

ΕΛΕΚΤΟΡ

Κολλήστε τα SMD στο ... φούρνο

ΕΝΘΕΤΟ
Visual Basic



**Φόρτιση laptop
από το αυτοκίνητο**

**Η οικογένεια R8C
16ψήφια δύναμη για όλους**

Το κινητό μου





Αξιοποίηση
μεταχειρισμένων
εξαρτημάτων

Φούρνος ελεγχόμενης ροής
θερμότητας για συγκόλληση
εξαρτημάτων SMD



Τροφοδοτικό φορητών
υπολογιστών 95W
από μπαταρία
αυτοκινήτου

Αυτόματο άνοιγμα
/κλείσιμο παραθύρου



Ένα κινητό τηλέφωνο
αλλιώς από τα άλλα

Visual Basic
για ενθουσιώδεις
ηλεκτρονικούς



9 Περιεχόμενα

12 Αξιοποίηση μεταχειρισμένων
εξαρτημάτων

18 Η μάχη ενάντια
στα ηλεκτρονικά απόβλητα

24 Φούρνος ελεγχόμενης ροής
θερμότητας για συγκόλληση
εξαρτημάτων SMD

33 Η οικογένεια R8C

38 Τροφοδοτικό φορητών
υπολογιστών 95W
από μπαταρία αυτοκινήτου

45 Μετρητής χρόνου
ανοίγματος κλειστρου

50 Τα e-block
στον Κυβερνοχώρο

53 Αυτόματο άνοιγμα
/κλείσιμο παραθύρου

59 Ένα κινητό τηλέφωνο
αλλιώς από τα άλλα

62 Χρονοδιακόπτης
για πλυντήριο
και άλλες συσκευές

67 Τέσσερα βήματα για να
τροφοδοτήσουμε LED
απευθείας από το δίκτυο

71 Visual Basic
για ενθουσιώδεις
ηλεκτρονικούς

‘Μαυρισμένες’ πλακέτες

Από πειραματισμούς με διάφορες μεθόδους κολλήσεων

Από τον Luc Lemmens

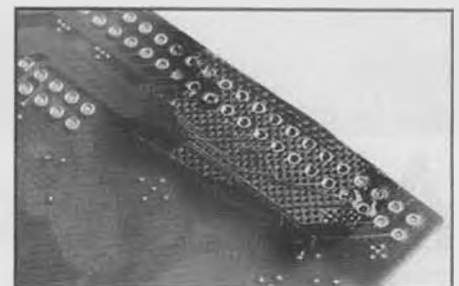
Κάθε τόσο όλο και παρατηρείται κάποιο σφάλμα σε ένα κύκλωμα: ένα ή και περισσότερα εξαρτήματα υπερθερμαίνονται κατά την λειτουργία τους και η πλακέτα που τα φιλοξενεί είτε ‘μαυρίζει’ είτε ακόμη, καταστρέφεται. Τέτοιες περιπτώσεις υπερθέρμανσης οφείλονται κατά κανόνα σε ροή υψηλών τιμών ρεύματος μέσα από εξαρτήματα τα οποία δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν ομαλά τέτοια φορτία. Μια πρόσφατη ‘έρευνα’ που έγινε στα εργαστήρια του ΕΛΕΚΤΟΡ απέδειξε ότι το ίδιο μπορεί να εμφανισθεί ακόμη και χωρίς να τροφοδοτήσουμε το κύκλωμα. Και κάτι ακόμη, η διαδικασία έχει τελειοποιηθεί τόσο ώστε δεν περιορίζεται μόνον στην περιοχή των τμημάτων εκείνων που έχουν μαυρίσει ή καεί.

Μια μεγάλη ώθηση προς τον πειραματισμό και την γενικότερη αναζήτηση έχει ως βασική αιτία την ολοένα συχνότερη ομίχρωση των σύγχρονων ηλεκτρονικών. Εμείς εδώ στα εργαστήρια του περιοδικού ΕΛΕΚΤΟΡ δεν διαστάζουμε να προχωρήσουμε σε οποιαδήποτε κόλληση οποιουδήποτε εξαρτήματος επιφανειακής στήριξης (SMD) αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις εξαρτημάτων (όπως για παράδειγμα εξαρτήματα σε συσκευασία BGA) όπου η συγκόλλησή τους με τον κλασικό τρόπο και ένα κοινό κολλητήρι είναι απλά αδύνατη, αφού δεν υπάρχει πρόσβαση στους ακροδέκτες τους. Αν και φυσικά υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία για την υποστήριξη τέτοιου είδους κολλήσεων, όπως είναι οι φούρνοι συγκόλλησης με ροή θερμότητας και οι σταθμοί επανεπεξεργασίας, εντούτοις οι τιμές τους είναι μάλλον απαγορευτικές ακόμη και για σχετικά μικρά εργαστήρια. Σύμφωνα με την άποψη κάποιων εμπειρών συναδέλφων που εργάζονται σε μια μεγάλη εταιρία φωτιστικών, είναι τελείως άσκοπο να αγοράσει κανείς τέτοιου είδους εξοπλισμό μόνον και μόνον για την περιστασιακή κατασκευή πρωτότυπων. Όπως χαρακτηριστικά λένε, ένα κλασικό ‘μάτι κουζίνας’ κάνει την δουλειά τους κάτι παραπάνω από τέλεια.

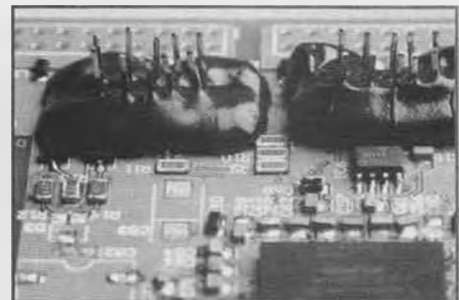
Πλήρως πεπεισμένοι, ορμώμενοι από την αποδεδειγμένη επαγγελματική τους εμπειρία (αλλά για έναν λόγο παραπάνω και από την δική μας εμπειρία), καθώς επίσης και πιστοί στο ρητό ‘ότι μπορούν να καταφέρουν οι άλλοι μπορούμε και εμείς’, μια ευχάριστη φθινοπωρινή μέρα τοποθετήσαμε το πρωτότυπο της πρώτης μας κατασκευής με εξαρτήματα BGA σε ένα κοινό ηλεκτρικό ‘μάτι’. Η σταθεροποίηση θερμοκρασίας σε τέτοιου είδους διατάξεις δεν αποτελεί και υπόδειγμα, οπότε για να εργαστούμε προς την ασφαλή πλευρά ξεκινήσαμε το πείραμά μας με την χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία. Η συγκεκριμένη απόπειρα δεν επέτυχε του σκοπού της ακόμη και μετά την πάροδο ενός σχετικά μεγάλου χρονικού διαστήματος, όπου τελικά διαπιστώθηκε ότι η πάστα κόλλησης κυριολεκτικά ‘αρνήθηκε’ να λιώσει. Έτσι καταλήξαμε στο λογικό

συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία που επιλέχθηκε ήταν αρκετά χαμηλή. Θέτοντας την θερμοκρασία σε ελαφρώς υψηλότερο επίπεδο συνεχίζαμε να μην έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στην συνέχεια σκεφθήκαμε ότι η πλακέτα μας ίσως να μην έρχονταν σε καλή θερμική επαφή με το ηλεκτρικό μάτι. Διαπιστώθηκε όμως ότι αν και η κάτω πλευρά της πλακέτας θερμαίνονταν αρκετά γρήγορα, εντούτοις η πάνω πλευρά παρέμενε σχεδόν κρύα.

Ίσως θα ήταν καλλίτερα αν τοποθετούσαμε με κατάλληλο τρόπο την πλακέτα πάνω σε ένα αλουμινόχαρτο έτσι ώστε τελικά να επιτευχθεί πιο ομοιόμορφη θέρμανση. Τελικά η λύση αυτή απέδωσε κάποιους καρπούς. Πιο συγκεκριμένα, εκείνο που διαπιστώθηκε ήταν ότι το μικρό αυτό πείραμά μας έγινε αντιληπτό ακόμη και στον χώρο υποδοχής της εταιρίας, που βρίσκεται έναν όροφο κάτω από τα εργαστήρια και μάλιστα στην άλλη άκρη του κτιρίου. Σχεδόν άμεσα δεχθήκαμε ένα ‘ταραγμένο’ τηλεφώνημα όπου μας ρωτούσαν αν είχαμε πάρει φωτιά. Αλλά πραγματικά υπήρχε πρόβλημα, αν και στην ουσία επρόκειτο για κάποια υπολείμματα που ογκοκαίνονταν πάνω στο μάτι. Στο εργαστήριο τότε έσπεισαν άτομα από την Διεύθυνση Προσωπικού και άλλοι προϊστάμενοι με σκοπό να πληροφορηθούν άμεσα για την νέα επαναστατική παρέμβαση που έλαβε χώρα στο εργαστήριο. Φυσικά όλη αυτή η κατάσταση ήταν κάπως διασκεδαστική και όπως παρατήρησε κάποιος από τους προϊσταμένους, δεν επρόκειτο τελικά για μια τόσο επικίνδυνη διαδικασία, εκτός ίσως από την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς. Από την άλλη πλευρά, κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει σίγουρα ποια επικίνδυνα αέρια μπορούν να εκλυθούν όταν ένα τέτοιο πείραμα τεθεί εκτός ελέγχου. Τελικά το αποτέλεσμα δεν έτυχε μιας γενικότερης αποδοχής και έτσι αποφασίσαμε να δώσουμε ένα τέλος στην συγκεκριμένη μελέτη για χάρη της ασφάλειας του περιβάλλοντος. Ούτως ή άλλως είχαμε ήδη εξαντλήσει το απόθεμά μας σε πλακέτες. Όλα αυτά τελικά μας οδήγησαν σε μια πιο σοβαρή προσέγγιση στο συγκεκρι-



Σχήμα 1. Το καταστρεπτικό αποτέλεσμα από την εναπόθεση μιας πλακέτας πάνω σε ένα αναμμένο ηλεκτρικό ‘μάτι’.



Σχήμα 2. Ακόμη και αν η θερμοκρασία του φούρνου κολλήσεων σταθεροποιείται απόλυτα ικανοποιητικά, εντούτοις θα πρέπει και πάλι να σιγουρευτούμε για το κατά πόσο κάποια εξαρτήματα μπορούν να αντέξουν στην θερμοκρασία αυτή.

μένο ζήτημα η οποία κατέληξε στην ανάπτυξη ενός φούρνου κολλήσεων με ροή θερμότητας που περιγράφεται σε άλλο άρθρο της παρούσας έκδοσης. Η απόφαση αυτή σήμαινε την μετατροπή ενός απλού ηλεκτρικού φούρνου χαμηλού κόστους σε μια εξαιρετικά εύχρηστη μονάδα η οποία πλέον θεωρείται ως το απαραίτητο εργαλείο μας για την κατασκευή πρωτότυπων. Η θερμοκρασία του φούρνου διατηρούνταν σχεδόν κάτω από απόλυτο έλεγχο και μάλιστα ακολουθώντας ακριβώς τις ανάλογες καμπύλες θέρμανσης και ψύξης. Εκτός αυτού βέβαια, οι φούρνοι δεν είναι χρήσιμοι μόνον για ‘ψήσιμο πλακέτας’!

(050356-1)



Ολοκληρωμένα τύπου CMOS σε σωλήνες προστασίας από στατικό ηλεκτρισμό. Εδώ χρειάζεται προσοχή διότι οι ετικέτες είναι γραμμένες με το χέρι, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι οι μονάδες δεν έχουν συσκευαστεί από κάποιο επίσημο διανομέα ή κατασκευαστή. Η παρατήρηση βέβαια αυτή δεν σημαίνει ότι τα ολοκληρωμένα είναι απαραίτητα άχρηστα.



Ένα δυσεύρετο στολίδι: εγχειρίδιο δεδομένων της Philips από το 1966. Η μυρωδιά και μόνο που αναδύει, εκμηδενίζει οποιοδήποτε φυλλάδιο δεδομένων από το διαδίκτυο (και μιλάμε για μονάδες που έχουν ηλικία σχεδόν 40 χρονών).



Ίσως να αποτελεί έκπληξη, αλλά οι λυχνίες κυκλοφορούν ακόμη σε ικανοποιητικές ποσότητες. Όπου είναι εφικτό αναζητήστε καινούργιες λυχνίες από γνωστούς προμηθευτές. Με λίγη εμπειρία, είναι εύκολο να αναγνωρίσουμε από μακριά συσκευασίες των RCA, Philips, Mullard, Valvo, Siemens και GEC.

Αξιοποίηση μεταχειρισμένων εξαρτημάτων

Από τον Jan Suinting

Αυτά που για κάποιους είναι σκουπίδια, για κάποιους άλλους μπορεί να είναι θησαυρός

Υπάρχουν κάποιοι που πιστεύουν ότι σε μερικά χρόνια οι χομπίστες ηλεκτρονικοί θα χρησιμοποιούν πρώτες ύλες προερχόμενες αποκλειστικά από διαλυμένες συσκευές, ιδίως μάλιστα για τα κοινά εξαρτήματα. Άλλοι πάλι πιστεύουν στην δύναμη του διαδικτύου σε συνδυασμό με δύο-τρεις μεγάλες εταιρείες διακίνησης μέσω ταχυδρομικών παραγγελιών, που θα επιβιώσουν μετά την αργή αλλά σταθερή ύφεση της αγοράς. Όποια και να είναι τελικά η εξέλιξη, είναι ώρα να δούμε πως μπορούμε να βρούμε ένα συγκεκριμένο εξάρτημα που χρειαζόμαστε για την επισκευή ή την κατασκευή μιας μονάδας. Που θα πρέπει να «σερφάρουμε», να ψάξουμε, να σκαλίσουμε, για να ξετρυπώσουμε αυτό που ζητάμε. Ίσως το «ηλεκτρονικό παλαιοπωλείο» να είναι πιο κοντά απ' ό,τι νομίζουμε.



Οι διεγέρτες (μετατροπείς ταλαντώσεων) για φορητές ή ημι-φορητές συσκευές με λυχνίες παρουσιάζουν συχνά πρόβλημα. Ακόμη και εάν βρούμε καινούργιους, ενδέχεται να μην "ζεκινήσουν" λόγω οξειδωσης των εσωτερικών επαφών. Εδώ θα πρέπει να είμαστε σίγουροι όσον αφορά την τάση και την διάταξη ακροδεκτών της βάσης.



Το συγκεκριμένο χαλασμένο κασετόφωνο για μόλις 2 Ευρώ μας έδωσε ένα κινητήρα 6 V DC, ένα μικρόφωνο τύπου electret, ένα ενισχυτή ακουστών συχνότητας, ένα ηχείο και μερικά βύσματα στήριξης σε πλακέτα.



Εδώ έχουμε μερικούς μεγάλους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές στα 63 V οι οποίοι μπορεί να αποδειχθούν ιδανικοί για την αποκατάσταση μία βαθμίδας τροφοδοσίας του 1980. Προσοχή όμως, η ισοδύναμη αντίσταση σειράς (ESR) βρέθηκε υψηλή, κυρίως λόγω του ότι ο ηλεκτρολύτης εσωτερικά είχε "στεγνώσει".



Ποτενσιόμετρα στήριξης στην πρόσοψη της συσκευής, τα οποία είναι αδύνατο να βρει κανείς, διότι είναι διαφορετικά για κάθε συσκευή. Στην φωτογραφία έχουμε μερικά ποτενσιόμετρα υψηλής ποιότητας τα οποία διαθέτουν και προστασία κατά της σκόνης.



Οι ψύκτες είναι αφ' ενός ακριβοί, ενώ κατά κανόνα τοποθετούνται στην πίσω πλευρά της μονάδας, οπότε ποιος νοιάζεται εάν έχουν και μία τρύπα παραπάνω; Ο μικρός ψύκτης που εικονίζεται στην φωτογραφία είχε επάνω του και μία δίοδο ισχύος τύπου ΒΥΧ-κάτι.



Ένα καλό δείγμα βιομηχανικού αυτοματισμού (μονάδα μέτρησης ωρών). Προφανώς δεν έχει ποτέ του χρησιμοποιηθεί. Η τάση λειτουργίας δεν αναγράφεται πουθενά, οπότε θα χρειαστούν ορισμένες προσεκτικές δοκιμές για να διευκρινιστεί το μέγεθός της.

Η εποχή όπου μπορούσαμε να κατέβουμε στην αγορά μετά τον απογευματινό καφέ για να επισκεφθούμε το μαγαζί της περιοχής και να ψωνίσουμε δύο-τρεις αντιστάσεις και ένα τρανζίστορ που μας χρειάζονταν για την μικρή μας πειραματική πλακέτα ή την επισκευή που είχαμε ξεκινήσει, δείχνουν σιγά-σιγά να παρέρχονται ανεπιστρεπті. Ήδη από τα τέλη του '80, τα καταστήματα πώλησης ηλεκτρονικών εξαρτημάτων έχουν αρχίσει να μειώνονται, ακόμη και σε περιοχές με διόλου ευκαταφρόνητη πληθυσμιακή κατανομή. Αρχικά δημιουργήθηκε η εντύπωση ότι πολλοί από τους καταστηματάρχες έκλειναν τα μαγαζιά τους για να μετακινηθούν στην αγορά

της διακίνησης προϊόντων μέσω ταχυδρομικών παραγγελιών, αλλά απ' ότι απεδείχθη ελάχιστοι από αυτούς κατάφεραν να επιβιώσουν και αυτή τι στιγμή ανταγωνίζονται τεράστιες εταιρείες του είδους οι οποίες αρχικά εμφανίστηκαν στην αγορά σαν προμηθευτές επαγγελματιών ή βιομηχανικών μονάδων (και εδώ το μεγάλο ψάρι τρώει το μικρό). Αυτό καθ' εαυτό το γεγονός βέβαια δεν αποτελεί πρόβλημα, αφού σε τελική ανάλυση και πάλι μπορούμε να προμηθευτούμε αυτό που χρειαζόμαστε, με μία μικρή όμως διαφορά: έχει αρχίσει να εκλείπει ο παραδοσιακός χώρος του καταστήματος, όπου θα βρίσκαμε τον καταστηματάρχη να του κάνουμε μερικές ερωτή-

σεις, όπου θα μπορούσαμε να ξεφυλλίσουμε κάποια βιβλία, ή να συναντήσουμε πελάτες με το ίδιο με εμάς «ψώνιο» για να ανοίξουμε κουβεντούλα όσο περιμέναμε την σειρά μας να εξυπηρετηθούμε (και αυτές οι «κουβεντούλες» ήταν κατά κανόνα πολύ χρήσιμες!).

Βιομηχανική εξέλιξη

Πριν από 30 περίπου χρόνια, εξαρτήματα όπως το ταπεινό τρανζίστορ BC107 έβγαιναν στην παραγωγή με ένα προβλεπόμενο ορίζοντα 10 ετών και βάλε, και μπορούσε κανείς να το προμηθευτεί από διάφορα καταστήματα σε μία σχετικά περιορισμένη ακτίνα αναζήτησης, με ένα κόστος μερι-



Σε αντίθεση με την κρατούσα άποψη, τα διάφορα μέρη από παλαιούς υπολογιστές δεν έχουν και πολλά εξαρτήματα να προσφέρουν. Η συγκεκριμένη κάρτα σειριακής διασύνδεσης μπορεί ίσως να μας δώσει ένα ταλαντωτή στα 18,432 MHz, ένα διακόπτη DIP και τα βύσματα τύπου Sub-D.



Σήμερα οι αγοραστές αποφεύγουν οτιδήποτε βαρύ και ογκώδες. Ο συγκεκριμένος όμως μετασχηματιστής στα 21V και 1,2 A, έχει τις σωστές προδιαγραφές για να κατασκευάσουμε ένα μικρό τροφοδοτικό εργαστηρίου.



Τα κλασσικά όργανα κινητού πηνίου όπως αυτά της φωτογραφίας, δίνουν μία επαγγελματική αλλά και νοσταλγική εικόνα στις συσκευές. Το πρόβλημα όμως με τις εν λόγω μονάδες είναι ότι θα πρέπει να γνωρίζουμε με ακρίβεια τις προδιαγραφές τους (κατά κανόνα στο εσωτερικό τους υπάρχει μία αντίσταση διακλάδωσης ή σειράς).

Σώστε το ολοκληρωμένο!

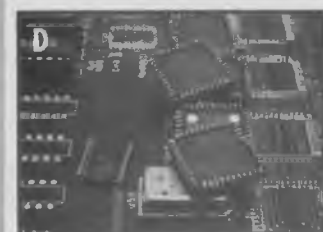
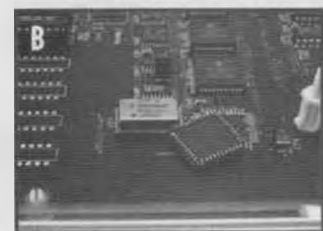
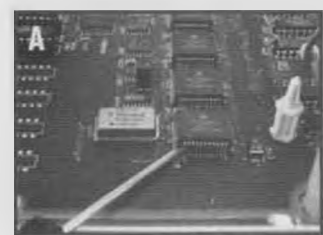
Ένας σύντομος οδηγός για το πως μπορούμε να ξανα-χρησιμοποιήσουμε ολοκληρωμένα τα οποία βρίσκονται κολλημένα σε πλακέτα

Με την βοήθεια του Jeroen Baars

Ένα φαινόμενο στον κόσμο των ηλεκτρονικών το οποίο παρουσιάζεται συχνά τόσο στους ερασιτέχνες όσο και στους κορυφαίους επαγγελματίες είναι να αναζητούν εναγωνίως ένα ολοκληρωμένο το οποίο τελικά ανακαλύπτουν κολλημένο σε μία πλακέτα. Η αποκόλληση ενός ολοκληρωμένου δεν είναι και τόσο εύκολη υπόθεση, με αποτέλεσμα πολλές φορές να καταλήγουμε σε ένα "πεθαμένο" ολοκληρωμένο ανά χείρας και μία ώρα χαμένης προσπάθειας.

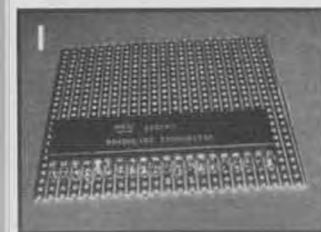
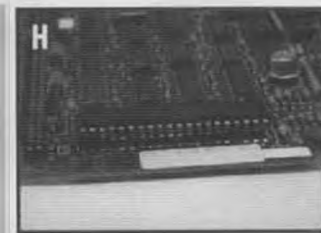
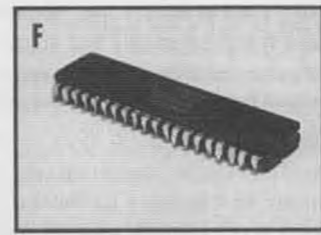
Πιστοί λοιπόν στην παροιμία που λέει "ο τολμών νικά", αλλά και με τον φόβο του δεύτερου ρητού που λέει "ας πρόσεχες!", παρουσιάζουμε στην συνέχεια μερικές συμβουλές (κυρίως με εικόνες) οι οποίες ελπίζουμε να βοηθήσουν στην "απελευθέρωση" ενός ολοκληρωμένου από την πλακέτα χωρίς αυτό να καταστραφεί, ώστε να μπορέσουμε στην συνέχεια να το χρησιμοποιήσουμε στην κατασκευή που θέλουμε.

Η πρώτη μέθοδος περιγράφεται στις φωτογραφίες A έως D και εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι τόσο οι διάδρομοι όσο και τα ίχνη του ολοκληρωμένου σε μία πλακέτα που χρησιμοποιεί SMD (surface mount devices, υλικά επιφανειακής στήριξης) είναι συχνά ιδιαίτερα λεπτά και μπορούν να αφαιρεθούν πολύ εύκολα. Παρεμπιπτόντως να αναφέρουμε ότι αυτός είναι και ο λόγος πολλών προβλημάτων σε αντίστοιχες πλακέτες! Εννοείται βέβαια ότι εφαρμόζοντας την συγκεκριμένη μέθοδο θα πρέπει να έχουμε κατά νου την αρχή της δράσης και αντίδρασης των δυνάμεων: εάν τα ίχνη ή οι διάδρομοι δεν ξεκολλήσουν από την επιφάνεια της πλακέτας, τότε το ολοκληρωμένο θα καταστραφεί. Εάν μάλιστα έχουμε να κάνουμε με ένα ακριβό ή δυσεύρετο ολοκληρωμένο, αξίζει τον κόπο να πειραματιστούμε πρώτα σε κάποιο άλλο φθηνότερο ή απλούστερο ολοκληρωμένο της πλακέτας. Παρότι οι πιθανότητες επιτυχίας είναι πολλές, η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί την ύστατη λύση. Με λίγη πάντως εμπειρία είναι δυνατή η επιτυχής αποκατάσταση (τόσο μηχανικά όσο και ηλεκτρικά) ακόμη και πολύ μικρών ολοκληρωμένων. Σαν γενική αρχή ακολουθούμε τον κανόνα που λέει ότι προσπαθούμε να ανασκηώσουμε το ολοκληρωμένο από την πλακέτα εφαρμόζοντας όσο το δυνατόν περισσότερο κατακόρυφες δυνάμεις, δεδομένου ότι με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται η δύναμη που τελικά εφαρμόζεται στους ακροδέκτες του ολοκληρωμένου. Δεν ενεργούμε βίαια όπως επίσης δεν κάμπτουμε το ολοκληρωμένο, δεδομένου ότι αυτές οι μέθοδοι μας οδηγούν με μαθηματική ακρίβεια στην αποτυχία!



Αφού αφαιρέσουμε τυχόν υπολείμματα διαδρόμων ή ιχνών από τους ακροδέκτες και τους επαναφέρουμε (μηχανικά) στην ευθεία, το ολοκληρωμένο εάν είναι τύπου PLCC μπορεί να τοποθετηθεί ακόμη και σε αντίστοιχη υποδοχή χωρίς κανένα πρόβλημα, ενώ εάν είναι τύπου SMD DIL, μπορεί να κολληθεί κανονικά στην δική μας πλακέτα. Η δεύτερη μέθοδος αφορά ολοκληρωμένα τύπου DIL (dual in line). Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κόφτες ακριβείας για να κόψουμε τους ακροδέκτες και να ελευθερώσουμε το ολοκληρωμένο (φωτογραφία E). Μετά από την διαδικασία αυτή έχουμε ένα ολοκληρωμένο με κοντύτερους ακροδέκτες, τους οποίους θα πρέπει στην συνέχεια να επιμηκύνουμε όπου χρειαστεί με κάποιον τρόπο.

Εδώ μπορούμε να εφαρμόσουμε και μία διαφορετική μέθοδο η οποία ενώ σε πρώτη ματιά δείχνει περισσότερο θάρρα, αποδίδει καλύτερα από το κόψιμο. Για να απελευθερώσουμε το ολοκληρωμένο από την πλακέτα χρησιμοποιούμε ένα λεπτό σκαρπέλο. Η πλακέτα θα πρέπει να είναι στερεωμένη επάνω σε μία σταθερή βάση, ενώ η δύναμη που εφαρμόζουμε με το σκαρπέλο θα πρέπει να είναι απολύτως ελεγχόμενη. Εάν είναι απαραίτητο φροντίζουμε να δουλεύουμε με τους ακροδέκτες ένα προς ένα ξεχωριστά (δείτε τις φωτογραφίες G και H). Η συγκεκριμένη μέθοδος μετατρέπει στην ουσία το ολοκληρωμένο σε ένα υπερμέγεθες SMD (φωτογραφία I). Η τελευταία συμβουλή προτείνει την απελευθέρωση των ακροδεκτών του ολοκληρωμένου με την βοήθεια ενός νυστεριού ή λεπτού ξυραφιού, αλλά η μέθοδος αυτή ενδέχεται να μην αποδώσει δεδομένου ότι πολλοί ακροδέκτες είναι αρκετά χοντροί.

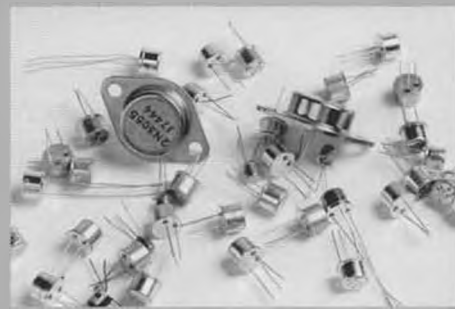




Καλώδια με χρωματιστές ρίγες, μία μέθοδος η οποία χρησιμοποιείτο ευρύτατα στην δεκαετία του '70. Την συγκεκριμένη φωτογραφία την παραθέτουμε απλώς για ιστορικούς λόγους.



Οι αισθητήρες έχουν μεγάλη ζήτηση, διότι πολύ απλά αποτελούν εξειδικευμένα εξαρτήματα τα οποία εάν τα αγοράσουμε σαν καινούργια είναι αρκετά ακριβά. Οι δύο αισθητήρες αερίου της φωτογραφίας τύπου Figaro, είναι σίγουρα σπάνιοι και δυσεύρετοι.



Τρανζίστορ μεταγωγής και τρανζίστορ ισχύος, από ένα παζάρι. Το μόνο που χρειάζεται, είναι να αναλύσουμε τους κωδικούς για να εντοπίσουμε τα ηλεκτρικά τους χαρακτηριστικά. Οι κωδικοί της μορφής BCX863ABC δεν θα πρέπει να μας τρομάζουν, ενώ αντίθετα θα πρέπει να αποφεύγουμε μονάδες οι οποίες δεν φέρουν καμία σημαση.

κών δραχμών. Σήμερα πλέον, μιλάμε για προβλεπόμενη διάρκεια παραγωγής σε όρους μηνών αντί για ετών, και οι σχεδιαστές μας ενημερώνουν ότι κάποια ολοκληρωμένα είναι ήδη εκτός παραγωγής πριν ακόμη τελειώσουμε την ανάγνωση του αντίστοιχου φυλλαδίου δεδομένων. Είναι προφανές ότι στις περιπτώσεις αυτές ο κατασκευαστής έχει «τοιμήσει» κάποια καλή παραγγελία που του επιτρέπει να κλείσει την γραμμή παραγωγής και να προχωρήσει στην επόμενη μονάδα ή οποία θα του αποφέρει ακόμη μεγαλύτερα κέρδη.

Στις σημερινές συνθήκες, το κλείσιμο των γραμμών παραγωγής είναι περισσότερο αποδοτικό σε σχέση με -για παράδειγμα-

25 χρόνια πριν, όπου η διατήρηση υψηλών αποθεμάτων ή τα υπολείμματα ανεκτέλεστων παραγγελιών αποτελούσαν μία συνήθη πρακτική. Και εδώ ακριβώς βρίσκουμε τα εξαρτήματα που ζητάμε: NOS (new old stock, καινούργια και παλαιά αποθέματα), NIB (new in box, καινούργια αποθέματα) και HUO (home use only, μόνον για οικιακή χρήση).

Τι μπορεί κανείς να βρει;

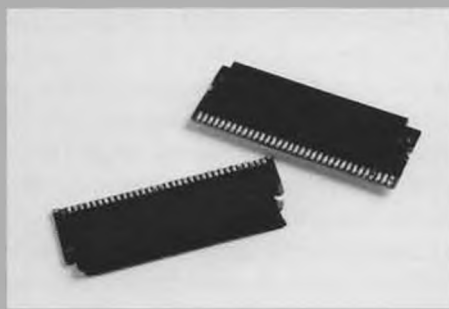
Δυστυχώς δεν υπάρχει καμία μορφή οδηγού ο οποίος θα μπορούσε να μας καθοδηγήσει στην αναζήτηση του εξαρτήματος που χρειαζόμαστε ανάμεσα στις χιλιάδες των μονάδων που εδώ και 60 περίπου χρόνια

έχουν αποσυρθεί από την παραγωγή. Η αλήθεια πάντως είναι ότι πολλά χρήσιμα εξαρτήματα οδηγούνται στα σκουπίδια, την στιγμή που υπάρχουν χρήστες οι οποίοι θα ήταν διατεθειμένοι να καταβάλουν ακόμη και ένα σεβαστό ποσό για να αποκτήσουν μόλις ένα από αυτά.

Στην περίπτωση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, θα πρέπει να έχουμε κατανοήσει πλήρως τα συγκεκριμένα προθέματα, ενθέματα και επιθέματα του κάθε κατασκευαστή, τα οποία πάντα δημιουργούσαν σύγχυση όσον αφορά τον λειτουργικό κωδικό του ολοκληρωμένου. Ένα γνωστό σε πολλούς παράδειγμα είναι ένα ολοκληρωμένο το οποίο χαρακτηρίζεται ως: "MC14-



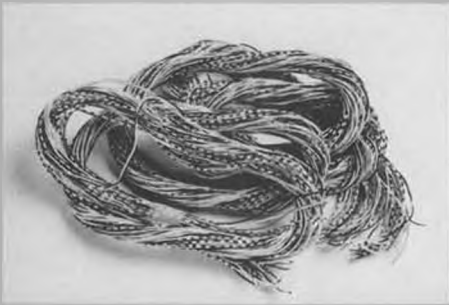
Οι συμπαγείς πυκνωτές υψηλής τάσης είναι αλήθεια πως δείχνουν πολύ ογκώδεις και παλαιολιθικοί σε σχέση με τις μικρές και φορητές συσκευές της σημερινής εποχής. Για την απόλυτη τροφοδοσία η τιμή του πυκνωτή δεν είναι ιδιαίτερα κρίσιμη, οπότε γιατί να μην χρησιμοποιήσουμε ένα πυκνωτή 0,068 μF στα 250 V;



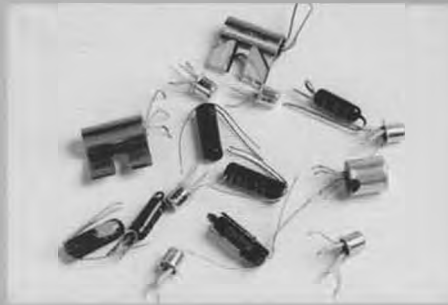
Οι οθόνες είναι πάντα ένα πρόβλημα, διότι δεν αναγράφεται πουθενά ο κατασκευαστής, οπότε δεν μπορεί κανείς να γνωρίζει την διάταξη των ακροδεκτών. Τα δύο δείγματα της φωτογραφίας έχουν αφαιρεθεί προσεκτικά από ένα ρολόι-ξυπνητήρι του 1980.



Ενώ όλα τα περιοδικά του χώρου (συμπεριλαμβανομένου και του Ελεktor) προτείνουν αντιστάσεις μεταλλικού φιλμ στο 1%, υπάρχουν αρκετοί λόγοι για να έχει κανείς ένα μικρό απόθεμα από αντιστάσεις άνθρακα. Ένας βασικός λόγος, είναι ότι μπορείς να διαβάσεις την τιμή τους με μία ματιά!



Ένα συνονθύλευμα από καλώδια που ποτέ δεν χρησιμοποιήθηκαν. Πρόκειται για πολυκλώνα καλώδια, ιδιαίτερα εύκαμπτα τα οποία φέρουν χρωματική κωδικοποίηση.



Τα τρανζίστορ Γερμανίου με τους αστείους κωδικούς τύπου AC και DC, είναι βέβαιο ότι περιβάλλονται από ένα "δακτύλιο" νοσταλγίας. Λίγα έχουν γλυτώσει. Εάν σε κάποια από αυτά ξύσουμε το μαύρο βερνίκι που τα σκεπάζει, θα έχουμε ένα οπτικό αισθητήρα.



Μία άθικτη συσκευή της οικογενείας των NIB. Με τον συγκεκριμένο αναλογικό δορυφορικό δέκτη μπορούμε είτε να δούμε ερασιτεχνική τηλεόραση στα 23 cm. Μπορούμε όμως και να πάρουμε μία όμορφη οθόνη, ένα τηλεχειριστήριο, μία βαθμίδα τροφοδοσίας μεταγωγής (switching) και αρκετά βύσματα.

093BC-M04/85", όπου τελικά πρόκειται για μία τυπική μονάδα όπως είναι το CMOS 4093, το οποίο μάλιστα δεν αποκλείεται να είναι στοιβαγμένο μαζί με άλλες μονάδες στο κουτί με τα παλιά εξαρτήματα που έχουμε σπίτι. Το ίδιο για παράδειγμα ισχύει και για τον κωδικό UMC62LC64-30NBCA, ο οποίος μετά από την αποκωδικοποίηση δεν αναφέρεται παρά σε μία στατική CMOS 64 kbit μνήμη τύπου 6264. Ενώ βέβαια υπάρχουν εφαρμογές οι οποίες λειτουργούν μόνον με ένα συγκεκριμένο ολοκληρωμένο, στο πεδίο των ερασιτεχνικών εφαρμογών είναι πολύ πιθανόν το κύκλωμα να λειτουργήσει ακόμη και με κάποιο συμβατό ολοκληρωμένο κατασκευασμένο από κάποια

ανταγωνιστική εταιρεία.

Σε γενικές γραμμές και όσον αφορά τα ολοκληρωμένα, υπάρχουν μερικοί παράγοντες οι οποίοι θεωρούνται κρίσιμοι και τους οποίους θα πρέπει να γνωρίζουμε:

1. το εάν η μονάδα αποτελεί μέρος μίας οικιακής ή επαγγελματικής συσκευής.
2. ποια είναι τάση τροφοδοσίας της μονάδας. Το συγκεκριμένο μέγεθος κατά κανόνα δεν προκύπτει από τον κωδικό του ολοκληρωμένου.
3. η ταχύτητα πρόσβασης της μονάδας. (το -10 ή -15 δεν σημαίνει απαραίτητα χρόνο πρόσβασης 100 ns ή 150 ns αντίστοιχα!)
4. η οικογένεια στην οποία ανήκει η μονάδα, όπως C (CMOS), χαμηλής ισχύος CMOS

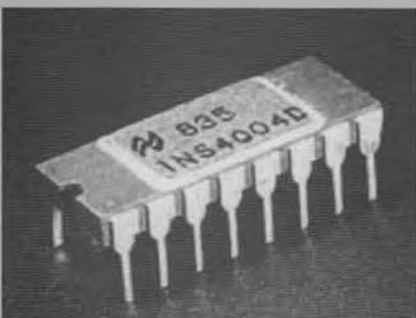
(LC), χαμηλής τάσης (low voltage, LV) κ.λπ. Ο παράγοντας αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την διασύνδεση της μονάδας.

Εκτός από τα παραπάνω, έχουμε πάντα υπ' όψη μας ότι:

5. όταν καταλήξουμε στο εξειδικευμένο κατάστημα, φροντίζουμε να έχουμε μαζί μας ένα δείγμα της κατεστραμμένης μονάδας και ει δυνατόν το αντίστοιχο φυλλάδιο δεδομένων.
6. κάνουμε την απαραίτητη προεργασία από το σπίτι: ανιχνεύουμε τον λειτουργικό κωδικό και αναζητούμε κάποιο πιθανό ισοδύναμο. Τέλος, είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στις ευκαιριακές προτάσεις ολοκληρωμένων που διατίθενται σε "σωλήνα", ειδικά μάλιστα για

Μικροεπεξεργαστές 4004 και 8008 στο eBay

Οι παλιοί μικροεπεξεργαστές είναι από τα πλέον δημοφιλή αντικείμενα που πωλούνται στο eBay, τουλάχιστον για όσους ενδιαφέρονται για τα ηλεκτρονικά και τα πρώτα βήματα των υπολογιστών. Οι επεξεργαστές της Intel όπως ο 4004 (ο πρώτος μικροεπεξεργαστής στα 1970) και ο διάδοχός του 8008 στα 8-bit, έχουν χτυπήσει κορυφή. Τα πρωτότυπα ολοκληρωμένα D4004 της Intel όπως επίσης και τα αντίγραφα τους όπως το INS4004D της National Semiconductor, εμφανίζονται τακτικά και "χτυπούν" τιμές από 100 έως 600 δολάρια Αμερικής, ανάλογα με τις ακριβείς προδιαγραφές της μονάδας και την συσκευασία (όσες έχουν επίχρυσους ακροδέκτες και κεραμικό περίβλημα πιάνουν καλύτερη τιμή). Εκτός όμως από την πώληση των εν λόγω



ιστορικών ολοκληρωμένων στο eBay, υπάρχει και το Chipscapes το οποίο περιλαμβάνει συνδέσμους σε σελίδες γεμάτες πληροφορίες για αυτά τα καλούδια. Πριν από λίγο καιρό, ένας μικροεπεξεργαστής SC/MP χτύπησε σε δημοπρασία την τιμή των 650 δολαρίων. Δυστυχώς εδώ στο περιοδικό δεν έχουμε υπ' όψη καμία συσκευή μαζικής παραγωγής η οποία να χρησιμοποιούσε τον 4004 ή τον 8008, διαφορετικά θα είχαμε αρχίσει τις "ανασκαφές"! Στο σημείο αυτό θα μπορούσαν ίσως να βοηθήσουν οι αναγνώστες, και οποιαδήποτε σύσταση ή παρατήρηση είναι ευπρόσδεκτη. Η τρέλα σχετικά με τους πρώτους επεξεργαστές της Intel έχει επεκταθεί και σε άλλες μάρκες, όπως για παράδειγμα οι πρώτοι 6800 της Motorola ή ακόμη και οι 1802 της RCA (ο πρώτος μικροεπεξεργαστής που πραγματικά άφησε τη γη και πήγε σε τροχιά).

μονάδες μνήμης (EPROM, EEPROM και Flash), καθώς κυκλοφορούν πολλές μονάδες που είτε αποτελούν απομμήσεις είτε αποτελούν απορριφθέν από την γραμμική παραγωγής προϊόν (δείτε επίσης την αναφορά 1).

Καλό είναι επίσης οι αρχάριοι να αποφεύγουν να προμηθεύονται ολοκληρωμένα τα οποία είναι "καλά σαν καινούργια" από αμφίβολης φερεγγυότητας δικτυακούς τόπους.

Που να ψάξουμε

Το επόμενο βήμα έχει να κάνει με το που θα αναζητήσουμε το εξάρτημα ή το ανταλλακτικό που μας λείπει (εφ' όσον βέβαια δεν αναφέρεται σε κάποιον από τους καταλόγους κάποιου παρόμοιου προμηθευτή).

Μαγαζιά από το παρελθόν

Εδώ οι παλαιότεροι από τους αναγνώστες του περιοδικού έχουν ένα πλεονέκτημα, δεδομένου ότι μπορεί να θυμούνται παλιούς προμηθευτές εξαρτημάτων οι οποίοι δείχνουν να έχουν εξαφανιστεί απλά και μόνον επειδή δεν διαφημίζονται πλέον στον ηλεκτρονικό τύπο.

Τα καλά νέα είναι ότι πολλοί από αυτούς ενδέχεται όχι μόνον να υπάρχουν ακόμη, αλλά θα χαρούν κι όλας να μας πουλήσουν κάποια παλιότερη μονάδα (όπως για παράδειγμα ένα τρανζίστορ ισχύος Γερμανίου) το οποίο πλέον δεν διαφημίζεται.

Γενικά πάντως, επισκεπτόμενοι ένα παλιό μαγαζί ηλεκτρονικών θα διαπιστώσουμε ότι μπορεί τα αποθέματα να μην είναι τόσο μεγάλα, αλλά το προσωπικό έχει γνώσεις και διάθεση να μας εξηγήσει, σε αντίθεση με την σύγχρονη μόδα των τηλεφωνικών ή ηλεκτρονικών παραγγελιών.

Ομάδες Χρηστών (Usenet)

Γιατί να μην δοκιμάσουμε και το μεγαλύτερο δίκτυο ερασιτεχνών ηλεκτρονικών στον κόσμο; Θα ήταν βέβαια φρόνιμο πριν αποφασίσουμε να συμμετάσχουμε σε κάποιο δίκτυο χρηστών, να ανοίξουμε ένα προσωρινό λογαριασμό ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (web mail) καθώς στους χώρους αυτούς υπάρχουν -δυστυχώς- πολλά άσχετα, διαφημιστικά ή ενοχλητικά μηνύματα (spam). Ο καλύτερος δικτυακός τόπος για να υποβάλλουμε τις ερωτήσεις μας είναι ίσως ο alt.electronics.components, αλλά μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο αναζήτησης Usenet του Google, για να εντοπίσουμε και άλλες ομάδες με παρόμοιο αντικείμενο.

Διαδίκτυο

Εδώ η διαδικασία είναι απλή: εισάγουμε στο πεδίο αναζήτησης του Google τον κωδικό του ολοκληρωμένου και ερευνούμε τα αποτελέσματα.

Στην περίπτωση που έχουμε υπερβολικό αριθμό απαντήσεων, μπορούμε να εξαιδικεύσουμε την έρευνα εισάγοντας μαζί με τον κωδικό λέξεις όπως "IC", "obsolete", "old stock", "electronic", "component" ή "part" (ολοκληρωμένο, εκτός παραγωγής, παλιό απόθεμα, ηλεκτρονικό, εξάρτημα, ανταλλακτικό).

Δυστυχώς, πολλά από τα αποτελέσματα του Google που παραπέμπουν στο eBay ενδέχεται να αφορούν αγοραπωλησίες που έχουν ήδη λήξει, με λίγη όμως παραπάνω προσπάθεια μπορούμε να επικοινωνήσουμε με τον πωλητή (επιλέγοντας "View seller's other items" ή κάτι παρόμοιο).

Ακόμη όμως και στην περίπτωση που εντοπίζουμε στο eBay κάποιο ενεργό πλειστηριασμό που αφορά το εξάρτημα που αναζητούμε, δεν είναι απαραίτητο ότι είναι η τυχερή μας ημέρα. Βέβαια οι διαδικασίες και οι παγίδες που υπάρχουν στο eBay, ξεφεύγουν από τους στόχους του παρόντος άρθρου.

Αγορές ραδιοερασιτεχνών, παζάρια και αγορές μεταχειρισμένων

Οι αγορές αυτές συνιστώνται ανεπιφύλακτα, ακόμη και όταν κάποιος δεν έχει καμία σχέση με τον ραδιοερασιτεχνισμό. Σχεδόν όλα τα αντικείμενα που διακοσμούν το άρθρο, τα εντοπίσαμε σε αγορές ραδιοερασιτεχνών, ανοικτές στο κοινό.

Το εύρος των προϊόντων που διατίθενται στους χώρους αυτούς ξεφεύγει μακράν από τους απλούς αναμεταδότες, χειριστήρια Mors και κεραίες. Οι εν λόγω αγορές αποτελούν σήμερα ένα θησαυρό για οποιονδήποτε ασχολείται με τα ηλεκτρονικά, τις επισκευές, τα πειράματα και τον μοντελισμό.

Ευτυχώς τα άχρηστα εξαρτήματα υπολογιστών έχουν πλέον εξαφανιστεί από τους περισσότερους πλειστηριασμούς, αφού οι επίδοξοι πωλητές περιττών μηχανών γραφείου αντελήφθησαν πλέον ότι δεν έχουν καμία προοπτική στις ανεπτυγμένες χώρες στις οποίες απευθύνονται.

Οι τοπικοί φορείς ανακύκλωσης

Η συγκεκριμένη πηγή αναζήτησης ίσως να μην είναι ό,τι καλύτερο. Η επιτυχία μας εδώ θα εξαρτηθεί από την ικανότητα μας να αποκτήσουμε φιλικές σχέσεις με το προσωπικό, έτσι ώστε εάν εμφανιστεί κά-

ποια ενδιαφέρουσα συσκευή να μας κάνουν ένα τηλεφώνω.

Εταιρείες

Πολλές εταιρείες θα ενδιαφέρονταν να ξεφορτωθούν υλικό που είναι εκτός παραγωγής, δεδομένου ότι με τον τρόπο αυτό γλυτώνουν κάποια χρήματα από το κόστος ανακύκλωσης, αλλά και αρκετή διαχειριστική δουλειά. Και εδώ πάντως, θα μας βοηθήσει αποφασιστικά η γνωριμία με τα κατάλληλα άτομα.

Ολόκληρες πλακέτες ή συσκευές

Εάν η τιμή είναι λογική, αξίζει ίσως τον κόπο να αγοράσουμε μια παλιά πλακέτα ή συσκευή, όταν αυτή φέρει το εξάρτημα που μας λείπει. Πολλοί χομπίστες πιστεύουν ότι το ανταλλακτικό θα πρέπει να το προμηθεύονται καινούργιο και σε ειδική συσκευασία, οπότε παραιτούνται από οποιαδήποτε άλλη εναλλακτική λύση.

Η αλήθεια όμως, είναι ότι με λίγο κόπο μπορούμε να εξασφαλίσουμε μέχρι και πέντε εξαρτήματα από κάποιο είδος (για παράδειγμα μία μνήμη Flash), από κάποια παλιά μητρική πλακέτα την οποία μπορούμε να προμηθευτούμε για ένα-δύο Ευρώ (δείτε το ένθετο "Σώστε τα ολοκληρωμένα").

Συμπέρασμα

Η επιτυχής αξιοποίηση μεταχειρισμένων εξαρτημάτων εξαρτάται σίγουρα από την δημιουργικότητα, την φαντασία, τις μη συμβατικές μεθόδους που είναι σε θέση να ακολουθήσει και τις γενικότερες δυνατότητες που έχει αναπτύξει ο κάθε ηλεκτρονικός μέσα από την εμπειρία.

Όπως συμβαίνει και με την εξόρυξη πολύτιμων υλικών, οι πηγές είναι κατά κανόνα σπάνιες, το ποσοστό απόδοσης μικρό, και ο ανταγωνισμός σκληρός. Η τέχνη πάντως της "εξόρυξης" παλαιών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων εξαπλώνεται γρήγορα όχι μόνον λόγω της ικανοποίησης που αφήνει "ο εντοπισμός του χρυσού", αλλά διότι τελικά αξίζει τον κόπο.

Πολλά πάντως αξιοποιήσιμα εξαρτήματα, σύντομα θα βρεθούν "δύο μέτρα κάτω από το χώμα"!

(050320-1)

Αναφορές:

1. Αντιγραφές ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, Περιοδικό *Ελεktor* Οκτώβριος 2004.

Η μάχη ενάντια στα ηλεκτρονικά απόβλητα

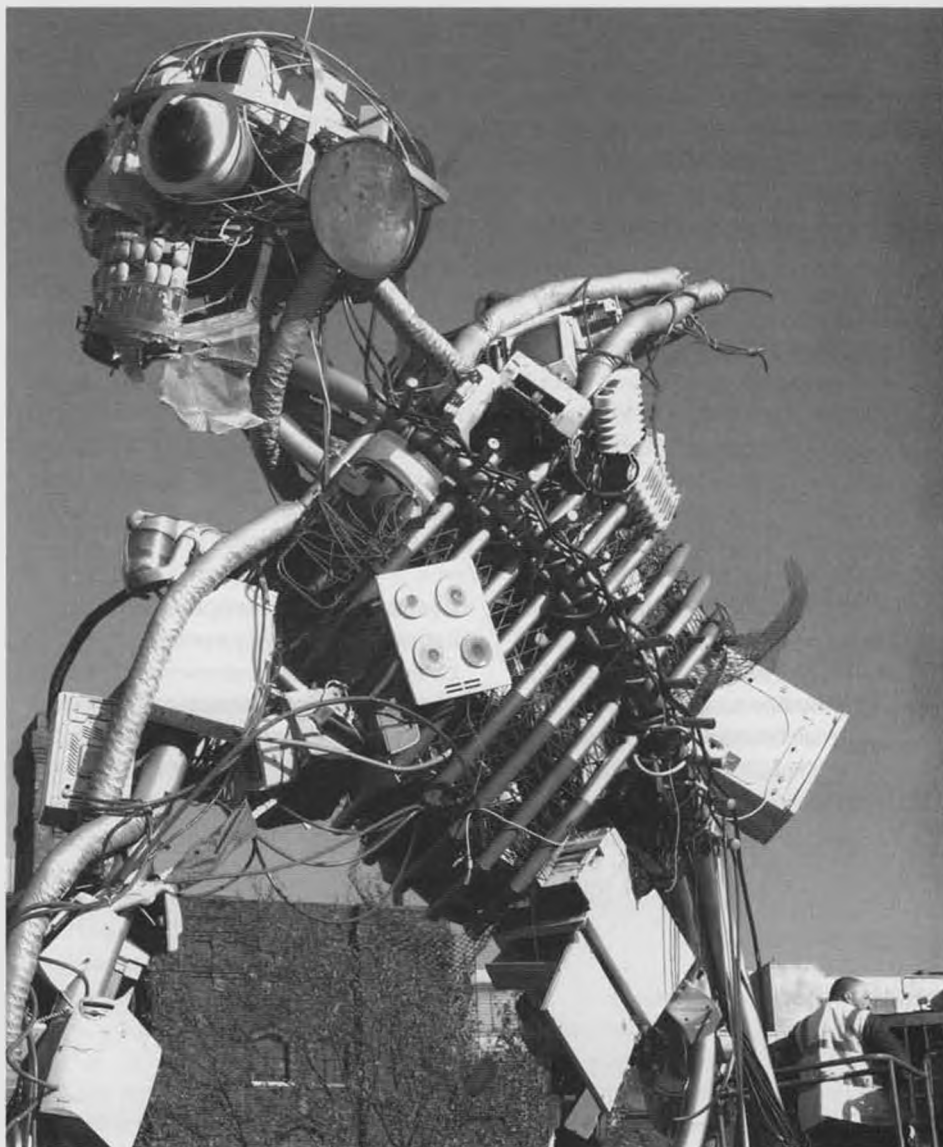
Προστασία του περιβάλλοντος μέσω των οδηγιών "RoHS" και "WEEE"

Από τον Jens Nickel

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έκανε πρόσφατα δύο σημαντικά βήματα στον αγώνα ενάντια στα τοξικά ηλεκτρονικά απόβλητα. Στο άρθρο που ακολουθεί εξετάζουμε το τι ακριβώς σημαίνουν τα αρχικά RoHS και WEEE, καθώς και τις συνέπειες τους για κατασκευαστές συσκευών, εμπόρους και απλούς χρήστες.

Ο "άνθρωπος WEEE" συναρμολογήθηκε από ένα Λονδρέζο σχεδιαστή, ο οποίος χρησιμοποίησε διάφορες συσκευές που πετιώνται από τον μέσο Βρετανό πολίτη κατά την διάρκεια της ζωής του.

Πηγή: www.weeman.org



Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές, από τα πλυντήρια ρούχων μέχρι τους υπολογιστές και τις ηλεκτρικές οδοντόβουρτσες, φτάνουν κάποια στιγμή -όσον αφορά την χρησιμότητά τους- στο τέλος της ζωής τους. Μέχρι σήμερα, οι περισσότερες από τις συγκεκριμένες συσκευές είτε απορρίπτονται μαζί με τα οικιακά απόβλητα, είτε απλά πετιώνται σε κάποιο σκουπιδότοπο. Η διαδικασία όμως αυτή έχει αρχίσει να δημιουργ-

γεί ένα τεράστιο πρόβλημα στο περιβάλλον. Εκτιμάται ότι ο ρυθμός αύξησης του ποσού των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι σήμερα τριπλάσιος από αυτόν των απλών οικιακών απορριμμάτων. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς πόσοι υπολογιστές, σκληροί δίσκοι και εκτυπωτές έχουν μέχρι στιγμής περάσει από τα χέρια του... Στην Γερμανία για παράδειγμα, μέσα στην χρονιά που μόλις έφυγε παρήχθησαν περίπου δύο εκατο-

μύρια τόνοι ηλεκτρονικών αποβλήτων. Εάν λοιπόν συνυπολογίσουμε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το σύνολο των αποβλήτων είναι σίγουρο ότι θα υπερβαίνει τους έξι εκατομμύρια τόνους. Εκτός αυτού όμως, πολλές ηλεκτρονικές συσκευές περιλαμβάνουν και τοξικά υλικά όπως είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος ή το κάδμιο.

Δεδομένου τώρα ότι πολλά από τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα εισάγονται ή εξάγο-

Απαγορευμένα τοξικά υλικά

Τα στοιχεία που αναφέρονται στην συνέχεια επιτρέπεται να περιλαμβάνονται μόνον σε πολύ μικρές ποσότητες σε υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή συσκευών ή εξαρτημάτων συμβατών με την οδηγία RoHS.

| Υλικό | Συγκέντρωση % κατά βάρος | Χρησιμοποιείται σε |
|---------------------------|--------------------------|---|
| Μόλυβδος (Pb) | Μέγ. 0,1 % | Κόλληση, γυαλί |
| Κάδμιο (Cd) | Μέγ. 0,01 % | Χρώματα, πλαστικά, αντι-διαβρωτικές επιστρώσεις |
| Υδράργυρος (Hg) | Μέγ. 0,1 % | Διακόπτες, αισθητήρες |
| Εξασθενές χρώμιο (Cr(VI)) | Μέγ. 0,1 % | Αντι-διαβρωτικές επιστρώσεις |
| PBB, PBDE | Μέγ. 0,1 % | Ανασχετικό καύσης σε πλαστικά και πλακέτες. |

Το Κάδμιο και το Εξασθενές χρώμιο (ιόντα χρωμίου) είναι καρκινογόνα. Η παρατεταμένη έκθεση στο κάδμιο είναι δυνατόν να προκαλέσει βλάβες στα οστά και τα νεφρά, ενώ ο μόλυβδος και ο υδράργυρος είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε βλάβες του νευρικού συστήματος ή άλλων οργάνων. Τα βαρέα μέταλλα συσσωρεύονται στην τροφική αλυσίδα.

