή των Βιομηχανικών Δικτύων για διασύνδεση προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών και βιομηχανικών υπολογιστών, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια πολλά παρεμφερή προϊόντα τόσο από Ευρωπαϊκές όσο και από Αμερικανικές Εταιρίες Αυτοματισμού. Συνεπώς, τα βιομηχανικά δίκτυα υπολογιστών σε συνδυασμό με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές(plc) θα μπορούν να εξασφαλίζουν δικτυακή απόκριση σε πραγματικό χρόνο και υψηλή αξιοπιστία λειτουργίας. Εδώ εισάγεται η έννοια των δικτύων επικοινωνίας, τα οποία χαρακτηρίζονται από τις τοπολογίες και τα πρότυπά τους.

Ειδικότερα όσον αφορά τα βιομηχανικά δίκτυα ορισμένα από τα πλεονεκτήματα απόρροια αυτής της πρακτικής διασύνδεσης είναι τα ακόλουθα:

- Σημαντική μείωση του κόστους καλωδίωσης
- Ελάττωση του όγκου των χειριστηρίων ελέγχου χάρη στην αποκέντρωση και στη χρήση των οθόνων που συντελείτε
- Μείωση των επιπρόσθετων εξαρτημάτων διασύνδεσης\
- Χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- Λειτουργική αξιοπιστία
- Κεντρική επεξεργασία και συγκέντρωση δεδομένων
- Μεγαλύτερη παραγωγικότητα

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας μας είναι να παρουσιάσουμε ένα εκπαιδευτικό πείραμα ροής ισχύος, και να κάνουμε ένα ερευνητικό στην απόδοση των κινητήρων.

1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΕΤΥΧΟΥΜΕ

Πιο αναλυτικά ο στόχος της πτυχιακής ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου βιομηχανικού δικτύου στο οποίο συνδέεται ένα τροφοδοτικό δίκης μας κατασκευής στο δίκτυο 230 V / 50 HZ και μας δίνει στην έξοδο 0 έως 24 V. Στην συνέχεια τροφοδοτεί ένα ζεύγος κινητήρων όπου ο ένας λειτουργεί ως κινητήρας και ο άλλος σαν γεννήτρια, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός κομπλερ.

Το μοτέρ το οποίο λειτουργούμε ως κινητήρα τροφοδοτείτε μέσω μιας ψηφιακής εισόδου από τον υπολογιστή, και μέσω ενδιάμεσων κυκλωμάτων του LM 741 και του ζεύγους Darlington. Η γεννήτρια μας είναι συνδεδεμένη με την αναλογική είσοδο της κάρτας μας έτσι ώστε να μπορούμε να λαμβάνουμε την τάση και το ρεύμα που παράγει η γεννήτρια μας ανά πάσα στιγμή.

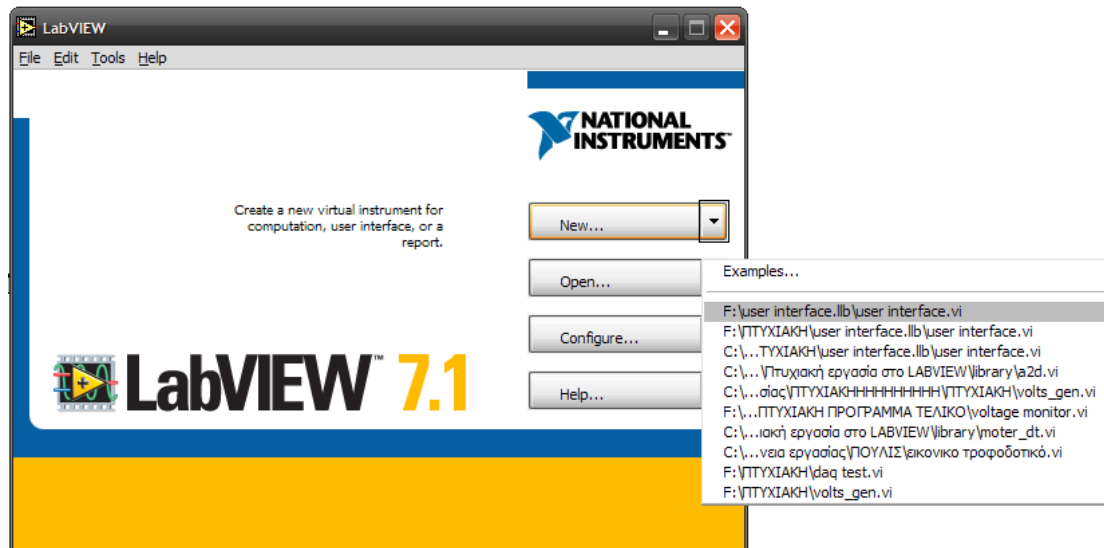
1.3 ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ

Για να ξεκινήσει κάποιος το σύστημα, έτσι ώστε να πάρει τις μετρήσεις που θέλει πρέπει να ακολουθήσει τις εξής διαδικασίες :

- 1) Ανοίγουμε το πρόγραμμα του labview:

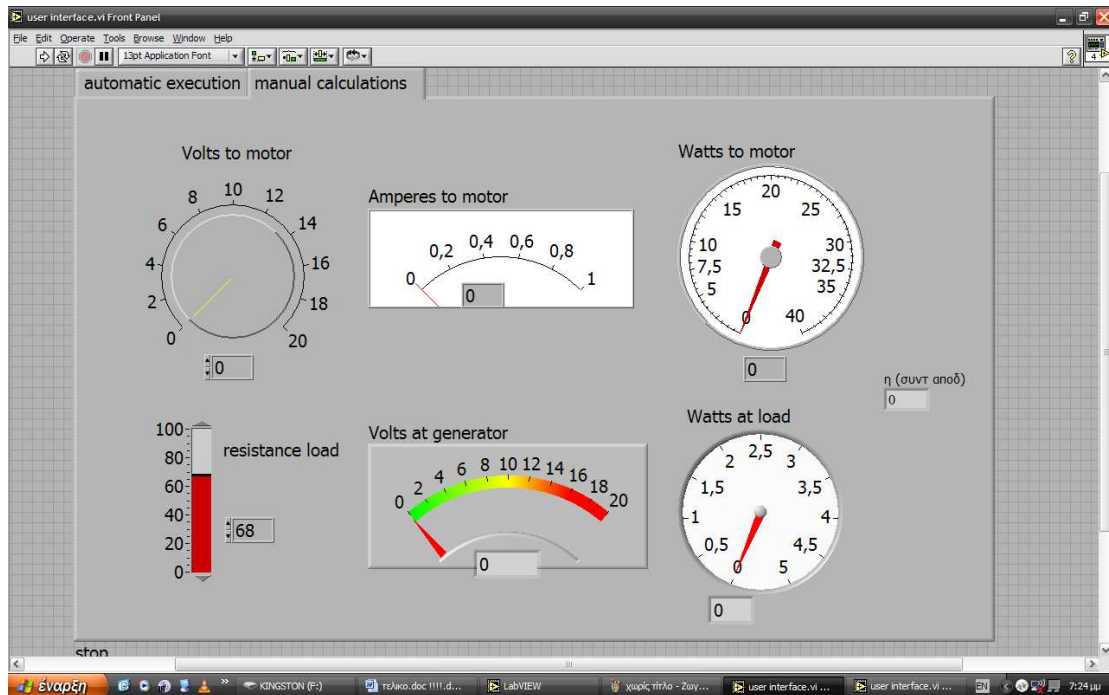


2) Στη συνέχεια πατάμε το open και επιλέγουμε το VI user interface:

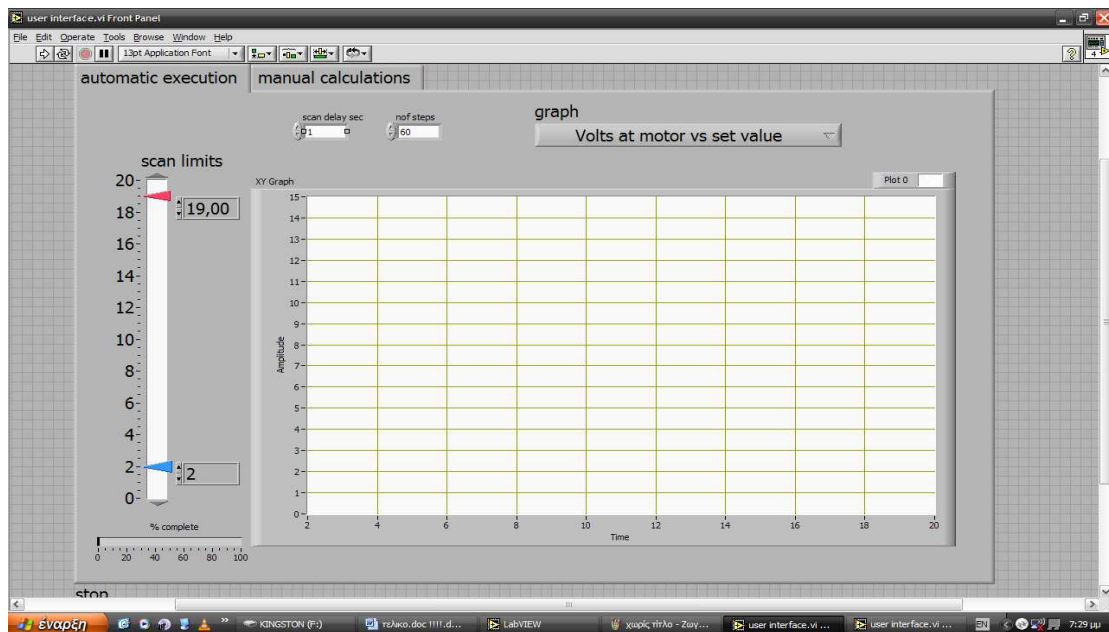


3) Αφού επιλέξουμε το VI user interface ανοίγει το πρόγραμμα μας, το οποίο έχει δυο επιλογές α) Την χειροκίνητη λειτουργία και β) Την αυτόματη λειτουργία:

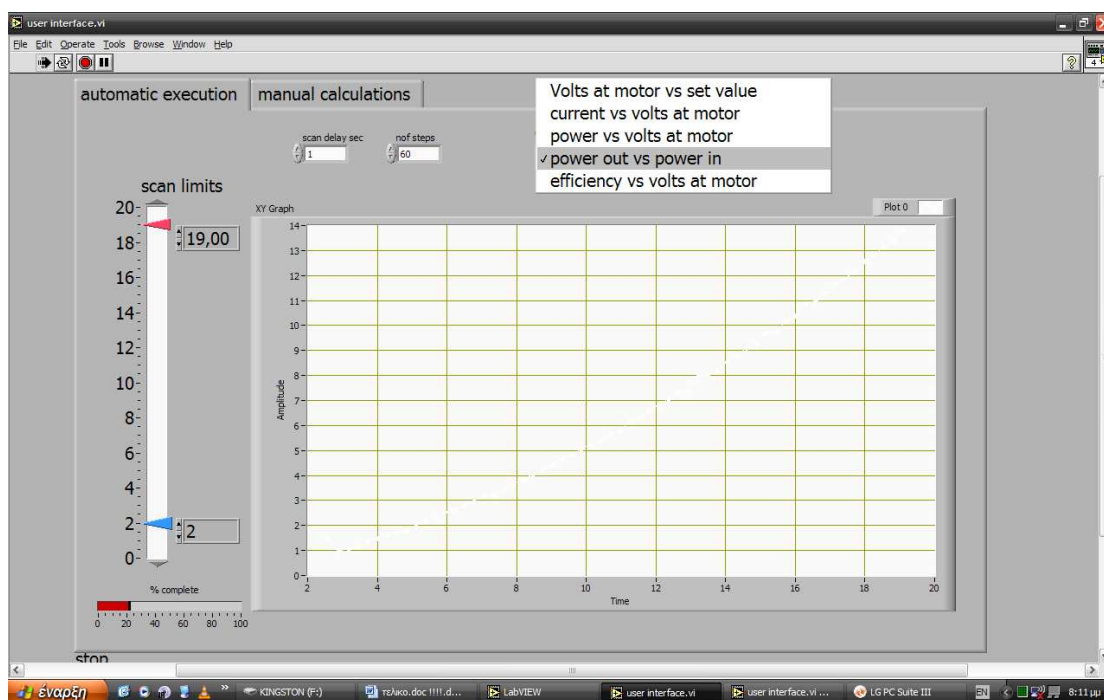
A) Χειροκίνητη λειτουργία:



B) Αυτόματη λειτουργία:

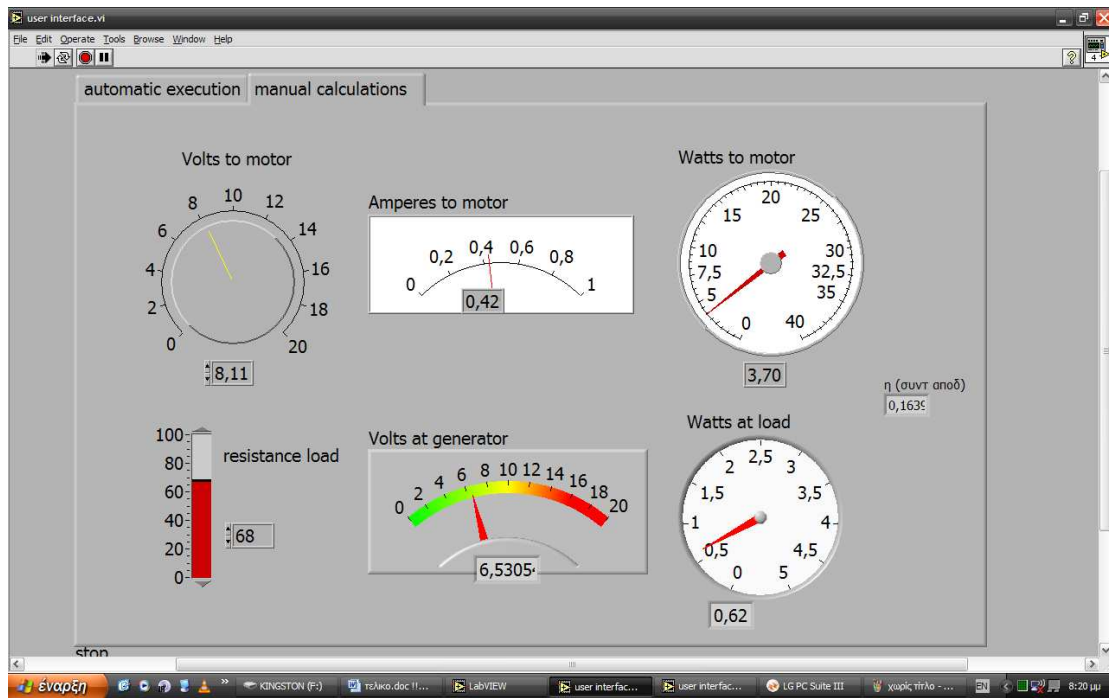


4) Για να τρέξει κάποιος το πρόγραμμα στην αυτόματη λειτουργία δεν έχει παρά να πατήσει το πλήκτρο run αφού πρώτα έχει επιλέξει μια από τις κυματομορφές που θέλει να δει:



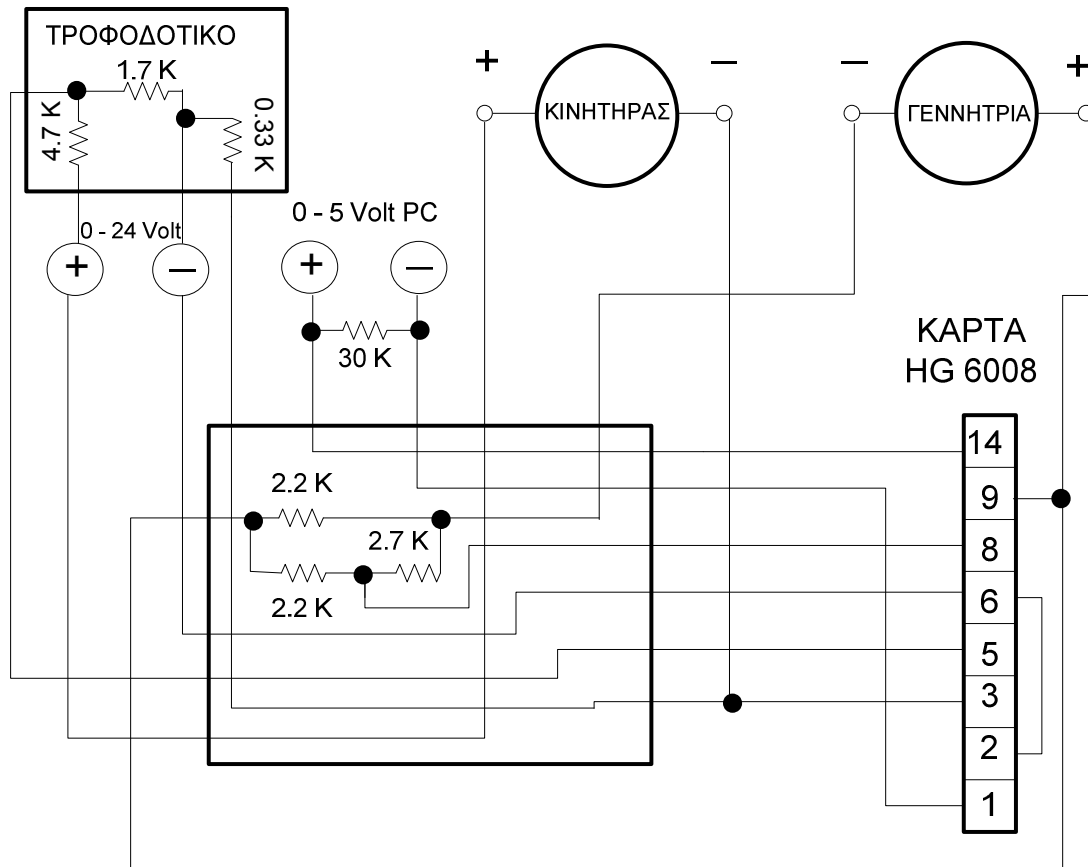
Αφού τελειώσει η αυτόματη εκτέλεση του προγράμματος σου βγάζει την κυματομορφή που έχεις επιλέξει.

5) Στην **χειροκίνητη λειτουργία** πατάμε πάλι το πλήκτρο run για να ξεκινήσουμε το πρόγραμμα και στη συνέχεια με το ποτενσιόμετρο (Volts to motor) ρυθμίζουμε την τάση σε μια συγκεκριμένη τιμή π.χ 8,11 Volt (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα) και μας δείχνει το ρεύμα στο κινητήρα, το ρεύμα στη γεννήτρια, την ισχύ στον κινητήρα, την ισχύ στο φορτίο και τον βαθμό απόδοσης του συστήματος.



Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο ένα από τα καλώδια της καλωδιωταινίας αποσυνδεθεί από το USB με τη βοήθεια της παρακάτω φωτογραφίας και του ηλεκτρολογικού σχεδίου που ακολουθεί είναι πολύ εύκολο να το ξανά συνδέσετε.

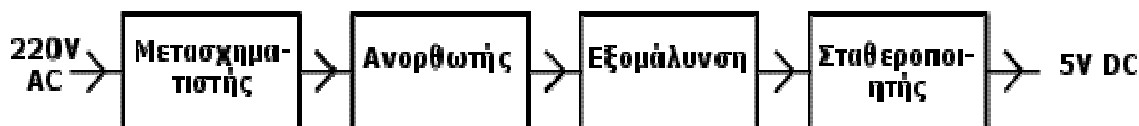




Σχέδιο σύνδεσης τροφοδοτικού- κάρτας- (κινητήρα και γεννήτριας)

2.1 Τύποι τροφοδοτικών

Υπάρχουν πολλοί τύποι τροφοδοτικών. Τα περισσότερα είναι σχεδιασμένα να μετατρέπουν υψηλή τάση AC σε μία κατάλληλη χαμηλότερη ώστε να τροφοδοτήσουμε ηλεκτρονικά κυκλώματα και συσκευές. Το σύνολο του τροφοδοτικού μπορεί να απεικονιστεί σε μπλοκ διάγραμμα όπως φαίνεται παρακάτω.



