

ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΑ  
5K-1138

# ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ

## 0-30V με περιορισμό ρεύματος

**Κατασκευάστε ένα εργαστηριακό τροφοδοτικό υψηλής ποιότητας με δυνατότητες ρύθμισης της τάσης εξόδου από 0-30V και ρύθμιση της τιμής του ρεύματος εξόδου πρακτικά από μερικά μιλιαμπέρ έως 3 A. Στο κύκλωμα υπάρχει περιοριστής του ρεύματος εξόδου με φωτεινή ένδειξη λειτουργίας ώστε να αποκλείεται η περίπτωση καταστροφής τόσο του τμήματος εξόδου του τροφοδοτικού όσο και της τροφοδοτούμενης συσκευής. Τα πλεονεκτήματα αυτά δίνουν στο τροφοδοτικό αυτό μια θέση στον πάγκο του εργαστηρίου σας καθώς μπορεί να τροφοδοτήσει οποιαδήποτε κατασκευή σας με απαιτήσεις για σταθεροποιημένη τάση 0-30V και συνεχή προστασία της εξόδου από βραχυκύκλωμα ή υπερφόρτιση.**



### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα της κατασκευής μπορείτε να το δείτε στο σχήμα 1:

Στα σημεία 1 και 2 συνδέεται το δευτερεύον ενός μετασχηματιστή που έχει τάση 24ACV/3A.

Η εναλλασσόμενη τάση των 24 V από το δευτερεύον του μετασχηματιστή ανορθώνεται από τις διόδους D1, D2, D3 και D4, που είναι συνδεδεσμολογημένες σε διάταξη γέφυρας έχουμε δηλαδή πλήρη ανόρθωση. Το παλμόρρευμα από την έξοδο της γέφυρας εφαρμόζεται στα άκρα του δικτυώματος R1-C1 και φίλτράρεται. Η αντίσταση R1 εκτός από το φίλτράρισμα λειτουργεί και σαν αντίσταση εκφόρτισης του πυκνωτή C1.

Το κύκλωμα γύρω από το ολοκληρωμένο U1 παράγει την απαραίτητη τάση αναφοράς για την λειτουργία του κυκλώματος ηλεκτρονικής σταθεροποίησης. Η διάδοδος Zener D8 (5,6V) λειτουργεί σαν αναφορά με ελάχιστο ρεύμα και παρουσιάζει μηδενικό θερμικό συντελεστή έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερή λειτουργία του τροφοδοτικού. Οι αντιστάσεις R5 και R6 ρυθμίζουν την έξοδο της γεννήτριας αναφοράς στα 11,2V ακριβώς.

### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

1. Μικρό μέγεθος, εύκολη κατασκευή, απλή λειτουργία.
2. Δυνατότητα ρύθμισης της τάσης εξόδου.
3. Δυνατότητα ρύθμισης του ρεύματος εξόδου.
4. Περιορισμός του ρεύματος εξόδου με οπτική ένδειξη.
5. Προστασία της τροφοδοτούμενης συσκευής από βραχυκύκλωμα και υπερφορτίσεις.
6. Μεγάλη σταθερότητα της τάσης εξόδου.
7. Πολύ μικρή κυμάτωση της τάσης εξόδου.

