

# ΨΗΦΙΑΚΟ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΜΕ LED Displays

Ένα από τα βασικότερα όργανα εργαστηρίου είναι και το βοητόμετρο. Θεωρείται δε το δεξί χέρι του ηλεκτρονικού. Οι μετρήσεις που κάνει κάποιος με αυτό θα πρέπει να είναι σωστές και ακριβείς. Αυτό επιτυγχάνεται αν το βοητόμετρο που χρησιμοποιούμε είναι ψηφιακό.

Έχοντας λοιπόν όλα αυτά σαν δεδομένα η SMART KIT σχεδίασε το ψηφιακό βοητόμετρο 1142. Πρόκειται για ένα απλό, μικρό, εύχρηστο βοητόμετρο "πάγκου", με μεγάλη ακρίβεια που εμφανίζει την ένδειξη σε τέσσερα μεγάλα ψηφία, έχει τέσσερις κλίμακες μέτρησης, οπτική ένδειξη, υπέρβαση κλίμακας και τα χαρακτηριστικά του το κάνουν να συναγωνίζεται όργανα του εμπορίου με πολύ μεγαλύτερο κόστος. Τα κυριότερα από αυτά αναφέρονται παρακάτω:

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- |   |                  |
|---|------------------|
| • Τάση τροφοδοσίας                                  | 8-14 V.A.C       |
| • Κατανάλωση  | 220 mA           |
| • Κλίμακες  | 220mV, 20V, 200V |
| • Display   | 4 ψηφίων         |
| • Οπτική ένδειξη αύξησης και ελάττωσης της κλίμακας |                  |

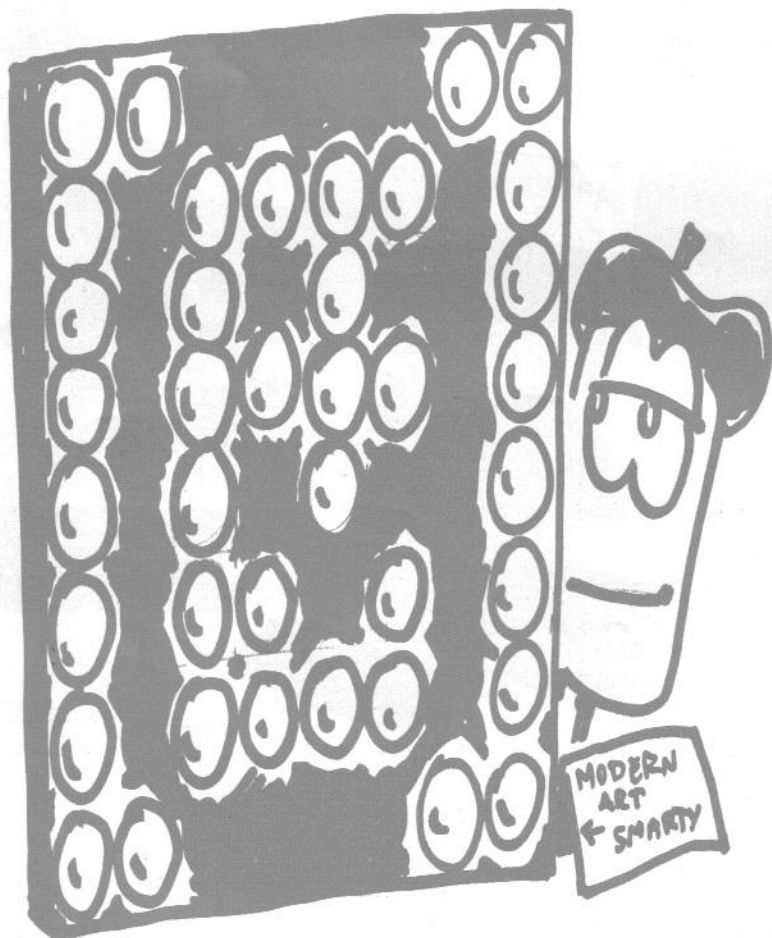
## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