Μπλοκ Διάγραμμα ενός συστήματος σταθεροποιημένου τροφοδοτικού

Μετασχηματιστής: Ρυθμίζει την στάθμη AC μετασχηματίζοντας την κυρίως τάση (220V) σε μικρότερη ή μεγαλύτερη
Ανορθωτής: Είναι το πρώτο στάδιο της μετατροπής της εναλλασσόμενης τάσης (AC) σε συνεχή τάση (DC)

Εξομάλυνση: Μειώνει την κυμάτωση της DC τάσης που εμφανίζεται μετά την ανόρθωση

Σταθεροποιητής: Εξαλείφει την κυμάτωση διατηρώντας σταθερή τάση εξόδου ανεξάρτητα από τις μεταβολές του ρεύματος

Ας ξεκινήσουμε να κατασκευάζουμε θεωρητικά ένα τροφοδοτικό, να δούμε από ποια εξαρτήματα αποτελείται και ποιος ο ρόλος του καθενός.

Μετασχηματιστής

Ο μετασχηματιστής εκμεταλλεύεται τους νόμους της επαγωγής και μετασχηματίζει τα στοιχεία του ρεύματος, την τάση V και την ένταση I . Λειτουργεί μόνο με τάση AC και αποτελείται από δύο ή περισσότερα τυλίγματα, το πρωτεύον που τροφοδοτείται από την τάση του δικτύου και το δευτερεύον ή τα δευτερεύοντα τα οποία δίνουν μικρότερες ή μεγαλύτερες τάσεις.

Τα τυλίγματα τυλίγονται γύρω από ένα υλικό με βάση το σίδηρο, τον πυρήνα, που βοηθάει τον μετασχηματισμό αυξάνοντας την αυτεπαγωγή.

Αν το δευτερεύον δίνει μεγαλύτερη τάση έχουμε μετασχηματιστές ανύψωσης τάσης, αν το δευτερεύον δίνει μικρότερη τάση έχουμε τους μετασχηματιστές υποβιβασμού τάσης και τέλος αν τα δευτερεύοντα δίνουν και και μεγαλύτερες και μικρότερες τάσεις από την τάση του δικτύου τότε έχουμε τους μικτούς μετασχηματιστές. Οι μετασχηματιστές σπαταλούν πολύ λίγη ενέργεια οπότε η ενέργεια εξόδου είναι σχεδόν ίση με την ενέργεια εισόδου. Η απόδοση ενός μετασχηματιστή φτάνει από 80% μέχρι 95% ενώ το υπόλοιπο είναι απώλειες (δινορεύματα, υστέρησης, σκέδασης κ.ά.). Η αναλογία των σπειρών κάθε τυλίγματος καθορίζει τις τάσεις του μετασχηματιστή. Ένας μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης έχει πολλές σπείρες στο πρωτεύον τύλιγμα που συνδέεται στην κυρίως τάση (220V), και λίγες σπείρες στο δευτερεύον που παρέχει την χαμηλή τάση εξόδου.

$$n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

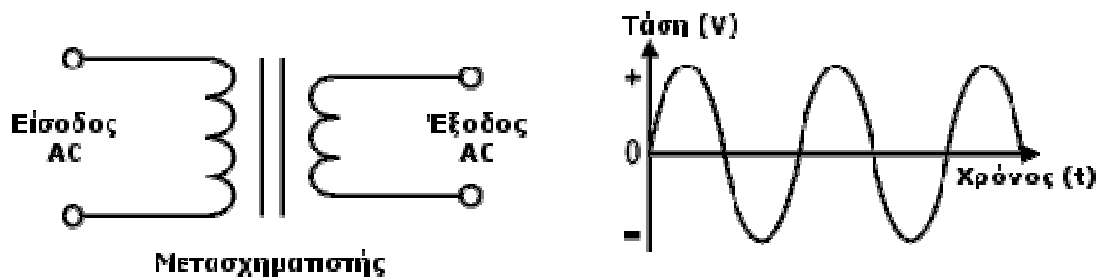
Όπου:

V₁: Τάση στο πρωτεύον

V₂ : Τάση στο δευτερεύον

N₁ : Αριθμός σπειρών στο πρωτεύον

N₂ : Αριθμός σπειρών στο δευτερεύον

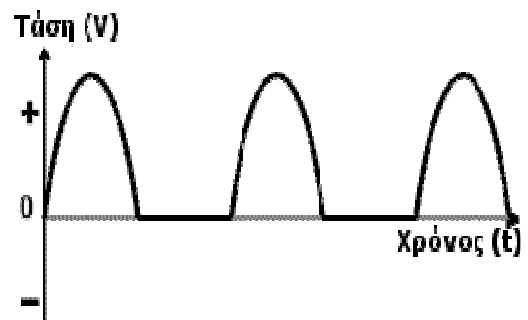
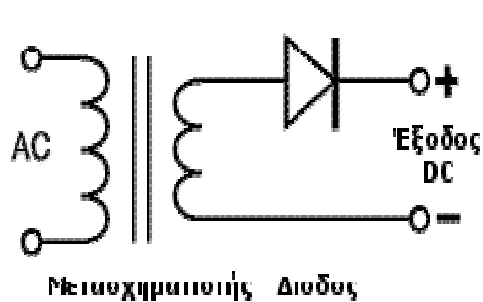


Ανορθωτής

Όπως αναφέραμε, ο ανορθωτής είναι το πρώτο στάδιο της μετατροπής της εναλλασσόμενης τάσης (AC) σε συνεχή τάση (DC - ρεύμα που "κυλάει" προς μία μόνο φορά), η οποία περιέχει όμως και μία εναλλασσόμενη συνιστώσα (alternating component) 50Hz για την μισή ανόρθωση και 100Hz για την πλήρη ανόρθωση, την οποία θα φιλτράρουμε παρακάτω με έναν πυκνωτή. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συνδεσμολογίας διόδων για να πραγματοποιηθεί ένας ανορθωτής. Ο πιο σημαντικός και συνηθισμένος είναι η "διπλή ανόρθωση με γέφυρα" και προσφέρει ανόρθωση πλήρους κύματος. Ανόρθωση πλήρους κύματος επιτυγχάνεται επίσης και με δύο διόδους σε έναν μετασχηματιστή με μεσαία λήψη αλλά αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σπάνια.

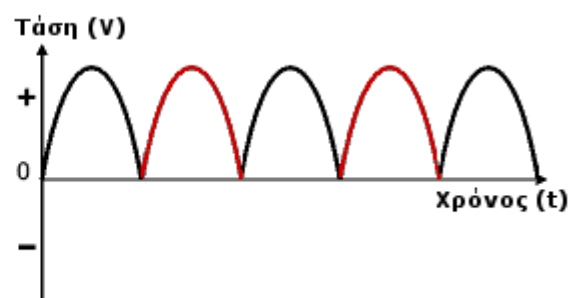
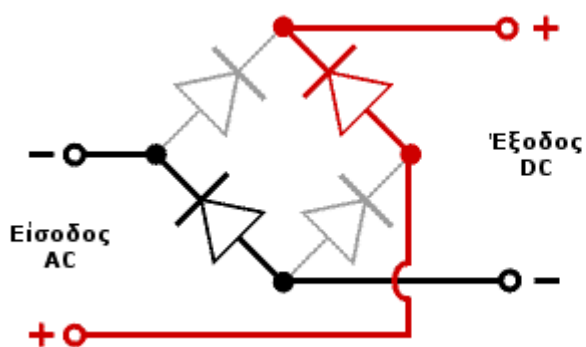
Απλή ανόρθωση

Μία μόνο διάδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ανορθωτής αλλά η διάδος άγει μόνο κατά την διάρκεια της θετικής ημιπεριόδου. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει ρεύμα μόνο για το μισό της περιόδου και το κύκλωμα ονομάζεται ανορθωτής μισού κύματος.



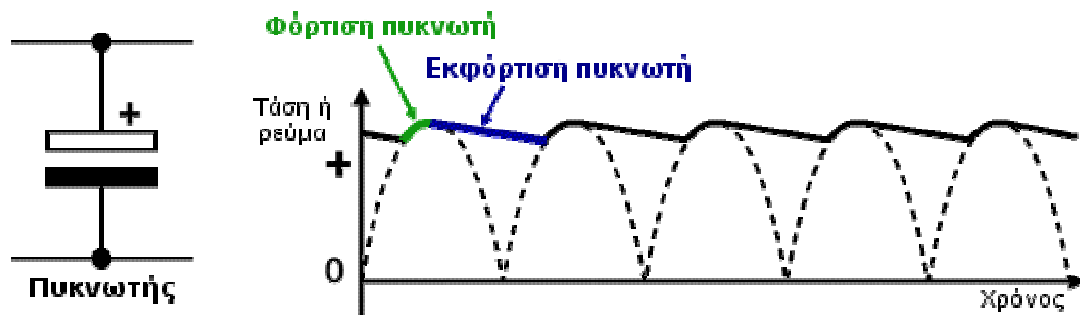
Διπλή ανόρθωση με γέφυρα

Η ανόρθωση με γέφυρα αποτελείται από 4 διόδους και κυκλοφορεί στον εμπόριο σαν ένα εξάρτημα αλλά μπορεί επίσης να κατασκευαστεί με 4 διόδους. Ονομάζεται ανορθωτής πλήρους κύματος γιατί οι διόδοι άγουν ανά δύο σε κάθε ημιπερίοδο (αρνητική και θετική) του σήματος εισόδου. Το κύριο χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης ανόρθωσης είναι ότι χρησιμοποιείται μετασχηματιστής χωρίς μεσαία λήψη. Επίσης κάθε διόδος έχει στα άκρα της κατά την ανάστροφη περίοδο την τάση του μετασχηματιστή.

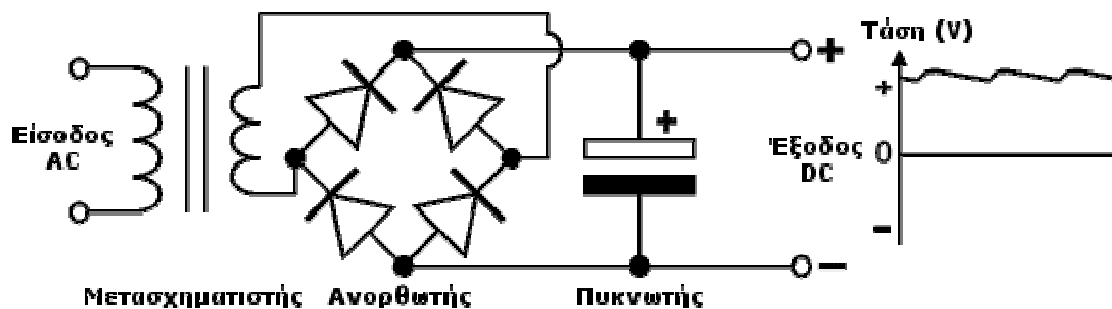


Εξομάλυνση

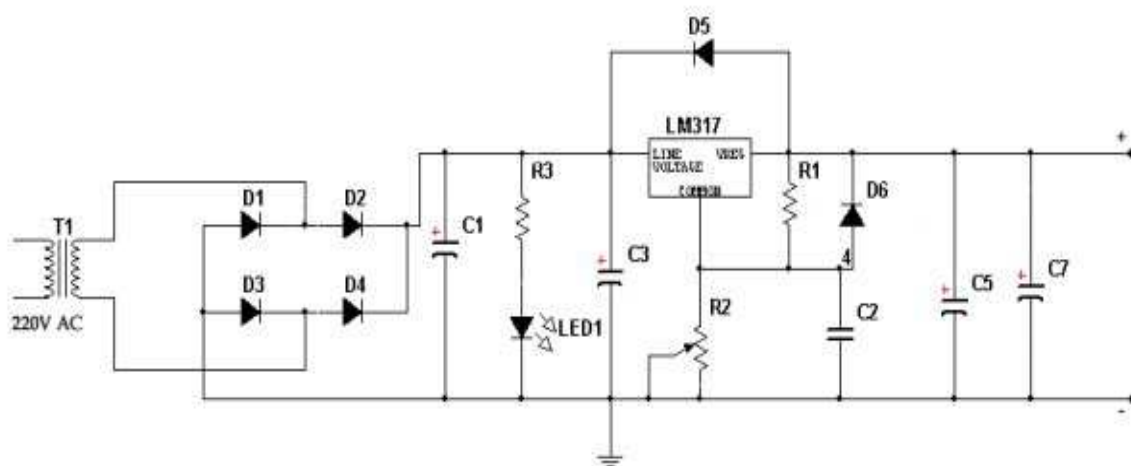
Η εξομάλυνση (φιλτράρισμα) επιτυγχάνεται με ένα ηλεκτρολυτικό πυκνωτή μεγάλης χωρητικότητας συνδεδεμένο παράλληλα με το φορτίο. Ο πυκνωτής αποθηκεύει ενέργεια (γρήγορη φόρτιση) κατά τη διάρκεια της περιόδου αγωγής και την αποδίδει την ενέργεια στο φορτίο (εκφόρτιση) κατά τη διάρκεια της περιόδου μη αγωγής. Η εξομάλυνση αυξάνει την μέση τάση DC ($1.41 \times \text{RMS}$). Για παράδειγμα 12V RMS AC μετά από ανορθωτή πλήρους κύματος θα μειωθούν περίπου σε 10.6V RMS DC (τα 1.4V θα χαθούν λόγω πτώση τάσης στις διόδους - 0.66V ανά δίοδο πιο συγκεκριμένα). Με την τοποθέτηση του πυκνωτή εξομάλυνσης θα έχουμε $10.6 \times 1.41 = 14.9\text{V}$ DC. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την μη φιλτραρισμένη κυμάτωση DC (διακεκομμένη γραμμή) και την φιλτραρισμένη (έντονη γραμμή).



Μετασχηματιστής + Ανορθωτής + Πυκνωτ



Ρυθμιζόμενο Τροφοδοτικό με LM317



Μετασχηματιστής

Ας ξεκινήσουμε με πρώτο σκέλος τον υποβιβασμό τάσης μέσω μετασχηματιστή (M/T):

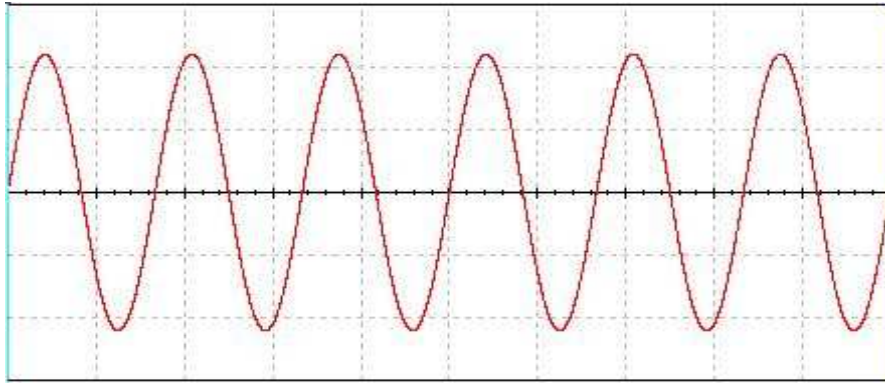
Ανάλογα με τις απαιτήσεις του καθενός πρέπει να επιλέξουμε έναν μετασχηματιστή υποβιβασμού του δικτύου (220V) σε μια τάση πχ.:24V. Αυτός ο M/T θα παίρνει στο πρωτεύον του μια τάση δικτύου της τάξεως των 220V και θα την υποβιβάζει σε μια επιθυμητή τάση ανάλογη των απαιτήσεων μας. Τώρα ανάλογα με την ισχύ που θέλουμε (W) πρέπει να επιλέξουμε εκτός της τάσης του δευτερεύοντος του M/T το ρεύμα το οποίο μπορεί να μας παρέχει (A).

Για συγκεκριμένο παράδειγμα θα πάρουμε ένα M/T 24V, 5A:

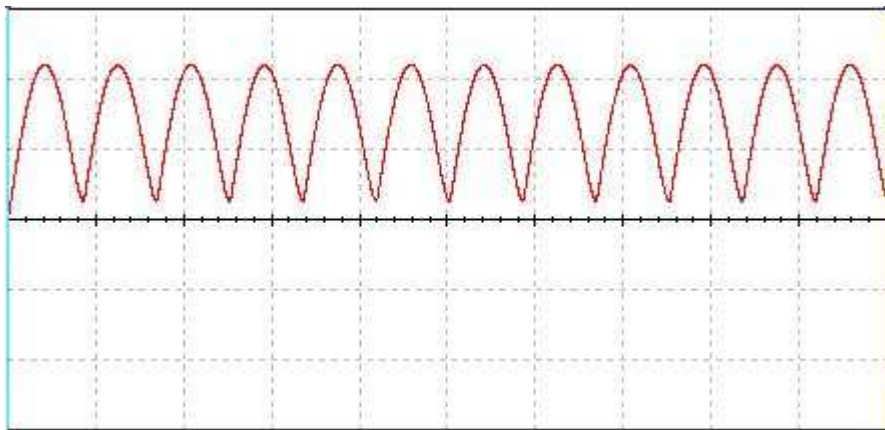
Γέφυρα και φίλτρο εξομάλυνσης

Επόμενο σκέλος του τροφοδοτικού μας είναι η γέφυρα διπλής ανόρθωσης(D1-D4). Δεν θα επεκταθώ στην θεωρία αυτών ,απλά παρακάτω βλέπετε της κυματομορφές: στην εικόνα 1 την κυματομορφή της τάσης του δευτερεύοντος του Μ/Τ. Στην εικόνα 2 την κυματομορφή της τάσης μετά την γέφυρα της διπλής ανόρθωσης και τέλος στην εικόνα 3 την κυματομορφή μετά το φίλτρο εξομάλυνσης το οποίο φίλτρο αποτελείτε από έναν πυκνωτή ηλεκτρολυτικό (C1), όσο μεγαλύτερη η χωρητικότητα του πυκνωτή τόσο ποιο επίπεδη θα είναι η κυματομορφή και θα πλησιάζει το DC.

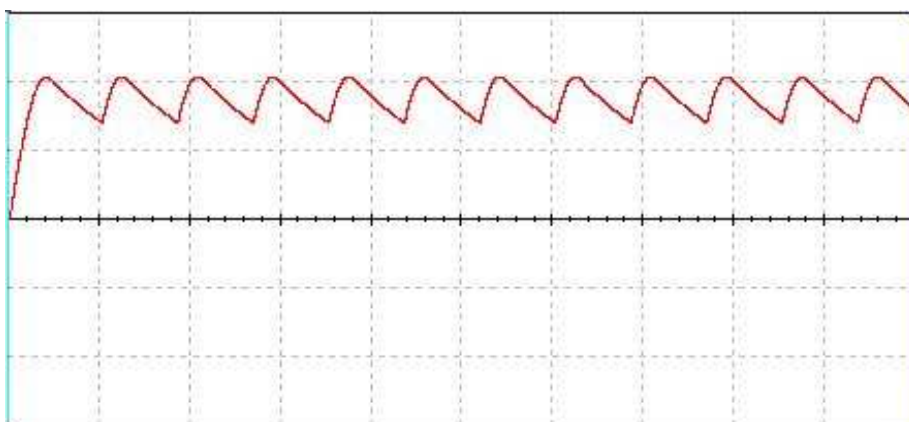
Μετά την ανόρθωση η τάση στην συγκεκριμένη περίπτωση 24V θα πολλαπλασιαστεί με ένα συντελεστή του 1.21. Αν με ένα βολτόμετρο μετρήσετε την τάση μετά την ανόρθωση θα δείτε ότι η τάση δεν θα είναι 24V αλλά παραπάνω γύρω στα 30V.



Εικόνα 1



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Σταθεροποίηση και ρύθμιση της τάσης

Ο ολοκληρωμένος ρυθμιζόμενος σταθεροποιητής 3 ακροδεκτών, της σειράς LM317 (θετικός) έχει την δυνατότητα να δίνει στην έξοδο τους, τάσεις απαλλαγμένες από διακυμάνσεις, από 1,25V έως 37V και ρεύμα 1,5A. Αυτές οι προδιαγραφές ισχύουν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εργασίας και με κατάλληλη ψήκτρα.