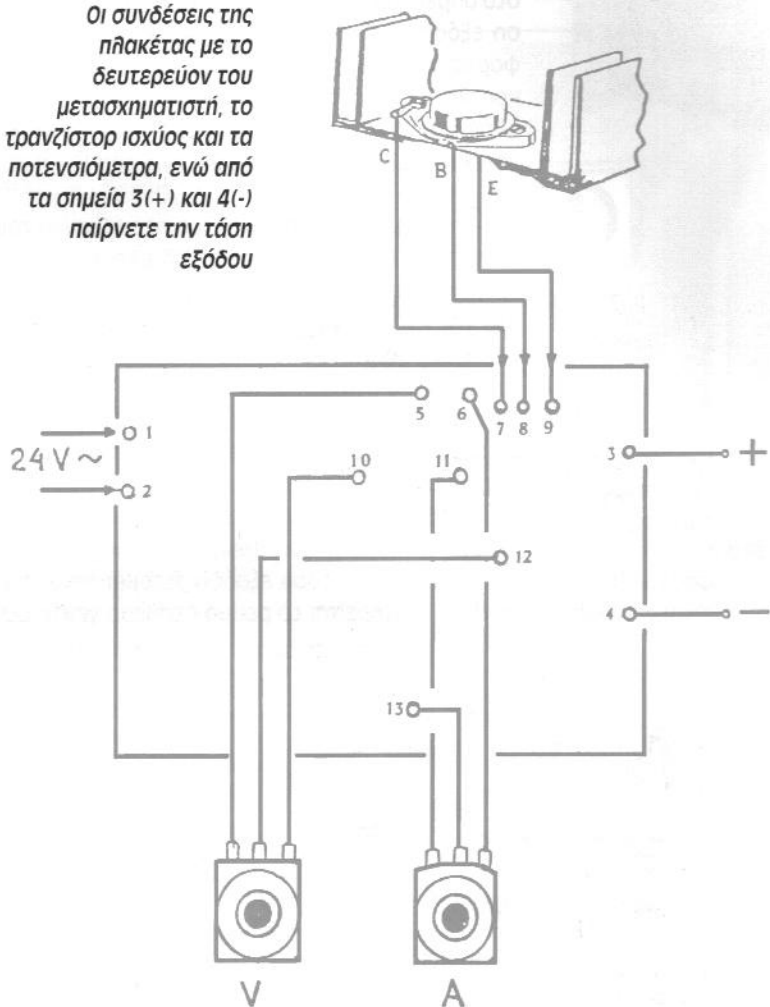
# ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τάση εισόδου	24 V.A.C
Ρεύμα εισόδου	3 A
Τάση εξόδου ρυθμιζόμενη	0-30 V
Ρεύμα εξόδου ρυθμιζόμενο	5 mA -3A
Κυμάτωση τάσης εξόδου	0,01% μέγιστη

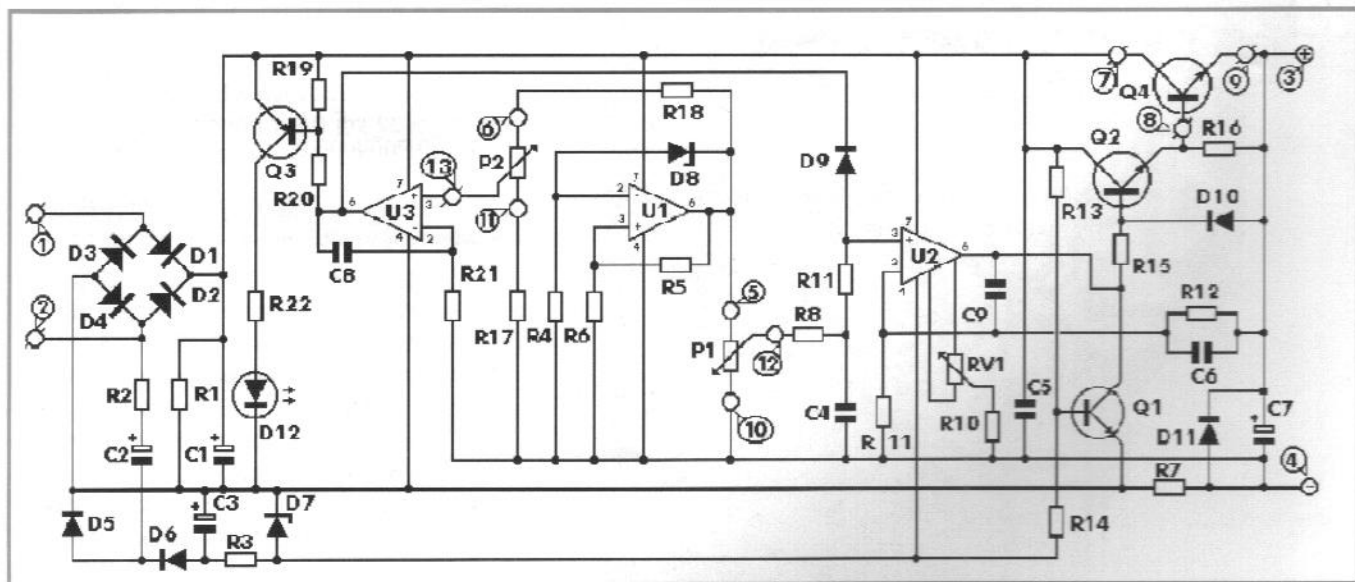
Το κύκλωμα λειτουργεί ως εξής: Η τάση στην έξοδο του U1 αυξάνει μέχρι να αρχίσει να άγει η D8, οπότε το κύκλωμα σταθεροποιείται και η τάση αναφοράς της Zener (5,6V) παρουσιάζεται στα άκρα της R5. Το ρεύμα που διαρρέει την μη αναστρέφουσα είσοδο του τελεστικού ενισχυτή είναι αμελητέο, άρα όλο το ρεύμα που διαρρέει την R5 περνάει επίσης από την R6 και έτσι η τάση εξόδου του U1 είναι διπλάσια από την τάση της διόδου. Το U2 με την βοήθεια των αντιστάσεων R11 και R12 κάνει ενίσχυση της τάσης περίπου 2,8 φορές σύμφωνα με τον τύπο  $A=R11+R12/R11$ . Ο λόγος των αντιστάσεων για τάση εξόδου 30V και τάση αναφοράς Vref (11,2V) είναι περίπου 0,59. Το αποτέλεσμα αυτής της ενίσχυσης είναι να ανεβάζει την τάση των 11,2V περίπου στα 30V. Το τρίμμερ RV1 και η R10 χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των ορίων της τάσης εξόδου ώστε να ρυθμίζεται μέχρι το μηδέν.