Τα PBB (polybrominated biphenyls, πολυβρωμιούχα διφαινύλια) και PBDE (polybrominated diphenyl ethers, πολυβρωμιούχοι διφαινυλο-αιθέρες) σχετίζονται με τα PCB (polychlorinated biphenyls, πολυχλωριούχα διφαινύλια) και τις διοξίνες. Οι συγκεκριμένες ενώσεις είναι καρκινογόνες και προκαλούν βλάβες στο συκώτι και άλλα όργανα.

Ο κάθε κανόνας έχει και τις εξαιρέσεις του: η χρήση υδραργύρου επιτρέπεται σε μικρές ποσότητες στους λαμπτήρες φθορισμού. Ο μόλυβδος επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα γυαλί, και σε συγκεκριμένες κολλήσεις και σαν στοιχείο ανάμιξης στον κάλυβα (δείτε το παράρτημα της οδηγίας RoHS [1]). Για συσκευές οι οποίες εξαιρούνται της οδηγίας, δείτε το ένθετο "Τι ορίζεται ως συσκευή".

νται, και μεγάλος μέρος των αποβλήτων ξεπερνάει τα τοπικά σύνορα των διαφόρων κρατών, η προσέγγιση για την αντιμετώπιση του προβλήματος θα έπρεπε να είναι τουλάχιστον σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Το 2002 λοιπόν, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (εκπροσωπώντας τις Ευρωπαϊκές κυβερνήσεις), υιοθέτησαν δύο οδηγίες τις 2002/95/EC και 2002/96/EC, οι οποίες

έγιναν στην συνέχεια γνωστές ως 'RoHS' και 'WEEE' [1][2].

Το αρκτικόλεξο RoHS, προέρχεται από το Αγγλικό/ "Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment" το οποίο μπορεί να μεταφραστεί ως "Περιορισμοί στην χρήση ορισμένων επικινδύνων υλικών σε ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές", και αποτελεί μία ευρύτερη απαγόρευση στην χρή-

ση τοξικών υλικών σε ηλεκτρικές συσκευές, όπως είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος και το κάδμιο. Ο οδηγία που αναφέρεται ως "WEEE", προέρχεται από το "Waste Electrical and Electronic Equipment" το οποίο μεταφράζεται ως: "Απόρριψη Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Συσκευών" και αφορά προφανώς της εν λόγω συσκευές σαν απορρίματα, ενώ αναθέτει ευθύνες στους ίδιους τους κατασκευαστές, ακόμη και μετά από την πώλησή τους. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να σημάνει κατάλληλα την συσκευή, και μετά την λήξη της χρήσιμης διάρκειας ζωής αυτής θα πρέπει με ίδιες δαπάνες να την πάρει πίσω, να την ανακυκλώσει όσο το δυνατόν περισσότερο και να προετοιμάσει κατάλληλα τα υπολειπόμενα μέρη.

Χωρίς μόλυβδο παρακαλώ!

Τέτοιοι κανονισμοί εννοείται ότι δεν είναι δυνατόν να καθιερωθούν "εν μία νυκτί". Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει πρώτα να γίνουν αποδεκτές από τα εθνικά κοινοβούλια των χωρών μελών, και η οριστική ημερομηνία υιοθέτησης για την οδηγία RoHS είναι η 1η Ιουλίου του 2006. Από την ημερομηνία αυτή και πέρα, θα απαγορεύεται η διάθεση στην αγορά της ΕΕ οποιασδήποτε ηλεκτρικής ή ηλεκτρονικής συσκευής η οποία περιλαμβάνει κάποιο από τα στοιχεία που προδιαγράφονται στην οδηγία RoHS.

Το ποια ακριβώς υλικά επηρεάζονται από



Σχήμα 1. Οι πλακέτες που καταλήγουν στα σκουπίδια, περιελάμβαναν μέχρι σήμερα βαριά και τοξικά μέταλλα, όπως κάδμιο και μόλυβδο. Η κατάσταση αυτή αναμένεται να αλλάξει με την βοήθεια της οδηγίας RoHS.

Τι ορίζεται ως συσκευή;

Σχεδόν όλες οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές θα πρέπει στο μέλλον να επιστρέψουν στον κατασκευαστή τους. Ως συσκευές ορίζονται οι διατάξεις οι οποίες κατά την πρωτογενή λειτουργία τους τροφοδοτούνται από ηλεκτρικό ρεύμα ή ηλεκτρικό πεδίο [1][2]. Η συσκευή δεν μπορεί να αποτελεί μέρος μίας μεγαλύτερης διάταξης η οποία στους σκοπούς της WEEE δεν αποτελεί συσκευή. Σύμφωνα με την οδηγία WEEE υπάρχουν δέκα κατηγορίες συσκευών και διάφορες εξαιρέσεις.

Μπερδεύουν τα πράγματα; Στον κατάλογο που ακολουθεί αναφέρουμε μερικά παραδείγματα συσκευών, σε μία προσπάθεια να ξεκαθαρίσουμε το τοπίο.

| Συσκευή | WEEE | Παρατηρήσεις |
|---|--------------|--|
| Μπαταρία (αυτόνομη) | Όχι | Ενδέχεται να υπόκειται σε άλλους κανονισμούς |
| Ραδιόφωνο αυτοκινήτου | Όχι | Μέρος του οχήματος (το οποίο υπόκειται σε άλλους κανονισμούς) |
| Αυτόματη ταμιακή μηχανή | Κατηγορία 10 | "αυτόματοι διανομείς" |
| Συσκευή αιμοκάθαρσης | Κατηγορία 8 | "ιατρικές συσκευές". Η οδηγία RoHS δεν εφαρμόζεται για την συγκεκριμένη κατηγορία. |
| Οδηγός δίσκου | Κατηγορία 3 | Συσκευή με ανεξάρτητη λειτουργία, "τεχνολογία και τηλεπικοινωνίες" |
| Μηχάνημα πώλησης ποτών | Κατηγορία 10 | "αυτόματοι διανομείς" |
| Ηλεκτρικό δρόπανο (εργαλείο χειρός) | Κατηγορία 6 | "ηλεκτρικά εργαλεία" |
| Ηλεκτρικό δρόπανο (μεγάλο βιομηχανικό εργαλείο) | Όχι | Τα μεγάλα και σταθερά βιομηχανικά εργαλεία δεν εμπίπτουν στους περιορισμούς της WEEE |
| Ηλεκτρικές εστίες | Κατηγορία 1 | "οικιακές συσκευές" |
| Εστίες γκαζιού, ηλεκτρικά ελεγχόμενες | Όχι | Η πρωτεύουσα χρήση είναι το μαγείρεμα το οποίο δεν τροφοδοτείται με ρεύμα |
| Ηλεκτρονικά εξαρτήματα | Μόνον RoHS | Για τους σκοπούς του WEEE δεν αποτελούν συσκευές, δεδομένου ότι δεν διαθέτουν αυτόνομη χρήση |
| Λαμπτήρες φθορισμού | Κατηγορία 5 | Εξοπλισμός φωτισμού. Όσον αφορά τα νοικοκυριά, διατίθεται μαζί με τα οικιακά απόβλητα |
| Παιχνίδι «κουλοχέρης» | Κατηγορία 7 | "παιχνίδια και εξοπλισμός για σπορ" |
| Ηλεκτρικό σίδερο | Κατηγορία 2 | "μικρές οικιακές συσκευές" |
| Ηλεκτρική λάμπα φωτισμού | Μόνον RoHS | Διατίθεται με τα οικιακά απόβλητα |
| Πολύμετρο | Κατηγορία 9 | "όργανα ελέγχου και μετρήσεων". Η οδηγία RoHS δεν εφαρμόζεται για την συγκεκριμένη κατηγορία |
| Προσωπικός υπολογιστής | Κατηγορία 3 | "συσκευές τεχνολογίας και τηλεπικοινωνιών" |
| Ραδιόφωνο | Κατηγορία 4 | "καταναλωτικές συσκευές" (όχι όμως τα ραδιόφωνα αυτοκινήτου!) |
| Ψυγείο | Κατηγορία 1 | "οικιακές συσκευές". Τα ψυγεία συλλέγονται χωριστά |
| Ανιχνευτής καπνού | Κατηγορία 9 | "όργανα ελέγχου και μετρήσεων". Η οδηγία RoHS δεν εφαρμόζεται για την συγκεκριμένη κατηγορία |
| Ηλιακοί συλλέκτες (τοποθετημένοι στην οροφή) | Όχι | Δεν εμπίπτουν σε καμία κατηγορία συσκευών |
| Παιχνίδια τροφοδοτούμενα από ηλιακή ενέργεια | Κατηγορία 7 | Χρησιμοποιούν τον ηλεκτρισμό και κατά συνέπεια εμπίπτουν στο πεδίο της WEEE: "παιχνίδια και εξοπλισμός για σπορ" |
| Λούτρινο αρκουδάκι με ηχητικά εφέ | Όχι | Πρόκειται κύρια για ένα παιχνίδι, το οποίο επίσης λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια |
| Τηλέφωνο | Κατηγορία 3 | "συσκευές τεχνολογίας και τηλεπικοινωνιών" |
| Τηλεόραση | Κατηγορία 4 | "καταναλωτικές συσκευές" |
| Τοστιέρα | Κατηγορία 2 | "μικρές οικιακές συσκευές" |
| Μετασχηματιστής (υψηλής τάσης) | Όχι | Η οδηγία WEEE εφαρμόζεται μόνον για συσκευές μέχρι 1000 VAC ή 1500 VDC |
| Πλυντήριο | Κατηγορία 1 | "οικιακές συσκευές" |
| Υπολογιστές οπλικών συστημάτων | Όχι | Οι στρατιωτικές συσκευές δεν καλύπτονται από τις οδηγίες RoHS ή WEEE |

την εν λόγω οδηγία περιγράφεται αναλυτικά στο αντίστοιχο ένθετο κειμένου. Για να διευκολυνθεί η διαδικασία "εξαγνισμού" και ανάλυσης των υλικών σε τεχνικο-οικο-

νομικό επίπεδο, έχουν θεσπιστεί κάποια όρια περιεκτικότητας, κάτω από τα οποία μία συσκευή θεωρείται ότι είναι απαλλαγμένη από το αντίστοιχο στοιχείο. Μία κόλ-

ληση για παράδειγμα η οποία περιέχει λιγότερο από 0,1 % μόλυβδο, θεωρείται σύμφωνα με την οδηγία RoHS ως "απαλλαγμένη μόλυβδου". Το ίδιο ισχύει και για την

περιεκτικότητα υδράργυρου, χρώμιου (CrVI), ενώ το κάδμιο μόλις 0,01%.

Τα συγκεκριμένα όρια είναι εφαρμόσιμα για όλα τα "ομογενή" υλικά τα οποία περιλαμβάνονται σε μία συσκευή (ως "ομογενές" θεωρείται ένα υλικό το οποίο μπορεί να αποσυντεθεί περαιτέρω μόνον με χημικές μεθόδους).

Σαν παράδειγμα τέτοιων υλικών μπορούμε να αναφέρουμε τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το περίβλημα μίας συσκευής, τους χάλκινους διαδρόμους της πλακέτας, την πλαστική συσκευασία ενός εξαρτήματος κ.λ.π. Για να θεωρηθεί λοιπόν μία συσκευή συμβατή με την οδηγία RoHS είναι απαραίτητο να είναι επίσης συμβατά τα υλικά και η πλακέτα που την απαρτίζουν. Εάν για παράδειγμα ένα ολοκληρωμένο ή μία αντίσταση περιλαμβάνει περισσότερο μόλυβδο (ή κάποιο άλλο υλικό) από όσο ορίζεται από την οδηγία, τότε ολόκληρη η συσκευή δεν είναι δυνατόν να προωθηθεί στην αγορά.

Θα πρέπει λοιπόν οι ίδιοι οι κατασκευαστές συσκευών, να λάβουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε όλα τα αποθέματα εξαρτημάτων που διαθέτουν, να είναι συμβατά με την RoHS.

Όλοι πάντως οι μεγάλοι προμηθευτές, είναι γεγονός ότι παρέχουν σημαντική υποστήριξη για το συγκεκριμένο ζήτημα [3]. Πλακέτες και εξαρτήματα τα οποία δεν είναι συμβατά με την εν λόγω οδηγία, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν μετά την 1 Ιουλίου του 2006, μόνον σαν ανταλλακτικά ή για την επισκευή συσκευών οι οποίες πωλήθηκαν πριν από την οριακή ημερομηνία.

"Πράσινη" παραγωγή

Συμβατές με την οδηγία RoHS θα πρέπει επίσης να είναι και οι μέθοδοι παραγωγής. Στο σημείο αυτό, ο πιο σημαντικός περιορισμός αφορά τους κατασκευαστές πλακετών και συσκευών, οι οποίοι δεν πρέπει πλέον να χρησιμοποιούν την συμβατική κόλληση που περιλαμβάνει μόλυβδο (η οποία όμως εξυπηρετεί διότι παρουσιάζει ένα χαρακτηριστικά χαμηλό σημείο τήξης [183 °C]). Θα πρέπει λοιπόν να χρησιμοποιούνται υψηλότερες θερμοκρασίες για τη κόλληση, αλλά εδώ το πρόβλημα που ανακύπτει είναι ότι το εξάρτημα μπορεί να μην αντέχει τις υψηλότερες θερμοκρασίες που απαιτούνται για την κόλληση του!

Η συμβατότητα με την RoHS σημαίνει απλά ότι για παράδειγμα η επιστροφή των ακροδεκτών είναι απαλλαγμένη από μόλυ-

βδο. Στο διαδίκτυο υπάρχουν αρκετές πηγές ενημέρωσης για το συγκεκριμένο πρόβλημα, συμπεριλαμβανομένων αναφορών από ειδικούς και πρακτικών δοκιμών [3] (δείτε το Σχήμα 2). Η γνωστή εταιρεία διανομής Farnell συνιστά την χρήση κόλλησης απαλλαγμένης από μόλυβδο, η οποία περιλαμβάνει ασήμι και χαλκό, και το σημείο τήξης της οποίας βρίσκεται στους 217 °C. Στο σημείο αυτό αξίζει να παρατηρήσουμε ότι οι κολλήσεις που γίνονται με υλικά συμβατά με την RoHS δεν παρουσιάζουν την ίδια βυαλάδα σε σχέση με αυτές στις οποίες έχει χρησιμοποιηθεί κόλληση που περιλαμβάνει μόλυβδο, με αποτέλεσμα να είναι δυσκολότερος ο εντοπισμός τυχόν ψυχρών κολλήσεων.

Όσον αφορά τον τελικό χρήστη, δεν υπάρχει καμία ιδιαίτερη επίπτωση. Όταν κάποιος κατασκευάζει μία συσκευή για δική του χρήση, δεν κινείται στον χώρο της "αγοράς", οπότε δεν έχει κανένα περιορισμό για το εάν θα χρησιμοποιήσει κόλληση η οποία περιλαμβάνει μόλυβδο ή όχι.

Υποχρεωτική εγγραφή

Η εφαρμογή της οδηγίας RoHS, είναι σύγχορο ότι θα επιβάλλει σημαντικό επιπρόσθετο έργο για όλους τους κατασκευαστές συσκευών. Θα πρέπει υποχρεωτικά να παραχθούν νέα εξαρτήματα, ενώ θα πρέπει επίσης να τροποποιηθούν και οι διαδικασίες παραγωγής για να είναι και αυτές συμβατές με το παραγόμενο προϊόν. Εκτός όμως από αυτά, οι κατασκευαστές πρόκειται να αναλάβουν επίσης σημαντικές υποχρεώσεις, λόγω της οδηγίας WEEE.

Ο κάθε ένας από αυτούς θα είναι υπεύθυνος για την κάθε συσκευή που παράγει, από τα "σπάργανα" μέχρι τον "τάφο". Για να ελέγξουν την διαδικασία αυτή οι χώρες μέλη της ΕΕ έχουν ήδη αρχίσει να δημιουργούν μητρώα κατασκευαστών, ενώ η κάθε χώρα έχει το δικαίωμα να αποφασίσει η ίδια για το πότε η εγγραφή θα είναι πλέον απαραίτητη (δείτε το αντίστοιχο πλαίσιο κειμένου και την ανα-

Σχήμα 2. Αρκετοί διανομείς εξαρτημάτων, έχουν ήδη δημιουργήσει στο διαδίκτυο, ειδικές σελίδες σχετικά με την RoHS.

φορά [5]).

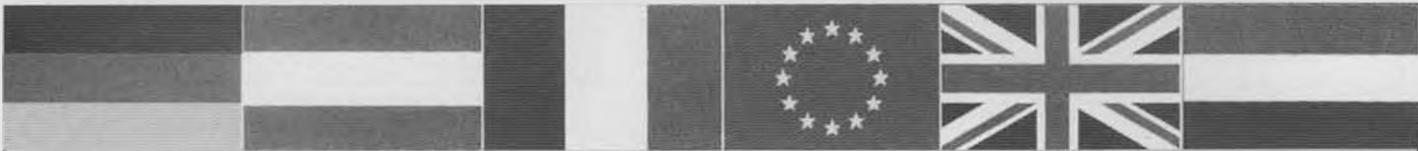
Οποιαδήποτε εμπορική εταιρεία διαθέτει προς πώληση προϊόντα τα οποία παράγονται από άλλο κατασκευαστή, αλλά φέρουν το δικό της εμπορικό όνομα, θα θεωρείται και αυτή "κατασκευαστής".

Σύμφωνα επίσης με το πλαίσιο των RoHS και WEEE, οποιοσδήποτε εισάγει μία συσκευή προς πώληση εντός μίας Ευρωπαϊκής χώρας, η πωλάει μία συσκευή σε πελάτη σε άλλη χώρα της ΕΕ (ακόμη και μέσω διαδικτύου) θεωρείται και αυτός "κατασκευαστής".

Οι διάφοροι διανομείς θα πρέπει να γνω-



Σχήμα 3. Οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα. Οι παλαιότεροι τύποι πυκνωτών είναι δυνατόν να περιέχουν επιβλαβή υλικά όπως είναι τα πολυχλωριούχα διφαινύλια (PCB).



Εφαρμογή στις χώρες της ΕΕ

Όλες οι χώρες μέλη της ΕΕ είναι υποχρεωμένες να ενσωματώσουν τις οδηγίες RoHS και WEEE στην εθνική τους νομοθεσία καθώς και να δημιουργήσουν την υποδομή για επιστροφή των συσκευών. Στην συνέχεια παραθέτουμε ορισμένα παραδείγματα (δείτε την αναφορά [5]):

Ηνωμένο Βασίλειο: Οι εγγραφές θα γίνουν μέσα στον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2006. Υπεύθυνη αρχή για την Αγγλία και την Ουαλία είναι η Υπηρεσία Περιβάλλοντος (www.environment-agency.gov.uk), ενώ στην Σκωτία υπεύθυνη είναι η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Σκωτίας (www.sepa.org.uk). Οι κατασκευαστές αναμένεται να αναλάβουν τις υποχρεώσεις τους τον Ιούνιο του 2006.

Γερμανία: Στην Γερμανία έχει ήδη ψηφιστεί ο νόμος 'ElektroG' ο οποίος υποχρεώνει τους κατασκευαστές να εγγραφούν στα αντίστοιχα μητρώα από τις 24 Νοεμβρίου του 2005, ενώ η αποκομιδή των παλαιών συσκευών θα αρχίσει από τις 24 Μαρτίου του 2006. Πιο συγκεκριμένα, οι κατασκευαστές είναι υποχρεωμένοι να εγγραφούν στο ίδρυμα εγγραφών "Elektro-Altgeräte Foundation Register" (www.stiftung-eag.de/index_eng.html), το οποίο ιδρύθηκε από την BITKOM Ομοσπονδιακή Ένωση της Βιομηχανίας Πληροφοριών, Τηλεπικοινωνιών και Μέσων Ενημέρωσης) και την ZVEI, Κεντρική Ένωση της Βιομηχανίας Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Γερμανίας. Οι πόλεις, οι δήμοι και οι περιφερειακές αρχές συλλέγουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα από τα νοικοκυριά και οι κατασκευαστές είναι υπεύθυνοι για την διάθεση τους, ανάλογα με το μερίδιο που κατέχουν στην αγορά. Προαιρετικά, στην διαδικασία της ανακύκλωσης των αποβλήτων που συλλέγονται μπορούν να συνδράμουν και οι προμηθευτές.

Αυστρία: Οι οδηγίες WEEE και RoHS έχουν ενσωματωθεί σε διάφορες νομολογίες. Από τις 30 Σεπτεμβρίου του 2005 όλοι οι κατασκευαστές υποχρεούνται να εγγραφούν στο υπουργείο περιβάλλοντος. Τα οικιακά ηλεκτρονικά απόβλητα συλλέγονται από τις τοπικές αρχές και οι καταναλωτές καταβάλλουν για κάθε μονάδα ένα ποσό. Συστήματα περισυλλογής μπορούν να αναπτύξουν και οι ίδιοι οι κατασκευαστές, ενώ οποιοσδήποτε προμηθευτής με επιφάνεια έκθεσης μεγαλύτερη από 150 τετραγωνικά μέτρα είναι υποχρεωμένος να δέχεται συσκευές προς επιστροφή. Το όλο σύστημα βρίσκεται σε πλήρη εφαρμογή από τον Αύγουστο του 2005.

Γαλλία: Το διάταγμα ενεργοποίησης των WEEE και RoHS ψηφίστηκε τον Ιούλιο του 2005. Οι κατασκευαστές εγγράφονται στην Υπηρεσία Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ADEME, www.ademe.fr/anglais/vadefault.htm), και η λήξη της προθεσμίας εγγραφών θα είναι μάλλον μέσα στον Ιούνιο του 2006. Οι κατασκευαστές θα συμμετέχουν με ένα ποσοστό στο κόστος της δημόσιας διάθεσης οικιακών ηλεκτρονικών αποβλήτων, όπου το ποσοστό αυτό θα αντιστοιχεί στο μερίδιο της αγοράς που κατέχουν.

Ολλανδία: Ο νόμος "BEA" για τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές έχει τεθεί σε ισχύ από τις 13 Αυγούστου του 2004. Οι κατασκευαστές είχαν περιθώριο να εγγραφούν μέχρι τις 13 Αυγούστου του 2005 σε οποιονδήποτε από δύο ιδιωτικούς φορείς, την Ολλανδική Υπηρεσία απόρριψης προϊόντων 'Metalectro' (www.nvmp.nl) ή την ICT Milieu (www.ictmilieu.nl). Τα ηλεκτρονικά απόβλητα που προέρχονται από οικιακή χρήση μαζεύονται σε κατάλληλα σημεία περισυλλογής στις πόλεις ή τις γειτονίες. Η απόθεση των συσκευών εκεί, θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι δωρεάν για τους πολίτες. Οι κατασκευαστές είναι στην συνέχεια υποχρεωμένοι να παραλάβουν τα απόβλητα χωρίς καμία επί πλέον χρέωση, ενώ έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν και οι ίδιοι (εφ' όσον επιθυμούν) το δικό τους κύκλωμα συλλογής συσκευών.



Σχήμα 4. Η ΕΕ έχει θεσπίσει αισιόδοξα μέγεθ όσον αφορά την ανακύκλωση των ηλεκτρικών συσκευών: για παράδειγμα στις τηλεοράσεις επιβάλλεται η ανακύκλωση του 65 % κατά βάρος.

Πηγή: Γερμανικό Υπουργείο Περιβάλλοντος / Rupert Obertrauser

ρίζουν ότι εάν πουλήσουν μία συσκευή κατασκευασμένη από μη εγγεγραμμένο κατασκευαστή, τότε αυτόματα αποκτούν οι ίδιοι τις υποχρεώσεις που ορίζονται από την οδηγία WEEE για τους κατασκευαστές! Οι υποχρεώσεις αυτές είναι σημαντικές, δεδομένου ότι ο κάθε κατασκευαστής είναι υπεύθυνος για την συλλογή, ανακύκλωση και διάθεση των συσκευών που έχει κατασκευάσει.

Οι διάφοροι κανονισμοί που συντάσσονται [4] κάνουν διάκριση μεταξύ εμπορικών κατόχων παλαιών συσκευών και ιδιωτών: στην περίπτωση των εταιρειών, δίνεται η δυνατότητα συμβατικής συμφωνίας μεταξύ κατασκευαστού και ιδιοκτήτη σχετικά με το ζήτημα της συλλογής των παλαιών συσκευών. Εφ' όσον υπάρχει κάποια διαφωνία, ο ιδιοκτήτης θα είναι υπεύθυνος για συσκευές οι οποίες έχουν αγοραστεί πριν από κάποια οριστική ημερομηνία. Παλιές συσκευές "νεότερες" της ημερομηνίας αυτής, θα πρέπει να αποσυρθούν από τον κατασκευαστή.

Το φορτηγό γέμισε, μετά τι γίνεται;

Όλες οι συσκευές που έχουν αγοραστεί από τον τελικό χρήστη, είναι σε κάθε περίπτωση στην ευθύνη του κατασκευαστή, τα προϊόντα του οποίου θα πρέπει να φέρουν σήμανση μέσω ειδικού χαρακτηριστικού συμβόλου.

Από τις 24 Μαρτίου του 2006 τα ηλεκτρονικά απόβλητα στην Γερμανία θα συλλέγονται σε διαφορετικούς χώρους από τα απλά οικιακά απόβλητα. Ήδη έχει ξεκινήσει η προετοιμασία ειδικών σημείων περισυλλογής για τα νοικοκυριά, και μελετώνται οι μέθοδοι επεξεργασίας. Η διαδικασία είναι παρόμοια με αυτές που εφαρμόζονται στην Ολλανδία και την Αυστρία [5].

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποθηκεύονται προσωρινά σε μεγάλα φορτηγά στα οποία έχει ήδη προηγηθεί μία χονδρική ταξινόμηση: προϊόντα τεχνολογίας, τηλεπικοινωνιών και καταναλωτικές ηλεκτρονικές συσκευές, καταλήγουν στο ίδιο φορτηγό, ενώ

Διευθύνσεις στο διαδίκτυο

[1] Επίσημος δικτυακός τόπος των RoHS και WEEE:

<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/weee/index.htm>

[2] Συχνές ερωτήσεις (FAQ) σχετικά με τις οδηγίες:

http://europa.eu.int/comm/environment/waste/pdf/faq_weee.pdf

[3] Πληροφορίες από διανομείς RoHS (επιλογή):

<http://rswww.com/>

<http://uk.farnell.com/static/en/rohs/index.html>

[4] Διεύθυνση πληροφόρησης Εμπορίου και Βιομηχανίας σχετικά με τις RoHS και WEEE:

<http://164.36.164.20/sustainability/weee/index.htm>

[5] Η τρέχουσα κατάσταση υιοθέτησης των οδηγιών σε διάφορες χώρες της ΕΕ:

<http://164.36.164.20/sustainability/weee/Perchardsreport/July85.pdf>

[6] Η οδηγία της ΕΕ σχετικά με την οικολογική σχεδίαση:

<http://europa.eu.int/comm/enterprise/eco-design/directive/2005/32.pdf>

χρησιμοποιούνται διαφορετικά φορτηγά για τις συσκευές ψύξης. Η απόσυρση του περιεχομένου των φορτηγών αυτών, αποτελεί ευθύνη των κατασκευαστών.

Είναι βέβαια προφανές ότι μέσα σε ένα φορτηγό δεν θα βρίσκονται απαραίτητα συσκευές του ίδιου εμπορικού ονόματος. Σε πολλές χώρες συζητιέται σοβαρά το ενδεχόμενο κατά την απόσυρση, να υπάρχει μία αναλογική συνεισφορά από όλους τους κατασκευαστές. Εάν ένας κατασκευαστής προωθεί στην αγορά κάποια αγαθά, θα πρέπει να δηλώνει σε ένα κεντρικό γραφείο την ποσότητα που προωθεί (σε κιλά).

Στην συνέχεια, η ανακύκλωση των γεμάτων με προϊόντα προς ανακύκλωση φορτηγών θα ανατίθενται στους κατασκευαστές, σε αναλογία με το ποσό των προϊόντων που ο κάθε ένας από αυτούς έχει προωθήσει στην αγορά. Μία εναλλακτική λύση είναι η αναλογία αυτή να προκύπτει μέσω στατιστικών μεθόδων. Τα γεμάτα πάντως φορτηγά θα τα αναλαμβάνει είτε ο κατασκευαστής, είτε κάποια εταιρεία ανακύκλωσης.

Η ανακύκλωση στο προσκήνιο

Η ΕΕ έχει θέσει υψηλά στάνταρ όσον αφορά τις διαδικασίες ανακύκλωσης που περιγράφονται παρακάτω, και οι οποίες αναμένεται να τεθούν σε ισχύ από την 31 Δεκεμβρίου του 2006. Οι μεγάλες συσκευές όπως είναι τα ψυγεία, τα πλυντήρια και οι αυτόματες ταμειακές μηχανές θα πρέπει να ανακυκλώνονται οπωσδήποτε σε ποσο-

στό τουλάχιστον 75 % κατά βάρος.

Για τις καταναλωτικές ηλεκτρονικές συσκευές, τηλεοράσεις, ραδιόφωνα κ.τ.λ, τα προϊόντα πληροφορικής τεχνολογίας και τις τηλεπικοινωνιακές συσκευές, το αντίστοιχο μέγεθος ορίζεται στο 65 %, ενώ για τις μικρές οικιακές συσκευές, τα εργαλεία και τα ηλεκτρικά παιχνίδια, θα πρέπει να ανακυκλώνεται το 50 %.

Ό,τι απομένει θα πρέπει να υπόκειται σε προεργασία για τελική απόρριψη. Και εδώ, οι οδηγίες είναι σαφείς [4]. Όλα τα υγρά καθώς και τα κρίσιμα μέρη όπως είναι οι μπαταρίες, οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές που περιλαμβάνουν PCB (polychlorinated biphenyls, πολυχλωριούχα διφαινύλια), οι καθαδοτικοί σωλήνες και οι διακόπτες που περιέχουν υδράργυρο, θα πρέπει να αφαιρούνται.

Το ίδιο ισχύει και για τις πλακέτες των κινητών τηλεφώνων καθώς και για τις πλακέτες οποιαδήποτε συσκευής, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από 10 cm². Τα υπόλοιπα μέρη θα απορρίπτονται σαν συνήθη οικιακά ή επικίνδυνα απορρίμματα, πάντα με έξοδα του κατασκευαστή.

Το κόστος της κατανάλωσης

Όλοι οι κατασκευαστές οι οποίοι διαθέτουν συσκευές σε ιδιώτες είναι υποχρεωμένοι να παρέχουν μία αξιόπιστη οικονομική εγγύηση, διαφορετικά και στην περίπτωση όπου η επιχείρηση κηρύσσεται σε πτώχευση, το κόστος της ανακύκλωσης θα μετακυλίσει στον απλό φορολογούμενο. Η εγγραφή (για την οποία υπάρχει κάποια

συνδρομή), η αναφορά των ποσοτήτων των αγαθών που πωλούνται και οι συμφωνίες με εταιρείες διάθεσης απορριμμάτων είναι δυνατόν να γίνουν για λογαριασμό του κατασκευαστή από κάποιο ειδικευμένο φορέα παροχής ανάλογων υπηρεσιών (εννοείται βέβαια με την καταβολή του αντίστοιχου κόστους).

Στην Γερμανία η συνολική δαπάνη εκτιμάται ότι θα κυμανθεί κάπου μεταξύ 350 και 500 Ευρώ, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων θα περάσει στον καταναλωτή μέσω αυξημένων τιμών των προϊόντων. Εάν το κόστος δεν περάσει στις τιμές των προϊόντων, η δαπάνη της απόρριψης των αποβλήτων θα επιβαρύνει τον απλό φορολογούμενο, για να μην αναφέρουμε και την δαπάνη καθαρισμού των χώρων ΧΥΤΑ.

Επίσης ασκούνται πιέσεις στους κατασκευαστές για να προχωρήσουν σε ανασχεδιασμό των προϊόντων τους ώστε αυτά να είναι ανακυκλώσιμα σε μεγαλύτερο βαθμό, με σκοπό η όλη νομοθεσία να μπορέσει να γίνει περισσότερο απλή και περιεκτική [6].

Ο στόχος της καλούμενης "eco-design" (οικολογική σχεδίαση) είναι να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια και περισσότερο πρωτογενές υλικό σε όλη την αλυσίδα, από την παραγωγή μίας συσκευής μέχρι την χρήση και τελικά την ανακύκλωση. Την στιγμή που η ενέργεια γίνεται διαρκώς πιο ακριβή, η συγκεκριμένη άποψη δείχνει να αποκτά μία όλο και περισσότερο λογική βάση.

(050318-1)

Φούρνος ελεγχόμενης ροής θερμότητας για συγκόλληση εξαρτημάτων SMD

Πλακέτες με εξαρτήματα SMD κατευθύνονται από τον φούρνο

Γενικά είναι δυνατό να δουλέψουμε με κάποια κοινά εξαρτήματα επιφανειακής στήριξης (SMD) κάνοντας χρήση βέβαια ενός κολλητηριού χαμηλής ισχύος και κατάλληλης κόλλησης μικρών διαστάσεων. Η συγκόλληση όμως εξαρτημάτων τύπου BGA, CSP ή άλλων παρόμοιων συσκευασιών είναι κάτι τελείως διαφορετικό. Τέτοιου είδους εξαρτήματα μπορούν να συγκολληθούν σε μια πλακέτα μόνον με χρήση ενός κατάλληλου φούρνου συγκόλλησης με ελεγχόμενη ροή θερμότητας. Στο άρθρο αυτό περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίον ένας κοινός φούρνος χαμηλού κόστους μπορεί να μετατραπεί σε φούρνο ελεγχόμενης ροής θερμότητας για την συγκόλληση εξαρτημάτων SMD.

Από τον Paul Goossens

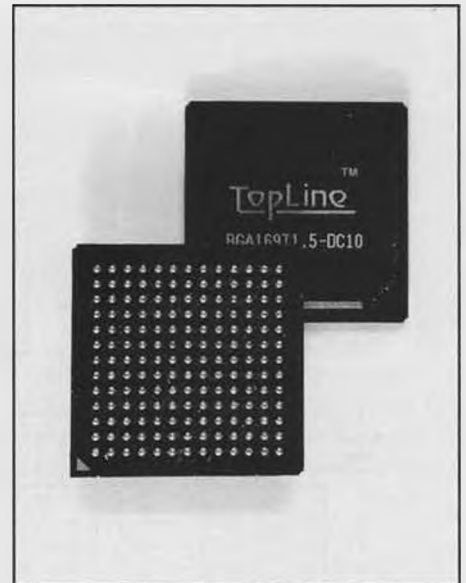


Οι σχεδιαστές των εργαστηρίων του ΕΛΕΚΤΟΡ εκτελούν καθημερινά πολλές κολλήσεις. Δεν θα πρέπει λοιπόν να μας ξαφνιάζει το γεγονός ότι δεν 'υποχωρούν' ακόμη και μπροστά σε μια αρκετά δύσκολη περίπτωση κόλλησης. Εντούτοις ακόμη και οι αξιοσέβαστοι αυτοί τεχνικοί βρίσκονται σε κάποια σχετικά δύσκολη θέση όταν πρόκειται να συγκολλήσουν ένα εξάρτημα σε συσκευασία FPGA ή BGA (Σχήμα 1). Η διαδικασία αυτή είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί με την βοήθεια ενός απλού κολλητηριού. Μετά από κάποιους πειραματισμούς αποφάσισαν ότι ήταν πλέον καιρός να εξοπλιστεί το εργαστήριο με ένα φούρνο συγκόλλησης (reflow oven). Όπως ήταν φυσικό, ως γνήσιοι δεξιότητες των ηλεκτρονικών, προτίμησαν να κατασκευάσουν κάτι μόνοι τους παρά να καταφύγουν σε κάποια έτοιμη λύση. Έτσι ως αποτέλεσμα της προσπάθειάς τους ήταν η μετατροπή ενός κλασικού φούρνου για πίτσα σε έναν πραγματικό φούρνο ελεγχόμενης επανάτηξης.

Η μέθοδος επανάτηξης (reflow method)

Η μέθοδος επανάτηξης (reflow method) χρησιμοποιείται για την συνένωση των αγώγιμων διαδρόμων μιας πλακέτας με εξαρτήματα στον οποίων τους ακροδέκτες δεν μπορεί να 'φθάσει' ένα συμβατικό κολλητήρι. Οι χαλκοδιάδρομοι και κυρίως τα σημεία συγκόλλησης (πίστες, ματάκια) των ακροδεκτών (ποδαράκια) έχουν επάνω τους κόλληση συνήθως μολυβδοκασσίτερο ο οποίος ξαναυγροποιείται (επανατήκεται) με την αύξηση της θερμοκρασίας. Κατά την μέθοδο αυτήν εφαρμόζεται αρχικά ένα στρώμα πάστας κόλλησης πάνω στις αγώγιμες πίστες του τυπωμένου κυκλώματος για την συγκράτηση των ακροδεκτών των εξαρτημάτων SMD. Στην συνέχεια τα εξαρτήματα αυτά τοποθετούνται προσεκτικά πάνω στην πλακέτα και οι ακροδέκτες τους έρχονται σε άμεση επαφή με την απλωμένη πάστα κόλλησης. Η ουσιαστική διαδικασία συγκόλλησης λαμβάνει χώρα σε πέντε φάσεις. Η συγκόλληση πρέπει να εκτελείται ακολουθώντας μια αρκετά αυστηρή διαδικασία. Κατά την διάρκεια της πρώτης φάσης η θερμοκρασία στο εσωτερικό του φούρνου αυξάνεται προοδευτικά μέχρι τους 125 °C. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας θα πρέπει να πραγματοποιηθεί βαθμιαία διότι διαφορετικά η πάστα κόλλησης θα αρχίσει γρήγορα να βράζει πετώντας πάνω στην πλακέτα, εδώ και εκεί, μικρά στρογγυλά κομμάτια κόλλησης. Ένας ρυθμός

αύξησης της θερμοκρασίας ίσος με 2 °C θεωρείται ικανοποιητικά ασφαλής. Η φάση που μόλις περιγράψαμε καλείται και 'στάδιο προθέρμανσης'. Η δεύτερη φάση της διαδικασίας συγκόλλησης καλείται 'στάδιο διαποτισμού' (soak stage). Κατά την διάρκεια της φάσης αυτής η θερμοκρασία αυξάνεται με πολύ αργό ρυθμό μέχρι τους 175 °C. Σκοπός της φάσης αυτής είναι να εξασφαλιστεί ότι τόσο η πλακέτα, όσο και όλα τα εξαρτήματα που είναι τοποθετημένα πάνω σε αυτήν έχουν αποκτήσει σχεδόν την ίδια θερμοκρασία. Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγονται τυχούσες ρωγμές ή παραμορφώσεις της πλακέτας ή και των εξαρτημάτων κατά την διάρκεια της συγκόλλησης. Στο στάδιο αυτό επίσης 'ενεργοποιείται' και το βοηθητικό (-προωθητικό) υλικό συγκόλλησης - σολδερίνη (flux). Με τον όρο 'ενεργοποίηση' εννοούμε ότι η σολδερίνη υγροποιείται και επικαλύπτει καλύτερα τις αγώγιμες πίστες επαφής των ακροδεκτών (pads). Στο σημείο αυτό όπου όλα τα υλικά της κατασκευής έχουν προθερμανθεί σωστά μπορεί να ξεκινήσει η βασική διεργασία συγκόλλησης. Η επόμενη στην σειρά φάση καλείται 'επανάτηξη' (reflow stage). Στην διάρκεια της φάσης αυτής η θερμοκρασία του φούρνου αυξάνεται στην τιμή της θερμοκρασίας συγκόλλησης όσο το δυνατόν ταχύτερα. Το στάδιο της 'μόνιμης εγκατάστασης' (dwell stage) ξεκινά όταν έχουμε φθάσει πλέον στην επιθυμητή θερμοκρασία συγκόλλησης (ενδεικτικές τιμές 220-240 °C). Η θερμοκρασία αυτή διατηρείται για αρκετά δευτερόλεπτα στο στάδιο αυτό. Τα σφαιρικά τμήματα της πάστας συγκόλλησης, που είναι τώρα σε ρευστή μορφή, αρχίζουν να λιώνουν και συνενώνονται εξαιτίας της επιφανειακής τάσης. Η επιφανειακή τάση που εκδηλώνεται οδηγεί το βοηθητικό υλικό κόλλησης - σολδερίνη - προς το εξωτερικό μέρος των σημείων κόλλησης, αφήνοντας μόνον ρευστή κόλληση να υπάρχει ανάμεσα στις αγώγιμες πίστες της πλακέτας και τους αντίστοιχους ακροδέκτες των SMD εξαρτημάτων. Στην διάρκεια της διεργασίας αυτής τα δύο στρώματα κόλλησης ενώνονται σε ένα ενιαίο. Εδώ παρατηρείται και μια ευχάριστη, θα λέγαμε, 'παρενέργεια' κατά την οποία τα εξαρτήματα επανατοποθετούνται ελαφρώς με μεγαλύτερη ακρίβεια στις αντίστοιχες αγώγιμες πίστες εξαιτίας της επιφανειακής τάσης που αναπτύσσεται στα όρια της ρευστής κόλλησης. Έτσι οποιοδήποτε εξάρτημα SMD που μπορεί κανονικά να μετακινηθεί ελαφρώς θα ευθυγραμμιστεί σχεδόν απόλυτα με τις

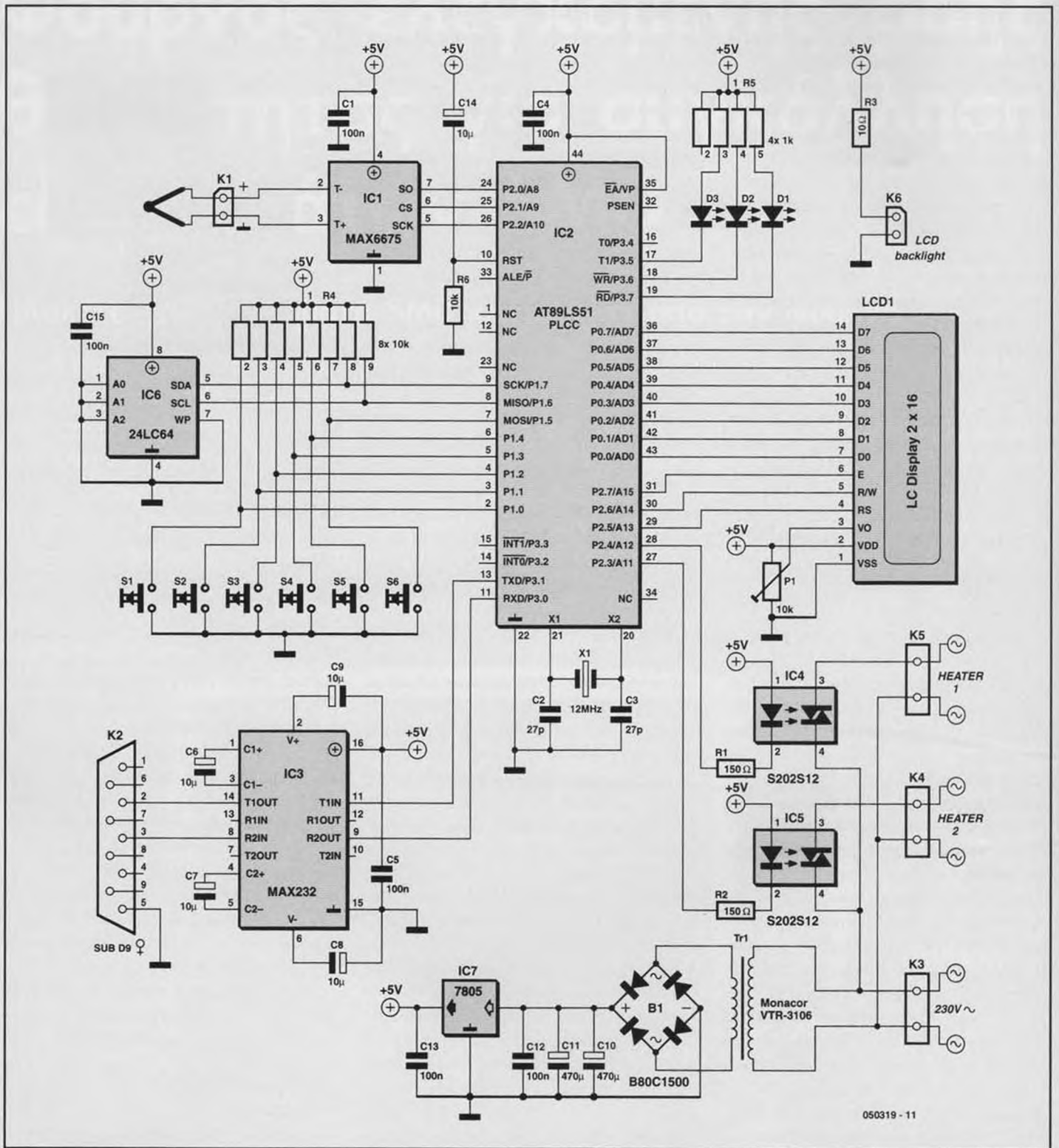


Σχήμα 1. Ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα σε συσκευασία 'μήτρας σφαιρικών ακροδεκτών' - bal grid array ή απλούστερα BGA. Μάλλον είναι περιττό να αναφέρει κανείς ότι ένα τέτοιο εξάρτημα δεν είναι δυνατόν να κολληθεί με την βοήθεια ενός κολλητηριού.

αγώγιμες πίστες στο τέλος της διαδικασίας αυτής. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια ελκυστική εικόνα μιας πλακέτας στην οποία όλα τα εξαρτήματα έχουν ευθυγραμμισθεί τέλεια. Μετά το στάδιο 'εγκατάστασης', το οποίο διαρκεί για 10 με 15 περίπου δευτερόλεπτα, έρχεται η σειρά της τελευταίας φάσης που είναι το 'στάδιο ψύξης' (cool down stage). Θα πρέπει να είναι αναμενόμενο ότι κατά το στάδιο αυτό η θερμοκρασία του φούρνου ελαττώνεται βαθμιαία με αργό ρυθμό μέχρι την τιμή της θερμοκρασίας δωματίου. Η διαδικασία αυτή είναι εξίσου σημαντική με τις προηγούμενες και επομένως απαραίτητη, διότι διαφορετικά μπορούν να εκδηλωθούν ρωγμές και σημαντικές αλλοιώσεις τόσο στα διάφορα εξαρτήματα, όσο και στην ίδια την πλακέτα.

Η ιδιοκατασκευή εξοικονομεί χρήματα

Η τιμή ενός φούρνου ελεγχόμενης ροής θερμότητας για κολλήσεις είναι αρκετά μακριά από το 'βαλάντιο' του μέσου ερασιτέχνη, όπως όμως έχουμε ήδη αναφέρει, ένας κλασικός φούρνος μπορεί πολύ εύκολα να μετατραπεί σε φούρνο ελεγχόμενης ροής θερμότητας για κολλήσεις όπως εξηγείται στην συνέχεια. Για τον λόγο αυτόν θα χρειαστείτε έναν (μικρό) αυτόνομο φούρνο, ο οποίος θα χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τον συγκεκριμένο σκοπό. Σε κα-



Σχήμα 2. Το δικό μας κύκλωμα ελέγχου αναπτύσσεται γύρω από τον μικροελεγκτή AT89C52 της Atmel, που είναι υπεύθυνος για ολόκληρη την διεργασία ελέγχου. Η θερμοκρασία του φούρνου μπορεί να διαβαστεί και στην οθόνη ενός υπολογιστή μέσω της σειριακής θύρας RS232.

μία περίπτωση δεν συστήνεται η χρήση ενός φούρνου τόσο για το ζέσταμα του φαγητού, όσο και για την διαδικασία των κολλήσεων. Αν αγοράσετε έναν τέτοιο φούρνο θα πρέπει να επιλέξετε έναν με όσο το δυνατόν μικρότερη χωρητικότητα

αλλά ταυτόχρονα και ικανοποιητικά μεγάλο σε σχέση με τα μεγέθη των πλακετών που σκοπεύετε να κατασκευάζετε, ενώ παράλληλα θα πρέπει επίσης η συσκευή που θα επιλέξετε να παρουσιάζει την μεγαλύτερη δυνατή θερμική απόδοση. Η τελευ-

ταία αυτή ιδιότητα εξασφαλίζει στο ότι ο συγκεκριμένος φούρνος θα μπορεί να αυξήσει την εσωτερική του θερμοκρασία σε μικρά χρονικά διαστήματα, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά το στάδιο επανάτηξης. Ο φούρνος που χρησιμοποιήσαμε

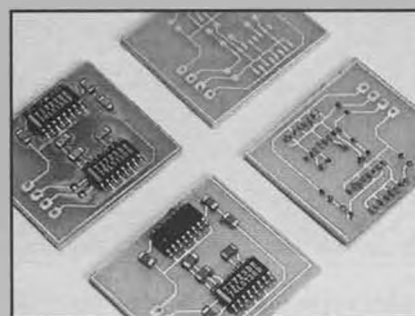
Σχετικά με το κύκλωμα Ελέγχου

Ο έλεγχος θερμοκρασίας ενός φούρνου φαίνεται να είναι μια απλή διαδικασία με μια πρόχειρη εκτίμηση. Με απλά λόγια μπορούμε να πούμε ότι το μόνον που πρέπει να γίνεται είναι η ενεργοποίηση ενός θερμαντικού στοιχείου όταν η θερμοκρασία ελαττωθεί αρκετά. Διαφορετικά τα θερμαντικά στοιχεία θα πρέπει να είναι εκτός λειτουργίας. Αλλά όπως συνήθως συμβαίνει, υπάρχουν και κάποιες άλλες παράμετροι που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές με μια πρώτη ματιά. Μια απλή διαδικασία ενεργοποίησης / απενεργοποίησης (on-off) στην πράξη απέχει πολύ από το ιδανικό. Τα θερμαντικά στοιχεία αφού απενεργοποιηθούν δεν παύουν ακόμα να εκπέμπουν θερμότητα. Η εσωτερική θερμοκρασία των στοιχείων είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία του αέρα οπότε τα στοιχεία αυτά συνεχίζουν να εκπέμπουν θερμότητα έως ότου οι δύο θερμοκρασίες εξισωθούν. Αυτό προκαλεί μια περαιτέρω αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας του φούρνου για ένα σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Αυτή η ανεπιθύμητη αύξηση της θερμοκρασίας καλείται 'υπερύψωση' (overshoot). Όταν τώρα η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου πέσει κάτω από το προκαθορισμένο όριο, απαιτείται ένα χρονικό διάστημα από την στιγμή κατά την οποία ενεργοποιούνται τα θερμαντικά στοιχεία μέχρι να ζεσταθούν αρκετά ώστε να είναι πλέον σε θέση να αυξήσουν την θερμοκρασία. Επομένως η θερμοκρασία συνεχίζει να ελαττώνεται για ένα μικρό χρονικό διάστημα πριν αρχίσει να αυξάνεται με σκοπό να ξεπεράσει το προκαθορισμένο όριο. Η περαιτέρω αυτή ελάττωση της θερμοκρασίας καλείται 'βύθιση' (undershoot). Τα φαινόμενα αυτά είναι γνωστά και προβλέψιμα από τους μηχανικούς μετρήσεων και ελέγχου. Ο πλέον προφανής τρόπος αντιμετώπισης των φαινομένων αυτών είναι η χρήση του λεγόμενου 'Ελεγκτή PID'. Ένας τέτοιος ελεγκτής απαιτεί τουλάχιστον τρεις παραμέτρους για την σωστή ρύθμιση της λειτουργίας του βρόχου ελέγχου. Εντούτοις καμία από τις παραπάνω μεθόδους ελέγχου της θερμοκρασίας (δηλαδή η μέθοδος των απλών μεταγωγών του ή των θερμαντικών στοιχείων από την μια και η χρήση του ελεγκτή PID από την άλλη) δεν κρίνεται κατάλληλη για την δική μας εφαρμογή. Η πρώτη μέθοδος προκαλεί την εμφάνιση μεγάλων τιμών υπερύψωσης με αποτέλεσμα να μην μπορεί να ελεγχθεί η θερμοκρασία με την δέουσα ακρίβεια. Η δεύτερη μέθοδος από την άλλη μεριά, απαιτεί ένα συγκεκριμένο ελάχιστο επίπεδο κατανόησης

των κυκλωμάτων ελέγχου, επειδή στην περίπτωση αυτή ο χρήστης θα πρέπει να δίνει τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου στο σύστημα ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή ακριβής ρύθμιση. Φυσικά κάτι τέτοιο για ευνόητους λόγους δεν θα το χαρακτηρίζαμε 'φιλικό προς τον χρήστη'. Η λύση που υιοθετήσαμε τελικά στα εργαστήριά μας ακολούθησε μια διαφορετική προσέγγιση. Το σύστημα που προσέκυψε παρουσιάζει καταπληκτικά αποτελέσματα χωρίς να υπάρχει η ανάγκη γνώσης των κυκλωμάτων ελέγχου. Αρχικά μετρούμε το πλάτος της υπερύψωσης κατά την αύξηση της θερμοκρασίας του φούρνου από τους 50°C στους 100°C. Όταν φθάσουμε στην θερμοκρασία των 100 °C μετρούμε το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για την επίτευξη της συγκεκριμένης θερμοκρασίας στο σημείο αυτό (με άλλα λόγια, υπολογίζουμε την κλίση της καμπύλης στο συγκεκριμένο σημείο). Στο σημείο αυτό τα θερμαντικά στοιχεία τίθενται εκτός λειτουργίας και στην συνέχεια μετρούμε το ποσοστό της περαιτέρω αύξησης της θερμοκρασίας. Το ποσό της υπερύψωσης διαιρείται με την κλίση της καμπύλης στους 100 °C και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην μνήμη. Για τους αναγνώστες εκείνους που επιθυμούν να διερευνήσουν τον πηγαίο κώδικα της εφαρμογής, θα βρουν την μεταβλητή αυτή με την συμβολική ονομασία 'overshoot'. Επίσης, θεωρούμε ότι αν η θερμοκρασία αυξάνεται λιγότερο γρήγορα κατά την διαδικασία θέρμανσης του φούρνου, πράγμα που μπορεί να συμβεί για κάποιους λόγους, η υπερύψωση που θα εμφανιστεί θα είναι αναλογικά χαμηλότερη. Το κύκλωμα ελέγχου μια φορά σε διάστημα ενός δευτερολέπτου προσπαθεί να εκτιμήσει πόσο θα μπορούσε η θερμοκρασία να συνεχίζει να αυξάνεται αν τα θερμαντικά στοιχεία τεθούν εκτός λειτουργίας στο συγκεκριμένο σημείο. Για τον σκοπό αυτόν μετρούμε τον ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας κάνοντας χρήση ενός απλού ψηφιακού φίλτρου. Ο ρυθμός αύξησης αυτός αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή που φέρει την συμβολική ονομασία 'deltaT' (ΔT). Στην συνέχεια η τιμή της ΔT πολλαπλασιάζεται με την τιμή βαθμονόμησης (που βρίσκεται στην θέση - μεταβλητή 'overshoot'). Η όλη αυτή διαδικασία μας δίνει μια αρκετά ακριβή εκτίμηση της αναμενόμενης υπερύψωσης σε οποιαδήποτε δεδομένη χρονική στιγμή. Όταν λοιπόν η εκτιμώμενη τελική θερμοκρασία είναι ίση ή κάπως μεγαλύτερη από την τελική επιθυμητή θερμοκρασία, τότε δίνεται η σχετική εντολή και τα θερμαντικά στοιχεία τίθενται εκτός λειτουργίας. Ανάλογα, όταν η αναμενόμενη τελική



θερμοκρασία είναι μικρότερη από την επιθυμητή θερμοκρασία, τότε δίνεται η σχετική εντολή και τα θερμαντικά στοιχεία ενεργοποιούνται (ή απλά παραμένουν ενεργοποιημένα). Εκτός από την ελάττωση έως και την εξάλειψη της υπερύψωσης της θερμοκρασίας του φούρνου, η συγκεκριμένη τεχνική αντιδρά ανάλογα και στην περίπτωση της βύθισης. Αυτό διότι η τιμή της ΔT γίνεται αρνητική κατά την διαδικασία ψύξης του φούρνου οπότε η σχετική ρουτίνα του προγράμματος υπολογίζει το ποσοστό βύθισης αντί εκείνου της υπερύψωσης. Βέβαια, η επινόηση μιας τεχνικής λύσης αντιστοιχεί μόνον στην μισή διαδρομή. Το υπόλοιπο της διαδρομής αφορά τον έλεγχο που πρέπει να γίνει ώστε να διαπιστωθεί στην πράξη αν η τεχνική αυτή λειτουργεί ικανοποιητικά. Στην διάρκεια των δικών μας ελέγχων διαπιστώθηκε μια μέγιστη τιμή υπερύψωσης ίση προς 2 °C και σε πολλές περιπτώσεις βρέθηκε να είναι μόλις 1 °C. Σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 200°C) η υπερύψωση βρέθηκε κάτω του 1 °C. Τα μεγέθη αυτά κρίνονται απόλυτα επαρκή για τους σκοπούς μας. Πέραν του γεγονότος ότι εξασφαλίζει καλά λειτουργικά χαρακτηριστικά, η συγκεκριμένη τεχνική ελέγχου προσφέρεται να αυτοματοποιήσει πολύ εύκολα την διαδικασία βαθμονόμησης της συσκευής. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα αυτόματα όταν ο χρήστης επιλέξει να εκτελέσει την λειτουργία CALIBRATE από το βασικό μενού. Αυτό είναι άλλωστε που εμείς αποκαλούμε, 'φιλικό προς τον χρήστη'.