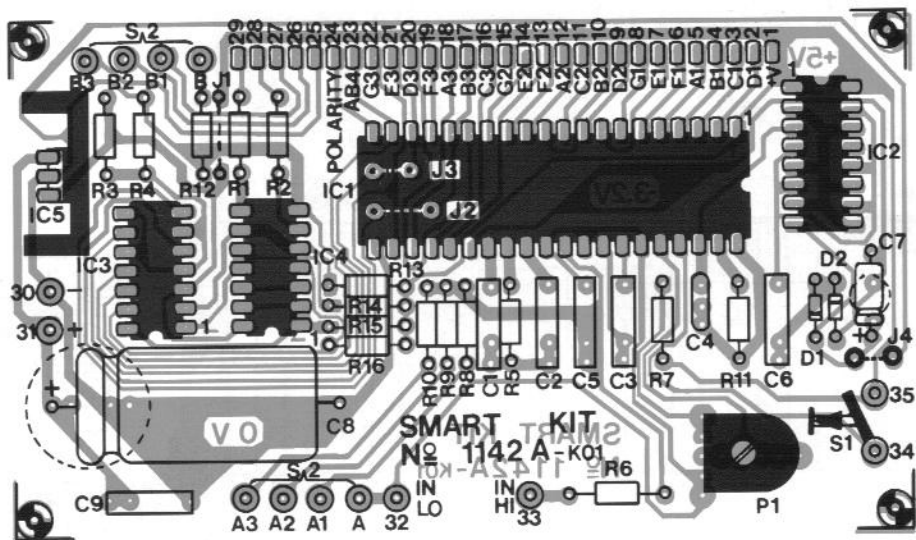
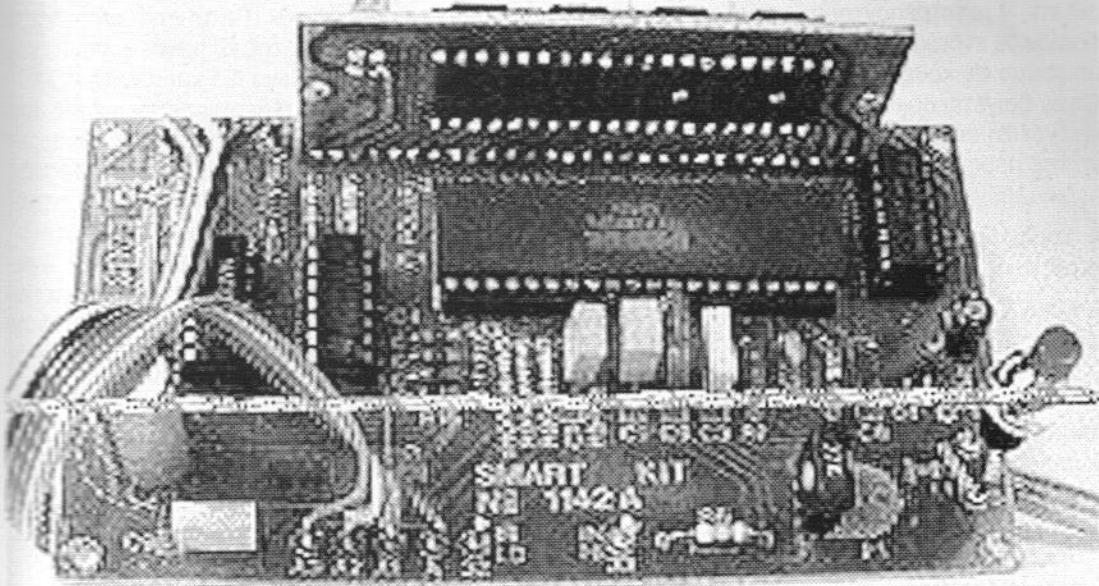
Η συγκρότηση του συστήματος του βοητόμετρου που φαίνεται στο αναλυτικό σχέδιο (σχ. 2, Σελ. 4,5), βασίζεται στο IC1 ολοκληρωμένο τύπου 7107 της INTERSIL και αποτελεί μετατροπέα αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά (A/D converter). Εσωτερικά το IC1 περιλαμβάνει δύο περιοχές λειτουργίας:

1. Περιοχή αναλογικών κυκλωμάτων.
2. Περιοχή ψηφιακών κυκλωμάτων.

### 1. Η πρώτη περιοχή περιλαμβάνει:

- a. Το κύκλωμα προσαρμογής της προς μέτρηση τάσεως Vin που έρχεται μέσω των R6,C5 και R8,R9,R10 αντίστοιχα με την κλίμακα.
- β. Κύκλωμα τάσης αναφοράς Vref που δημιουργείται από τα στοιχεία R7 και P1.
- γ. Κύκλωμα σύγκρισης των δύο αυτών τάσεων για





Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων του ψηφιακού βοηθόμετρου στο τυπωμένο κύκλωμα

παραγωγή παλμού "μηδενισμού"

5. Κύκλωμα γεννήτριας σύγκρισης Rump(ράμπ). Η γεννήτρια αυτή του τύπου RC που ταλαντώνεται με τα στοιχεία C1,R5,C2 παράγει πριονωτή τάση, ορίζει τον αριθμό των μετρήσεων ανά δευτερόλεπτο (δειγματοληψιών) του συστήματος, η δε διάρκεια του "δοντιού" της πριονωτής τάσης καθορίζεται από τον παλμό "μηδενισμού" που αναφέρθηκε πιο πάνω γιατί ο παλμός αυτός μηδενίζει τη τάση εξόδου της γεννήτριας rump την στιγμή που το ύψος του "δοντιού" είναι ίσο με το λόγο  $V_{in}/V_{ref}$ , για να αρχίσει πάλι η πριονωτή γεννήτρια από μόνη της μετά από λίγο για την επόμενη μέτρηση. Η διάρκεια του "δοντιού" θα μετατραπεί μέσω του C3 και του αντιστοίχου εσωτερικού κυκλώματος στο IC1 σε τετραγωνικό παλμό αντίστοιχης διάρ-

κειας που θα χρησιμοποιηθεί στην περιοχή ψηφιακών κυκλωμάτων και καλείται "πύλη" (Gate).

