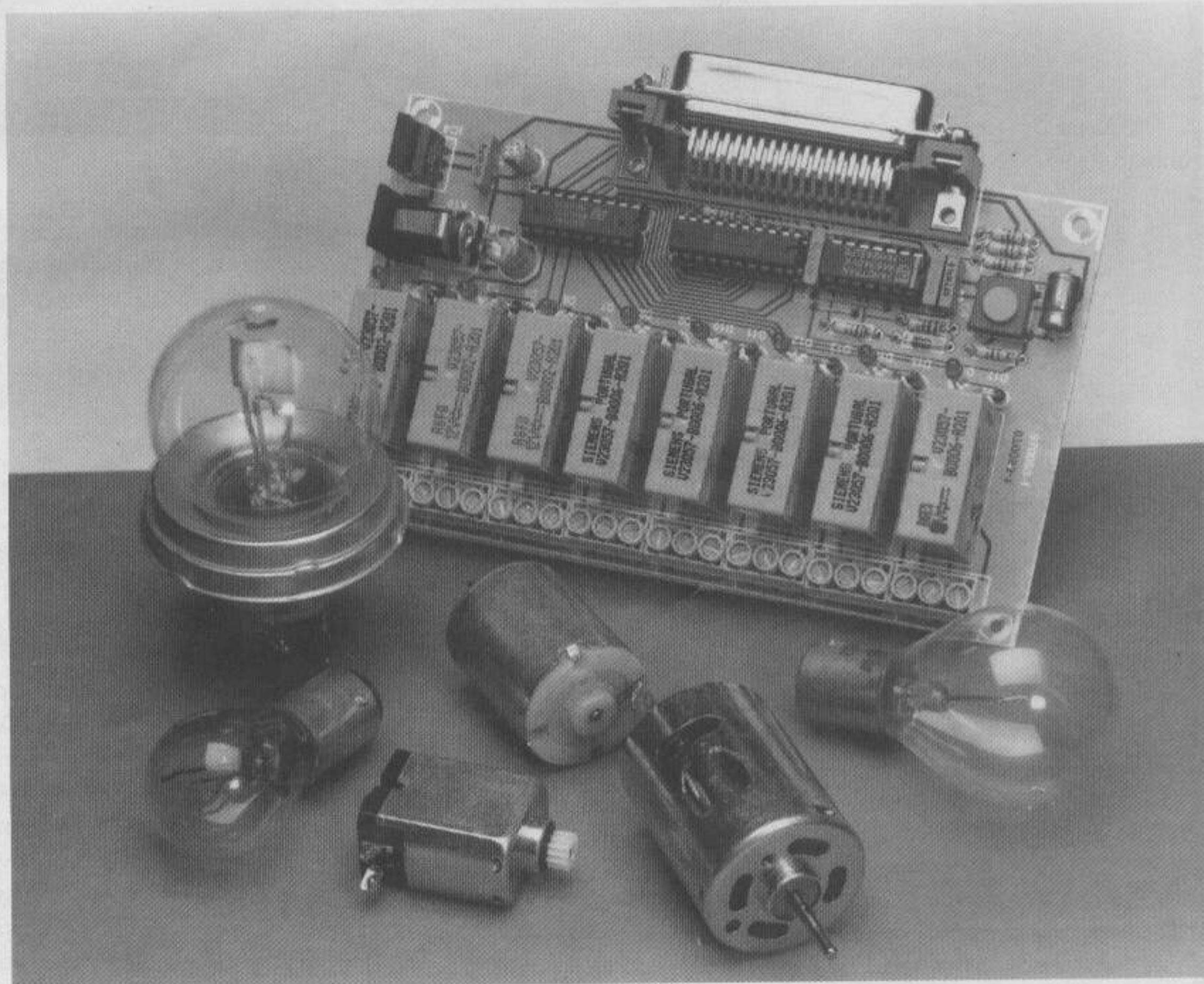


Ελεγχος ηλεκτρονόμων από την παράλληλη θύρα του PC

Τώρα μπορείτε να κάνετε πολύ περισσότερα πράγματα με την θύρα του εκτυπωτή του υπολογιστή σας