Όταν το τροφοδοτικό βρίσκεται σε λειτουργία και συνδεθεί στην έξοδο του κάποιο φορτίο, τότε όλο το ρεύμα εξόδου διέρχεται και από την αντίσταση R7. Τη στιγμή αυτή η αναστρέφουσα είσοδος (-) του U3 έχει δυναμικό 0 και ποιώνεται από την αντίσταση R21 ενώ αντίθετα η μη αναστρέφουσα (+) είσοδος του U3 ποιώνεται με μια μικρή τάση

Οι συνδέσεις της πλάκας με το δευτερεύον του μετασχηματιστή, το τρανζίστορ ισχύος και τα ποτενσιόμετρα, ενώ από τα σημεία 3(+) και 4(-) παίρνετε την τάση εξόδου



Σχήμα 1 Το θεωρητικό κύκλωμα του σταθεροποιημένου τροφοδοτικού



που κυμαίνεται από 0-2V ανάλογα με τη θέση του δρομέα του ποτενσιόμετρου P2. Έστω ότι η τάση στο σημείο αυτό του κυκλώματος είναι 1V και η τάση εξόδου έχει ρυθμιστεί σε μερικά volts. Αν το φορτίο αυξηθεί τότε θα αυξηθεί και η τάση στα άκρα της R7, οπότε θα ενεργοποιηθεί το U3, και θα οδηγήσει το U2 μέσω της διόδου D9, και κατά συνέπεια το U2 ελέγχεται από μία τιμή τάσης και πάνω.

Από τη στιγμή αυτή το κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος εξόδου, εφόσον το U3 ελέγχει τη λειτουργία του U2 ώστε η πτώση τάσης επάνω στα άκρα της R7 να είναι σταθερή. Ο πυκνωτής C8 παρέχει την απαιτούμενη σταθερότητα λειτουργίας του βρόγχου ανασύζευξης του U3.