**2. Η περιοχή ψηφιακών κυκλωμάτων περιλαμβάνει:**

- α. Κύκλωμα γεννήτριας χρονισμού (timing). Η γεννήτρια αυτή ταλαντώνεται με τα στοιχεία C4 και R11 σε συχνότητα 44KHz.
- β. Διάταξη συχνομέτρου.
- γ. Κύκλωμα οδήγησης του αποτελέσματος των μετρήσεων του συχνομέτρου, σε φωτεινούς ενδείκτες (LED DISPLAYS).

Στην διάταξη του συχνομέτρου, χρησιμοποιείται ο παλμός "πύλη" που αναφέρθηκε πιο πάνω και κατά τη διάρκεια του, ο αριθμός παλμών από τη γεννήτρια χρονισμού περνά σε μια σειρά δεκαδικών απαριθμητών προς μέτρηση. Στο κύκλωμα ο-

όργανο  
SK-1142

δήλωσης τα αποτελέσματα των δεκαδικών απαριθμητών μετατρέπονται σε σήματα 7 στοιχείων δεκαδικού ενδεικτη LED (7 segments LED display) με ρεύμα σε κάθε στοιχείο LED γύρω στα 8mA. Όπως φαίνεται λοιπόν από τα πιο πάνω η ψηφιακή ένδειξη στους ενδείκτες είναι ευθέως ανάλογη της προς μέτρηση τάσης. Τέλος το σύστημα περιλαμβάνει δύο τροφοδοτικά κυκλώματα:

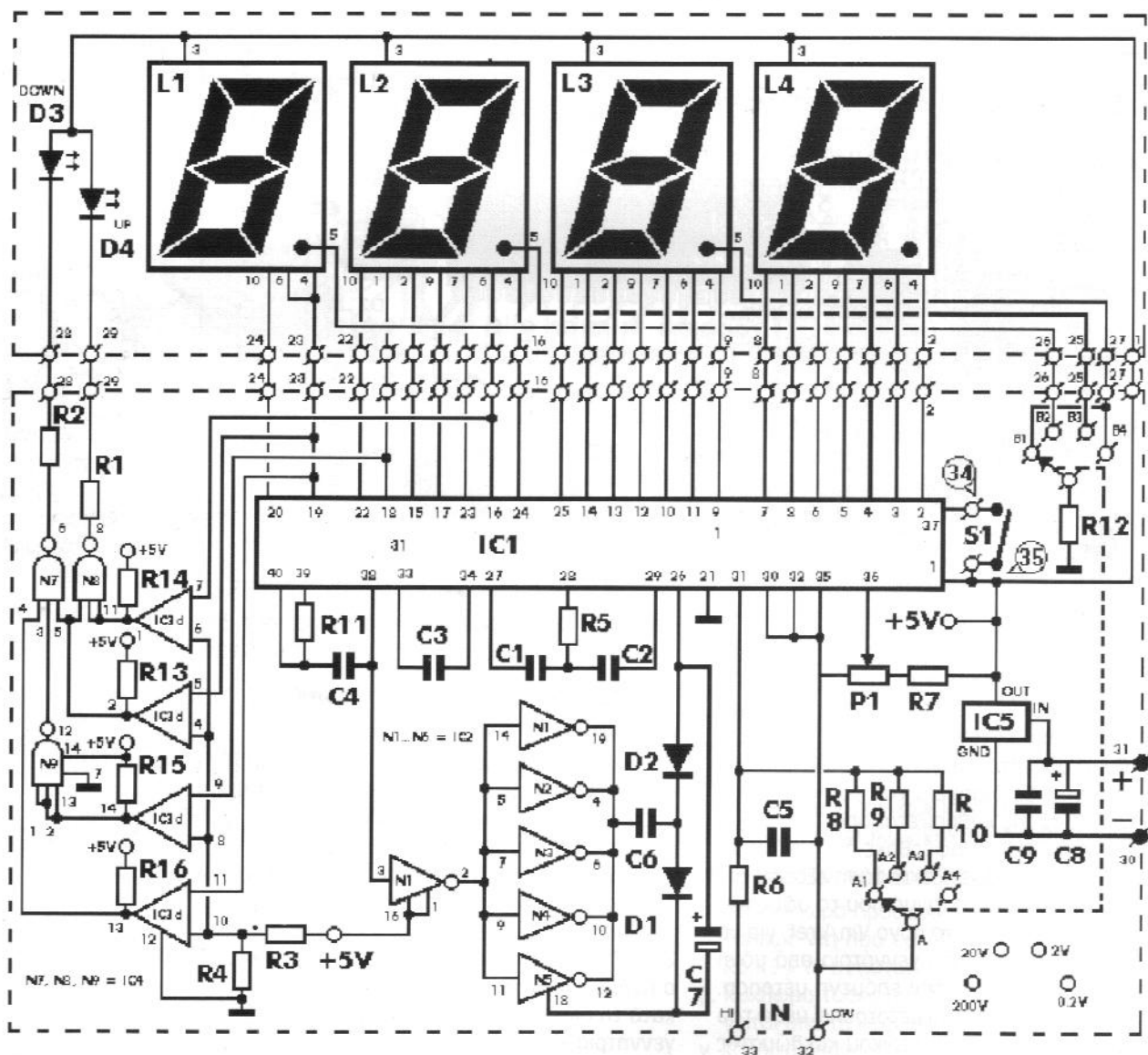
α. Τροφοδοσία +5V για τα IC1,2,3,4 μέσω του σταθεροποιητού τάσης IC5 τύπου 7805.