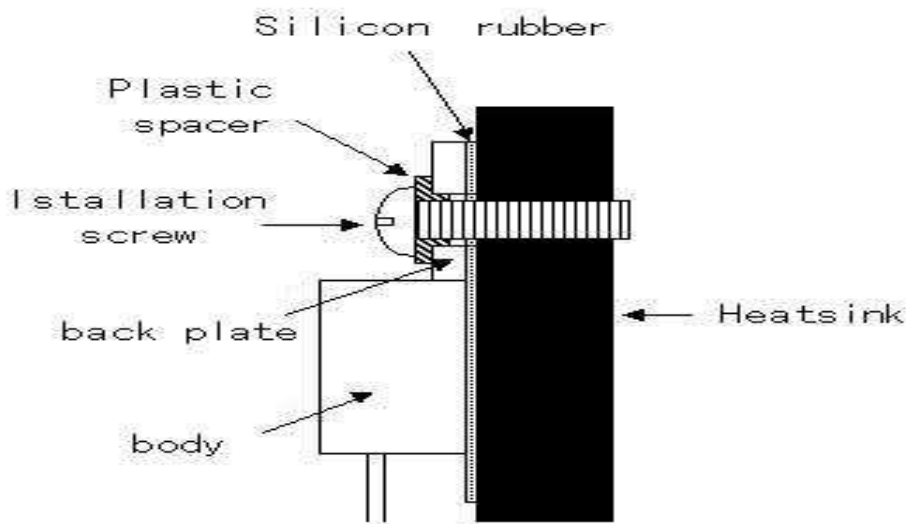
Ο σταθεροποιητής έχει βέβαια, προστασία από βραχυκύκλωμα της εξόδου, καθώς και θερμική προστασία. Η τάση εξόδου καθορίζεται από την σχέση των δυο αντιστάσεων R1 και R2. Η τάση στα άκρα της R1 είναι σταθερή στα 1,25V και το ρεύμα περίπου 100μΑ. Η σχέση που μας δίνει την τάση εξόδου είναι **$V_{out}=1.25*[1+(R2/R1)]$** , για **$R1=220\Omega$** τότε έχουμε **$R2=220[(V_{out}/1.25)-1]$** . Για να παρέχεται επαρκής σταθεροποίηση, το ελάχιστο ρεύμα που θα πρέπει να ζητήσουμε από τον σταθεροποιητή είναι 10 mA. Με αυτά τα δεδομένα για ρεύμα 10mA και πτώση τάσης 1,25V η αντίσταση R1 επιλέγεται στα 220Ω και παραμένει σταθερή.

Για να αποφύγουμε ανάστροφα ρεύματα, όταν κλείνουμε την τροφοδοσία τοποθετούμε δυο διόδους τις D5 και D6. Την d5 ανάστροφα από την έξοδο στην είσοδο και την d6 από το adjust στην έξοδο. Κοντά στους ακροδέκτες της εξόδου έχουμε τοποθετήσει έναν πυκνωτή 25μF ηλεκτρολυτικό για αποφυγή των μεταβατικών φαινομένων ή ταλαντώσεων. Για τους ίδιους λόγους τοποθετούμε έναν πυκνωτή 0.1μF MKT κοντά στον ακροδέκτη της εισόδου. Η διαφορά των τάσεων εισόδου - εξόδου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 3 V, με πλήρες φορτίο εξόδου. Η μεγαλύτερη τάση που μπορούμε να εφαρμόσουμε στην είσοδο είναι 40V.

Ψήκτρα και στήριξη LM

Για να ολοκληρωθεί ένα τροφοδοτικό εκτός από το σασί και στήριξη των εξαρτημάτων πρέπει να ασχοληθούμε με την στήριξη των LM στην ψήκτρα. Όταν τα LM χειρίζονται ρεύματα μεγάλα 1A-1,5A για κάθε LM θα αρχίζουν να ζεσταίνονται για να τα προστατεύσουμε τα τοποθετούμε στην ψήκτρα ώστε να απαγάγουμε την θερμότητα από τα εξαρτήματα ώστε να μην καούν. Και αναφέρομαι εδώ στην σωστή στήριξη τους.

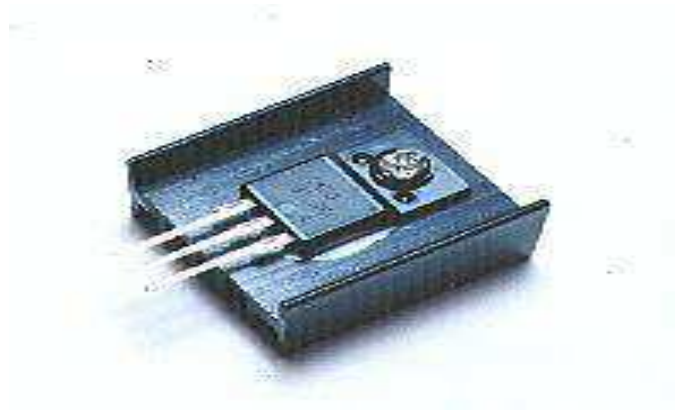
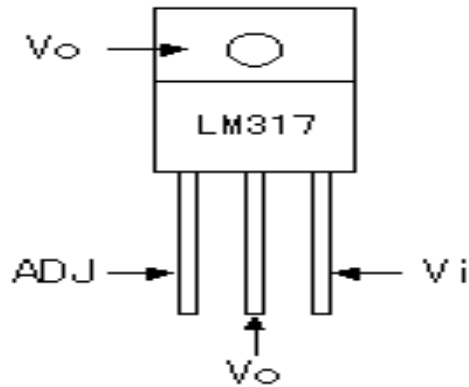
Εκτός από την ψήκτρα και τα LM θα χρειαστείτε τις βίδες την μίκα για την μόνωση των αγώγιμων σημείων, θερμοαγώγιμη σιλικόνη και μονωτικές ροδέλες.



Υπόμνημα

- ***Silicon Rubber** = μίκα
- ***Plastic Spacer** = μονωτική ροδέλα
- ***Installation Screw** = βίδα στήριξης
- ***Back plate** = το πίσω μέρος του LM που χρειάζεται να μονώσουμε ηλεκτρικά αλλά και να του παρέχουμε σωστές συνθήκες θερμοαγωγιμότητας
- ***Body** = κέλυφος BLM
- ***Heat sink** = ψήκτρα

To LM 317



LM 317 στηριγμένο σε ψήκτρα

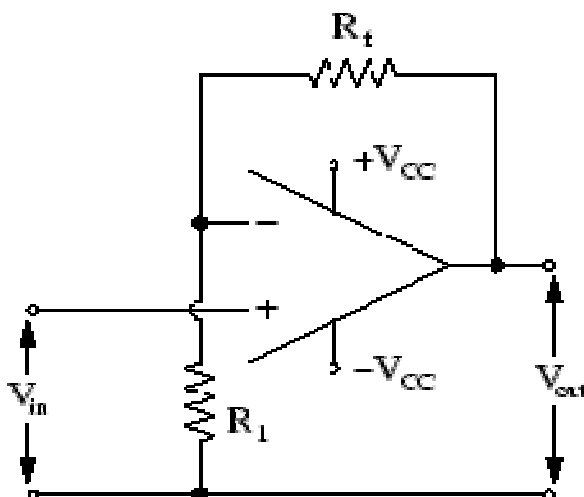
Τρανζίστορ ισχύος

Στην έξοδο του κυκλώματος μέσω της αντίστασης R4, 1WATT 1Ω οδηγούμε τις βάσεις των 2 τρανζίστορ ισχύος 2N 3055 ΤΥΠΟΥ ηρη τα οποία είναι συνδεδεμένα παράλληλα με τους συλλέκτες τους να τροφοδοτούνται με τα 30 v από την έξοδο της γεφύρας . Τα τρανζίστορ αυτά είναι τοποθετημένα πάνω στην ψήκτρα ανάλογου μεγέθους για την αποβολή της θερμότητας των 5 αμπέρ που είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να περάσει μέσα από αυτά στο κύκλωμα μας Στους εκπομπούς των τρανζίστορ έχουμε συνδέσει αντιστάσεις ισχύος 5 w 0.1 Ω σε σειρά, Ως ασφαλειοαντιστάσεις για το κύκλωμα.

Στα αλλά άκρα τους όπου παίρνουμε την θετική έξοδο 0-έως 30V τα ενώνουμε και χρησιμοποιούμε ένα πυκνωτή 100 nF για αποφυγή των μεταβατικών φαινομένων ή ταλαντώσεων.

Τελεστικός ενισχυτής LM 741

Για τον έλεγχο της τάσης του μοτέρ μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή χρησιμοποιήσαμε ένα κύκλωμα μη αναστρέφων ενισχυτή με την χρήση του lm 741 . Στην μη αναστρέφουσα είσοδο (πόδι 3) εφαρμόζουμε την μεταβλητή τάση 0-5V από την κάρτα I/O του υπολογιστή και την αναστρέφουσα είσοδο (πόδι 2) μέσω μιας αντίστασης 100κστην του τελεστικού (πόδι 6) Η τάση λειτουργίας του τελεστικού είναι τα 30 V Μέσω του δικτυωματος των αντιστάσεων που έχουμε χρησιμοποιήσει ο λόγος εισόδου προς έξοδο είναι της τάξης του 1/6 περίπου, δηλαδή με 1 νοστην είσοδο παίρνουμε 6V στην έξοδο. Αυτό οφείλεται στο ότι οι τιμές των αντιστάσεων καθορίζουν το βαθμό ενίσχυσης του τελεστικού ενισχυτή



$$A = \frac{R1 + Rf}{R1}$$

Ζεύγος Darlington

Για να οδηγήσουμε τον κινητήρα μας μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή δεν είναι επιτευκτό μέσω του lm741 λόγω του χαμηλού ρεύματος που μπορεί να παρέχει στην έξοδο του. Γι' αυτό τον λόγο χρησιμοποιούμε ένα ζεύγος darlington.

Με την χρήση των τρανζίστορ BD-139 ως οδηγητή του 2n 3055 καταφέρνουμε να οδηγήσουμε τον κινητήρα μας με τάση έως 30 V και ρεύμα έως 5A Το κύκλωμα λειτουργεί ως εξής: Περνώντας την έξοδο του lm741 εντάσεως μερικών mA οδηγούμε την βάση του BD-139 το οποίο είναι συνδεσμοποιημένο σε διάταξη Darlington με το 2N 3055 Οι συλλέκτες των 2 τρανζίστορ είναι κοινά συνδεδεμένοι με την έξοδο του τροφοδοτικού μας 30V -5A Έτσι επιτυγχάνουμε να ρυθμίζουμε την τάση μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή με μόλις μερικά mA και να τροφοδοτούμε ένα κινητήρα της τάξεως των 1.6A

Διάταξη κινητήρα

Η διάταξη του κινητήρα μας είναι η εξής: Έχουμε ένα ζεύγος κινητήρων, ο ένας λειτουργεί ως κινητήρας και ο άλλος σαν γεννήτρια. Είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ενός κόμπλερ. Το μοτέρ το οποίο λειτουργούμε ως κινητήρα τροφοδοτείται μέσω ψηφιακής εισόδου από τον υπολογιστή και μέσω ενδιάμεσων κυκλωμάτων του lm 741 και ενός ζεύγους Darlington. Για την αποφυγή ανάστροφων ρευμάτων έχουμε τοποθετήσει στα άκρα του κινητήρα ανάστροφες διόδους για αποφυγή ανάστροφων ρευμάτων και καταστροφή των ηλεκτρικών εξαρτημάτων του κυκλώματος. Η γεννήτρια μας είναι συνδεδεμένη με την αναλογική είσοδο της κάρτας μας έτσι ώστε να μπορούμε να λαμβάνουμε την τάση και το ρεύμα που παράγει η γεννήτρια μας ανά πάσα στιγμή.

2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ

1. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η λειτουργία του τροφοδοτικού ξεκινάει δίνοντας 220V AC στην είσοδο του τροφοδοτικού. Στη συνέχεια περνάει μέσα από τον μετασχηματιστή, ο οποίος υποβιβάζει την τάση στα 24 V AC και ρεύμα 5 A. Έπειτα συνεχίζει με μια γέφυρα 10 A πλήρους ανόρθωσης η οποία ανορθώνει την τάση. Εν συνεχεία το κύκλωμα μας περνάει μέσα από διάταξη 3 πυκνωτών των 4700 μF ο καθένας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι παράλληλα για να αυξήσουμε την χωρητικότητα του κυκλώματος.

Στη συνέχεια έχουμε ένα πυκνωτή 100 nF ο οποίος ονομάζεται και αποζευτικός πυκνωτής του οποίου η δουλειά είναι να γειώνει το AC που συνεχίζει συνεχές, και εφόσον ξέρουμε ότι το AC στον πυκνωτή είναι βραχυκύκλωμα στέλνει όλη την κυμάτωση που υπάρχει κάτω έτσι ώστε να πάρουμε όσο το δυνατό μια καθαρή ευθεία.

Έπειτα έχουμε τοποθετήσει ένα LM 317, το οποίο είναι ένα ολοκληρωμένο, όπου μας κάνει ρύθμιση της τάσης. Ανάλογα με τον συνδυασμό των αντιστάσεων που υπάρχουν μεταξύ του Out και του Adjust δηλαδή τα ποδαράκια 1 και 2 του LM 317 αντίστοιχα κανονίζει το ρεύμα που θα περάσει στην συνέχεια. Δηλαδή "πειράζοντας" το ποτενσιόμετρο ρυθμίζει τις αντιστάσεις μεταξύ του Out και του Adjust και με βάση τον λόγο μεταξύ αυτών των δυο, ο οποίος είναι στην προκειμένη 1 προς 6 και κανονίζει την τάση.

Στη συνέχεια έχουμε ένα πυκνωτή $47 \mu\text{F} / 50 \text{ V}$ ο οποίος είναι και αυτός ένας αποζευτικός πυκνωτής ο οποίος κάνει την ίδια δουλειά με τον προηγούμενο δηλαδή εξομαλύνει ακόμα πιο πολύ τυχόν εναλλασσόμενο ρεύμα που μπορεί να περάσει.

Μετά υπάρχει μια αντίσταση που ονομάζεται αντίσταση προσαρμογής η οποία πολώνει την βάση του τρανζίστορ , δηλαδή είναι η αντίσταση βάσης του ενισχυτή . Τα τρανζίστορ κοινού εκπομπού που έχουμε το ρεύμα εκπομπού ισούται με $B \times I_b$. Στην έξοδο το ρεύμα είναι B φορές το ρεύμα βάσης, δηλαδή όσες "φορές" του βάζεις στην είσοδο το αυξάνει στην έξοδο.

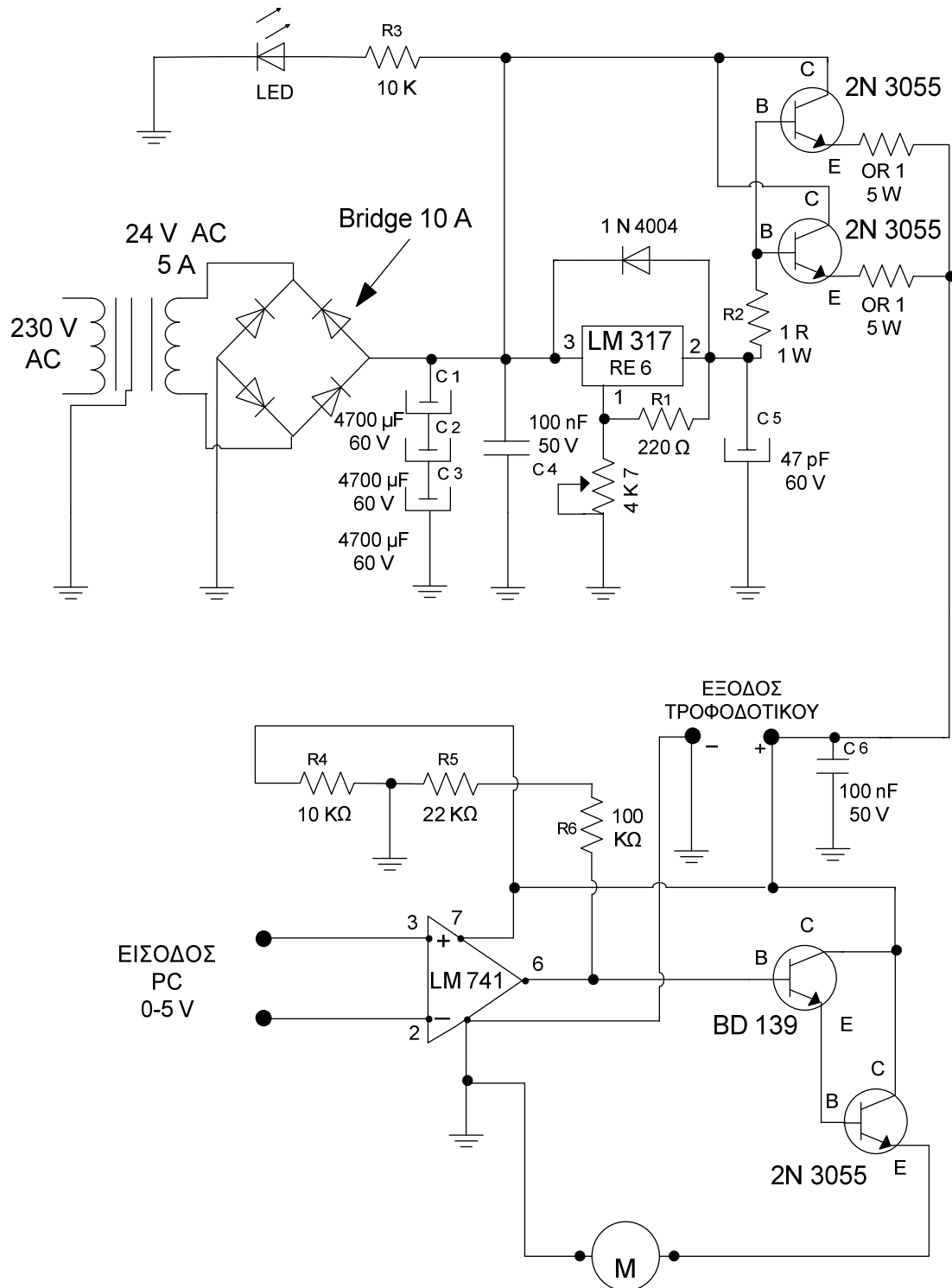
Έπειτα έχουμε δυο τρανζίστορ ισχύος τα οποία ενισχύουν το υπάρχον ρεύμα και το οδηγούν στην έξοδο του τροφοδοτικού. Μέχρι εδώ είναι η χειροκίνητη λειτουργία του τροφοδοτικού η οποία μας δίνει 0 έως 24V στην έξοδο ρυθμίζοντας το ποτενσιόμετρο.

2. ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Στην αυτόματη λειτουργία όταν δηλαδή την τάση την ελέγχουμε μέσω υπολογιστή και μέσω του προγράμματος lab view το κύκλωμα του τροφοδοτικού, το οποίο τώρα δίνοντας 0 έως 5V στην είσοδο παίρνουμε 1.5 έως 24V στην έξοδο, είναι το εξής: Όλο το κύκλωμα ονομάζεται Ξεκινάμε με έναν LM 741 ο οποίος είναι ένας ενισχυτής όπου μέσω των αντιστάσεων πόλωσης του ενισχυτή, οι οποίες μας καθορίζουν τον λογο της ενίσχυσης, ρυθμίζετε η απολαβή του ενισχυτή.

Από την έξοδο του LM 741 οδηγούμαστε σε ένα ζεύγος Darlington ή κύκλωμα καταρράκτη. Αποτελείτε από ένα τρανζίστορ Bd 139 και ένα τρανζίστορ ισχύος το 2N 3055. Είναι ένα κύκλωμα το οποίο ενισχύει το ρεύμα, πιο συγκεκριμένα το Bd 139 τροφοδοτείται μέσω του LM 741 με ένα ρεύμα μερικών mA. Αυτό οδηγεί το τρανζίστορ ισχύος 2N 3055 και μαζί με τα 24 V που έρχονται στον συλλέκτη του τρανζίστορ ισχύος μας επιτρέπει να περάσει όλο το ρεύμα στον κινητήρα.