Κατάλογος εξαρτημάτων

Αντιστάσεις:

R1, R2 = 150 Ω

R3 = 10 Ω

R4 = σειρά αντιστάσεων 8 x 10 kΩ

R5 = σειρά αντιστάσεων 4 x 1 kΩ

R6 = 10 kΩ

P1 = 10 kΩ

Πυκνωτές:

C1, C4, C5, C12, C13, C15 = 100 nF

C2, C3 = 27 pF

C6-C9, C14 = 10 μF 16 V

κατακόρυφης τοποθέτησης

C10, C11 = 470 μF 16 V

κατακόρυφης τοποθέτησης

Ημιαγωγοί:

B1 = Γέφυρα ανόρθωσης B80C1500,
ανάστροφης τάσης 80 V, στο 1.5 A

D1, D2, D3 = κόκκινη LED

υψηλής απόδοσης

IC1 = MAX6675

IC2 = AT89C52/24JI, προγραμματισμένο
με κωδικό παραγγελίας 050319-41

IC3 = MAX232

IC4, IC5 = S202S12

IC6 = 24LC64

IC7 = 7805

Διάφορα:

K1 = Συνδετήρας για το

θερμοστοιχείο Θερμοστοιχείο τύπου-K

K2 = Συνδετήρας σειριακής 9

ακροδεκτών (θηλυκός) κατάλληλος

για τοποθέτηση σε πλακέτα

K3, K4, K5 = 2-πολικές κλέμες για

τοποθέτηση σε πλακέτα, απόσταση
ακροδεκτών 7.5mm

K6 = Συνδετήρας για την παροχή του
φωτισμού της οθόνης LCD

LCD1 = Οθόνη LCD, 2x16 χαρακτή-
ρων, π.χ.: με κωδικό παραγγελίας

030451-72 ή στην αντίστοιχη έκδο-
ση PLED με κωδικό **030451-73**

S1-S6 = Πιεστικοί διακόπτες (button),
ITT τύπου D6-R

Tr1 = Μετασχηματιστής δικτύου,

πρωτεύον 230V, δευτερεύον 6V

(π.χ., Monacor/Monarch VTR-3106)

X1 = Κρύσταλλος χαλαζία 12 MHz

Διοκρέτα με τον κώδικα της εφαρμογής
σε ηχητικά και εκτελέσιμη (hex) μορφή,

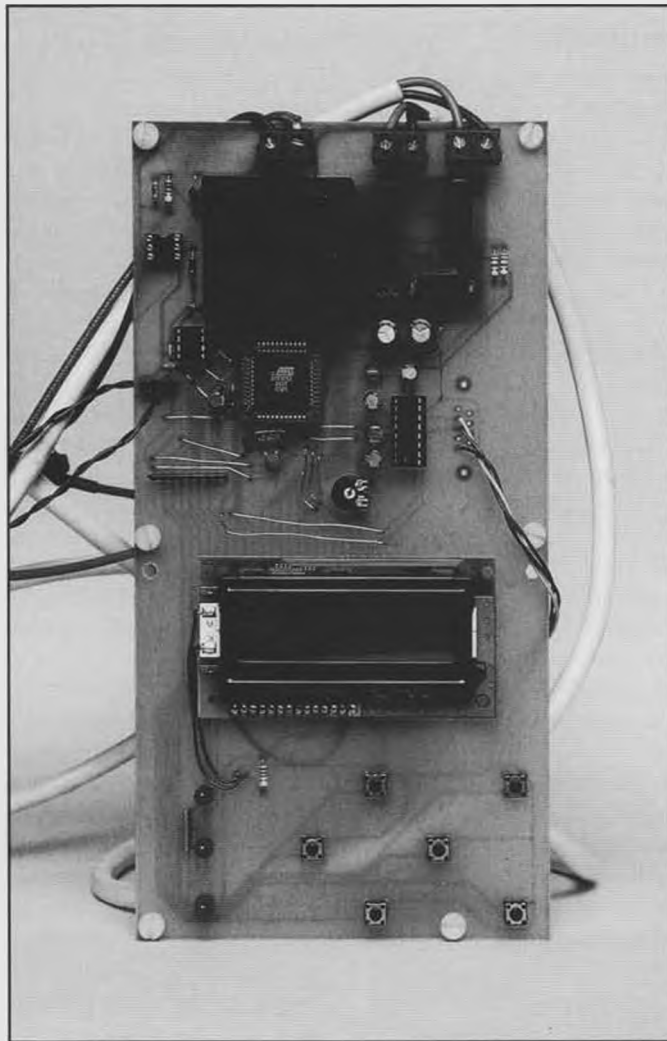
με κωδικό παραγγελίας **050319-11**

17 συρματάκια.

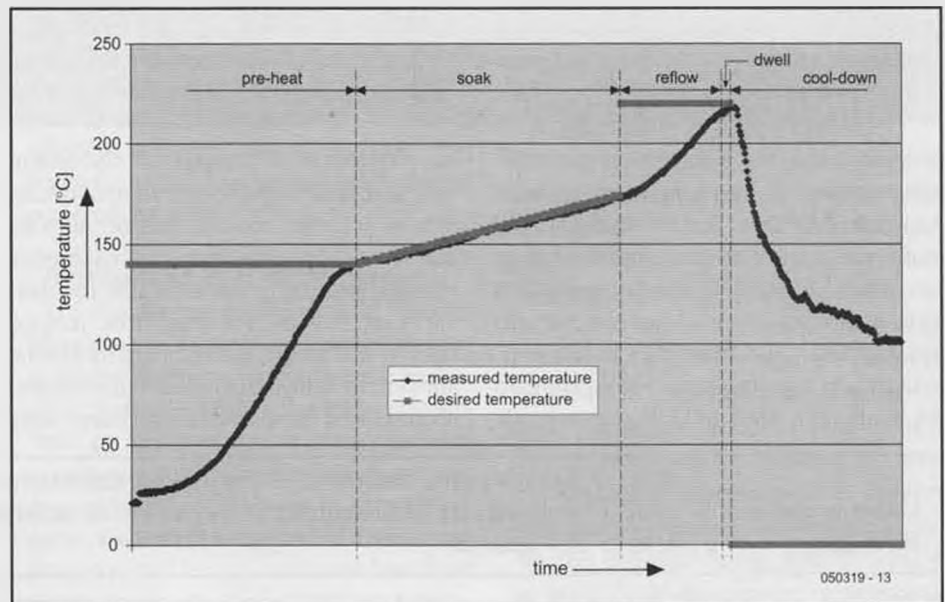
εμείς έχει χωρητικότητα 18 λίτρων και ονομαστική ισχύ 1.8 kW. Τα στοιχεία αυτά δίνουν μια αναλογία 100 watt ανά λίτρο. Τέτοιοι φούρνοι είναι αρκετά φτηνοί και για παράδειγμα, το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε εμείς κόστισε περίπου 70 ευρώ. Ο κλασικός ελεγκτής που περιλαμβάνουν οι φούρνοι αυτοί δεν εξυπηρετεί σε καμία περίπτωση τους δικούς μας σκοπούς. Επομένως θα πρέπει να αντικατασταθεί με το κύκλωμα του Σχήματος 2.

Ένας νέος ελεγκτής

Αν και ο ελεγκτής που αναπτύξαμε για το σύστημα ελέγχου του δικού μας φούρνου είναι σχετικά απλός, εντούτοις παρουσιάζει υψηλές επιδόσεις ενώ ταυτόχρονα έχει να επιδείξει και μερικές επιπλέον ιδιότητες αρκετά βολικές. Ως συνήθως, το κύκλωμά μας κατασκευάζεται γύρω από έναν μικροελεγκτή – στην προκειμένη περίπτωση από ένα μέλος της οικογένειας του 8051 (AT89C52 από την Atmel). Ο μικροελεγκτής αυτός περιέχει 4 KB μνήμης προγράμματος (Flash) καθώς και τα συνηθισμένα περιφερειακά που συναντά κανείς σε οποιονδήποτε σχεδόν ελεγκτή συμβατό με 8051. Ως αισθητήρας θερμοκρασίας χρησιμοποιείται ένα θερμοζεύγος (δείτε το ένθετο). Το θερμοζεύγος τοποθετείται στο εσωτερικό του φούρνου με την άκρη του να βρίσκεται περίπου στο μέσον της συσκευής. Θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το θερμοστοιχείο θα είναι ηλεκτρικά απομονωμένο από τον υπόλοιπο φούρνο ώστε να μην υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας επικίνδυνων καταστάσεων. Οι δύο ακροδέκτες του θερμοστοιχείου συνδέονται με το ολοκληρωμένο IC1, ένα MAX6675. Το ολοκληρωμένο αυτό υπολογίζει την θερμοκρασία του άκρου του θερμοστοιχείου βασιζόμενο στην τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του στοιχείου και από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ο μικροελεγκτής μπορεί να 'διαβάσει' την τρέχουσα τιμή της θερμοκρασίας μέσω μιας βαθμίδας σειριακής επικοινωνίας. Τα ολοκληρωμένα IC4 και IC5 συνδέονται με τον μικροελεγκτή μέσω ωμικών αντιστάσεων. Τα ολοκληρωμένα αυτά είναι οπτοζεύκτες με ενσωματωμένα triac (optotriac) και περιλαμβάνουν επιπλέον βαθμίδα ανίχνευσης διέλευσης από το μηδέν καθώς επίσης και δικτυώματα απόσβεσης παρασιτικών παλμών. Εξαιτίας των διατάξεων αυτών διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό η οδήγηση των ολοκληρωμένων από τον μικροελεγκτή. Έτσι, όποτε αυτό είναι απαραίτητο, εφαρμόζεται τάση λειτουργίας στα δύο θερμο-



Σχήμα 3. Το πρωτότυπο της δικής μας κατασκευής μάλλον δεν διεκδικεί το βραβείο της πιο εμφανίσιμης σχεδίασης.



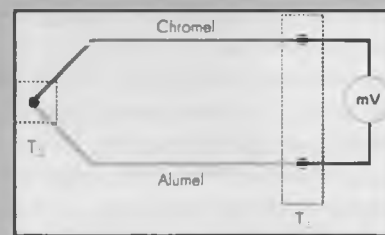
Σχήμα 4. Η καμπύλη μεταβολών της μετρούμενης θερμοκρασίας (3) και η καμπύλη μεταβολών της επιθυμητής θερμοκρασίας (2). Στον δικό μας φούρνο προσθέσαμε επιπλέον θερμομόνωση ώστε να αυξήσουμε τον ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας.

Θερμοστοιχεία

Ένα θερμοστοιχείο είναι ένας αισθητήρας ο οποίος δημιουργεί μια διαφορά δυναμικού στα άκρα του ανάλογη με την θερμοκρασία. Η αρχή λειτουργίας μιας τέτοιας αισθητήριας διάταξης βασίζεται στο γεγονός ότι οποιαδήποτε ηλεκτρική επαφή μεταξύ δύο διαφορετικών μετάλλων αναπτύσσει μια διαφορά δυναμικού η οποία εξαρτάται από την θερμοκρασία και τα χρησιμοποιούμενα μέταλλα. Η ίδια αρχή εφαρμόζεται ισοδύναμα και στην περίπτωση επαφής τριών διαφορετικών μετάλλων. Στην περίπτωση αυτή έχουμε συνδεδεμένες σε σειρά δύο μεταλλικές επαφές και η δε συνολική διαφορά δυναμικού που προκύπτει από το άθροισμα των δύο επιμέρους διαφορών δυναμικού που οφείλονται σε κάθε μια ξεχωριστή επαφή. Για παράδειγμα, αν μια επαφή χαλκού - σιδήρου βρεθεί σε σειρά με μια επαφή σιδήρου - κασσίτερου, η συνολική διαφορά δυναμικού που προκύπτει ισούται με εκείνη που θα προέκυπτε από μια απευθείας επαφή χαλκού - κασσίτερου. Αυτό βέβαια ισχύει μόνον αν και οι δύο επαφές βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία. Στα θερμοστοιχεία τύπου-K, που είναι και το είδος που χρησιμοποιείται στην δική μας κατασκευή, τα μέταλλα που σχηματίζουν το αισθητήριο στοιχείο είναι πάντοτε το Χρώμιο (πλευρά θετικού δυναμικού) και το Αλουμίνιο (πλευρά αρνητικού δυναμικού). Η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται με τον συγκεκριμένο συνδυασμό μετάλλων είναι περίπου ίση με $4\text{mV}/100^\circ\text{C}$. Τα θερμοστοιχεία τύπου-K παρουσιάζουν αντοχή σε θερμοκρασίες 1000°C ή και περισσότερο, χωρίς να υποστούν καμία βλάβη. Εντούτοις η χρήση θερμοστοιχείων ενέχει και ένα μειονέκτημα: συνδέοντας ένα θερμοστοιχείο σε ένα κύκλωμα δημιουργούνται αναπόφευκτα και επιπλέον μεταλλικές

επαφές μεταξύ διαφορετικών μετάλλων οι οποίες φυσικά παράγουν με την σειρά τους τα δικά τους θερμικά δυναμικά. Για την ακρίβεια, η διαφορά δυναμικού που εμφανίζεται στην έξοδο ενός θερμοστοιχείου δεν είναι συνάρτηση της απόλυτης θερμοκρασίας στο σημείο της μέτρησης, αλλά αντίθετα είναι μια συνάρτηση της διαφοράς μεταξύ των θερμοκρασιών στο σημείο μέτρησης (θερμή επαφή) και στο σημείο σύνδεσης (ψυχρή επαφή). Στο δικό μας κύκλωμα η 'ψυχρή επαφή' εντοπίζεται στην πλευρά του κυκλώματος. Αν μετρήσουμε την θερμοκρασία του κυκλώματος μπορούμε να υπολογίσουμε την πραγματική θερμοκρασία στο σημείο μέτρησης από την τάση που παράγεται στην έξοδο του θερμοστοιχείου και από την θερμοκρασία της πλακέτας του κυκλώματος. Ευτυχώς το ολοκληρωμένο MAX6675 που χρησιμοποιείται στο κύκλωμά μας επιτελεί αυτόματα όλες τις παραπάνω διεργασίες. Μετρά την τάση που παράγει το θερμοστοιχείο και την μετατρέπει σε διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμής και ψυχρής επαφής.

Θεωρούμε ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό του ολοκληρωμένου συμπίπτει περίπου με αυτήν του υπόλοιπου κυκλώματος (αντίστοιχα στην ψυχρή επαφή). Αν προσθέσουμε την θερμοκρασία του ολοκληρωμένου στην υπολογιζόμενη διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ θερμής και ψυχρής επαφής, τότε λαμβάνουμε την θερμοκρασία της θερμής επαφής που είναι και η θερμοκρασία του σημείου που θέλουμε να μετρήσουμε. Η υπόθεση σχετικά με την θερμοκρασία της ψυχρής επαφής που αναφέραμε, είναι και το γεγονός που καθιστά ιδιαίτερα σημαντικό να κολληθούν οι ακροδέκτες του θερμοστοιχείου (που είναι από Χρώμιο και Αλουμίνιο) όσο πιο κοντά γίνεται στο ολοκληρωμένο. Αυτό σημαίνει επίσης ότι σε περίπτωση που θέλουμε να επιμηκύνουμε τους ακροδέκτες του θερμοστοι-



χείου θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αγωγό Χρωμίου για το θετικό ηλεκτρόδιο και αγωγό Αλουμινίου για το αρνητικό. Αν αντίθετως, χρησιμοποιήσετε κοινούς χάλκινους αγωγούς, οι επαφές με τον χαλκό θα σχηματίσουν επιπλέον σημεία μέτρησης. Έτσι θα προκύψει σφάλμα μετρήσεων αν η θερμοκρασία των επαφών αυτών είναι διαφορετική από εκείνη της πλακέτας του κυκλώματος. Για τον λόγο αυτόν καλό είναι να προμηθευτούμε ένα θερμοστοιχείο με ικανοποιητικό μήκος ακροδεκτών. Αν και δεν χρειάζεται να το πούμε, εντούτοις θα πρέπει να αναφερθεί ότι για την ακρίβεια των μετρήσεων θα πρέπει να είστε σίγουροι ότι το θερμοστοιχείο που θα προμηθευτείτε θα είναι από Χρώμιο και Αλουμίνιο. Με άλλα λόγια θα πρέπει να είστε σίγουροι ότι το θερμοστοιχείο σας είναι όντως τύπου-K. Διαφορετικοί τύποι θερμοστοιχείων παράγουν διαφορετικές τιμές τάσεων με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σημαντικά σφάλματα μετρήσεων.

Σε περίπτωση αμφιβολίας μπορούμε εύκολα να ελέγξουμε τις μετρήσεις. Αν τοποθετήσετε το θερμοστοιχείο σε νερό με παγάκια το κύκλωμα θα δείξει μια θερμοκρασία περίπου ίση με 0°C . Αν τοποθετήσετε το θερμοστοιχείο σε βραστό νερό το κύκλωμα θα δείξει μια θερμοκρασία περίπου ίση με 100°C . Έτσι αν έχετε την οποιαδήποτε αμφιβολία σας συστήνουμε ανεπιφύλακτα να κάνετε το τεστ αυτό.

στοιχεία μέσω των δύο αντίστοιχων ολοκληρωμένων. Το σύστημα ελέγχου περιλαμβάνει διάφορες βασικές ρυθμίσεις, οι τιμές των οποίων αποθηκεύονται μέσα σε μια μνήμη EEPROM. Το ολοκληρωμένο IC6 περιλαμβάνεται στο κύκλωμα ακριβώς για τον σκοπό αυτόν. Κάποιοι προσεκτικοί αναγνώστες θα παρατηρήσουν γρήγορα ότι τα 64 KB μνήμης είναι μάλλον κάτι παραπάνω

από αρκετά σε σύγκριση με τον αριθμό των μετρήσεων που πρέπει να αποθηκεύονται στην μνήμη του συστήματος. Αυτό είναι σε γενικές γραμμές σωστό, αλλά στην πραγματικότητα το κύκλωμα έχει την ανάγκη μιας τέτοιας χωρητικότητας μνήμης αφού η ίδια μνήμη χρησιμοποιείται επίσης και για την αποθήκευση των τιμών θερμοκρασίας που μετριοούνται μια φορά κάθε

δευτερόλεπτο κατά την διάρκεια της φάσης της συγκόλλησης. Αυτό επιτρέπει την μετέπειτα εξέταση της γενικότερης λειτουργίας του φούρνου καθώς και το περίγραμμα (προφίλ) μεταβολών της θερμοκρασίας. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να μπορούν να αποσταλούν και σε έναν υπολογιστή με τον έναν ή τον άλλον τρόπο. Στην περίπτωση μας κάνουμε χρήση της κλασι-

ΣΤΑΔΙΟ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ 1, ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ 2

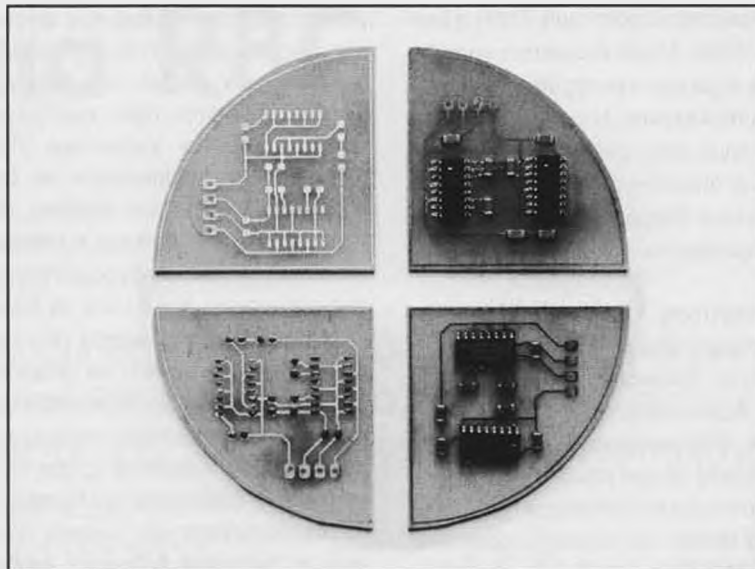
ΣΤΑΔΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 0 = ΨΥΞΗ 1 = ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ 2 = ΔΙΑΠΟΤΙΣΜΟΣ (SOAK) 3 = ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (REFLOW) 4 = ΜΟΝΙΜΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 5 = ΨΥΞΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ: 0 = ΚΛΕΙΣΤΟ 50 = ΑΝΟΙΧΤΟ

Σχήμα 5. Η μορφή των δεδομένων που αποστέλλονται στον υπολογιστή. Η ετικέτα 'ΣΤΑΔΙΟ' μας δείχνει την πρόοδο της τρέχουσας διαδικασίας. Η ετικέτα 'ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ' δείχνει την τρέχουσα εσωτερική θερμοκρασία του φούρνου. Η ετικέτα 'ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ' είναι αυτονόητη και τέλος, οι ετικέτες 'ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ 1' και 'ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ 2' δείχνουν την κατάσταση (εντός ή εκτός λειτουργίας) του αντίστοιχου θερμομαντικού στοιχείου.

κής σειριακής επικοινωνίας μέσω της θύρας RS232 και όπως είναι σύνηθες η θύρα επικοινωνίας του ελεγκτή υλοποιείται με την βοήθεια του γνωστού ολοκληρωμένου οδηγού MAX232 και μερικών εξωτερικών εξαρτημάτων. Οι πιεστικοί μίνι διακόπτες S1-S6 αποτελούν τα χειριστήρια του ελεγκτή του φούρνου. Οι δίοδοι LED D1-D3 καθώς και η οθόνη LCD ενημερώνουν συνεχώς τον χρήστη για όσο διάστημα ο φούρνος είναι σε χρήση. Σε ότι αφορά το τροφοδοτικό του κυκλώματος δεν χρειάζεται να πει κανείς και πάρα πολλά πράγματα, αφού πρόκειται για μια πολύ βασική και κοινότυπη διάταξη. Παρατηρήστε ωστόσο ότι δεν περιλαμβάνεται καμία τηκτική ασφάλεια στο κύκλωμα. Για το τμήμα της τάσης εισόδου θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια εξωτερική ασφάλεια. Εκτός από την τηκτική ασφάλεια που συνήθως τοποθετείται στο πίσω μέρος της συσκευής και που ούτως ή άλλως είναι απαραίτητη, στο σύστημα πρέπει να συμπεριληφθεί και ένας μηχανισμός διακοπής εκτάκτου ανάγκης. Θα πρέπει να συνδεθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να θέτει πλήρως εκτός λειτουργίας όλο το σύστημα σε περίπτωση που η θερμοκρασία του φούρνου ανέλθει σε πολύ υψηλά επίπεδα. Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγεται η επικίνδυνη υπερθέρμανση του φούρνου εξαιτίας κάποιας ενδεχόμενης δυσλειτουργίας και φυσικά έτσι αποφεύγεται και ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Η (ασφαλισμένη) γραμμή τροφοδοσίας των 230 V συνδέεται στην κλέμα K3. Τα δύο θερμαντικά στοιχεία συνδέονται στις κλέμες K4 και K5.

Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση του κυκλώματος ελέγχου σε κάθε φούρνο είναι κάπως διαφορετική και εξαρτάται ως επί το πλείστον από την εκάστοτε συσκευή φούρνου. Αυτό σημαίνει ότι δεν είμαστε σε θέση να δώσουμε σαφείς οδηγίες εγκατάστασης του τύπου, "Ξεβιδώνουμε πρώτα τις τέσσερις βίδες του καλύμματος", κ.λ.π. Επομένως μάλλον θα πρέπει να βασιστείτε στο ταλέντο και την εφευρετικότητά σας. Το ίδιο ισχύει και για το τυπωμένο κύκλωμα της κατασκευής. Μπορείτε φυσικά να χρησιμοποιήσετε το δικό μας σχέδιο (Σχήμα 3), αλλά μάλλον δεν θα ταιριάζει σε όλα τα μοντέλα φούρνων. Όλα αυτά σημαίνουν πως μάλλον θα πρέπει τελικά να σχεδιάσετε εσείς οι ίδιοι το τυπωμένο της κατασκευής έτσι ώστε να ταιριάζει στο συγκεκριμένο μοντέλο φούρνου που θα έχετε επιλέξει. Θεωρούμε ως δεδομένο πως όποιος καταγίνεται με κατα-



Σχήμα 6 Τα τέσσερα στάδια προετοιμασίας μιας πλακέτας: χωρίς κόλληση, με κόλληση, με τοποθετημένα αλλά όχι συγκολλημένα εξαρτήματα και το τελικό προϊόν.

σκευές που περιλαμβάνουν εξαρτήματα σε συσκευασίες όπως είναι η BGA, σίγουρα θα είναι σε θέση να σχεδιάσει ένα κατάλληλο τυπωμένο κύκλωμα για τον ελεγκτή μας. Σε κάθε περίπτωση βέβαια το δικό μας σχέδιο είναι ένα σημείο αφετηρίας. Από άποψη ασφαλείας καλό είναι να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο κύκλωμα εργάζεται με το ρεύμα του οικιακού δικτύου (230 VAC), γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει σοβαρός κίνδυνος σε περίπτωση που δεν συναρμολογηθεί ή χρησιμοποιηθεί σωστά. Όπως ήδη αναφέραμε, η γραμμή τροφοδοσίας από το δίκτυο της ΔΕΗ θα πρέπει πρώτα να ασφαλιστεί πριν εισαχθεί στο κύκλωμα και η τιμή της ασφάλειας θα πρέπει να επιλεγεί με γνώμονα την ονομαστική ισχύ των θερμαντικών στοιχείων της χρησιμοποιούμενης συσκευής. Επίσης απαραίτητη κρίνεται και μια επιπλέον διάταξη γενικής διακοπής της παροχής της συσκευής για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.

Λειτουργία του συστήματος

Στα πλαίσια της σχεδίασής μας προσπαθήσαμε να απλοποιήσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο την χρήση αυτού του κυκλώματος ελέγχου. Όταν η διάταξη τροφοδοτηθεί με τάση για πρώτη φορά εμφανίζει ένα μήνυμα υποδοχής στην οθόνη της ενώ στο υπόβαθρο ο μικροελεγκτής επιτελεί διάφορες διεργασίες ελέγχου. Για παράδειγμα, θα εμφανιστεί ένα μήνυμα προειδοποίησης σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι λείπει η μνήμη EEPROM από το σύστημα καθώς διενεργείται και ένας επιπλέον έλεγχος με σκοπό να διαπιστωθεί αν υπάρχουν καταχωρη-

μένες έγκυρες ρυθμίσεις στην μνήμη αυτήν. Αν δεν βρεθούν έγκυρες τιμές ρυθμίσεων βαθμονόμησης στην μνήμη τότε θα εμφανιστεί ένα μήνυμα στην οθόνη που θα μας προτρέψει να πιέσουμε το πλήκτρο ENTER ώστε να εκκινήσει η αυτόματη διαδικασία βαθμονόμησης της συσκευής. Εφόσον όλα πάνε καλά μετά το πέρας της διαδικασίας της αυτόματης βαθμονόμησης θα εμφανιστεί στην οθόνη του κυκλώματος το βασικό μενού. Στο βασικό μενού λειτουργίας του ελεγκτή μπορείτε κάνοντας χρήση των πλήκτρων ↓ και ↑ να επιλέξετε μια από τις βασικές λειτουργίες START, EDIT, LOG ή CALIBRATE. Για να εκτελεστεί η εκάστοτε λειτουργία που έχετε επιλέξει δεν έχετε παρά να πιέσετε το πλήκτρο ENTER.

Διαδικασία βαθμονόμησης

Η λειτουργία CALIBRATE (βαθμονόμηση) εκτελεί μια πλήρως αυτοματοποιημένη διεργασία μέτρησης του πιο σημαντικού χαρακτηριστικού του φούρνου κολλήσεων: την τιμή υπερύψωσης της θερμοκρασίας του (δείτε το ένθετο «Σχετικά με το κύκλωμα Ελέγχου»). Πριν εκκινήσετε την διαδικασία της αυτόματης βαθμονόμησης σιγουρευτείτε ότι η πόρτα του φούρνου είναι ερμητικά κλειστή καθώς και ότι δεν υπάρχει τίποτε στο εσωτερικό του φούρνου. Ο ελεγκτής στην συνέχεια θα ανεβάσει την θερμοκρασία του φούρνου στους 100 °C όπου και θα θέσει εκτός λειτουργίας τα θερμαντικά στοιχεία. Η θερμοκρασία στο εσωτερικό του φούρνου θα συνεχίσει να αυξάνεται για ένα μικρό χρονικό διάστημα έως ότου λάβει

μία συγκεκριμένη μέγιστη τιμή. Όταν η θερμοκρασία πάψει πλέον ουσιαστικά να αυξάνεται τότε ο μικροελεγκτής υπολογίζει την τιμή της υπερύψωσης. Η τιμή αυτή αποθηκεύεται μόνιμα στην μνήμη EEPROM οπότε δεν είναι απαραίτητο να επαναλαμβάνεται η ρουτίνα βαθμονόμησης κάθε φορά που χρησιμοποιείται ο φούρνος

Τροποποίηση τιμών (Edit)

Διαφορετικοί τύποι κόλληση ενδέχεται να παρουσιάζουν διαφορετικές θερμοκρασίες τήξης. Η θερμοκρασία του σημείου τήξης καθώς και η θερμοκρασία ενεργοποίησης του βοηθητικού υλικού (σολδερίνη) εξαρτώνται από την ειδική σύνθεση της κόλλησης. Επίσης θα πρέπει να συμβουλευέστε κάθε φορά τα φυλλάδια των κατασκευαστών των εξαρτημάτων που χρησιμοποιείτε ώστε να έχετε στην διάθεσή σας το σωστό προφίλ των απαιτούμενων θερμοκρασιών (με άλλα λόγια, των απαραίτητων ρυθμίσεων). Μπορείτε φυσικά να αποκλίνετε από τις αυστηρές προδιαγραφές των κατασκευαστών, αλλά σε μια τέτοια περίπτωση κανείς δεν μπορεί να σας εγγυηθεί ότι τα εξαρτήματα θα είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένα πάνω στην πλακέτα μετά από την ολοκλήρωση της διαδικασίας των κολλήσεων. Στο **Σχήμα 4** δίνεται γραφικά το προφίλ των θερμοκρασιών με τις ρυθμίσεις που χρησιμοποιήσαμε στην δική μας έκδοση του ελεγκτή. Οι τιμές που εμφανίζονται στο γράφημα είναι ενδεικτικές και απλά αναφέρεται ότι στο εργαστήριό μας λάβαμε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Το μενού καταγραφής (Log)

Το μενού LOG επιτρέπει στον χρήστη να ενεργοποιεί ή να απενεργοποιεί κατά θύληση, την ενσωματωμένη λειτουργία καταγραφής θερμοκρασιών. Η λειτουργία αυτή απενεργοποιείται ούτως ή άλλως κάθε φορά που η μονάδα τίθεται εκτός λειτουργίας. Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγεται η επαναλαμβανόμενη και άσκοπη επανεγγραφή των δεδομένων στην μνήμη EEPROM, κάτι που γίνεται μόνον όταν είναι απαραίτητο και συμβάλλει στην μακροβιότητα της μνήμης. Μπορείτε να ενεργοποιήσετε την λειτουργία καταγραφής με το πλήκτρο ↑ ενώ για να την απενεργοποιήσετε πιέζετε το πλήκτρο ↓. Αν πιέσετε το πλήκτρο → τα καταγεγραμμένα δεδομένα θερμοκρασίας που αντιστοιχούν στον πιο πρόσφατο κύκλο ελέγχου της διαδικασίας συγκόλλησης θα μεταδοθούν μέσω της θύρας επικοινωνίας. Οι σχετικές ρυθμίσεις της θύρας είναι 4800, 8, N και 1, που αντιστοιχούν στην ταχύτητα

μετάδοσης, στον αριθμό των ψηφίων (bits) της πληροφορίας, στην μη ύπαρξη ισοτιμίας και στον αριθμό των ψηφίων λήξης. Οι αποθηκευμένες τιμές χωρίζονται μεταξύ τους με έναν χαρακτήρα [RETURN]. Μπορείτε να αποθηκεύσετε τα δεδομένα σε ένα αρχείο με την βοήθεια του προγράμματος HyperTerminal ή οποιουδήποτε άλλου κατάλληλου προγράμματος εξομοίωσης τερματικού. Καλό είναι να δώσετε την επέκταση '.csv' στο αρχείο που πρόκειται να δημιουργήσετε ώστε να μπορείτε να το επεξεργαστείτε με χρήση κάποιου προγράμματος τύπου λογιστικών φύλλων εργασίας (spreadsheet). Κάνοντας χρήση ενός προγράμματος όπως είναι το Excel, μπορείτε να δημιουργήσετε μια γραφική παράσταση από τα διαθέσιμα δεδομένα λαμβάνοντας τελικά την παράσταση μεταβολών της πραγματικής θερμοκρασίας (προφίλ θερμοκρασιών). Για την επιστροφή μας στο βασικό μενού πιέζουμε το πλήκτρο [ESC].

Το Μενού Start

Η λειτουργία START επιτελεί αυτό ακριβώς που λέει το όνομά της: ξεκινά την διαδικασία της συγκόλλησης. Στην οθόνη εμφανίζεται μια ένδειξη με την οποία ο χρήστης πληροφορείται για την εξέλιξη της διαδικασίας. Σε περίπτωση που κάτι δεν πάει καλά μπορείτε να διακόψετε την διαδικασία πιέζοντας το πλήκτρο [ESC]. Ένας άλλος τρόπος μεταβολής της διαδικασίας είναι η χρήση των πλήκτρων ↑ και ↓. Κατά την διάρκεια που ο φούρνος λειτουργεί κανονικά, μπορείτε να κάνετε χρήση των δύο αυτών πλήκτρων για να αυξήσετε ή να ελαττώσετε την επιθυμητή θερμοκρασία. Μια επίσης πολύ χρήσιμη ιδιότητα της μονάδας αυτής είναι ότι η πληροφορία που εκπέμπεται μέσω της σειριακής θύρας εξέρχεται με το πιο σημαντικό ψηφίο πρώτο (MSB). Η διαδικασία ανάγνωσης των δεδομένων της EEPROM ακολουθεί τις ίδιες ρυθμίσεις δηλαδή, 4800, 8, N και 1, που αντιστοιχούν στην ταχύτητα μετάδοσης, στον αριθμό των ψηφίων (bits) της πληροφορίας, στην μη ύπαρξη ισοτιμίας και στον αριθμό των ψηφίων λήξης. Η μορφή απεικόνισης των δεδομένων φαίνεται στο **Σχήμα 5**. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να απο-

θηκευτούν στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή με την βοήθεια του HyperTerminal και στην συνέχεια να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία με κάποιο πρόγραμμα λογιστικών φύλλων. Το προφίλ των θερμοκρασιών όπως δίνεται στο **Σχήμα 4** έχει δημιουργηθεί με αυτόν τον τρόπο.

Πρακτική εμπειρία

Έχουμε ήδη κάνει επανειλημμένη χρήση του δικού μας φούρνου κολλήσεων SMD για την κατασκευή διαφόρων πρωτοτύπων. Κάθε φορά που τον χρησιμοποιούσαμε ωστόσο ήμασταν υποχρεωμένοι προς το τέλος της διαδικασίας να ανοίγουμε το πορτάκι του φούρνου για να επιταχύνουμε το στάδιο ψύξης. Οι περισσότεροι φούρνοι χαμηλού κόστους δεν διαθέτουν κάποιον εσωτερικό ανεμιστήρα για την υποβοήθηση της ψύξης. Επίσης, στο δικό μας κύκλωμα δεν υπάρχει πρόβλεψη για οδήγηση ενός τέτοιου ανεμιστήρα. Για εκείνους που θέλουν να εργαστούν περιστασιακά με έναν τέτοιο φούρνο κολλήσεων δεν θα αποτελεί μάλλον σημαντικό πρόβλημα η παρακολούθηση του φούρνου με σκοπό την επέμβαση του χρήστη για το άνοιγμα της πόρτας μετά το τέλος της διαδικασίας. Τέλος, είναι καλό να είστε ενημερωμένοι για το αν η συγκεκριμένη κόλληση που χρησιμοποιείτε είναι κατάλληλη για χρήση στην χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία. Οι πιο πρόσφατες συνθέσεις υλικού πάστας συγκόλλησης έχουν εναρμονιστεί με τις προδιαγραφές RoHS, πράγμα που μεταξύ άλλων σημαίνει ότι στην συγκεκριμένη σύνθεση δεν περιέχεται μόλυβδος. Το γεγονός αυτό δημιουργεί κάπως υψηλότερα σημεία τήξης για την κόλληση.

Γενικά τα πράγματα σχετικά με το αντικείμενο αυτό βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη και καλό θα είναι να προσέχετε ώστε να αποφεύγονται πάστες συγκόλλησης με συνθέσεις τέτοιες που παρουσιάζουν σχετικά χαμηλά σημεία τήξης. Και μια που αναφερόμαστε στο ζήτημα της πάστας συγκόλλησης, καλό θα είναι το υλικό αυτό να διατηρείται σε μέρος δροσερό (ψυγείο κατά προτίμηση) ώστε να εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερος χρόνος ζωής. (050319-1)

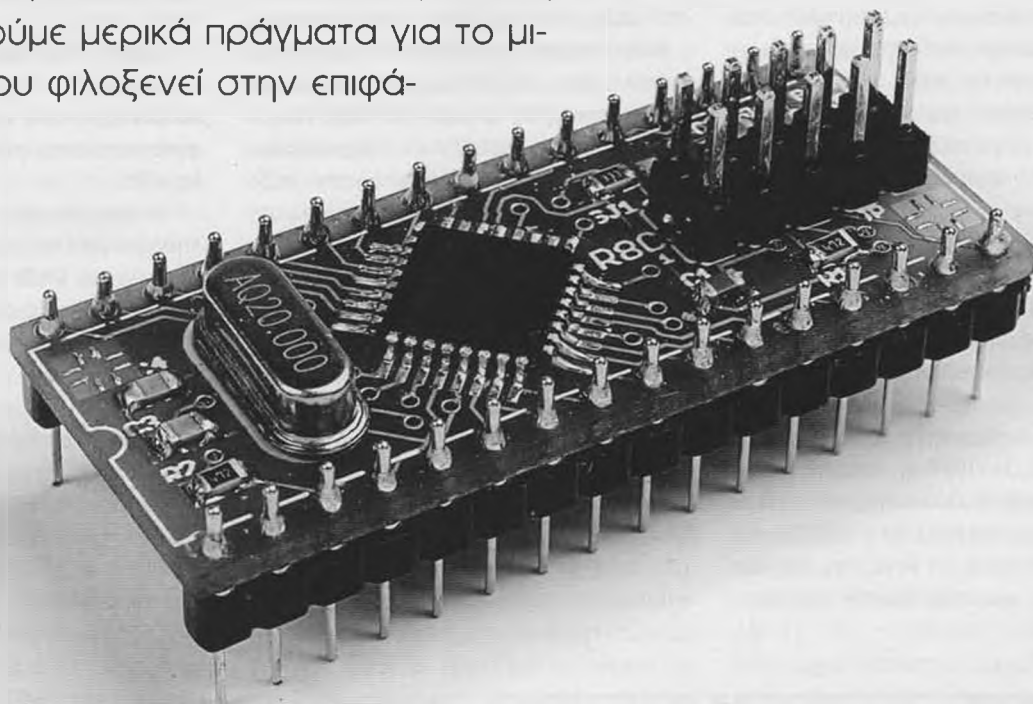
Το συγκεκριμένο κύκλωμα εργάζεται με το ρεύμα του οικιακού δικτύου (230 VAC), γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει σοβαρός κίνδυνος σε περίπτωση που δεν συναρμολογηθεί ή χρησιμοποιηθεί σωστά.

Η οικογένεια R8C

16ψήφια δύναμη για όλους

Από τους Gunther Ewald και Burkhard Kainka

Από το Ελέκτορ θα μπορείτε να προμηθεύσετε σε πολύ χαμηλή τιμή μια μικρή πλακέτα βασισμένη στο μικροελεγκτή R8C. Η πλακέτα αυτή που σχεδιάστηκε σε συνεργασία με την Glyx, συνοδεύεται από το σχετικό λογισμικό υποστήριξης. Προτού όμως αρχίσετε να δουλεύετε με αυτήν είναι σκόπιμο να πούμε μερικά πράγματα για το μικροελεγκτή που φιλοξενεί στην επιφάνειά της.



Οι μικροελεγκτές της Ιαπωνικής Renesas κατέχουν ήδη μια σημαντική θέση στην Ευρωπαϊκή αγορά. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές αυτοματισμού όπως π.χ. στους αισθητήρες των αυτοκινήτων, τους ανιχνευτές πυρκαγιάς, στους μηχανισμούς ανοίγματος / κλεισίματος θυρών, σε συστήματα ελέγχου θέρμανσης, σε όργανα μέτρησης, σε στερεοφωνικά συγκροτήματα κ.α.

Όσο όμως και αν οι αναγνώστες του Ελέκτορ είναι εξοικειωμένοι με τους μικροελεγκτές των οικογενειών x51 ή AVR σίγουρα δεν νοιώθουν το ίδιο 'άνετοι' με τους R8C ή τους M16C. Το πιθανότερο, μάλιστα, είναι να τους αγνοούν τελείως. Και αυτό είναι άσχημο μιας που οι δύο αυτές Ιαπωνικές γενιές διαθέτουν ικανότητες πα-

ραπάνω από εντυπωσιακές. Εκτός όμως από αυτό, όλοι οι μικροελεγκτές τους είναι, αναμφισβήτητα, πολύ εύκολοι στη χρήση. Ο προγραμματισμός της ενσωματωμένης μνήμης Flash πραγματοποιείται με τη χρήση των ίδιων των σημάτων της σειριακής θύρας ενός PC, ενώ σε πολλές εφαρμογές η χρήση ενός εξωτερικού κρυστάλλου αποδεικνύεται περιττή.

Το πιο σημαντικό ίσως είναι, ότι όλο το απαραίτητο λογισμικό υποστήριξης τους διατίθεται δωρεάν. Ποιος λοιπόν μπορεί να μας εμποδίσει από το να πιάσουμε αμέσως δουλειά;

Η αρχή των πραγμάτων

Το 1996 η Mitsubishi Electric άρχισε να αντικαθιστά τους επιτυχημένους μικροελε-

γκτές της τύπου MELPS7700 με τους διάδοχους τους που δεν ήταν άλλοι από τους M16C/60. Το νέο προϊόν διέθετε τα ίδια περιφερειακά με το προκάτοχό του, μόνο που περιλάμβανε μια σαφώς καλύτερη CPU και φιλοξενούσε 100 αντί 80 ακίδες. Απορροφήθηκε άμεσα από τις τότε ανάγκες της αγοράς που ζητούσε εναγωνίως μικροελεγκτές για τους νεότευκτους εκτυπωτές ψεκασμού και τα φωτοαντιγραφικά μηχανήματα νέας τεχνολογίας. Οι χρήσεις των M16C/60 όμως δεν περιορίστηκαν στις παραπάνω συσκευές. Λόγω των πολλών ενσωματωμένων Χρονιστών, αλλά και της μικρής κατανάλωσής τους κέρδισαν γρήγορα την εμπιστοσύνη των Ευρωπαίων κατασκευαστών, που τους αξιοποίησαν στη βιομηχανία.

Μεγαλύτερη επιτυχία γνώρισαν δύο χρόνια αργότερα, το 1998, όταν ενσωμάτωσαν στο εσωτερικό τους μνήμη Flash τύπου DINOR. Η μνήμη αυτή δεν απαιτεί υψηλή τάση προγραμματισμού, απλοποιώντας κατά πολύ τη διαδικασία εγγραφής των κυττάρων της. Τα τελευταία είναι σε θέση να συγκρατούν τα δεδομένα για τουλάχιστον 10 χρόνια.

Στα χρόνια που πέρασαν, ο περισσότερος επιτυχημένος τύπος M16C/62 ανανεώθηκε συνολικά τρεις φορές. Οι πρώτες τροποποιήσεις του υλικού του έδωσαν τον M16C/62, για να ακολουθήσουν κατόπιν οι M16C/62A και M16C/62P. Σε κάθε μια νεώτερη έκδοση, οι διαστάσεις του ολοκληρωμένου γινόντουσαν όλο και πιο μικρές, αντίθετα με τις δυνατότητές του που αυξανόταν όλο και πιο πολύ.

Ακόμα, αυξανόταν σημαντική η ταχύτητα λειτουργίας του με ταυτόχρονη μείωση του απορροφούμενου ρεύματος. Δεν χωράει αμφιβολία πως οι μηχανικοί της εταιρίας έδιναν τον καλύτερο εαυτό τους προκειμένου να παρουσιάσουν ένα σύγχρονο και ανταγωνιστικό προϊόν. Παρ' όλες όμως τις 'καίριες' αυτές επεμβάσεις και οι τρεις παραλλαγές παρέμεναν συμβατές μεταξύ τους.

Έχοντας αποκτήσει επαρκή εμπειρία από τον M16C/62, το 1999 η κατασκευάστρια εταιρία παρουσίασε δύο άλλες οικογένειες μικροελεγκτών, την R8C και την R32C που ήρθαν να καλύψουν τα κενά της αρχικής. Έως το 2003 κατασκευάζονταν στα εργο-

στάσια της Mitsubishi. Από αυτό το έτος και μετά ανέλαβε η Renesas μια εταιρία που δημιουργήθηκε από την σύμπραξη της Mitsubishi με τη Hitachi Electric. Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παραπάνω οικογενειών θα τα βρείτε στο δικτυακό τόπο www.m16c.de. Όπως εύκολα προκύπτει παρατηρώντας το σχ. 1, από τη στιγμή που εξοικειωθείτε με τα χαρακτηριστικά των R8C μπορείτε εύκολα να μετακομίσετε στους 'δυνατότερους' που σημειώνονται στο υψηλότερο μέρος του διαγράμματος.

Εκτός του ότι θα εξακολουθήσετε να χρησιμοποιείτε τον ίδιο μεταγλωττιστή, θα διαπιστώσετε πως όλες οι εφαρμογές σας 'τρέχουν' εξ ίσου καλά (αν όχι καλύτερα!) και στα μέλη των ισχυρότερων οικογενειών.

Ακόμα και αν αποφασίσετε να κάνετε το μεγάλο άλμα και να περάσετε σε κάποιον μικροελεγκτή 32 ψηφίων θα δείτε πως οι τροποποιήσεις παραμένουν ελάχιστες έως μηδενικές. Δικαιολογημένα, λοιπόν, στρέφουμε το ενδιαφέρον μας στην 'μικρότερη' οικογένεια μικροελεγκτών της Renesas που δεν είναι άλλη από την R8C.

Η οικογένεια R8C

Ο πρώτος R8C κατασκευάστηκε το 2003 με σκοπό να αποτελέσει μια φθηνή συμβατή παραλλαγή του M16C/10. Κύρια διαφορά του σε σχέση με τα μέλη της οικογένειας M16C της Mitsubishi είναι η χρήση εσωτερικών διαύλων επικοινωνίας 8 γραμμών αντί 16. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται η επιφάνεια του χρησιμοποιού-

μενου ημιαγωγού υλικού αφήνοντας περιθώριο για άλλες προσθήκες. Δεν άλλαξε όμως μόνο το εύρος του διαύλου δεδομένων. Ο R8C είναι ικανός να διευθυνσιοδοτήσει μόνο 64 Kbyte σε αντίθεση με το 1 Mbyte των M16C. Ταυτόχρονα η Renesas αντικατέστησε τη μέχρι τότε μνήμη προγράμματος τύπου Flash, με μια νεώτερη τεχνολογία DINOR.

Σε όλα αυτά προστέθηκαν τέσσερις ακίδες μέσω των οποίων μπορεί να πραγματοποιηθεί αποσφαλμάτωση της εκτελούμενης εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο. Με αυτήν την προσθήκη όχι μόνο το κόστος του ίδιου του μικροελεγκτή, αλλά και το κόστος ανάπτυξης μιας εφαρμογής μειώνονται σημαντικά.

Η μικρή θήκη των 20 ακίδων (αντί των 32) κάνει τον R8C ιδανικό για εφαρμογές, σε βιομηχανικούς αισθητήρες και σε πάσης φύσεως καταγραφικά δεδομένων σε μοντέλα κ.λ.π.

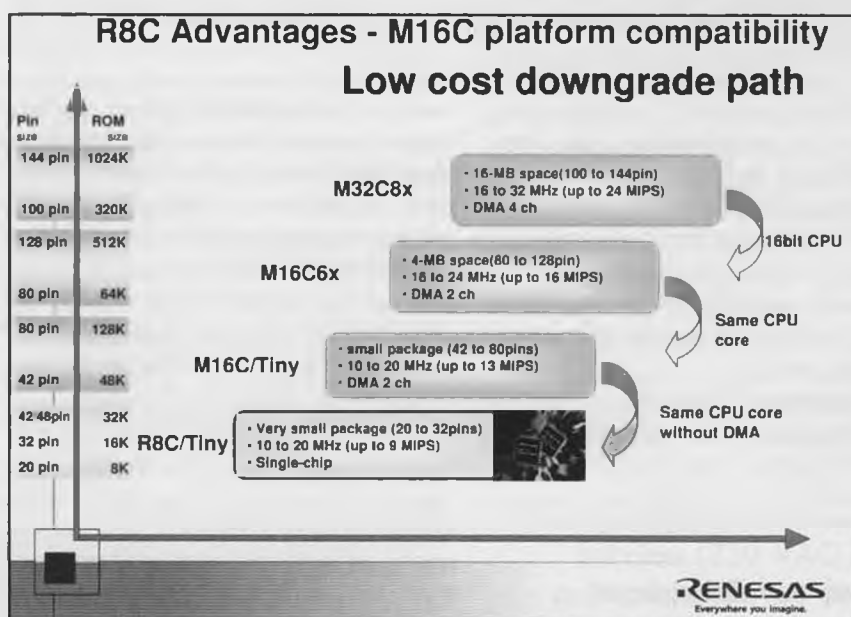
Στα επόμενα μέρη της σειράς θα ασχοληθούμε με την οικογένεια R8C και ειδικότερα με τον R8C/13. Έχουμε προγραμματίσει τη δημοσίευση άρθρων σχετικών με τη χρήση του λογισμικού υποστήριξής του, όπως επίσης και με παρουσιάσεις απλών εφαρμογών. Άλλωστε δεν πρέπει να ξεχνάμε, πως σκοπός των συγγραφέων του άρθρου είναι να προσφέρουν γνώση στους αναγνώστες τους περιγράφοντας και σχολιάζοντας νέα προϊόντα.

Ο πυρήνας

Η CPU του μικροελεγκτή αποδίδει 8 MIPS 'τρέχοντας' σε συχνότητα 10 MHz. Το ρεπερτόριο εντολών της περιλαμβάνει 89 διαφορετικές εντολές. Από αυτές οι 20 εκτελούνται μέσα σε ένα κύκλο του σήματος χρονισμού, ενώ οι υπόλοιπες σε, κατά μέσο όρο, πέντε κύκλους.

Κάτω από αυτές τις προδιαγραφές, ένας απλός πολλαπλασιασμός δύο 16ψηφίων δυαδικών αριθμών απαιτεί χρόνο 250 nsec, ενώ μια διαίρεση 32 / 16ψηφίων χρόνο 1248 msec. Ανάμεσα στο σύνολο των εντολών ξεχωρίζει η RMPA που είναι σε θέση να υπολογίσει το άθροισμα μιας σειράς γινόμενων.

Για όσους ασχολούνται με ψηφιακά φίλτρα, είναι αναμφισβήτητα εξαιρετικά χρήσιμη. Οι εντολές από την ίδια του φύση τους καταφέρνουν να εξοικονομούν χώρο μνήμης. Έτσι αν έχετε π.χ. να επεξεργαστείτε ποσότητες εύρους 1, 2, 4 ή 8 δυαδικών ψηφίων αρκεί να δεσμεύσετε ένα, δύο ή τρία byte μέσα στα οποίο 'βολεύο-



Σχ. 1. Οι οικογένειες μικροελεγκτών της Renesas.



Σχ. 2. Ένα κύκλωμα αναλαμπών LED. Το μόνο που χρειάζεται είναι ένας R8C/13 που 'τρέχει' με το εσωτερικό σήμα χρονισμού του.

νται' και ο κώδικας λειτουργίας της εντολής και τα δεδομένα.

Το ίδιο συμβαίνει και στις περιπτώσεις που οι επεξεργαζόμενες ποσότητες αφορούν διευθύνσεις. Η εντολή της Σύγκρισης έχει επαυξηθεί κατάλληλα, ώστε να επιτρέπει την εκτέλεση εντολών φόρτωσης δεδομένων τύπου MOV σύμφωνα με την κατάσταση ενός ψηφίου – σημαίας. Και αυτό χωρίς να αποκτηθεί προηγούμενη σύγκριση.

Τα περιφερειακά

Ο R8C/13 διαθέτει τρεις Χρονιστές των οκτώ ψηφίων, έναν των 16 ψηφίων, ένα Χρονιστή Επιτήρησης, έναν πολύ γρήγορο μετατροπέα Αναλογικού σε Ψηφιακό με δώδεκα εισόδους και χρόνο μετατροπής 3,3 μsec, δύο UART (το ένα μπορεί να εργαστεί και με σύγχρονο τρόπο), μνήμη προγράμματος τύπου Flash, μνήμη δεδομένων τύπου Flash (εργάζεται σαν εικονική EEPROM), Στατική RAM, 20 ακίδες γενικής χρήσης με δυνατότητα παροχής ρεύ-



Σχ. 3. Το κύκλωμα αποσφαλμάτωσης E8 της Glyh επιτρέπει την παρακολούθηση ενός προγράμματος σε πραγματικό χρόνο.

ματος 20 mA αρκετό για άμεση οδήγηση LED ή ανάλογων φορτίων, έναν ανιχνευτή πτώσης τάσης, δύο ενσωματωμένους ρυθμιζόμενους ταλαντωτές στα 125 KHz και 8 MHz και, τέλος, έναν ταλαντωτή εξωτερικού κρυστάλλου. Φιλοξενεί επίσης μια επιπλέον βαθμίδα υπεύθυνη για την αυτόματη παραγωγή σήματος εκκίνησης αξιοποιώντας ένα μετρητή πέντε ψηφίων.

Όπως συμβαίνει και με τα υπόλοιπα προϊόντα της Renesas έτσι

και με τον R8C/13 η απορρόφηση ρεύματος είναι πολύ μικρή φθάνοντας, μόλις, τα 7,9 mA για τάση λειτουργίας 5 V και συχνότητα 16 MHz. Το παραπάνω ρεύμα μειώνεται στα 4 mA όταν χρησιμοποιείται ο ενσωματωμένος ταλαντωτής των 8 MHz ή στα 470 μA όταν έχει αναλάβει υπηρεσία ο ταλαντωτής των 125 KHz.

Στην κατάσταση Αναμονής (Stop) το ρεύμα γίνεται πρακτικά ανύπαρκτο υποβιβαζόμενο στα 0,7 μA. Ένα πολύ ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του R8C/13, που τον κάνει ιδιαίτερα δημοφιλή στους μοντελιστές είναι η ικανότητα εκκίνησής του με τη βοήθεια του ενσωματωμένου ταλαντωτή των 125 KHz.

Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται κατά πολύ οι απαιτήσεις του σε ρεύμα από την μπαταρία του μοντέλου, επιτρέποντάς στην τελευταία να τροφοδοτηθεί με μεγαλύτερη ευκολία τα υπόλοιπα φορτία.

Στο σχ. 2 φαίνεται το πόσο εύκολα κατασκευάζεται ένα ελάχιστο σύστημα βασισμένο στον R8C/13. Αρκεί μια αντίσταση και ένα LED για να έχετε στα χέρια σας ένα μικροσκοπικό κύκλωμα παραγωγής αναλαμπών.

Αποσφαλμάτωση μέσω της κατάλληλης διασύνδεσης

Όλοι οι μικροελεγκτές της οικογένειας R8C διαθέτουν μια πρόσθετη βαθμίδα που επικοινωνώντας σύγχρονα ή ασύγχρονα με έναν PC επιτρέπει την εύκολη αποσφαλμάτωση των εκτελούμενων προγραμμάτων. (Για την ασύγχρονη επικοινωνία, που είναι και η πιο εύκολα υλοποιήσιμη, πρέπει να προστεθεί ένα ολοκληρωμένο μετατροπής στάθμης).

Η διαδικασία της αποσφαλμάτωσης ξεκινά με την εκτέλεση του προγράμματος KD30 στον υπολογιστή (PC) που έχουμε συνδέσει σειριακά με τον μικροελε-

γκτή. Αμέσως μόλις τεθεί σε λειτουργία, το KD30 'φλασάρει' στη μνήμη του R8C/13 ένα μικρό πρόγραμμα επικοινωνίας, / επιτήρησης το οποίο τίθεται, επίσης, σε λειτουργία. Μέσω αυτού το KD30 μπορεί να διακινεί δεδομένα απαραίτητα για τον έλεγχο του εκάστοτε εκτελούμενου προγράμματος.

Η βαθμίδα αποσφαλμάτωσης επιτρέπει επιπρόσθετα και το 'κατέβασμα' πλήρως αναπτυγμένων και ελεγμένων προγραμμάτων στη μνήμη του μικροελεγκτή. Αρκεί να 'τρέξετε' στον υπολογιστή σας το Flash-Start ή το FDT και η 'κατεβασιά' γίνεται με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα και αξιοπιστία. Τα προγράμματα αυτά, όπως και όλα τα υπόλοιπα που αναφέρονται στη συνέχεια, μπορείτε να τα 'κατεβάσετε' δωρεάν από τους δικτυακούς τόπους www.renesas.com ή www.m16c.de. Φιλοξενούνται επίσης και στο CD-ROM που συνοδεύει το άρθρο.