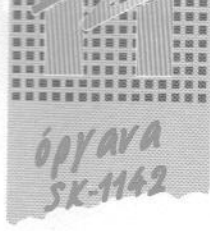
β. Κύκλωμα τροφοδοσίας -3,2V που χρειάζεται το IC1. Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από το IC2 (4009) δέχεται τη συχνότητα χρονισμού των 44KHz, κάνει ενίσχυση ρεύματος με την παράλληλη σύνδεση των πέντε αναστροφέων απομονωτών και με το σύστημα διπλασιασμού τάσης με

τα στοιχεία C6,D1,D2 παράγει ενδειξη -3,2V που φιλτράρεται από τον C7. Για την οπτική ένδειξη αύξησης ή ελάττωσης της κλίμακας χρησιμοποιούνται τα ολοκληρωμένα IC3 και IC4. Το IC3 τύπου LM339 περιέχει 4 τελεστικούς ενισχυτές που είναι συνδεδεμένοι σαν συγκριτές. Η αναστρέφουσα είσοδος όλων παίρνει μια τάση αναφοράς από τον διαιρέτη τάσης R3,R4. Η μη αναστρέφουσα είσοδος του κάθε τελεστικού οδηγείται από τις εξόδους AB4,G3,E3 και B3 του IC1. Ανάλογα τώρα με την συνάρτηση που σχηματίζεται οδηγούνται ή αποκόπτονται τα Led D3,D4 (μέσω των αντιστάσεων προστασίας R1,R2) από τις πύλες N7,N8 του IC4 (7410).

Η πύλη N9 συμβάλλει στο σχηματισμό της αντίστοιχης συνάρτησης. Οι αντιστάσεις R13, R14, R15, R16 είναι για την πόλωση των εξόδων των