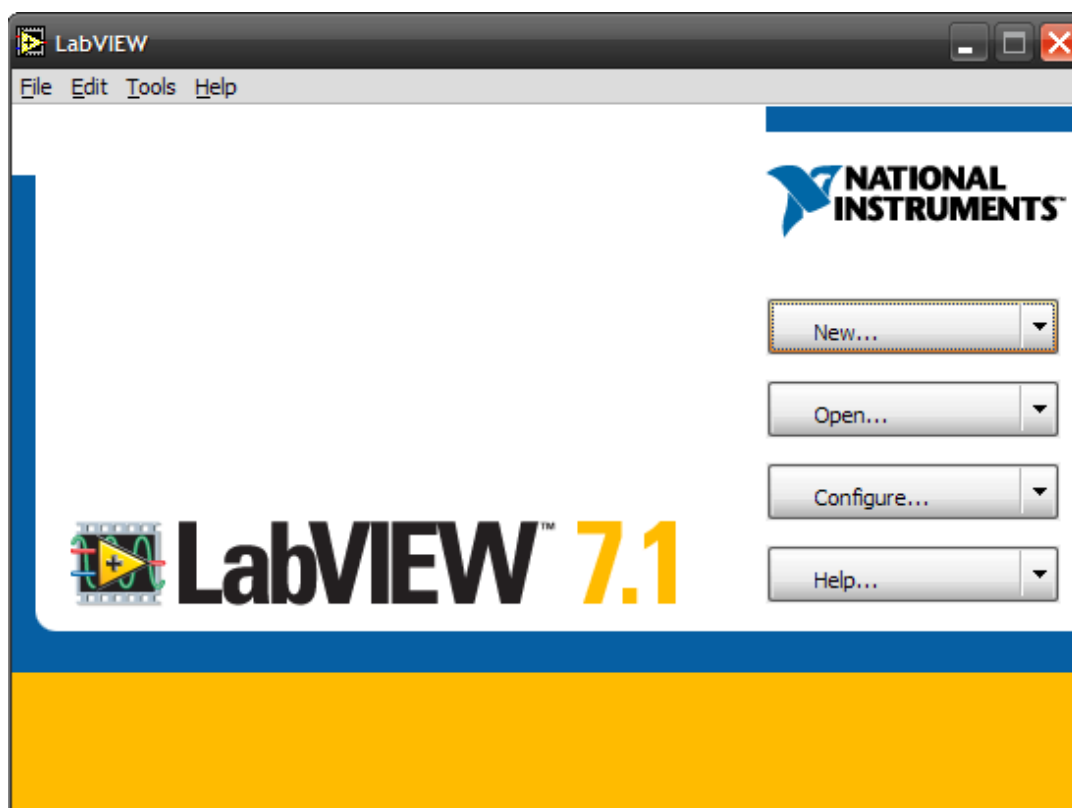
2.3 ΣΧΕΔΙΟ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ



ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΟ LABVIEW

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ LABVIEW

Η ονομασία του προγράμματος Labview προέρχεται από την συντόμευση των λέξεων Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench, που σε ελεύθερη μετάφραση σημαίνει εργαστηριακός πάγκος κατασκευής υποθετικών οργάνων.



Το Labview είναι ένα πλήρες περιβάλλον προγραμματισμού. Η ονομασία όμως και μόνο προτρέπει σε χρήση του προγράμματος για επίλυση, τεχνικού τύπου, προβλημάτων καθώς και σε θέματα ανάλυσης δεδομένων.

Η πρώτη σύλληψη του προγράμματος ανάγεται στις αρχές της δεκαετίας του 80. Αρχικά κατασκευάστηκε να λειτουργεί σε περιβάλλον Mac, κατόπιν σε sun, σε dos και στο τέλος σε windows. Η δουλειά των μηχανικών ήταν εξαιρετική κι έτσι υπάρχει συμβατότητα και δυνατότητα μεταφοράς προγραμμάτων στις διάφορες πλατφόρμες.

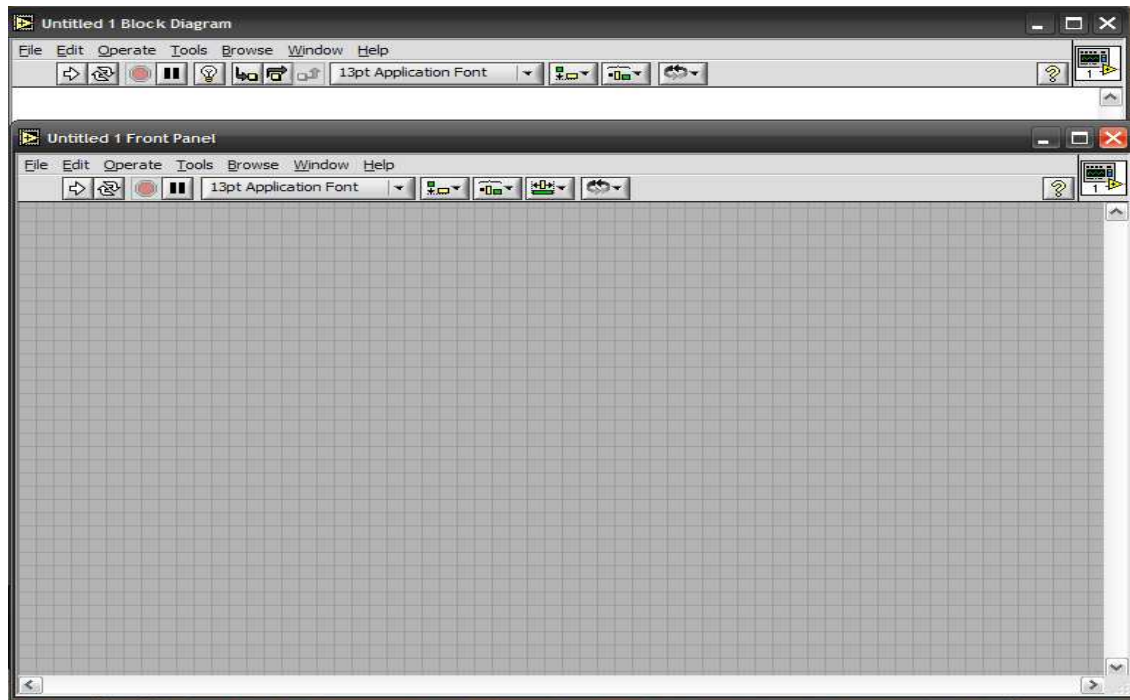
Στα windows το Labview ξεκινά όπως κάθε άλλο πρόγραμμα είτε από το μενού έναρξη είτε με συντόμευση.

ΠΑΝΕΛ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Τα προγράμματα που δημιουργούνται με το LabVIEW ονομάζονται VI από τις λέξεις virtual instruments. Η κατασκευαστική δομή τους είναι πολύ απλή παρόλο που όταν ξεκινάμε το πρόγραμμα εμφανίζονται δύο παράθυρα.

Το ένα είναι το πάνελ. Στο πάνελ τοποθετούμε τα όργανα εντολών και ελέγχου του προγράμματος (μπουτόν, διακόπτες, παλμογράφους, ψηφιακά και αναλογικά μετρητικά) τα οποία έχει και ένα πραγματικό όργανο που κάνει ακριβώς την ίδια εργασία με το VI. Στο πάνελ λοιπόν γίνονται όλοι ο χειρισμοί του υποθετικού οργάνου, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι το εξωτερικό περίβλημα του οργάνου.

Το διάγραμμα είναι το παράθυρο το οποίο ζωντανεύει το πάνελ και κατ' επέκταση το VI. Εδώ γράφουμε τις κατάλληλες μαθηματικές συναρτήσεις οι οποίες διέπουν το κύκλωμα ή το όργανο που θέλουμε να κατασκευάσουμε. Επίσης συνδέονται στο διάγραμμα οι απαραίτητες είσοδοι και έξοδοι που χρειάζονται για να λειτουργήσει το πρόγραμμα που επιθυμούμε δηλαδή το VI.

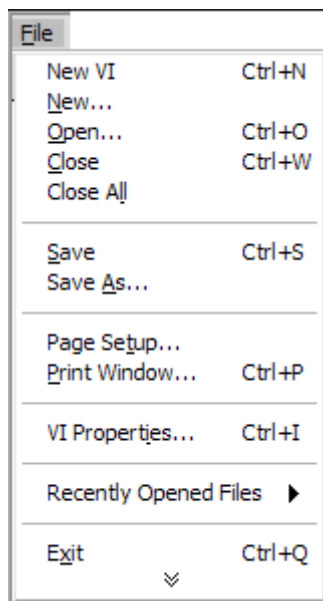


Όταν πλέον έχουμε τελειώσει με την κατασκευή του υποθετικού οργάνου και δεν υπάρχουν λάθη, το πρόγραμμα μπορεί να τρέξει. Μπορούμε να χειριστούμε τα όργανα του πάνελ όχι όμως να επεμβούμε στο διάγραμμα.

3.2 ΤΑ ΜΕΝΟΥ ΤΟΥ LABVIEW

Όπως κάθε πρόγραμμα έτσι και το LabVIEW για να λειτουργήσει έχει κάποια μενού καθώς και άλλα στοιχεία που υπάρχουν στα παράθυρα του. Τα μενού είναι:

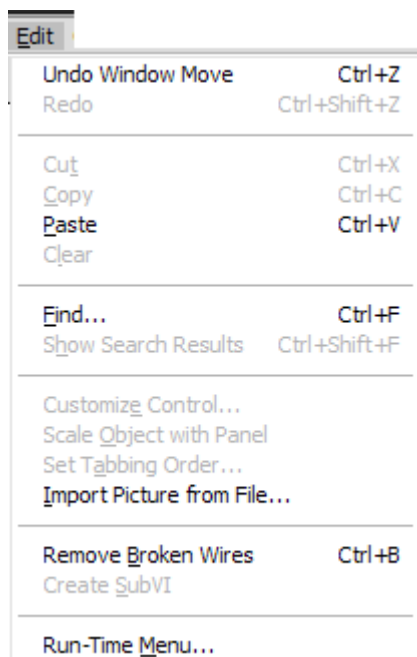
» **FILE**



Εδώ υπάρχουν οι γνωστές εντολές για αποθήκευση, άνοιγμα, εκτύπωση.

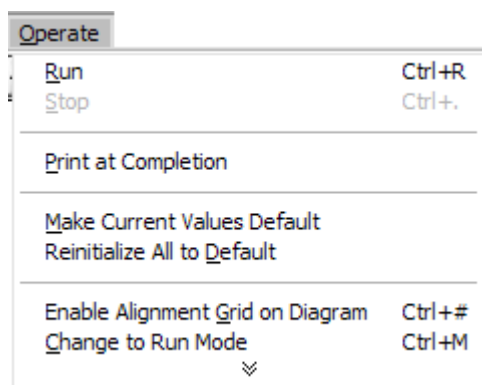
Υπάρχουν εξειδικευμένες χρήσεις στις επιλογές αποθήκευσης και εκτύπωσης. Δεν αναφερόμαστε εκτενώς γιατί δεν χρειάζονται παρά μόνο σε προχωρημένες εφαρμογές.

» **EDIT**



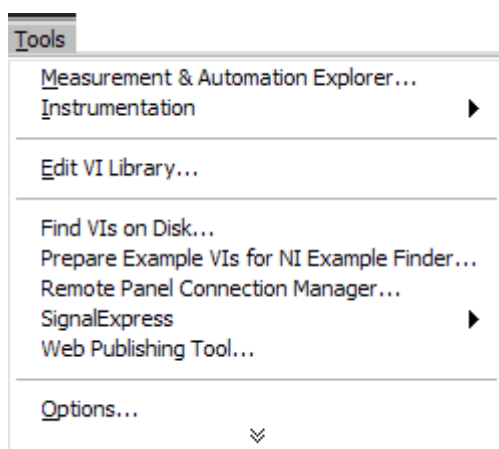
Εκτός από τα γνωστά επικόλληση, αντιγραφή, διαγραφή υπάρχουν προτιμήσεις λειτουργίας του προγράμματος καθώς και τροποποιήσεις των μενού. Είναι εξαιρετικά σημαντικά σε επαγγελματικό επίπεδο αρκεί να έχουμε επαρκεί γνώση χρήσης τους. Μία πολύ καλή εντολή είναι αυτή που καθαρίζει το πρόγραμμα μας από λάθη και κακές συνδέσεις (remove bad wires).

» **OPERATE**



Εδώ υπάρχουν επιλογές κατά τη λειτουργία ενός προγράμματος. Είναι πολύ χρήσιμο όταν το LabVIEW λειτουργεί σαν καταγραφικό.

» **TOOLS**

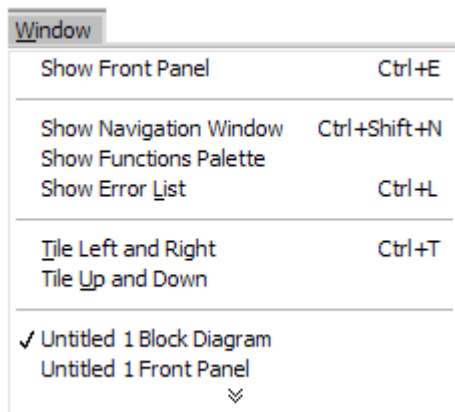


Εδώ υπάρχουν κάποιες επιλογές που σχετίζονται με την φάση προγραμματισμού:

» **BROWSE**

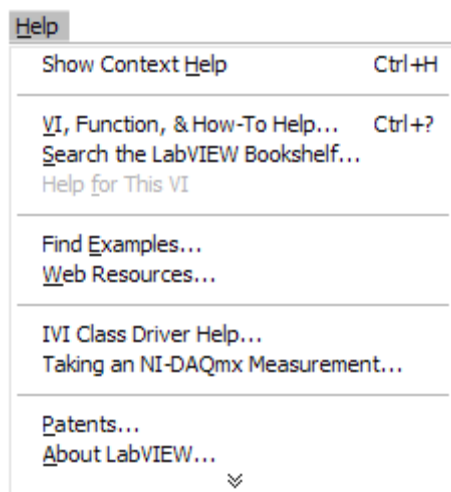
Εδώ υπάρχουν κάποιες επιλογές που μας χρησιμεύουν σε περίπτωση που χρησιμοποιούμε υποπρογράμματα. Η επιλογή 'SHOW VI HIERARCHY' μας δείχνει την ιεραρχία μεταξύ των VI.

» **WINDOW**



Επιλογές χειρισμού παραθύρων. Η πιο συνηθισμένη είναι η εντολή εναλλαγής παραθύρων από πάνελ σε διάγραμμα και το αντίστροφο.

» **HELP**



Το πλέον κλασσικό μενού. Περιέχει πολλά κεφάλαια βοήθειας και είναι πιο λειτουργικό από το να ανατρέχουμε στο εγχειρίδιο. Παρέχει βοήθεια και στον προγραμματισμό και την λειτουργία το προγράμματος.

ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ

Παρατηρώντας το παράθυρο βλέπουμε στο επάνω μέρος κάτω από τα μενού μια σειρά με πλήκτρα. Αυτά είναι τα εξής:



Πλήκτρο run: Τρέχει το πρόγραμμα μια φορά και έπειτα σταματάει.



Πλήκτρο run continuously: Είναι το πλήκτρο για να τρέχει το πρόγραμμα συνέχεια ,μόλις σταματήσει ξανατρέχει πάλι.



Πλήκτρο Abort execution: Είναι το πλήκτρο stop το οποίο σταματάει το πρόγραμμα.



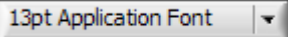
Πλήκτρο Pause: Είναι το πλήκτρο που το χρησιμοποιούμε για να παγώσουμε το πρόγραμμα την ώρα που τρέχει.



Πλήκτρο Highlight execution: Όταν το πατήσουμε το πρόγραμμα τρέχει βήμα βήμα και μπορούμε να δούμε πως εκτελείται και τις πράξεις που κάνει.



Πλήκτρο Start single stepping: Όταν το πατήσουμε μας δείχνει την σειρά με την οποία εκτελούνται οι πράξεις , με κάθε κλικ στο πλήκτρο φαίνεται η αμέσως επόμενη πράξη.



Μενού με ρυθμίσεις για τους χαρακτήρες.

Μπορούμε να αλλάζουμε τους χαρακτήρες του αντικειμένου, μπορούμε να βρούμε τις εξής επιλογές:

- *Γραμματοσειράς
- *Μεγέθους
- *Στυλ
- *Διάταξη
- *Χρώμα



Μενού για ευθυγράμμιση αντικειμένων. Ευθυγραμμίζουμε τα αντικείμενα όπως εμείς θέλουμε.



Μενού για κατανομή αντικειμένων. Μας βοηθάει να ομορφύνουμε το πάνελ μας.



Μενού για χειρισμό αντικειμένων. Το μενού αυτό μας βοηθάει να ρυθμίζουμε την προτεραιότητα των αντικειμένων ως προς τα υπόλοιπα.

3.3 ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΟΥ LABVIEW

Το LabVIEW λειτουργεί διαφορετικά στον προγραμματισμό από ότι στη λειτουργία ενός προγράμματος. Έτσι ο δείκτης αλλάζει μορφή και γίνεται το εργαλείο που κάθε φορά χρειαζόμαστε. Η παλέτα των εργαλείων εμφανίζεται από το μενού windows. Τα εργαλεία είναι κατά σειρά:



Το **χεράκι** με το οποίο χειριζόμαστε τα χειριστήρια. Είναι πάντα ενεργό όταν τρέχει ένα πρόγραμμα.



Το **βέλος** το οποίο είναι ένα εργαλείο επιλογής που το χρησιμοποιούμε στην κατασκευή κυρίως ενός προγράμματος για να επιλέξουμε, μετακινήσουμε, να αλλάξουμε μέγεθος στα αντικείμενα.



Το **A** είναι εργαλείο **γραφής**. Με αυτό γράφουμε αλλά και διορθώνουμε νέες και παλιές ταμπέλες.

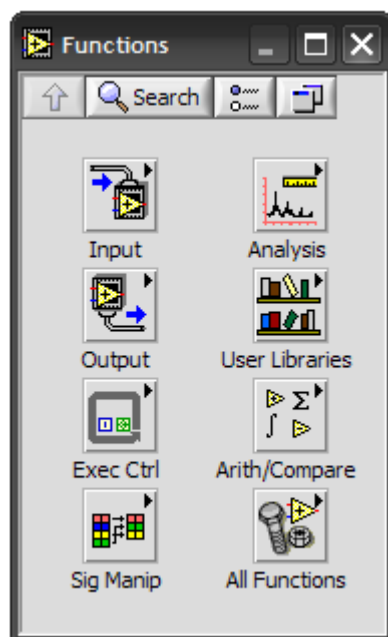


Η **κόλληση** χρησιμοποιείται στη δημιουργία προγραμμάτων. Είναι το εργαλείο με το οποίο συνδέουμε τις εισόδους και τις εξόδους σε ένα διάγραμμα ώστε να υπάρχει ροή πληροφοριών για να λειτουργεί το πρόγραμμα μας.

Τα υπόλοιπα εργαλεία χρησιμοποιούνται σε προχωρημένες εφαρμογές και για το λόγο αυτό δεν αναφερόμαστε σε αυτά με εξαίρεση το εργαλείο χρωματισμού με το οποίο αλλάζουμε τα χρώματα στο πάνελ.

3.4 ΜΕΝΟΥ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ LABVIEW

Η παλέτα συναρτήσεων για την δημιουργία ενός κατάλληλου διαγράμματος.



Οι συναρτήσεις που έχουμε στη διάθεση μας είναι πολλές και εξαιρετικά ισχυρές, και για το λόγο αυτό μερικές φορές πολύπλοκες. Στην πρώτη γραμμή συναντάμε συναρτήσεις αριθμητικής και βασικές δομές προγραμματισμού. Υπάρχουν εκτεταμένες βιβλιοθήκες γραμμικής άλγεβρας, στατικής επεξεργασίας σήματος καθώς και πολλές άλλες. Ο καλύτερος όμως τρόπος να μάθει κάποιος όλες αυτές τις συναρτήσεις είναι να δουλεύει με το LabVIEW.

ΤΑ ΜΕΝΟΥ ΠΟΥ ΞΕΠΗΔΟΥΝ **(POP UP MENUS)**

Με δεξί κλικ πάνω σε ένα αριθμητικό ελεγκτή του LABVIEW, εμφανίζεται ένα μενού με επιλογές. Σ αυτό το κεφάλαιο θα δούμε τις πιο χρήσιμες επιλογές από αυτές. Παρακάτω φαίνεται το μενού που εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω σε ένα αριθμητικό ελεγκτή στο πάνελ, ο οποίος παίζει το ρόλο ενός τροφοδοτικού τάσης.