Όσο το τροφοδοτικό δουλεύει και παρέχει σταθερή τάση η δίοδος LED D12 είναι σβηστή, ενώ μόλις το ρεύμα υπερβεί την προρυθμισμένη από το P2 τιμή, ανάβει το LED και το τροφοδοτικό από πηγή σταθερής τάσης γίνεται πηγή σταθερού ρεύματος και ταυτόχρονα η τάση εξόδου μεταβάλλεται έτσι ώστε να διατηρείται το ρεύμα σταθερό για το συ-

γκεκριμένο φορτίο.

Το δικτύωμα R19,R20 ορίζει το σημείο λειτουργίας του Q3 το οποίο ανιχνεύει πότε αρχίζει να λειτουργεί το κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος και τη στιγμή εκείνη άγει, ανάβει το ενδεικτικό LED D12. Μέσω της R22 ορίζουμε το ρεύμα λειτουργίας του LED. Ο περιορισμός του ρεύματος όμως γίνεται κύρια από την R7 που χρησιμεύει σαν αισθητήριο και η τιμή του ρεύματος που θα αρχίσει να επιδρά το κύκλωμα περιορισμού προρυθμίζεται από το ποτενσιόμετρο P2. Έτσι ανάλογα με την θέση του ποτενσιόμετρου P2 εμφανίζεται διαφορετική τάση κάθε φορά στα άκρα της R7, και διαιρείται με την εσωτερική τάση αναφοράς του ολοκληρωμένου κυκλώματος U1.

Από τον κόμβο των D2,D4 μέσω της R2 και του δικτύματος D5,D6,C2,C3,R3, παράγεται μια αρνητική τάση απαραίτητη για την τροφοδοσία των τελεστικών U2 και U3 ώστε αυτή να μπορούν να λειτουργήσουν στα 0V.

Η δίοδος D7 έχει τιμή (5,6V) και σταθεροποιεί την αρνητική τάση που οδηγείται στους ακροδέκτες 4 των U2 & U3.

Η αντίσταση R4 εξασφαλίζει την πόλωση στο U1 και οι πυκνωτές C4 & C5 απαηλιάσσουν το κύκλωμα από υψηλές συχνότητες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αστάθεια στο κύκλωμα.

Το τρανζίστορ Q1, προστατεύει το τροφοδοτικό από την πτώση της αρνητικής τάσης που δημιουργείται όταν κλείνει ο διακόπτης ON-OFF του τροφοδοτικού διατηρώντας την έξοδο του U2 χαμηλή.

Η αντίσταση R14 αποκόπτει το τρανζίστορ Q1 όταν το τροφοδοτικό λειτουργεί κανονικά. Η λειτουργία αυτή είναι πολύ χρήσιμη για πειραματισμούς επειδή κόβει απότομα την τάση εξόδου χωρίς να χρειάζεται να περιμένει κανείς ώσπου να ξεφορτώσει ο πυκνωτής χάνοντας έτσι αρκετό χρόνο.

Τέλος μέσω της R15 η τάση οδηγείται στα τρανζίστορ Q2 και Q4 που παρέχουν το απαιτούμενο ρεύμα των 3 A. Η αντίσταση R16 τέλος πηλώνει τα τρανζίστορ Q2 και Q4, τα οποία είναι σε συνδεομολογία DARLINGTON.

## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

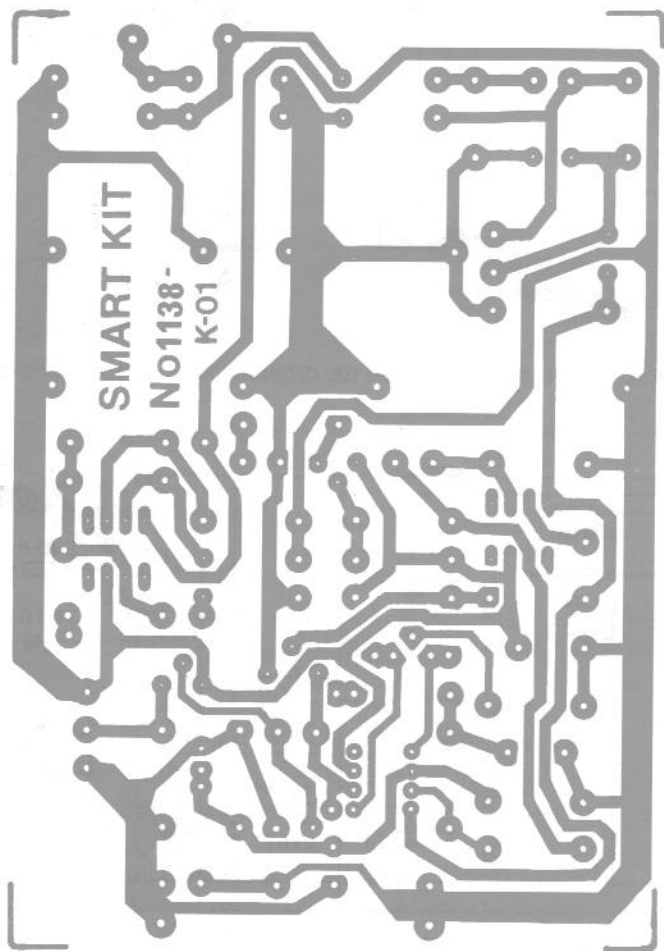
Αναγνωρίστε πρώτα απ'όλα τα εξαρτήματα προσεκτικά. Είναι προτιμότερο να ξεχωρίσετε τα εξαρτήματα κατά κατηγορία π.χ αντιστάσεις, πυκνωτές, διόδους, τρανζίστορ, κ.λ.π γιατί, έτσι κάνετε την κατασκευή πιο εύκολη και ευχάριστη.

Η πηλακέτα και η τοποθέτηση των υλικών υπάρχουν στο σχήμα 2 και 3 αντίστοιχα.

Αρχίστε να κολλήατε πρώτα τα πίνς στις τρύπες με τους αριθμούς 1-13. Στη συνέχεια κολλήατε όλες τις αντιστάσεις προσέχοντας τα χρώματά τους και

ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΑ  
SK-1138

Το τυπωμένο  
κύκλωμα του  
σταθεροποιημένου  
τροφοδοτικού σε  
φυσικό μέγεθος



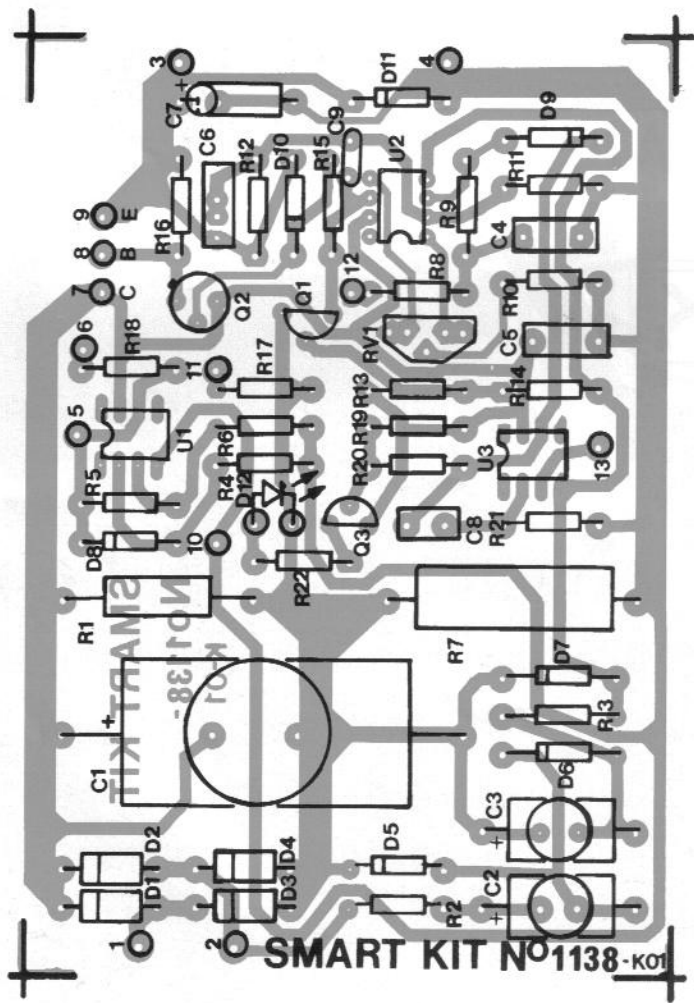
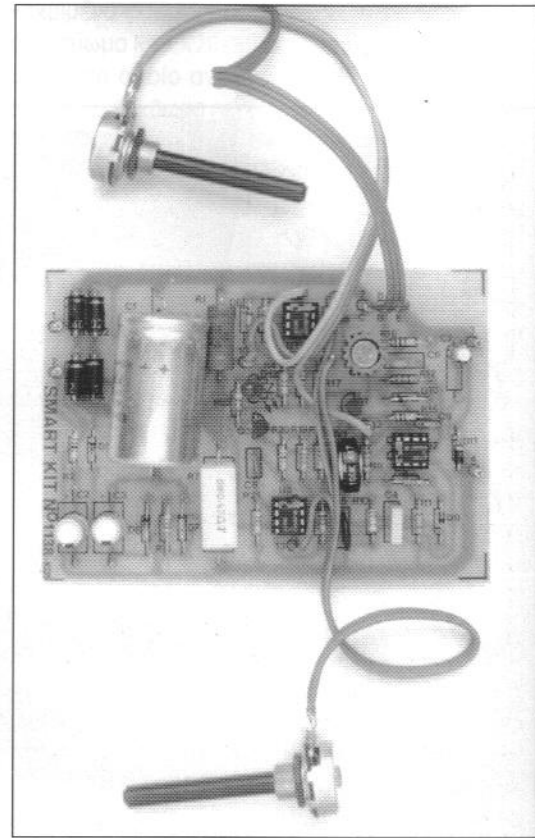
**ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ**  
**5Κ1138**

την θέση τους. Τις αντιστάσεις R1 και R7 επειδή είναι μεγάλες και ζεσταίνονται τοποθετείστε τις περίπου 5 χιλιοστά πάνω από την πηλακέτα. Κολλήστε τις τρεις βάσεις των ολοκληρωμένων, κατόπιν τους πυκνωτές προσέχοντας την πολικότητα των ηλεκτρολυτικών και τη θέση τους στην πηλακέτα.

Τέλος κολλήστε προσεκτικά τις διόδους και τα τρανζίστορ και προσοχή να μην υπερθερμανθούν και να μην τα τοποθετήσετε ανάποδα. Προσοχή στη διάοδο D7 που είναι zener και όχι κοινή διάοδος. Συνδέστε το ποτενσιόμετρο P1 στα σημεία 5, 12, 10 και το P2 στα 6, 13, 11 με καλώδια. Στο σχήμα 4 φαίνονται όλες τις συνδέσεις της πηλακέτας SMART KIT Νο 1138, με το δευτερεύον του μετασχηματιστή (24V) το τρανζίστορ ισχύος 2N 3055, τα ποτενσιόμετρα P1 και P2, ενώ από τα σημεία 3 (+) και 4 (-) παίρνετε την τάση εξόδου.

Βιδώστε το τρανζίστορ Q4 επάνω στην ψύκτρα χρησιμοποιώντας τη βίδα και το παξιμάδι αφού παρεμβάλλετε τα μονωτηράκια στις τρύπες που μπαίνουν οι βίδες και την μίκα μεταξύ τρανζίστορ και

*Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων στο τυπωμένο κύκλωμα*



ψύκτρας.

Κολλήστε τους ακροδέκτες του C.B.E στα σημεία 7, 8, 9 αντίστοιχα.

Στα σημεία 1 και 2 συνδέστε τα 24V δηλαδή το δευτερεύον του μετασχηματιστή 220V / 24V-3A.

Κάντε ένα προσεκτικό έλεγχο.

Αφού όλα είναι εντάξει τροφοδοτήστε το μετασχηματιστή με 220V.