Ο ηλεκτρονόμος εξακολουθεί ακόμα και σήμερα να είναι ένα απλό στοιχείο με το οποίο μπορούμε να ελέγχουμε μεγάλα ηλεκτρικά φορτία με την βοήθεια ενός μικρού σχετικά ποσού ενέργειας. Ο υπολογιστής μπορεί με μεγάλη ευκολία να δημιουργήσει εντολές ελέγχου, οπότε ο συνδυασμός του με ένα αριθμό ηλεκτρονόμων δίνει ένα ευέλικτο σύστημα ελέγχου διαφόρων συσκευών. Η κάρτα με ηλεκτρονόμους που παρουσιάζουμε σε αυτό το άρθρο, είναι ο ασφαλής συνδετικός κρίκος μεταξύ της παράλληλης θύρας του υπολογιστή και των διαφόρων άλλων συσκευών. Το γεγονός ότι η θύρα Centronics ελέγχεται με πολύ απλές εντολές σας επιτρέπει να πειραματιστείτε με το κύκλωμα μας δημιουργώντας το δικό σας σύστημα ελέγχου.

Βασική ιδέα για την κατασκευή αυτού του κυκλώματος είναι η δημιουργία μιας συμπαγούς κάρτας με οκτώ περίπου ηλεκτρονόμους που μπορείτε να ελέγξετε με όποιο τρόπο θέλετε χρησιμοποιώντας απλές εντολές εκτύπωσης. Οι ηλεκτρονόμοι που χρησιμοποιούνται είναι μιας επαφής και έτσι οι επαφές τους είναι κανονικά κλειστές ή ανοικτές ανάλογα με τις συνδέσεις που θα κάνετε. Η όλη κατασκευή είναι συμπαγής αφού



όλα τα εξαρτήματα εκτός από το τροφοδοτικό βρίσκονται πάνω στην πλακέτα, ενώ παράλληλα ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος λαθών. Το λογισμικό που χρησιμοποιεί το κύκλωμα είναι πολύ απλό: μόνο η εντολή LPRINT της BASIC. Ακόμα η εγκατάσταση και η σύνδεση της κάρτας είναι και αυτή εύκολη υπόθεση. Απλά συνδέστε την στην θύρα του εκτυπωτή του υπολογιστή σας.

Με την βοήθεια αυτής της κάρτας δύσκολα θα αντισταθείτε στο πειρασμό να μετατρέψετε τον υπολογιστή σας σε ένα ευέλικτο σύστημα ελέγχου διαφόρων συσκευών. Η εφαρμογή δεν προορίζεται μόνο για υπολογιστές που λειτουργούν σε περιβάλλον MS-DOS. Οποιοσδήποτε υπολογιστής είναι κατάλληλος,

αρκεί να έχει μια παράλληλη θύρα εκτυπωτή από όπου να μπορεί να ελέγξει την κάρτα.