Ας δούμε όμως μία-μία μερικές από τις επιλογές:

Visible Items: (ορατά αντικείμενα του αριθμητικού). Περιέχει δεύτερο μενού με επιλογές. Κάθε επιλογή μας επιτρέπει να δούμε ή να κρύψουμε κάτι. Ας δούμε τι εμφανίζει καθένα από αυτά:

Find terminal: πολύ χρήσιμη εντολή σε πολύπλοκα προγράμματα. Επειδή κάθε αντικείμενο που τοποθετούμε στο πάνελ, εμφανίζεται και στο διάγραμμα όπου και πραγματοποιούμε τις κατάλληλες συνδέσεις που θα υλοποιούν το πρόγραμμα.

Change to indicator: (indicator = ενδείκτης, control=ελεγκτής)

Ελεγκτή ονομάζουμε το αντικείμενο στο οποίο δίνουμε εμείς τιμές. Δηλαδή το πρόγραμμα 'διαβάζει' την τιμή που του δίνουμε.

Ενδείκτη ονομάζουμε το αντικείμενο στο οποίο δίνει τιμές το πρόγραμμα έπειτα από την επεξεργασία των τιμών που δίνουμε στους ελεγκτές.

Συμπεραίνουμε ότι τα δεδομένα του προγράμματος πρέπει να ορίζονται ως ελεγκτές, ενώ τα ζητούμενα ως ενδείκτες. Αυτό γίνεται λοιπόν με αυτήν την εντολή. Αν εμφανίζεται η ένδειξη 'change to control' τότε η τρέχον κατάσταση του γραφικού είναι indicator. Αντίστοιχα αν εμφανίζεται η ένδειξη 'change to indicator' τότε η τρέχων κατάσταση του γραφικού είναι control. Εάν η τρέχουσα μορφή του γραφικού είναι αυτή που επιθυμούμε τότε αφήνουμε όπως έχει. Αλλιώς κάνουμε κλικ και του αλλάζουμε κατάσταση

Description and tip: Εμφανίζει ένα τετράγωνο πλαίσιο κειμένου στο οποίο μπορούμε να γράψουμε ένα κείμενο (π.χ περιγραφή του αντικειμένου). Έπειτα κάθε φορά που χρησιμοποιούμε το παράθυρο βοήθειας,(μενού help/ show context help) τοποθετώντας τον κέρσορα πάνω στο αντικείμενο , εμφανίζεται το κείμενο που έχω γράψει.

Replace: εδώ περιέχεται η παλέτα 'controls'. Επιλέγοντας κάτι μέσα από αυτήν, τότε αυτό θα πάρει την θέση του αντικειμένου που υπήρχε ως τώρα.

Data operations: εδώ υπάρχουν οι πολύ σημαντικές εντολές:

- Reinitialize to Default value: επαναφέρει την τιμή του αντικειμένου στην τυπική τιμή.
- Make Current Value Default: κάνει την τιμή που αυτή τη στιγμή έχει το αντικείμενο, τυπική τιμή.

Επίσης μπορούμε να κάνουμε τις λειτουργίες cut,copy,paste data.

Representation: εδώ υπάρχουν επιλογές για την παράσταση των αριθμών.

Οι δυνατοί τύποι είναι πραγματικοί, ακέραιοι, μιγαδικοί. Η ακρίβεια είναι απλή, διπλή και εκτεταμένη. Οι ακέραιοι έχουν 32, 16, και 8 bit. Η τυπική ακρίβεια είναι η διπλή που αντιστοιχεί σε 64bit για κάθε χρησιμοποιούμενο αριθμό.

Data range: Εμφανίζει το παρακάτω παράθυρο. Το παράθυρο αυτό περιέχει επιλογές για την περιοχή που θα πάρει η μεταβλητή. Πιο συγκεκριμένα οι επιλογές που περιέχει είναι

Format & precision: εδώ υπάρχουν ρυθμίσεις της ακρίβειας. (αυτής που φαίνεται, γιατί οι υπολογισμοί γίνονται με την ακρίβεια που επιτρέπει η αναπαράσταση.)

Add Needle: προσθέτει άλλη μία βελόνα στο γραφικό.

Scale: (κλίμακα). Εδώ γίνονται αλλαγές στην μορφή και την διάταξη της κλίμακας.

Text labels: αλλάζει την μορφή της κλίμακας από αριθμητική σε min-max

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LABVIEW ΓΙΑ ΔΗΨΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

- **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
- **Η ΚΑΡΤΑ PCL 6008HG**



4.1 Η ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΗΨΗΣ **ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ Η/Υ**

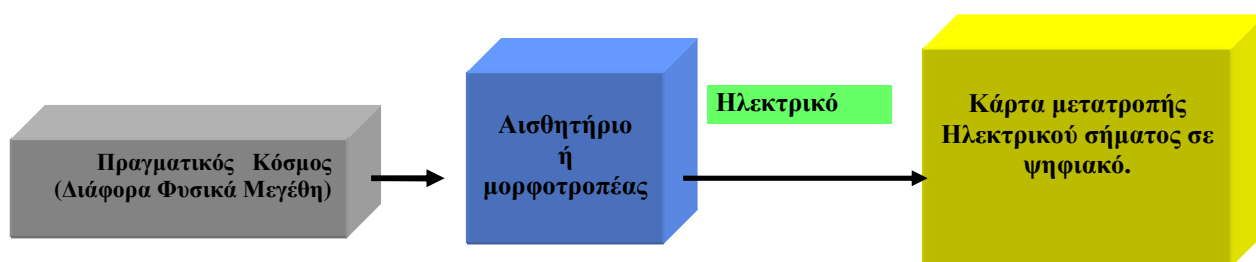
Η παραγωγική διαδικασία οποιουδήποτε προϊόντος, στην εποχή της απαιτούμενης "ολικής ποιότητας", στηρίζεται στη μέτρηση διαφόρων μεγεθών. Για παράδειγμα στα αγροτικά προϊόντα απαιτείται η μέτρηση χημικών καταλοίπων. Τα ηλεκτρονικά και οι διάφορες συσκευές οικιακής χρήσης πρέπει να πληρούν προδιαγραφές ασφάλειας, λειτουργίας και αντοχής, και αυτό συνεπάγεται έλεγχο παραγωγής και μετρήσεις. Κάθε βιομηχανική διαδικασία στηρίζεται σε αυστηρό έλεγχο των συνθηκών και των διαδικασιών. Όλα αυτά συνεπάγονται μια πληθώρα μετρήσεων μη ηλεκτρικών μεγεθών. Μήκος (πάχος), θερμοκρασία, πίεση, βάρος, επιτάχυνση, δύναμη και πολλά άλλα μεγέθη πρέπει να μετρώνται συνεχώς, να ελέγχονται με αυτόματο τρόπο ή απλά να καταγράφονται. Όλα τα μεγέθη αυτά μπορεί να μετρηθούν με σύγκριση (μέτρηση = σύγκριση) με όμοιο μέγεθος. Όμως, όπως έχει αποδείξει η εμπειρία είναι σαφώς προτιμότερο να μετατρέπουμε τα φυσικά μεγέθη σε ηλεκτρικά μεγέθη (τάση ή ρεύμα ή συχνότητα) και να μετράμε τα δεύτερα αυτά μεγέθη. Εμφανίζεται λοιπόν ένας γενικός κόμβος σε ένα μετρητικό σύστημα.

4.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ

Ο κόμβος αυτός ονομάζεται μορφοτροπέας ή αισθητήριο (transducer, sensor). Ο μορφοτροπέας ονομάζεται έτσι γιατί μετατρέπει την μορφή στο υπό μέτρηση μέγεθος. Το αισθητήριο, είναι γενικότερη λέξη, ταιριάζει και με την ανθρώπινη λειτουργία, και μπορεί να περιλαμβάνει μορφοτροπέα ή κάτι άλλο που παράγει το ηλεκτρικό σήμα. Το ηλεκτρικό σήμα (σήμα = πληροφορία), μπορεί να είναι τάση, ρεύμα συχνότητα ή κάποιο άλλο (π.χ. ηλεκτρικό φορτίο). Κάθε ηλεκτρικό μέγεθος έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Η τάση υπόκειται εύκολα σε χειρισμό (ενίσχυση, περιορισμό, μέτρηση). Η τάση μπορεί να είναι ευπρόσβλητη από ηλεκτρικό θόρυβο ή να έχει απώλειες. Το ρεύμα, έχει το πλεονέκτημα της μετάδοσης χωρίς απώλειες αλλά ενισχύεται δυσκολότερα. Η συχνότητα μετριέται με ευκολία αλλά μπορεί να υποστεί επίδραση θορύβου. Σε κάθε περίπτωση, το ηλεκτρικό σήμα πρέπει είτε να μετρηθεί πάνω στο αισθητήριο είτε να υποστεί κάποια επεξεργασία πριν φτάσει στο μετρητικό όργανο (αυτόνομο ή Η/Υ). Το μέρος αυτό της επεξεργασίας ονομάζεται επεξεργασία σήματος (αποδίδει τον αγγλικό όρο signal conditioning και όχι signal processing). Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας αυτής είναι μία ηλεκτρική τάση η οποία μπορεί να μετρηθεί με τον ειδικό εξοπλισμό που θα εγκατασταθεί στον Η/Υ.

Ο εξοπλισμός αυτός είναι μια κάρτα εισόδου εξόδου (I/O = input / output). Η κάρτα έχει τις απαιτούμενες λειτουργίες για το συγκεκριμένο έργο. Συγκεκριμένα: η κάρτα έχει ένα κύκλωμα (ολοκληρωμένο κύκλωμα ΟΚ ή integrated circuit IC) που μετατρέπει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (βλ. Παρακάτω), κυκλώματα για την ανίχνευση της στάθμης 16 ή περισσότερων ψηφιακών σημάτων, κυκλώματα για την δημιουργία 2 ή περισσότερων τάσεων (αναλογικών) και 16 ή περισσότερων ψηφιακών σημάτων. Οι έννοιες αυτές θα οριστούν με σχετική πληρότητα στις αντίστοιχες παραγράφους. Ο κόμβος αυτός, η σύνδεση δηλαδή των ηλεκτρικών σημάτων στον Η/Υ είναι πολύ σημαντικός γιατί έτσι εμπλέκεται το σύστημα του Η/Υ στο αντικείμενο. Όταν τα ηλεκτρικά σήματα μετατραπούν έτσι ώστε να βρεθούν κάτω από τον έλεγχο του Η/Υ, γίνουν δηλαδή ψηφιακές πληροφορίες, έχουμε διαθέσιμο ένα πανίσχυρο όπλο - το πρόγραμμα - για τον χειρισμό, επεξεργασία, καταγραφή και οποιοδήποτε χειρισμό της πληροφορίας αυτής. Συνολικά η εικόνα ενός συστήματος μέτρησης με Η/Υ είναι η παρακάτω :



4.3 ΚΟΣΤΟΣ- ΩΦΕΛΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΟΥ Η/Υ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Σε κάθε περίπτωση τεχνικού έργου, πριν από την υλοποίηση αναλύεται η σχέση του κόστους με το προσδοκώμενο όφελος. Μία ολοκληρωμένη μελέτη αυτού του είδους είναι αρκετά εκτεταμένη και ενσωματώνεται στη σχεδίαση του μετρητικού συστήματος. Το κόστος ενός μετρητικού συστήματος με Η/Υ περιλαμβάνει:

- 1) Τον υπολογιστή, δεν χρειάζεται ένας πολύ ισχυρός υπολογιστής. Αρκεί να είναι συμβατός με το επικρατούν λειτουργικό σύστημα και αξιόπιστος.
- 2) Το κόστος των αισθητηρίων και των ενισχυτών προεπεξεργασίας σήματος
- 3) Το κόστος εγκατάστασης αισθητηρίων κλπ εργασιών
- 4) Το κόστος ανάπτυξης του προγράμματος
- 5) Το κόστος του υπολογιστικού περιβάλλοντος (π.χ. Lab view) αν αγοραστεί. Η αγορά του προγράμματος είναι υποχρεωτική για κάθε επαγγελματική εφαρμογή, εκτός αν αγοραστεί ειδική άδεια (licence) για διανομή αυτόνομων προγραμμάτων (Runtime).

Τα συστήματα με Η/Υ είναι σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις φθηνότερα από ισοδύναμα ειδικά μετρητικά. Αυτά τα τελευταία πλεονεκτούν σε ειδικές εφαρμογές, όπου π.χ. δεν υπάρχει τροφοδοσία δικτύου, όπου επικρατούν ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, σε συνθήκες μεγάλου ηλεκτρικού θορύβου ή λόγω άλλων περιορισμών (π.χ. βάρους). Για βιομηχανικές εφαρμογές κατασκευάζονται ειδικοί βιομηχανικοί υπολογιστές με αυξημένες αντοχές. Μόνο σε ιατρικές ή διαστημικές (και πολεμικές) εφαρμογές επιλέγεται η κατασκευή ειδικών (dedicated = αφιερωμένων) συσκευών μετρήσεων.

4.4 ΟΙ ΚΑΡΤΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ Η/Υ

Στις επόμενες παραγράφους θα ασχοληθούμε με τις κάρτες εισόδου εξόδου. Για την καλύτερη κατανόηση θα χρειαστεί να αναφερθούμε και στο σύστημα Η/Υ και μερικές έννοιες που αφορούν την λειτουργία του υπολογιστή. Στην πραγματικότητα μπορείτε να προχωρήσετε στην συγκρότηση μετρητικού συστήματος μόνο με τη γνώση των ψηφιακών κυκλωμάτων (του δυαδικού συστήματος αριθμών και των σχετικών συναρτήσεων). Οι πληροφορίες που δίνονται είναι σε περιγραφικό επίπεδο για κατανόηση της βασικής λειτουργίας.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχει ήδη ιστορία μερικών δεκαετιών. Σχετικά πρόσφατα έχουν τυποποιηθεί οι λειτουργίες του με τρόπο που να μπορεί να εξηγηθούν σε ένα ευρύτερο κύκλο εκτός των ειδικών. Το υλικό του υπολογιστή, που περιλαμβάνει επεξεργαστή και μνήμη, τοποθετείται σε μία πλακέτα (μητρική, motherboard) που επίσης φιλοξενεί θέσεις για πρόσθετο υλικό.

Στις θέσεις αυτές (φατνία, slots) τοποθετούνται κάρτες που προσθέτουν λειτουργικότητα στον υπολογιστή. Για παράδειγμα η κάρτα ήχου τοποθετείται σε μία θέση και με αυτή (ανάλογα με την συγκεκριμένη κάρτα) μπορείτε να ακούσετε ήχους, μουσική, να συνδέσετε συσκευές MIDI (αρμόνιο κλπ). Οι κάρτες αυτές έχουν δικό τους υλικό (ακόμα και ειδικούς επεξεργαστές), μνήμη κλπ. Η αρμονική συνεργασία των υποσυστημάτων αυτών βασίζεται σε σύμβαση για την λειτουργία τους. Όταν ο υπολογιστής ξεκινά, ερευνά τα φατνία με τη σειρά για να δει αν περιέχουν κάρτες. Η έρευνα αυτή γίνεται διαβάζοντας τα περιεχόμενα της μνήμης σε συγκεκριμένες θέσεις.

Όταν λοιπόν διαπιστώσει ότι πράγματι υπάρχει κάτι σε συγκεκριμένη θέση, εφ' όσον το αναγνωρίσει, φορτώνει ένα σχετικό πρόγραμμα που ονομάζεται οδηγός (driver). Ο ρόλος του οδηγού είναι καθοριστικός. Αυτός παρεμβαίνει ανάμεσα στα προγράμματα που τρέχουν στον υπολογιστή έτσι ώστε η συσκευή που συνδέεται να λειτουργεί σωστά. Έτσι, για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου δεν μεριμνά για το μέγεθος της οθόνης. Αναθέτει την σχεδίαση του κειμένου στην οθόνη στο σχετικό οδηγό. Οι οδηγοί για τις χιλιάδες κάρτες και συσκευές που κυκλοφορούν στο εμπόριο δίνονται μαζί με το λειτουργικό (αυτό είναι το plug and play) και ακόμα μαζί με τις κάρτες και συσκευές. Για τις κάρτες εισόδου εξόδου υπάρχουν επίσης οδηγοί. Αυτοί δίνονται μαζί με την κάρτα (συνήθως δεν περιλαμβάνονται στις εκδόσεις του λειτουργικού). Με τους οδηγούς η εργασία χειρισμού της κάρτας εισόδου - εξόδου γίνεται ευκολότερη.

Το Labview δίνει τους σχετικούς οδηγούς για τις κάρτες της εταιρείας National Instruments και οι κατασκευαστές άλλων καρτών δίνουν οδηγούς για τις κάρτες τους και για συνεργασία με το Labview. Σε κάθε περίπτωση αν δεν έχετε τον κατάλληλο οδηγό μπορείτε να τον βρείτε στο δικτυακό τόπο της κάθε εταιρείας. Δεν είναι καθόλου κακή ιδέα να ανατρέχετε στο διαδίκτυο για αναφορά σε λύσεις και εφαρμογές (application notes, case studies).

Η κάρτα I/O τοποθετείται σε ένα φατνίο (slot) και τροφοδοτείται (ηλεκτρικά) από τον Η/Υ. Η λογική όμως σύνδεση (δηλαδή η πραγματική επικοινωνία) γίνεται μέσω ενός αριθμού θέσεων μνήμης. Η μνήμη αυτή επιλέγεται κατά την εγκατάσταση και αποτελεί βασική πληροφορία. Η πρώτη διεύθυνση αυτής της περιοχής μνήμης ονομάζεται βασική διεύθυνση base address. Αυτήν χρησιμοποιείτε για κάθε επικοινωνία με την κάρτα.

4.5 ΟΙ ΚΑΡΤΕΣ I/O. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ.

Όλες οι κάρτες επέκτασης είναι εισόδου εξόδου γιατί δημιουργούν μια αμφίδρομη επικοινωνία (input = είσοδος πληροφοριών στον υπολογιστή, output = έξοδος πληροφοριών από τον υπολογιστή). Δίνουμε αυτό το όνομα στις κάρτες που εκτελούν και αναλογική είσοδο, έχουν δηλαδή την ικανότητα να δέχονται αναλογικό σήμα σαν είσοδο. Βέβαια, αφού ο υπολογιστής καταλαβαίνει μόνο ψηφιακά σήματα, οι κάρτες εκτελούν την μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα και αντίστροφα παράγουν κάποια αναλογική έξοδο (εννοείται με τον κατάλληλο προγραμματισμό).

Τα γενικά χαρακτηριστικά των καρτών αυτών αφορούν :

- i. Αριθμό καναλιών αναλογικών εισόδων.
- ii. Ακρίβεια των αναλογικών εισόδων
- iii. Ευαισθησία ή αριθμό BIT του αναλογικού μετατροπέα
- iv. Συχνότητα λήψης αναλογικών μετρήσεων
- v. Εύρος αναλογικής εξόδου και ακρίβεια αναλογικής εξόδου
- vi. Αριθμό ψηφιακών εισόδων και εξόδων

Ακριβές κάρτες, έχουν εξαιρετικά χαρακτηριστικά και αντίστοιχη τιμή. Μια συνηθισμένη κάρτα με κόστος 300 ευρώ είναι συνήθως επαρκής για κάθε βιομηχανική εφαρμογή.

Αναλυτικά :

- Στην κάρτα υπάρχει ένας μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό (ένα OK). Αυτό χρησιμοποιεί κυκλώματα για μεταγωγή των εισόδων έτσι ώστε να συνδέει διαδοχικά (μετά την ολοκλήρωση κάθε μετατροπής) κάθε είσοδο στο μετατροπέα (ADC = Analog to Digital Converter). Συνηθισμένος αριθμός εισόδων 16.
- Η ακρίβεια της μετατροπής είναι η ανταπόκριση της μέτρησης (της εξόδου προς τον υπολογιστή) στην τάση εισόδου. Χαρακτηριστικό του DAC, εκφράζεται σε %. Ακόμα, επειδή η αλλαγή στην έξοδο γίνεται ψηφιακά (δηλαδή αλλάζει το λιγότερο σημαντικό BIT) πολλές φορές γράφεται ακρίβεια : +/- 0.5% +/- 1BIT.
- Η ευαισθησία είναι πόσο αλλάζει η αριθμητική έξοδος με την αλλαγή της εισόδου. Η ευαισθησία σχετίζεται με δύο παραμέτρους : την περιοχή μέτρησης και τον αριθμό των BIT του μετατροπέα. Ένας μετατροπέας 12 BIT, παράγει ένα ψηφιακό αριθμό με 12 BIT. Επειδή $2^{12} = 4096$, η περιοχή εισόδου απεικονίζεται σε 4096 στάθμες. Αυτό σημαίνει ότι για περιοχή εισόδου (π.χ.) 10V, η ευαισθησία είναι $10/4096 = 2.44\text{mV}$. Ο μετατροπέας δεν θα καταλάβει μια αλλαγή 1mV (θα την αγνοήσει).