**ΠΡΟΣΟΧΗ!!!** Από το σημείο αυτό και στο εξής μέχρι να κλείσετε την κατασκευή σας σε κουτί, απαγορεύεται να αγγίζετε το κύκλωμα με γυμνά χέρια γιατί το κύκλωμα βρίσκεται υπό τάση και βάζετε σε σοβαρό κίνδυνο ακόμα και την ζωή σας !!

Αν όλα είναι εντάξει, τότε συνδέοντας στα άκρα 3(+) και 4(-) ένα βοητόμετρο συνεχούς θα πάρετε κάποια ένδειξη που θα μεταβάλλεται με το ποτενσιόμετρο P1 από 0-30V.

Παρεμβάλλοντας στην θετική γραμμή ένα αμπερόμετρο 0-3 A και συνδέοντας ένα φορτίο θα πάρετε κάποια ένδειξη. Αν γυρίσετε το P2 αριστερά σε κάποιο σημείο το LED θα ανάψει.

Στο σημείο εκείνο ενεργοποιείται το κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος.

Οτιδήποτε άλλο συμβεί ή αν δεν συμβεί τίποτα διακόψτε αμέσως την τροφοδοσία, κάντε πάλι ένα προσεκτικό έλεγχο και επαναλάβετε την διαδικασία λειτουργίας.

## ΤΑ ΥΛΙΚΑ

R1= 2.2KΩ 1W (Κόκκινο, κόκκινο, κόκκινο)

R2= 82 Ω 1/4W (Γκρί, κόκκινο, μαύρο)

R3= 220Ω 1/4W (Κόκκινο, κόκκινο, καφέ)

R4= 4.7KΩ 1/4W (Κίτρινο, μώβ, κόκκινο)

R5,R6,R13,R20,R21= 10KΩ 1/4W (Καφέ, μαύρο,

πορτοκαλί)

R7= 0.47Ω 5W τουβλάκι

R8,R11= 27KΩ 1/4W (Κόκκινο, μώβ, πορτοκαλί)

R9,R19= 2.2KΩ 1/4W (Κόκκινο, κόκκινο, κόκκινο)

R10= 270KΩ 1/4W (Κόκκινο, μώβ, κίτρινο)

R12,R18= 56KΩ 1/4W (Πράσινο, μπλέ, πορτοκαλί)

R14= 1.5KΩ 1/4W (Καφέ, Πράσινο, κόκκινο)

R15,R16= 1KΩ 1/4W (Καφέ, μαύρο, κόκκινο)

R17= 33Ω 1/4W (Πορτοκαλί, πορτοκαλί, μαύρο)

R22= 3.9KΩ 1/4W (Πορτοκαλί, άσπρο, κόκκινο)

RV1= 100K, Τρίμμερ

P1,P2= 10KΩ, Γραμμικό ποτενσιόμετρο

C1= 3.300μF/50V Ηλεκτρολυτικός

C2,C3= 47μF/50V Ηλεκτρολυτικός

C4= 100nF (104 ή 0.1μF) πολυέστερ

C5= 200nF (224 ή 0.22) πολυέστερ

C6= 100 pF (100p ή n10) κεραμικός

C7= 10μF/50V ηλεκτρολυτικός

C8= 330 pF (330p ή n33) κεραμικός

(C9:100pF) κεραμικός

D1,D2,D3,D4= 1N5402,3,4, δίοδος 2 A - RAX GI837U

D5,D6= 1N4148, δίοδος γεν. χρήσεως

D7,D8= 5.6V, δίοδος Zener

D9,D10= 1N4148, δίοδος γεν. χρήσεως

D11= 1n4001, δίοδος 1 A

Q1= BC548, NPN τρανζίστορ BC 547

Q2= 2N2219, NPN τρανζίστορ

Q3= BC557, PNP τρανζίστορ BC 327

Q4= 2N3055, NPN power τρανζίστορ

U1,U2,U3= TL081, operational amplifier

D12= δίοδος LED

Διάφορα: ηλιακίδα SMART KIT No 1138, 13pins, καλώδιο, κόλληση, 1 ψύκτρα για το 2N3055, 2 βίδες, 2 παξιμάδια, 1 μίκα, 2 μονωτηράκια, 1 μικρή ψύκτρα για το τρανζίστορ Q2, τρεις βάσεις 8DIL.