Η πραγματοποίηση του κυκλώματος

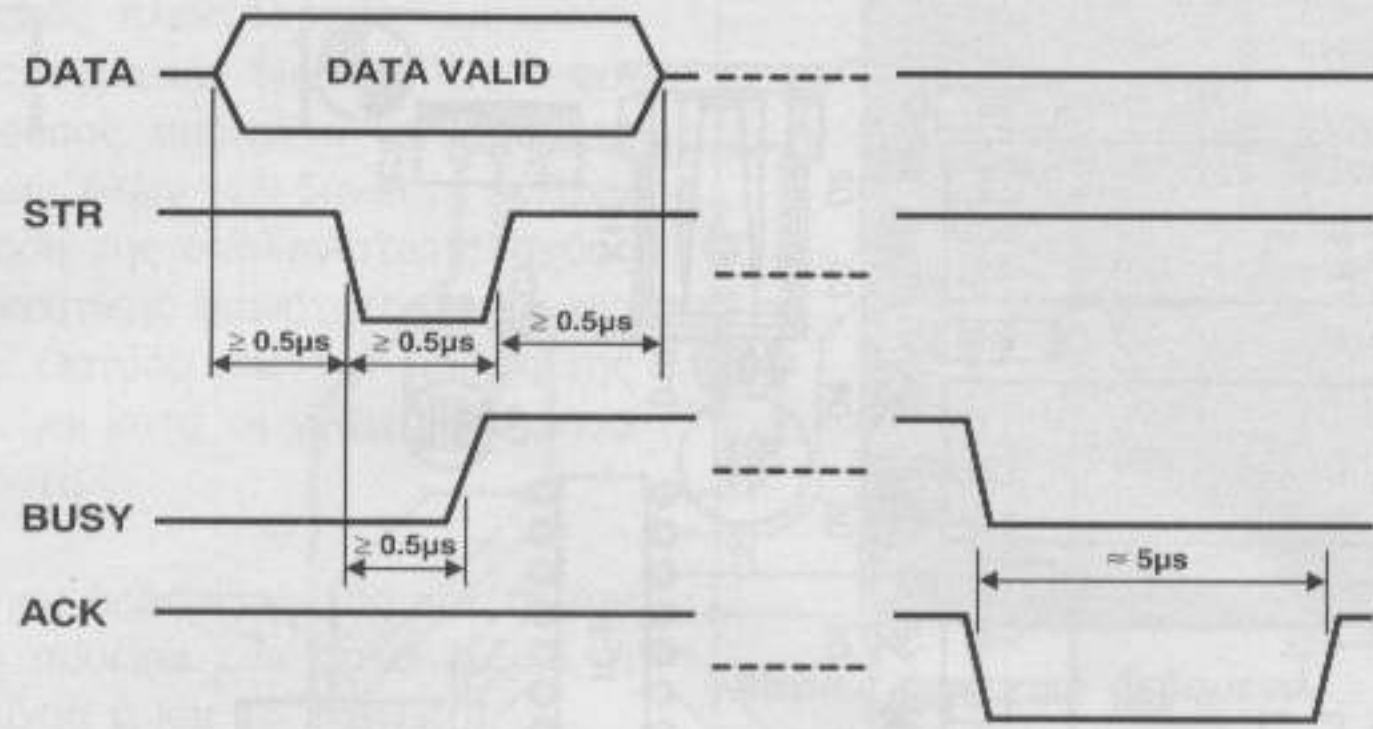
Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί η θύρα Centronics (ή όπως αλλιώς λέγεται παράλληλη θύρα του εκτυπωτή) είναι αρκετά απλό. Η θύρα παρέχει γραμμές δεδομένων 8-bit και 3 γραμμές ελέγχου. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μόνο 2 από τις 3 γραμμές ελέγχου. Ο υπολογιστής παράγει το σήμα strobe που δείχνει ότι τα δεδομένα που στέλνει είναι έγκυρα, ενώ η περιφερειακή συσκευή (ο εκτυπωτής ή στην περίπτωση μας η κάρτα ηλεκτρονόμων) χρησιμοποιεί την

γραμμή busy ή acknowledge (ACK, αναγνώρισης) για να πληροφορήσει τον υπολογιστή ότι η εντολή έχει ληφθεί και έχει εκτελεστεί. Στο σχήμα 1 φαίνεται με λεπτομέρειες η διαδικασία επικοινωνίας. Ο υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιήσει και τις δύο μεθόδους δηλαδή είτε το σήμα ACK είτε το BUSY. Για τον λόγο αυτό η κάρτα με ηλεκτρονόμους μπορεί να παράγει και τα δύο σήματα (ACK και BUSY).

Η θύρα Centronics περιέχει επίσης και τις γραμμές κατάστασης που εδώ δεν χρησιμοποιούνται. Στην παρούσα εφαρμογή χρειάζεται μόνο το τμήμα εκείνο που καθορίζει την ροή των δεδομένων. Η ροή καθορίζεται από το εξής πρωτόκολλο: ο υπολογιστής τοποθετεί την λέξη δεδομένων στο κανάλι πλάτους 8-bit (ακροδέκτες 2-9) και περιμένει τουλάχιστον 0.5 μs. Στην συνέχεια η γραμμή strobe αποκτά χαμηλό δυναμικό (ακροδέκτης 1). Μετά από μια μικρή καθυστέρηση τουλάχιστον 0.5 μs ο υπολογιστής ξαναδίνει στην γραμμή strobe υψηλό δυναμικό. Τότε εγγράφεται η λέξη δεδομένων στην περιφερειακή συσκευή (εδώ στην κάρτα με ηλεκτρονόμους). Ο υπολογιστής δεν θα πρέπει να αλλάξει την λέξη δεδομένων για τουλάχιστον 0.5 μs.

Το κυκλωματικό διάγραμμα της κατασκευής

1



970053 - 12

Σχήμα 1. Η διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ του υπολογιστή και του εκτυπωτή όταν διαβιβάζονται δεδομένα μέσω της παράλληλης θύρας.

