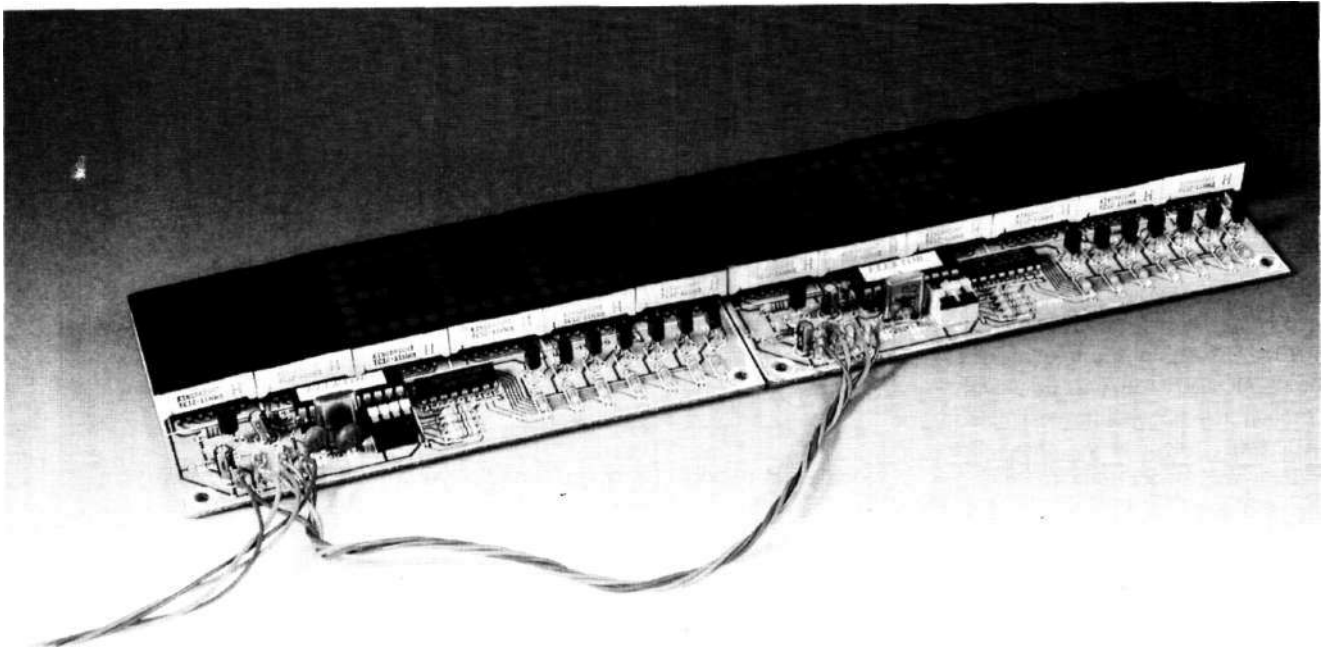


# Φωτεινή επιγραφή

για μέχρι και 96 χαρακτήρες

Συνδέεται στη σειριακή θύρα των PC.

Οι φωτεινές επιγραφές, πάνω στις οποίες εμφανίζονται κυλιόμενα μηνύματα, αποτελούν σήμερα κάτι αρκετά συνηθισμένο. Κερδίζουν πάντα τις εντυπώσεις, 'περνώντας' τα μηνύματα που απεικονίζουν, ακόμα και στους πιο δύσπιστους θεατές. Το μοναδικό μελανό τους σημείο είναι το υψηλό κόστος. Και αυτό όμως παύει να είναι εμπόδιο, αν για άλλη μια φορά εμπιστευθούμε το επιτελείο του Ελέκτορ.



Η κατασκευή που ακολουθεί έχει ικανότητα απεικόνισης 6 χαρακτήρων, που εύκολα μπορούν να γίνουν 96!