Τα εργαλεία

Με τη βοήθεια των μικροελεγκτών της Renesas μπορεί κάθε ενδιαφερόμενος να υλοποιήσει απλές, σύνθετες ή, ακόμα, και εξαιρετικά πολύπλοκες εφαρμογές. Για το λόγο αυτό η κατασκευάστρια εταιρία διαθέτει αντίστοιχα πακέτα λογισμικού. Θα πρέπει όμως, προτού διαλέξει ο σχεδιαστής το πακέτο που του ταιριάζει, να έχει ξεκαθαρίσει την κατηγορία που ανήκει η κατασκευή του.

Αν η κατασκευή του είναι απλή (Κατηγορία 1) τότε το σύνολο του απαραίτητου λογισμικού διατίθεται δωρεάν. Ανάμεσα σε αυτό περιλαμβάνεται και ένας μεταγλωττιστής γλώσσας C με άδεια χρήσης GNU κατάλληλος για όλους τους μικροελεγκτές της οικογένειας M16C.

Ας δούμε όμως τι προσφέρει η Renesas για τις τρεις κατηγορίες εφαρμογών που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το κόστος, το σκοπό και τις δυνατότητες.

Κατηγορία 1: Σε ότι αφορά στο υλικό, το μόνο που απαιτείται είναι η χρήση ενός κυκλώματος μετατόπισης στάθμης σημάτων RS232 (αναφερθήκαμε σ' αυτό προηγούμενως), ενός καλωδίου σειριακής σύνδεσης και ενός προσωπικού υπολογιστή (PC). Από πλευράς λογισμικού αρκεί ο δωρεάν διατιθέμενος μεταγλωττιστής NC30 μαζί με το Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης HEW που τον συνοδεύει.

Στα μειονεκτήματά του, κατά τα άλλα, άψογου μεταγλωττιστή θα μπορούσαμε να

Προκαταρτικές ασκήσεις

Τα παρακάτω προγράμματα είναι σε θέση να προσδιορίσουν αν μπορεί μια συγκεκριμένη εργασία να εκτελεστεί από έναν R8C. Η εγκατάστασή τους είναι πολύ εύκολη για όλους όσους έχουν έστω και μια μικρή εμπειρία με τους μικροελεγκτές και εφόσον ακολουθήσουν σχολαστικά τις οδηγίες μας. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτά θα δώσουμε στο επόμενο τεύχος. Καθοριστικό ρόλο για τη σωστή λειτουργία τους έχει η σειρά με την οποία θα τα εγκαταστήσετε στον υπολογιστή σας.

1 Το πρόγραμμα επιτήρησης (monitor) KD30 και ο αποσφαλματωτής αποτελούν τμήματα του προγράμματος HEW. Τα KD30 και HEW είναι συμβατά με τους μεταγλωττιστές NC20 και GNU όπως επίσης και με τους JAR ή Tasking C. Και τα δύο θα τα βρείτε στο δικτυακό τόπο της Renesas (www.renesas.com) κάνοντας κλικ στις επιλογές Global Site/Software and Tools / Download. Το πρώτο που έχετε να κάνετε μόλις ανοίξει το σχετικό παράθυρο είναι να αποδεχθείτε τους όρους χρήσης (κλικ στο 'Agree') και να κλικάρετε την επιλογή 'Evaluation Software'. Στη συνέχεια κάτω από την επιλογή 'Upgrades' κάντε κλικ στα 'Monitor Debugger' και 'Others'. Επιλέξτε κατόπιν το 'KD30 UART'. Μετά από αυτές τις κινήσεις, θα αρχίσει το 'κατέβασμα' του αρχείου που περιέχει όλα τα παραπάνω προγράμματα. Το συνολικό του μέγεθος είναι 5,6 Mbyte.

2 Η δωρεάν έκδοση του μεταγλωττιστή γλώσσας C NC30 (συμπεριλαμβάνει και το HEW) είναι σε θέση να παράγει κώδικα μέγιστου μήκους 64 Kbyte, τον οποίο αποσφαλματώνετε μέσω του HEW ή του KD30. Μπορείτε επίσης να 'κατεβάσετε' το σχετικό λογισμικό από τη διεύθυνση www.renesas.com κάνοντας κλικ στις επιλογές Global Site/Software and Tools/Download. Όπως και πριν έτσι και εδώ, αποδέχεστε την άδεια χρήσης (άλλο ένα κλικ στο 'Agree') και επιλέγετε 'Evaluation Software'. Στο επόμενο παράθυρο (C/C++ Compilers and Assemblers) αναζητάτε το αρχείο M3T-NC30WA που για να το 'κατεβάσετε' θα πρέπει υποχρεωτικά να συμφωνήσετε με τους όρους χρήσης του. Το μέγεθος του είναι περίπου 65 Mbyte. Το HEW (High Performance Embedded Workshop) είναι στην πραγματικότητα ένα περιβάλλον διασύνδεσης χρήστη που διευκολύνει κατά πολύ την δημιουργία, αποσφαλμάτωση και μεταφορά του κώδικα μιας εφαρμογής στη μνήμη του μικροελεγκτή. Ο αποσφαλματωτής είναι συμβατός με τους μεταγλωττιστές NC30 και GNU.

3 Το πακέτο 'Debugger Package' είναι ένα λογισμικό κατάλληλο για τη διασύνδεση του KD30 με το HEW. Είναι διαθέσιμο από τον τόπο www.renesas.com κάνοντας κλικ στις επιλογές Global Site / Software and Tools / Download. Χρειάζεται ακόμα ένα κλικ στο 'Agree' και άλλο ένα στο 'Upgrades'. Συνεχίζετε αναζητώντας, κάτω από τον τίτλο 'In Circuit Emulators and Compact Emulators', την επιλογή 'PC7501 for M15C family'. Μετά από όλα αυτά μπορείτε να 'κατεβάσετε' το 'Debugger Package' που έχει μέγεθος 81 Mbyte.

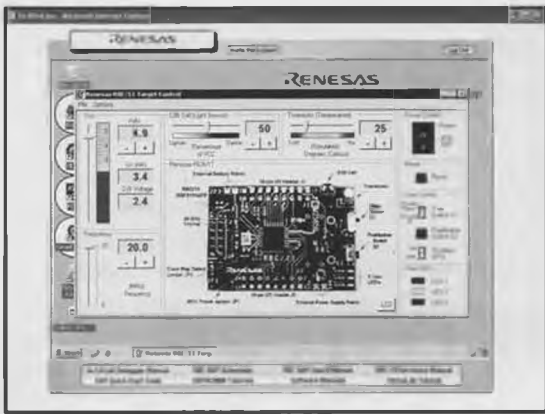
4 Ο μεταγλωττιστής γλώσσας C KPIT (επίσης με άδεια GNU) εργάζεται χωρίς κανένα περιορισμό σε ότι αφορά το μέγεθος του τελικού κώδικα. Τα προϊόντα του μπορούν να αποσφαλματωθούν από το KD30 ή το HEW. Τον 'κατεβάζετε' από το δικτυακό τόπο www.kpitgnu.com αφού πρώτα δηλώσετε τα στοιχεία σας. Το μέγεθος του φθάνει τα 27 Mbyte.

5 Το Αναπτυξιακό εργαλείο FDT (Flash Development Toolkit) είναι ιδανικό για τη μεταφορά του τελικού κώδικα της εφαρμογής σας σε όλους (σχεδόν) τους μικροελεγκτές της Renesas. Θα το βρείτε στη διεύθυνση της Renesas www.renesas.com κάνοντας κλικ στις επιλογές Global Site / Software and Tools / Download. Αναζητήστε τον τίτλο 'Flash and FROM Programming', συμφωνήστε με τους όρους χρήσης και συνεχίστε κάνοντας κλικ στο 'Evaluation Software' και 'Flash Development Toolkit'. Το μέγεθος του αρχείου είναι 27 Mbyte.

6 Το FlashStart είναι ένα θαυμάσιο πρόγραμμα φτιαγμένο την εποχή που η Mitsubishi και η Hitachi ήταν διαφορετικές εταιρίες. Είναι το πλέον κατάλληλο για την εγγραφή των μηνμών προγράμματος των μικροελεγκτών R8C / M16C / M32C. Θα το βρείτε στον τόπο www.renesas.com κάνοντας κλικ στις επιλογές Global Site / CPU&MPU / R8C/Tiny (επάνω πίνακας). Στη συνέχεια κάνετε ένα ακόμα κλικ στην επιλογή 'Software and Tools', πηγαίνετε στο 'Flash and PROM Programming', συνεχίζετε κλικάροντας την επιλογή των προϊόντων 'M3A-0806'. Κατόπιν αναζητάτε στο αριστερό μέρος του παραθύρου την επιλογή 'Software Update' όπου κλικάρετε το 'Agree'. Μπορείτε τότε να 'κατεβάσετε' το ηχηαίο αρχείο (που δεν το χρειάζεστε) όπως επίσης και το εκτελέσιμο μεγέθους 334 Kbyte.

7 Στην δικτυακή σελίδα της Renesas θα βρείτε επίσης και πολλά αρχεία Επικεφαλίδων (Headers) μαζί με αρκετά αρχεία 'Include'. Ακολουθείτε τη γνωστή διαδρομή www.renesas.com / Global Site / Software and Tools / Download. Αμέσως μετά την αποδοχή των όρων ('Agree') αναζητάτε τον τίτλο 'Sample Codes' και κάνετε κλικ στην επιλογή 'M16C Family'. Μπορείτε τότε να 'κατεβάσετε' όσα αρχεία σας ενδιαφέρουν.





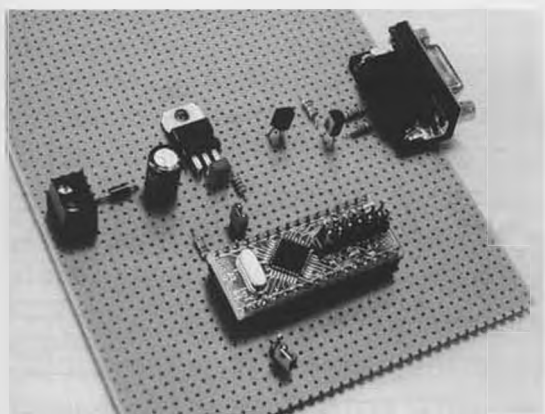
Σχ. 4. Μπορείτε να εξοικειωθείτε με τη χρήση των R8C επισκεπτόμενοι το δικτυακό τόπο της Renesas.

συμπεριλάβουμε την αδυναμία του να δώσει κώδικα μεγαλύτερο των 64 Kbyte, κάτι που περιορίζει τις δυνατότητες της τελικής εφαρμογής.

Αν όμως λάβετε υπόψη σας πως μια εφαρμογή της τρέχουσας κατηγορίας βασίζεται κατά 99% σε έναν R8C, τότε αυτόματα το μειονέκτημα αυτό παύει να έχει νόημα. Αρκεί να σας θυμίσουμε πως όλοι οι μικροελεγκτές της παραπάνω οικογένειας διαθέτουν μνήμη προγράμματος χωρητικότητας 64 Kbyte.

Εκτός βέβαια, από προγράμματα γλώσσας C ο σχεδιαστής είναι σε θέση να αναπτύξει και προγράμματα συμβολικής γλώσσας που θα 'κατεβάσει' στη συνέχεια στο μικροελεγκτή. Θυμίζουμε πως το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί ο αποσφαλματωτής είναι το IEEE 695.

Τα πακέτα HEW και KD30 (διατίθενται και αυτά δωρεάν) είναι τα πλέον κατάλληλα για την αποσφαλμάτωση προγραμμάτων γραμμένων είτε σε συμβολική γλώσσα



Σχ. 5. Μια διάτρητη πλακέτα γενικής χρήσης πάνω στην οποία έχει τοποθετηθεί η μικροσκοπική πλακέτα του R8C/13. Θα την παρουσιάσουμε στο επόμενο τεύχος.

είτε σε γλώσσα C μέσω του μεταγλωττιστή GNU. Για τη δεύτερη περίπτωση είναι απαραίτητο να έχετε ορίσει σαν πρωτόκολλο αποσφαλμάτωσης το IAR/ELF Dwarf2. Το 'κατέβασμα' του τελικού προγράμματος της εφαρμογής, αναλαμβάνει και πάλι το FlashStart ή το FDT.

Κατηγορία 2: Αν το ζητούμενο είναι η σύγχρονη σύνδεση του μικροελεγκτή με τον PC, αποφεύγοντας τη φόρτωση του προγράμματος επιτήρησης στη μνήμη Flash του πρώτου και αδιαφορώντας για το ποια είναι η συχνότητα του σήματος χρονισμού, τότε δεν έχετε παρά να προμηθευτείτε το κύκλωμα αποσφαλμάτωσης E8 (σχ. 3) που κατασκευάζει ειδικά γι' αυτό τον σκοπό η Renesas.

Οι αναγνώστες του Ελέκτορ μπορούν να το προμηθευτούν από τον Γερμανικό οίκο Glyh GmbH & Co. KG στην τιμή των 110 (χωρίς ΦΠΑ) αντί των 150 που πουλιέται κανονικά. (Η προσφορά ισχύει καθ' όλη τη διάρκεια δημοσίευσης αυτής της σειράς). Το E8 είναι σε θέση να δημιουργεί σημεία στάσης τόσο σε δεδομένα όσο και σε διευθύνσεις, μιας που επιτρέπει την εκτέλεση της εφαρμογής σας σε πραγματικό χρόνο.

Συνδέεται πάνω στην μικροσκοπική πλακέτα του R8C (βλ. εισαγωγική φωτογραφία) αξιοποιώντας τα σήματα που εμφανίζονται στις ακίδες αποσφαλμάτωσης. Για την διαχείριση του E8 χρησιμοποιείται το Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης HEW, μιας που αυτό είναι το μοναδικό πρόγραμμα της Renesas το οποίο καταφέρνει να συνεργάζεται μαζί του.

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής σας είστε ελεύθεροι να χρησιμοποιήσετε, και πάλι, κάποιον από τους μεταγλωττιστές NC20 ή GNU, ενώ για το 'κατέβασμα' του τελικού αρχείου το FlashStart ή το FDC.

Κατηγορία 3: Για την ανάπτυξη επαγγελματικών εφαρμογών η Renesas διαθέτει το εξομοιωτή πραγματικού χρόνου PCC7501 που κοστίζει, σαφώς, περισσότερα χρήματα από το E8.

Τα κυκλώματα του PCC7501 καταλήγουν σε μια ειδικά διαμορφωμένη κεφαλή που τοποθετούμενη πάνω στην πλακέτα του εξομοιούμενου συστήματος, καταφέρνει να εντοπίζει μια μεγάλη ποικιλία σφαλμάτων. Είναι ακόμα σε θέση

να μετράει το χρόνο εκτέλεσης ενός προγράμματος και να σημειώνει τα βήματα που έγιναν μέχρι την ανάδειξη ενός σφάλματος. Καταγράφει επίσης, τα σήματα που εφαρμόζονται σε κάποια είσοδο του συστήματος με ακρίβεια 1 μsec.

Η τελική εικόνα

Αν με όσα γράψαμε σας κεντρίσαμε το ενδιαφέρον, μπορείτε να αρχίσετε το 'παιγνίδι' με τον R8C ξεκινώντας από μερικές απλές 'προκαταρκτικές ασκήσεις'. Ο δικτυακός τόπος της Renesas (www.renesasint-eractive.com) είναι γεμάτος από αυτές. Αρκεί μια σύντομη επίσκεψη για να προγραμματίσετε ένα kit γνωριμίας ανακαλύπτοντας πολλά από τα μυστικά των R8C. Δεν χρειάζεται, φυσικά, να πούμε πως όλα τα παραπάνω πραγματοποιούνται μέσω του Διαδικτύου (σχ. 4) χωρίς να χρειαστεί να σηκωθείτε από την πολυθρόνα σας ή να πληρώσετε χρήματα. Το μόνο που θα χρειαστείτε είναι ένα καλό πρόγραμμα περιήγησης του Διαδικτύου.

Θα διαπιστώσετε τότε πως τα προγράμματα NC30, HEW και KD30 'τρέχουν' εξίσου καλά και από απόσταση! Εκτός όμως από αυτή τη Διαδικτυακή γνωριμία, μπορείτε και μόνοι σας να εξοικειωθείτε με τους μικροελεγκτές της Renesas χρησιμοποιώντας το δικό σας προσωπικό υπολογιστή.

Σε μια τέτοια περίπτωση, θα πρέπει προτού αρχίσετε, να εγκαταστήσετε μερικά προγράμματα (βλ. ένθετο).

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να σας προειδοποιήσουμε πως το πρόσθετο αυτό λογισμικό θα δεσμεύσει ένα σημαντικό μέρος του σκληρού σας δίσκου, απαιτώντας ταυτόχρονα από εσάς ένα αρκετά μεγάλο χρόνο εξοικείωσης. Όλα τα προγράμματα, μαζί με επαρκείς οδηγίες για την εγκατάσταση και τη χρήση τους, θα τα βρείτε στο CD-ROM που συνοδεύει τη σειρά των άρθρων.

Για την ευκολότερη κατανόηση των λειτουργιών του R8C/13 έχουν προβλεφθεί απλές εφαρμογές που κάνουν τα πράγματα ακόμα πιο βολικά.

Στο σχ. 5 βλέπουμε μια διάτρητη πλακέτα γενικής χρήσης πάνω στην οποία, εκτός από τη μικροσκοπική πλακέτα του μικροελεγκτή έχουν κολληθεί δύο τρανζίστορ απαραίτητα για τη σειριακή επικοινωνία και ένας σταθεροποιητής τάσης. Περιμένετε, λοιπόν, μέχρι τον επόμενο μήνα που θα την παρουσιάσουμε.

(050179-1)

Τροφοδοτικό φορητών υπολογιστών 95W από μπαταρία αυτοκινήτου

Είσοδος 12V, έξοδος 19 V στα 5A

Από τον Michael Schon



Οποιοσδήποτε χρησιμοποιεί συχνά έναν φορητό υπολογιστή (laptop ή notebook) μακριά από το γραφείο ή το σπίτι του γνωρίζει πολύ καλά ότι αργά ή γρήγορα θα χρειαστεί μια πρίζα σταθερού ηλεκτρικού δικτύου για την φόρτιση της μπαταρίας. Η υποδοχή για τον ηλεκτρικό αναπτήρα στο αυτοκίνητο είναι επίσης μια ηλεκτρική παροχή αλλά δίνει μόνον 12 V. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για τον μετατροπέα που περιγράφεται στο παρόν άρθρο. Το κύκλωμα είναι σε θέση να αποδώσει επαρκές ρεύμα και τάση για όλα τα σύγχρονα μοντέλα φορητών υπολογιστών, τροφοδοτούμενο από την μπαταρία του αυτοκινήτου. Ακόμη, πρόκειται για ένα αρκετά εύκολο στην κατασκευή κύκλωμα το οποίο επιπλέον παρουσιάζει και εξαιρετικές επιδόσεις. Οι ερασιτέχνες θα βρουν το κύκλωμα αυτό ιδιαίτερα χρήσιμο ακόμη και για την περίπτωση φόρτισης των μπαταριών τους στο ύπαιθρο ή κάπου μακριά από κάποια ηλεκτρική εγκατάσταση.

Η μονάδα τροφοδοτικού φορητού υπολογιστή που περιγράφεται στο άρθρο συνδέεται απευθείας στην υποδοχή του αναπτήρα που διαθέτει κάθε αυτοκίνητο και παράγει στην έξοδό του ονομαστική τάση 19V με δυνατότητα ρύθμισης +/- 0.5V. Η περιοχή διακύμανσης της τάσης εισόδου του κυκλώματος είναι από 9.2V έως 15V και η έξοδος της μονάδας αυτής παρουσιάζει πολύ ικανοποιητική σταθεροποίηση ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλων μεταβολών της τάσης εισόδου. Η έξοδος της μονάδας μπορεί να παρέχει συνεχώς ρεύμα φορτίου 5A ενώ μπορεί να χειριστεί, για μικρά όμως χρονικά διαστήματα, κορυφές ρεύματος έως και 10A. Τα ψυκτικά σώματα που προσαρμόζονται στους ημιαγωγούς ισχύος του κυκλώματος έχουν για μέγιστο ρεύμα εξόδου 5A και συνεπώς λειτουργία υπό εκτεταμένες τιμές φόρτισης έως και 10 A προκαλεί μια αύξηση στην εσωτερική κατανάλωση (απώλειες) του μετατροπέα με αποτέλεσμα να 'διαμαρτύρεται' η ασφάλεια στο κύκλωμα εισόδου.

Ο υψηλός βαθμός απόδοσης του κυκλώματος αυτού (τυπικά ίσος προς 95%) περιορίζει στο ελάχιστο της απώλειες. Με διαστάσεις μόλις κάτι λιγότερο από 60 mm x 100 mm, η πλακέτα του κυκλώματος δεν είναι και πολύ μεγαλύτερη σε μέγεθος από τους κοινούς φορτιστές που διατίθενται μαζί με τους φορητούς υπολογιστές.

Κύκλωμα μετατροπέα ανύψωσης τάσης (step-up converter)

Η πλειοψηφία των φορητών υπολογιστών απαιτεί για την τροφοδοσία τάσεις μεγαλύτερες από τα τυπικά 12 V που λαμβάνουμε από την υποδοχή του αναπτήρα του αυτοκινήτου και ακόμη και με την μηχανή αναμμένη η τάση αυτή σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 13.8 V, τιμή μάλλον αρκετά χαμηλή για την τροφοδοσία ενός υπολογιστή, η οποία κατά κανόνα ανέρχεται τυπικά στα 19 V. Τα 12 V της μπαταρίας του αυτοκινήτου μπορούν να ανυψωθούν με την βοήθεια μιας μονάδας μετατροπής ανύψωσης τάσης (step-up converter).

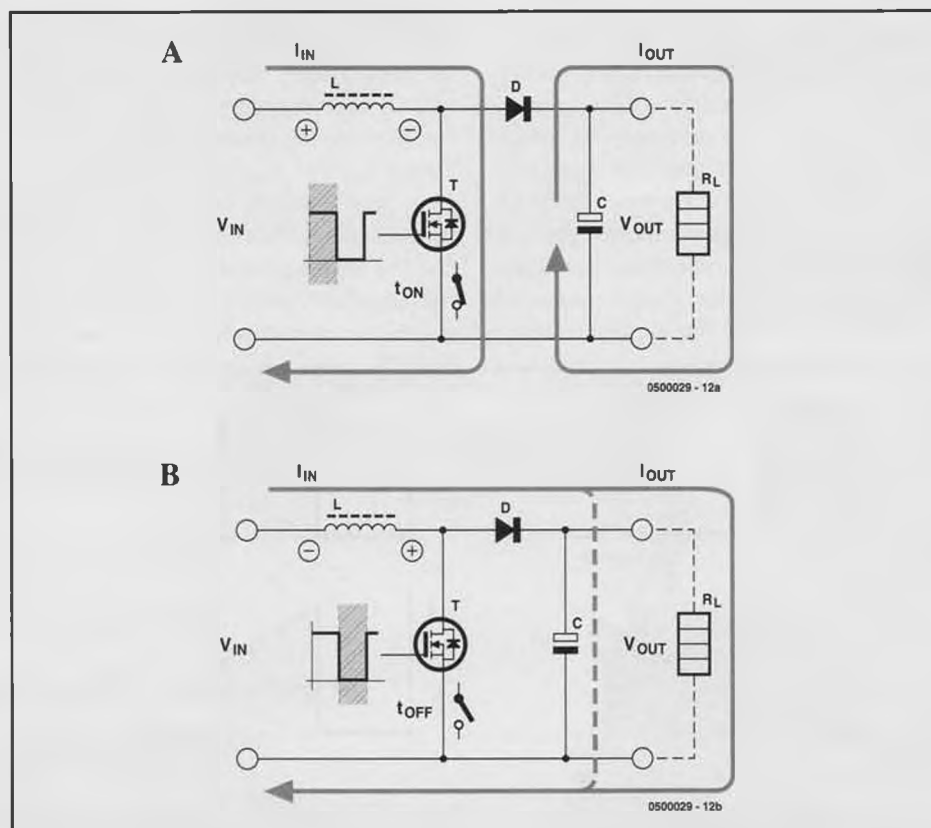
Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι απλή και έχει ως εξής: ένα επαγωγικό στοιχείο (πηνίο) 'φορτίζεται' και 'εκφορτίζεται' επαναλαμβανόμενα και η επαγόμενη τάση που προκύπτει προστίθεται στην τάση τροφοδοσίας ώστε να προκύψει μια τάση εξόδου υψηλότερη από αυτήν της εισόδου. Το κύκλωμα απαιτεί ουσιαστικά τρία μόνον εξαρτήματα: ένα πηνίο, έναν διακόπτη ισχύος (στην προκειμένη περίπτωση ένα τρανζίστορ MOSFET) και μια διόδο. Όλες οι διεργασίες ελέγχου παράγονται με την βοήθεια του ολοκληρωμένου IC1.

Προδιαγραφές του μετατροπέα

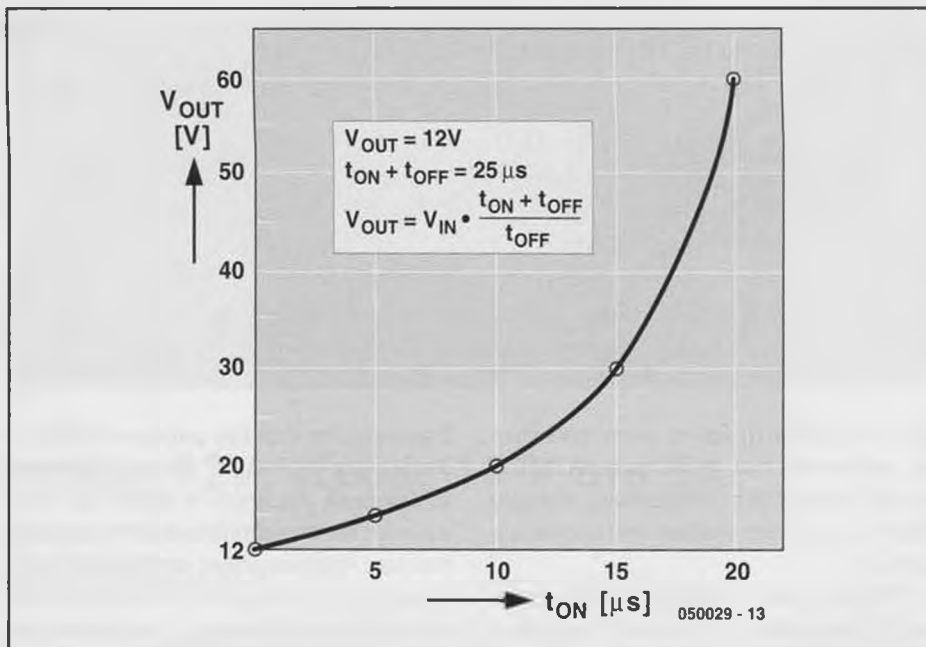
- Ρεύμα Εξόδου: 5 A (10 A στιγμιαία)
- Τάση Εξόδου: 19 V +/- 0.5 V (ρυθμιζόμενη)
- Περιοχή Τάσεων Εισόδου: 10 V έως 15 V
- Ελάχιστη Τάση Εισόδου: 9.2 V
- Συχνότητα Μεταγωγής: 42 kHz
- Μέγιστη Συνεχώς Καταναλισκόμενη Ισχύς Εξόδου: 95 W
- Απόδοση: 95% (τυπική τιμή).
- Διαστάσεις τυπωμένου κυκλώματος: 59 mm x 98 mm.

Η διάταξη αυτή παράγει το σήμα μεταγωγής που είναι ένας παλμός διαμορφωμένος κατά εύρος (pulse width modulated ή PWM) για την οδήγηση του ηλεκτρονικού διακόπτη ισχύος. Οι τάσεις εισόδου και εξόδου εξομαλύνονται με μια σειρά πυκνωτών χαμηλών απωλειών. Η αρχή λειτουργίας ενός μετατροπέα ανύψωσης step-up converter δίνεται στο Σχήμα 1. Όταν ο διακόπτης ισχύος (MOSFET) άγει (Σχήμα 1α) διέρχεται ρεύμα μέσα από το πηνίο και δημιουργείται έτσι ένα μαγνητικό πεδίο. Η άνοδος της διόδου (D) βρίσκεται περίπου σε δυναμικό γης οπότε η διόδος δεν είναι αγωγίμη και οποιαδήποτε ποσότητα ισχύος που είχε προηγουμένως αποθηκευθεί προσωρινά στον πυκνωτή C θα διοχετεύεται στο φορτίο RL. Ο πυρήνας του πηνίου έχει ένα κενό της τάξης του 1 χιλιοστού ώστε να εξασφαλίζεται ότι το υλικό του πυρήνα δεν θα οδηγηθεί σε κορεσμό στην διάρκεια αυτού του κύκλου. Όταν λάβει χώρα ο κορεσμός τότε δεν είναι δυνατόν να αποθηκευθεί περισσότερη ενέργεια, και το πηνίο συμπεριφέρεται σχεδόν σαν μια αντίσταση χαμηλής τιμής η οποία θα βραχυκύκλωνε την τάση εισόδου. Όταν το τρανζίστορ T

δημιουργείται έτσι ένα μαγνητικό πεδίο. Η άνοδος της διόδου (D) βρίσκεται περίπου σε δυναμικό γης οπότε η διόδος δεν είναι αγωγίμη και οποιαδήποτε ποσότητα ισχύος που είχε προηγουμένως αποθηκευθεί προσωρινά στον πυκνωτή C θα διοχετεύεται στο φορτίο RL. Ο πυρήνας του πηνίου έχει ένα κενό της τάξης του 1 χιλιοστού ώστε να εξασφαλίζεται ότι το υλικό του πυρήνα δεν θα οδηγηθεί σε κορεσμό στην διάρκεια αυτού του κύκλου. Όταν λάβει χώρα ο κορεσμός τότε δεν είναι δυνατόν να αποθηκευθεί περισσότερη ενέργεια, και το πηνίο συμπεριφέρεται σχεδόν σαν μια αντίσταση χαμηλής τιμής η οποία θα βραχυκύκλωνε την τάση εισόδου. Όταν το τρανζίστορ T



Σχήμα 1. Η αρχή λειτουργίας του μετατροπέα ανύψωσης τάσης (step-up converter): Φάση αγωγής του ηλεκτρονικού διακόπτη (α) και Φάση αποκοπής του διακόπτη (β).

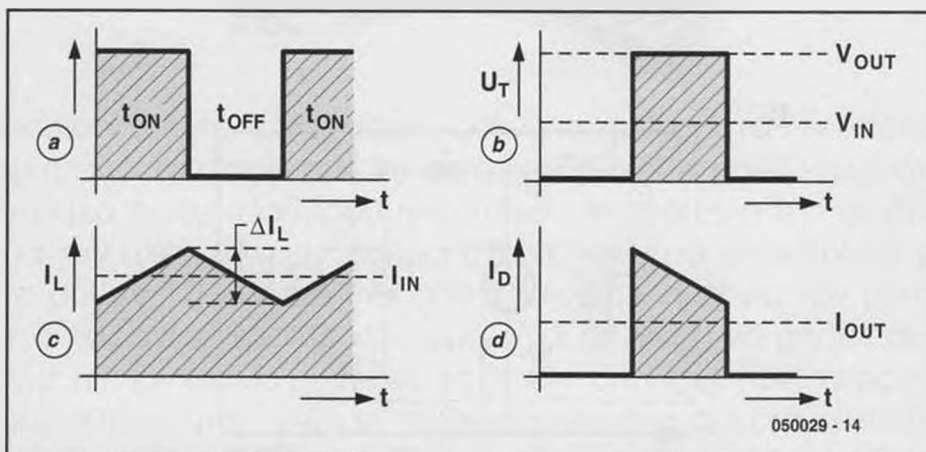


Σχήμα 2. έλεγχος τάσης εξόδου με χρήση διαμόρφωσης PWM.

αποκόπτεται (Σχήμα 10) το ρεύμα μέσα από το πηνίο δεν βρίσκει πλέον διεξοδό προς την γη διαμέσου του T, το μαγνητικό πεδίο αρχίζει να καταρρέει επάγοντας μια τάση κατά μήκος του πηνίου L με πολικότητα αντίστροφη από εκείνη που εμφανίζεται στην φάση της αγωγής. Στο Σχήμα 2 δίνεται ένα γράφημα στο οποίο φαίνεται η αντιστοιχία μεταξύ της τάσης εξόδου V_{OUT} και του χρόνου μεταγωγής του τρανζίστορ (t_{ON} and t_{OFF}). Για μικρούς χρόνους αποκοπής (t_{OFF}) είναι πολύ σημαντικό να χρησιμοποιούνται στοιχεία χαμηλών απωλειών στην θέση της διόδου και των πυκνωτών έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το γεγονός ότι δεν πρόκειται να υπερθούν την ασφαλή περιοχή λειτουργίας τους, διαφορετικά το υψηλό ποσοστό της μεταφερόμενης

ενέργειας θα προκαλέσει υπερθέρμανση και πιθανότατα σε κάποια βλάβη υλικού.

Από σχεδιαστικής άποψης, αν χρειαζόμαστε μια τάση εξόδου τρεις έως και τέσσερις φορές υψηλότερη από την τάση εισόδου, τότε είναι προτιμότερο να υιοθετήσουμε την λύση ενός μετασχηματιστή. Με τον τρόπο αυτόν μπορούμε να ελαττώσουμε την κυμάτωση ρεύματος καθώς επίσης και τις κορυφές των ρευμάτων μεταγωγής. Οι κυματομορφές ρεύματος και τάσης του μετατροπέα ανύψωσης φαίνονται στο Σχήμα 3. Στην κυματομορφή C εμφανίζεται η κυμάτωση του ρεύματος του πηνίου και είναι γεγονός ότι αυξάνοντας το μέγεθος του πηνίου μπορούμε να ελαττώσουμε την κυμάτωση αυτή αλλά ταυτόχρονα θα αυξηθεί το φυσικό μέγεθος της μονάδας.



Σχήμα 3. Κυματομορφές τάσης και ρεύματος με κύκλο μεταγωγής 50%. (a) Το σήμα μεταγωγής PWM. (b) Πτώση τάσης κατά μήκος του MOSFET (V_T). (c) Ρεύμα πηνίου (I_L). (d) Ρεύμα διόδου (I_D).

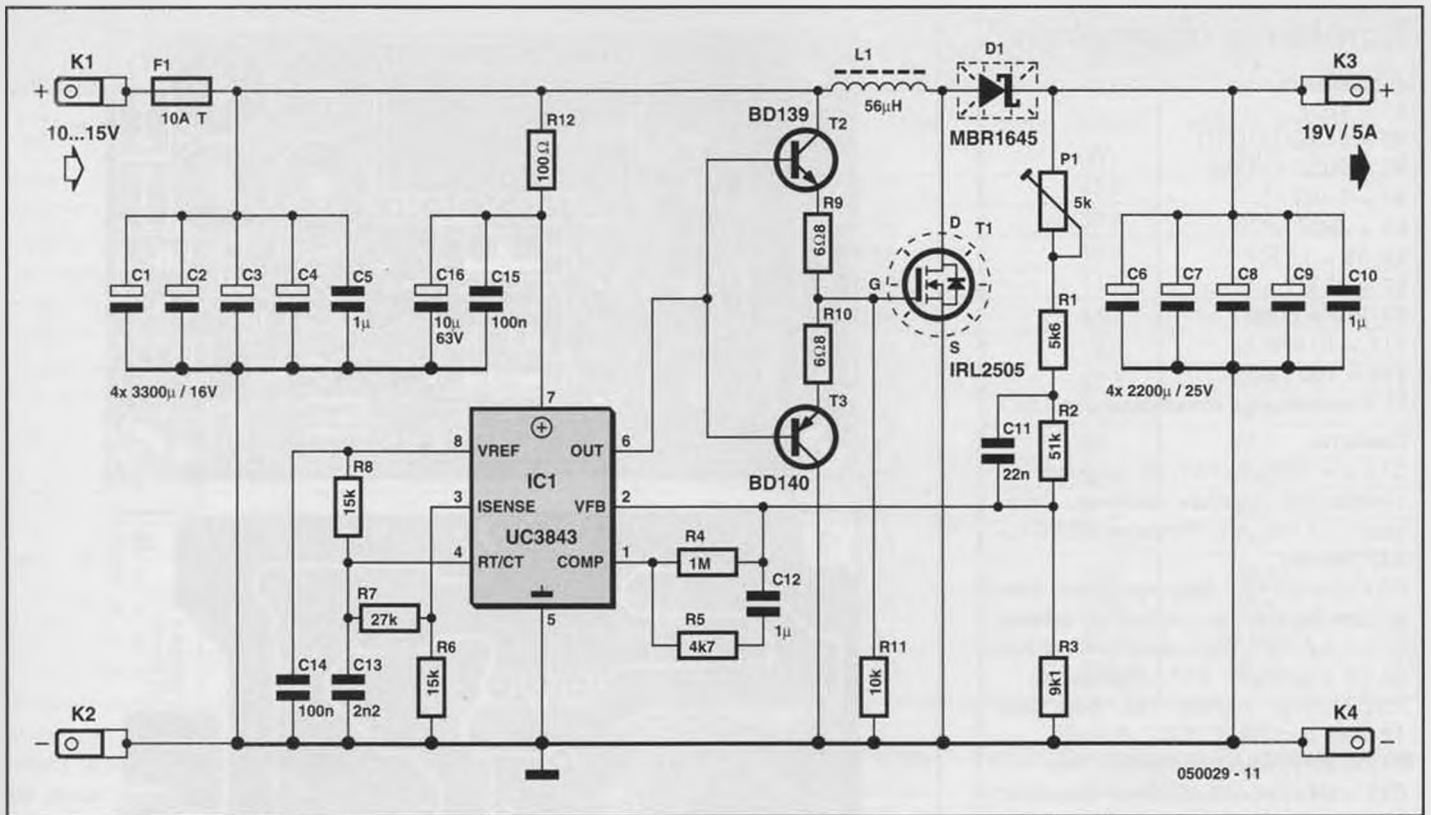
Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας είναι να εξασφαλίσουμε ότι το μέγεθος του πηνίου δεν θα είναι και τόσο μικρό ώστε να μην μπορεί να παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια κατά την φάση αποκοπής.

Σε μια τέτοια περίπτωση η τάση εξόδου θα παρουσίαζε σημαντικά ανεπαρκή σταθεροποίηση. Το πηνίο των 56 μH που χρησιμοποιείται στην δική μας σχεδίαση παράγει μια κυμάτωση ρεύματος γύρω στα 2 A που αντιστοιχεί περίπου στο 40% της μέγιστης τιμής εξόδου.

Με ένα μόνον ολοκληρωμένο

Η τάση εισόδου του κυκλώματος, που μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ περίπου 10 και 15 V, συνδέεται στους ακροδέκτες παροχής K1 και K2 (Σχήμα 4). Μια ασφάλεια κατάλληλη για τοποθέτηση σε τυπωμένο κύκλωμα συνδέεται σε σειρά με την γραμμή θετικού δυναμικού τροφοδοσίας, ενώ για τα σημεία συγκόλλησης της θήκης της ασφάλειας αυτής με τα αντίστοιχα αγωγίμα μέρη της πλακέτας έχουν προβλεφθεί διπλές πίστες συγκόλλησης για κάθε έναν από τους δύο ακροδέκτες της θήκης, με απώτερο σκοπό την μείωση της εμφανιζόμενης αντίστασης στις επαφές της ασφάλειας, γεγονός αρκετά σημαντικό αφού πρόκειται να περάσει ένα μεγάλο ρεύμα. Τέσσερις ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές (C1 έως C4) εξομαλύνουν την τάση εισόδου. Το κύκλωμα αυτού του μετατροπέα μεταγει το ρεύμα τροφοδοσίας σε πολύ μικρούς χρόνους και συνεπώς απαιτεί στο σημείο αυτό πυκνωτές πολύ χαμηλών απωλειών κατάλληλους για χρήση σε παλμοτροφοδοτικά διότι η εσωτερική σύνθετη αντίσταση των κοινών ηλεκτρολυτικών πυκνωτών είναι πολύ υψηλή με αποτέλεσμα κάτω από τις προαναφερθείσες συνθήκες να υπερθερμαίνονται και πιθανότατα να εκραγούν.

Ο πυκνωτής C5 συμβάλλει στην απόξεση οποιουδήποτε υψίσχυνου σήματος εμφανιστεί στην γραμμή τροφοδοσίας. Το πηνίο (L1) κατασκευάζεται από χάλκινο πολύκλωνο θερμικωμένο αγωγό, με βασικό σκοπό να περιοριστεί σημαντικά το επιδερμικό φαινόμενο (skin effect) το οποίο είναι αρκετά έντονο σε κυκλώματα με υψηλές ταχύτητες μεταγωγής. Ο ηλεκτρονικός διακόπτης ισχύος που χρησιμοποιείται στο κύκλωμα αυτό είναι ένα τρανζίστορ τύπου HEXFET από την International Rectifier. Το τρανζίστορ αυτό παρουσιάζει κατά την αγωγή του αντίσταση καναλιού πηγής-εκροής ίση με 8 m Ω . Η χαμηλή αυτή αντίσταση εξασφαλίζει πολύ χαμηλή κατανάλωση



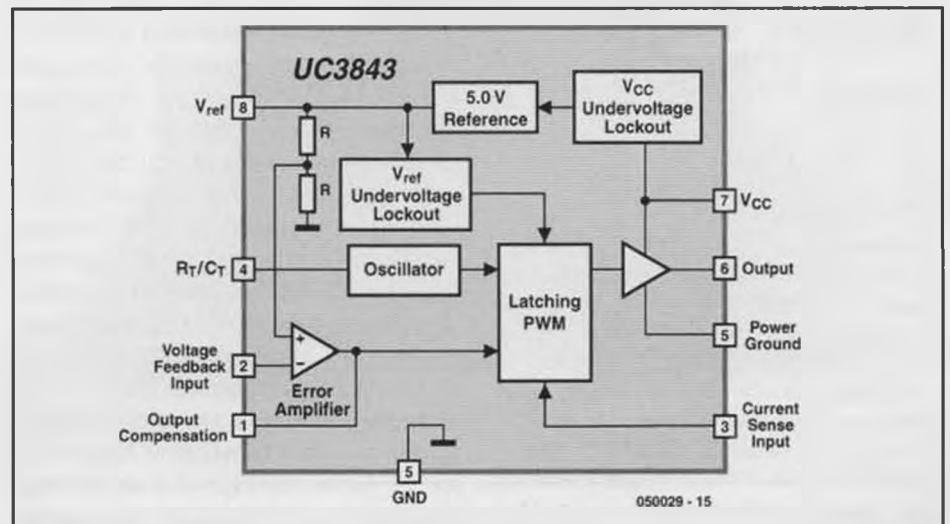
Σχήμα 4. Το κύκλωμα της μονάδας προσαρμογής τροφοδοσίας για φορητούς υπολογιστές.

ισχύος πάνω στην διακοπτική διάταξη επιτρέποντας μεταγωγή ρευμάτων μέχρι και 104 A, κάτι που εγγυάται μια αξιόπιστη λειτουργία στην δική μας εφαρμογή. Τόσο το HEXFET όσο και η δίοδος τοποθετούνται σε κατάλληλο ψυκτικό σώμα με πτερύγια. Η δίοδος D1 είναι μια δίοδος τύπου Schottky σε συσκευασία TO220.

Η δίοδος αυτή αντέχει σε μέγιστη τάση λειτουργίας 45 V και ρεύμα 16 A και η πτώση τάσης στα άκρα της κατά την ορθή φορά πόλωσης είναι 0.63 V, αν και για λόγους αξιοπιστίας και πάλι η διάταξη αυτή φορτίζεται κάπως συντηρητικά. Για την εξομάλυνση της τάσης εξόδου απαιτούνται και πάλι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές χαμηλών απωλειών (Low ESR) που αντιστοιχούν στα εξαρτήματα C6 έως C9. Ο πυκνωτής C10 χρησιμοποιείται για την απόζευξη υψίσουχων σημάτων και η σταθεροποιημένη πλέον τάση εξόδου των 19 V εμφανίζεται στους ακροδέκτες εξόδου K3 και K4. Στο Σχήμα 5 δίνεται το λειτουργικό διάγραμμα του ολοκληρωμένου UC3843 (IC1), το οποίο περιλαμβάνει έναν ελεγκτή σήματος εξόδου διαμόρφωσης εύρους παλμών (PWM) και μια ενσωματωμένη πηγή τάσης αναφοράς. Η τάση εξόδου του μετατροπέα διαιρείται μέσω των R1, R2, R3 και P1 και υποβιβασμένη εφαρμόζεται στην

είσοδο ανάδρασης τάσης (ακροδέκτης 2) του ολοκληρωμένου ελεγκτή (αναστρέφουσα είσοδος του ενισχυτή σφάλματος). Η παρουσία του πυκνωτή C11 βελτιώνει την ευστάθεια του μετατροπέα όπως επίσης και το δικτύωμα των R4, R5 και C12 που συνδέεται μεταξύ του ακροδέκτη εξόδου (ακροδέκτης 1) και της αναστρέφουσας εισόδου του διαφορικού ενισχυτή. Η συχνότητα του βασικού ταλαντωτή καθορίζεται από ένα δικτύωμα RC το οποίο σχηματίζεται από τα R8 και C13. Οι τιμές των εξαρτημάτων

που δίνονται στο σχέδιο προκαλούν μια συχνότητα περίπου ίση με 42 kHz. Ο πυκνωτής C14 τοποθετείται για την απόζευξη της εσωτερικής τάσης αναφοράς στον ακροδέκτη 8. Το δικτύωμα απόζευξης που σχηματίζεται από τα R12, C15 και C16 και που συνδέεται στον ακροδέκτη τροφοδοσίας 7 του ολοκληρωμένου είναι πολύ σημαντικό για την αξιόπιστη λειτουργία του. Η είσοδος μέτρησης ρεύματος -current sense- (ακροδέκτης 3) δεν χρησιμοποιείται στην εφαρμογή αυτή.



Σχήμα 5. Το λειτουργικό διάγραμμα του ολοκληρωμένου παραγωγής σήματος PWM, UC3843.

Κατάλογος εξαρτημάτων

Αντιστάσεις:

- R1 = 5kΩ6
- R2 = 51 kΩ (51kΩ1)
- R3 = 9kΩ1 (9kΩ09)
- R4 = 1 MΩ
- R5 = 4kΩ7
- R6, R8 = 15 kΩ
- R7 = 27 kΩ
- R9, R10 = 6Ω8
- R11 = 10 kΩ
- R12 = 100 Ω
- P1 = ποτεναόμετρο κατασβιδιού (τρίμετρο) 5kΩ

Πυκνωτές:

- C1-C4 = 3300μF / 16V, κατακόρυφης τοποθέτησης, χαμηλών απωλειών, διαμέτρου 12.5 mm, π.κ.: Panasonic EEUFC1C-332 (Farnell)
- C5, C10 = 1μF MKT, βήμα ακροδεκτών 5mm ή 7.5mm (προτιμάται η μεγαλύτερη έκδοση)
- C12 = 1μF MKT, βήμα ακροδεκτών 5 mm
- C6-C9 = 2200μF / 25V κατακόρυφης τοποθέτησης, χαμηλής ESR, διαμέτρου 12.5mm, π.κ.: EEUFC1E222 (Farnell)
- C11 = 22nF, βήμα ακροδεκτών 5mm
- C13 = 2nF2, βήμα ακροδεκτών 5mm
- C14, C15 = 100nF, κεραμικός, βήμα ακροδεκτών 5mm
- C16 = 10 μF / 63V, κατακόρυφης τοποθέτησης.

Πηνία:

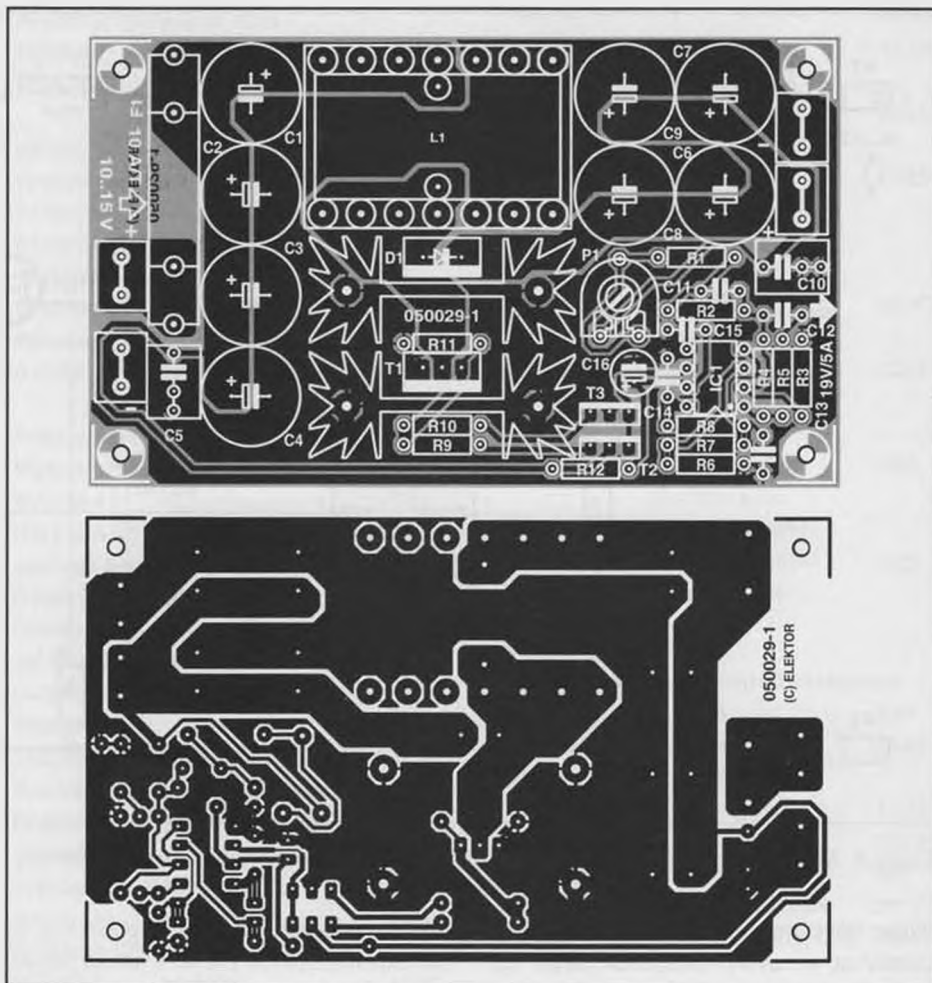
- L1 = 56 μH, 21 στροφές 10x0.5 mm χάλκινου βερνικωμένου σύρματος (ECW) 1 x πυρήνας ETD 29, κατακόρυφης τοποθέτησης, Epcos B66359X1014T1 (Schuricht # 331622)
- 2 x ήμισυ πυρήνα ETD 29, Epcos B66359-A2000 (Schuricht # 333862)
- 2 x ήμισυ πυρήνα ETD 29, υλικό # N67, διάκενο 0.5 mm, Epcos B66358-G500-X167 (Schuricht # 333840)

Ημιαγωγοί:

- D1 = MBR1645 (International Rectifier) (Reichelt, Segor)
- T1 = IRL2505 (International Rectifier), συσκευασία TO-220AB, (RS Components)
- T2 = BD139
- T3 = BD140
- IC1 = UC3843N (Texas Instruments) (Reichelt, Segor)

Διάφορα:

- K1-K4 = Επίπεδοι ακροδέκτες για κατακόρυφη τοποθέτηση σε πλακέτα F1 = τηκτική ασφάλεια 10 A/T (βραδείας τήξης) 6.3 x 32 mm (1/4 X 1/4 inch) + 2 ακροδέκτες θήκης τοποθέτησης σε πλακέτα για ασφάλειες διαμέτρου 6.3 mm
- 2 x ψύκτες τύπου SK104-STC (ή STS) T0220 38.1 mm, 11 K/W (Fischer Electronic) μονωτική ροδέλα για τα T1 και D1 (TO-220AB) + μονωτικά φύλλα



Σχήμα 6. Το τυπωμένο κύκλωμα της κατασκευής από την πλευρά των υλικών και του χαλκού.

Το τρανζίστορ ισχύος mosfet παρουσιάζει μια χωρητικότητα πύλης περίπου ίση με 5000 pF η οποία θα πρέπει να φορτίζεται και να εκφορτίζεται 42000 φορές το δευτερόλεπτο για μια επιτυχή διαδικασία μεταγωγής. Είναι επίσης σημαντικό η μετάβαση από την κατάσταση αγωγής στην κατάσταση αποκοπής να γίνεται όσο το δυνατό πιο γρήγορα ώστε να είναι ελάχιστη η κατανάλωση πάνω στο τρανζίστορ. Επομένως είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί μια οδηγός βαθμίδα με χαμηλή αντίσταση (T2 και T3) μεταξύ της εξόδου του σήματος PWM από το ολοκληρωμένο και της πύλης του MOSFET. Τα διπολικά τρανζίστορ συμπληρωματικής συμμετρίας BD139 και BD140 μπορούν να χειριστούν ρεύματα της τάξης του 1.5 A που περιορίζονται από τις αντιστάσεις R9 και R10. Η αντίσταση R11 εξασφαλίζει ότι το T1 θα οδηγηθεί ασφαλώς σε αποκοπή στην περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο τα T2 και T3 άγουν ταυτόχρονα ή και σε περίπτωση που το ολοκληρωμένο έχει υποστεί κάποια βλάβη.

Η πλακέτα της κατασκευής

Ολόκληρο το κύκλωμα του μετατροπέα χωράει σε ένα τυπωμένο κύκλωμα μονής όψης (Σχήμα 6) χωρίς την ανάγκη τοποθέτησης συρμάτων γεφυρών. Πριν τοποθετηθεί οποιοδήποτε εξάρτημα πάνω στην πλακέτα καλό θα είναι να κατασκευαστεί πρώτα το πηνίο.

Στο σχέδιο του τυπωμένου κυκλώματος έχουν προβλεφθεί και αγωγίμες πίστες (pads) για ένα τυποποιημένο πηνίο των 56 μH, αλλά το πηνίο αυτό θα πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζεται τα υψηλά ρεύματα μεταγωγής. Το πηνίο που χρησιμοποιήθηκε στο δικό μας πρωτότυπο κατασκευάστηκε πάνω σε έναν πυρήνα ETD 29 ως εξής: Το πηνίο έχει 21 στροφές αλλά για να κάνουμε τα πράγματα λίγο πιο ενδιαφέροντα αναφέρουμε ότι ο αγωγός του πηνίου είναι πολύκλωνος με 10 χάλκινους κλώνους διαμέτρου 0.5 χιλιοστού με επικάλυψη βερνικιού (ECW) συνδεδεμένους παράλληλα. Η ισοδύναμη διατομή του συνδυασμού όλων των χάλκινων κλώνων είναι 1.96 mm².

Αποτελέσματα μετρήσεων και συνολικός βαθμός απόδοσης

| Τάση εισόδου (V) | Ρεύμα εισόδου (A) | Ισχύς εισόδου (W) | Τάση εξόδου (V) | Ρεύμα εξόδου (A) | Ισχύς εξόδου (W) | Βαθμός απόδοσης (%) |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|
| 10.8 | 4.25 | 45.9 | 18.93 | 2.32 | 43.9 | 95.7 |
| 10.8 | 5.59 | 60.4 | 18.92 | 3.05 | 57.7 | 95.6 |
| 10.8 | 8.49 | 91.7 | 18.90 | 4.59 | 86.8 | 94.6 |
| 10.8 | 11.23 | 121.3 | 18.88 | 5.99 | 113.1 | 93.2 |
| 12.0 | 3.84 | 46.1 | 18.93 | 2.34 | 44.3 | 96.1 |
| 12.0 | 5.06 | 60.7 | 18.92 | 3.08 | 58.3 | 96.0 |
| 12.0 | 7.63 | 91.6 | 18.90 | 4.62 | 87.3 | 95.4 |
| 12.0 | 10.00 | 120.0 | 18.89 | 6.00 | 113.3 | 94.5 |
| 13.2 | 3.48 | 45.9 | 18.94 | 2.33 | 44.1 | 96.1 |
| 13.2 | 4.56 | 60.2 | 18.93 | 3.06 | 57.9 | 96.2 |
| 13.2 | 6.91 | 91.2 | 18.91 | 4.61 | 87.2 | 95.6 |
| 13.2 | 9.03 | 119.2 | 18.89 | 5.99 | 113.2 | 94.9 |
| 14.4 | 3.18 | 45.8 | 18.95 | 2.33 | 44.2 | 96.4 |
| 14.4 | 4.16 | 59.9 | 18.94 | 3.05 | 57.8 | 96.4 |
| 14.4 | 6.29 | 90.6 | 18.92 | 4.61 | 87.2 | 96.3 |
| 14.4 | 8.24 | 118.7 | 18.90 | 6.00 | 114.4 | 95.6 |

Αυτή η μέθοδος κατασκευής οδηγεί σε ένα πηνίο με πολύ καλές ιδιότητες, ειδικά για την συγκεκριμένη συχνότητα μεταγωγής, σε σύγκριση με ένα ισοδύναμο πηνίο κατασκευασμένο από μονόκλωνο αγωγό ονομαστικής διατομής 1.96 mm² (το επιδερμικό φαινόμενο στην πρώτη περίπτωση έχει πολύ μικρότερη επιρροή). Το πολύκλωνο σύρμα συστρέφεται αρχικά πολύ προσεκτικά προτού κολληθεί στις θέσεις των επαφών του πηνίου, διότι αν το στρίψιμο είναι πολύ σφικτό τότε δεν θα υπάρχει χώρος και για τις 21 απαιτούμενες στρώσεις. Κάθε συρμάτινος κλώνος έχει μήκος 2 μέτρων οπότε θα χρειαστούν 20 συνολικά μέτρα χάλκινου θερμικωμένου σύρματος διαμέτρου 0.5 χιλιοστού. Το σημείο εκκίνησης των τυλιγμάτων συγκολλείται στους τέσσερις πρώτους ακροδέκτες της μιας πλευράς της βάσης του πηνίου και μετά το τυλίγμα των συρμάτων τα άκρα συγκολλούνται στους τέσσερις πρώτους ακροδέκτες της δεύτερης πλευράς της βάσης.