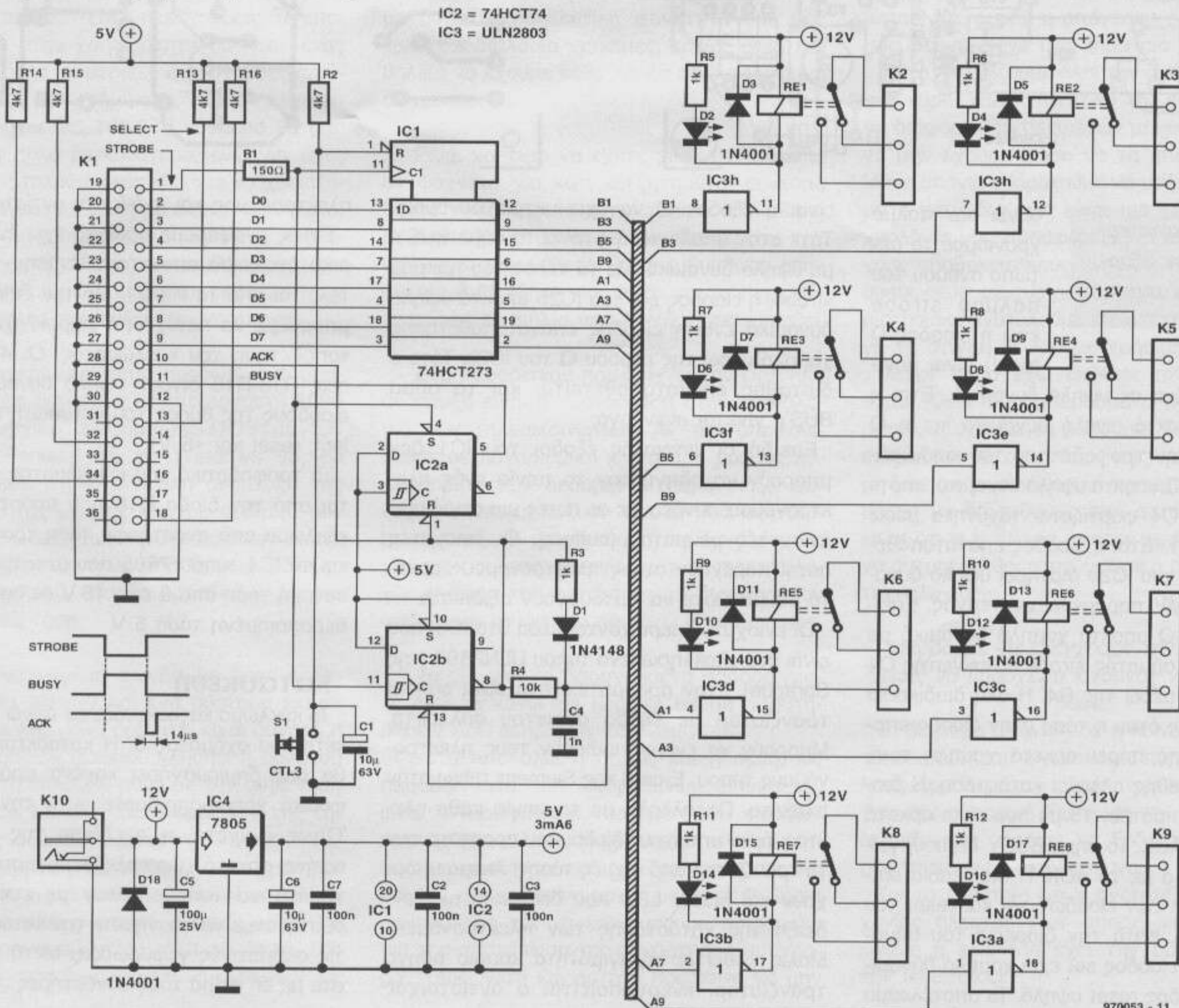
φαίνεται στο σχήμα 2. Αν εξαιρέσουμε το τροφοδοτικό, το κύκλωμα αποτελείται από τρία μόνο ολοκληρωμένα. Τα 8 bit δεδομένων (D0-D7 της θύρας του εκτυπωτή) φτάνουν στο IC1, που είναι τύπου 74HCT273 (μανδάλωσης). Ο ακροδέκτης 11 του ολοκληρωμένου λαμβάνει το σήμα strobe από την θύρα του εκτυπωτή, ενώ η είσοδος CLR (ακροδέκτης 1) ελέγχεται από ένα σήμα επα-

ναποθέτησης που δημιουργείται από την κάρτα και συγκεκριμένα από τα R2 και C1. Με το μέτωπο ανόδου του παλμού strobe το IC1 μεταφέρει την πληροφορία από τις εισόδους D στις αντίστοιχες εξόδους Q.