4.6 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η κατασκευή ενός συστήματος μετρήσεων, όπως κάθε αντικείμενο σχεδιασμού, απαιτεί μια σειρά βημάτων για την υλοποίηση του. Έτσι, πρώτα καταγράφονται οι απαιτήσεις - προδιαγραφές για το σύστημα. Στη συνέχεια επιλέγονται τα αισθητήρια, ενισχυτές σήματος, διασύνδεση μερών, κάρτα I/O και αναπτύσσεται το πρόγραμμα. Μετά την υλοποίηση ακολουθεί δοκιμή και επαλήθευση των προδιαγραφών. Τα θέματα αισθητηρίων, ενισχυτών χειρισμού σήματος (όπου απαιτούνται), μεταφοράς και σύνδεσης δεν θα αναπτυχθούν εδώ. Ο αναγνώστης παραπέμπετε στη σχετική βιβλιογραφία μετρήσεων, αισθητηρίων κλπ. Σε ότι αφορά την προδιαγραφή για την επιλογή της κάρτας, δύο είναι κυρίως τα κριτήρια επιλογής

- ✓ Δυνατότητα της κάρτας σε ακρίβεια και ευαισθησία
- ✓ Επαρκής αριθμός εισόδων - εξόδων για το συγκεκριμένο έργο

Η μελέτη των χαρακτηριστικών της κάρτας σε αντιπαραβολή με τις απαιτήσεις κρίνει την επάρκεια για το πρώτο κριτήριο. Ο αριθμός των εισόδων (16 αναλογικών και 16 ψηφιακών για τις περισσότερες φθηνές κάρτες) είναι συνήθως επαρκής για εφαρμογές που σχεδιάζει ο κοινός κατασκευαστής. Αν στην εφαρμογή που αντιμετωπίζετε υπάρχει ανάγκη για περισσότερες από μία κάρτες, είναι πιθανό να χρειάζεται εξειδικευμένη βοήθεια στην ανάπτυξη του προγράμματος και - στην περίπτωση αυτή - το έργο ελέγχου της σχετικής εργολαβίας είναι πάρα πολύ σημαντικό.

4.7 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΤΑΣ I/O

Μετά την προδιαγραφή της κάρτας I/O, θα πρέπει αυτή να παραληφθεί και εγκατασταθεί. Η κάρτα περιλαμβάνει :

- ✓ Την κάρτα σε κατάλληλη συσκευασία που την προστατεύει μηχανικά και ηλεκτρικά
- ✓ Δισκέτες με σχετικά προγράμματα οδηγούς, προγράμματα ελέγχου της κάρτας.
- ✓ Εγχειρίδιο με πληροφορίες για την κάρτα
- ✓ Καλώδια και ακροδέκτες σύνδεσης (αν παραγγελθούν)

Το τελευταίο αντικείμενο (terminal board) συνίσταται για όλες τις φάσεις δοκιμής ενώ δεν χρειάζεται αν έχετε εξοικείωση με την κάρτα και τις εφαρμογές.

Η κάρτα εγκαθίσταται άμεσα σε μία ελεύθερη θέση και είναι έτοιμη για λειτουργία. Στο εγχειρίδιο υπάρχει βεβαίως σχετικό κεφάλαιο με οδηγίες για την εγκατάσταση. Γενικά πρέπει να προσέξετε τα παρακάτω σημεία :

A) Η κάρτα, όπως έρχεται από το εργοστάσιο, έχει προρυθμιστεί έτσι ώστε να ικανοποιεί τις πιο συνήθεις εφαρμογές. Οι ρυθμίσεις αυτές ονομάζονται «factory set condition» και αναφέρονται συγκεκριμένα στο εγχειρίδιο.

B) Βασική επιλογή κατά την εγκατάσταση είναι η βασική διεύθυνση base address. Ο αριθμός αυτός προσδιορίζει τις θέσεις μνήμης, μέσω των οποίων, γίνεται η επικοινωνία της κάρτας με τον υπολογιστή. Δεν υπάρχει λόγος να αλλάξετε την βασική διεύθυνση, εκτός αν τοποθετήσετε και άλλες κάρτες I/O ή αν κάποια άλλη κάρτα έχει την ίδια βασική διεύθυνση. Σημαντικό : καταγράψετε ότι αλλαγές κάνετε στην κάρτα.

Γ) Αν σε κάποια φάση έχετε αμφιβολίες για την λειτουργία της κάρτας, μπορείτε να τρέξετε διαγνωστικά για την κάρτα. Αυτά υπάρχουν στις δισκέτες που συνοδεύουν την κάρτα.

Δ) Οι κάρτες του είδους ρυθμίζονται με δύο τρόπους, είτε με πρόγραμμα είτε (και) με την θέση ορισμένων συνδετήρων jumpers. Θα αλλάξετε τις βασικές επιλογές μόνο αν υπάρχει ανάγκη. Σε κάθε περίπτωση κρατήστε σημείωση των αλλαγών και πως αυτές επιδρούν στην λειτουργία της κάρτας.

Ε) Όπως σε όλες της περιπτώσεις προσθήκης και αφαίρεσης καρτών, πρέπει να σβήνετε τον υπολογιστή πριν βάλετε την κάρτα. Καλό είναι ακόμα και η σύνδεση της εξωτερικής κάρτας συνδέσεων (terminal board) να γίνεται με σβηστό τον υπολογιστή.

Ζ) Η πιο σημαντική παρατήρηση αφορά την ανάγκη χρήσης του εγχειριδίου. Οι κάρτες του εμπορίου αλλάζουν συχνά σχεδίαση για να εκμεταλλευτούν τα νέα ολοκληρωμένα κυκλώματα που συνήθως έχουν καλύτερες προδιαγραφές. Σαν αποτέλεσμα δεν μπορεί να δοθούν εδώ συγκεκριμένες πληροφορίες. Η τελική και αυθεντική πηγή πληροφοριών είναι το εγχειρίδιο που συνοδεύει την κάρτα. Εκεί θα βρείτε συγκεκριμένες οδηγίες για να εκμεταλλευτείτε τις λειτουργίες της κάρτας.

4.8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΚΑΡΤΕΣ I/O

- 1) Ψηφιακή είσοδος - έξοδος.** Πρόκειται για την πιο απλή λειτουργία της κάρτας. Σε μία κάρτα 16 BIT, η ψηφιακή είσοδος (και έξοδος) γίνεται σε δύο BYTE. Το κάθε ένα προσδιορίζεται με μια προσθήκη στη βασική διεύθυνση (π.χ. BASE+3, BASE+11).

Βήματα για ψηφιακή είσοδο :

- i. σύνδεση ψηφιακού σήματος στην κάρτα
- ii. ψηφιακή είσοδος ενός BYTE (ανάγνωση με το πρόγραμμα από την κάρτα προς τον υπολογιστή)
- iii. αναγνώριση συγκεκριμένου BIT (ή περισσότερων) που μας ενδιαφέρει

Βήματα για την ψηφιακή έξοδο :

- i. μετατροπή των ψηφιακών πληροφοριών (BIT) σε BYTE με αναφορά σε συγκεκριμένη θέση
- ii. έξοδος του BYTE (μεταφορά του BYTE από τον υπολογιστή στα κυκλώματα της κάρτας)
- iii. σύνδεση των κυκλωμάτων της κάρτας με τα εξωτερικά κυκλώματα.

Παράδειγμα. Έστω ότι χρειάζεται να ανιχνευτεί η θέση ενός μπουτον, και ανάλογα με αυτή και κάποιες άλλες λογικές προϋποθέσεις να ξεκινήσει ένα μοτέρ. Ο κατασκευαστής πρέπει να υλοποιήσει τα παρακάτω βήματα :

- i. Σύνδεση του μπουτόν στην κάρτα. Αφού εντοπιστεί η θέση της ψηφιακής σύνδεσης στην κάρτα (ή στην πλακέτα συνδέσεων), επιλέγουμε το BIT στο οποίο θα συνδεθεί το μπουτόν. Έστω ότι επιλέγεται το BIT 0 από το low byte.
- ii. Το πρόγραμμα εκτελεί μια ψηφιακή είσοδο του low byte
- iii. Το πρόγραμμα απομονώνει την κατάσταση του BIT 0 και συνδυάζει την πληροφορία για να αποφασίσει αν θα ξεκινήσει το μοτέρ.
- iv. Έστω ότι έχουμε επιλέξει το BIT 7 από το low byte να ελέγχει την κατάσταση του μοτέρ. Τότε γράφουμε ένα αριθμό μεγαλύτερο από το 128 στο low byte (\Rightarrow BIT 7 =high).
- v. Συνδέουμε το BIT 7 με κατάλληλο ρελέ έτσι ώστε να ελέγξει την παροχή ισχύος στο μοτέρ.

2) Αναλογική είσοδος – έξοδος. Η είσοδος αναλογικής πληροφορίας είναι λίγο πιο περίπλοκη διαδικασία.

Όσα αναφέρονται παρακάτω ισχύουν για την κάρτα <<PCL 6008>> της advantech, όμοια διαδικασία χρειάζεται για άλλες κάρτες του είδους.

- i. Επιλέγουμε περιοχή μέτρησης για κάθε κανάλι (ευαισθησία ή κέρδος του ενισχυτή της κάρτας)
- ii. Επιλέγουμε ποια κανάλια θα μετρήσουμε (π.χ. το κανάλι 0 ή τα κανάλια 1-5 κλπ)
- iii. Ξεκινάμε την μέτρηση και περιμένουμε να τελειώσει
- iv. Διαβάζουμε το αποτέλεσμα της μετατροπής και
- v. Μετατρέπουμε σε τάση τον αριθμό που διαβάσαμε από την κάρτα.
- vi. **Τα βήματα αυτά χρειάζονται μόνο αν δεν έχουμε σχετικό οδηγό που να συνεργάζεται με το Labview.**

Βασικές υπορουτίνες του Labview για I/O

Όπως αναφέρθηκε, **οι οδηγοί (drivers) είναι ο ευκολότερος τρόπος αξιοποίησης της κάθε κάρτας**. Αυτοί είναι υπορουτίνες που με τις απαραίτητες ρυθμίσεις σας δίνουν την επιθυμητή ενέργεια (είσοδο ή έξοδο, αναλογικού ή ψηφιακού σήματος).

Ενσωματώνονται στα προγράμματα σας όπως οποιαδήποτε άλλη συνάρτηση του Labview. [Το Labview όταν ξεκινά, ερευνά τα directories και δημιουργεί την παλέτα με τις συναρτήσεις. Έτσι μετά την εγκατάσταση, οι οδηγοί είναι άμεσα διαθέσιμοι για χρήση]. Αλλά και χωρίς αυτούς, μπορείτε εύκολα να κατασκευάσετε τις δικές σας υπορουτίνες για εύκολη ενσωμάτωση στα δικά σας προγράμματα.

Η κάρτα PCL 6008 ΗΓ

- Βασικές πληροφορίες για τις
- κάρτες εισόδου εξόδου PCL.

- Ψηφιακή είσοδος

- Ψηφιακή έξοδος

- Αναλογική είσοδος

- Το manual της κάρτας



Low-Cost, Bus-Powered Multifunction DAQ for USB – 12- or 14-Bit, up to 48 kS/s, 8 Analog Inputs

NI USB-6008, NI USB-6009

- 8 analog inputs at 12 or 14 bits, up to 48 kS/s
- 2 analog outputs at 12 bits, software-timed
- 12 TTL/CMOS digital I/O lines
- 32-bit, 5 MHz counter
- Digital triggering
- Bus-powered
- 1-year warranty

Operating Systems

- Windows Vista (32- and 64-bit)/XP/2000
- Mac OS X¹
- Linux^{2†}
- Windows Mobile³
- Windows CE³

Recommended Software

- LabVIEW
- LabVIEW SignalExpress
- LabWindows/CVI
- Measurement Studio

Other Compatible Software

- C#, Visual Basic .NET
- ANSI C/C++

Measurement Services Software (included)

- NI-DAQmx driver software
- Measurement & Automation Explorer configuration utility
- LabVIEW SignalExpress LE

[†]You need to download NI-DAQmx Base for these operating systems.



Product	Bus	Analog Inputs ¹	Input Resolution (bits)	Max. Sampling Rate (kS/s)	Input Range (V)	Analog Outputs	Output Resolution (bits)	Output Rate (Hz)	Output Range (V)	Digital I/O Lines	32-Bit Counter	Trigger
USB-6008	USB	8 SE/4 DI	14	48	+1 to ±20	2	12	150	0 to 5	12	1	Digital
USB-6009	USB	8 SE/4 DI	12	30	+1 to ±20	2	12	150	0 to 5	12	1	Digital

¹SE = single-ended, DI = differential. ²Software limited.

Overview and Applications

With recent bandwidth improvements and new innovations from National Instruments, USB has evolved into a core bus of choice for measurement applications. The NI USB-6008 and USB-6009 are low-cost entry points to NI flagship data acquisition (DAQ) devices. With plug-and-play USB connectivity, these modules are simple enough for quick measurements but versatile enough for more complex measurement applications.

The USB-6008 and USB-6009 are ideal for a number of applications where low cost, small form factor, and simplicity are essential.

Examples include:

- Data logging – quick and easy environmental or voltage data logging
- Academic lab use – student ownership of DAQ hardware for completely interactive lab-based courses (Academic pricing available. Visit ni.com/academic for details.)
- OEM applications as I/O for embedded systems

Recommended Software

National Instruments measurement services software, built around NI-DAQmx driver software, includes intuitive application programming interfaces, configuration tools, I/O assistants, and other tools designed to reduce system setup, configuration, and development time. National Instruments recommends using the latest version of NI-DAQmx

driver software for application development in NI LabVIEW, LabVIEW SignalExpress, LabWindows/CVI, and Measurement Studio software. To obtain the latest version of NI-DAQmx, visit

ni.com/support/daq/versions.

NI measurement services software speeds up your development with features including:

- A guide to create fast and accurate measurements with no programming using the DAQ Assistant.
- Automatic code generation to create your application in LabVIEW.
- LabWindows/CVI, LabVIEW SignalExpress, and C#, Visual Studio .NET, ANSI C/C++, or Visual Basic using Measurement Studio.
- Multithreaded streaming technology for 1,000 times performance improvements.
- Automatic timing, triggering, and synchronization routing to make advanced applications easy.
- More than 3,000 free software downloads available at ni.com/zone to jump-start your project.
- Software configuration of all digital I/O features without hardware switches/jumpers.
- Single programming interface for analog input, analog output, digital I/O, and counters on hundreds of multifunction DAQ hardware devices. M Series devices are compatible with the following versions (or later) of NI application software – LabVIEW, LabWindows/CVI, or Measurement Studio versions 7.x, and LabVIEW SignalExpress 2.x.



5.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΡΤΑ PLC 6008 HG.

Προδιαγραφές και παραγγελία της κατάλληλης κάρτας I/O

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ξέρουμε αν η κάρτα που θα παραγγείλουμε υπερκαλύπτει τις πιο εξεζητημένες περιπτώσεις που μπορεί να εμφανιστούν στο πρόβλημα που μελετάμε χωρίς να επιβαρύνει υπέρμετρα τον προϋπολογισμό. Τα βασικά στοιχεία σε κάθε κάρτα είναι τα παρακάτω:

- 1) **Σε τι slot μπαίνει.** Στα PC υπάρχουν 3 ειδών θέσεις για κάρτες : κάρτες PC XT (κάρτες για παμπάλαια μηχανήματα – που όμως υπάρχουν από παλιά) κάρτες PC AT (κάρτες για AT μηχανήματα) και οι κάρτες PCI για τα σύγχρονα μηχανήματα. Προσοχή αν δεν μπαίνει η κάρτα στο μηχανήμα είναι απλώς άχρηστη !

- 1) **Δυνατότητες της κάρτας.** Οι δυνατότητες αναφέρονται σε αριθμό ψηφιακών εισόδων και εξόδων, και σε ποιότητα των αναλογικών λειτουργιών. Αναλυτικά : οι ψηφιακές εισοδοι είναι συνήθως 8 ή 16 ή και περισσότερες. (1,2 ή περισσότερα BYTE). Οι εισοδοι αυτοί – όπως και τα συνηθισμένα TTL είναι σε λογικό 1 αν είναι ασύνδετες. Οι ψηφιακές έξοδοι είναι επίσης σε στάθμη TTL, πράγμα που σημαίνει ότι χρειάζεται εξωτερικό κύκλωμα ακόμα και για να ανάψουν ένα LED. Για το χειρισμό των ψηφιακών εισόδων και εξόδων χρειάζεται μια στοιχειώδης γνώση του δυαδικού συστήματος .

Οι αναλογικές εισοδοί είναι συνήθως 8. Η βασική προδιαγραφή τους αναφέρεται στην ακρίβεια με την οποία κάνουν τη μετατροπή και την ταχύτητα με την οποία την κάνουν. Έτσι αν χρειαζόμαστε μετρήσεις με ακρίβεια 1%, μια κάρτα με μετατροπέα 12 BIT επαρκεί. [επεξήγηση. Ο αριθμός των BIT μας λέει πόσες στάθμες διακρίνει η κάρτα στο σήμα μας. Στην κάρτα των 12 BIT η περιοχή τάσης εισόδου επιμερίζεται σε $2^{12} = 4096$ στάθμες. Όταν μια μέτρηση παίζει π.χ. μεταξύ 3652 και 3653, (όπως πολύ συχνά συμβαίνει στα ψηφιακά βολτόμετρα) το πραγματικό μέγεθος μπορεί να είναι 3652.5 Άρα η κάρτα εισάγει σφάλμα στην ψηφιοποίηση λιγότερο από $0.5/4096 < 1\%$] Υπάρχουν κάρτες 16 BIT ενώ για μεγαλύτερη ακρίβεια (εντελώς άχρηστη για βιομηχανικές εφαρμογές) απαιτείται ιδιοκατασκευή.

2) Η δεύτερη προδιαγραφή αφορά την ταχύτητα μετατροπής ή ισοδύναμα την συχνότητα με την οποία η κάρτα παίρνει μετρήσεις. Συνηθισμένη συχνότητα είναι 15 KHZ. Για μεγαλύτερες συχνότητες (χρειάζονται σε πολύ ειδικές εφαρμογές) υπάρχουν κάρτες που φθάνουν έως και το 1 MHZ, με αντίστοιχο βέβαια κόστος.

1) **Ειδικά χαρακτηριστικά της κάρτας.** Αυτά αφορούν τις περιοχές μέτρησης, την δυνατότητα μέτρησης χρόνου και αριθμού παλμών, την αναλογική έξοδο. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα γίνουν πιο κατανοητά στη συνέχεια, όταν θα ασχοληθούμε με τον άμεσο χειρισμό της κάρτας.

Σύνοψη :

Παραγγέλνουμε μια κάρτα που να μπορεί να μπει στον υπολογιστή που θα χρησιμοποιήσουμε και επαρκεί για το πρόβλημά μας από άποψη αριθμού και ποιότητας.

Π.χ. θέλουμε να μετράμε μια θερμοκρασία ανά δευτερόλεπτο, μία πίεση, μια τελική ταχύτητα εμβόλου και τις θέσεις 3 διακοπών. Να καταγράψουμε τα δεδομένα και να ανάβουμε 3 ενδεικτικά και να κλείνουμε ένα ρελέ κινδύνου. Υπολογίζουμε : 4 αναλογικές εισόδους (μία Θ, μία Π, δύο για ταχύτητα), 3 ψηφιακές εισόδους και 4 ψηφιακές εξόδους. Μια συνηθισμένη κάρτα PC Lab (714,718,818 κλπ) επαρκεί.

Εγκατάσταση της κάρτας

Αν η επιλογή της κάρτας είναι εύκολη υπόθεση (γιατί αν υπάρχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις θα πρέπει να συμβουλευτείτε τον προμηθευτή ή ειδικό), την εγκατάσταση την κάνετε μόνοι σας. Η εργασία αυτή είναι εύκολη αν ακολουθήσετε τις τυπικές διαδικασίες που επιβάλλει η απλή λογική και η καλή μεθοδολογία εργασίας.