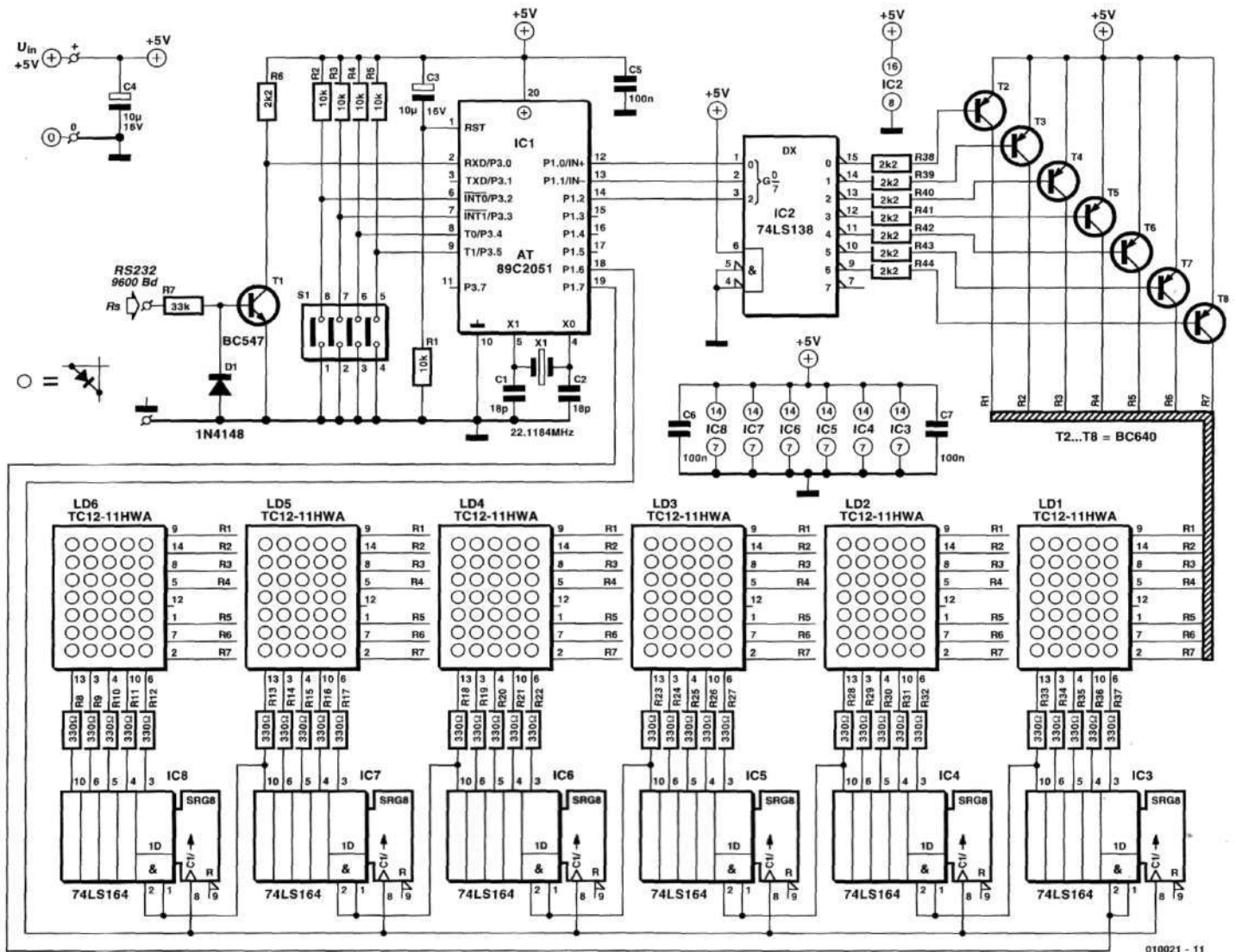
Η μονάδα που περιγράφουμε παρακάτω φιλοξενεί έξι ψηφία κουκίδων, πάνω στα οποία μπορεί να εμφανισθεί οποιοδήποτε κυλιόμενο ή μη κείμενο. Η σύνδεσή της με δεκαπέντε ακόμα όμοιες μονάδες, τη μετατρέπει σε ένα πανίσχυρο κύκλωμα ικανό να απεικονίσει μηνύματα μήκους έως και 96 χαρακτήρων. Το κάθε ένα ψηφίο αποτελείται από μια μήτρα 5 x 7 κουκίδων ύψους 30 mm. Οι δύο σειρές ακίδων, μέσω των οποίων οδηγείται από τα εξαρτήματα της πλακέτας, απέχουν μεταξύ τους 33 mm. Αν οι διαστάσεις αυτές σας φαίνονται ακατάλληλες για τη δική σας εφαρμογή, μπορείτε να κατασκευάσετε πλακέτες προσαρμογής, πάνω στις οποίες θα φιλοξενοούνται ψηφία μεγαλύτερων ή μικρότερων