Σχήμα 2  
Το θεωρητικό  
κύκλωμα του  
ψηφιακού  
βολτόμετρου





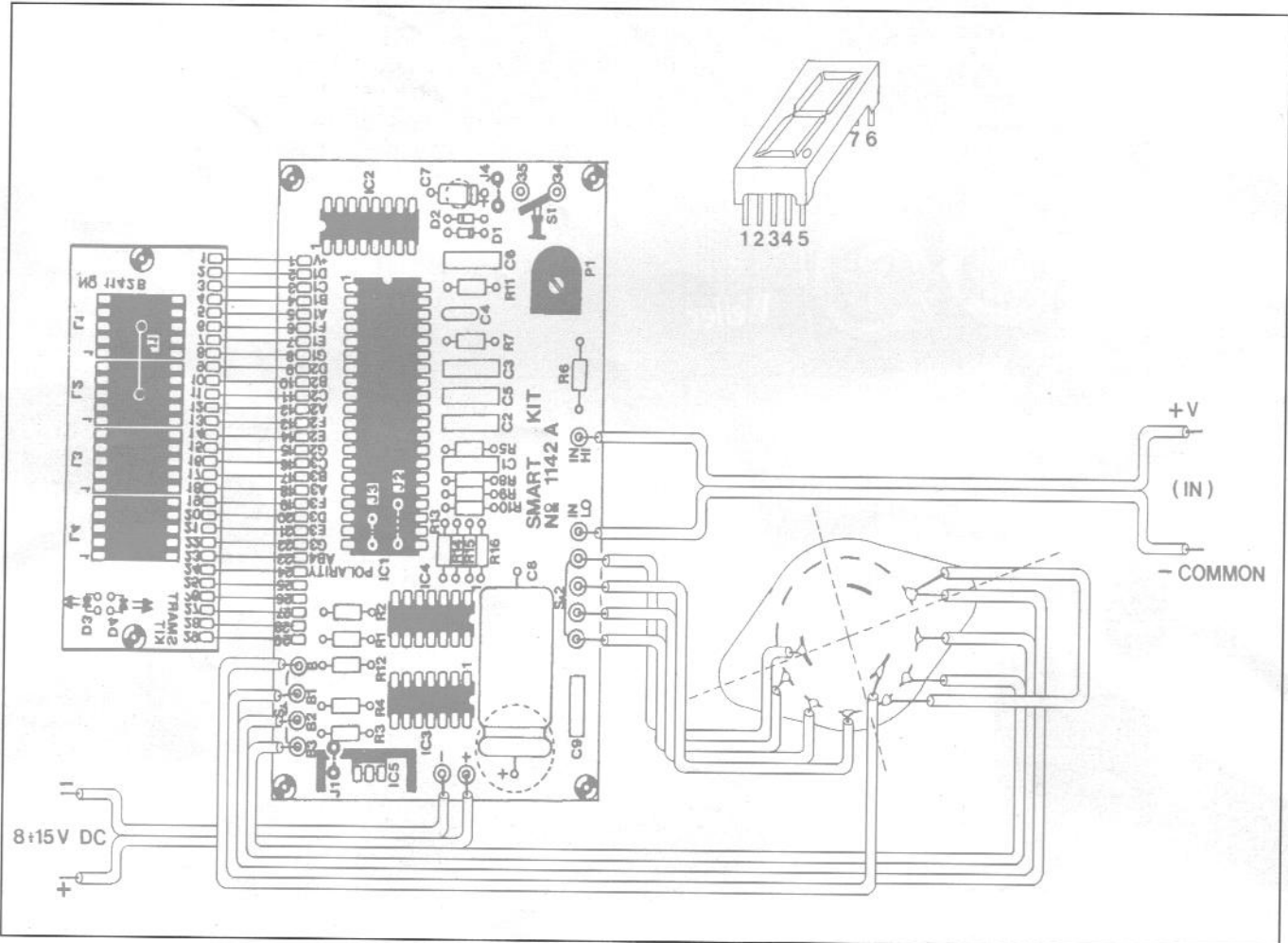
τελεστικών αφού η έξοδος τους είναι σε διάταξη ανοικτού συλλέκτη. Η αντίσταση R12 είναι για την πώληση της αντίστοιχης τελείας Led display ανάλογα με την κλίμακα. Ο διακόπτης S1 χρησιμεύει για να ελέγχουμε μήπως υπάρχει κάποιο πρόβλημα στα Led displays. Πιέζοντας τον πρέπει να έχουμε την ένδειξη -1888.

### ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ- ΣΥΝΔΕΣΗ

Πριν ξεκινήσετε την κατασκευή θα πρέπει να κάνετε αναγνώριση των δύο πηλακτών του kit. Η κατασκευή είναι πολύ απλή αν και το kit αποτελείται από δύο πηλακτές (A & B). Κατ' αρχήν κολλήστε όλα τα γεφυρώματα κατά προτίμηση με ψιλό μονόκλωνο καλώδιο και όχι με γυμνό σύρμα για να αποφεύγονται τα βραχυκυκλώματα. Εφόσον κολλήσατε για πρώτη φορά πρέπει να ακολουθήσετε ορισμένους κατασκευαστικούς κανόνες. Τα εξαρτήματα πρέπει να εφάπτονται στην πηλακέτα. Η πολικότητα των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών, δίοδων, τρανζίστορ, zener, οδοκληρωμένων κυκλωμάτων και γενικά όλων των εξαρτημάτων που έχουν πολικότητα πρέπει να προσεχθεί ώστε να ταιριάζει με το τοπογραφικό της πηλα-

κέτας. Οι ακροδέκτες των εξαρτημάτων πρέπει να κόμπτονται σφικτά κάτω από την πηλακέτα, ώστε να μην μετακινούνται τα εξαρτήματα μέχρι να κολλήθουν. Οι ακροδέκτες κάτω από την πηλακέτα θα κοπούν, όσο η ακτίνα του στρογγυλιού "πάντ" όπου πρόκειται να κολληθούν. (Με τον όρο πάντ εννοούμε την χάλκινη νησίδα του τυπωμένου κυκλώματος εκεί που περνάει ο ακροδέκτης του εξαρτήματος που θα κολληθεί). Χρησιμοποιείστε γι' αυτό τον κατάλληλο πηλαγιοκόφτη. Για την συγκόλληση χρησιμοποιήστε μικρό κολλητήρι μέχρι 25W και κόλληση καλής ποιότητας χωρίς να κάνετε χρήση σολντερίνης (soldering flux), γιατί θερώνει την πηλακέτα και δημιουργεί προβλήματα όταν γίνεται άσκοπη η χρήση της. Με το κολλητήρι να ακουμπά ταυτόχρονα τον αγωγό του εξαρτήματος και το τυπωμένο, ακουμπήστε την κόλληση στην άκρη της μύτης του κολλητηριού, και περιμένετε να λιώσει καλά μέχρι να απλώσει ομοιόμορφα γύρω από τον αγωγό και να γυαλίσει. Αν ασχολεύστε για πρώτη φορά με kit αυτός είναι ένας τρόπος για να μάθετε να τοποθετείτε σωστά τα εξαρτήματα και να κάνετε σωστές κολλή-