## ΡΥΘΜΙΣΗ

Σε σειρά με το δευτερεύον του μετασχηματιστή συνδέστε μία αντίσταση 22-47Ω/1W σε σειρά με ένα αμπερόμετρο AC.

Μόλις τροφοδοτηθεί το κύκλωμα θα πρέπει το όργανο να δείξει περίπου 20mA.

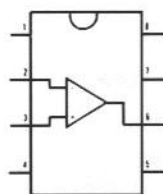
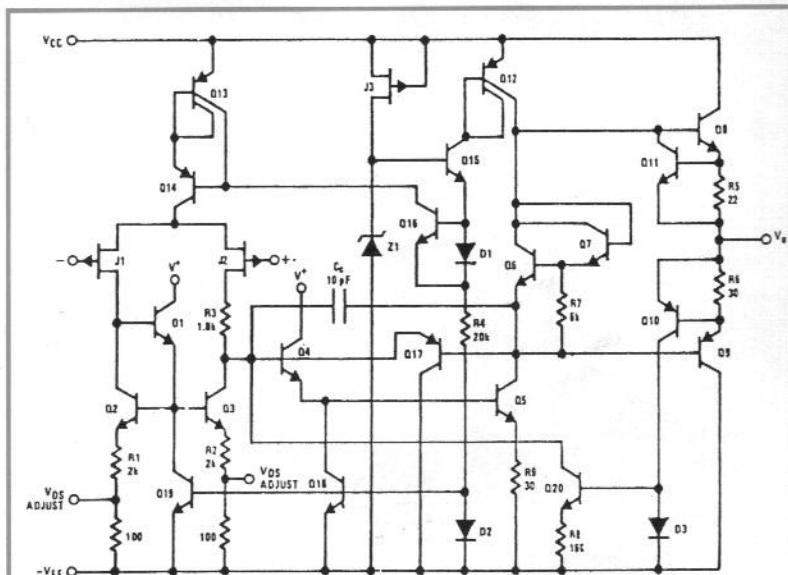
Αν ζεσταίνεται η αντίσταση πάρα πολύ ή το ρεύμα είναι πολύ μεγαλύτερο, τότε υπάρχει κάποιο λάθος.

Αν το ρεύμα είναι σωστό μετρήστε την τάση στην έξοδο του U1 (ποδαράκι 6), πρέπει να είναι 11V. Μετρήστε την τάση στον ακροδέκτη 3 του U2 θα πρέπει να μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την θέση του P1.

Μετρήστε την τάση στα ποδαράκια 4 των U2 και U3 πρέπει να είναι περίπου 5-6V ως προς την γη. Ελέγξτε την τάση εξόδου γυρνώντας το P1 θα μεταβάλλεται από το 0-30V.

Τέλος ρυθμίστε το RV1, αφού προηγουμένως έχετε το P1 στη θέση που δείχνει την ελάχιστη τάση, ώστε να δείξει ακριβώς 0V.

Για να ελέγξετε τον περιοριστή ρεύματος μετρήστε την τάση στον ακροδέκτη 3 του U3 πρέπει να είναι 0-2V και να μεταβάλλεται γυρνώντας το P2. Γυρίστε το P2 στο ελάχιστο, αμέσως η D12 θα ανάψει. Συνδέστε ένα μιλιαμπερόμετρο στην έξοδο σε σειρά με τον θετικό ακροδέκτη και μετρήστε το ελάχιστο ρεύμα που πρέπει να είναι 2-5mA.



Το εσωτερικό του IC, η διάταξη των ακροδεκτών του, τα ποδαράκια των τρανζίστορ και των διόδων, της δίοδου zener και της φωτοδίοδου LED.