διαστάσεων. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, θα πρέπει οι πλακέτες αυτές να επικοινωνούν με αυτήν που περιγράφουμε, χρησιμοποιώντας σειρές ακίδων σε απόσταση 33 mm. Εννοείται φυσικά, πως τα ψηφία που θα διαλέξετε θα έχουν την ίδια ηλεκτρική συμπεριφορά με αυτά που σημειώνονται στον κατάλογο υλικών. Μόνον έτσι θα εξακολουθούν να είναι το ίδιο λαμπερά και συνεπώς διακριτά ακόμα και στο έντονο φως. Ο πιο σημαντικός λόγος που θα κάνει αυτή την κατασκευή να ξεχωρίζει από τις αντίστοιχες του εμπορίου, είναι το χαμηλό κόστος της. Τα περισσότερα από τα ολοκληρωμένα που χρησιμοποιούνται είναι συνηθισμένα και (συνεπώς) φθηνά. Τα παθητικά εξαρτήματα είναι και αυτά από τα πλέον διαδεδομένα. Το ίδιο άλλωστε θα λέγαμε και για τον μικροελεγκτή AT89C2051 της Atmel, που συντονίζει όλα τα σήματα της

πλακέτας. Στο εσωτερικό του έχουν αποθηκευτεί οι μορφές 95 διαφορετικών χαρακτήρων, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται σημεία στίξης, γραφικά σύμβολα, αριθμοί και φυσικά, το λατινικό αλφάβητο με όλους τους κεφαλαίους και πεζούς χαρακτήρες. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα προσθήκης δικών σας αλφαβητικών ή μη χαρακτήρων (π.χ. Ελληνικών) ή γραφικών που θα κάνουν τα μηνυματά σας περισσότερο καταληπτά.

## Πολυπλεγμένη απεικόνιση

Ίσως να σας φανεί επουσιώδεις, αλλά ένα από τα πιο σημαντικά σημεία που πρέπει να προσέξει όποιος σχεδιάζει τέτοιες συσκευές, είναι η κατανάλωσή τους. Αν θεωρήσουμε ότι κάθε κουκίδα αποτελούμενη από ένα LED απαι-



Σχ. 1. Το διάγραμμα της κατασκευής.

τεί ρεύμα 10 mA, τότε κάθε ψηφίο απαιτεί μέγιστο ρεύμα 350 mA. Αν η κατασκευή φιλοξενεί έξι ψηφία (όπως η συγκεκριμένη), τότε το συνολικό ρεύμα αγγίζει τα 2,1 A. Θα συμφωνήσετε φυσικά μαζί μας πως το ρεύμα αυτό ακούγεται αρκετά μεγάλο για ηλεκτρονικό κύκλωμα. Αν και ένα τροφοδοτικό ικανό να παρέχει ένα τέτοιο ρεύμα δεν είναι αδύνατο να κατασκευαστεί, θα πρέπει ωστόσο να λάβουμε υπόψη και τα υπόλοιπα εξαρτήματα της πλακέτας που θα το διαχειρίζονται. Εκεί αριβώς εντοπίζεται το πρόβλημα. Τα εξαρτήματα ισχύος καταλαμβάνουν πολύ χώρο σε μια πλακέτα, κάνοντάς την δύσχρηστη. Για να παρακαμφθεί αυτό το πρόβλημα, τα LED δεν ανάβουν όλα μαζί ταυτόχρονα, αλλά κατά ομάδες. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή σαν μέθοδος πολυπλεξής και έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με την παράλληλη οδήγηση. Κάθε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ενεργοποιείται μόνο ένα από τα επτά τρανζίστορ ισχύος της κατασκευής. Το εξάρτημα αυτό παρέχει ρεύμα μόνο στα LED της σειράς που τροφοδοτεί. Το ποια από αυτά θα

ανάβουν, θα εξαρτηθεί από το ποιες στήλες θα είναι σε θέση να το απορροφήσουν. Μόλις λήξει αυτό το διάστημα ενεργοποιείται το επόμενο τρανζίστορ, το οποίο δίνει τη δυνατότητα ανάμματος στην επόμενη σειρά κουκίδων LED. Με αυτόν τον τρόπο κάθε σειρά ανάβει μετά την άλλη για το 1/7 (στην πράξη λιγότερο) του συνολικού χρόνου εμφάνισης. Αν οι αναλλαγές ανάμεσα στις σειρές γίνονται με μεγάλη ταχύτητα (μικρά χρονικά διαστήματα ανάμματος), τότε θα έχουμε τη ψευδαίσθηση πως όλες οι σειρές είναι ταυτόχρονα φωτεινές. Το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης εντοπίζεται στη σχετικά χαμηλή φωτεινότητα των LED. Επειδή δεν ανάβουν για όλο το χρονικό διάστημα που γίνεται η απεικόνιση, η μέση φωτεινότητά τους υποβιβάζεται σημαντικά. Και αυτό όμως λύνεται, αν τα τροφοδοτήσουμε με ρεύμα μεγαλύτερο από το τυπικό. Στο σχ. 1 φαίνεται το διάγραμμα της κατασκευής, όπου σημειώνονται με λεπτομέρειες οι συνδέσεις των εξαρτημάτων μεταξύ τους. Μια σύντομη ματιά αρκεί για να παρατηρήσουμε πως οι στήλες των ψηφίων