Το κύκλωμα σύνδεσης των πηλακτών με την πηλακέτα του Display και του επιλογέα περιοχής μέτρησης



## ΤΑ ΥΛΙΚΑ

R1,R2= 470 Ω 1/2W, (κίτρινο, μώβ, καφέ)
R3= 23KΩ 1/4W, (καφέ, κόκκινο, πορτοκαλί)
R4= 33KΩ 1/4W, (πορτοκαλί, πορτοκαλί, πορτοκαλί)
R5= 47KΩ 1/4W, (κίτρινο, μώβ, πορτοκαλί)
R6= 1MΩ 1/4W 1%, (καφέ, μαύρο, μαύρο, κίτρινο)
R7= 22KΩ 1/4W 1%, (κόκκινο, κόκκινο, μαύρο, κίτρινο)
R8= 2,2KΩ 1/4W 1%, (καφέ, κόκκινο, μαύρο, καφέ)
R9= 12KΩ 1/4W 1%, (καφέ, κόκκινο, μαύρο, κόκκινο)
R10= 120KΩ 1/4W 1%, (καφέ, κόκκινο, μαύρο, πορτοκαλί)
R11= 100KΩ 1/4W, (καφέ, μαύρο, κίτρινο)
R12= 560 Ω 1/4W, (πράσινο, μπλε, καφέ)
R13,R14,R15,R16= 10KΩ 1/4W, (καφέ, μαύρο, πορτοκαλί)
P1= 20KΩ, (Τρίμμερ)
C1= 220nF, (0.22μF ή 224-Πυκνωτής Πολυέστερ)
C2= 470nF, (0.47μF ή 474-Πυκνωτής Πολυέστερ)
C3,C9= 100nF, (0.1μF ή 104 - Πυκνωτής Πολυέστερ)
C4= 100pF, (n10 ή 101, Πυκνωτής Πολυέστερ)
C5= 10nF, (0.01μF ή 103- Πυκνωτής Πολυέστερ)
C6= 47nF, (0.047μF ή 473Πυκνωτής Πολυέστερ)
C7= 10μF/16V, (Ηλεκτρολυτικός Πυκνωτής)
C8= 100μF/25V, (Ηλεκτρολυτικός Πυκνωτής)
IC1= ICL 7107, (Μετατροπέας A/D-Οδηγός 4 ψηφίων)
IC2= CD4009, (6 αναστροφείς - απομονωτές)
IC3= LM 339, (Τετραπλός τηλεστατικός ενισχυτής)
IC4= 74LS10, (4 πύλες NAND, 3 εισόδων)
IC5= 7805, (Σταθεροποιητής 5V DC)
L1-L4= MAN 6460 ή 6960, (Αριθμητικά ψηφία)
D1,D2= 1N4148, (Δίοδος γενικής χρήσης)
D3= LED, (Τριγωνικό - βέλος)
D4= LED, (Τριγωνικό - βέλος)
Διάφορα: Βάσεις 40,40,14, 14,16 DIL, Διακόπτης (push on) μπουτόν διακόπτης, περιστροφικός, 3X4 Ψήκτρα για το IC5, βίδα και παξιμάδι 14pins.

**Προσοχή:** Οι αντιστάσεις ακριβείας έχουν μέν τα ίδια χρώματα με τις κοινές αλλιά ο τρόπος υπολογισμού τους διαφέρει. Συγκεκριμένα ενώ στις κοινές έχουμε 4 χρώματα και τα δύο δηλώνουν αριθμούς το τρίτο πολλαπλασιασστή, και το τέταρτο ανοχή, στις αντιστάσεις ακριβείας έχουμε 5 ή και 6 χρώματα που τα τρία πρώτα δηλώνουν αριθμούς το τέταρτο πολλαπλασιασστή, το πέμπτο θερμοκρασιακό συντελεστή ή ανοχή αν έχει μόνο 5 χρώματα και το έκτο την ανοχή %.

**Παράδειγμα:** Αντίσταση 47KΩ αλλιά 5% έχει τα χρώματα: Κίτρινο (4), μώβ (7), πορτοκαλί (3 - μηδενικά), και χρυσό (5% ανοχή) Δηλαδή: 4-7-000 (Ω) - 5%

Η ίδια αντίσταση αλλιά ακριβείας 1% έχει τα χρώματα: Κίτρινο (4), μώβ (7), μαύρο (0), κόκκινο (2 - μηδενικά), καφέ (1%), Δηλαδή: 4-7-0-00(Ω) - 1%

Το επιπλέον χρώμα είναι για να αποδοθούν δεκαδικά νούμερα παράδειγμα:

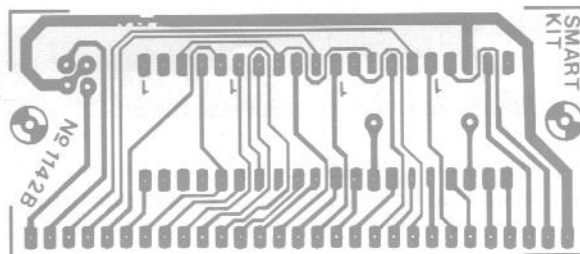
Η αντίσταση 47,5Ω θα έχει τα χρώματα:

Κίτρινο (4), μώβ (7), πράσινο (5), κόκκινο (2 - μηδενικά), καφέ (1%). Δηλαδή: 4-7-5-00(Ω) - 1%.