Το ολοκληρωμένο IC2 τύπου 74HCT74 (διπλός διασταθής) χρησιμοποιείται για την δημιουργία των σημάτων επιβεβαίωσης (BUSY και ACK). Το IC2b είναι συνδεομολογημένο σαν μονοσταθής πολυδονητής (MMV). Εκλαμ-

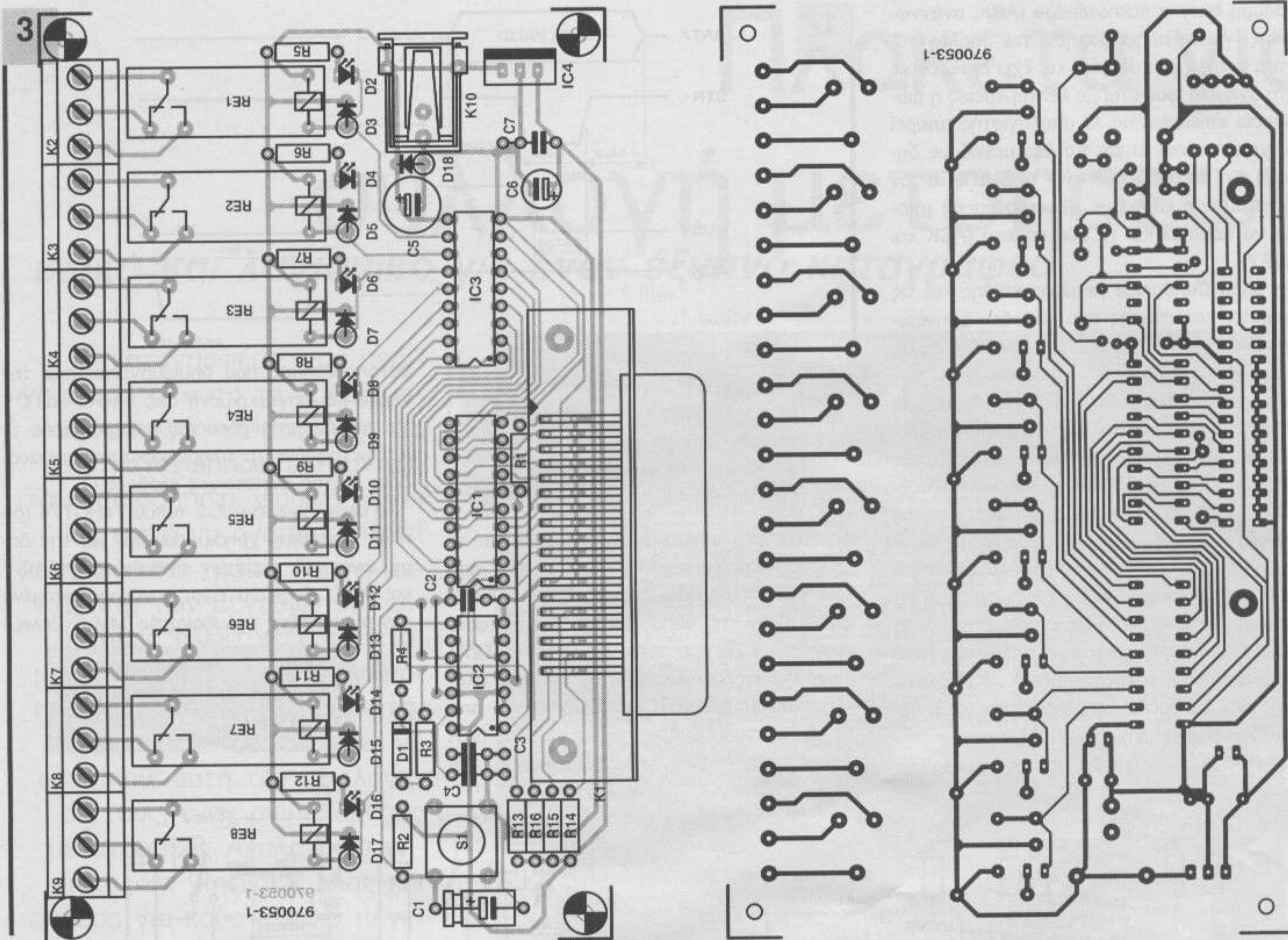
Σχήμα 2. Το κυκλωματικό διάγραμμα της κάρτας με ηλεκτρονόμους.