Πριν από την συγκόλληση στα άκρα των συρμάτων θα πρέπει να αφαιρέσουμε το στρώμα θερμικίου για να έχουμε σωστή ωμική επαφή. Στο σημείο αυτό χρειάζεται αρκετή προσοχή διότι η πλαστική βάση του πηνίου δεν παρουσιάζει αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και υπάρχει ενδεχόμενο μετακίνησης των ακροδεκτών αν το σώμα της βάσης ζεσταθεί πολύ. Οι επτά ακροδέκτες μπορούν να στηριχθούν κατά την διαδικασία συγκόλλησης σε μια από τις ελεύθερες

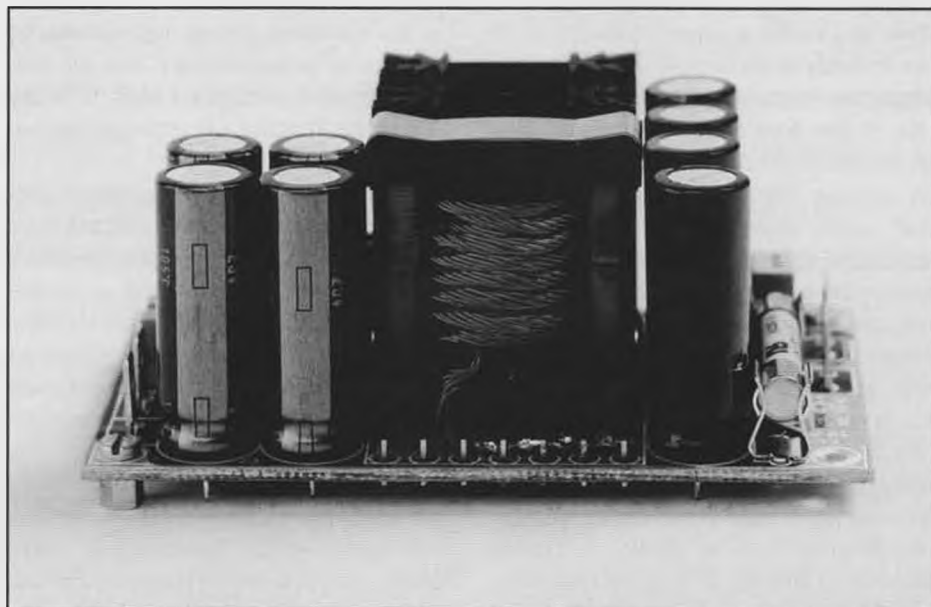
λαρίδες μιας διάτρητης πλακέτας. Για την κατασκευή του πρωτοτύπου χρειάστηκαν τρεις στρώσεις για τις 21 συνολικά σπείρες, όπου οι πρώτες δύο στρώσεις περιελάμβαναν από οκτώ σπείρες και η τελευταία περιελάμβανε πέντε σπείρες.

Αφού ολοκληρωθούν τα τυλιγμάτα και πριν συγκολληθούν τα άκρα τους επιχειρήστε να συναρμολογήσετε τα τμήματα του πυρήνα για να διαπιστώσετε αν υπάρχει επαρκής χώρος. Σε περίπτωση ανεπάρκειας χώρου μπορείτε να παραλείψετε την τελευταία σπείρα, εφόσον 20 σπείρες αντί

των 21 δεν πρόκειται να επηρεάσουν σημαντικά την απόδοση της μονάδας.

Εναλλακτικά μπορείτε να αφαιρέσετε ένα σύρμα από κάθε συστοιχία κλώνων ώστε τελικά κάθε τμήμα να περιλαμβάνει εννέα αντί δέκα χάλκινους συστρεμμένους αγωγούς.

Ο αγωγός του πηνίου μπορεί επίσης να κατασκευαστεί και από 16 συστρεμμένους αγωγούς με επικάλυψη θερμικίου και διαμέτρου 0.4 χιλιοστών (τότε η προκύπτουσα ισοδύναμη διατομή είναι 2.01 mm²) ή ακόμη και από πολύκλωνο αγωγό υψηλών



Σχήμα 7. Όλα τα εξαρτήματα της κατασκευής, συμπεριλαμβανομένου και του πηνίου, προσαρμόζονται άψογα στην πλακέτα του πρωτοτύπου.

συχνοτήτων, με την προϋπόθεση πάντοτε η συνολική διατομή να είναι περίπου ίση με 2 mm². Αφού ολοκληρωθεί η κατασκευή των τυλιγμάτων τοποθετούμε μια λωρίδα μονωτικής ταινίας γύρω από το πηνίο. Μια τυποποιημένη μονωτική ταινία κρίνεται κατάλληλη για την περίπτωση αυτή. Η θερμοκρασία του πηνίου κατά την κανονική του λειτουργία δεν υπερβαίνει την θερμοκρασία σώματος.

Στον κατάλογο των εξαρτημάτων αναφέρονται δύο πανομοιότυπα τμήματα ημίσεως πυρήνα με διάκενο 0.5 χιλιοστά, οπότε μετά την συναρμολόγησή τους προκύπτει ένα διάκενο του 1 χιλιοστού. Αν χρησιμοποιήσετε μισά τμήματα πυρήνα χωρίς διάκενο θα πρέπει κατά την τοποθέτηση να χωρίσετε τα δύο μισά με κάποιο μη αγώγιμο υλικό 0.5 χιλιοστού, ώστε να προκύψει στην τελική κατασκευή ένα διάκενο ίσο με 1 χιλιοστό.

Για τους πυκνωτές C5 και C10 επιλέχθηκαν τελικά μεγαλύτερες ελαφρώς διαστάσεις με βήμα ακροδεκτών ίσο προς 7.5 χιλιοστά επειδή μπορούμε αφενός να τους χειριστούμε πιο εύκολα και αφετέρου παρουσιάζουν χαμηλότερες απώλειες.

Ξεκινήστε την συναρμολόγηση του κυκλώματος τοποθετώντας πρώτα τις αντιστάσεις, στην συνέχεια την ασφαλειοθήκη, τους επίπεδους ακροδέκτες εισόδου και εξόδου, το ποτενσιόμετρο, τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές (προσοχή στην σωστή πολικότητα) και τέλος την κατασκευή του πηνίου.

Πριν κολλήσετε το τρανζίστορ MOSFET και την διόδο στην πλακέτα θα πρέπει να στραβώσετε ελαφρά τους ακροδέκτες τους ώστε να μειωθεί η μηχανική καταπόνηση των επαφών συγκόλλησης κατά την θέρμανση των στοιχείων αυτών.

Και τα δύο αυτά ημιαγωγά υλικά θα πρέπει να μονωθούν ηλεκτρικά κατά την επαφή τους με τον αντίστοιχο ψύκτη κάνοντας χρήση μονωτικής ροδέλας για την οπή στήριξης της βίδας (M3) καθώς και μονωτικών φύλλων (mica) για την επιφάνεια επαφής ψύκτη-ημιαγωγού και δεν θα πρέπει να ξεχάσετε επίσης να τοποθετήσετε και μια κατάλληλη θερμοαπαγωγό πάστα ολικόνης.

Θα πρέπει να σιγουρευτείτε ότι τα συγκεκριμένα εξαρτήματα έχουν συγκολληθεί πολύ καλά, αφού πρόκειται να χειρίζονται ρεύματα αρκετών Αμπερ. Οι ψύκτες μπορούν να είναι ψηλότεροι, για παράδειγμα, 50.8 ή 63.5 χιλιοστά με ικανότητα απαγωγής θερμότητας 9 8K/W ή 8 8K/W, αντίστοιχα. Στο πρωτότυπο της κατασκευής μας

χρησιμοποιήθηκε ψύκτης ύψους 38.1 χιλιοστών με ικανότητα απαγωγής 11 8K/W. Από άποψη απόδοσης του κυκλώματος θα ήταν καλλίτερο αν χρησιμοποιούνταν ένας μικρότερος σε διαστάσεις ψύκτης για την διόδο επειδή η τάση ορθής φοράς της διόδου ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Εντούτοις ένας μικρότερος ψύκτης για το συγκεκριμένο εξάρτημα θα οδηγούσε σε υπερθέρμανση σε περίπτωση υπερφόρτισης της εξόδου. Στην θέση της διόδου D1 μπορούμε εναλλακτικά να τοποθετήσουμε μια διόδο τύπου 20TQ045 από την IRF, επειδή η συγκεκριμένη διόδος παρουσιάζει ελαφρώς χαμηλότερη τάση ορθής πόλωσης.

Από την άλλη πλευρά, δεν έχουμε κανένα απολύτως κέρδος αν αφήνουμε το MOSFET να λειτουργεί κανονικά σε κάπως υψηλότερη θερμοκρασία, εφόσον η αντίσταση του καναλιού (RDSon) αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Τέλος τοποθετήστε τα διπολικά τρανζίστορ T2 και T3 μαζί με το ολοκληρωμένο IC1 και προχωρήστε σε έναν επανέλεγχο της όλης κατασκευής σε ότι αφορά την σωστή συγκόλληση και τοποθέτηση όλων των εξαρτημάτων πριν τροφοδοτήσετε με τάση για πρώτη φορά το κύκλωμα.

Το κύκλωμα υπό τάση

Πριν εφαρμόσετε την τάση τροφοδοσίας στο κύκλωμα για πρώτη φορά, στρέψτε σε πλήρη διαδρομή τον δρομέα του ποτενσιόμετρου P1 προς τα δεξιά ώστε να προκύψει η ελάχιστη τιμή της τάσης εξόδου. Για τον ηλεκτρικό έλεγχο της κατασκευής μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε ένα τροφοδοτικό ικανό να παρέχει τάση 12 V στα 10 A, ή εναλλακτικά μια μπαταρία αυτοκινήτου 12 V.

Αρχικά ρυθμίζουμε τον περιορισμό ρεύματος του τροφοδοτικού στα 200 mA ή, σε περίπτωση που χρησιμοποιείτε μπαταρία αυτοκινήτου συνδέστε σε σειρά με τον θετικό ακροδέκτη τροφοδοσίας μια αντίσταση των 5 W (47 ή 56 Ω). Ελέγξτε ξανά αν ο θετικός ακροδέκτης της τροφοδοσίας συνδέεται στο K1 και ο αρνητικός ακροδέκτης στο K2 (είναι ο κοντινότερος στην άκρη της πλακέτας).

Αν κατά την εφαρμογή της τάσης δεν παρατηρηθεί κάποια δυσλειτουργία (υπερβολικές τιμές ρεύματος ή εμφάνιση καπνού), τότε μπορούμε να αυξήσουμε το όριο ρεύματος του τροφοδοτικού (ή να αφαιρέσουμε την αντίσταση που είναι συνδεδεμένη

σε σειρά με την μπαταρία).

Στις επαφές εξόδου K3 και K4 συνδέουμε ένα πολύμετρο (η αρνητική επαφή είναι αυτή που βρίσκεται και πάλι κοντά στη άκρη της πλακέτας) και ελέγχουμε αν η τάση εξόδου βρίσκεται ανάμεσα στα 18 με 19 V. Χωρίς να έχουμε συνδέσει κανένα φορτίο στην έξοδο του κυκλώματος, στρέφουμε αργά τον δρομέα του ποτενσιόμετρου P1 ώστε να διαπιστώσουμε αν η τάση εξόδου μπορεί να φθάσει την τιμή των 19.4 V.

Στο σημείο αυτό χρησιμοποιήστε είτε ένα ηλεκτρονικό φορτίο, είτε έναν συνδυασμό ωμικών αντιστάσεων υψηλής ισχύος (4.8 Ω στα 100 W) και ρυθμίζοντας το ποτενσιόμετρο P1 θα πρέπει να λάβουμε τάση εξόδου 19 V υπό συνθήκες πλήρους φορτίου (5 A).

Θα παρατηρήσετε ότι κατά την λειτουργία του μετατροπέα υπό πλήρες φορτίο η τάση εξόδου ανέρχεται κατά 1 V περίπου κάθε φορά που αποσυνδέεται το φορτίο. Η έξοδος γρήγορα αποκτά το σταθεροποιημένο επίπεδο και πρακτικά η συγκεκριμένη συμπεριφορά δεν αποτελεί πρόβλημα για την τροφοδότηση ενός φορητού υπολογιστή (laptop).

Η συναρμολογημένη και ελεγμένη πλέον πλακέτα μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα κατάλληλο κουτί κατασκευών. Ο υψηλός βαθμός απόδοσης του κυκλώματος αυτού σημαίνει ότι κατά την λειτουργία του παράγεται αρκετά χαμηλή θερμότητα οπότε δεν υπάρχει ανάγκη τοποθέτησης ανεμιστήρα.

Μερικές οπές και μόνον στο κουτί της κατασκευής θεωρούνται απόλυτα επαρκείς για μια στοιχειώδη κυκλοφορία αέρα. Πριν συνδέσετε την μονάδα στην υποδοχή του αναπτήρα του αυτοκινήτου βεβαιωθείτε πως τα βύσματα σύνδεσης αντέχουν σε ρεύμα 10 A.

Συνδέστε στην συνέχεια το κύκλωμα στον φορητό υπολογιστή σας με το κατάλληλο καλώδιο και τον ανάλογο συνδετήρα και ελέγξτε ξανά αν ο θετικός και αρνητικός ακροδέκτης εξόδου του κυκλώματος συνδέονται αντίστοιχα στους σωστούς ακροδέκτες τροφοδοσίας του υπολογιστή – ποτέ μην θεωρείτε ως δεδομένο ότι οι υπολογιστές είναι εξοπλισμένοι με σύστημα προστασίας από αντιστροφή της πολικότητας της τάσης τροφοδοσίας! (050029-1)

Michael Schon
schoen.michael@inode.at

Μετρητής χρόνου ανοίγματος κλείστρου

Με ακρίβεια 10 μsec

Από τον Ton Giesberts

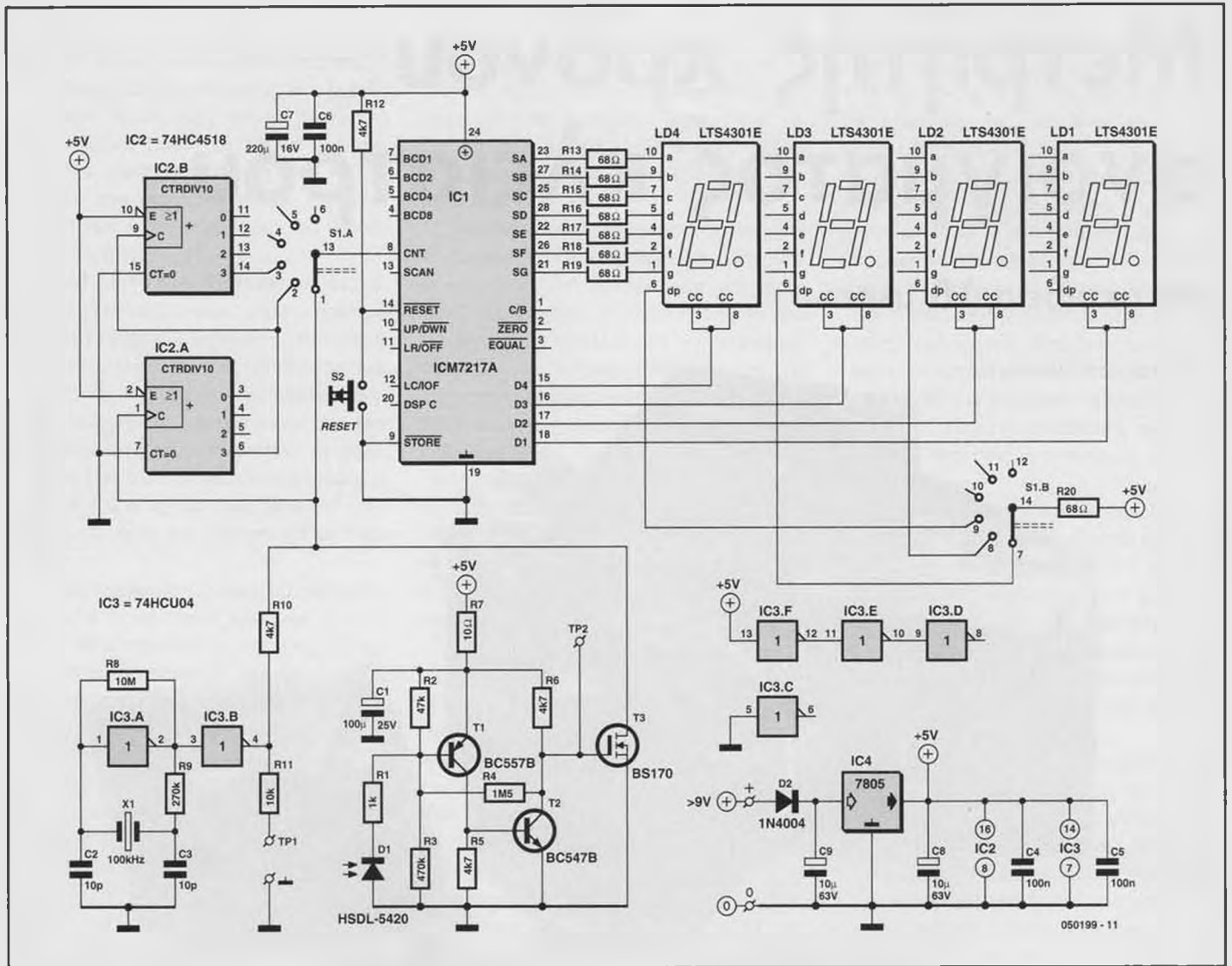


Αν και έχουμε μπει για τα καλά στην εποχή των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών, δεν είναι λίγοι όμως εκείνοι που εξακολουθούν να χρησιμοποιούν τις παλιές 'αναλογικές' SLR γιατί απλούστατα ακόμα δίνουν τις καλύτερες φωτογραφίες. Γι' αυτούς είναι σημαντικό να γνωρίζουν το κατά πόσο ο χρόνος που ανοίγματος του κλείστρου είναι ο προβλεπόμενος από τις αρχικές προδιαγραφές. Το κύκλωμα που περιγράφουμε τους επιτρέπει να τον μετρήσουν βοηθώντας τους να αξιολογήσουν το ενδεχόμενο μιας πιθανής επαναρύθμισης.

Δεν είναι πρώτη φορά που το Ελέκτορ δημοσιεύει κατασκευή αυτού του τύπου. Πριν από πολλά χρόνια (το 1981) είχε ξαναπαρουσιάσει ένα τέτοιο κύκλωμα, την εποχή που τα ηλεκτρονικά επιχειρούσαν την πρώτη τους δειλή διείσδυση στις φωτογραφικές μηχανές. Βέβαια, το σκηνικό στις μέρες μας είναι πολύ διαφορετικό από τότε. Σήμερα κανείς δεν μπορεί να φανταστεί

φωτογραφική μηχανή που δεν τα κάνει όλα αυτόματα. Παρ' όλα αυτά, θα ήταν λάθος μας να πούμε πως οι παλιές 'κάμερες' είναι άχρηστες. Υπάρχουν πολλοί που δηλώνουν ότι με τίποτα δεν εγκαταλείπουν τον παλιό εξοπλισμό τους, που εξακολουθεί να κάνει θαυμάσια τη δουλειά του. Οποιοσδήποτε όμως και αν είναι ο εξοπλισμός τους, το σίγουρο είναι πως χρειάζε-

ται συντήρηση. Το κύκλωμα που παρουσιάζουμε σε αυτό το άρθρο έρχεται να συνεισφέρει σε αυτό. Χωρίς να ισχυριζόμαστε ότι είναι καλύτερο από εκείνο του 1981, χαρακτηρίζεται από ένα σημαντικό πλεονέκτημα: βασίζεται σε συνηθισμένα εξαρτήματα που εύκολα μπορεί να τα βρει κάποιος στο κοντινότερο κατάστημα ηλεκτρονικών ανταλλακτικών. Ξεχάστε λοιπόν το



Σχ. 1. Το κύκλωμα έχει πολλές ομοιότητες και διαφορές με εκείνο του 1981. Η ιδέα είναι η ίδια. Έχει όμως υλοποιηθεί με διαφορετικό τρόπο.

‘δύσκολο’ MK50398N και αρχίστε δουλειά! Στη θέση του μετρητή χρόνου χρησιμοποιούμε ένα ICM7217AIP1, εξάρτημα της Intersil, που σχετικά πρόσφατα πέρασε στα χέρια της Maxim.

Το ολοκληρωμένο αυτό περιέχει έναν τετραψήφιο προγραμματιζόμενο αύξοντα / φθίνοντα μετρητή μαζί με τα απαραίτητα κυκλώματα απεικόνισης της τρέχουσας τιμής του σε ισάριθμα ψηφία επτά τμημάτων. Συνοδεύεται από ένα ακόμα ολοκληρωμένο τύπου 74HC4518, του οποίου οι δύο μετρητές BCD βοηθούν στη διαίρεση της συχνότητας αναφοράς.

Περιγραφή κυκλώματος

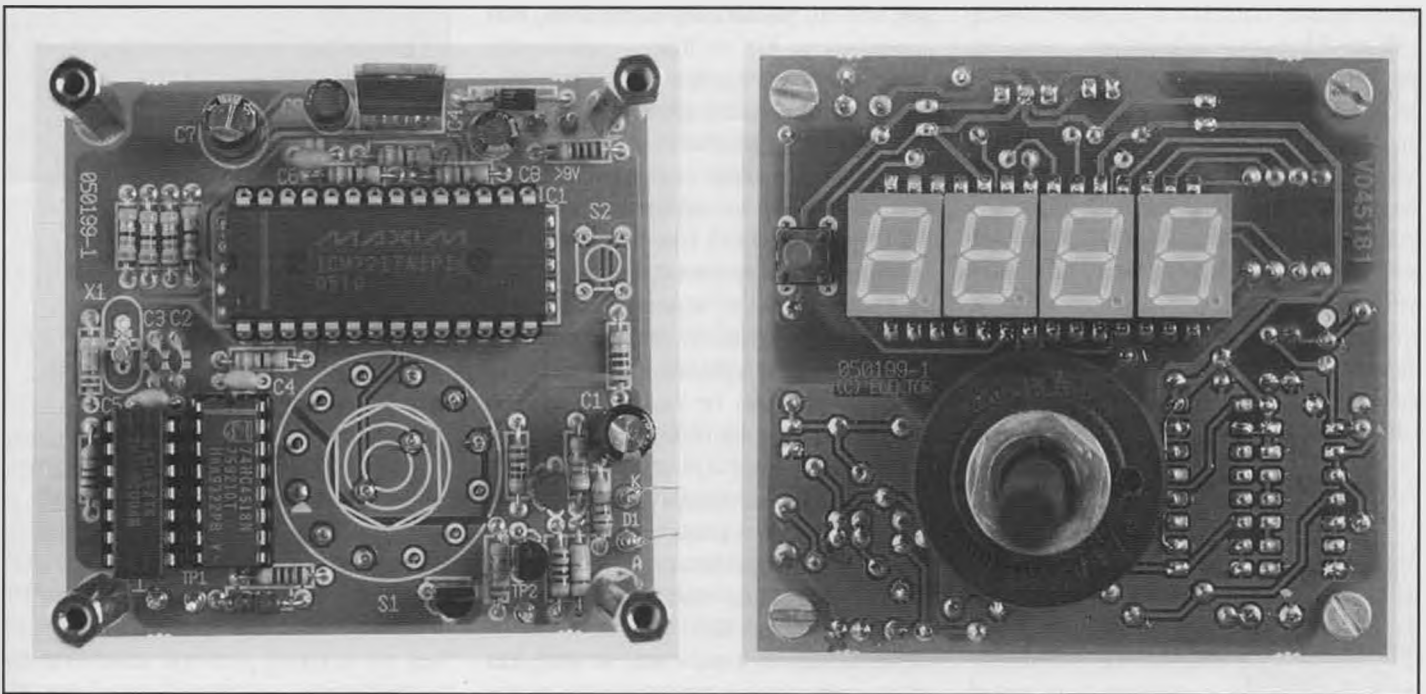
Όπως ήδη αναφέραμε, το βασικότερο εξάρτημα της κατασκευής είναι το ICM7217. Οι πολυπλεγμένες έξοδοί του παρέχουν

επαρκές ρεύμα και κάτω από κανονικές συνθήκες μπορούν να οδηγήσουν τα τμήματα των ψηφίων χωρίς αντιστάσεις περιορισμού. Παρ’ όλη την άνεση που μας προσέφερε μια τέτοια προσέγγιση, προτιμήσαμε να χρησιμοποιήσουμε τις αντιστάσεις R13 – R18 (σχ. 1). Αιτία για την απόφασή μας στάθηκε το σημαντικά χαμηλό ρεύμα λειτουργίας των σημερινών ψηφίων επτά τμημάτων σε σχέση με εκείνο των παλαιότερης τεχνολογίας.

Το ολοκληρωμένο διαθέτει επιπρόσθετα κυκλώματα κατάλληλα για την αμαύρωση των προπορευόμενων μηδενικών. Για τις ανάγκες της κατασκευής η λειτουργία αυτή είναι μόνιμα ενεργή, αφού κάνει πολύ πιο ευανάγνωστες τις ενδείξεις του μετρητή, ενώ ταυτόχρονα περιορίζει την κατανάλωση ρεύματος σε ασφαλή όρια. Έτσι λοιπόν,

όταν ο μετρητής είναι μηδενισμένος (πίεση διακόπτη S2), το μόνο που φαίνεται στην τετραψήφια οθόνη είναι μια τελεία. Η τελεία αυτή παίζει θαυμάσια το ρόλο του ενδεικτικού ON / OFF. Στη θέση του διακόπτη S1 έχει τοποθετηθεί ένας διπλός περιστροφικός μομαξονικός διακόπτης δύο κέντρων – τριών θέσεων. Επειδή είναι μάλλον απίθανο να βρείτε έναν τέτοιο διακόπτη, θα υποχρεωθείτε να αγοράσετε έναν με έξι θέσεις που στη συνέχεια θα ‘μπλοκάρετε’ με μηχανικό τρόπο ώστε να γίνει τριθέσιος. Το πρώτο κέντρο φροντίζει για την τροφοδότηση της εισόδου χρονισμού του ICM7217 με σήμα μιας προκαθορισμένης συχνότητας.

Το δεύτερο προσδιορίζει τη θέση της τελείας, που έχει σημασία υποδιατολής, στην τετράδα των ψηφίων. Με την τρέχουσα



Σχ. 2. Στις δύο αυτές φωτογραφίες φαίνεται ξεκάθαρα το ποια εξαρτήματα τοποθετούνται στην πάνω και ποια στην κάτω όψη. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή σε εκείνα της πάνω όψης, μιας που τα εξαρτήματα τοποθετούνται πολύ κοντά το ένα στο άλλο.

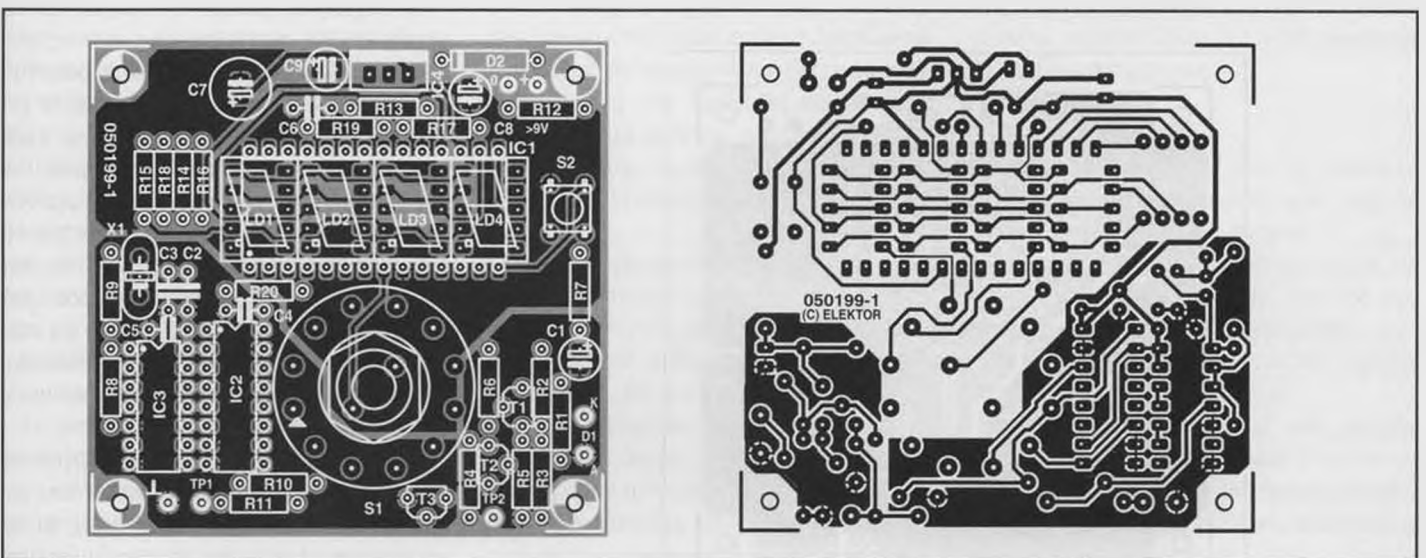
καλωδίωση, ο μετρητής υποστηρίζει τρεις περιοχές μετρήσεων: 99,99 msec, 999,9 msec και 9,999 sec. Για την επίτευξη των παραπάνω μέγιστων ενδείξεων, απαιτείται η παρουσία ισάριθμων συχνοτήτων αναφοράς. Εύκολα υπολογίζουμε πως τα σήματα αυτά πρέπει να έχουν συχνότητες 100 KHz, 10 KHz και 1 KHz αντίστοιχα.

Το πρώτο παράγεται άμεσα από τον κρύσταλλο X1 που γεφυρώνει την είσοδο με την έξοδο ενός συνηθισμένου αναστροφέα CMOS (βρίσκεται στο εσωτερικό του IC3 – 74HCU04). Για τα άλλα δύο φροντίζουν οι

δύο δεκαδικοί μετρητές BCD του 74HC4514 (IC2). Από τη στιγμή που συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους, είναι σε θέση να επιτυγχάνουν διαιρέσεις δια 10 και δια 100. Μέχρι εδώ τα πράγματα ήταν εύκολα αφού, άλλωστε, και τα κυκλώματα ήταν εξ ίσου απλά.. Η πιο σημαντική όμως βαθμίδα είναι αυτή που μετατρέπει το άνοιγμα του κλειστρού (φωτοφράκτη) σε ένα παλμό ίσης χρονικής διάρκειας, απαραίτητου για τον έλεγχο του μετρητή.

Πρώτη ύλη γι' αυτόν τον παλμό αποτελεί το ανάστροφο ρεύμα μιας φωτοδιόδου υπε-

ρήθρων (IR) τύπου HSDL-5420 (D1) που τοποθετείται στο πίσω μέρος της φωτογραφικής μηχανής, στη θέση που ξετυλίγεται το φιλμ. Το φωτορεύμα, αφού περάσει μέσα από την αντίσταση προστασίας R1, οδηγείται στα τρανζίστορ T1 και T2 που σχηματίζουν μια τυπική ενισχυτική βαθμίδα. Η αντίσταση R4 εξασφαλίζει μια μικρή υστέρηση που με τη σειρά της μειώνει την ευαισθησία του ενισχυτή στον θόρυβο, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τα χαρακτηριστικά μεταγωγής του. Το δικτύωμα R7 / C1 'καθαρίζει' τη γραμμή τροφοδο-



Σχ. 3. Προτιμήθηκε η χρήση μιας πλακέτας δύο όψεων μιας που το ζητούμενο ήταν η ελαχιστοποίηση των διαστάσεων της.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:

R1 = 1KΩ
R2 = 47KΩ
R3 = 470KΩ
R4 = 1,5MΩ
R5, R6, R10, R12 = 4,7KΩ
R7 = 10Ω
R8 = 10MΩ
R9 = 270KΩ
R11 = 10KΩ
R13-R20 = 68Ω

Πυκνωτές:

C1 = 100μF 25V κατακόρυφος
C2, C3 = 10pF
C4, C5, C6 = 100nF
C7 = 220μF 16V κατακόρυφος
C8, C9 = 10μF 63V κατακόρυφος

Ημιαγωγοί:

D1 = HSDL-5420 (Agilent) (Farnell)
D2 = 1N4004
T1 = BC557B
T2 = BC547B
T3 = BS170
IC1 = ICM7217AIP (Maxim)
IC2 = 74HC4518
IC3 = 74HCU04
IC4 = 7805

Διάφορα:

S1 = διπλός περιστροφικός διακόπτης 6 θέσεων
S2 = πιεστικός διακόπτης 6 mm μιας κανονικά ανοικτής επαφής
LD1-LD4 = ψηφία κοινής καθόδου 12,9 x 9,7 mm, 10 ακίδων τύπου LTS-4301E (LiteOn) (Digi-Key: LTS4301-B, JR, JS, JF)
X1 = κρύσταλλος 100 KHz

σίας από τις παρασιτικές ταλαντώσεις που προκαλούν τα IC1 και IC2.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε πως όλες οι πολυπλεγμένες μονάδες απεικόνισης με LED αποτελούν πηγές θορύβων για οποιαδήποτε αναλογικά κυκλώματα βρίσκονται κοντά τους. Η έξοδος του ενισχυτή (συλλέκτης T2) οδηγεί άμεσα ένα τρανζίστορ MOSFET (T3) είτε σε πλήρη αποκοπή είτε σε πλήρη αγωγιμότητα. Το εξάρτημα αυτό είναι εκείνο που παράγει το απαραίτητο σήμα πύλης, το οποίο καθορίζει το πότε ο μετρητής θα μετράει τις περιόδους του σήματος αναφοράς και πότε όχι. Ο τρόπος που το κάνει, είναι λίγο ασυνήθιστος: αντί να ελέγχει μια συνηθισμένη πύλη AND ή OR βραχυκυκλώνει μέσω της R10 το σήμα εξόδου του κρυσταλλικού ταλαντωτή με τη γη, 'μπλοκάροντας' ταυτόχρονα και τους δύο διαίρετες του IC2.

Είναι προφανές λοιπόν πως το φως που πέφτει πάνω στη φωτοδιόδο είναι εκείνο που καθορίζει το πότε το σήμα χρονισμού θα φθάνει ή δεν θα φθάνει στο IC1. Μόλις η φωτοδιόδος D1 δεχτεί το φως που φθάνει σε αυτήν μέσω του ανοικτού κλειστρου, ο τετραψήφιος μετρητής του IC1 αρχίζει να μετράει παλμούς. Μόλις το κλείστρο επανέλθει στην κατάσταση ηρεμίας του (δηλ. κλείσει), ο μετρητής 'παγώνει' την ένδειξη του απεικονίζοντας τα msec που αντιστοιχούν στο χρόνο ανοίγματος.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειώσουμε πως πρέπει να γνωρίζετε εκ των προτέρων τον προβλεπόμενο τυπικό χρόνο ανοίγματος του κλειστρου, προκειμένου να επιλέξετε την καταλληλότερη κλίμακα μέτρησης. Είναι πολύ πιθανό αν ο χρόνος είναι μεγάλος, να συμβεί υπερχει-

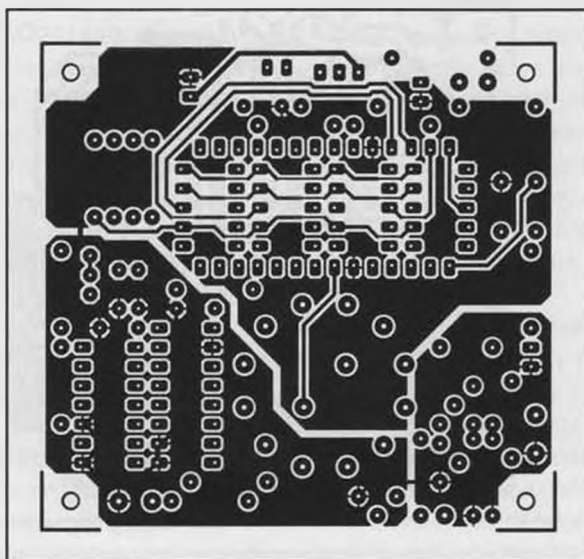
Πίνακας 1. Μετατροπή ταχύτητας κλειστρου σε χρόνο

| | |
|--------|------------|
| 1/2000 | 0,50 msec |
| 1/1000 | 1,00 msec |
| 1/500 | 2,00 msec |
| 1/250 | 4,00 msec |
| 1/125 | 8,00 msec |
| 1/60 | 16,67 msec |
| 1/30 | 33,33 msec |
| 1/15 | 66,66 msec |
| 1/8 | 125 msec |
| 1/4 | 250 msec |
| 1/2 | 500 msec |
| 1 | 1000 msec |

λιση του μετρητή, μετά την οποία θα επέλθει μηδενισμός και επανεκκίνηση της μέτρησης! Ένα τέτοιο γεγονός δεν έχει καμία απολύτως καταστροφική συνέπεια για το κύκλωμα. Απλώς, οι ενδείξεις που θα πάρετε σχετικά με το χρόνο ανοίγματος του κλειστρου θα είναι τελείως παραπλανητικές. Στον Πίνακα 1 σημειώνονται οι τυπικοί χρόνοι ανοίγματος του κλειστρου (σε msec) για τις πιο συνηθισμένες ταχύτητες των φωτογραφικών μηχανών. Με τη βοήθεια τους θα μπορέσετε να αξιολογήσετε με μεγαλύτερη ευκολία το αν αυτό που βλέπετε στην τετραψήφια οθόνη της κατασκευής είναι αυτό που πρέπει πράγματι να δείτε. Για ταχύτητες από 1/1000 έως και 1/15 είναι σκοπιμο να χρησιμοποιείτε την μικρότερη διαθέσιμη κλίμακα των 99,99 msec.

Για ταχύτητες μεταξύ 1/8 μέχρι 1/2 τη μεσαία (999,9 msec), ενώ για εκείνες που είναι μεγαλύτερες του 1 δευτερολέπτου τη μέγιστη κλίμακα των 9,999 sec. Η τελευταία είναι σε θέση να μετρήσει χρόνους μέχρι 10 sec με ακρίβεια 1 msec. Για την τροφοδοσία του κυκλώματος φροντίζει ένα 7805. Το ρεύμα που καλείται να δώσει φθάνει τα 80 mA, γεγονός που κάνει απαραίτητη τη χρήση ενός μικρού τροφοδοτικού πρίζας. Αν πάλι θέλετε να επιμείνετε στη φορητότητα της κατασκευής, αναζητήστε τέσσερις μπαταρίες AA που θα συνδέσετε σε σειρά.

Λαμβάνοντας υπόψη πως για να δείτε το αποτέλεσμα μιας μέτρησης αρκεί ένα μικρό χρονικό διάστημα, η 'ζωή' τους θα είναι αρκετά μεγάλη. Αν θέλαμε να τεκμηριώσουμε την παραπάνω άποψη με τη γλώσσ-



σα των αριθμών, θα λέγαμε πως χρησιμοποιώντας μπαταρίες AA χωρητικότητας 2000 mAh, η αυτονομία της κατασκευής αγγίζει τις 25 ώρες. Σημειώστε πως σε μια τέτοια περίπτωση το 7805 πρέπει να αντικατασταθεί με ένα ισοδύναμο χαμηλής διαφοράς τάσης εισόδου / εξόδου, ενώ η διόδος προστασίας από εσφαλμένη πολικότητα (D2) θα πρέπει να γεφυρωθεί.

Κατασκευή

Η συναρμολόγηση της κατασκευής πάνω στην διατιθέμενη πλακέτα διπλής όψης απαιτεί λίγο περισσότερο προσοχή απ' ό,τι συνήθως. Κριτήριο της σχεδίασης της ήταν η ελαχιστοποίηση των διαστάσεων της πλακέτας, χωρίς να έχει προβλεφθεί η τοποθέτησή της σε κάποιο συγκεκριμένο κουτί. Το δύσκολο έργο της αναζήτησης κουτιού το αφήνουμε στην δική σας πρωτοβουλία και φαντασία!

Η σειρά τοποθέτησης των εξαρτημάτων στην πλακέτα είναι καθοριστικής σημασίας. Και αυτό γιατί τα εξαρτήματα τοποθετούνται και στις δύο πλευρές της. Θέλοντας να αποφύγουμε την αύξηση των διαστάσεων της, προτιμήσαμε να τοποθετήσουμε τα ψηφία επτά τμημάτων κάτω από το ολοκληρωμένο IC1 (όψη χαλκού), κάτι που εκτός των άλλων απλοποιούσε κατά πολύ τη διαδικασία αναζήτησης διαδρομών για τη σύνδεση των ακίδων τους. Από τη στιγμή που πήραμε αυτήν την απόφαση, θα έπρεπε να τοποθετήσουμε υποχρεωτικά τόσο το μεταγωγικό όσο και τον πιεστικό διακόπτη μηδενισμού στην ίδια πλευρά. Με αυτόν τον τρόπο θα είχαμε τη βέλτιστη ευκολία χρήσης.

Όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα τοποθετούνται στην πάνω όψη της πλακέτας. Στη θέση του IC1 τοποθετήστε, αντί για βάση, δύο σειρές θηλυκών υποδοχών με απόσταση ακίδων 0,1 της ίντσας. Κάνετε το ίδιο και για τα ψηφία των επτά τμημάτων. Για τα τελευταία δεν θα μπορούσατε να είχατε άλλη επιλογή, μιας που δεν κυκλοφορούν βάσεις κατάλληλες γι' αυτά. Ο λόγος που μας ανάγκασε να χρησιμοποιήσουμε σειρές υποδοχών και όχι βάση για το IC1, έχει να κάνει με την αναγκαιότητα πραγματοποίησης κολλήσεων στην πάνω όψη ανάμεσα στις δύο σειρές.

Αν χρησιμοποιούσαμε βάση, το μεσαίο στηρικτικό στέλεχος θα εμπόδιζε τις κολλήσεις κάνοντας ανέφικτη την υλοποίηση της κατασκευής. Για τις σειρές υποδοχών των ψηφίων, θα σας προτεινάμε είτε να χρησιμοποιήσετε κάποιες με μεγάλο μήκος ακί-

δων, είτε να βάλετε πολλές τη μια πάνω στην άλλη.

Με αυτόν τον τρόπο τα τέσσερα ψηφία θα υψωθούν αρκετά από την επιφάνεια της πλακέτας ερχόμενα σε ύψος συγκρίσιμο με εκείνο του (ψηλού) περιστροφικού διακόπτη. Σε ένα ανάλογο ύψος θα πρέπει να στερεώσετε και τον διακόπτη μηδενισμού. Τέλος, αν διαπιστώσετε πως το 7805 'πετιέται' πολύ πάνω από την πλακέτα, δεν έχετε παρά να το οριζοντιώσετε μηδενίζοντας, πρακτικά, το ύψος του.

Καλωδίωση και μετρήσεις

Για τη μέτρηση του χρόνου ανοίγματος του κλείστρου απαιτείται, εκτός από την ελεγχόμενη φωτογραφική μηχανή και το κύκλωμα μέτρησης που ήδη περιγράψαμε, μια λάμπα πυρακτώσεως 100 W. Η λάμπα τοποθετείται δέκα περίπου εκατοστά μπροστά από τον φακό της φωτογραφικής μηχανής και μάλιστα κατά μήκος της νοητής ευθείας που σχηματίζει ο κύριος άξονάς του.

Το διάφραγμα της φωτογραφικής θα πρέπει να είναι τελείως ανοικτό. Στη συνέχεια φροντίζουμε να τοποθετήσουμε τη φωτοδίοδο στη θέση που τοποθετείται το φιλμ, κάτι που μας υποχρεώνει να ανοίξουμε το πίσω μέρος της μηχανής. Αν μας εξυπηρετεί μπορούμε να συνδέσουμε την φωτοδίοδο στην πλακέτα μέσω ενός κομματιού θωρακισμένου καλωδίου. Η 'ψίχα' του καλωδίου συνδέεται στην κάθοδο της διόδου, ενώ η θωράκιση στην άνοδό της που, ούτως ή άλλως, καταλήγει στη γη. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή στην αναγνώριση των ακίδων της διόδου.

Αν και τα τεχνικά εγχειρίδια λένε πως είναι μαρκαρισμένη η κάθοδος, σε αυτήν που χρησιμοποιήσαμε εμείς διαπιστώσαμε πως ίσχυε το αντίθετο! Αν έχετε τοποθετήσει σωστά την δίοδο θα πρέπει κατά μήκος της να μετράτε τάση ίση με 4,5 V περίπου. Στην περίπτωση που μετρήσετε κάτι άλλο, ξεκολλήστε την και κολλήστε ανάποδα.

Μετά από όλα αυτά είστε έτοιμοι να πραγματοποιήσετε την πρώτη μέτρηση. Επιλέξτε τη χειροκίνητη λειτουργία της μηχανής σας και πιέστε το διακόπτη μηδενισμού της κατασκευής. Με αυτόν τον τρόπο μηδενίζονται οι μετρητές του IC1. Στη συνέχεια πατήστε το διακόπτη που ενεργοποιεί το κλείστρο και μόλις ακούσετε το χαρακτηριστικό ήχο κοιτάξτε την ένδειξη στα ψηφία των επτά τμημάτων.

Αυτό που φαίνεται είναι ο χρόνος που

έμεινε ανοικτό το κλείστρο εκφρασμένος σε msec. Αν πατήσετε το διακόπτη της φωτογραφικής μηχανής άλλη μια φορά, χωρίς να μηδενίσετε την ένδειξη (πίεση S2), θα δείτε πως η προηγούμενη τιμή διπλασιάζεται. Αν, επαναλάβετε την ίδια κίνηση δέκα φορές και διαιρέσετε την τελική ένδειξη με τον αριθμό 10, θα έχετε μετρήσει στην πραγματικότητα το μέσο χρόνο ανοίγματος του κλείστρου για τη συγκεκριμένη ταχύτητα της φωτογραφικής μηχανής. Η τιμή αυτή είναι πολύ πιο αξιόπιστη μιας που εκφράζει μέσο όρο μετρήσεων και όχι το αποτέλεσμα ενός μοναδικού ελέγχου.

Στην πράξη

Για να πάρουμε μια ιδέα του πόσο χρήσιμο είναι το κύκλωμά μας, αναζητήσαμε μια παλιά SLR που τη θάλουμε αμέσως στον πάγκο του εργαστηρίου μας. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πήραμε ήταν εξαιρετικά ενδιαφέροντα:

| | | |
|--------|----|-------------|
| 1/1000 | -> | 0,99 msec |
| 1/250 | -> | 4,168 msec |
| 1/60 | -> | 16,04 msec |
| 1/15 | -> | 83,739 msec |
| 1 | -> | 0,95 sec |

Συγκρινόμενα με τις τιμές του Πίνακα 1 διαπιστώσαμε πως ήταν ικανοποιητικά, με εξαίρεση εκείνου που αντιστοιχούσε στο χρόνο του 1/15 sec. Η απόκλιση της μετρηθείσας τιμής από την τυπική έφθασε στο 25%. Ένα τέτοιο ποσοστό, αν και φαίνεται μεγάλο, δεν δημιουργεί προβλήματα στην πράξη. Ακόμα και όταν η απόκλιση φθάνει το 30%, οι διαφοροποιήσεις πάνω στο φωτογραφικό χαρτί είναι ανεπαίσθητες. Γενικά, αποκλίσεις έως και 20% θεωρούνται συνηθισμένες και, κατά συνέπεια, διόλου προβληματικές.

Συμπεράσματα

Με εξαίρεση το IC1, όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα της κατασκευής είναι από τα πλέον συνηθισμένα της αγοράς.

Τα ψηφία των επτά τμημάτων έχουν τυποποιημένη διάταξη ακίδων, γεγονός που επιτρέπει την εύκολη αντικατάστασή τους από οποιαδήποτε άλλα αντίστοιχα βρούμε στην αγορά.

Η κατασκευή αυτή είναι εξ ίσου ακριβής με εκείνη που παρουσιάσαμε στο παρελθόν και μπορεί άνετα να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες εφαρμογές όπου απαιτείται η ακριβής μέτρηση χρόνου.

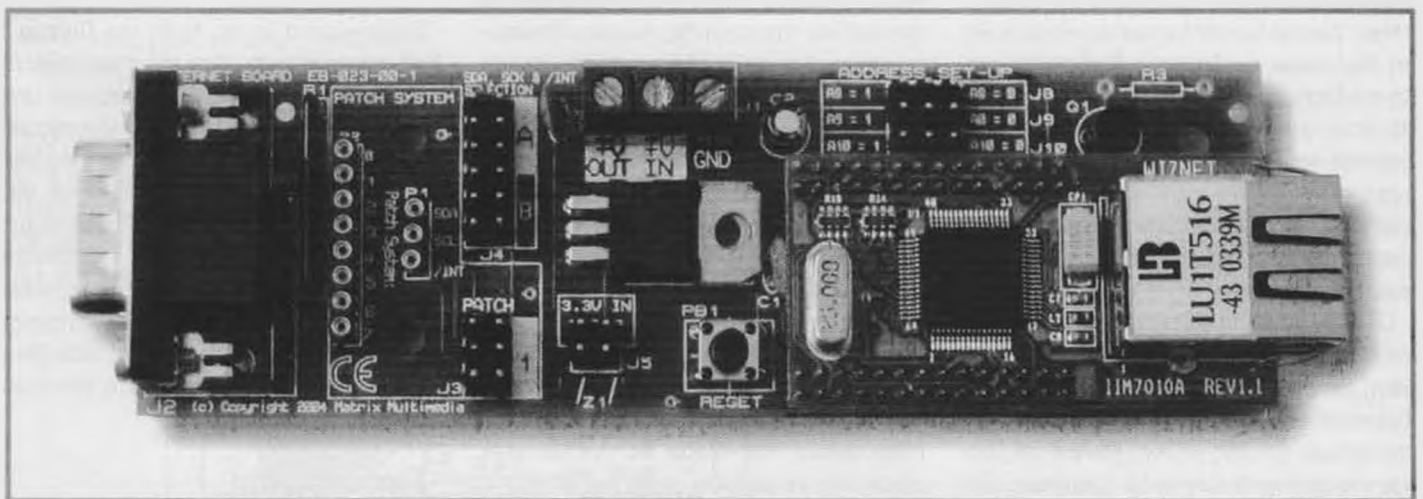
(050190-1)

Τα e-block στον Κυβερνοχώρο

Συνδέστε τα e-block στο Διαδίκτυο

Από τον David Daamen

Το κιτ γνωριμίας των e-block περιλαμβάνει μια μάλλον μικρή ποικιλία από αυτά. Δίκαια λοιπόν οι αναγνώστες μας ρωτούν για το ποια είναι τα υπόλοιπα. Την απάντηση μπορούν να την πάρουν άμεσα κάνοντας μια σύντομη επίσκεψη στο δικτυακό μας τόπο. Προς το παρόν, θα περιγράψουμε ένα ακόμα αντιπροσωπευτικό τύπο e-block, μιας που ο περιορισμένος χώρος του περιοδικού δεν μας επιτρέπει να μιλήσουμε για περισσότερους. Πριν από αυτό όμως, ας δώσουμε μερικές εξηγήσεις για τα διαγράμματα των e-block.



Σχήμα 1. Το Internet E-block EB023 με το πρωτόκολλο TCP/IP.

Η απήχηση των e-block στο ευρύ αναγνωστικό κοινό του Ελέκτορ ήταν αρκετά θετική. Αυτό αποδεικνύεται από τον αριθμό των επιστολών που φθάνουν στα γραφεία μας και στις οποίες αναφέρονται πολλά κολακευτικά σχόλια. Εκτός όμως από τα σχόλια, πολλοί είναι και οι αναγνώστες που μας ρωτούν για το αν είναι διαθέσιμα τα διαγράμματα των πλακετών. Η απάντηση

που έχουμε να τους δώσουμε είναι καταφατική. Σε όλες τις συσκευασίες των βασικών e-block (πολύ-προγραμματιστών) φιλοξενείται ένα μίνι CD στο οποίο εκτός από, χρήσιμες τεχνικές πληροφορίες, υπάρχουν και αρχεία με τα κυκλωματικά διαγράμματα όλων των e-block. Αν, πάλι, έχετε αγοράσει ένα μεμονωμένο e-block, μπορείτε να μας ζητήσετε να σας στείλουμε

το διάγραμμα μέσω e-mail. Υπάρχει μόνο μια μικρή επιφύλαξη σε ότι αφορά την ευκρίνεια μερικών από αυτά, που μερικές φορές τα κάνει δυσδιάκριτα. Οι τεχνικοί μας έχουν ενημερωθεί γι' αυτό και ήδη τα διορθώνουν. Θα σας προτείνουμε να επισκέπτεστε συχνά το δικτυακό μας τόπο, μιας που όλες οι ανακοινώσεις σχετικά με τα e-block δημοσιεύονται πρώτα σε αυτόν.

Τα e-block στην εκπαίδευση

Τα e-block δεν είναι χρήσιμα μόνο για την γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών, αλλά και για την εκμάθηση βασικών εννοιών σε όλους όσους ενδιαφέρονται να μάθουν περισσότερα για τους μικροελεγκτές και το Διαδίκτυο. Η Matrix Multimedia έχει επαρκή εμπειρία τόσο με τον πρώτο όσο και με το δεύτερο αντικείμενο.

Ας έρθουμε όμως στα λόγια του John Dobszon: 'Η πλακέτα Διαδικτυακής πρόσβασης της παρούσας κατασκευής αποτελεί ένα τυπικό παράδειγμα. Είναι γεγονός πως οι περισσότεροι σπουδαστές ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για το Διαδίκτυο.

Με τα αντίστοιχα e-block μπορούν να το μελετήσουν, μέσα στα πλαίσια των μαθημάτων τους. Ένα από τα πρώτα παραδείγματα - προβλήματα που καλούνται λύσουν, αφορά στη σχεδίαση ενός συστήματος εποπτείας θερμοκρασίας, το οποίο θα πρέπει να επιτηρείται μέσω του Διαδικτύου.

Κύριο εξάρτημα της παραπάνω εφαρμογής αποτελεί ένας αισθητήρας θερμοκρασίας, που συνδέεται στην πλακέτα του πολύ-προγραμματιστή μέσω του κατάλληλου προσαρμοστικού e-block. Στην ίδια πλακέτα συνδέεται ένα e-block εξοπλισμένο με μια οθόνη LCD, όπως επίσης και η Διαδικτυακή πλακέτα. Το συνολικό κατασκεύασμα φαίνεται στο **σχ. 3**.

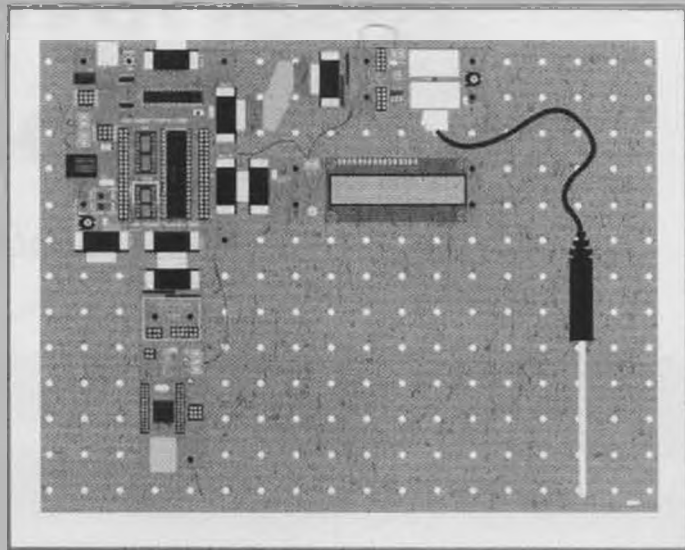
Ο αισθητήρας θερμοκρασίας είναι ένα συνηθισμένο θερμίστορ NTC, η ωμική αντίσταση του οποίου προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$T = [K0 + K1(\ln 1000R) + K2(\ln 1000R - 3)]^{-1} - 273,15$$

όπου

$$K0 = 1,02119 \times 10^3$$

$$K1 = 2,22468 \times 10^4$$



Σχήμα 3. Ένα καταγραφικό θερμοκρασίας μέσω Internet με E-block χρησιμοποιώντας τον πολυπρογραμματιστή, ενδιάμεσο αισθητήρων, LCD αισθητήρα θερμοκρασίας και την πλακέτα Internet.

$$K2 = 1,33342 \times 10^7$$

Η ποσότητα R είναι αυτή που αντιστοιχεί στην ωμική αντίσταση του NTC. Το τελευταίο συνδέεται σε σειρά με μια σταθερή αντίσταση 10 ΚΩ δημιουργώντας έναν ωμικό διαιρέτη. Η τάση που αναπτύσσεται στο σημείο σύνδεσης των δύο αντιστάσεων οδηγείται στην είσοδο του μετατροπέα A/D του μικροελεγκτή για να μετατραπεί σε ελάχιστο χρόνο σε μια ισοδύναμη 10ψήφια δυαδική ποσότητα (χρήση πλακέτας προσαρμογής αισθητήρων και πλακέτας μικροελεγκτή). Για τις ανάγκες της εφαρμογής, οι σπουδαστές καλούνται να προχωρήσουν στις παρακάτω ενέργειες:

1) Να δημιουργήσουν το πρόγραμμα ελέγχου (χρησιμοποιώντας το FlowCode) που, κατ' αρχήν, διαβάζει την 10ψήφια ποσότητα και την απεικονίζει στην οθόνη LCD σαν ένα δεκαδικό αριθμό από 0 έως 1023.