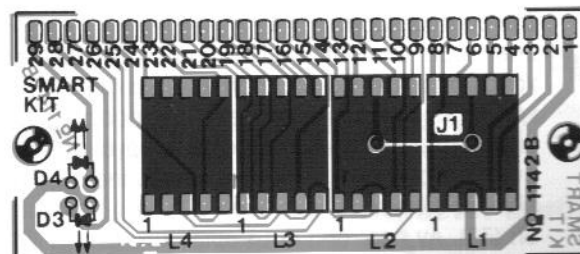
σεις, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορείτε να ακολουθήσετε οποιαδήποτε άλλη μέθοδο που ασφαλώς θα σας εξυπηρετεί καλύτερα και θα κάνει τη δουλειά σας ευκολότερη. Αρχίστε την συναρμογή με την πλάκα Α. Προσέξτε το γεφύρωμα J1 όταν θα τοποθετήσετε την ψήκτρα του IC5 να μην ακουμπά πάνω της. Ακολουθώς τοποθετήστε και κολλήστε τις αντιστάσεις και τις διόδους. Κατόπιν έχουν σειρά οι πυκνωτές. Προσέξτε την πολικότητα των ηλεκτρολυτικών και των διόδων. Κατόπιν τοποθετήστε το trimmer P1 και τις βάσεις του IC1 (40DIL) του IC3 & IC4 (14 DIL) και του IC2 (16 DIL). Προσέξτε το χαρακτηριστικό σημάδι στο σώμα τους να ταιριάζει με το τοπογραφικό της πλάκας. Τοποθετήστε και κολλήστε το IC5.

Τέλος τοποθετήστε στις βάσεις τους τα αντίστοιχα ολοκληρωμένα, προσέχοντας πάντα την ορθή τοποθέτηση. Συνεχίστε με την πλάκα Β. Τοποθετήστε και κολλήστε το γεφύρωμα J1. Ακολουθώς τοποθετήστε τη βάση (40 DIL) όπου πρόκειται να τοποθετηθούν τα Led Displays. Η τοποθέτηση αυτών φαίνεται στο διάγραμμα συνδέσεων.

Αφού γίνει και αυτό τοποθετείτε τα Led D3 & D4. Το μόνο που απέμεινε είναι η σύνδεση των δύο πλάκετών μεταξύ τους. Αυτό γίνεται πολύ εύκολα. Αν προσέξουμε στην πλάκα Α υπάρχει μία σειρά θέσεων (1...29) που αντιστοιχεί απόλυτα με τη σειρά θέσεων που έχει η πλάκα Β. Η σύνδεση λοιπόν θα γίνει κατά απόλυτη αντιστοιχία (1 με 1), (2 με 2), (3 με 3).....(29 με 29). Τέλος κάνετε τη σύνδεση του περιστροφικού διακόπτη. Τα σημεία που θα συνδεθούν σ' αυτόν φαίνονται καθαρά στο τοπογραφικό της πλάκας Α. (Α,Α1,Α2,Α3 & Β,Β1,Β2,Β3). Η σύνδεση θα γίνει όπως στο διάγραμμα συνδέσεων.