- 1) Ελέγξτε την κάρτα στην παραλαβή. Υπάρχει packing list (χαρτί που λέει τα περιεχόμενα του πακέτου). Ελέγξτε αν υπάρχει software, αν υπάρχει εγχειρίδιο (manual). Αν όλα είναι όπως πρέπει, ανοίξτε το κουτί του 'θηρίου' και βάλτε την κάρτα σε ελεύθερο slot. (εννοείται ότι έχετε σβήσει τον υπολογιστή). Τακτοποιήστε τυχόν καλώδια και κλείστε το κουτί.

Στη φάση αυτή δεν χρειάζονται περισσότερες επεμβάσεις (μάλλον κακό θα κάνουν). Πρέπει όμως να ξέρετε ότι υπάρχει πληθώρα ρυθμίσεων που δεν έχουν αναφερθεί ακόμα.

- 2) Για να γνωρίζετε τι συνδέεται που, υπάρχει στο βιβλίο (manual) χάρτης της κάρτας που δείχνει τα connectors. Αν έχετε το εξωτερικό terminal board (την κάρτα που μπαίνει έξω από τον υπολογιστή και διευκολύνει τις συνδέσεις – να την αγοράζετε ακόμα και αν δεν προγραμματίζετε να την χρησιμοποιήσετε : χρειάζεται στις δοκιμές)
- 3) Η εγκατάσταση στον υπολογιστή έχει τελειώσει, εσείς όμως δεν έχετε τελειώσει με την εγκατάσταση. Υπάρχει περίπτωση να χρειαστεί να κάνετε επεμβάσεις στην κάρτα. Ο κατασκευαστής έχει τοποθετήσει πάνω στην κάρτα διάφορους επιλογείς : jumpers, dip switches, trimmers (συνδέσεις, σειρές διακοπών, ρυθμιστικά ποτενσιόμετρα) για να προσαρμόζει ο κάθε χρήστης την κάρτα στα μέτρα του. Μην πειράζετε τίποτα χωρίς (α) να καταγράψετε την προηγούμενη κατάσταση (β) να μελετάτε το manual. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να γνωρίζετε τι σημαίνει ο όρος “factory set condition” (default configuration). Όταν η κάρτα έρχεται από το εργοστάσιο, ο κατασκευαστής την έχει ρυθμίσει για την πλειοψηφία των χρηστών. Έτσι αυτή έχει κάποιες επιλογές π.χ. η περιοχή μετρήσεων αναλογικού σήματος θα είναι από -5 έως + 5 V. Η επιλογή αυτή μπορεί να τροποποιηθεί με αναπρογραμματισμό, αλλά υπάρχει κάποια ρύθμιση που γίνεται με συνδετήρα πάνω στην κάρτα. Πρέπει οπωσδήποτε να γνωρίζετε την εργοστασιακή ρύθμιση για να προγραμματίσετε σωστά το software.
- 3) Ένα από τα στοιχεία της εγκατάστασης που αναπόφευκτα θα χρησιμοποιήσετε είναι η λεγόμενη βασική διεύθυνση. Από τους κατασκευαστές του PC έχει καθοριστεί ο τρόπος επικοινωνίας των καρτών με την μητρική (motherboard) του υπολογιστή. Έτσι λοιπόν, κάθε κάρτα έχει 16 θέσεις μνήμης (σκεφτείτε μια τράπεζα με 16 γκισέ συναλλαγών), με τις οποίες επικοινωνεί με τον υπολογιστή.

- 4) Η κάρτα δεν γνωρίζει σε ποίο φυσικό slot έχει μπει. Αρκεί να μην χρησιμοποιεί τις ίδιες 16 θέσεις με κάποια άλλη κάρτα. Οι 16 αυτές θέσεις έπονται μιας βασικής διεύθυνσης (Base Address). Αν αυτό συμβεί δεν θα δουλεύει σωστά καμία από τις δύο κάρτες. Τότε – και μόνον τότε – πρέπει να αλλάξετε την βασική διεύθυνση σε κάποια άλλη.
- 5) Οι κάρτες που χρησιμοποιούμε έχουν base address το 300 H (H=hex). Διαβάστε πως αλλάζει το base address στο εγχειρίδιο
- 6) Αν έχετε στο πακέτο τη δισκέτα δοκιμών, κάντε έλεγχο στη κάρτα πριν τη χρησιμοποιήσετε. (Αυτό είναι ένα βήμα που μπορείτε να αποφύγετε αν έχετε κάποια πείρα)
- 7) Τώρα είναι ώρα για ένα μικρό διάλειμμα εργασίας. Σκεφτείτε τι έχετε κάνει στην εγκατάσταση, ποια σημεία είναι αδιευκρίνιστα (πολλά), βεβαιωθείτε ότι το PC σας δουλεύει όπως συνήθως. Μελετήστε λίγο τη κάρτα συνδέσεων (terminal board). Πάνω της γράφει τι συνδέουμε και που.

Χαρακτηριστικά και προδιαγραφές των καρτών εισόδου εξόδου (I/O cards)

Οι κάρτες εισόδου εξόδου επιτρέπουν στον υπολογιστή να αποκτήσει ιδιότητες ενός συστήματος μετρήσεων και ελέγχου. Υπάρχει πληθώρα από αυτές με διάφορες προδιαγραφές και διάφορους κατασκευαστές. Στην περιγραφή που θα ακολουθήσει θα μελετήσουμε τις πιο βασικές και κοινές προδιαγραφές και θα αναφερθούμε σε τυχόν πιο ειδικές κάρτες.

Η χρήση των καρτών αυτού του τύπου επέτρεψε την απ' ευθείας σύνδεση των υπολογιστών σε μετρητικά συστήματα με άμεση εκμετάλλευση της υπολογιστικής τους ισχύος. Εκτός από τις κάρτες αυτές, το «οπλοστάσιο» του μηχανικού περιλαμβάνει : τα ειδικά συστήματα λήψης μετρήσεων (data loggers), τους ειδικούς μικροελεγκτές με δυνατότητα λήψης μετρήσεων, ειδικές συσκευές για συγκεκριμένες εφαρμογές. Κάθε επιλογή έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το πλεονέκτημα του Η/Υ είναι η μεγάλη διαθέσιμη υπολογιστική ισχύς, η μεγάλη αποθηκευτική δυνατότητα και η συνεχής (on line), σε πραγματικό χρόνο (real time) ανταπόκριση. Το μειονέκτημα τους είναι το μεγάλο μέγεθος και η ανάγκη τροφοδοσίας που συνεπάγεται σταθερή εγκατάσταση

Προδιαγραφές και λειτουργικά χαρακτηριστικά της κάρτας Η κάρτα PCI 6023E που χρησιμοποιείται στο εργαστήριο έχει τις παρακάτω δυνατότητες:

- 1) Είσοδο (μέτρηση) αναλογικών τάσεων (μέχρι 10V)**
- 2) Είσοδο ψηφιακών δεδομένων (16 BIT σε δύο bytes)**
- 3) Αποθήκευση ενός αριθμού μετρήσεων στην κάρτα**
- 4) Έξοδο αναλογικής τάσης**
- 5) Έξοδο Ψηφιακών δεδομένων**
- 6) Μέτρηση χρόνου, απαρίθμηση συμβάντων.**

Προδιαγραφή αναλογικών εισόδων

Η κάρτα δέχεται 16 αναλογικές εισόδους και μπορεί να τις συνδέσει σαν 8 διαφορικές εισόδους. Στην πρώτη περίπτωση, η τάση που πρόκειται να μετρηθεί συνδέεται σε ένα ακροδέκτη και μετριέται ως προς γη. (ο άλλος ακροδέκτης είναι τα 0 V). Η διαφορική σύνδεση γίνεται με δύο εισόδους αφιερωμένες σε κάθε πηγή μέτρησης. Με την σύνδεση αυτή πιθανώς εξασφαλίζουμε σημαντικά μικρότερο θόρυβο (με θυσία βεβαίως μιας εισόδου τάσης). Η διαφορική σύνδεση χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να μετρήσουμε σήμα που έρχεται από κάποια απόσταση (π.χ. > 5 μέτρα) και υφίσταται ηλεκτρική παρεμβολή. Χρησιμοποιώντας την διαφορική μέτρηση, αφαιρείται ο θόρυβος που υφίσταται στα δύο καλώδια που φέρνουν το σήμα και έτσι έχουμε μείωση του θορύβου. Ανεξάρτητα από το γεγονός ότι τα σήματα αφαιρούνται, δεν θα πρέπει το καθένα από αυτά να είναι μεγαλύτερο από την περιοχή εισόδου (30 V) της συγκεκριμένης κάρτας.

A) Ευαισθησία (resolution).

Ο όρος Ευαισθησία αναφέρεται στην μεταβολή εισόδου που γίνεται αντιληπτή από την κάρτα, (παρόμοιος ορισμός υπάρχει και στα αισθητήρια). Η κάρτα που χρησιμοποιούμε έχει ακρίβεια 12 BIT, πράγμα που σημαίνει ότι α) παράγει ένα αποτέλεσμα σε μορφή δυαδικού αριθμού 12 bit και β) διακρίνει μεταβολές μεγαλύτερες από το 1/4096 της περιοχής εισόδου.

Η ευαισθησία είναι ένα χαρακτηριστικό που οφείλεται στο ολοκληρωμένο κύκλωμα (ΟΚ) που αναλαμβάνει το έργο της μετατροπής από αναλογικό σε ψηφιακό (analog to digital converter ADC). Οι συνηθισμένοι ADC είναι 12 bit, υπάρχουν όμως και 8 bit ADC αλλά και 16 και - σπανιότερα - 24 bit ADC. Ο λόγος που προτιμούμε τα 12 bit από τα περισσότερα (BIT) είναι ότι παρέχουν γενικά επαρκή ευαισθησία για συνήθεις εφαρμογές (βιομηχανικές, εργαστηριακές) και απαιτούν λιγότερο χώρο αποθήκευσης μετρήσεων. Υψηλότερος αριθμός bit πρέπει να υποστηρίζεται από καλή προστασία θορύβου, απαιτεί μεγαλύτερο χώρο για αποθήκευση μετρήσεων και κοστίζει λίγο παραπάνω. 24 bit ADC χρησιμοποιείται πολύ σπάνια (π.χ. για ερευνητικές εφαρμογές) και προϋποθέτει ειδικό περιβάλλον θωράκισης έναντι του θορύβου.

B) Περιοχή εισόδου (κλίμακες)

Η κάρτα μπορεί να δεχθεί και να μετρήσει τάσεις μονοπολικές (unipolar) ή διπολικές (bipolar). Ανάλογα με το μοντέλο η περιοχή κυμαίνεται από 10mV -10V ή από +/- 5mV έως +/- 5V. Άλλες κάρτες φτάνουν έως το 1mV ενώ σε κάθε περίπτωση η τάση εισόδου δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 30 V. Η επιλογή της περιοχής μέτρησης γίνεται μέσω του προγράμματος οδηγού ή αυτόματα ή (στα παλαιότερα μοντέλα) με τον προγραμματισμό της κάρτας. Για την υλοποίηση των μετρήσεων στις πιο ευαίσθητες κλίμακες η κάρτα συμπεριλαμβάνει ενισχυτή (on board instrumentation amplifier) με προγραμματιζόμενο κέρδος. Η παρεμβολή του ενισχυτή αυτού επηρεάζει λίγο τις προδιαγραφές των εισόδων και κυρίως το ρυθμό με τον οποίο μπορούμε να παίρνουμε μετρήσεις.

Γ) Αριθμός εισόδων.

Η κάρτα περιέχει ένα μόνο OK για την μετατροπή ADC. Το κύκλωμα αυτό συνδέεται μέσω πολυπλέκτη (multiplexer) σε μία ή περισσότερες εισόδους. Είναι δυνατό (με πρόγραμμα ή αυτόματο χειρισμό) τα διάφορα κανάλια μέτρησης να έχουν διαφορετική ευαισθησία (διαφορετική περιοχή μέτρησης).

Δ) Χρόνος μετατροπής (conversion time)

Είναι ο χρόνος που χρειάζεται το βασικό OK για την εξαγωγή της ψηφιακής λέξης 12 bit μετά την παρουσία της τάσης εισόδου. Η προδιαγραφή αυτή επιβαρύνεται με το χρόνο απόκρισης του ενισχυτή (αν χρησιμοποιείται) και το χρόνο απόκρισης του πολυπλέκτη. Για την κάρτα του εργαστηρίου είναι 8μsec, που αντιστοιχεί σε (θεωρητική) δυνατότητα λήψης ($1/T$) 125 000 μετρήσεων το δευτερόλεπτο. Στην πράξη, με τις υπόλοιπες καθυστερήσεις, ο χρόνος δειγματοληψίας είναι πολύ μεγαλύτερος και για την πιο ευαίσθητη κλίμακα ο μέγιστος ρυθμός είναι κάτω από 800 Hz.

Ε) Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία είναι ένα βασικό θεωρητικό θέμα της τεχνολογίας μετρήσεων. Σε μια διαδικασία επαναλαμβανόμενης μέτρησης, μας ενδιαφέρει όχι μόνο η τιμή του μετρούμενου μεγέθους αλλά κυρίως η εξέλιξη στο χρόνο. Πρόσθετες πληροφορίες που πηγάζουν από την χρονική εξέλιξη των μετρήσεων δίνουν πληροφορίες «συχνοτικού» περιεχομένου που επιτρέπουν μια διαφορετική ανάλυση των μετρήσεων.

Ο ρυθμός δειγματοληψίας εξαρτάται από το υποκείμενο φαινόμενο, δηλαδή από το πόσο γρήγορα αλλάζει το μετρούμενο μέγεθος. Π.χ. μέτρηση θερμοκρασίας δεν απαιτεί μεγάλη συχνότητα δειγματοληψίας. Μία μέτρηση ανά λεπτό ή δεκάλεπτο είναι αρκετή. Αν, αντίθετα χρειάζεται να μελετήσουμε ένα μεταβατικό φαινόμενο π.χ. " κατά την εκκίνηση ενός μοτέρ, χρειάζεται να μετρούμε τάση και ρεύμα πιο συχνά από 1 millisec. Το πόσο συχνά μετράμε ένα μέγεθος περιορίζεται από δύο άλλους παράγοντες : την ικανότητα του συστήματος μέτρησης και την ικανότητα των αποθηκευτικών μέσων.

Βασικός θεωρητικός εξοπλισμός που αφορά την συχνότητα δειγματοληψίας είναι το θεώρημα του Shannon που υποδεικνύει ότι ο ρυθμός δειγματοληψίας πρέπει να είναι υπερδιπλάσιος από την μέγιστη συχνότητα που μας ενδιαφέρει να ανιχνεύσουμε: Για να πετύχουμε ανίχνευση των πληροφοριών απαιτούνται εξειδικευμένα προγραμματιστικά εργαλεία που υλοποιούν ανάλυση συχνοτήτων (fast fourrier transform, discrete fourrier transform, power spectrum, cross correlation, wavelets και άλλα). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Labview έχει ισχυρότατο σύνολο έτοιμων εργαλείων (βιβλιοθηκών) για ανάλυση αλλά είναι απαραίτητο να έχετε σοβαρή μαθηματική υποδομή (ειδικούς ή κατάλληλα αναλυτικά εγχειρίδια).

Η έννοια του buffer

Ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι κρίσιμος για την ανεύρεση ειδικών χαρακτηριστικών στο μετρούμενο μέγεθος. Ο ρυθμός αυτός πρέπει να είναι σταθερός και να μην παρουσιάζονται κενά ή καθυστερήσεις στη ροή των μετρήσεων. Πολλές φορές όμως, εμφανίζεται το πρόβλημα στο ρυθμό δειγματοληψίας, (διακοπές στο χρόνο, διαφορά ρυθμού). Υπεύθυνος για τα προβλήματα αυτά είναι το λειτουργικό σύστημα και επίσης το ίδιο το πρόγραμμα λήψης μετρήσεων.

Για το λόγω τούτο, η κάρτα (όπως και οι παρόμοιες) έχει ενσωματωμένη μνήμη που χωρά 1024 μετρήσεις. Την διαδικασία άντλησης των μετρήσεων αναλαμβάνει το πρόγραμμα, ενώ η κάρτα αποθηκεύει τις μετρήσεις και είναι υπεύθυνη για το χρονοισμό των μετρήσεων.

Ακρίβεια (accuracy)

Η ακρίβεια είναι το μέγεθος που ορίζει το σφάλμα της μέτρησης (όπως σε κάθε μετρητικό σύστημα). Αυτή εκφράζεται σε ποσοστό του μετρούμενου μεγέθους + το σφάλμα ψηφιοποίησης. Σφάλμα ψηφιοποίησης είναι το «παίξιμο» του τελευταίου ψηφίου. Αυτό προέρχεται από τη στρογγυλοποίηση του θορύβου και σημαίνει ότι το τελευταίο ψηφίο δεν είναι αξιόπιστο. Στη συγκεκριμένη κάρτα κυμαίνεται από 0,01% έως 0,08% (για υψηλό κέρδος του ενισχυτή). Όπως φαίνεται, το σφάλμα αυξάνει με την ενίσχυση, πράγμα φυσικό.

Σφάλμα γραμμικότητας

Πρόκειται για την απόκλιση της μέτρησης από την γραμμικότητα. Δηλαδή αν σε μια ορισμένη τάση η μέτρηση είναι a , στη διπλάσια τάση η μέτρηση πρέπει να είναι $2a$. Η κάρτα δεν έχει σφάλμα γραμμικότητας (είναι +/- 1 LSB)

- Αντίσταση εισόδου.
- Η αντίσταση εισόδου του ενισχυτή : 1 GΩ (έχει FET στην είσοδο)
- Τρόπος σκανδαλισμού (trigger mode)

Είναι οι διαθέσιμοι τρόποι με τους οποίους δίνουμε το ρυθμό για την λήψη μετρήσεων. Αυτοί είναι: από το πρόγραμμα, από το ρολόι της κάρτας ή από εξωτερικό σήμα.

Αναλογική έξοδος

Η κάρτα παρέχει δύο (άλλες κάρτες έχουν πιθανόν περισσότερες) αναλογικές τάσεις. Αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για εξωτερικούς αναλογικούς επενεργητές. Ακόμα, αν χρειαστούν περισσότερες έξοδοι, μπορεί να δημιουργηθεί ένας συνδυασμός ψηφιακών εξόδων προς πολυπλέκτη ώστε να παίρνουμε περισσότερες αναλογικές εξόδους. Η χρήση των εξόδων αυτών είναι θέμα της συγκεκριμένης εφαρμογής, (μπορεί π.χ. να χρησιμοποιηθούν για βαθμονόμηση ή για έλεγχο ή για κάποιο σήμα ανάδρασης). Με τις εξόδους αυτές μπορεί να κατασκευαστεί ειδική κυματομορφή. Οι προδιαγραφές σε ακρίβεια, γραμμικότητα και ρυθμό παραγωγής είναι ίδιες με τις αναλογικές εισόδους. Μια ειδική τιμή που πρέπει να εξηγηθεί είναι ο ρυθμός μεταβολής εξόδου slew rate. Πρόκειται για την ικανότητα μεταβολής της τάσης εξόδου των κυκλωμάτων η οποία για την συγκεκριμένη κάρτα είναι 10V V/μsec.

Ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι

Η κάρτα διαθέτει 2 bytes για είσοδο και έξοδο ψηφιακών δεδομένων (όπως και μία κάρτα εκτυπωτή) που λειτουργεί σε TTL στάθμες.

Παράδειγμα υπολογισμού ευαισθησίας (ακρίβειας) μέτρησης. Έστω ότι ένα αισθητήριο παράγει τάση 0-30 mV όταν μετρά βάρος από 0 - 10 κιλά . Ποια είναι η ευαισθησία (διακριτική ικανότητα) του συστήματος ;

A) η κάρτα διαθέτει περιοχές μέτρησης 0-10 mV, 0 - 100 mV, 0 - 1V και 0 -10V. Άρα η καλύτερη επιλογή είναι η περιοχή 0 - 100 mV.

Β) Η περιοχή αυτή, για την συγκεκριμένη κάρτα (12 bit) αντιστοιχεί σε μέτρηση 0 - 4096. Άρα επειδή η τάση φτάνει μόνο μέχρι 30mV, η μέτρηση θα είναι από 0 - $[4096 \times (30/100)] = 1228$.

Γ) το βάρος των 1000 γραμμαρίων παράγει 1228 διακριτές μετρήσεις δηλαδή η μέτρηση αλλάζει κάθε $10000/1228 = 8,14$ γραμμάρια.