2



IC2 = 74HCT74
IC3 = ULN2803

970053 - 11



Σχήμα 3. Η πλακέτα και η τοποθέτηση των εξαρτημάτων πάνω σε αυτή.

μα συνδεδεμένη σε υψηλό δυναμικό. Έτσι η έξοδος Q αποκτά υψηλό δυναμικό και η Q χαμηλό. Με την τροφοδότηση του κυκλώματος η έξοδος Q αποκτά υψηλό δυναμικό, οπότε ο πυκνωτής C4 φορτίζεται ταχύτητα μέσω των R3 και D1. Έτσι η είσοδος επανατοποθέτησης (reset) του IC2b διατηρεί υψηλό δυναμικό και ο MMV παραμένει ανενεργός. Επειδή η έξοδος Q αποκτά χαμηλό δυναμικό με το τέλος του σήματος strobe ο πυκνωτής C4 εκφορτίζεται μέσω της R4. Η όλη διαδικασία διαρκεί μέχρις ότου η τάση στην είσοδο επανατοποθέτησης πάρει αρκετά χαμηλή τιμή, οπότε ο διασταθής αλλάζει κατάσταση. Η διαδικασία αυτή κρατάει 15 μs που είναι αρκετά για το σήμα ACK. Το σήμα BUSY δημιουργείται παράλληλα με το ACK. Η διαδικασία επιτελείται μέσω των εισόδων set και reset του διασταθι IC2a. Κατά την διάρκεια του σήματος strobe η είσοδος set έχει χαμηλό δυναμικό και η είσοδος reset υψηλό. Το αποτέλεσμα

βάνει σαν παλμό χρονισμού το μέτωπο ανόδου του παλμού strobe ενώ η είσοδος D (data) είναι μόνιμα

είναι η έξοδος Q να έχει υψηλό δυναμικό. Τότε στον υπολογιστή φτάνει το σήμα BUSY με υψηλό δυναμικό. Με το τέλος του παλμού strobe, η είσοδος set του IC2b αποκτά υψηλό δυναμικό ενώ η είσοδος επανατοποθέτησης χαμηλό μέσω της εξόδου Q του IC2b. Τότε ο διασταθής επανατοποθετείται και το σήμα BUSY γίνεται ανενεργό.

Επειδή οι ψηφιακές εξοδοί του IC1 δεν μπορούν να οδηγήσουν το πηνίο ενός ηλεκτρονόμου, συνδέουμε σε αυτές μια σειρά από ενισχυτές ρεύματος (buffers). Οι ενισχυτές αυτοί παρέχουν στους ηλεκτρονόμους αρκετό ρεύμα ώστε να λειτουργούν αξιόπιστα.

Οι ενισχυτές περιέχονται μέσα στο IC3, που είναι ένα ολοκληρωμένο τύπου ULN2803 (της Sprague). Στην πραγματικότητα είναι οδηγοί τρανζίστορ με έξοδο ανοικτού συλλέκτη. Μπορούν να ενεργοποιήσουν τους ηλεκτρονόμους τύπου E-card της Siemens πάνω στην πλακέτα. Παράλληλα με το πηνίο κάθε ηλεκτρονόμου υπάρχουν διόδους που προστατεύουν τα τρανζίστορ από αιχμές τάσης. Ακόμα υπάρχουν και διόδους LED που δίνουν οπτική ένδειξη της κατάστασης των ηλεκτρονόμων. Μόλις έρθει σε αγωγιμότητα κάποιο οδηγό τρανζίστορ, ενεργοποιείται ο αντίστοιχος

ηλεκτρονόμος και ανάβει το αντίστοιχο LED. Όπως αναφέραμε η κάρτα έχει ένα εσωτερικό δικτύωμα επανατοποθέτησης που αποτελείται από τα R2-C1. Με τον διακόπτη S1 μπορούμε να πετύχουμε χειροκίνητη επανατοποθέτηση του κυκλώματος. Οι 4 αντιστάσεις R13-R16 δίνουν υψηλό δυναμικό σε 4 εισόδους της θύρας του εκτυπωτή (error, select, reset και +5 V).