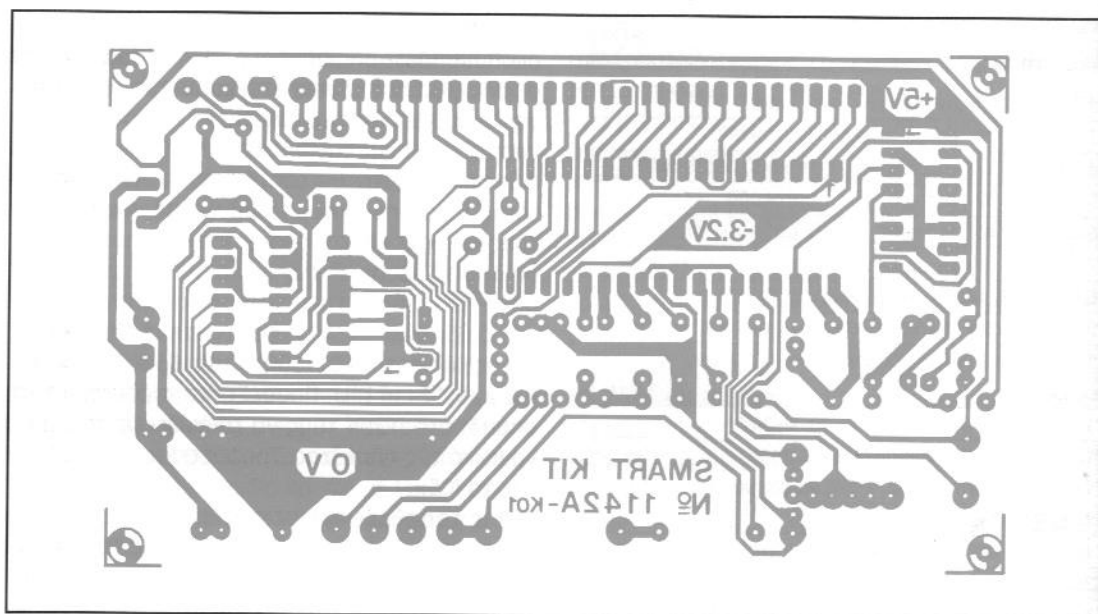
Το τυπωμένο κύκλωμα (B) των displays σε φυσικό μέγεθος



Η τοποθέτηση των displays στο τυπωμένο κύκλωμα

όργανο  
SK-1142

Το τυπωμένο  
κύκλωμα της κύριας  
κάρτας (Α) του  
ψηφιακού  
βοητόμετρου σε  
φυσικό μέγεθος



## ΡΥΘΜΙΣΗ

Πριν χρησιμοποιηθεί το βοητόμετρο θα πρέπει να γίνει κάποια ρύθμιση. Τροφοδοτείστε με 8-15V DC. Το (+) στη θέση (31) & το (-) στη θέση (30) και με ένα ψηφιακό πολύμετρο μετρήστε μεταξύ της μεσαίας λήψης του P1 και της εισόδου (LO) και ρυθμίστε το P1 για ένδειξη 0,100V ακριβώς. Σημειώστε ότι με όσο περισσότερη ακρίβεια κάνετε τη ρύθμιση τόσο πιο ακριβής θα είναι η ένδειξη του βοητόμετρου.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Στην περίπτωση που το όργανο θα χρησιμοποιηθεί για μέτρηση 2KV, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ειδικό probe που θα προφυλάξει από την υψηλή τάση και εμάς και το όργανο. Πλέον το όργανο είναι έτοιμο να χρησιμοποιηθεί. Η είσοδος είναι το (+) στη θέση (33) και (-) στη θέση (32). Αν παρ' όλα αυτά όμως κάτι δείχνει να

μην λειτουργεί διακόψτε αμέσως την τάση τροφοδοσίας και κάνετε ένα λεπτομερή οπτικό έλεγχο για τυχόν λάθη, παραλείψεις, βραχυκυκλώματα κ.λ.π.

## ΠΡΟΣΟΧΗ Αν δουλεύετε με 220 volt

Κατά την λειτουργία θα χρειασθεί να τροφοδοτήσετε το κύκλωμα με συνεχή τάση που θα πάρετε από τροφοδοτικό ή μετασχηματιστή που θα συνδεθεί στο δίκτυο. Πάρτε όλες τις αναγκαίες προφυλάξεις. Απαγορεύεται να αγγίζετε σημεία του κυκλώματος που συνδέονται με το δίκτυο των 220V. Αν φοράτε σταυρούς ή αλυσίδες προσέχετε όταν σκύβετε πάνω στο κύκλωμα. Ο χρυσός είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού και υπάρχει άμεσος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.

Μην κάνετε πρόχειρες συνδέσεις με γυμνά χέρια αποσυνδέστε την τάση κάντε τις συνδέσεις και κατόπιν τροφοδοτείτε το κύκλωμα. Καλό είναι στην γραμμή των 220V του τροφοδοτικού σας να συνδέσετε εν σειρά ασφάλεια που θα σας προστατέψει από βραχυκύκλωμα. Είναι απαραίτητο αν ασχολείστε με ηλεκτρονικά να τοποθετήσετε μόνιμα στο σπίτι σας ένα ρελαί προστασίας ή μετασχηματιστή απομόνωσης. Έτσι μειώνετε στο ελάχιστο η πιθανότητα ατυχήματος. **Μην παίζετε ροιπόν με το ρεύμα, είναι σαν να παίζετε με τη ζωή σας.**

Τέλος κάντε ένα τελευταίο λεπτομερή οπτικό έλεγχο, αν κάποιο εξάρτημα φαίνεται αλλοιωμένο, φουσκωμένο, μαυρισμένο, σπασμένο, αν ξεχάσατε τα γεφυρώματα, αν συνδέσατε σωστά όλα τα εξωτερικά εξαρτήματα και μόνο αφού όλα είναι σωστά τροφοδοτήστε πάλι το κύκλωμα με τάση στα σωστά σημεία (31+32).