2) Να προσθέσουν μια δικτυακή σελίδα στην οποία θα φαίνεται η παραπάνω τιμή.

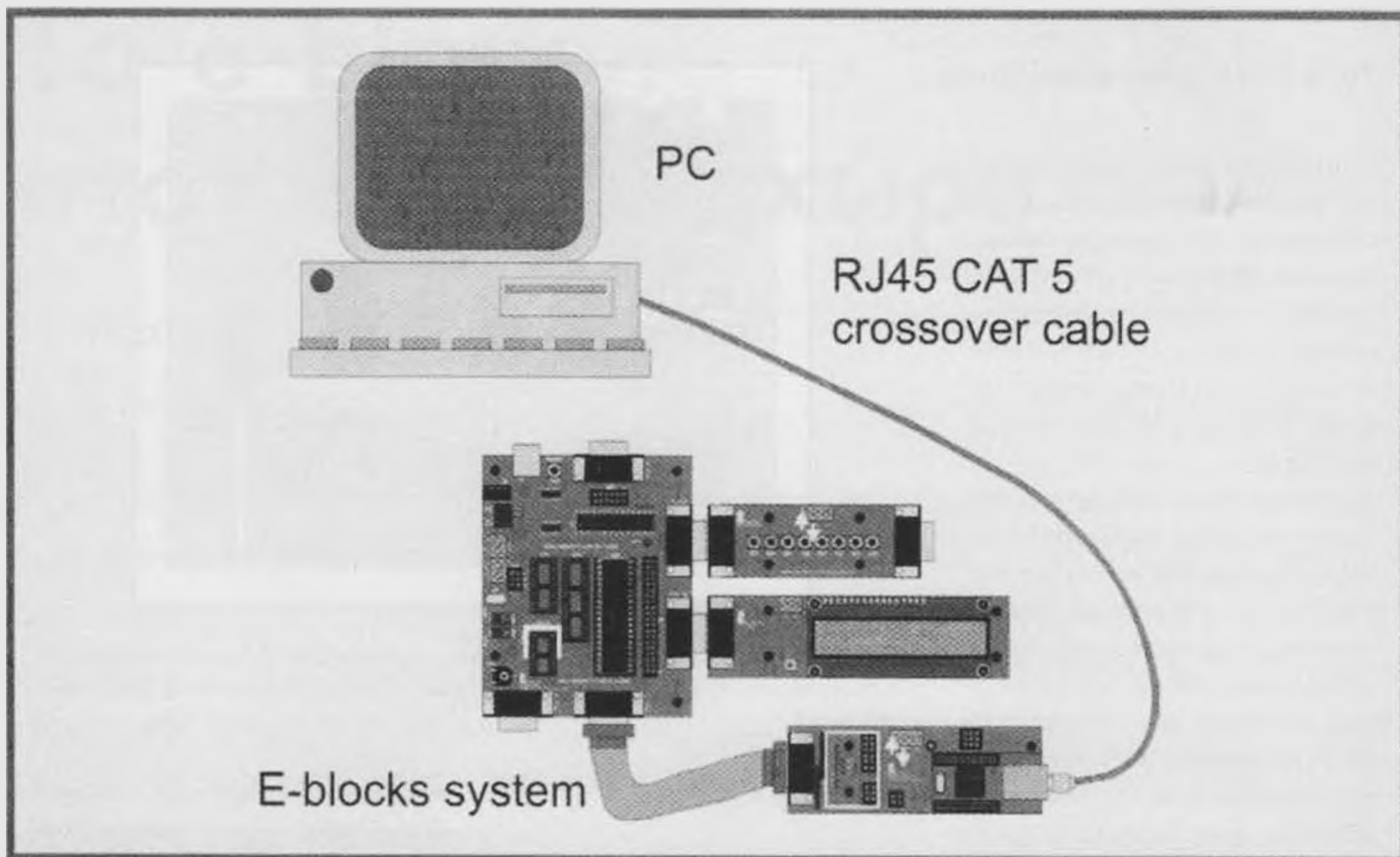
3) Να δημιουργήσουν με τη βοήθεια της Java μια δικτυακή εφαρμογή που θα τρέχει στον PC και η οποία θα μετατρέπει

τον δεκαδικό αριθμό στην ισοδύναμη θερμοκρασία, κάνοντας χρήση της σχέσης μετατροπής.

Οι παραπάνω εργασίες μπορούν να διατυπωθούν στους σπουδαστές με απλούστερο ή δυσκολότερο τρόπο, συνοδευόμενες από λιγότερες ή περισσότερες οδηγίες. Κριτήριο για τις 'διευκολύνσεις' αποτελεί το γνωστικό τους επίπεδο και ο χρόνος που είναι διαθέσιμος για την ολοκλήρωση της εφαρμογής.

Ένας σπουδαστής εξοικειωμένος με τις μακροεντολές διαχείρισης Διαδικτύου του FlowCode, είναι σε θέση να ολοκληρώσει τις δύο πρώτες εργασίες σε λιγότερο από μια ώρα.

Αν τα παραπάνω ζητούμενα αποδειχθούν εύκολα για την πλειονότητα των σπουδαστών, τότε το επόμενο πρόβλημα θα μπορούσε π.χ. να αφορά το 'στήσιμο' ενός Διαδικτυακού Διακομιστή με τη χρήση των μακροεντολών υποστήριξης του επιπέδου transport TCP του (αναβαθμισμένου) FlowCode. Το πόσο εύκολα θα το καταφέρουν είναι μια άλλη ιστορία'.



Σχήμα 2. Για την απευθείας σύνδεση με PC χρειάζεται ένα καλώδιο UTP.

Σύνδεση On Line

Και μιας που μιλήσαμε για το Διαδίκτυο, έχετε μήπως αναρωτηθεί ποτέ για το αν υπάρχει κάποιο (ή κάποια) e-block που μπορούν να 'μπουν' σε αυτό;

Προτού σπεύσετε να μας στείλετε το σχετικό e-mail, σας προλαβαίνουμε δίνοντας άλλη μια καταφατική απάντηση. Η σειρά EB023 (σχ. 1) αποτελεί ότι ακριβώς χρειάζεστε.

Σε συνδυασμό μάλιστα, με μια δωρεάν διατιθέμενη αναβάθμιση του FlowCode (βλ. δικτυακό τόπο), η σύνδεση της δικής σας κατασκευής στο Διαδίκτυο αποδεικνύεται απλούστερη από παιχνίδι. Η αναβάθμιση 'εφοδιάζει' το FlowCode με ένα καινούργιο σύνολο μακροεντολών το ίδιο ευέλικτων και λειτουργικών όσο εκείνων που έχουμε ήδη περιγράψει.

Δεν χρειάζεται λοιπόν να ανησυχείτε για το πόσο εύκολα θα φτιάξετε μια Δικτυακή εφαρμογή. Συνδέστε απλώς τα e-block που σας ενδιαφέρουν και καθίστε στην οθόνη του υπολογιστή σας για να τα προγραμματίσετε.

Προδιαγραφές

Όλα τα e-block που προορίζονται για ανταλλαγή δεδομένων με το Διαδίκτυο βασίζονται στο E3100A της WizNET. Το εξάρτημα αυτό διαθέτει ενσωματωμένο σωρό για όλες τις λειτουργίες TCP/IP. Με τη βοήθειά του, μπορείτε να 'γεφυρώσετε' με το Διαδίκτυο οποιαδήποτε εφαρμογή βασίζεται σε μικροελεγκτή, χωρίς να αναζητάτε τεχνάσματα για τη δημιουργία του σωρού TCP/IP. Όλες οι πλακέτες των Διαδικτυακών e-block διαθέτουν τον τυποποιημένο συνδετήρα Ethernet, ο οποίος μέσω ενός διασταυρούμενου καλωδίου εξασφαλίζει σύνδεση με οποιοδήποτε PC (σχ. 2). Υποστηρίζουν επίσης τα πρωτόκολλα UDP, IP, ARP, ICMP, DHCP, ARP, DLC και MAC έχοντας ταχύτητες μετάδοσης 10 ή 100 Mbps. Από λειτουργική άποψη, τα 'Διαδικτυακά' e-block επικοινωνούν με την πλακέτα του πολύ-προγραμματιστή μέσω των αγωγών του διαύλου I²C. Θυμίζουμε ότι με τη βοήθεια βραχυκυκλωτήρων μπορείτε να συνδέσετε στον ίδιο δίαυλο έως και οκτώ διαφορετικές πλακέτες I²C τροποποιώντας

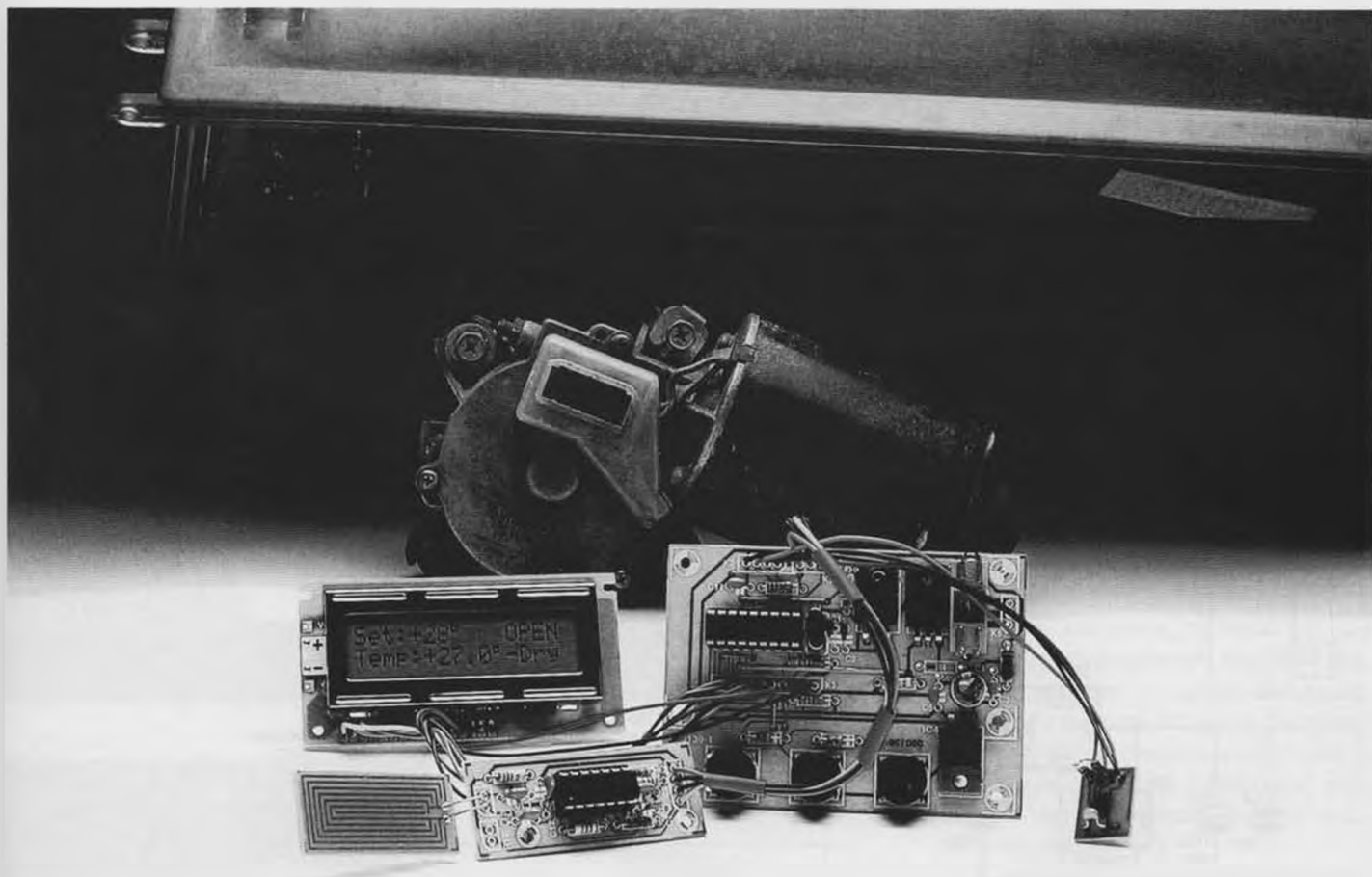
τις διευθύνσεις τους. Ένα 'Διαδικτυακό' e-block σας επιτρέπει να ελέγχετε την κατάσταση μιας εφαρμογής αυτοματισμού μέσω του Διαδικτύου. Θα λέγαμε μάλιστα, πως με τη βοήθειά της η κατασκευή σας αποκτά μια δικτυακή σελίδα την οποία μπορείτε να επισκεπτεστε ανά πάσα στιγμή από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.

Η ανάγνωση των περιεχομένων της αρκεί για να σας ενημερώσει για τα αποτελέσματα κάποιων μετρήσεων ή γενικότερα για την εξέλιξη των λειτουργιών που βρίσκονται σε εξέλιξη. Το FlowCode είναι εκείνο που θα σας 'μυήσει' στα μυστικά του Διαδικτύου δίνοντας έμφαση στις ιδιαιτερότητες των εφαρμογών ειδικού σκοπού που ενδιαφέρουν περισσότερο τους ηλεκτρονικούς. Στο σχετικό ένθετο ο John Dobson της Matrix Multimedia καταγράφει τις εντυπώσεις του από τη χρήση μιας σύνθετης κατασκευής e-block συνδεδεμένης στο Διαδίκτυο μέσω της ομώνυμης μονάδας. Η όλη κατασκευή είχε εκπαιδευτικό χαρακτήρα. (065029-1)

Αυτόματο άνοιγμα /κλείσιμο παραθύρου

Ευαίσθητο στις καιρικές μεταβολές

Από τον Raymond Arets



Οι περισσότεροι ηλεκτρονικοί είναι φανατικοί συλλέκτες. «Γιατί να πετάξουμε αυτά τα παλιά πράγματα, αφού τα έχουμε πληρώσει» είναι μια φράση που ακούγεται συχνά από το στόμα τους. Η αντίληψη αυτή, εκτός των άλλων, έχει σα συνέπεια τη δημιουργία βουνών από μεταχειρισμένα αντικείμενα που ορθώνονται συνήθως στο γκαράζ ή στην σοφίτα του σπιτιού. Στην κατασκευή που δημοσιεύουμε στις επόμενες σελίδες χρησιμοποιούμε πολλά από αυτά, αποδεικνύοντας ότι εξακολουθούν να είναι χρήσιμα και λειτουργικά.

Η νέα μας σχεδίαση βασίζεται στο μάλλον παλιό, αλλά δοκιμασμένο, μικροελεγκτή PIC16F84. Το εξάρτημα αυτό που κατασκευάζεται από τη Microchip, είναι γνωστό για την αυξημένη λειτουργικότητά του,

όπως επίσης και για την ευκολία με την οποία ανταπεξέρχεται σε εφαρμογές αυτοματισμού.

Για τις ανάγκες της παρούσας κατασκευής φιλοξενεί στη μνήμη του ένα μικρό πρό-

γραμμα γραμμένο στη γλώσσα 'JAL' (περισσότερα γι' αυτήν σε επόμενη ενότητα). Το εξάρτημα που ελέγχει είναι ένας παλιός κινητήρας καθαριστήρων αυτοκινήτου, που με τη χρήση κατάλληλων μεταλλικών

στελεχών καταφέρνει να ανοιγοκλείνει ένα μικρό παράθυρο (φεγγίτη) στη σοφίτα του σπιτιού.

Περιγραφή κυκλώματος

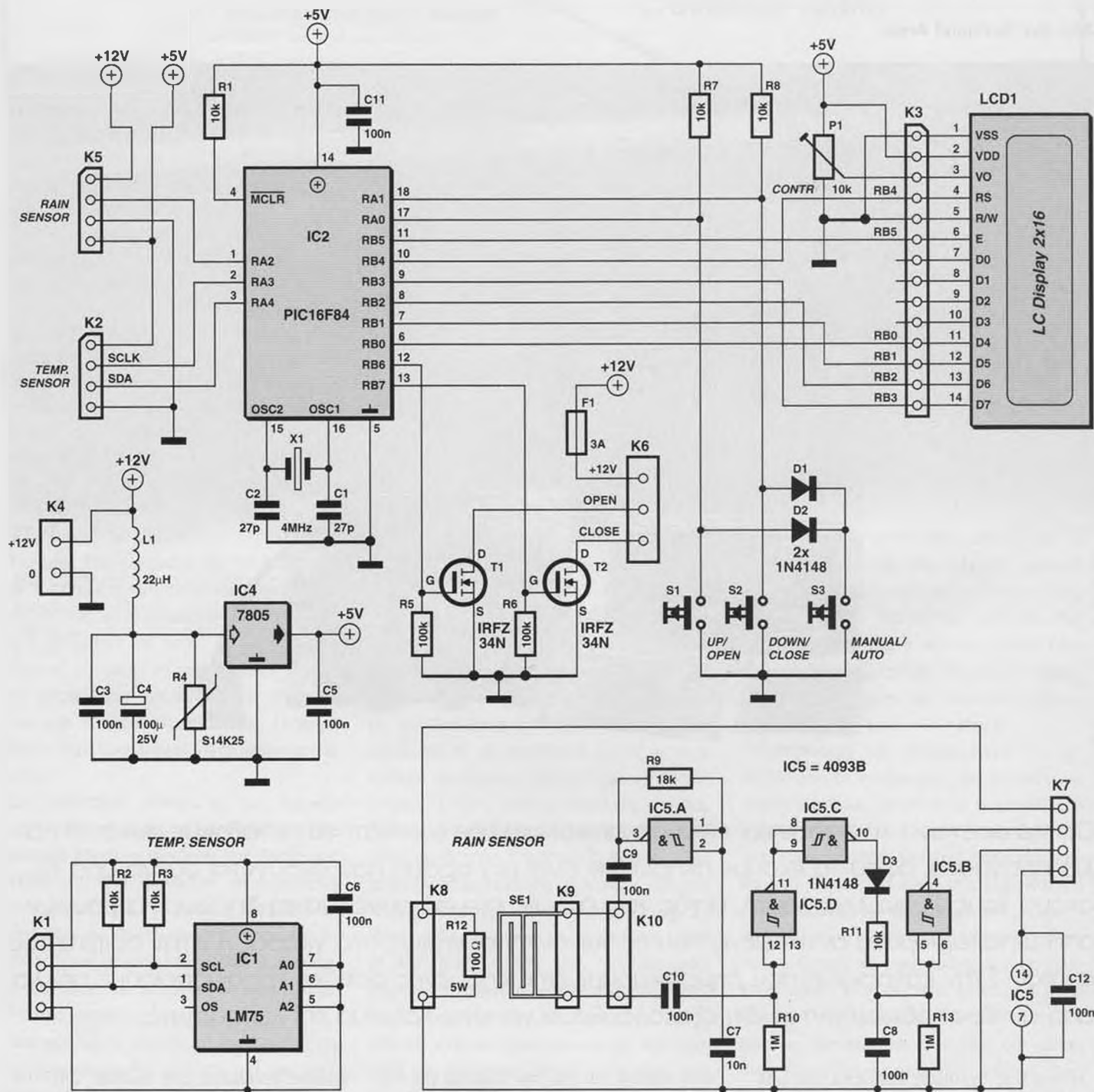
Στο σχ. 1 φαίνεται το κύκλωμα της κατασκευής. Με τη βοήθεια του θα εξηγήσουμε τη συνολική λειτουργία του κυκλώματος δίνοντας έμφαση στις μεμονωμένες βαθμί-

δες του. Όπως ήδη έχετε αντιληφθεί, το βασικότερο εξάρτημα της κατασκευής είναι ο μικροελεγκτής PIC16F84 (IC2).

Πάνω σε αυτόν συνδέονται δύο αισθητήρες καιρικών συνθηκών: ένας ικανός να αντιλαμβάνεται τη βροχή και ένας κατάλληλος για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Οι πληροφορίες που μεταφέρουν στο μικροελεγκτή προκαλούν

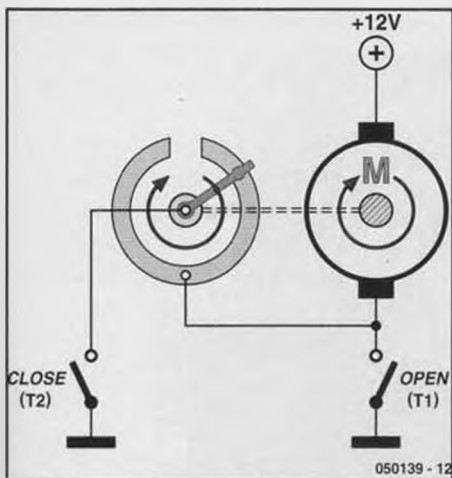
την εμφάνιση ανάλογων ενδείξεων στην οθόνη LCD, ενώ ταυτόχρονα προσδιορίζουν το αν το παράθυρο θα πρέπει να κλείσει ή να ανοίξει.

Η θερμοκρασία μετράται μια φορά κάθε 30 δευτερόλεπτα, σε αντίθεση με τον αισθητήρα βροχής ο οποίος βρίσκεται κάτω από τη διαρκή επιτήρηση του μικροελεγκτή. Η οθόνη LCD είναι μια συνηθισμένη



050139 - 11

Σχ. 1. Με την πρώτη ματιά, το κύκλωμα φαίνεται πολύπλοκο. Με μια περισσότερο προσεκτική αποδεικνύεται απλούστατο μιας που 'απεί' σε επιμέρους απλές βαθμίδες. Εμφανής είναι η υποστήριξη διαύλου PC.



Σχ. 2. Η σύνδεση του κινητήρα.

αλφαριθμητική οθόνη υγρών κρυστάλλων 2 x 16 χαρακτήρων, που μπορείτε, αν θέλετε, να την παραγγείλετε στα γραφεία του Ελέκτορ (κωδικός παραγγελίας: 030451 – βλ. σχ. 5). Τα τρανζίστορ T1 και T2 είναι MOSFET ισχύος ικανά να ελέγχουν ρεύματα της τάξης των 3 A (ή και μεγαλύτερα αν λάβουμε υπόψη τα ισχυρά ρεύματα εκκίνησης που απαιτούν οι κινητήρες). Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους υποδεικνυόμενους τύπους ή κάποιους άλλους που θα πληρούν τις προδιαγραφές του κινητήρα που έχετε στα χέρια σας.

Η τάση λειτουργίας τους είναι (τουλάχιστον) 12 V, μιας που σε αυτήν την τάση εργάζονται όλα τα ηλεκτρικά εξαρτήματα

των αυτοκινήτων που σίγουρα έχετε φυλαγμένα. Για τη διέγερση τους αρκούν τα +5 V που επιβάλλουν στις πύλες τους οι ακίδες RB6 και RB7 του μικροελεγκτή. Αυτό, φυσικά, με την προϋπόθεση ότι και τα δύο MOSFET έχουν τις πηγές τους ενωμένες με τη γη. Σε αντίθετη περίπτωση απαιτείται κύκλωμα μετατόπισης στάθμης. Το σχ. 2 μας βοηθάει να αντιληφθούμε το πως συνδέεται ένας συνηθισμένος κινητήρας καθαριστήρων αυτοκινήτου.

Στη φωτογραφία του σχ. 3 βλέπουμε τα μηχανικά στελέχη που έχουν προστεθεί σε αυτόν από το σχεδιαστή προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες της παρούσας κατασκευής. Η λειτουργία των πιεστικών διακοπών S1 και S2 εξαρτάται από τον τρόπο λειτουργίας της συνολικής κατασκευής. Αν την έχουμε γυρίσει στο 'Αυτόματο', οι δύο διακοπές προσδιορίζουν τη θερμοκρασία στην οποία ανοίγει το παράθυρο (ο πρώτος την αυξάνει – ο δεύτερος την μειώνει).

Αν η κατασκευή εργάζεται στο 'Χειροκίνητο' τρόπο, η πίεση του S1 έχει σαν αποτέλεσμα την περιστροφή του κινητήρα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (καθορίζεται μέσω του λογισμικού). Μια τέτοια κίνηση έχει σαν αποτέλεσμα το άνοιγμα του παραθύρου. Η πίεση του S2 έχει το αντίθετο ακριβώς αποτέλεσμα. Ο κινητήρας θα αρχίσει και πάλι να γυρίζει, αυτή τη φορά όμως, κλείνοντας το παράθυρο.

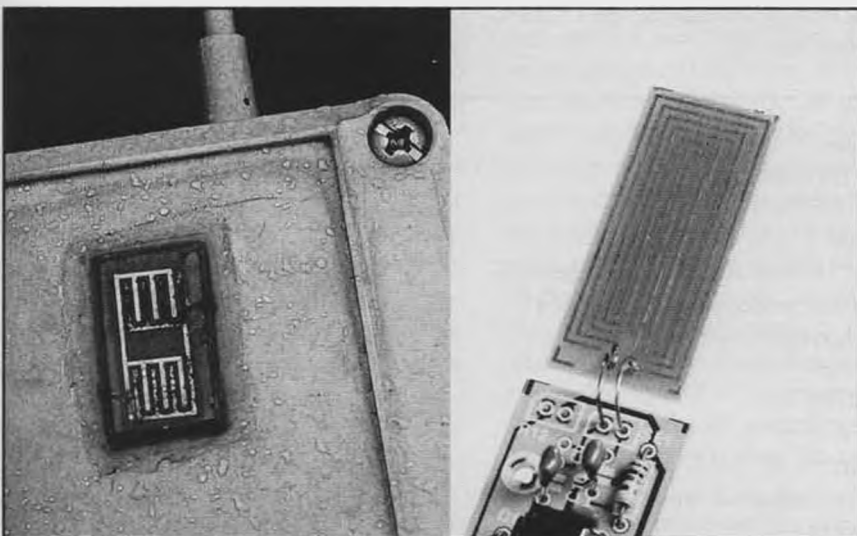
Ο χρόνος λειτουργίας του εξαρτάται από το πόσο γρήγορα θα φθάσει ο δρομέας στο διάκενο του ενσωματωμένου δακτυλίου. Τη στιγμή εκείνη διακόπτεται αυτόματα η παροχή ρεύματος, ενώ ο κινητήρας επανέρχεται στη θέση ηρεμίας έχοντας κλείσει το παράθυρο.

Ο διακόπτης S3 είναι εκείνος που επιτρέπει την επιλογή μεταξύ της 'Αυτόματης' και της 'Χειροκίνητης' λειτουργίας. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούμε σε ένα μικρό τέχνασμα που αναγκασθήκαμε να κάνουμε από τη στιγμή που αντιληφθήκαμε πως δεν υπήρχε καμία ελεύθερη ακίδα για τη σύνδεση του S3. Με τη βοήθεια των διόδων D1 και D2, η πίεση του S3 γίνεται αντιληπτή σαν ταυτόχρονη πίεση των S1 και S2.

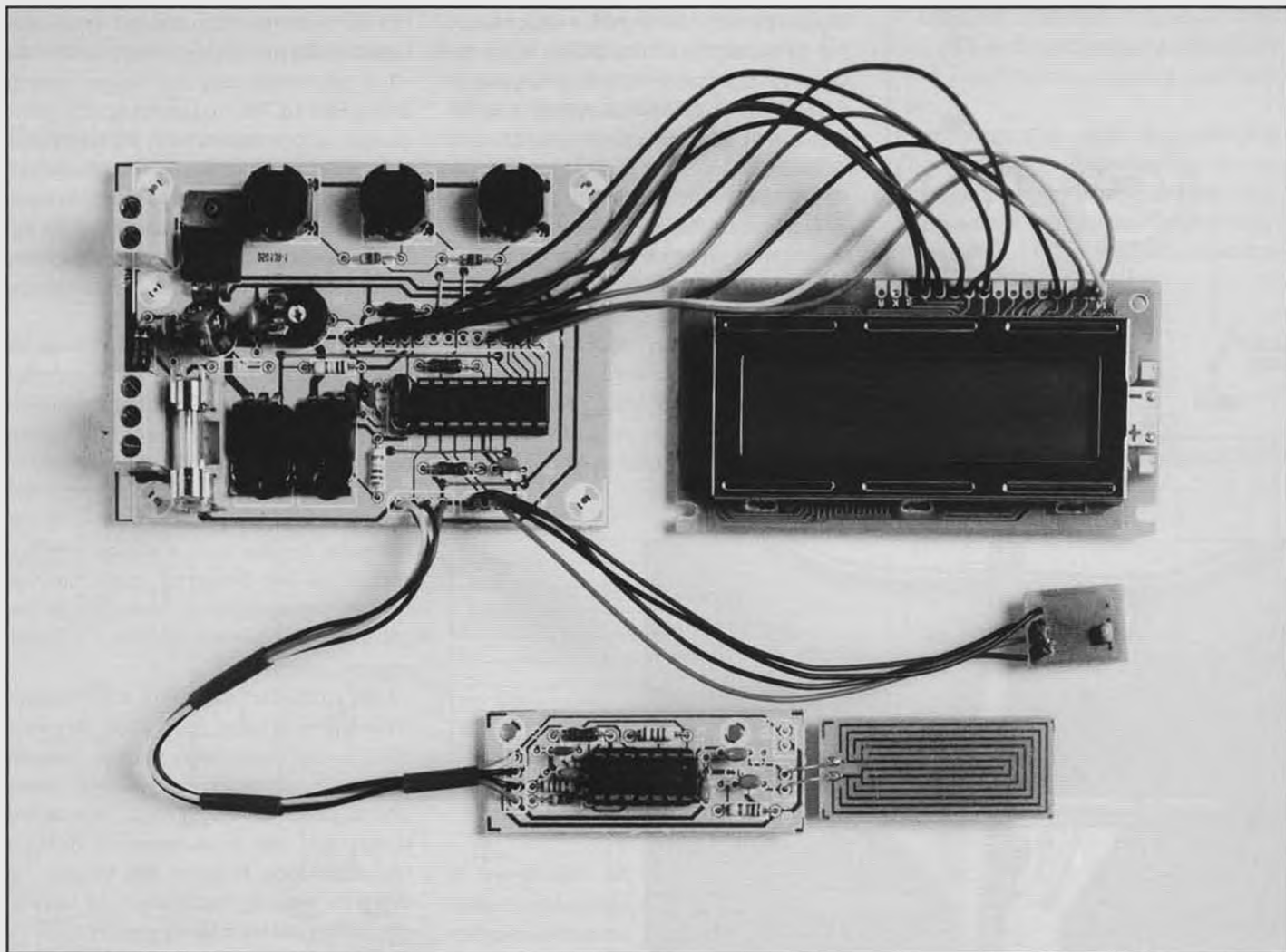
Όταν λοιπόν ο PIC 'νοιώσει' χαμηλό δυναμικό σε μια από τις ακίδες RB6 και RB7, αντιλαμβάνεται ότι έχει πιεσθεί είτε ο S1 είτε ο S2. Αν βρει χαμηλό δυναμικό και στις δύο ταυτόχρονα, τότε 'πιστεύει' (όχι άδικα) ότι πιεσθηκε ο S3. Οι δύο δίοδοι έχουν τοποθετηθεί ώστε να μην παρακω-



Σχ. 3. Εκτός από τα ηλεκτρονικά, πρέπει να φροντίσουμε και για τα μηχανολογικά μέρη της κατασκευής.



Σχ. 4. Ο αισθητήρας υγρασίας μπορεί να κατασκευαστεί από την πλακέτα ενός παλιού ηλεκτρολογίου (αριστερά) ή να εκτυπωθεί εξ αρχής σε μια εποξική ή βακιλιτένια πλακέτα. Η οξείδωση στον πρωτότυπο αισθητήρα του συγγραφέα προήλθε από τη συνεχή τάση που χρησιμοποιήθηκε για την οδήγησή του στην πρώτη έκδοση της κατασκευής.



Σχ. 5. Η συναρμολόγηση είναι μια μάλλον εύκολη υπόθεση. Θυμηθείτε να αποκαταστήσετε τις συμρμάτινες γεφυρώσεις.

λύεται η κανονική χρήση των δύο πρώτων διακοπών. Στη θέση του αισθητήρα θερμοκρασίας έχει τοποθετηθεί ένα LM75.

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο – θερμόμετρο με περιοχή λειτουργίας -55 - +125 °C και ακρίβεια +/-3 °C.

Επικοινωνεί με το μικροελεγκτή μέσω των τυπικών σημάτων I²C, ενώ οι τρεις ακίδες επιλογής διεύθυνσης που διαθέτει (A0, A1,

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:

R1, R2, R3, R7, R8, R11 = 10KΩ
 R4 = βαρίστορ τύπου S14K25
 R5, R6 = 100KΩ
 R9 = 18KΩ
 R10, R13 = 1MΩ
 R12 = 100Ω 5W
 P1 = 10KΩ τρίμερ

Πυκνωτές:

C1, C2 = 27pF
 C3, C5, C6, C8-C12 = 100nF
 C4 = 100μF 25 V
 κατακόρυφος
 C7 = 10nF

Ημιαγωγοί:

D1, D2, D3 = IN4148
 T1, T2 = IRFZ34N
 IC1 = LM75
 IC2 = PIC16F84A-201/P, προγραμματισμένος, κωδικός παραγγελίας: 050139-41
 IC3 = αχρησιμοποίητο
 IC4 = 7805
 IC5 = 4093

Διάφορα:

L1 = στραγγαλιστικό πηνίο 22μH (μνιαιτούρα)
 X1 = κρύσταλλος 4 MHz
 F1 = ασφάλεια βραδείας τήξης 3 A με ασφαλισθήκη για πλακέτα
 K1, K2, K5, K7 = σειρά 4 ακίδων (SIL)

K3 = σειρά 14 ακίδων (SIL)

K4 = διπλή κλέμα 2 επαφών κατάλληλη για πλακέτα (απόσταση ακίδων 5 mm)

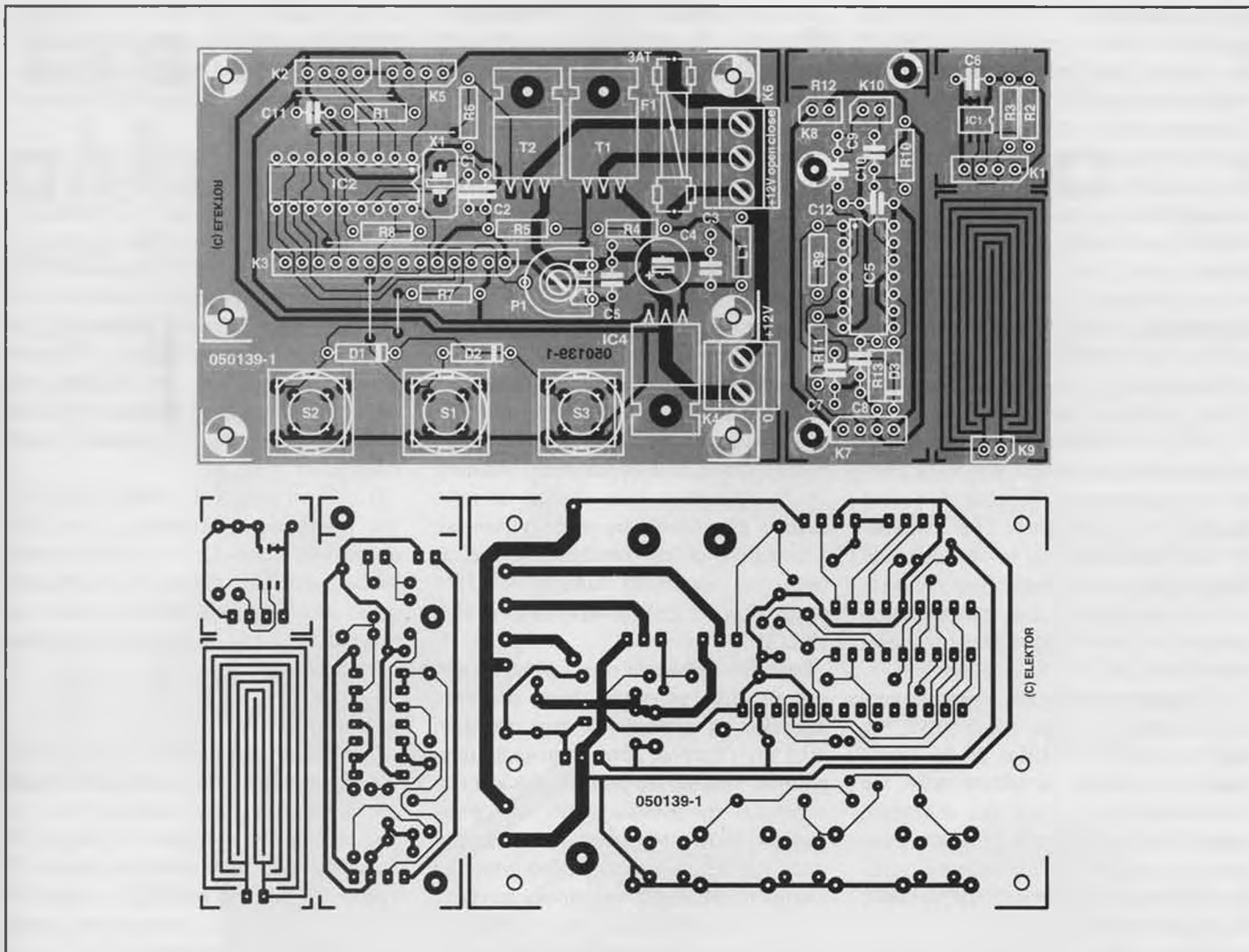
K6 = τριπλή κλέμα 2 επαφών κατάλληλη για πλακέτα (απόσταση ακίδων 5 mm)

K8, K9, K10 = ζεύγος ακίδων (SIL)

S, S2, S3 = πιεστικός διακόπτης μιας κανονικά ανοικτής επαφής Οθόνη LCD 2 x 16 χαρακτήρων,

π.χ. κωδικός παραγγελίας: **030451-73** (με φωτισμό) ή **030451-72**

Λογισμικό σε διακέτα, πηγαίος και δεκαεξαδικός κώδικας, κωδικός παραγγελίας: **050139-11** ή από το Free Download.



Σχ. 6. Το τυπωμένο κύκλωμα και η τοποθέτηση των υλικών πάνω στην πλακέτα.

A3), του επιτρέπουν να συνυπάρχει στον ίδιο δίαυλο με άλλα επτά, το πολύ, περιφερειακά. Φυσικά, στην παρούσα κατασκευή εξυπακούεται πως δεν θέλει παρά.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το πρωτόκολλο I²C, θα σας προτείνουμε να ξεφυλλίσετε κάποιο από τα προηγούμενα τεύχη του Ελέκτορ στα οποία γίνεται αναφορά σε αυτό. Μια επίσκεψη στο δικτυακό μας τόπο θα σας βοηθούσε αρκετά. Για τον αισθητήρα βροχής υπάρχουν δύο προτάσεις. Η πρώτη (και πιο ακριβή) προβλέπει την αγορά ενός αισθητήρα από το εμπόριο.

Η δεύτερη, περισσότερο κοντινή στη φιλοσοφία της κατασκευής μας, προβλέπει τη χρήση ενός τμήματος μιας παλιάς πλακέτας ηλεκτρολογίου από την οποία θα έχουν αφαιρεθεί τα πλήκτρα (σχ. 4). Μπορείτε ακόμα να εκτυπώσετε μια δική σας πλακέτα στην οποία οι αγωγοί θα βρίσκο-

νται κοντά ο ένας στον άλλον έτσι ώστε να βραχυκυκλώνονται όταν πέσει επάνω τους μια σταγόνα βροχής. Σε μια τέτοια περίπτωση όμως είναι μάλλον δύσκολο να καταφέρετε να τους επιχρυσώσετε ώστε να ελαχιστοποιήσετε τον κίνδυνο οξειδωσής τους. Για να αποτρέψουμε τη γρήγορη οξειδωση, αλλά και για να μηδενίζουμε όσο το δυνατόν πιο γρήγορα το ρεύμα που περνάει μέσα από τη σταγόνα, τοποθετήσαμε κάτω από την μικροσκοπική πλακέτα την αντίσταση R12. Η θέρμανση που ακτινοβολεί στεγνώνει τις γραμμές χαλκού του αισθητήρα επαναφέροντάς τον στην κατάσταση αναμονής.

Για να ελαχιστοποιήσουμε ακόμα περισσότερο τον κίνδυνο της οξειδωσης, αποφύγαμε να οδηγήσουμε τον αισθητήρα με συνεχή τάση, που θα προκαλούσε φαινόμενα ηλεκτρόλυσης όταν ο αισθητήρας είχε βραχεί. Προτιμήσαμε να τον διεγείρουμε

(άνω ακίδα) με μια εναλλασσόμενη τάση προερχόμενη από έναν ταλαντωτή βασισμένο στο IC5a. Η συχνότητα λειτουργίας του δεν είναι καθόλου κρίσιμη.

Μια τυπική τιμή είναι οι 10 KHz, αλλά μην ανησυχήσετε αν αυτή του δικού σας κυκλώματος διαφέρει αισθητά από την προτεινόμενη. Οι αναστροφείς IC5c και IC5d συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους και έχουν σαν σκοπό να απομονώνουν την τάση που εμφανίζεται στην κάτω ακίδα του αισθητήρα.

Σε συνθήκες ηρεμίας (ο αισθητήρας είναι στεγνός), η R10 διατηρεί την είσοδο του IC5d σε χαμηλό δυναμικό. Μόλις όμως ο αισθητήρας βραχεί, οι παλμοί που παράγει ο IC5a φθάνουν μέσω του C10 στο ζεύγος των IC5d και IC5c για να ανορθωθούν και να φορτίσουν, τελικά, το C8. Η D3 αποτρέπει την εκφόρτισή του πυκνωτή μέσω του IC5c αφήνοντάς σα μοναδικό φορτίο του

την R13. Με αυτόν τον τρόπο, η τάση που εμφανίζεται στον C8 αποτελεί το μέσο όρο των παλμών που 'πέρασαν' μέσα από τη σταγόνα της βροχής.

Ο αναστροφέας IC5b απομονώνει την τάση αυτή εφαρμόζοντας στην ακίδα RA2 του μικροελεγκτή χαμηλό δυναμικό όταν ο καιρός είναι βροχερός ή υψηλό δυναμικό όταν έχει λιακάδα (ή ξαστεριά). Με τη βοήθεια αυτού του σήματος προκαλείται το άμεσο κλείσιμο του παράθυρου. Η τάση τροφοδοσίας των IC2 και IC5 παράγεται από ένα απλό κύκλωμα σταθεροποίησης κατασκευασμένο γύρω από το IC4.

Το L1 εργάζεται σαν στραγγαλιστικό πηνίο, ενώ το βαρίστορ R4 καταπνίγει τις παρασιτικές αιχμές τάσεις που είναι πιθανόν να εμφανιστούν. Το εξάρτημα αυτό μπορείτε να το αφαιρέσετε στην περίπτωση που τροφοδοτήσετε το κύκλωμα από μια μπαταρία αυτοκινήτου. Η συναρμογή του κυκλώματος είναι απλή και πραγματοποιείται πάνω στην πλακέτα που φαίνεται στο **σχ. 6**.

Τα εξαρτήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι από τα πλέον συνηθισμένα της αγοράς και κατά συνέπεια θα τα βρείτε χωρίς να χρειαστεί να ψάξετε πολύ. Για την κόλληση τους αρκεί ένα κολλητήρι χαμηλής ισχύος με λεπτή μύτη. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή στο LM75 το οποίο διατίθεται σε θήκη Επιφανειακής Στήριξης (SMD) και κολλιέται στο κάτω μέρος της πλακέτας. Τέλος, στο **σχ. 5** βλέπουμε τη φωτογραφία ενός έτοιμου πρωτοτύπου της κατασκευής.

Το λογισμικό

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει, το λογισμικό που 'τρέχει' ο μικροελεγκτής είναι γραμμένο στη γλώσσα JAL (Just Another Language – Μια Ακόμα Γλώσσα) [1]. Η JAL είναι μια απλή γλώσσα, εύκολα αντιληπτή τόσο από τους πεπειραμένους προγραμματιστές όσο και από τους νεοεισερχόμενους στο χώρο. Από τη στιγμή που κατανοήσετε το πρόγραμμα, είναι πολύ εύκολο να το τροποποιήσετε και να το προσαρμόσετε στις δικές σας ανάγκες. Κατά τα γνωστά, οι πρώτες γραμμές του προγράμματος φροντίζουν για τον ορισμό των εισόδων, των εξόδων και των μεταβλητών. Σαν συχνότητα χρονισμού είναι καλύτερο να διαλέξετε τα 4 MHz.

Με αυτήν την επιλογή μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν PIC16F84 που 'τρέχει' στην ομώνυμη συχνότητα. Αν διαλέξετε τα 10 MHz, θα χρειαστείτε υποχρεωτικά την

ταχύτερη παραλλαγή του. Οι βιβλιοθήκες 16f84_4 και 16f84_10 φροντίζουν να ενημερώσουν το μεταγλωττιστή της JAL για την τελική επιλογή σας. Κάθε φορά που το κύκλωμα μπαίνει σε λειτουργία, η CPU του μικροελεγκτή 'ενημερώνεται' για τις τρέχουσες ρυθμίσεις καταστάσεις διαβάζοντας την ενσωματωμένη μνήμη EEPROM. Πιο συγκεκριμένα, ενημερώνεται για το επιλεγμένο κατώφλι θερμοκρασίας (θέση 0), την κατάσταση του παράθυρου (θέση 1) και τον επιθυμητό τρόπο λειτουργίας της κατασκευής (θέση 2).

Αν το κατώφλι θερμοκρασίας βρεθεί μεγαλύτερο των 35°C ή μικρότερο των 5°C, τότε αυτόματα αντικαθίσταται από την τιμή των 15°C που είναι περισσότερο ρεαλιστική. Τα παραπάνω όρια αλλάζονται πολύ εύκολα επεμβαίνοντας στις διαδικασίες 'readbutton_up' και 'readbutton_down'. Η διαδικασία 'readtemp' διαβάζει το LM75 απεικονίζοντας τη θερμοκρασία στην οθόνη LCD.

Στην ίδια διαδικασία περιλαμβάνεται επίσης και ένας μετρητής (flash) ο οποίος φροντίζει να αναβοσβήνει στην οθόνη τη λέξη 'dry' ('Στεγνός') όταν αυτό κριθεί απαραίτητο. Υπάρχει μια ακόμα διαδικασία που περιορίζει την ανανέωση των περιεχομένων της οθόνης (και συνεπώς των μετρήσεων της θερμοκρασίας) σε δύο φορές το λεπτό, προκειμένου να αποφεύγονται οι συχνές (ενοχλητικές) μικρο-μεταβολές. Η γραμμή 'd = d + 3' διορθώνει το σφάλμα μέτρησης του LM75, που στη δική μας κατασκευή πήγαινε λίγο κάτω δείχνοντας 3°C λιγότερους από την πραγματική θερμοκρασία.

Στη γραμμή αυτή θα πρέπει να επέμβετε για να διορθώσετε το σφάλμα μέτρησης του δικού σας LM75. Πάνω στην οθόνη της κατασκευής εμφανίζονται τρεις διαφορετικές λέξεις:

'Rain' ('Βροχή') δηλώνει πως την ύπαρξη βροχής

'dry' [αναβοσβήνει] ('Στεγνός') δηλώνει ότι η βροχή έχει σταματήσει, αλλά έβρεχε τα προηγούμενα 20 λεπτά

'dry' [σταθερή εμφάνιση] ('Στεγνός') δηλώνει ότι η βροχή έχει σταματήσει τουλάχιστον 20 λεπτά πριν Η μεταβλητή 'dry' καθορίζει την καθυστέρηση αμέσως μετά την τελευταία αντιληπτή σταγόνα βροχής. Με τη βοήθειά της ο μικροελεγκτής διατηρεί κλειστό το παράθυρο στα σύντομα χρονικά διαστήματα μεταξύ δύο διαδοχικών νεροποντών. Η τιμή 80 που έχει οριστεί στην παραπάνω μεταβλητή εξασφαλίζει ένα

ελάχιστο χρονικό διάστημα της τάξης των 20 λεπτών προτού ανοίξει και πάλι το παράθυρο (με την προϋπόθεση πως η θερμοκρασία υπερβαίνει το προκαθορισμένο κατώφλι).

Η διαδικασία 'keys_both' ελέγχει για τον αν έχουν πιεστεί ταυτόχρονα οι S1 και S2. Αυτό, όπως έχουμε αναφέρει, υποδηλώνει ότι στην πραγματικότητα έχει πιεστεί ο S3. Σε μια τέτοια περίπτωση, ο μικροελεγκτής σπεύδει να αναστρέψει την κατάσταση του ψηφίου – σημαίας που προσδιορίζει τον τρόπο λειτουργίας (Αυτόματος / Χειροκίνητος) της κατασκευής. Αν επιλέξετε Χειροκίνητη λειτουργία, τότε μπορείτε να ανοίγετε και να κλείνετε το παράθυρο όποτε επιθυμείτε.

Σε αυτή τη λειτουργία ο αισθητήρας βροχής τίθεται εκτός λειτουργίας, ενώ στην οθόνη LCD εμφανίζεται η λέξη 'manual'. Με δύο μικρές επεμβάσεις στις διαδικασίες 'open' και 'close' ορίζονται οι χρόνοι που απαιτούνται για το άνοιγμα και το κλείσιμο του παράθυρου.

Τελικά

Το σπάσιμο στο δακτύλιο του κινητήρα τον προστατεύει από οποιοδήποτε δυσάρεστο 'ζόρισμα' στην περίπτωση που τα δύο MOSFET του ζητούν να κλείσει το παράθυρο όταν αυτό είναι ήδη κλειστό. Ο χρόνος ανοίγματος καθορίζει το πόσο θα ανοίγει το παράθυρο. Μπορεί, και αυτός, να ρυθμιστεί κατά βούληση.

Αν αποφασίσετε να αφήσετε το μικροελεγκτή να δουλεύει στο 'Αυτόματο', θα πρέπει να γνωρίζετε πως θα ανοίγει το παράθυρο όταν δεν βρέχει και, ταυτόχρονα, όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από αυτή του προκαθορισμένου κατωφλίου. Θα το κλείνει μόλις η θερμοκρασία γίνει τουλάχιστον 3°C μικρότερη από εκείνη του κατωφλίου ή, ανεξάρτητα θερμοκρασίας, αρχίσει να βρέχει.

Για την τροφοδοσία της κατασκευής μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μια μπαταρία αυτοκινήτου ή ένα τροφοδοτικό υπολογιστή. Το ρεύμα του κινητήρα αγγίζει τα 3 A, στάθμη αποδεκτή και από τα δύο παραπάνω μέσα τροφοδοσίας. Ο αισθητήρας υγρασίας πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα τέτοιο σημείο που θα μπορεί να 'βρέχεται' όταν ο καιρός είναι βροχερός.

(050139-1)

[1] Γλώσσα JAL: <http://jal.sourceforge.net>

Ένα κινητό τηλέφωνο αλλιώς από τα άλλα

Δώστε ζωή στις παλιές τηλεφωνικές συσκευές σας

Από τον Thijs Beckers

Οι παλιές βακελιτένιες τηλεφωνικές συσκευές με τον, ξεχασμένο πια, δίσκο επιλογής εξαφανίζονται σιγά – σιγά από τα σαλόνια των σπιτιών μας, αλλά, ευτυχώς, όχι από τα παζάρια και τα παλαιοπωλεία. Τι θα λέγατε αν θα μπορούσατε να μετατρέψετε μια τέτοια 'άβολη' και ογκώδη συσκευή σε κινητό τηλέφωνο; Ίσως να μη χωράει στην τσέπη ή στην τσάντα σας, αλλά σίγουρα θα είναι εντυπωσιακή!



Σας έχει ξεμείνει κάποια παλιά τηλεφωνική συσκευή και δεν ξέρετε τι να την κάνετε; Μη βιαστείτε να την πετάξετε στα σκουπίδια. Μπορείτε να την αναπαλαιώσετε και να τη χρησιμοποιήσετε με τη βοήθεια του

κυκλώματος που περιγράφουμε στις επόμενες σελίδες. Ακόμα και αν δεν θέλετε μια τέτοια συσκευή, θα μπορούσατε να την κάνετε δώρο σε κάποιον φίλο σας που έχει διαφορετική αντίληψη για τις μεταποιημέ-

νες αντίκες. Θα είναι βέβαια, λίγο βαριά και ογκώδης συγκρινόμενη με ένα σύγχρονο κινητό τηλέφωνο, αλλά σίγουρα θα προκαλέσει εντύπωση. Εμείς θα λέγαμε πως θα σας εξυπηρετήσει πολύ αν την τοποθε-

τήσετε σε ένα συγκεκριμένο μέρος του σπιτιού ή του γραφείου σας ή τη χρησιμοποιήσετε στο μπαρ για να εξυπηρετήσετε τους πελάτες σας. Ίσως κάποιοι να σας κοροϊδέσουν για την παράξενη αυτή επιλογή σας. Όταν όμως ακούσουν το παλιομοδίτικο τηλέφωνο να κτυπάει και σηκώσουν το ακουστικό να απαντήσουν, σίγουρα θα πάρουν το λόγο τους πίσω. Το ίδιο άφωνοι θα μείνουν όσοι διαπιστώσουν ότι όλα αυτά γίνονται χωρίς η συσκευή να είναι συνδεδεμένη στο τηλεφωνικό δίκτυο με το γνωστό πλακέ καλώδιο.

Στα ενδότερα

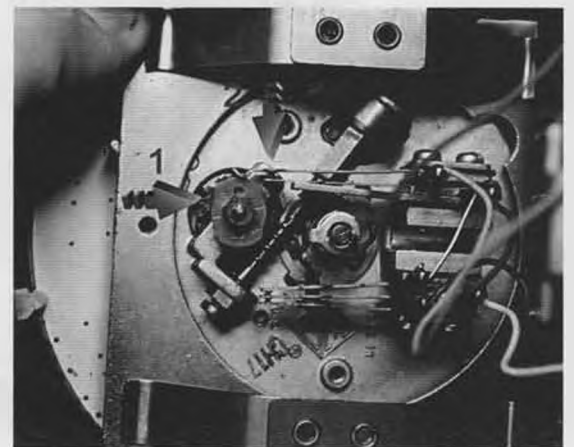
Ανοίγοντας ένα παλιό ηλεκτρομηχανικό τηλέφωνο θα διαπιστώσουμε πως στερείται τελείως των γνώριμων ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Αντι γι' αυτά θα δούμε ηλεκτρικούς διακόπτες και μηχανικά στελέχη, κάτι απόλυτα δικαιολογημένο αν σκεφθούμε πως πριν από πενήντα χρόνια δεν υπήρχαν ούτε PIC ούτε άλλα παρόμοια ευφυή εξαρτήματα. Το μηχανικό σύστημα παλμοδότησης που ήταν απαραίτητο για την επιλογή του καλούμενου συνδρομητή έχει πάψει πλέον να χρησιμοποιείται, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν έκανε καλά τη δουλειά του. Η φωτογραφία του **σχ. 1** μας βοηθάει να καταλάβουμε πως δούλευε ένα τέτοιο σύστημα.

Θα θυμόμαστε ασφαλώς πως σε ένα μηχανικό τηλέφωνο, η επιλογή κάποιου ψηφίου γινόταν με περιστροφή του δίσκου επιλογής, έχοντας τοποθετήσει το δάκτυλο μας στην οπή με τον επιθυμητό αριθμό. Μόλις το δακτυλό μας έφτανε στο τέλος της περιστροφής, το απομακρύνουμε, οπότε ο δίσκος, με τη βοήθεια ενός ελατηρίου, επέστρεφε στη θέση ηρεμίας του. Κατά τη φάση της επιστροφής ο μικρός γκριζος ελλειψοειδής τροχός (βέλος 1) πραγματοποιούσε μια πλήρη περιστροφή για κάθε δύο διαδοχικά ψηφία που διάνυε. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν το άνοιγμα και κλείσιμο του ηλεκτρικού διακόπτη (βέλος 2) για κάθε διανυόμενο ψηφίο. Έτσι αν π.χ. 'κουρδίζατε' το δίσκο επιλογής έχοντας το δάκτυλό σας στο ψηφίο 7, κατά την επιστροφή του δίσκου, ο διακόπτης θα ανοιγόκλεινε επτά φορές. Ένας μικροελεγκτής μπορεί κάλλιστα να μετρήσει τους παλμούς που προκαλεί ο παραπάνω διακόπτης, αντιλαμβανόμενος τον αριθμό κλήσης του συνδρομητή που θέλουμε να καλέσουμε. Στο **σχ. 2** βλέπουμε το μηχανισμό κάτω από το δίσκο επιλογής, όταν αυτός βρίσκεται στην κατάσταση ηρεμίας.