Το τροφοδοτικό του κυκλώματος αποτελείται από την δίοδο D18 που προστατεύει το κύκλωμα από ανάστροφη τάση τροφοδοσίας, και το IC4 τύπου 7805 που μετατρέπει κάθε συνεχή τάση από 8 έως 18 V σε συνεχή σταθεροποιημένη τάση 5 V.

Κατασκευή

Το κύκλωμα κατασκευάζεται πάνω στην πλακέτα του σχήματος 3. Η κατασκευή του δεν θα σας δημιουργήσει κανένα πρόβλημα αν φυσικά χρησιμοποιήσετε αυτή την πλακέτα. Όπως φαίνεται η σχεδίαση της πλακέτας αφήνει αρκετό χώρο ελεύθερο ώστε τα εξαρτήματα να τοποθετηθούν με ευκολία. Σας συστήνουμε να ξεκινήσετε την κατασκευή από τις συρμάτινες γεφυρώσεις. Μετά τοποθετήστε με τη σειρά τους συνδετήρες, το παθητι-

Κατάλογος εξαρτημάτων

Αντιστάσεις:

R1 = 150 Ω
R2, R13-R16 = 4.7 ΚΩ
R3, R5-R12 = 1 ΚΩ
R4 = 10 ΚΩ

Πυκνωτές:

C1 = 10 μF, 63 V ηλεκτρολυτικός
C2, C3, C7 = 100 nF
C4 = 1 nF
C5 = 100 μF, 25 V, ηλεκτρολυτικός
C6 = 10 μF, 63 V, ηλεκτρολυτικός

Ημιαγωγοί:

D1 = 1N4148
D2, D4, D6, D8, D10, D12, D14, D16 = LED, υψηλής απόδοσης
D3, D5, D7, D9, D11, D13, D15, D17, D18 = 1N4001

Ολοκληρωμένα:

IC1 = 74HCT273
IC2 = 74HCT74
IC3 = ULN2803A
IC4 = 7805

Διάφορα:

K1 = Βύσμα Centronics για πλακέτα
K2-K9 = Τερματικός ακροδέκτης 3 επαφών με απόσταση ακροδεκτών 5 mm
K10 = Βύσμα τροφοδοσίας για πλακέτα
S1 = πιεστικός διακόπτης μιας επαφής (π.χ. Multimec CTL3)
Re1-Re8 = ηλεκτρονόμοι E-Card, 12 V, μιας επαφής (π.χ. V23057 B0002 A201 της Siemens)
Πλακέτα 970053-1

κά εξαρτήματα και τους ημιαγωγούς. Μόλις τοποθετήσετε και τον πιεστικό διακόπτη επαναποθέτησης το κύκλωμα είναι έτοιμο να λειτουργήσει όσο αφορά το υλικό μέρος της κατασκευής.

Δοκιμές

Simple running lights

```
REM SIMPLE RUNNING LIGHTS, ALSO FOR
TESTING THE CARD
DO
  LPRINT CHR$(1);
  LPRINT CHR$(2);
  LPRINT CHR$(4);
  LPRINT CHR$(8);
  LPRINT CHR$(16);
  LPRINT CHR$(32);
  LPRINT CHR$(64);
  LPRINT CHR$(128);
LOOP UNTIL INKEYS=CHR$(27)
END
```

8-bit counter

```
REM BINARY COUNTER
DO
  FOR X=0 TO 255
    LPRINT CHR$(X);
    FOR Y=0 TO 1000: REM DELAY LOOP
      NEXT Y
    IF INKEYS=CHR$(27) THEN EXIT DO
  NEXT X
LOOP
END
```

Πριν ξεκινήσετε τις δοκιμές ελέγξτε την πλακέτα διεξοδικά. Κλείστε τον υπολογιστή, συνδέστε το κύκλωμα στην πόρτα του εκτυπωτή (LPT1) και τροφοδοτήστε την κάρτα από κάποιο τροφοδοτικό συνεχούς. Στην συνέχεια ανοίξτε τον υπολογιστή. Αν είναι όλα εντάξει δεν πρέπει αν ανάβει κανένα LED.

Σε σπάνιες περιπτώσεις ο παλμός ACK μπορεί να είναι μεγαλύτερος από 14 μs. Για να διορθώσετε το πρόβλημα αυτό, μπορείτε να ελαττώσετε την τιμή του C4 μέχρι την ελάχιστη τιμή των 100 pF.