οδηγούνται από έξι καταχωρητές μετατόπισης τύπου 74LS164 μέσω αντιστάσεων περιορισμού. Από κάθε έναν χρησιμοποιούνται μόνο πέντε έξοδοι, όσες είναι δηλαδή και οι στήλες του ψηφίου που οδηγεί. Η εισαγωγή της πληροφορίας μέσα σε αυτούς επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των γραμμών P.1.7 και P.1.6 του μικροελεγκτή. Στην πρώτη από τις δύο αναδεικνύεται η πληροφορία δεδομένων, ενώ στη δεύτερη η πληροφορία χρονισμού. Για κάθε μία σάρωση εισάγονται σειριακά στους καταχωρητές 30 δυαδικά ψηφία. Στην παρούσα σχεδίαση, οι είσοδοι μηδενισμού των καταχωρητών είναι αδρανοποιημένες. Μια πιθανή διέγερσή τους θα είχε σαν αποτέλεσμα το άναμμα όλων των LED όλων των ψηφίων. Για την ενεργοποίηση των σειρών χρησιμοποιούνται επτά τρανζίστορ τύπου BC640. Οι βάσεις τους οδηγούνται από έναν αποκωδικοποιητή 3 σε 8 τύπου 74LS138 (IC2), που με τη σειρά του ελέγχεται από τις ακίδες P.1.0, P.1.1 και P.1.2 του μικροελεγκτή. Κάθε ένας συνδυασμός των τριών ακίδων ενεργοποιεί και ένα διαφορετικό τρανζίστορ, διευκολύνου-

ντας την επιλογή μιας συγκεκριμένης σειράς. Η διαδικασία απεικόνισης ξεκινά με την ενεργοποίηση της εξόδου '7' (ακίδα 7) του αποκωδικοποιητή. Η ακίδα αυτή, όπως διαπιστώνετε και εσείς, δεν καταλήγει πουθενά! Αυτό που πραγματικά μας ενδιαφέρει κάνοντας αυτήν την κίνηση, είναι να μην ενεργοποιούνται οι υπόλοιπες επτά έξοδοι ('0' έως '6'). Έτσι είμαστε σίγουροι πως όλα τα τρανζίστορ των σειρών βρίσκονται σε κατάσταση αποκοπής. Έχοντας σβηστά όλα τα LED, μπορούμε να 'γεμίσουμε' τους έξι καταχωρητές μετατόπισης. Η πληροφορία δεδομένων που εισάγεται σε αυτούς περνάει από το έναν Καταχωρητή στον άλλον, έως ότου μεταφερθούν και τα 30 δυαδικά ψηφία. Αν τη στιγμή εκείνη ήταν αγωγίμο κάποιο από τα τρανζίστορ, τότε θα βλέπαμε τα LED να τρεμοπαίζουν στο ρυθμό μετάδοσης της πληροφορίας. Ας δούμε όμως με περισσότερες λεπτομέρειες το πώς γίνονται όλα αυτά. Από τη στιγμή που ο μικροελεγκτής γνωρίζει τους κωδικούς ASCII της εξέδρας των χαρακτήρων που οφείλει να εμφανίσει, τους χρησιμοποιεί σαν κλειδί για να προσπελάσει την ενσωματωμένη γεννήτρια χαρακτήρων του. Με δεδομένο ότι η σάρωση αρχίζει από την πρώτη σειρά, σχηματίζει ένα σύνολο 30 δυαδικών ψηφίων, στο οποίο περιέχονται οι πρώτες σειρές όλων των χαρακτήρων. Τα ψηφία που βρίσκονται σε χαμηλή στάθμη προκαλούν το άναμμα των LED, ενώ όσα βρίσκονται σε υψηλή τα διατηρούν σκοτεινά. Την πληροφορία αυτή την εισάγει στους καταχωρητές μετατόπισης. Στη συνέχεια απενεργοποιεί την έξοδο '7' του IC2 και ενεργοποιεί εκείνη που αντιστοιχεί στην πρώτη σειρά (έξοδος '0'). Η κατάσταση αυτή διατηρείται για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Αμέσως μετά, τα LED σβήνουν και οι καταχωρητές 'γεμίζουν' με το περιεχόμενο της δεύτερης σειράς. Ακολουθεί η ενεργοποίηση της δεύτερης σειράς (έξοδος T) και η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλες τις σειρές. Είναι προφανές πως μόλις φωτισθεί και η έβδομη σειρά (έξοδος '6'), η εργασία θα επαναληφθεί πάλι από την αρχή. Ο μικροελεγκτής ξεφεύγει από αυτόν το βρόχο, μόνο όταν σταλεί σε αυτόν πληροφορία αλλαγής του απεικονιζόμενου μηνύματος.