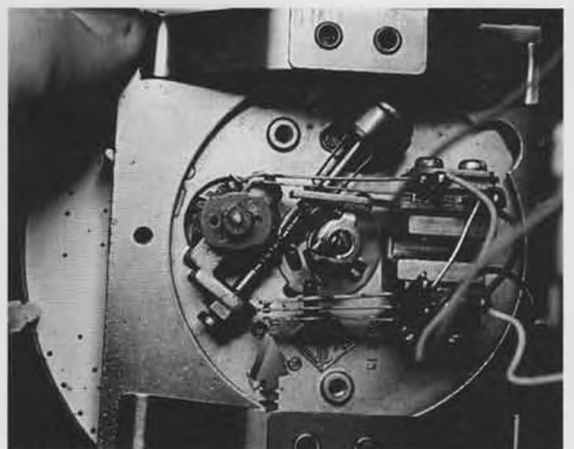
Οι ανοικτές επαφές ενός δεύτερου διακόπτη (βλ. βέλος) παρέχουν στο μικροελεγκτή ένδειξη ότι ο δίσκος έχει επιστρέψει στο σημείο ηρεμίας του. Όπως ήδη θα αντιληφθήκατε, σκοπός μας είναι να χρησιμοποιήσουμε ένα μικροελεγκτή για να 'διαβάσουμε' τον αριθμό του συνδρομητή που σχηματίζει πάνω στο δίσκο επιλογής ο χρήστης του τηλεφώνου. Για αυτό το σκοπό διαλέξαμε έναν PIC16LF88, τον οποίο συνδέσαμε με τα υπόλοιπα εξαρτήματα όπως φαίνεται στο **σχ. 3**. Τον κώδικα που πρέπει να 'κάψετε' στο εσωτερικό του μπορείτε να τον 'κατεβάσετε' δωρεάν από το δικτυακό τόπο μας.

Για την τροφοδοσία του κυκλώματος χρησιμοποιείται μια μπαταρία Λιθίου ονομαστικής τάσης 3,7 V. Αν και σύμφωνα με τον κατασκευαστή, ο μικροελεγκτής εργάζεται με ελάχιστη τάση 4 V, το κύκλωμά μας δουλεύει χωρίς κανένα πρόβλημα ακόμα και με αυτή την, ελαφρά, μειωμένη τάση. Για τη μονάδα GSM τα πράγματα είναι λίγο δυσκολότερα αφού για όση ώρα δουλεύει πρέπει να της εξασφαλίζουμε ρεύμα 2 A. Κανένας από τα συνηθισμένους σταθεροποιητές δεν μπορεί να μας δώσει τόσο μεγάλο ρεύμα. Και εδώ όμως βρήκαμε τη λύση: αντί για πολύπλοκα τροφοδοτικά χρησιμοποιήσαμε μια μπαταρία LiPo (Λιθίου πολυμερούς). Στη θέση της μονάδας GSM έχει τοποθετηθεί η GM862 της Spark Fun Electronics. Η μονάδα αυτή εργάζεται εξ' ίσου καλά και στις τρεις διαθέσιμες μπάντες κινητής τηλεφωνίας (900, 1800 και 1900 MHz) μετατρέποντας την παλιομοδίτικη συσκευή μας σε ένα σύγχρονο κινητό τηλέφωνο.

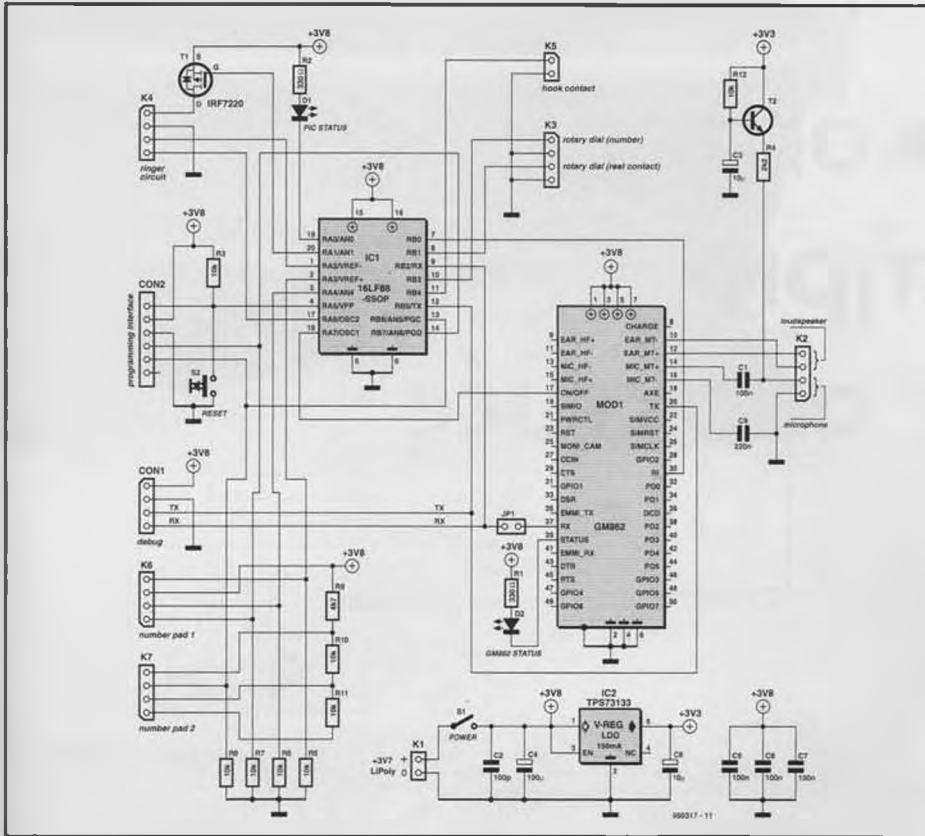
Στο συνδετήρα K2 συνδέονται τα καλώδια του μεγαφώνου και του μικροφώνου της τηλεφωνικής συσκευής. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της, είναι σε θέση να οδηγήσει οποιοδήποτε (σχεδόν) megάφωνο, ενώ η ευαισθησία των 50 mV που προβλέπεται για το μικρόφωνο, σας απαλλάσσει από τον κόπο της χρήσης εξειδικευμένου προενισχυτή. Το μόνο που χρειάζεστε για τη σύνδεση ενός πυκνωτικού μικροφώνου είναι ένας πυκνωτής σύζευξης και μια



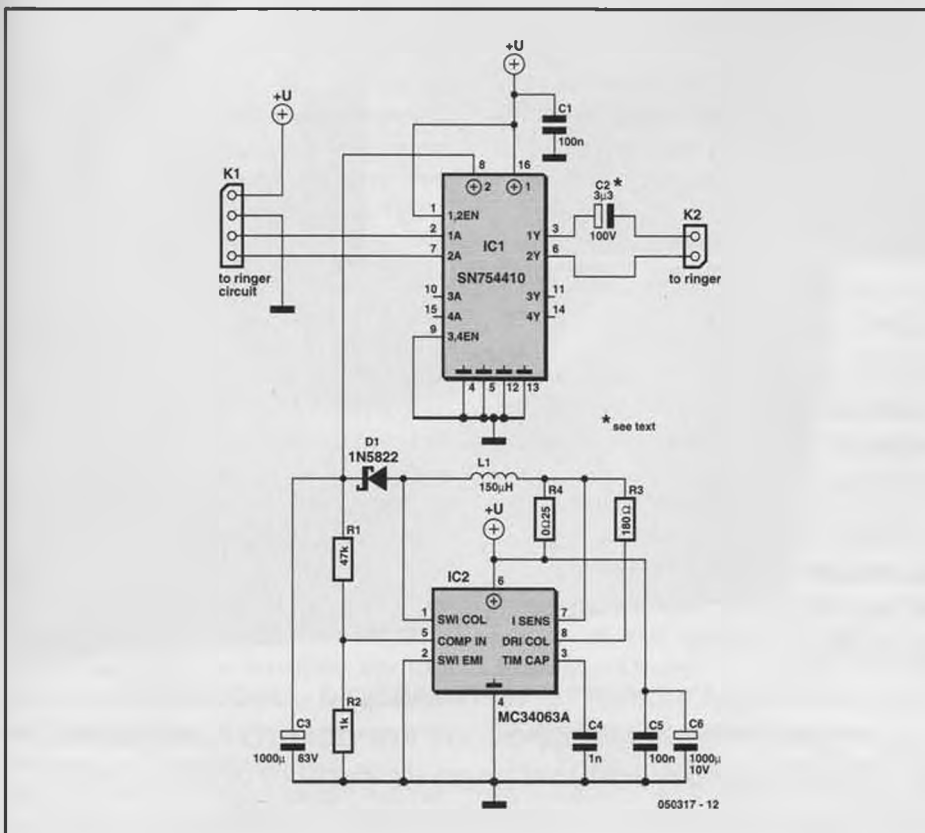
Σχ. 1. Αν και ο μηχανισμός γύρω από το δίσκο επιλογής έχει κατασκευαστεί εδώ και 50 χρόνια είναι συμβατός με τις απαιτήσεις των σύγχρονων μικροελεγκτών. Ο μικρός γκριζος τροχός παράγει κατά τη φάση επιστροφής του δίσκου, ένα σύνολο παλμών αντίστοιχο του επιλεγμένου αριθμού.



Σχ. 2. Το χαμηλότερο ζεύγος επαφών (βλ. βέλος) επιτρέπει στο μικροελεγκτή να γνωρίζει το πότε ο δίσκος επιλογής βρίσκεται στη θέση ηρεμίας του.



Σχ. 3. Το κύκλωμα της μονάδας ελέγχου. Ένα μεγάλο μέρος του φιλοξενείται στο εσωτερικό της μονάδας GSM. Η παρουσία του μικροελεγκτή PIC16LF88 ελαττώνει το πλήθος των εξωτερικών εξαρτημάτων.



Σχ. 4. Το διάγραμμα του τροφοδοτικού ανίμψωσης. Το κύκλωμα παράγει υψηλή τάση της τάξης των 60 V αντλώντας ρεύμα από την μπαταρία των 3,8 V.

αντίσταση παροχής τάσης. Οι συνδετήρες K3 και K5 συνδέονται στον διακόπτη παραγωγής παλμών και στο άγκιστρο της τηλεφωνικής συσκευής, μεταφέροντας τα ομώνυμα σήματα στο μικροελεγκτή. Ο έλεγχος της βαθμίδας GSM πραγματοποιείται από τον ίδιο τον PIC16LF88 με τη βοήθεια των τυποποιημένων εντολών AT. Οι συνδετήρες CON1 και CON2 υποβοηθούν στην αποσφαλμάτωση του ενσωματωμένου λογισμικού, ενώ οι K6 και K7 έχουν τοποθετηθεί για την περίπτωση που θελήσετε να χρησιμοποιήσετε ένα συνηθισμένο 12ψήφιο πληκτρολόγιο. Το κουδούνι της τηλεφωνικής συσκευής διεγείρεται με τη βοήθεια του IC1 (σχ. 4), το οποίο τροφοδοτείται από το σταθεροποιητή / ανυψωτή τάσης IC2. Ο τελευταίος παράγει τάση 60 V έχοντας σαν 'πρώτη ύλη' τα 3,8 V της μπαταρίας. Η τάση αυτή μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη και οδηγείται μέσω του C2 στο τύλιγμα του ηλεκτρομηχανικού κουδουνιού της τηλεφωνικής συσκευής. Η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης καθορίζει το πόσο γρήγορα θα κτυπάει το κουδούνι. Με την υποδεικνυόμενη τιμή του C2, το σχηματιζόμενο κύκλωμα συντονισμού έχει κεντρική συχνότητα 22 Hz.

Φυσικά, κανείς δεν σας απαγορεύει να τροποποιήσετε την τιμή του, αν το κουδούνι του δικού σας τηλεφώνου έχει πηνίο με διαφορετική αυτεπαγωγή από αυτήν που έχει προβλεφθεί. Ο συνδετήρας K1 συνδέεται με τον K4 του προηγούμενου διαγράμματος, μεταφέροντας το σήμα ενεργοποίησης του σήματος κωδωνισμού. Αν όλα αυτά σας φαίνονται δύσκολα και πολύπλοκα, δεν έχετε παρά να επισκεφθείτε το δικτυακό τόπο της Spark Fun και να παραγγείλετε ένα 'παλιμοδίτικο' τηλέφωνο με ενσωματωμένο κύκλωμα GSM. Αυτό θα σας απαλλάξει από όλο τον κόπο της συναρμολόγησης, αλλά και το χρόνο που θα δαπανήσετε γι' αυτήν. (050317-1)

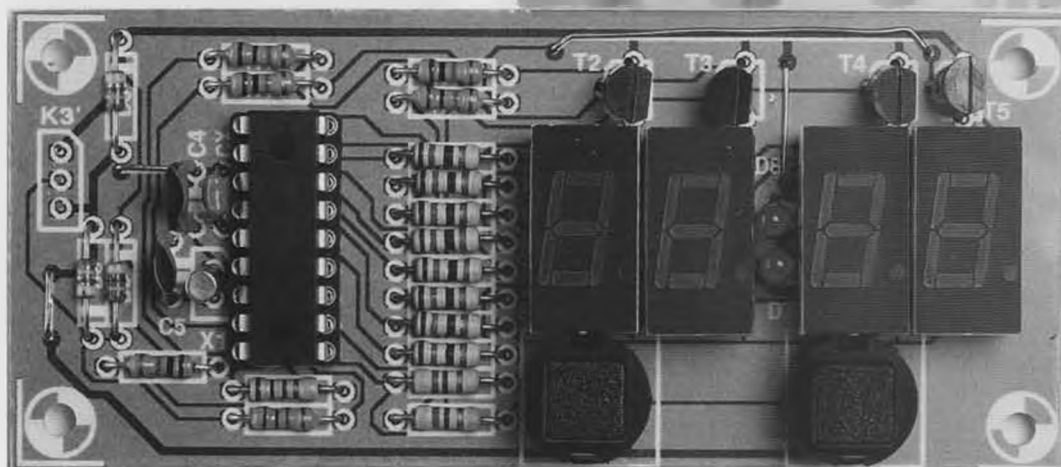


Δικτυακή διεύθυνση: www.sparkfun.com

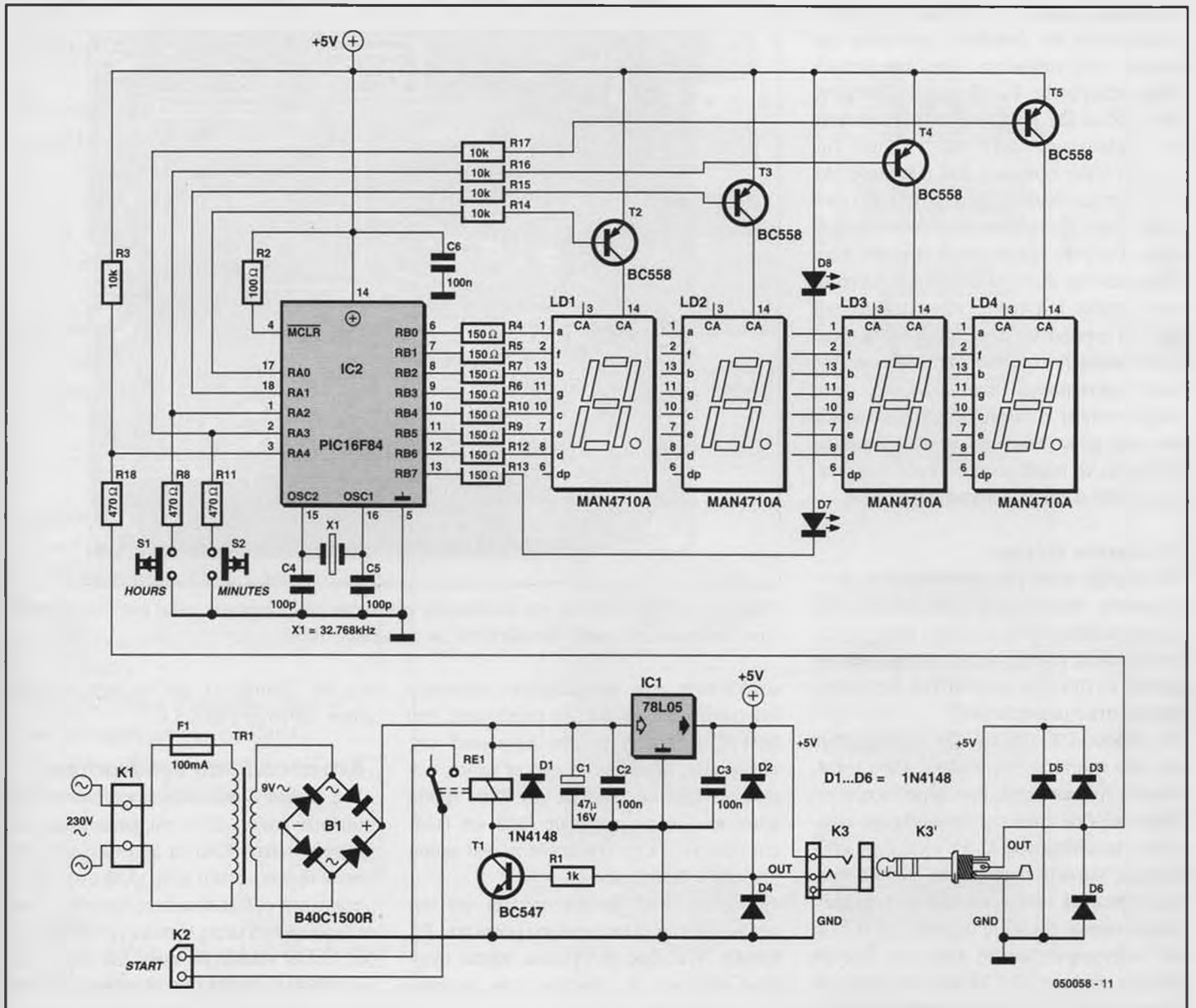
Χρονοδιακόπτης για πλυντήριο και άλλες συσκευές

Σύνδεση με μια εντολή

Από τον Goswin Visschers



Πολλά σπίτια διαθέτουν ηλεκτρική παροχή με το λεγόμενο 'νυκτερινό τιμολόγιο' ώστε η κατανάλωση να κοστίζει λιγότερο κατά τις νυκτερινές ώρες και τα σαββατοκύριακα. Έτσι από οικονομικής άποψης είναι αρκετά συμφέρον να λειτουργεί κανείς την συσκευή του πλυντηρίου του τις ώρες αυτές. Το πρόβλημα βέβαια είναι ότι θα πρέπει να είστε εκεί την ώρα που πρέπει για να ενεργοποιήσετε το πλυντήριο, αφού οι σύγχρονες οικιακές συσκευές πλυντηρίων που περιλαμβάνουν και αρκετά ηλεκτρονικά δεν μπορούν να υποβληθούν σε κάποια χρονική καθυστέρηση με έναν απλό χρονοδιακόπτη. Με μερικά όμως απλά εξαρτήματα μπορείτε να κατασκευάσετε εσείς ένα κατάλληλο κύκλωμα που να κάνει αυτήν την δουλειά!



Σχήμα 1. Το διάγραμμα του αυτόματου χρονοδιακόπτη χωρίζεται ουσιαστικά σε δύο μέρη κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί στην δική του πλακέτα.

Ο ηλεκτρονικός αυτός χρονοδιακόπτης 'Ξεκινά' την συσκευή του πλυντηρίου γεφυρώνοντας τις επαφές του πλήκτρου εκκίνησης της συσκευής για μερικά δευτερόλεπτα, με την βοήθεια ενός ηλεκτρονόμου. Αυτό βέβαια απαιτεί μια μικρή τροποποίηση στην συσκευή του πλυντηρίου.

Συγκεκριμένα θα πρέπει να κολλήσουμε από έναν συρμάτινο αγωγό σε κάθε ακροδέκτη του πλήκτρου εκκίνησης του πλυντηρίου πάνω στην πλακέτα του εσωτερικού ηλεκτρονικού κυκλώματος και στην συνέχεια να συνδέσουμε τους αγωγούς αυτούς με τις αντίστοιχες επαφές του ηλεκτρονόμου. Ο χρονοδιακόπτης που παρουσιάζεται εδώ κατασκευάζεται με δύο ξεχωριστές πλακέτες. Η πλακέτα που περιλαμ-

βάνει το τροφοδοτικό του κυκλώματος και τον ηλεκτρονόμο ελέγχου τοποθετείται στο εσωτερικό της συσκευής του πλυντηρίου. Η πλακέτα με τον μικροελεγκτή τοποθετείται σε ξεχωριστό κουτί και προσαρμόζεται εξωτερικά κάπου κοντά στο πλυντήριο.

Η σύνδεση των δύο πλακετών (σήμα μεταγωγής και γραμμή τροφοδοσίας) επιτυγχάνεται με ένα τριπολικό στερεοφωνικό βύσμα των 3.5-mm.

Σχεδίαση του κυκλώματος

Στο Σχήμα 1 δίνεται το πλήρες θεωρητικό διάγραμμα της κατασκευής του χρονοδιακόπτη. Το πάνω μέρος αποτελεί το τμήμα ελέγχου το οποίο περιλαμβάνει τον μικροελεγκτή PIC16F84 και τέσσερις απλές

οθόνες LED επτά τμημάτων. Το κάτω μέρος περιλαμβάνει το τροφοδοτικό της κατασκευής και την βαθμίδα μεταγωγής και πρόκειται να εγκατασταθεί στο εσωτερικό της συσκευής του πλυντηρίου.

Η πλακέτα του τροφοδοτικού

Το κύκλωμα του τροφοδοτικού της κατασκευής αυτής αποτελεί μια πολύ απλή σχεδίαση. Ένας μικρός μετασχηματιστής παρέχει την υποβιβασμένη εναλλασσόμενη τάση των περίπου 9 V. Η συνεχής τάση που προκύπτει στην έξοδο της βαθμίδας ανόρθωσης και φιλτραρίσματος σταθεροποιείται με την βοήθεια του ολοκληρωμένου IC1 στην τιμή των 5 V για την τροφοδοσία ολόκληρου του κυκλώματος. Ο ηλε-

κτρονόμος (relay), του οποίου οι επαφές γεφυρώνουν τον διακόπτη εκκίνησης της πλύσης, ενεργοποιείται μέσω του τρανζίστορ μεταγωγής T1. Ο σκοπός ύπαρξης των διόδων D2 και D4 είναι η προστασία του κυκλώματος βάσης του T1 κατά την εισαγωγή και εξαγωγή του θύσματος. Αν το πλυντήριο διαθέτει διακόπτη on/off αντί ενός πλήκτρου εκκίνησης, τότε ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να γεφυρωθεί χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρονόμο μεγαλύτερης ισχύος (θα πρέπει να γνωρίζετε την μέγιστη ονομαστική ισχύ της συσκευής του πλυντηρίου). Αυτό απαιτεί επιπλέον και μια μικρή τροποποίηση στο λογισμικό: αφού ενεργοποιηθεί η συσκευή του πλυντηρίου από τον χρονοδιακόπτη, ο ηλεκτρονόμος θα πρέπει να παραμείνει ενεργός έως ότου μηδενιστεί ο προκαθορισμένος χρόνος.

Η πλακέτα ελέγχου

Στο τμήμα αυτό του χρονοδιακόπτη αντικειμενικός σκοπός μας ήταν να κάνουμε χρήση μερικών ηλεκτρονικών κατά το δυνατόν καθώς επίσης και να ενσωματώσουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη λειτουργικότητα στον μικροελεγκτή.

Οι διόδοι D3, D5 και D6 εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό με τις διόδους D2 και D4, δηλαδή η προστασία των ακροδεκτών εισόδου-εξόδου κατά τις εξαγωγές και εισαγωγές του θύσματος. Ο X1 είναι ένας κρυστάλλος χαλαζία συχνότητας 32.768 kHz, ίδιου τύπου με τους κρυστάλλους που χρησιμοποιούνται συνήθως σε ρολόγια. Η τιμή της συχνότητας αυτής είναι μια δύναμη του δύο, πράγμα που διευκολύνει την διαδικασία υποδιπλασιασμού της στην αντίστοιχη τιμή περιόδου του μισού δευτερολέπτου (που αντιστοιχεί στον μισό χρόνο μεταγωγής της ένδειξης άνω και κάτω τελείας).

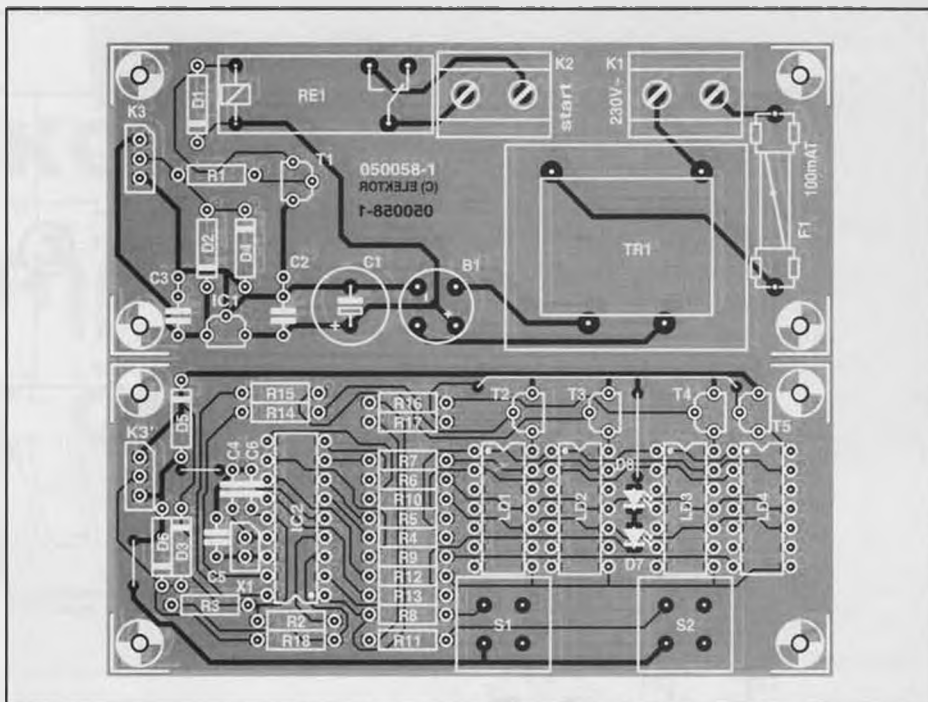
Οι ακροδέκτες του μικροελεγκτή χρησιμοποιούνται ως εξής.

Οι RB0 έως RB6 χρησιμοποιούνται για την οδήγηση των γραμμών των οθονών LED υπό μορφή πολυπλεξίας.

Οι αντιστάσεις R4 έως και R13 περιορίζουν το ρεύμα των διόδων των οθονών LED.

Ο ακροδέκτης RB7 οδηγεί το δικτύωμα της ένδειξης άνω και κάτω τελείας (LED D7 και D8).

Στους ακροδέκτες RA0 έως RA3 εμφανίζονται τα σήματα πολυπλεξίας της οθόνης μέσω των οδηγών τρανζίστορ T2 έως T5. Επίσης, οι εισόδους RA2 και RA3 διαβάζονται μια φορά σε κάθε 'κύκλο' του κυρίως προγράμματος για την παρακολούθηση της



Σχήμα 2. Οι δύο πλακέτες της κατασκευής φαίνονται εδώ ενωμένες, αλλά στην πραγματικότητα κάθε μια από αυτές τοποθετείται σε ξεχωριστή θέση.

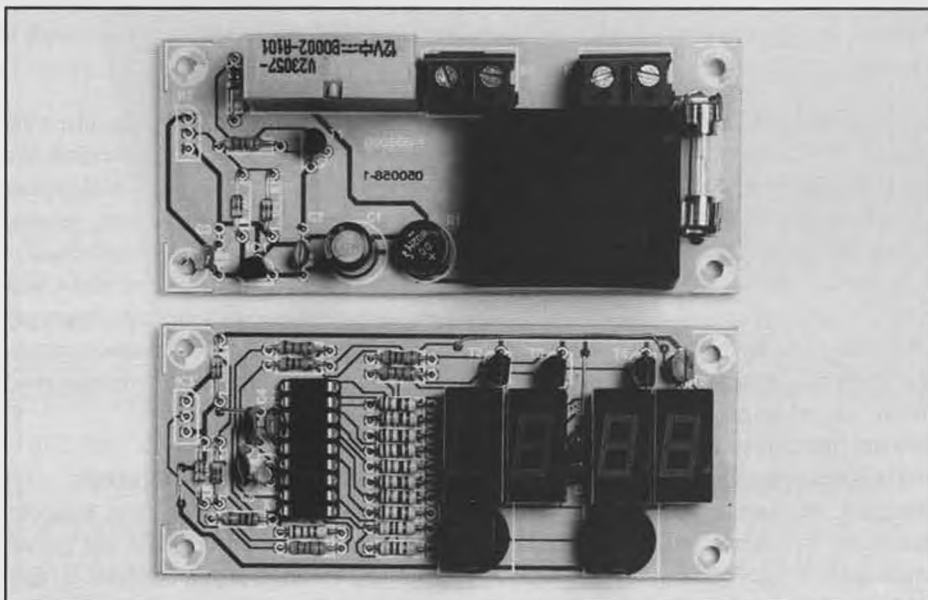
κατάστασης στις γραμμές των πιεστικών διακοπών S1 και S2. Σε περίπτωση που θέλετε να επέμβετε στο λογισμικό της εφαρμογής, μπορείτε να κάνετε χρήση των εισόδων RA0 και RA1 με τον ίδιο τρόπο όπως και με τις εισόδους RA2 και RA3, επιτρέποντας έτσι την σύνδεση δύο ακόμη πιεστικών διακοπών.

Η έξοδος RA4 χρησιμοποιείται για την μεταγωγή του ηλεκτρονόμου μέσω του T1. Επειδή η έξοδος αυτή είναι τύπου ανοικτού συλλέκτη, η προσθήκη της αντίστα-

σης R3 εξυπηρετεί την παροχή του ρεύματος οδήγησης στο T1.

Κατασκευή και εγκατάσταση

Στο Σχήμα 2 φαίνεται το σχέδιο των τυπωμένων κυκλωμάτων της κατασκευής του χρονοδιακόπτη. Εδώ τα δύο τμήματα ενώονται άμεσα μεταξύ τους αλλά στην πραγματικότητα οι δύο πλακέτες τοποθετούνται σε διαφορετικά μέρη. Η συναρμολόγηση των δύο αυτών πλακετών είναι μια απλή δουλειά ρουτίνας απλά υπενθυμίζουμε τα τρία



Σχήμα 3. Το πρωτότυπο που φαίνεται εδώ διαφέρει ελαφρώς από το τελικό τυπωμένο κύκλωμα.

Κατάλογος εξαρτημάτων

Αντιστάσεις:

R1, R18 = 1 k Ω

R2 = 100 Ω

R4-R7, R9, R10, R12, R13 = 150 Ω

R8, R1 = 470 Ω

R3, R14-R17 = 10 k Ω

Πυκνωτές:

C1 = 47 μ F 16 V - κατακόρυφης τοποθέτησης

C2, C3, C6 = 100 nF

C4, C5 = 100 pF

Ημιαγωγοί:

B1 = Γέφυρα ανόρθωσης B40C1500R (40 V ανάστροφη τάση, 1.5A)

D1- D6 = 1N4148

D7, D8 = κόκκινες LED διαμέτρου 3mm.

IC1 = 78L05

IC2 = PIC16F84, προγραμματισμένο με κωδικό παραγγελίας 050058-41

LD1-LD4 = οθόνες 7 τμημάτων LED π.κ.: Fairchild τύπου MAN4710A

T1 = BC547B

T2-T5 = BC558

Διάφορα:

F1 = Ασφάλεια 100 mA T (βραδείας τήξης) με βάση στήριξης σε πλακέτα.

K1, K2 = 2-πολικές κλέμες για τοποθέτηση σε πλακέτα (7.5 mm)

K3, K3 = 3-πολικό στερεοφωνικό βύσμα 3.5 mm με θήκη

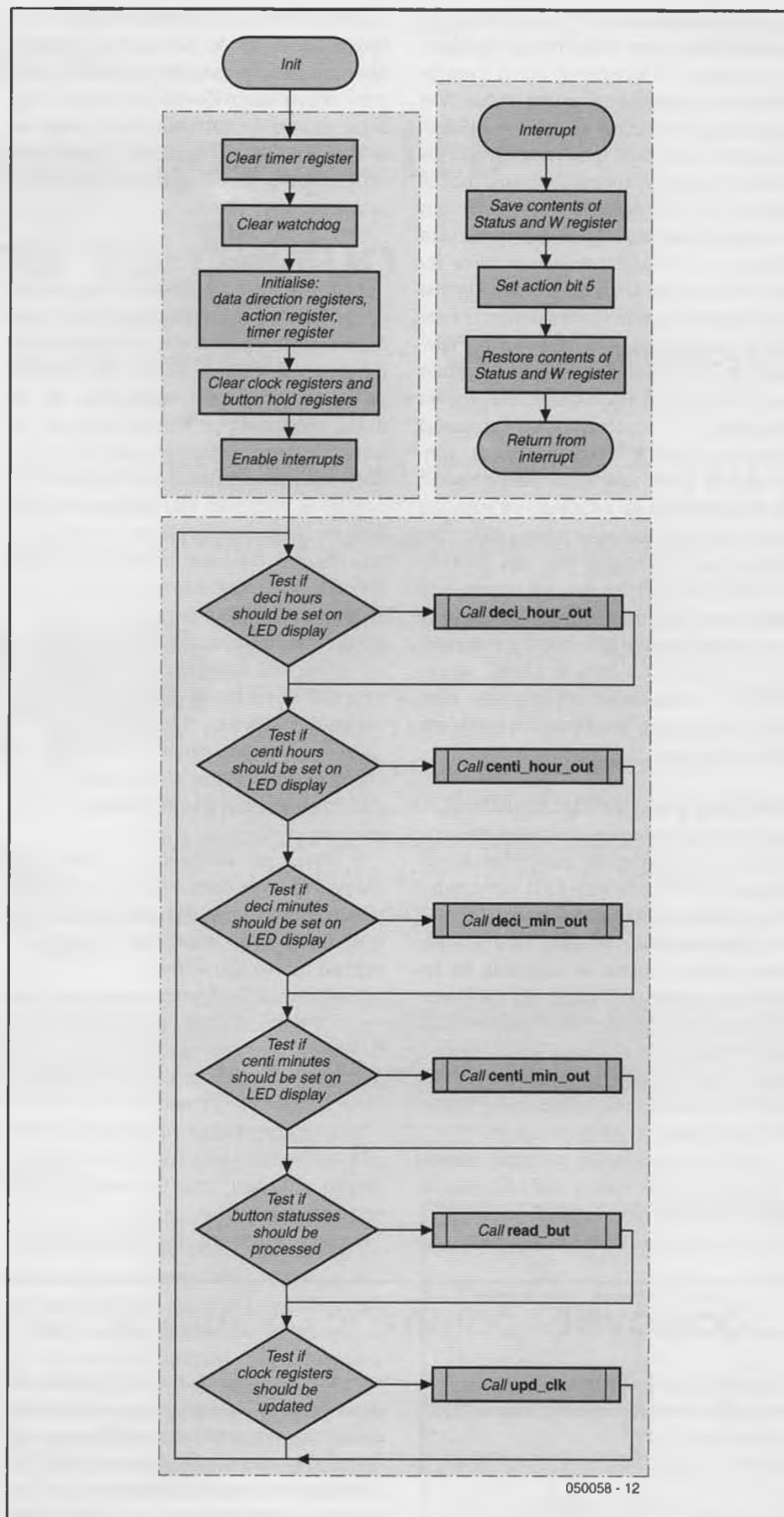
Re1 = Ηλεκτρονόμος 12 V (π.κ., Siemens V23057-12V)

S1, S2 = πιεστικοί διακόπτες - μπουτόν (π.κ., ITT D6-R-90)

Tr1 = μετασχηματιστής υποβιβασμού, πρωτεύον 230 V, δευτερεύον 9V στο 1VA (π.κ., Block VB1,0/1/9)

X1 = κρύσταλλος χαλαζία 32.768 kHz. Δισκέτα με τον πηγαίο και τον εκτέλεσιμο (hex) κώδικα του PIC, κωδικός παραγγελίας 050058-11.

Η πλακέτα με κωδικό παραγγελίας 050058-1



Σχήμα 4. Στο διάγραμμα ροής απεικονίζεται ο σχεδιασμός του κυρίως προγράμματος.

σύρματα βραχυκύκλωσης που πρέπει να τοποθετηθούν στην πλακέτα του κυκλώματος ελέγχου. Η κατασκευή και η εγκατάσταση του κυκλώματος αυτού έχουν ήδη περιγραφεί στην αρχή του άρθρου. Ο διαχωρισμός των δύο τμημάτων της κατασκευής, δηλαδή η τοποθέτηση του τροφοδοτικού με την βαθμίδα μεταγωγής στο εσωτερικό του πλυντηρίου και η πλακέτα ελέγχου σε ένα εξωτερικό κουτί, είναι τελικά δική σας επιλογή. Στην πρόσοψη του πλυντηρίου μπορείτε να τοποθετήσετε έναν κατάλληλο θηλυκό συνδετήρα για την σύνδεση με την πλακέτα ελέγχου. Το κουτί που θα φιλοξενεί την πλακέτα ελέγχου θα μπορούσε για παράδειγμα, να στερεωθεί πάνω στο πλυντήριο (πιθανότατα με χρήση μικρών μαγνητών). Είναι επίσης εφικτό να εγκαταστήσουμε ολόκληρο το κύκλωμα στο εσωτερικό του πλυντηρίου, αλλά κάτι τέτοιο ίσως αποδειχθεί λίγο πιο δύσκολο εξαιτίας του περιορισμένου εσωτερικού χώρου και των απαραίτητων ανοιγμάτων που βρίσκονται στην πρόσοψη της συσκευής.

Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίον ο υπογράφων επέλεξε την λύση της τοποθέτησης του βύσματος σύνδεσης στην πρόσοψη.

Λειτουργία του κυκλώματος

Η λειτουργία του κυκλώματος είναι εξαιρετικά απλή. Μόλις τροφοδοτηθεί το κύκλωμα στην οθόνη των LED θα εμφανιστούν τέσσερις συνεχόμενες γραμμές ('—'). Χρησιμοποιώντας έναν πιεστικό διακόπτη (S2) μπορείτε να αυξήσετε τα λεπτά του χρόνου σε βήματα των 10 δευτερολέπτων, ενώ με τον άλλον διακόπτη (S1) αυξάνονται οι ώρες σε βήματα της 1 ώρας. Αν οι διακόπτες δεν πατηθούν για διάστημα 1 δευτερολέπτου ο χρονιστής ξεκινά να μετρά προς τα κάτω αυτόματα.

Κατά την αντίστροφη μέτρηση χρόνου (countdown) στην οθόνη των LED εμφανίζεται ο χρόνος που απομένει.

Όταν ολοκληρωθεί ο μετρούμενος χρό-

νος ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος και η οθόνη τίθεται εκτός λειτουργίας. Όταν ο ηλεκτρονόμος απενεργοποιηθεί και πάλι στην οθόνη εμφανίζονται εκ νέου οι τέσσερις παύλες. Αν πατηθούν ταυτόχρονα και οι δύο διακόπτες μηδενίζεται ο χρονοδιακόπτης και οι τέσσερις παύλες εμφανίζονται ξανά στην οθόνη.

Το λογισμικό

Ο κώδικας που φιλοξενείται στην μνήμη προγράμματος του μικροελεγκτή έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι όσο το δυνατόν ευρύτερης χρήσης έτσι ώστε το ίδιο κύκλωμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες εφαρμογές με κάποιες αλλαγές σε μερικές σταθερές π.χ. στο μπάσκετ. Ο κώδικας του προγράμματος περιλαμβάνει δύο αρχεία: το clock.asm που περιέχει τον κώδικα σε γλώσσα μηχανής και το clock.inc που περιέχει δηλώσεις σταθερών (constants) και συμβόλων καταχωρητών. Τα αρχεία αυτά διατίθενται δωρεάν από την ιστοσελίδα του Περιοδικού στο διαδίκτυο (ενώ για όσους δεν έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο διατίθεται δισκέτα με κωδικό παραγγελίας **050058-11**.

Την 'καρδιά', θα λέγαμε, του κώδικα μηχανής αποτελεί όπως είναι φυσικό το κυρίως πρόγραμμα (γραμμές κώδικα 105 έως και 118).

Τα ψηφία του καταχωρητή 'action_reg' ελέγχονται στον βασικό βρόχο του κυρίως προγράμματος με σκοπό να προσδιοριστεί η επόμενη στην σειρά δράση (δείτε τα σχετικά σχόλια του κώδικα).

Οι οθόνες LED οδηγούνται με την σειρά τους μετά τον έλεγχο των πιεστικών διακοπών. Στην συνέχεια και ανάλογα με το αν εμφανίστηκε κάποια διακοπή, ανανεώνεται η τιμή του χρόνου.

Αν η έξοδος πρέπει να παραμένει συνεχώς ενεργοποιημένη και όχι στιγμιαία, η εντολή 'goto acti_time' θα αντικατασταθεί από έναν χαρακτήρα 'return'.

Μερικές σταθερές του προγράμματος

μπορούν να τροποποιηθούν:

active_time

Διάρκεια κατά την οποία η έξοδος είναι ενεργοποιημένη σε μονάδες του μισού δευτερολέπτου (δεν έχει νόημα σε περίπτωση που η έξοδος θα πρέπει να είναι μόνιμα ενεργοποιημένη).

hold_but_cyc

Αριθμός κύκλων αναμονής μέχρι την επόμενη λειτουργία του πιεστικού διακόπτη.

Zero_led...Err_led

Τιμές ψηφίων (Bit) που απεικονίζουν έναν αριθμό στην οθόνη LED. Σε περίπτωση διαφορετικών συνδέσεων των γραμμών της οθόνης οι αριθμοί μπορούν να απεικονίζονται και πάλι σωστά με κατάλληλη τροποποίηση των τιμών αυτών.

dub_dot_bit

Τιμή ψηφίου που αντιστοιχεί στην θέση που βρίσκεται η άνω και κάτω τελεία της οθόνης. Στην περίπτωση που εξετάζεται η τιμή είναι τέτοια ώστε οι δύο LED που απεικονίζουν το σύμβολο της άνω και κάτω τελείας οδηγούνται από την έξοδο RB7.

setm_but και seth_but

Αντιστοιχία αριθμού θύρας για την θύρα PortA στην οποία συνδέονται οι πιεστικού διακόπτες ρύθμισης των λεπτών και των ωρών.

Για περισσότερες διευκρινήσεις πάνω στον κώδικα της εφαρμογής, στο **Σχήμα 4** δίνεται το αντίστοιχο διάγραμμα ροής του κυρίως προγράμματος. Τα διαγράμματα των διαφόρων τμημάτων του προγράμματος μπορείτε να τα 'κατεβάσετε' με την μορφή αρχείων PDF από τον διαδικτυακό τόπο του Περιοδικού. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορείτε να βρείτε στον πηγαίο κώδικα της εφαρμογής που μας προμήθευσε ο συγγραφέας του άρθρου. (050058-1)

...δαίμονας δαίμονας δαίμονας δαίμονας δαίμονας...

Μετρητής χωρητικότητας (C) και ισοδύναμης αντίστασης σειράς (ESR), Οκτώβριος 2005, σελίδες 29-36, 040259-1, 040259-41.

Η αντίσταση R10 φαίνεται στο κυκλωματικό διάγραμμα να έχει τιμή 1ΚΩ και στον κατάλογο υλικών 10ΚΩ. Αν και η τιμή του

καταλόγου υλικών είναι η σωστή, παρ' όλα αυτά δεν είναι κρίσιμη για την κατασκευή. Επίσης εαν αντιμετωπίσετε πρόβλημα με την λειτουργία του ολοκληρωμένου 040259-41 πρέπει να μας το επιστρέψετε για να επαναπρογραμματίσουμε το bit που καθορίζει την λέξη για χαμηλή ή υψηλή συχνότητα ταλάντωσης.

Αναλυτής OBD2, Ιούλιος/Αύγουστος 2005, σελίδες 20-26, 050092-1.

Εαν στο kit που έχετε παραλάβει, στην θέση του IC7= ZSH50C σας έχουμε δώσει το DS1812, δεν χρειάζεται να τοποθετήσετε τον C7.

Τέσσερα βήματα για να τροφοδοτήσουμε LED απευθείας από το δίκτυο

Από τον Δρ. Thomas Scherer.

Οδηγίες εφαρμογών



Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να ανάψει κάποιος ένα LED από το δίκτυο. Μερικοί από αυτούς σίγουρα θα είναι απλοί, όχι όμως και οι καλύτεροι αφού πολλά πράγματα μπορούν να πάνε λάθος. Για παράδειγμα μία πολύ χαμηλή αντίσταση σε σειρά μπορεί να ελαττώσει την ωφέλιμη διάρκεια ζωής του LED, ενώ σε μία σχεδίαση με πολλά εξαρτήματα υπάρχει πλεονάζουσα καταπόνηση υπό μορφή θερμότητας που οδηγεί σε πολύ χαμηλή απόδοση. Γι' αυτόν το λόγο σας παρουσιάζουμε έναν οδηγό τεσσάρων βημάτων για να ανάψετε ένα LED από το δίκτυο και να δημιουργήσετε τα δικά σας κυκλώματα.

Προειδοποίηση!!!. Τα εξαρτήματα και των τεσσάρων κυκλωμάτων που σας δίνουμε σε αυτή την σειρά είναι κατευθείαν συνδεδεμένα με το δίκτυο. Για να αποφύγετε την ηλεκτροπληξία, το κύκλωμα πρέπει να μπει μέσα σε ρητίνη για να μονωθεί σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας. Όλα τα εξαρτήματα δίνονται για τάση δικτύου 240V AC, 50Hz.

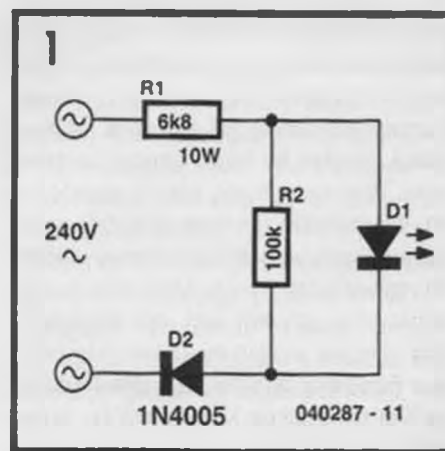
Βήμα 1: Απευθείας άναμα από το δίκτυο

Το να κάνεις ένα LED να ανάψει από μία αυτόνομη DC τάση δεν είναι και ότι καλύτερο αφού θα χρειαστεί και κάποιος μετασχηματιστής γεγονός που κάνει αυτή την λύση ακριβή και ογκώδη. Όταν δεν είναι διαθέσιμη μία χαμηλή παροχή DC τάσεως και δεν χρειαζόμαστε πλήρη απομόνωση μεταξύ του δικτύου και του LED πιθανόν να αποφύγουμε αυτή την έξτρα τροφοδότηση. Για να λειτουργήσει ένα LED κατευθείαν από το δίκτυο θα χρειαστούμε μόνο μια αντίσταση σε σειρά.

Αφού η μέγιστη ανάστροφη τάση είναι 5V θα χρειαστεί επίσης να θάλουμε σε σει-

ρά έναν ανορθωτή γέφυρας με διόδους. Επειδή όμως η οι διόδοι ανόρθωσης παρουσιάζουν και κάποια διαρροή έχουμε συνδέσει παράλληλα με το LED μία αντίσταση 100KΩ που μας βοηθάει να να αποφύγουμε την μεγάλη ανάστροφη τάση που εμφανίζεται στο LED.

Η ισχύς απωλειών αυτής της αντίστασης θα είναι αμεληταία. Το απλούστερο κύκλωμα λοιπόν αποτελείται από τέσσερα εξαρτήματα περιλαμβάνοντας και το LED. Εάν υποθέσουμε ότι έχουμε ένα ρεύμα LED 20mA μπορούμε να υπολογίσουμε ότι η τιμή της αντίστασης που χρειαζόμαστε εί-



να 240V διαιρούμενο με το διπλάσιο των 20mA = 6KΩ (ο συντελεστής 2 εμφανίζεται γιατί χρησιμοποιούμε μόνο την μια ημιπερίοδο της AC κυματομορφής). Η τιμή εμπορίου είναι 6,8KΩ και αυτήν χρησιμοποιούμε όπως βλέπετε στο **σχήμα 1**. Η συνολικά καταναλισκόμενη ισχύς είναι περίπου 4,8W και σχεδόν όλη καταναλώνεται πάνω στην αντίσταση.

Το ποσοστό που χρησιμοποιεί η LED είναι κάτω από 1%. Σίγουρα θα σκέφτεστε πως το κύκλωμα αυτό θα χρησιμεύει για την εκπομπή θερμότητας. Δεν έχετε άδικο αφού δεν είναι και ιδιαίτερα οικονομικό στην κατανάλωση ενέργειας. Την δουλειά του

όμως παρ' όλα αυτά την κάνει. Μπορούμε επίσης να έχουμε κάποια αίσθηση σιγουριάς αφού ούτε και η λειτουργία από τροφοδοτικό δικτύου είναι αρκετά αποδοτική. Έτσι με έναν γρήγορο υπολογισμό βλέπουμε ότι με τυπικό μετασχηματιστή εμπορίου 0,5VA με δευτερεύων στα 6V αυτός ο μετασχηματιστής "εν κενό" θα παράγει περίπου 7,5V.

Μετά την ανόρθωση γέφυρας και την εξομάλυνση θα έχουμε μια DC τάση περίπου 9,5V. Εάν το LED τροφοδοτείται με ρεύμα 20mA με ορθή πτώση τάσεως 2V δεχόμαστε μια πτώση τάσεως πάνω στην αντίσταση 7,5V. Οι απώλειες στην πλευρά του δευ-

τερεύοντος στο τροφοδοτικό είναι περίπου 210mW όταν λάβουμε υπόψιν μας τις απώλειες στην γέφυρα.

Από αυτές το LED βλέπει μόνο 2V επί 20mA ή αλλιώς 40mW. Τα άσχημα νέα δεν σταματάμε εδώ καθώς η τυπική απόδοση ενός τέτοιου μετασχηματιστή σε μέγιστο φορτίο είναι μόνον 55%.

Όταν το φορτίο δεν είναι μέγιστο η απόδοση πέφτει σε 45%. Επομένως τα 210mW στο δευτερεύων αντιστοιχούν σε 467mW στο πρωτεύων γεγονός που σημαίνει ότι 427mW ή 91% της συνολικής ισχύος εισόδου αποβάλλεται σαν θερμότητα.

(040287-1)

Βήμα 2: Πυκνωτής σε σειρά

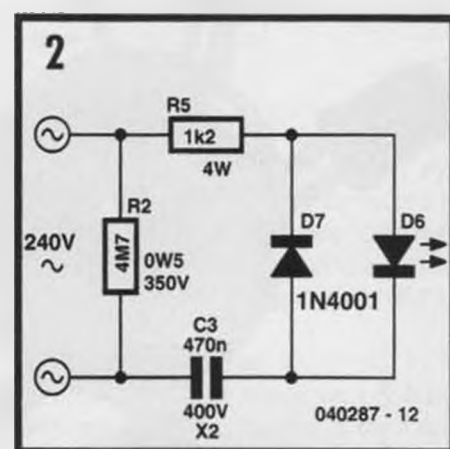
Για να κάνουμε ένα LED να λειτουργήσει μπορούμε φυσικά να βάλουμε μόνο μία αντίσταση σε σειρά και τελειώσαμε. Η μέθοδος αυτή βέβαια δεν είναι καθόλου αποδοτική γιατί χάνουμε περίπου το 99% της συνολικής ενέργειας υπό μορφή θερμότητας. Γιατί λοιπόν να μην χρησιμοποιήσουμε έναν πυκνωτή αντί για μια αντίσταση; Εάν υποθέσουμε ότι το ρεύμα που διαρέει το LED είναι 20mA μπορούμε να υπολογίσουμε ότι η σε σειρά αντίσταση θα είναι 240V διαιρούμενο με το διπλάσιο των 20mA = 6KΩ (ο συντελεστής 2 υπάρχει γιατί μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο την μία ημιπερίοδο της AC τάσεως του δικτύου) έτσι η σύνθετη αντίσταση του σε σειρά πυκνωτή C1 θα πρέπει και αυτή να είναι 6KΩ (**σχήμα 2**).

Χρησιμοποιώντας τον τύπο για την κάτω συχνότητα αποκοπής ενός δικτυώματος RC εδώ για τους 50Hz υπολογίζουμε μια τιμή 530nF για τον C1. Δεν θέλουμε βέβαια να υπεροδηγήσουμε το LED και έτσι επιλέγουμε την επόμενη διαθέσιμη τιμή της τυποποιημένης σειράς E3 για τον C1 δηλαδή τα 470nF. Το ενεργό ρεύμα που περνάει μέσα από το LED μέσα σε ένα πλήρη κύκλο του δικτύου όταν λάβουμε υπόψιν μας τις αλλαγές που επιφέρει η προστατευτική αντίσταση R1 θα είναι περίπου 15mA η οποία θα δώσει επαρκή φωτεινότητα. Τότε όμως ποιός είναι ο σκοπός της R1; Φανταστείτε ότι τροφοδοτούμε το κύκλωμα χωρίς να λάβουμε υπόψιν μας την R1 την στιγμή που η τάση του δικτύου "πιάνει" την μέγιστη τιμή της. Θα εμφανιστεί τότε μια μεγάλη κορύφωση στο ρεύμα που διέρχεται από το LED μέσω του C1 και για πολύ μικρό λίγο χρόνο θα ανάψει πολύ ζωηρά (δηλαδή πριν μετατραπεί σε

βραχυκύκλωμα). Τα σύγχρονα LED μπορούν να αντέξουν ένα μέγιστο ρεύμα γύρω στο 0,5A και αυτό μόνο για μερικά μικροδευτερόλεπτα. Το να υπερβούμε αυτή την τιμή θα αποβεί σε βάρος της ωφέλιμης διάρκειας ζωής του LED το οποίο από μόνο του αναιρεί το πλεονέκτημα της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής σε σχέση με τον μακρυνό συγγενή του λαμπτήρα πυρακτώσεως. Αφού αυτή η υπερύψωση εμφανίζεται μόνο κατά την τροφοδοσία με AC θα πρέπει να την περιορίσουμε στο μισό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής. Να λοιπόν γιατί ο C1 πρέπει να έχει σε σειρά μία προστατευτική αντίσταση που να περιορίζει το ρεύμα σε 250mA. Η μέγιστη τιμή κορυφής της τάσης για το δίκτυο πόλεως είναι 340V και έτσι μια αντίσταση 1360Ω μ είναι κατάλληλη. Η τιμή της σειράς E12 που ταιριάζει στην περίπτωση μας είναι η 1,2KΩ.

Όμως οποιοδήποτε σχετικός με τέτοιου είδους κυκλώματα θα διαπιστώσει ότι η τιμή αυτή είναι αρκετά πιά υψηλή σε σχέση με το συνηθισμένο. Μπορούμε λοιπόν εύκολα να συμπεράνουμε ότι το LED πολλές φορές θα υπεροδηγείται. Η δίοδος ανόρθωσης D1 θα συνδεθεί λογικά παράλληλα με το LED. Η αντίσταση R2 είναι η αντίσταση εκφόρτισης για τον πυκνωτή C1 και προλαμβάνει την εμφάνιση τυχόν ηλεκτροσοκ όταν με αποσυνδεδεμένο το κύκλωμα αγγίξουμε τις επαφές του φίς. Στα 4,7MΩ η R2 θα εκφορτίζει τον C1 στα 2/3 της τάσεως που έχει στα άκρα του σε περίπου δύο δευτερόλεπτα.

Η αντίσταση πρέπει να αντέχει σε 350V το ελάχιστο αλλιώς σε περίπτωση αμφιβολίας θα πρέπει να συνδέσουμε δύο αντιστάσεις των 2,2MΩ σε σειρά. Αφού ο C1



μεταφέρει εναλλασσόμενη τάση η D1 συνδέεται παράλληλα με το LED αντί σε σειρά και επειδή κατά την αντίθετη φορά δεν θα εμφανιστούν παραπάνω από 2V "επάνω" στην D1, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον γνωστό τύπο 1N4001. Ας ρίξουμε τώρα μία ματιά στο ενεργειακό ισοζύγιο. Εφόσον ρέει το διπλάσιο ρεύμα μέσω της LED εμφανίζεται πάνω της μία πτώση τάσεως 36V περίπου. Η R1 λοιπόν θα αποβάλει περίπου 1,1W και έτσι πάνω από το 97% της συνολικά καταναλισκόμενης ισχύος θα αποβάλλεται σαν θερμότητα από το κύκλωμα.