*Αν η ευαισθησία αυτή δεν είναι ικανοποιητική, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα ενισχυτή X3,33. Με τον ενισχυτή αυτό θα εκμεταλλευτούμε πλήρως την ευαισθησία της κάρτας και η διακριτική ικανότητα θα είναι : $10000/4096 = 2,44$ γραμμάρια.

5.2 ΑΞΕΣΟΥΑΡ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΚΑΡΤΩΝ

Παρακάτω δείχνουμε τις εικόνες από κάποιο πιθανό εξοπλισμό για τις συγκεκριμένες κάρτες, μαζί με κάποια σχόλια, όπως βρέθηκαν στο διαδύκτιο. Δεν επεκτεινόμαστε σε επεξήγηση αφού προς το παρών δεν πρόκειται μας χρειαστεί. Όμως είναι αρκετά ενδιαφέρουσα μια πρώτη επαφή.



Counter/Timer Accessories and Cables

SCB-68 Shielded I/O Connector Block (See Figure 3)

Shielded I/O connector block for easy connection of I/O signals to the counter/timer devices. The screw terminals are housed in a metal enclosure for protection from noise corruption. Combined with a shielded cable, the SCB-68 provides rugged, very low-noise signal termination. The SCB-68 also includes two general-purpose breadboard areas.

SCB-68776844-01
 Dimensions – 19.5 by 15.2 by 4.5 cm (7.7 by 6.0 by 1.8 in)



Figure 3. SCB-68 Shielded I/O Connector Block

TB-2715 Terminal Block (See Figure 4)

With the TB-2715 terminal block for PXI counter/timer devices, you can connect signals directly without additional cables. Screw terminals provide easy connection of I/O signals. The TB-2715 latches to the front of your PXI module with locking screws and provides strain relief.

TB-2715778242-01
 Dimensions – 8.43 by 10.41 by 2.03 cm (3.32 by 4.1 by 0.8 in.)



Figure 4. TB-2715 I/O Terminal Block

TBX-68 I/O Connector Block with DIN-Rail Mounting (See Figure 5)

Termination accessory with 68 screw terminals for easy connection of field I/O signals to the counter/timer devices. The TBX-68 is mounted in a protective plastic base with hardware for mounting on a standard DIN rail.

TBX-68777141-01
 Dimensions – 12.50 by 10.74 cm (4.92 by 4.23 in.)

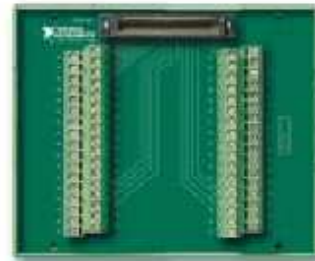


Figure 5. TBX-68 I/O Connector Block

CB-68LP and CB-68LPR I/O Connector Blocks (See Figure 6)

Low-cost termination accessories with 68 screw terminals for easy connection of field I/O signals to the counter/timer devices. The connector blocks include standoffs for use on a desktop or mounting in a custom panel. The CB-68LP has a vertically mounted 68-pin connector. The CB-68LPR has a right-angle mounted connector for use with with the CA-1000.

CB-68LP777145-01
 Dimensions – 14.35 by 10.74 cm (5.65 by 4.23 in.)
 CB-68LPR777145-02
 Dimensions – 7.62 by 16.19 cm (3.00 by 6.36 in.)



Figure 6. CB-68LP and CB-68LPR I/O Connector Blocks

Cables

RTSI Bus Cables (See Figures 7 and 8)

Use RTSI bus cables to connect timing and synchronization signals among measurement, vision, motion, and CAN boards for PCI. For systems using long and short boards, order the extended RTSI cable.

2 boards	776249-02
3 boards	776249-03
4 boards	776249-04
5 boards	776249-05
Extended, 5 boards	777562-05



Figure 8. Extended RTSI Bus Cable



Figure 7. RTSI Bus Cable

SH68-68-D1 Shielded Cable (See Figure 9)

Shielded 68-conductor cable terminated with two 68-pin female 0.050 series D-type connectors. This cable connects counter/timer devices to accessories.

1 m	183432-01
2 m	183432-02

R6868 Ribbon I/O Cable (See Figure 10)

68-conductor flat ribbon cable terminated with two 68-pin connectors. Use this cable to connect the NI PCI-6601 to an accessory. For signal integrity with high-frequency signals, use the SH68-68-D1 with the NI 6602 and NI 6608.

1 m	182482-01
-----------	-----------

SH68-68R1-EP Shielded Cable (See Figure 14)

The SH68-68R1-EP is a shielded 68-conductor cable. One end terminates with a 68-pin female 0.050 series D-type connector and the other end terminates with a right-angle 68-pin female 0.050 series D-type connector.

1 m	187051-01
-----------	-----------



Figure 9. SH68-68-D1 Shielded Cable



Figure 10. R6868 Ribbon I/O Cable



Figure 14. SH68-68R1-EP Shielded Cable

Custom Connectivity Components

68-Pin Custom Cable Connector/Backshell Kit (See Figure 11)

68-pin female mating custom cable kit for use in making custom 68-conductor cables. Solder-cup contacts are available for soldering of cable wires to the connector.

68-pin custom cable kit776832-01



Figure 11. 68-Pin Custom Cable Kit

DAQ Signal Accessory (See Figure 11)

The DAQ Signal Accessory demonstrates and tests the use of analog, digital, and counter/timer functions of DAQ devices. You can connect the DAQ Signal Accessory directly to your DAQ device. It features a built-in function generator, quadrature encoder, solid-state relay, IC temperature sensor, noise generator, microphone jack, thermocouple jack, four LEDs, and a digital trigger button. The DAQ Signal Accessory works with all E Series DAQ devices.

DAQ Signal Accessory.....777382-01

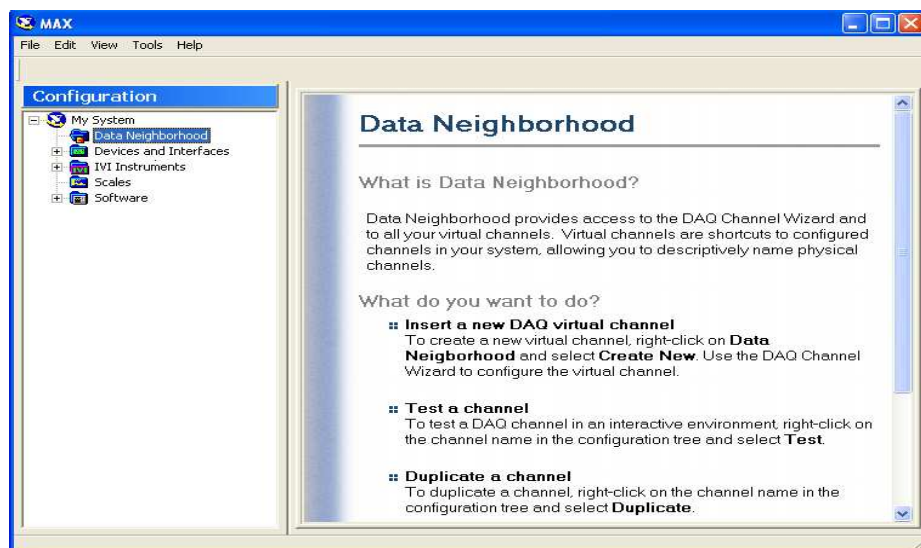
Dimensions – 12.7 by 12.7 cm (5.0 by 5.0 in.)



Figure 11. DAQ Signal Accessory

Ο MAX (measurement & automation explorer)

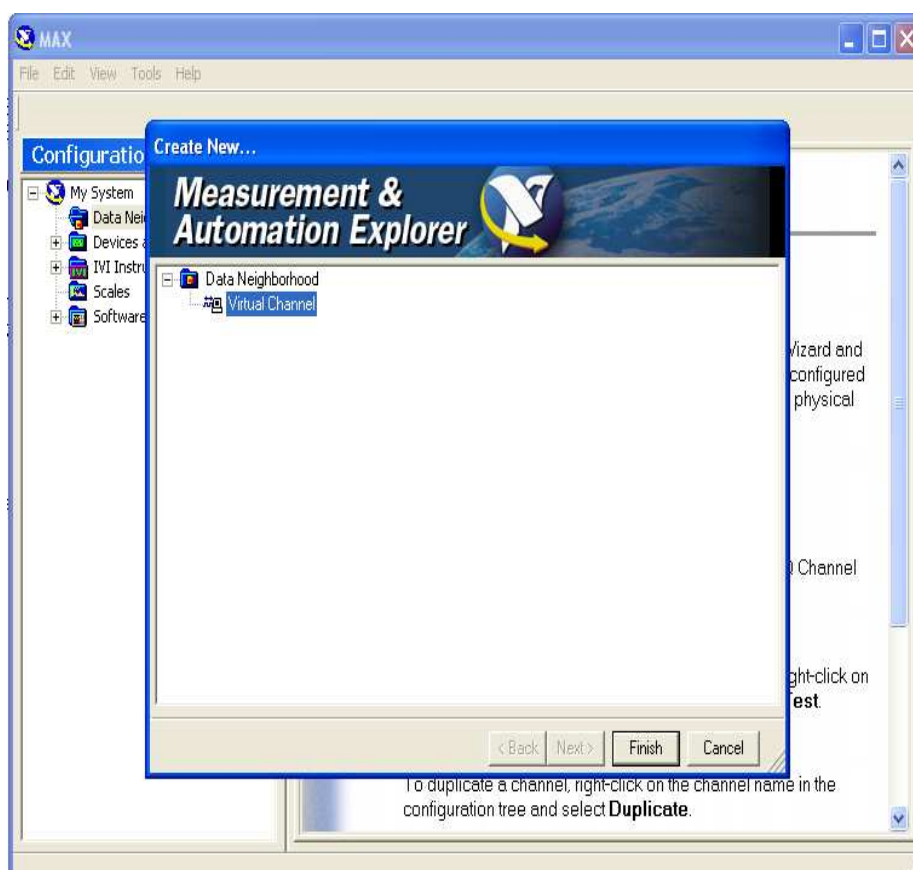
Το πρόγραμμα measurement & automation explorer, μας δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε εύκολα τις εισόδους και της εξόδους (ψηφιακές και αναλογικές) σε μια κάρτα συλλογής δεδομένων της National Instruments. Μπορούμε εύκολα να καλέσουμε το πρόγραμμα κάνοντας κλικ στο εικονίδιο της επιφάνειας εργασίας των windows.



Για να δημιουργήσουμε μια είσοδο ή μια έξοδο οποιασδήποτε μορφής ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Επιλέγουμε την στήλη configuration , και κάτω από το πεδίο My system την επιλογή Data neighborhood.
- Κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο Data neighborhood και επιλέγουμε " create New "

Εμφανίζετε λοιπόν η παρακάτω εικόνα:



1) Εμφανίζετε λοιπόν το παρακάτω παράθυρο:



Διαλέγουμε τον τύπο εισόδου η εξόδου που θέλουμε να δημιουργήσουμε και κάνουμε κλικ στο κουμπί επόμενο.

Υπάρχουν οι παρακάτω επιλογές:

- Analog input : Αναλογική είσοδος
- Analog output: Αναλογική έξοδος
- Digital I/O : Ψηφιακή είσοδος ή έξοδος

Έστω ότι θέλουμε να μετρήσουμε μια τάση 0-5volts στα άκρα ενός κυκλώματος RC. Επιλέγουμε λοιπόν αναλογική είσοδος και κάνουμε κλικ στο επόμενο.

- 2) Στο νέο παράθυρο ονομάζουμε με ένα όνομα της αρεσκείας μας, το κανάλι από το οποίο θα μετρήσουμε, και μια περιγραφή της λειτουργίας του. Παρακάτω φαίνεται μια πρόταση. Έπειτα κάνουμε κλικ στο επόμενο.

Enter Channel Name and Description

Next, enter the name of your channel and a short description below.

Channel Name
RC

Channel Description
Η τάση στα άκρα του κυκλώματος RC

< Προηγούμενο Επόμενο > Άκυρο

- 3) Στο νέο παράθυρο που εμφανίζετε , επιλέγουμε το φυσικό μέγεθος που θα μετρήσουμε, από μια πληθώρα επιλογών. Στην περίπτωση μας επιλέγουμε Voltage αφού θέλουμε να μετρήσουμε τάση. Έπειτα κάνουμε κλικ στο επόμενο.



- 4) Στο νέο παράθυρο που εμφανίζετε , ορίζουμε την μονάδα μέτρησης του μεγέθους που μετράμε. Στην περίπτωση μας αφού μετράμε τάση πληκτρολογούμε για μονάδα μέτρησης 'Volts'. Επίσης ορίζουμε την περιοχή μέτρησης. Στην περίπτωση μας 0-5 volts. Έπειτα κάνουμε κλικ στο επόμενο.



5) Στο νέο παράθυρο πρέπει να ορίσουμε την κλίμακα, (scale), της μέτρησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν θα χρησιμοποιήσουμε κλίμακα. Επιλέγουμε λοιπόν "No Scaling" και κάνουμε κλικ στο επόμενο.



6) Στο νέο παράθυρο επιλέγουμε το hardware. Δηλαδή ποια κάρτα θα χρησιμοποιήσουμε για την μέτρηση, και ποιο κανάλι της κάρτας. Στην περίπτωση μας επιλέγουμε την κάρτα PCI 6023, και το κανάλι μηδέν (AI0). Έχουμε πλέον ολοκληρώσει την διαδικασία ρύθμισης των παραμέτρων. Με την προϋπόθεση ότι έχουμε συνδέσει την τάση στο σωστό κανάλι, μπορούμε να πάμε στο labview για να δημιουργήσουμε το πρόγραμμα με το οποίο θα διαβάζουμε την τάση.



5.3 DATA SHEET ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ



2N3055
MJ2955

COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

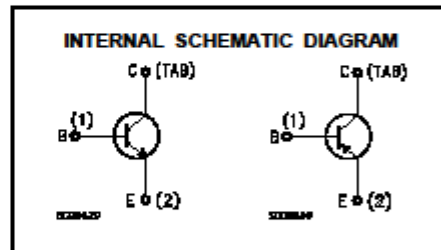
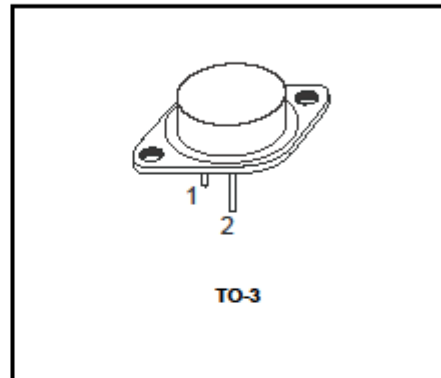
- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- COMPLEMENTARY NPN-PNP DEVICES

DESCRIPTION

The 2N3055 is a silicon Epitaxial-Base Planar NPN transistor mounted in Jedec TO-3 metal case.

It is intended for power switching circuits, series and shunt regulators, output stages and high fidelity amplifiers.

The complementary PNP type is MJ2955.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		NPN	PNP	
V_{CB0}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)		100	V
V_{CER}	Collector-Emitter Voltage ($R_{BE} \leq 100\Omega$)		70	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)		60	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)		7	V
I_C	Collector Current		15	A
I_B	Base Current		7	A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_e \leq 25^\circ\text{C}$		115	W
T_{stg}	Storage Temperature		-65 to 200	$^\circ\text{C}$
T_j	Max. Operating Junction Temperature		200	$^\circ\text{C}$

For PNP types voltage and current values are negative.

August 1999

1/4

NPN SILICON TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES

DESCRIPTION

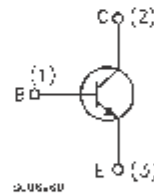
The BD135 and BD139 are silicon epitaxial planar NPN transistors in Jedec SOT-32 plastic package, designed for audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

The complementary PNP types are BD138 and BD140 respectively.



SOT-32

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		BD135	BD139	
V_{CB0}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	45	80	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	45	80	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	5		V
I_C	Collector Current	1.5		A
I_{CM}	Collector Peak Current	3		A
I_B	Base Current	0.5		A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	12.5		W
P_{tot}	Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	1.25		W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150		$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150		$^\circ\text{C}$

LM741 Operational Amplifier

General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications. The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and

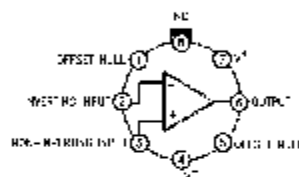
output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C is identical to the LM741/LM741A except that the LM741C has their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

Features

Connection Diagrams

Metal Can Package

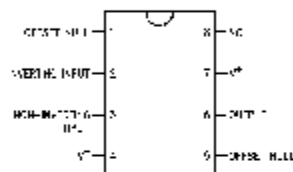


00004102

Note 1: LM741H is available per JMS8510/10101

Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 1),
LM741AH/883 or LM741CH
See NS Package Number H08C

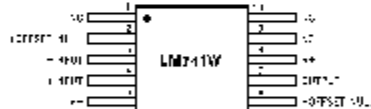
Dual-In-Line or S.O. Package



00004103

Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E

Ceramic Flatpak

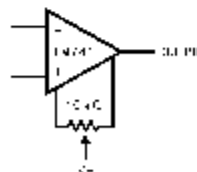


00004104

Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A

Typical Application

Offset Nulling Circuit



00004107

LM117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator

General Description

The LM117 series of adjustable 3-terminal positive voltage regulators is capable of supplying in excess of 1.5A over a 1.2V to 37V output range. They are exceptionally easy to use and require only two external resistors to set the output voltage. Further, both line and load regulation are better than standard fixed regulators. Also, the LM117 is packaged in standard transistor packages which are easily mounted and handled.

In addition to higher performance than fixed regulators, the LM117 series offers full overload protection available only in IC's. Included on the chip are current limit, thermal overload protection and safe area protection. All overload protection circuitry remains fully functional even if the adjustment terminal is disconnected.

Normally, no capacitors are needed unless the device is situated more than 6 inches from the input filter capacitors in which case an input bypass is needed. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The adjustment terminal can be bypassed to achieve very high ripple rejection ratios which are difficult to achieve with standard 3-terminal regulators.

Besides replacing fixed regulators, the LM117 is useful in a wide variety of other applications. Since the regulator is "floating" and sees only the input-to-output differential voltage, supplies of several hundred volts can be regulated as long as the maximum input to output differential is not exceeded, i.e., avoid short-circuiting the output.

Also, it makes an especially simple adjustable switching regulator, a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment pin and output, the LM117 can be used as a precision current regulator. Supplies with electronic shutdown can be achieved by damping

the adjustment terminal to ground which programs the output to 1.2V where most loads draw little current.

For applications requiring greater output current, see LM150 series (3A) and LM158 series (5A) data sheets. For the negative complement, see LM157 series data sheet.

LM117 Series Packages and Power Capability

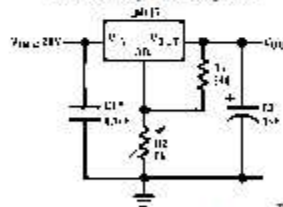
Part Number Suffix	Package	Rated Power Dissipation	Design Load Current
K	TO-3	20W	1.5A
H	TO-39	2W	0.5A
T	TO-220	20W	1.5A
E	LCC	2W	0.5A
S	TO-263	4W	1.5A

Features

- Guaranteed 1% output voltage tolerance (LM317A)
- Guaranteed max. 0.01%/V line regulation (LM317A)
- Guaranteed max. 0.5% load regulation (LM117)
- Guaranteed 1.5A output current
- Adjustable output down to 1.2V
- Current limit constant with temperature
- P+ Product Enhancement tested
- 80 dB ripple rejection
- Output is short-circuit protected

Typical Applications

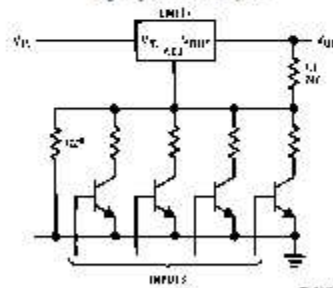
1.2V-25V Adjustable Regulator



Full output current not available at high input-output voltages.
 *Needed if device is more than 6 inches from filter capacitors.
 †Optional—Improve transient response. Output capacitors in the range of 1 μ F to 1000 μ F of aluminum or tantalum electrolytic are commonly used to provide improved output impedance and rejection of transients.

$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} R_2$$

Digitally Selected Outputs



*Select maximum V_{OUT}