Στην συνέχεια τρέξτε την GW-BASIC ή την QBASIC και γράψτε κάποιο από τα προγράμματα του παραδείγματος. Αφού τρέξετε το πρόγραμμα μπορείτε να το σταματήσετε (μετά από λίγο χρόνο) πιέζοντας το πλήκτρο Esc.

Ο έλεγχος είναι πολύ απλός χρησιμοποιώντας την εντολή LPRINT CHR\$(x); της QBASIC όπου x είναι κάποιος αριθμός μεταξύ 0 και 255. Το τμήμα CHR\$ της εντολής μετατρέπει το δεκαδικό αριθμό σε byte ενώ το τμήμα LPRINT στέλνει το αποτέλεσμα στο LPT1. Μην ξεχάσετε το ερωτηματικό (;) γιατί τότε ο υπολογιστής θα στείλει μια ακολουθία CR-LF (carriage return/line feed) μετά τον δεκαεξαδικό χαρακτήρα. Η ακολουθία αυτή σβήνει τα δεδομένα που έχουν σταλεί προηγουμένως. Το υλικό (hardware) του υπολογιστή εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα θα σταλούν στη θύρα του εκτυπωτή και ότι θα δημιουργηθεί το σήμα strobe.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις σας μπορείτε να επινοήσετε διάφορα προγράμματα.

Μια προσέγγιση για προχωρημένους

Αν και πολύ από σας θα γοητευθείτε από

την απλότητα του ελέγχου της κάρτας, δεν θα γίνει το ίδιο και από τους έμπειρους προγραμματιστές. Η χρησιμοποίηση της εντολής OUT δίνει επιπλέον δυνατότητες σε ένα προγραμματιστή όπως για παράδειγμα την χρησιμοποίηση πολλαπλών θυρών εκτυπωτή. Σας συστήνουμε να ακολουθήσετε την εξής διαδικασία:

Βήμα 1: Απενεργοποιήστε την έξοδο strobe γράφοντας 0 στην διεύθυνση 37A_H (αν χρησιμοποιείτε την θύρα LPT1;) ή 27A_H (αν χρησιμοποιείτε την θύρα LPT2:). Με την ενέργεια αυτή η έξοδος strobe (ακροδέκτης 1 της θύρας του εκτυπωτή) αλλάζει σε 1. Συνοψίζοντας χρησιμοποιήστε την εντολή OUT 37A_H,0.

Βήμα 2: Γράψτε δεδομένα στην διεύθυνση 378_H (LPT1) ή 278_H (LPT2). Τα δεδομένα αυτά θα εμφανιστούν (σε μη ανεστραμμένη μορφή) στους ακροδέκτες 2-9 της θύρας του εκτυπωτή, όπου ο ακροδέκτης 2 αντιστοιχεί στο λιγότερο σημαντικό ψηφίο (LSB). Συνοψίζοντας χρησιμοποιήστε την εντολή OUT 378_H,x.

Βήμα 3: Ενεργοποιήστε τον παλμό strobe γράφοντας 1 στην διεύθυνση 37A_H (αν χρησιμοποιείτε την θύρα LPT1;) ή 27A_H (αν χρησιμοποιείτε την θύρα LPT2:). Με την ενέργεια αυτή η έξοδος strobe (ακροδέκτης 1 της θύρας του εκτυπωτή) αποκτά χαμηλό δυναμικό (0). Συνοψίζοντας χρησιμοποιήστε την εντολή OUT 37A_H,1 και αμέσως μετά OUT 37A_H,0.

Έλεγχος της τάσης δικτύου

Η κάρτα με τους ηλεκτρονόμους δεν είναι κατάλληλη για τον έλεγχο της τάσης του δικτύου (240 V). Ο απαγορευτικός παράγοντας για αυτό δεν είναι η περιορισμένη αντοχή των ηλεκτρονόμων αλλά η σχεδίαση της πλακέτας και η απόσταση μεταξύ των ακροδεκτών. Οι χαμηλές τάσεις μπορούν να ελεγχθούν χωρίς πρόβλημα. Όταν χρησιμοποιούνται εναλλασσόμενες τάσεις οι ηλεκτρονόμοι μπορούν να ελέγξουν ρεύμα μέχρι και 4 A. Στην περίπτωση συνεχών τάσεων, οι μέγιστες προδιαγραφές είναι περίπου 10 A στα 20 V και 1 A στα 45 V.