Μια όχι και τόσο καλή επίδοση! Αυτός είναι ο λόγος που βλέπουμε συνήθως χαμηλότερες τιμές στην θέση της R1. Στα 330Ωμ για παράδειγμα η απώλεια είναι το 1/4 της προηγούμενης περίπτωσης, αν και το LED πάλι υπεροδηγείται. Αυτό βέβαια επηρεάζει την αξιοπιστία του δίνοντας περισσότερες πιθανότητες καταστροφής και συντόμευσης της ωφέλιμης διάρκειας ζωής του. Το θεωρητικά χαμηλότερο όριο για την R1 χωρίς να αφήσουμε σημα-

ντικό ποσοστό ασφάλειας είναι τα 680Ωμ. Σε αυτή την περίπτωση 0,5W αποβάλλεται ως θερμότητα. Στην θέση της R1 δεν πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια αντίσταση φίλμ μετάλλου. Με τιμή 1,2KΩ η μέγιστη απαγωγή θα είναι περίπου 100W για μιά περίοδο μερικών εκατοντάδων microsecond. Οι πιο κατάλληλες για την διαχείριση της θερμικής αυτής απώλειας είναι οι αντιστά-

σεις άνθρακος. Ακόμα καλύτερες όμως είναι οι κεραμικές αντιστάσεις των 4W. Ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί τιμή 680Ωμ εξακολουθεί η προτίμηση μας στις κεραμικές αντιστάσεις "τουθλάκι" των 4W. Οι αντιστάσεις που αντέχουν 0,5W δεν αντέχουν γενικά τις υψηλές τάσεις λειτουργίας που χρειάζεται το κύκλωμα. Τι συμβαίνει όμως όταν χρησιμοποιήσουμε ένα LED χαμηλού

ρεύματος; Ότι είπαμε για το υψηλό ρεύμα εκίνησης εξακολουθεί να ισχύει με την μόνη διαφορά ότι η R1 μπορεί να γίνει ακόμα μικρότερη. Η χωρητικότητα του C1 πρέπει να τροποποιηθεί σύμφωνα με το LED. Ένα LED χαμηλού ρεύματος χρειάζεται μόνο 5mA για να λειτουργήσει και έτσι η τιμή του C1 γίνεται 100nF. (040287-2)

Βήμα 3: Χωρίς αναλαμπές

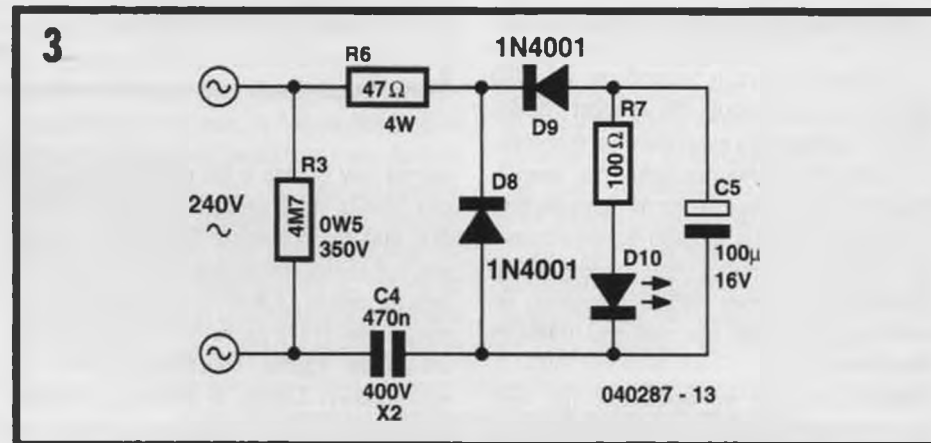
Εκτός από την χαμηλή τους απόδοση τόσο ο τρόπος πτώσης τάσεως με αντιστάσεις όσο και με πυκνωτή υποφέρουν από ένα ακόμη σοβαρό πρόβλημα.

Εξαιτίας της αναγκαιότητας της ύπαρξης μιας διόδου ανόρθωσης σε σειρά ή παράλληλη διάταξη, εμφανίζεται ένα σοβαρό μειονέκτημα: Η ροή ρεύματος σε μια ημιπερίοδο προκαλεί αναλαμπές που κάνουν το φως του LED να τρεμοσβήνει.

Αφου τα LED δεν έχουν την θερμική αδράνεια των θερμικών λαμπών το τρεμόσβημα στα 50Hz θα γίνεται ορατό από πολλούς ανθρώπους. Κάτι τέτοιο όμως είναι ιδιαίτερα ενοχλητικό εαν για παράδειγμα ένα άσπρο LED χρησιμοποιηθεί σαν φως νυκτός.

Ας δούμε καταρχας το πρόβλημα της χαμηλής απόδοσης. Ως πρώτη λύση φαίνεται το κύκλωμα του σχήματος 3 που περιορίζει το μέγιστο ρεύμα κορυφής με την σύνδεση ενός πυκνωτή παράλληλα με το LED. Επίσης πρέπει να είναι σε σειρά η διόδος D9 και τότε η τιμή της προστατευτικής αντίστασης R6 μπορεί να γίνει χαμηλή. Θεωρητικά μπορούμε να την ελατώσουμε τόσο ώστε να προστατεύουμε επαρκώς και τα άλλα εξαρτήματα. Οι τυπικές διόδους ανόρθωσης της σειράς 1N400X έχουν ανοχή στην υπέρβαση του ρεύματος κορυφής για μισό κύκλο περίπου 30A. Για να μην υπερβούμε τις προδιαγραφές των υπολοίπων αγωγών, των ασφαλειών (αν υπάρχουν) ή των διακοπών καλό είναι το ρεύμα να μην γίνει πάνω από 10A. Με την R6 στα 47Ωμ επιτρέπουμε να διέλθει ένα μέγιστο ρεύμα μόνο 7A.

Οι διόδους και ο C5 μπορούν να ανταπεξέλθουν σε ρεύμα έναρξης 7A. Τώρα η R6 απάγει μόνο 50mW. Επειδή η μέγιστη ισχύς έναρξης για περίπου 1μS φτάνει το 1KW(!) απαραίτητη είναι η χρήση μιας κεραμικής αντίστασης σύρματος. Η χρήση μιας αντίστασης φίλμ άνθρακα του 0,5W δε θα τη συνιστούσαμε γιατί αυτή θα καταστραφεί



πολύ εύκολα. Ας δούμε τώρα το πρόβλημα των αναλαμπών: η τιμή του πυκνωτή C5 επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε να παράγει μιά επαρκώς εξομαλυσμένη DC τάση. Η αντίσταση R7 κάνει πιό γραμμική την αντίσταση του LED και έτσι σταθεροποιεί το διερχόμενο ρεύμα.

Η δυναμική αντίσταση ενός LED είναι μόνο μερικά Ωμ. Επιλέγοντας τιμή 100Ωμ για την R7 έχουμε μια σχετικά σταθερή ροή ρεύματος. Όταν επιλέγουμε τιμή για τον C2 παρατηρούμε ότι για να ελατώσουμε το μέγιστο ρεύμα που διέρχεται από το LED, για παράδειγμα στα 250mA, θα χρειαστούμε μια τιμή είκοσι φορές μεγαλύτερη από αυτή του C4.

Εαν ο C4 είναι 470nF (βλέπε παραπάνω το δήμα 2) τότε ένας πυκνωτής τιμής 10μF επαρκεί για τον C5. Όταν κάνουμε εξομάλυνση ημιανορθωμένης κυματομορφής AC χρησιμοποιούμε συνήθως έναν μεγαλύτερης τιμής πυκνωτή σύμφωνα με τον κανόνα που λέει ότι χρειάζονται τουλάχιστον 2μF ανα mA.

Αυτό δίνει μια θεωρητική τιμή 33μF για τον C5 και πρακτικά επιλέγουμε 100μF από την σειρά E3 για να έχουμε και κάποιο περιθώριο. Σημειώστε ότι για ένα LED χα-

μηλού ρεύματος των 5mA οι τιμές αλλάζουν σε 100nF για τον C5 και σε 270Ωμ για την R7. Όπως πάντα κάθε λύση έχει και τα μειονεκτήματά της όπως η απώλεια θερμότητας πάνω στην R7.

Με πτώση τάσεως 1,65V και μέση κατανάλωση ρεύματος 16,5mA σπαταλάμε ακόμα 27mW για να έχουμε σταθερή φωτεινότητα. Σε αυτή την απώλεια μπορούμε να προσθέσουμε τις απώλειες πάνω στις δύο διόδους που με ορθή πτώση τάσεως 0,75V και ρεύμα διέλευσης 16,5mA είναι 25mW. Το κύκλωμα καταναλώνει συνολικά 134mW και αποδίδει 33mW στο LED για να λειτουργήσει.

Λαμβάνοντας υπόψιν ότι το 75% της ενέργειας χάνεται υπό μορφή θερμότητας η απόδοση του κυκλώματος είναι ήδη αρκετά καλύτερη από αυτήν που θα είχαμε αν χρησιμοποιούσαμε έναν μόνο πυκνωτή ή αντίσταση σε σειρά.

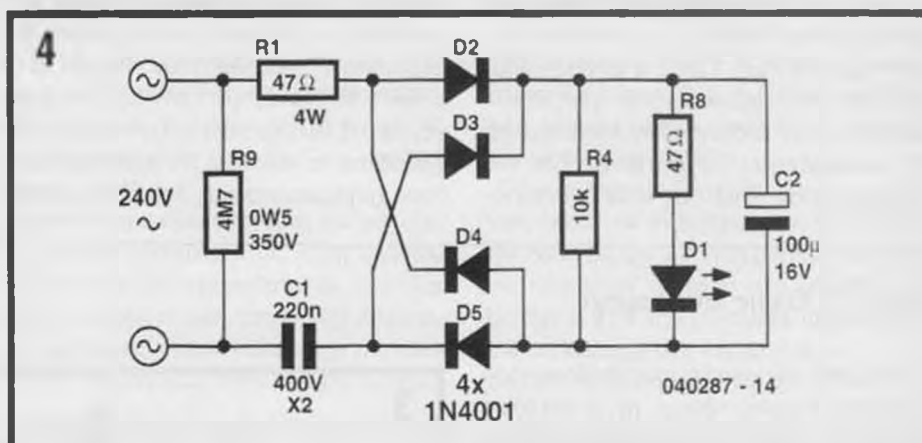
Φυσικά θα μου πείτε ότι το κύκλωμα αυτό χρειάζεται οκτώ εξαρτήματα και επομένως ακριβότερα. Πράγματι έτσι είναι! Αν όμως δεν θέλετε αναλαμπες αλλά σταθερό φωτισμό θα πρέπει να επιλέξετε αυτό τον τρόπο.

(040287-3)

Βήμα 4: Το LED με πλήρη ανόρθωση (100Hz)

Μόλις δείτε αυτό το κύκλωμα η πρώτη σκέψη που μπορεί να σας έλθει στο μυαλό είναι γιατί να χρησιμοποιήσω μιά δωδεκάδα όταν ένα εξάρτημα κάνει την ίδια δουλειά; Έτσι και αλλιώς το μόνο που χρειαζόμαστε για να συνδέσουμε ένα LED στο δίκτυο είναι μιά αντίσταση σε σειρά. Τα απλά κυκλώματα όμως έχουν και σημαντικά μειονεκτήματα που συμπεριλαμβάνουν την χαμηλή απόδοση, τρεμόσβησμα (δείτε το παραπάνω κύκλωμα). Συγκρίνοντας με το αμέσως προηγούμενο κύκλωμα αυτό του **σχήματος 4** θα δείτε ότι είναι βελτιωμένο για ένα σημαντικό λόγο: η τροφοδοσία του LED διαθέτει πλήρη ανόρθωση. Η τάση τροφοδοσίας παρουσιάζει κυμάτωση με συχνότητα 100Hz. Οι αναλαμπές αυτού του κυκλώματος δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι. Επειδή χρησιμοποιούμε πλήρη ανόρθωση (που η συχνότητα κυμάτωσης της είναι 100Hz μπορούμε να μειώσουμε στο μισό την τιμή του πυκνωτή εξομάλυνσης C2.

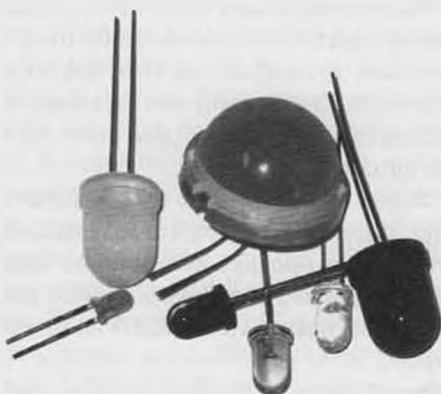
Μπορούμε όμως να αφήσουμε την τιμή του πυκνωτή C2 όπως είναι, δηλαδή στα 100μF και να μειώσουμε την τιμή της R2 σε 47Ω. Ως επακόλουθο της βελτιωμένης ανόρθωσης χρησιμοποιώντας και τις δύο ημιπεριόδους της κυματομορφής του δικτύου θα πρέπει να μειώσουμε στο μισό την αντίσταση σειράς, ή να μειώσουμε στο μισό την τιμή του C1. Επειδή πιο εύκολο είναι να βρούμε πυκνωτές πλαστικού φιλμ στα 220nF αντί της θερμοηλεκτρικά υπολογισμένης τιμής 270nF (θυμηθείτε ότι στο βήμα 2 υπολογίσαμε μια τιμή 530nF για ρεύμα LED 20mA) χρησιμοποιούμε αυτή την τιμή. Το ρεύμα του LED με περιορισμένη την τιμή της R1, βρίσκεται ακόμη στα 16,5mA. Σημειώστε ότι για να λειτουργήσει ένα LED χαμηλού ρεύματος χρειάζεται τουλάχιστον 5mA. Μια τιμή 47nF επαρ-



κει για τον C1 και η R2 πρέπει να αυξηθεί στα 150Ω. Η R2 τότε απάγει μόνον 13mW. Δύο από τις τέσσερις διόδους της γέφυρας παρουσιάζουν πτώση τάσεως 1,5V και έτσι με ρεύμα 16,5mA η κατανάλωση γίνεται 25mW. Η R1 με τιμή 47Ωμ καταναλώνει επίσης 13mW. Το LED από μόνο του καταναλώνει 33mW. Η συνολική απόδοση βελτιώνεται κατα πολύ φτάνοντας στα 51mW. Αυτό σημαίνει ότι μόνο το 60% της συνολικής ισχύος εκλύεται υπο μορφή θερμότητας στο περιβάλλον. Αν αναρωτιέστε τι ρόλο παίζουν σε αυτό το κύκλωμα οι R9 και R4 σας λέμε ότι η R9 είναι αντίσταση εκφόρτισης για τον πυκνωτή C1. Αυτό προλαμβάνει για παράδειγμα το ηλεκτροσok στην περίπτωση που πιάσουμε τους ακροδέκτες του φίς τροφοδοσίας δικτύου όταν θέλουμε να αποσυνδέσουμε το κύκλωμα. Χρησιμοποιώντας μιά τιμή 4,7MΩ για την R9 ο πυκνωτής C1 εκφορτίζεται με ρυθμό 2/3 της τάσεως τροφοδοσίας ανά δευτερόλεπτο. Θυμάστε τις δύο αντιστάσεις σε σειρά tv 2,2MΩ στο βήμα 2; Καλά υπολογίζουμε λοιπόν! Η R4 από την άλλη πλευρά εξασφαλίζει ότι ο C2 θα εκφορτίζεται κάθε φορά που τροφοδοτούμε το κύκλωμα έτσι ώστε να παρουσιάζει την μέγιστη δυνατή λειτουργικότητα του στο να μειώνει το ρεύμα κορυφής που διέρχεται μέσα από το LED. Η κατανάλωση της είναι αμεληταία στο 1mW. Μια μικρή πλαστική γέφυρα ανόρθωσης B40C1000 (40V ριν στο 1A) είναι κατάλληλη για της εφαρμογή μας και επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην θέση των D1-D4. Το κύκλωμα αυτό σχεδιάστηκε με το σκεπτικό να χρησιμοποιηθεί σαν ένας χαμηλής κατανάλωσης και χωρίς τρεμοσβήματα νυκτερινός φωτισμός για ένα παιδικό δωμάτιο. Σε αυτή

την περίπτωση συνδέονται σε σειρά τρία άσπρα LED υψηλής φωτεινότητας που μπορούν να τοποθετηθούν στην θέση της LED1. Κάθε ένα από αυτά τα LED προκαλεί πτώση τάσεως περίπου 3,6V. Ο μέγιστος φωτισμός επιτυγχάνεται με ρεύμα 25mA και ο C1 πρέπει να τροποποιηθεί σε 330nF. Αφού αυτή η τιμή είναι δυσεύρετη μπορούμε στην θέση της να συνδέσουμε παράλληλα δυό πυκνωτές. Ένα των 220nF και ένα των 100nF. Η τάση λειτουργίας του C2 είναι επαρκής αλλά εαν θέλετε για αξιοπιστία μπορεί να αυξηθεί στα 25V. Για να περάσει από τα LED ρεύμα 24mA θα δημιουργηθεί μια πτώση τάσεως 11V και θα έχουμε μια συνολική εκπομπή φωτεινής ισχύος 260mW που είναι επαρκής για ένα κανονικού μεγέθους υπνοδωμάτιο.

Το ενεργειακό ισοζύγιο έχει ως εξής: οι R1 και R8 μαζί καταναλώνουν μαζί περίπου 52mW. Προσθέτουμε 12mW που καταναλώνει η αντίσταση εκφόρτισης R4 και φτάνουμε στα 64mW. Η συνολική κατανάλωση ισχύος λοιπόν είναι 324mW απο τα οποία σπαταλάμε μόλις κοντά στο 20%. Η ολική κατανάλωση ενέργειας είναι έτσι 2,85KWh ανά έτος. Αυτό αποτιμάται σε μόλις μερικές δεκάδες λεπτά τον χρόνο που ακόμα και για τους πιο οικονομικούς από τους αναγνώστες μας δεν πρέπει να αποτελούν αιτία ανησυχίας και όλοι μας μπορούμε να αφήσουμε το κύκλωμα μονίμως συνδεδεμένο στο δίκτυο χωρίς κανένα πρόβλημα. Τέλος μια προειδοποίηση: μην ξεχνάτε τις οδηγίες ασφαλείας και το γεγονός όμως ότι η "κατασκευή" προορίζεται για να τοποθετηθεί και σε παιδικό δωμάτιο οπότε πρέπει να είναι διπλά προστατευμένη και συμπαγής. (040287-4)



Visual Basic για ενθουσιώδεις ηλεκτρονικούς

Αν σκεφτόσασταν να διαβάσετε το βιβλίο "Ηλεκτρονικά με τη Visual Basic" τότε τα παρακάτω κεφάλαια είναι γραμμένα για εσας

Η σύντομη αυτή εκπαιδευτική σειρά της Visual Basic 2005 είναι γραμμένη για τους ενθουσιώδεις ηλεκτρονικούς που θέλουν να εκμεταλεψούν τις δυνατότητες της γλώσσας αυτής για να προγραμματίσουν ηλεκτρονικές συσκευές μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αν ανήκετε μάλιστα στην κατηγορία αυτών που πολλάκις έχουν επιχειρήσει να μάθουν την Visual Basic τότε τα επόμενα κεφάλαια είναι γραμμένα για εσάς.

Θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε χωρίς δύσκολους τεχνικούς όρους τις δυνατότητες της Visual Basic επικεντρώνοντας

το ενδιαφέρον μας στα απολύτως απαραίτητα εργαλεία. Επίσης θα αποφύγουμε την πολλή θεωρία και θα παρουσιάσουμε αρκετά παραδείγματα με τα οποία θα γίνει κατανοητή η δύναμη της Visual Basic. Η αλήθεια βέβαια είναι πως η Visual Basic έχει όντως εξελιχθεί σε πολύπλοκο και δυνατό εργαλείο κάνοντας την να διαφέρει αρκετά από την αρχική μορφή της, την γνωστή Basic. Αυτό όμως δεν μας περιορίζει να γράψουμε απλά προγράμματα τα οποία να φαίνονται ιδιαίτερα επαγγελματικά. Η Visual Basic Net είναι η πιο πρόσφατη έκδοση

της Visual Basic της Microsoft και θα την βρείτε στην παρακάτω διεύθυνση: <http://msdn.microsoft.com/vstudio/express/vb/default.aspx>. Με την ουσία αυτή μπορείτε να δημιουργήσετε εφαρμογές για τα Windows και το διαδίκτυο. Όταν κατεβάσετε το πρόγραμμα αυτό και το εγκαταστήσετε στο σκληρό σας δίσκο προσέξτε πως η χρήση του θα είναι εφικτή μόνο για 30 ημέρες. Μετά την πάροδο αυτών θα χρειαστεί να το αγοράσετε κάνοντας **Help>Active**. Τα διάφορα προγράμματα που θα παρουσιασθούν στην σειρά είναι διαθέσιμα στο site **elektor.gr**

Εκκίνηση της Visual Basic

Αμέσως με την εγκατάσταση μπορείτε να ξεκινήσετε τη γλώσσα προγραμματισμού κάνοντας διπλό κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο.

- **Start (Εκκίνηση) > Visual Basic 2005 express** (Προβολή του παραθύρου εκκίνησης)
- **File (Αρχείο) > New Project (Νέο έργο) > Windows application (εφαρμογή Windows)**.

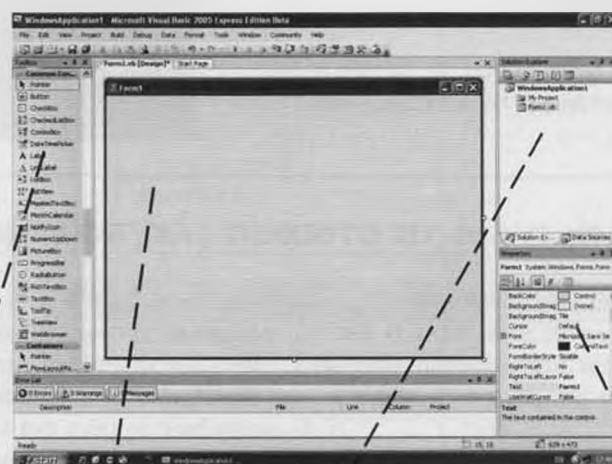
- Πληκτρολογήστε το όνομα του έργου. Όταν πατήσετε save (αποθήκευση) σας θα ερωτηθεί η διαδρομή στην οποία θέλετε να αποθηκεύσετε το έργο.



Τα βασικά μέρη του παραθύρου ανάπτυξης της Visual Basic

Λογικά το πρώτο παράθυρο που θα δείτε είναι το IDE > **Integrated Development Environment** που στα Ελληνικά θα ήταν ενσωματωμένο περιβάλλον Ανάπτυξης και το οποίο φαίνεται εδώ;

- Το **Toolbox (Εργαλειοθήκη)** περιέχει αντικείμενα ελέγχου όπως κουτιά κειμένου με αριθμούς και κείμενο τα οποία μπορείτε να τοποθετήσετε πάνω στην φόρμα.
- Η **κοινή (φόρμα)** είναι γκριζα επιφάνεια (συνήθως) και η οποία προβάλλεται στον τελικό χρήστη όταν αυτός ανοίγει την εκτε-



Toolbox (Εργαλειοθήκη) **Κοινή (φόρμα)** **Solution Explorer Window (παράθυρο περιήγησης)** **Properties window (παράθυρο ιδιοτήτων)**

λέσιμη εφαρμογή.

Στην φόρμα υπάρχουν αντικείμενα ελέγχου (controls).

- Το **Solution Explorer Window** εμφανίζει τα αρχεία που δημιουργούνται από το πρόγραμμα.

- Το **Properties window** (παράθυρο ιδιο-

τήτων) περιέχει πληροφορίες τόσο για τα αντικείμενα που βρίσκονται στην φόρμα όσο και για την φόρμα την ίδια.

Σημειώσεις

- Αν για κάποιο λόγο δεν εμφανιστούν τα παράθυρα αυτά στην οθόνη σας, επιλέξτε:

View (προβολή) > Toolbox (Εργαλειοθήκη)

View (προβολή) > Solution Explorer

View (προβολή) > Properties Windows (Ιδιότητες παραθύρου)

- Για να εμφανιστεί η φόρμα (Form) κάντε διπλό κλικ στο αρχείο φόρμας Form στο παράθυρο Solution Explorer.

Το πρώτο μου πρόγραμμα

Η "μύηση" σας στην Visual Basic θα γίνει με ένα απλό πρόγραμμα.

Τίτλος προγράμματος: Νόμος του Ωμ.

Χαρακτηριστικά του προγράμματος:

1. Το πρόγραμμα θα πρέπει να εμφανίζει

μιά αντίσταση R και μιά τάση V που πέφτει πάνω σε αυτήν.

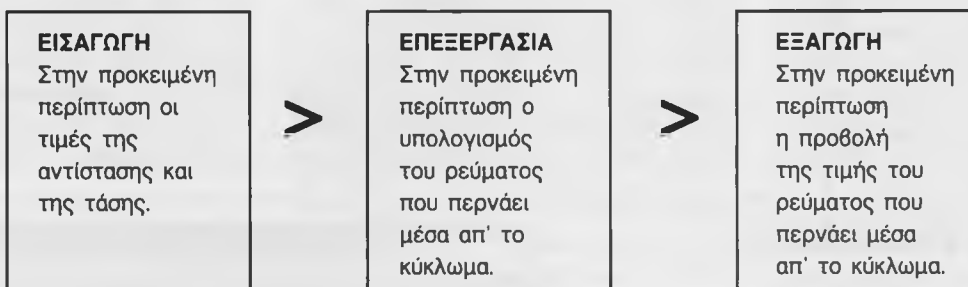
2. Ο χρήστης θα πρέπει να μπορεί να εισάγει τιμές για την τάση και την αντίσταση.

3. Το πρόγραμμα θα μας δίνει και θα εμφανίζει το ρεύμα που τρέχει στο κύκλωμα.

Λειτουργία του προγράμματος:

Όπως θα καταλάβατε από τα χαρακτηριστικά, θα πρέπει να οριστούν 3 βασικά πράγματα έτσι ώστε το πρόγραμμα μας να λειτουργεί σωστά.

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα είναι απαραίτητο για κάθε πρόγραμμα.



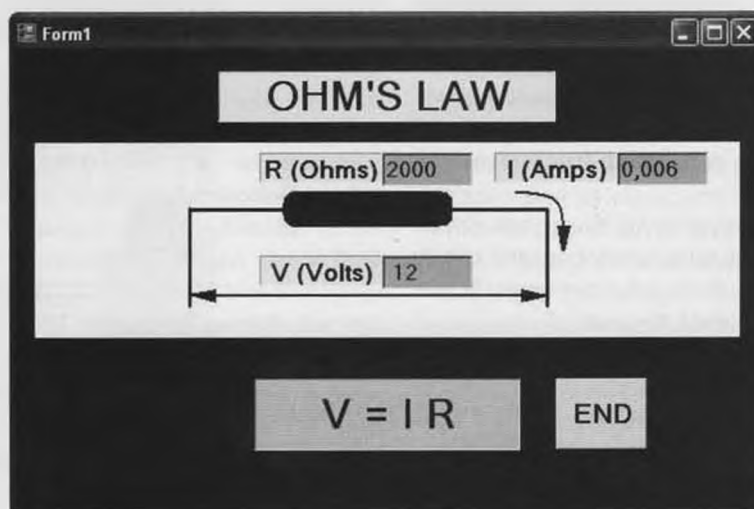
Όταν γράφουμε ή καλύτερα δημιουργούμε ένα πρόγραμμα στη Visual Basic τότε θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας τα παρακάτω:

Η επιλογή απλών αντικειμένων και στοιχείων ελέγχου και η την τοποθέτησή τους στην φόρμα.

Η σμίκρυνση ή μεγέθυνση και διευθέτηση των αντικειμένων. - Τροποποίηση των χαρακτηριστικών των αντικειμένων.

Η προσθήκη κώδικα στα αντικείμενα ή τα αντικείμενα ελέγχου.

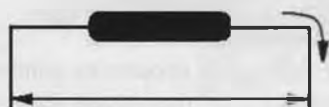
Το παράθυρο δίπλα δείχνει μιά διάταξη η οποία ικανοποιεί αρκετά τις απαιτήσεις του προγράμματος.



Τα αντικείμενα ή τα στοιχεία ελέγχου της φόρμας

Picture Box (πλαίσιο εικόνας):

Τα πλαίσια εικόνας είναι στοιχεία ελέγχου που βοηθούν τον προγραμματιστή να τοποθετήσει εικόνες μέσα στην φόρμα.



- Για να σχεδιάσετε ένα σχέδιο όπως το παραπάνω χρησιμοποιήστε το Microsoft Paint (Ζωγραφική) και αποθηκεύστε το.

- Επιλέξτε ένα Picture box (πλαίσιο κειμένου) κάνοντας μόνο ένα κλικ.

- Στο παράθυρο ιδιοτήτων (Properties Windows) πατήστε το κουμπί με τις τρεις τελείες που βρίσκεται ακριβώς δίπλα στην

ιδιότητα BackgroundImage (εικόνα φόντου).

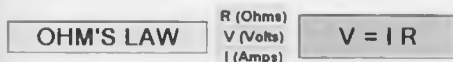
- Επιλέξτε το αρχείο με το σχέδιο σας και κάντε κλικ στο open (ανοίγμα). Κάντε τις ανάλογες τροποποιήσεις ώστε η εικόνα να είναι εμφανής.

Ετικέτες (Labels):

Οι ετικέτες περιέχουν κείμενο το οποίο

τοποθετείται πάνω στην φόρμα και βοηθούν το χρήστη στην κατανόηση των περιεχομένων της φόρμας.

(Π.χ. ο τίτλος της φόρμας). Οι ετικέτες χρησιμοποιούνται επίσης και απ' το πρόγραμμα έτσι ώστε να μπορεί να εμφανίζει δεδομένα πάνω στη φόρμα.



Επιλέξτε 5 ετικέτες, τοποθετήστε τις στην φόρμα, επιλέξτε κάθε μία χωριστά, τροποποιήστε τις ιδιότητες σύμφωνα με τον πίνακα δίπλα.

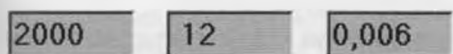
Ορισμένα στοιχεία ελέγχου, όπως οι ετικέτες έχουν την ιδιότητα `AutoSize` (Αυτόματο μέγεθος) εξ'ορισμού στην θέση `True` (αληθής).

Αυτό σημαίνει πως το μέγεθος τους αλλάζει αυτόματα με το μήκος και το πλάτος του κειμένου που γράφουμε. Αν θέλετε να αλλάξετε το μέγεθος χειροκίνητα επιλέξτε `False` (ψευδές).

Πλαίσια κειμένου (Text Boxes):

Τα πλαίσια κειμένου είναι στοιχεία ελέγχου τα οποία όχι μόνο εμφανίζουν αλλά και μας δίνουν την ικανότητα να εισάγουμε δεδομένα.

Επιλέξτε τρία πλαίσια κειμένου (`Text Boxes`) και τοποθετήστε τα δίπλα στις ετικέτες (`labels`).



Επιλέξτε το κάθε ένα χωριστά και τροποποιήστε τις ιδιότητες του κάθε ενός χωριστά όπως φαίνεται στον πίνακα δίπλα. Όταν η ιδιότητα `ReadOnly` (μόνο ανάγνωση) είναι `True` (αληθής) δηλ. ενεργοποιημένη, σημαίνει ότι δεν είναι δυνατόν να εισαχθούν τιμές στο πλαίσιο αυτό.

Κουμπιά ελέγχου (Command Buttons):

Τα κουμπιά ελέγχου είναι στοιχεία ελέγχου τα οποία όταν πιεσθούν εκτελούν εντολές ή σειρές εντολών. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα με το κουμπί `END` διακόπτεται η εκτέλεση του. Πατήστε κλικ μία φορά στα στοιχεία ελέγχου και αλλάξτε τις παραμέτρους σύμφωνα με το διπλανό σχήμα.



| Control (Στοιχείο Ελέγχου) | Property (Ιδιότητα) | Setting (Ρυθμιση) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Label1 (Ετικέτα) | Text (Κείμενο) | OHM'S LAW |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 14, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | TextAlign (Στοιχιση κειμένου) | Middle Centre (Κέντρο και μέση) |
| Label2 (Ετικέτα) | Text (Κείμενο) | R (Ohms) |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 14, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | TextAlign (Στοιχιση κειμένου) | Middle Centre (Κέντρο και μέση) |
| Label3 (Ετικέτα) | Text (Κείμενο) | V(Volts) |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 14, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | TextAlign (Στοιχιση κειμένου) | Middle Centre (Κέντρο και μέση) |
| Label4 (Ετικέτα) | Text (Κείμενο) | I(Amps) |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 24, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | TextAlign (Στοιχιση κειμένου) | Middle Centre (Κέντρο και μέση) |
| Label5 (Ετικέτα) | Text (Κείμενο) | V=IR |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 24, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | TextAlign (Στοιχιση κειμένου) | Middle Centre (Κέντρο και μέση) |

| Control (Στοιχείο Ελέγχου) | Property (Ιδιότητα) | Setting (Ρυθμιση) |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Text Box (Πλαίσιο κειμένου) | Name (Όνομα) | txtR |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 12, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | Text (Κείμενο) | R |
| Text Box (Πλαίσιο κειμένου) | Name (Όνομα) | txtV |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 12, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | Text (Κείμενο) | V |
| Text Box (Πλαίσιο κειμένου) | Name (Όνομα) | txtI |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 12, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | Text (Κείμενο) | I |
| | Read Only (Μονο Αναγνωση) | True |

| Control (Στοιχείο Ελέγχου) | Property (Ιδιότητα) | Setting (Ρυθμιση) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Button (κουμπι) | Name (Όνομα) | btnEND |
| | Font (Γραμματοσειρα) | Size (Μεγεθος) 16, Bold |
| | BackColor (Χρώμα Φοντου) | Επιλεξτε απο την παλέτα |
| | Text (Κείμενο) | END |
| | TextAlign (Στοιχιση κειμένου) | Middle Centre (Κέντρο και μέση) |

Επισύναψη κώδικα στα στοιχεία ελέγχου

Τώρα που τοποθετήσαμε όλα τα στοιχεία ελέγχου στη φόρμα μας μπορούμε να επισυνάψουμε κσε αυτήν άποιο κώδικα.

1. Κάντε διπλό κλικ στο κουμπί εντολών END. Αυτόματα θα ανοίξει το παράθυρο για την πληκτρολόγηση κώδικα. Μεταξύ των εντολών Start και End μπορείτε τώρα να εισάγετε το δικό σας κώδικα.

2. Πληκτρολογήστε την εντολή END όπως φαίνεται στο παράδειγμα κάτω.

```
Private Sub btnEnd_Click(ByVal sender
    As System.Object, ByVal e
    As System.EventArgs)
    Handles btnEnd.Click

    End

End Sub
```

3. Επιστρέψτε στη φόρμα κάνοντας κλικ στο κουμπί View designer πάνω από το παράθυρο του Solution Explorer ή κάντε διπλό κλικ στο Form 1 στο παράθυρο του Solution Explorer.

4. Κάντε διπλό κλικ στο πλαίσιο κειμένου txtR (text box) δίπλα στην ετικέτα R (Ohms). Πληκτρολογήστε τον παρακάτω κώδικα μέσα στην υπορουτίνα:

```
Private Sub txtR_TextChanged(ByVal
    sender As System.Object, ByVal
    e As System.EventArgs) Handles
    txtR.TextChanged

    txtI.Text = Val(txtV.Text) /
    Val(txtR.Text)

End Sub
```

5. Κάντε διπλό κλικ στο txtV (text box) δίπλα στην ετικέτα V (Volts).

Πληκτρολογήστε τον ίδιο κώδικα μέσα στην υπορουτίνα.

```
Private Sub txtV_TextChanged(ByVal
    sender As System.Object,
    ByVal e As System.EventArgs)
    Handles txtV.TextChanged

    txtI.Text = Val(txtV.Text) /
    Val(txtR.Text)

End Sub
```

Σημειώσεις για τον κώδικα

- Προσέξτε την πρώτη γραμμή στην υπορουτίνα στην παράγραφο 2.

(Private Sub btnEnd_Click)

Το Click είναι το γεγονός που θα ενεργοποιήσει την εκτέλεση της υπορουτίνας όταν το κουμπί εντολής END πατηθεί κατά την διάρκεια που εκτελείται το πρόγραμμα.

Θα λέγαμε πως η Visual Basic είναι μία "γλώσσα event drive" δηλαδή μία γλώσσα η οποία αντιδρά σε γεγονότα.

Ταυτόχρονα η Visual Basic είναι μια "Αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού" ("Object Oriented Programming language") ή αλλιώς OOP, γιατί κάθε στοιχείο του προγράμματος είναι οντότητες/αντικείμενα τα οποία διαθέτουν χαρακτηριστικά.

Η εντολή END είναι πασιφανής απλώς διακόπτει την εκτέλεση του προγράμματος.

- Προσέξτε τώρα την πρώτη γραμμή της υπορουτίνας της παραγράφου 4.

(Private Sub txtR_TextChanged)

Το TextChanged (αλλαγή κειμένου) είναι το γεγονός που θα πυροδοτήσει την εκτέλεση της υπορουτίνας.

Αυτό σημαίνει πως κάθε φορά που ο χρήστης πληκτρολογεί κάτι στο πλαίσιο κειμένου "txtR" τότε θα εκτελείται η παρακάτω εντολή: txtI.Text=Val(txtV.Text)/Val(txtR.Text).

Με λίγα λόγια η παραπάνω εξίσωση-εντολή λέει: Άλλαξε την ιδιότητα του πλαισίου κειμένου "txtI" (που είναι το ρεύμα που διαπερνά το κύκλωμα) έτσι ώστε να είναι ισοδύναμη με τα αποτελέσματα της διαίρεσης των τιμών των πλαισίων κειμένων txtV και txtR.

Για να πάρουμε τις τιμές txtV και txtR - Η ίδια εντολή θα εκτελείται όταν αλλάξουμε την τιμή του πλαισίου κειμένου txtV όπως μπορούμε να δούμε στην παράγραφο 5.

- Τα γεγονότα αυτά θα εμφανίζονται όταν κάνουμε διπλό κλικ στα στοιχεία ελέγχου στη σχεδίαση της φόρμας.

Μπορείτε να αλλάξετε όπως θέλετε τον τύπο των γεγονότων για να ταιριάζει με το πρόγραμμα σας.

Αποθηκεύοντας το πρόγραμμα

Καλό θα ήταν να αποθηκεύεται συχνά την εργασία σας γιατί η Visual Basic δεν το κάνει αυτόματα.

Για να την αποθηκεύσετε πατήστε File> Save All απ' το μενού.

Αυτομάτως θα δημιουργηθούν μερικά

αρχεία. Επιλέξτε λοιπόν Save πριν τρέξετε το πρόγραμμα σας μήπως και κολήσει και μετά ψαχνόσαστε.

Τρέχοντας το πρόγραμμα

Αφού γράψουμε τον κώδικα για κάθε στοιχείο ελέγχου, μπορούμε να τρέξουμε και το πρόγραμμα. Για να γίνει αυτό κάντε κλικ στο κουμπί Start (Εκίνηση) που βρίσκεται δίπλα στο κουμπί Debug (αποσφαλμάτωση). Αμέσως θα εμφανιστεί το παράθυρο που φτιάξατε. Πληκτρολογήστε έναν αριθμό στο πλαίσιο για την τιμή της αντίστασης. Η τιμή στο ρεύμα θα γίνει 0 και αυτό

γιατί δεν έχετε ορίσει ακόμη τιμή για την τάση. (Το πρόγραμμα τη θεωρεί μηδενική). Πηγαίνετε τώρα στην τάση και εισάγετε μια τιμή. Προσέξτε! Αν βάλετε την τιμή στην αντίσταση τον αριθμό 0 τότε το ρεύμα θα γίνει άπειρο. Αν βάλετε 0 στην αντίσταση τότε το πρόγραμμα δεν θα σας βγάλει μήνυμα λάθους αλλά ένα μήνυμα NaN που σημαίνει ότι δεν είναι δυνατή η διαίρεση του 0 διά του 0. Αν κατά την διάρκεια της αποσφαλμάτωσης υπάρχουν συ-

ντακτικά λάθη τότε αυτά θα εμφανιστούν τώρα. Όταν εκτελεσθεί μία φορά με επιτυχία το πρόγραμμα της Visual Basic τότε θα δημιουργηθεί ένα εκτελέσιμο αρχείο .exe το οποίο μάλλον θα βρείτε στην διαδρομή:

C:/My documents/Visual Studio 2005/Projects/project name/Bin/Debug/project name.exe.

Η συνέχεια στο επόμενο τεύχος....

Οδηγίες ασφαλείας

Οι κανόνες ασφαλείας που έχουν σχέση με τις ηλεκτρονικές συσκευές αναφέρονται κυρίως στην τάση του δικτύου των 220 - 240 V, δεν αγνοούν όμως και άλλες κρίσιμες παραμέτρους όπως π.χ. τη θερμοκρασία των σημείων της συσκευής που μπορεί να αγγίξει ο κάτοχός τους, ή ακόμα και την πιθανότητα πρόκλησης πυρκαϊάς. Τα περισσότερα προβλήματα, που μπορούν να έχουν σαν αιτία το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να αποφευχθούν με τη χρήση εγκεκριμένων και κατάλληλων, για το εκάστοτε δίκτυο, τροφοδοτικών. Σ' ό,τι αφορά τον εξοπλισμό που τροφοδοτείται, διακρίνουμε δύο κατηγορίες μόνωσης:

Κατηγορία I: Απλή μόνωση που απαιτεί πάντοτε καλώδιο τροφοδοσίας με τρεις αγωγούς (περιλαμβάνει και γείωση).

Κατηγορία II: Διπλή μόνωση που απαιτεί καλώδιο τροφοδοσίας με δύο αγωγούς (χωρίς γείωση). Όπως γίνεται αντιληπτό, πάντα η προτιμώμενη κατηγορία είναι η δεύτερη. Όταν το καπάκι της συσκευής είναι κλειστό, όλα τα μέρη της που μπορεί κάποιος να αγγίξει πρέπει να βρίσκονται στο δυναμικό της γης.

Κατηγορία I

Η πρώτη κατηγορία προϋποθέτει τη μόνωση όλων των επιφανειών, που μπορεί να αγγίξει ο κάτοχος της συσκευής, από τις γραμμές τροφοδοσίας. Η συσκευή πρέπει να αντέχει σε τάσεις 2120 V. Για να μην υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθεί σπινθήρας, θα πρέπει η απόσταση δύο αντίθετα φορτισμένων σημείων να είναι μεγαλύτερη από 3 mm. Θα πρέπει ακόμα όλες οι επιφάνειες να είναι γειωμένες.

Κατηγορία II

Οι απαιτήσεις αυτής της κατηγορίας είναι όμοιες μ' αυτές της προηγούμενης. Εξάφραση αποτελεί η στάθμη ελέγχου των μονώσεων που είναι ίση με 4240 V. Ως εκ τούτου, η απόσταση μεταξύ των "επικίνδυνων" σημείων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 6 mm.

Πρακτική αντιμετώπιση

Ένας κανόνας που πάντοτε θα σας οδηγεί σε σωστά αποτελέσματα λέει ότι τα καλώδια που μεταφέρουν την τάση του δικτύου θα πρέπει να απέχουν όσο το δυνατόν περισσότερο από οποιαδήποτε άλλα εξαρτήματα. Η απόσταση αυτή δε θα πρέπει φυσικά, σε καμία περίπτωση, να είναι μι-

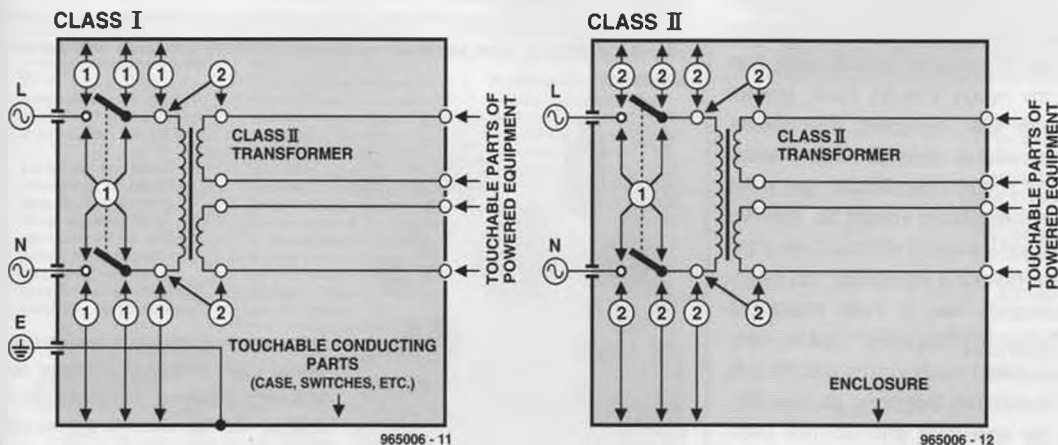
κρότερη από την προβλεπόμενη. Προσπαθήστε ακόμα τα καλώδια αυτά να τα έχετε όσο το δυνατόν πιο κοντά μεταξύ τους. Στο πίσω μέρος της κατασκευής σας, εκεί που φθάνουν τα καλώδια του δικτύου, φροντίστε να χρησιμοποιείτε υποδοχές εγκεκριμένες από τους αρμόδιους οργανισμούς οι οποίες να περιλαμβάνουν επιπλέον ασφαλειοθήκη και διακόπτη ON/OFF (χωνευτά φιν ή μπρίζες). Σημειώστε ότι το σχόλιο του κατασκευαστή που αναγράφεται στο στέλεχος των υποδοχών, τονίζοντας ότι είναι "κατάλληλες για 250 V", δε σημαίνει υποχρεωτικά ότι είναι εγκεκριμένες. Απλώς δηλώνει ότι δεν καταστρέφονται σε τάσεις μικρότερες από αυτές που σημειώνονται. Εάν δε χρησιμοποιείτε τέτοιου είδους υποδοχές, στερεώστε τα καλώδια όσο το δυνατόν πιο σταθερά στα σημεία εκείνα που εισέρχονται στην κατασκευή σας, χρησιμοποιώντας στυπιοθλίπτες ή πλαστικούς σφιχτήρες. Όσον αφορά τώρα το είδος των διακοπών που θα θέτουν εντός και εκτός λειτουργίας τη συσκευή, σημειώνουμε τα παρακάτω:

1. Ένας μονοπολικός διακόπτης ON/OFF μπορεί να χρησιμοποιη-

θεί σε συσκευές οι οποίες τροφοδοτούνται από μετασχηματιστές που έχουν μονωμένα μεταξύ τους τα τυλίγματα του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος.

2. Ένας διακόπτης ON/OFF δεν είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί στο καλώδιο τροφοδοσίας, αν ο μετασχηματιστής έχει απομονωμένα μεταξύ τους τα δύο τυλίγματα και ταυτόχρονα η κατανάλωσή του στην κατάσταση OFF είναι μικρότερη από 10 W. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να υπάρχει οπτική ένδειξη για το πότε η συσκευή είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο.

3. Δεν απαιτείται καθόλου διακόπτης αν η συσκευή έχει κατανάλωση μικρότερη των 10 W και είναι μόνιμα συνδεδεμένη στο δίκτυο, όπως συμβαίνει π.χ. σ' έναν ενισχυτή κεραίας. Οποιαδήποτε συσκευή δεν πληροί τις παραπάνω προϋποθέσεις, πρέπει να είναι εξοπλισμένη μ' έναν διπλό διακόπτη ON/OFF. Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται σε περιοριστές παρασίτων, όπως π.χ. ασφάλειες, πηνία, πυκνωτές και αντιστάσεις, δεν είναι αναγκαίο να τίθενται εντός ή εκτός λειτουργίας με διακόπτες. Γι' αυτά προτείνεται, χωρίς να είναι όμως υποχρεωτικό, να παρεμβάλλονται πριν τον διακόπτη, μέσω μιας ασφάλειας. Ποτέ δεν πρέπει να κολλιούνται οι αγωγοί, που μεταφέρουν την τάση του δικτύου, κατευθείαν στο τυπωμένο κύκλωμα. Χρησιμοποιείστε για το σκοπό αυτό μεταλλικές επαφές (κλέμες). Η γείωση που φθάνει από το δίκτυο θα πρέπει να καταλήγει σ' όλα τα εξαρτήματα που πρέπει να γειωθούν, με τη βοήθεια ενός κιτρινοπράσινου καλωδίου. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή στα εξαρτήματα εκείνα που έχουν μεταλλικούς αξονίσκους, όπως π.χ. ποτενοσιόμετρα ή διακόπτες. Αν αυτούς τους αγγίξει ο χρήστης της συσκευής, θα πρέπει οπωσδήποτε



Σχ. 1. Αριστερά: Μια συσκευή Κατηγορίας I τροφοδοτείται από έναν διπλά μονωμένο μετασχηματιστή. Όλες οι επιφάνειες που μπορεί να αγγίξει ο κάτοχός της πρέπει να είναι προσεκτικά γειωμένες. Οι έξοδοι δεν είναι αναγκαίο να έχουν γείωση. Δεξιά: Μια συσκευή Κατηγορίας II τροφοδοτούμενη από έναν διπλά μονωμένο μετασχηματιστή.

τε να γειωθούν. Κοντά σε κάθε ασφάλεια, ακόμα και αν αυτή είναι τοποθετημένη πάνω σε τυπωμένο κύκλωμα, πρέπει να βρίσκεται κολλημένη μια μικρή ετικέτα στην οποία θα αναγράφεται η αντοχή της. Σε μια από τις δύο πλευρές της συσκευής ή στο πίσω μέρος της, θα πρέπει να υπάρχει επίσης μια ετικέτα στην οποία θα αναφέρεται η ταυτότητα της συσκευής, όπως και η τάση / συχνότητα του δικτύου που προορίζεται να συνδεθεί. Εάν η συσκευή τροφοδοτείται μόνο από το δίκτυο, μην αμελήσετε να τοποθετήσετε και το σύμβολο (~)

Σε περίπτωση βλάβης δεν θα πρέπει να υπάρχει κανένας κίνδυνος για τον κάτοχο της. Η θερμοκρασία της συσκευής δεν θα πρέπει ποτέ να αγγίζει τόσο υψηλές τιμές ώστε να προξενεί εγκαύματα σ' εκείνον που θα την αγγίξει ή ακόμα και κίνδυνο πυρκαϊάς. Όλοι αυτοί οι κίνδυνοι μπορούν να περιορισθούν με την επιλογή κατάλληλων ασφαλειών, μιας προσεγγισμένης κατασκευής, με την χρήση μονωτήρων και φυσικά ενός συστήματος ψύξης αποτελούμενο είτε από ψύκτες είτε από ανεμιστήρες. Η αντοχή μιας βραδείας τήξεως ασφαλείας πρέπει να είναι ίση, το πολύ, με το 1,25 της τιμής του ρεύματος λειτουργίας, ενώ αυτή μιας ταχείας τήξεως, ίση με την τιμή του ρεύματος αυτού. Οι γρήγορες ασφαλείες χρησιμοποιούνται εκεί όπου ο μετασχηματιστής τροφοδοσίας έχει πολλά δευτερεύοντα τυλίγματα. Αν όμως μετά το δίκτυο μα από ανόρθωσης υπάρχει ένας ηλεκτρολυτικός πυκνωτής μεγάλης χωρητικότητας, τότε είναι αναγκαία η τοποθέτηση αργών ασφαλειών προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι αιχμές του αρχικού ρεύματος φόρτισης. Η συσκευή θα πρέπει να είναι στιβαρή. Επαναλαμβανόμενες πτώσεις από ύψος 50 mm δεν θα πρέπει να προξενούν προβλήματα στη λειτουργία της. Ισχυρότερες κρούσεις δεν θα πρέπει να προκαλούν χαλάρωση των συνδέσεων των μετασχηματιστών, των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών ή άλλων σημαντικών εξαρτημάτων. Μη χρησιμοποιείτε υλικά αμφίβολης ποιότητας ή εύκολα αναφλέξιμα που μπορούν

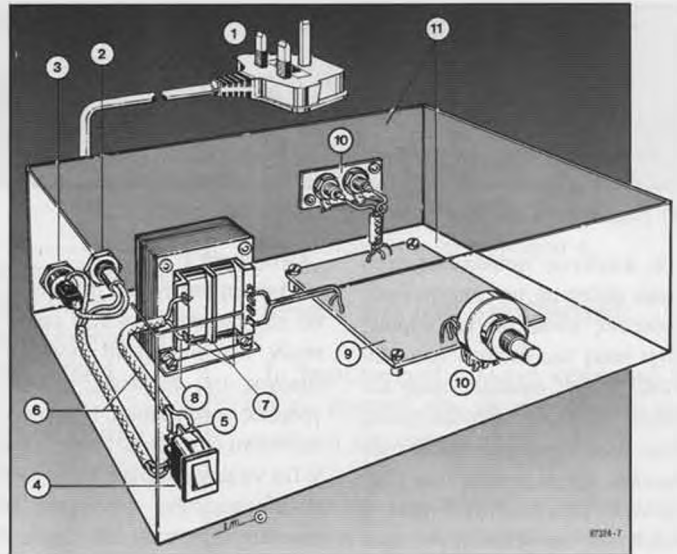
να προκαλέσουν έκλυση δηλητηριωδών αερίων. Κοντύνετε τις βίδες που πλησιάζουν πολύ με τα άλλα εξαρτήματα. Κρατείστε τα καλώδια ή τα εξαρτήματα, που μεταφέρουν την παροχή του δικτύου, μακριά από τις τρύπες εξαερισμού έτσι ώστε η εσοκευμένη ή όχι "είσοδος" ενός καταβιδιού ή άλλου ανεπιθύμητου μεταλλικού αντικειμένου μέσα από αυτές, να μην υπάρχει περίπτωση να προκαλέσει ζημιά.

Μετασχηματιστές

Στο σχ. 1 φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να συνδεθεί ένας μετασχηματιστής στο δίκτυο, έτσι ώστε να πληροί τους κανόνες ασφαλείας. Αν και φαίνεται ξεκάθαρα η χρήση ενός διπλού διακόπτη ON/OFF, αυτός εύκολα μπορεί να αντικατασταθεί μ' έναν απλό, αφού και στις δύο περιπτώσεις τα τυλίγματα των μετασχηματιστών είναι απομονωμένα. Έχει φυσικά θεωρηθεί ότι οι μετασχηματιστές δεν πρόκειται ποτέ να υποστούν βραχυκυκλώματα και γι' αυτόν το λόγο δεν έχουν τοποθετηθεί ασφάλειες στο πρωτεύον. Εάν αυτό δεν ισχύει, θα πρέπει να τοποθετηθεί απαραίτητως μια ασφάλεια. Στα δύο επιμέρους διαγράμματα του σχ. 1 φαίνεται τότε απαιτείται μονή ή διπλή μόνωση.

Εργασθείτε με ασφάλεια

Από τη στιγμή που ανοίγετε μια συσκευή, υπάρχουν αρκετοί ακόμα κίνδυνοι. Οι περισσότεροι από αυτούς μπορούν να εξαλειφθούν αν προηγουμένως έχετε αφαιρέσει το καλώδιο τροφοδοσίας από την πρίζα. Επειδή όμως πολλοί από τους ελέγχους που πρέπει να κάνετε απαιτούν την παρουσία τάσης τροφοδοσίας, μια καλή (και ασφαλής) κίνηση θα ήταν να εξοπλίσετε τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα ή τις πρίζες του εργαστηρίου σας μ' έναν ευαίσθητο διακόπτη διαρροής (ρελέ προστασίας) τουλάχιστον στα 30 mA. Διακόπτες διαρροής με ευαισθησία καλύτερη από 30 mA μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο όταν το ρεύμα διαρροής αναμένεται να είναι μικρότερο από 30 mA, κάτι που σπάνια συμβαίνει..



Σχ. 2. Είναι προτεινόμενο, αλλά και αρκετά θολικό, να συναρμολογήσετε τις κατασκευές σας σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Κατηγορίας II. Σε μια τέτοια περίπτωση τα σημεία που πρέπει να προσέξετε είναι τα εξής:

1. Χρησιμοποιήστε ένα καλώδιο τροφοδοσίας με ενσωματωμένη πρίζα.
2. Στερεώστε τα καλώδια της τροφοδοσίας στο πίσω μέρος του κουτιού με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ακλόνητα, χρησιμοποιώντας το ειδικό κολλάρο σύσφιξης.
3. Κολλήστε μια ετικέτα κοντά στην ασφάλεια της συσκευής στην οποία θα σημειώνονται η τάση και η συχνότητα του δικτύου τροφοδοσίας, όπως επίσης και το ρεύμα αντοχής της ίδιας της ασφαλείας.
4. Χρησιμοποιήστε στη θέση του διακόπτη τροφοδοσίας έναν για τον οποίον θα ξέρετε ότι είναι εγκεκριμένος. Αυτός δε θα πρέπει να έχει μεταλλικό μοχλό, αφού τα μέταλλα είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, εκτός εάν είναι καλά μονωμένοι.
5. Περάστε τα καλώδια από τις τρύπες των μεταλλικών ακροδεκτών του διακόπτη και κολλήστε τα.
6. Χρησιμοποιήστε (μακαρόνια) για επιπλέον μόνωση.
7. Η απόσταση των ακροδεκτών του μετασχηματιστή από οποιοδήποτε άλλο εξάρτημα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 6 χιλιοστά.
8. Χρησιμοποιήστε καλώδια με μόνωση μεγαλύτερη ή ίση με 4 mm και διατομή 2...0,75 mm² για ρεύματα <6A.
9. Δεν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για την πλακέτα ή το κύκλωμα, εκτός από το ότι πρέπει να είναι σωστά και γερά στερεωμένα.
10. Τη γείωση του κυκλώματος μπορείτε να την αγγίζετε, αφού ο μετασχηματιστής έχει διπλή μόνωση.
11. Αν και το κουτί μπορεί να είναι μεταλλικό, αφού ο μετασχηματιστής είναι διπλά μονωμένος, είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσετε ένα ίδιων διαστάσεων πλαστικό.



Οι παραπάνω οδηγίες σταχυολογήθηκαν με μεγάλη προσοχή από τους συντάκτες του Ελέκτορ. Παρ' όλα αυτά, οι εκδότες του περιοδικού δε φέρουν καμία ευθύνη για οποιαδήποτε απώλεια ή καταστροφή που ενδεχομένως θα μπορούσε να προκληθεί άμεσα ή έμμεσα από αυτές.