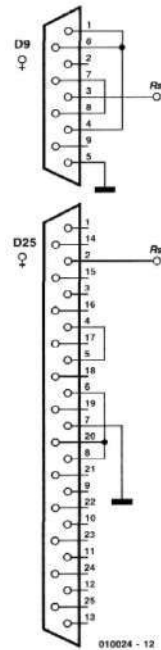
## Η σχεδίαση του κυκλώματος

Ο αποκωδικοποιητής 74LS138 (IC2) διαθέτει οκτώ εξόδους ενεργοποιούμενες σε χαμηλή στάθμη. Οι επτά από αυτές οδηγούν μέσω αντιστάσεων ισάριθμα τρανζίστορ PNP τύπου BC640 (T2-T8), των οποίων οι εκπομποί συνδέονται στη θετική τροφοδοσία. Το ποιο από όλα τα τρανζίστορ γίνεται κάθε φορά αγωγίμο, εξαρτάται από τον συνδυασμό των λογικών καταστάσεων στις εισόδους του αποκωδικοποιητή. Ο συλλέκτης του αγωγίμου τρανζίστορ αποκτά τάση ίση με την τάση

τροφοδοσίας, παρέχοντας στις ανόδους των LED όλων των ψηφίων το ρεύμα που απαιτούν. Το αν 'τραβήξουν' ρεύμα, θα εξαρτηθεί από τις καταστάσεις των εξόδων των έξι καταχωρητών μετατόπισης 74LS164 (IC3-IC8). Αν είναι χαμηλές, τότε όλα τα LED (30 συνολικά) της επιλεγμένης σειράς θα ανάψουν, αφού θα 'βλέπουν' μέσω των αντιστάσεων περιορισμού R8-R37 το δυναμικό της γης. Αν όλες είναι υψηλές, τότε όλα θα παραμείνουν σβηστά, ενώ αν κάποιες είναι σε χαμηλή και κάποιες άλλες σε υψηλή, άλλα θα ανάβουν και άλλα θα είναι σκοτεινά. Η τελευταία περίπτωση είναι και η πιο ενδιαφέρουσα. Το ρεύμα που είναι σε θέση να παρέχει κάθε μια έξοδος των καταχωρητών μετατόπισης, κυμαίνεται μεταξύ των 8-10 mA. Τα ψηφία κουκίδων (LD1-LD6), που χρησιμοποιούνται στην παρούσα κατασκευή, είναι τύπου TC12-11HWA και κατασκευάζονται από την Kingbright. Κύριο γνώρισμά τους είναι η εγγυημένη ομοιομορφία της λαμπρότητας όλων των κουκίδων τους, κάτι που έχει άμεση σχέση με την ποιότητα του απεικονιζόμενου χαρακτήρα. Δυστυχώς όμως, δεν είναι τα καταλληλότερα για πολυπλεγμένες οθόνες. Και αυτό διότι η φωτεινότητά τους είναι σχετικά μικρή (560 - 1400 mcd). Ακόμα και αν αυξήσουμε το ρεύμα που διαρρέει κάθε μια κουκίδα στα 40 mA, το μόνο που θα κερδίσουμε θα είναι ο διπλασιασμός της. Στην παρούσα εφαρμογή οι αντιστάσεις περιορισμού μπορούν να μειωθούν έως τα 220 Ω, αυξάνοντας κατά τι τη φωτεινότητα των κουκίδων. Στην περίπτωση που και πάλι η οθόνη φαίνεται σκοτεινή, υπάρχει η εναλλακτική λύση των TC12-11SRWA, που έχουν όμως μια αρκετά τσουχτερή τιμή (κάτι περισσότερο από 3.000 drx. το καθένα). Η Kingbright προσφέρει στην αγορά τα ίδια ψηφία με διαφορετικά χρώματα. Είναι βέβαια δυσέυρετα σε μικρές ποσότητες, αλλά με λίγη προσπάθεια θα φθάσουν στα χέρια σας. Ο παρακάτω πίνακας σας επιτρέπει να προσδιορίσετε τους τύπους τους.

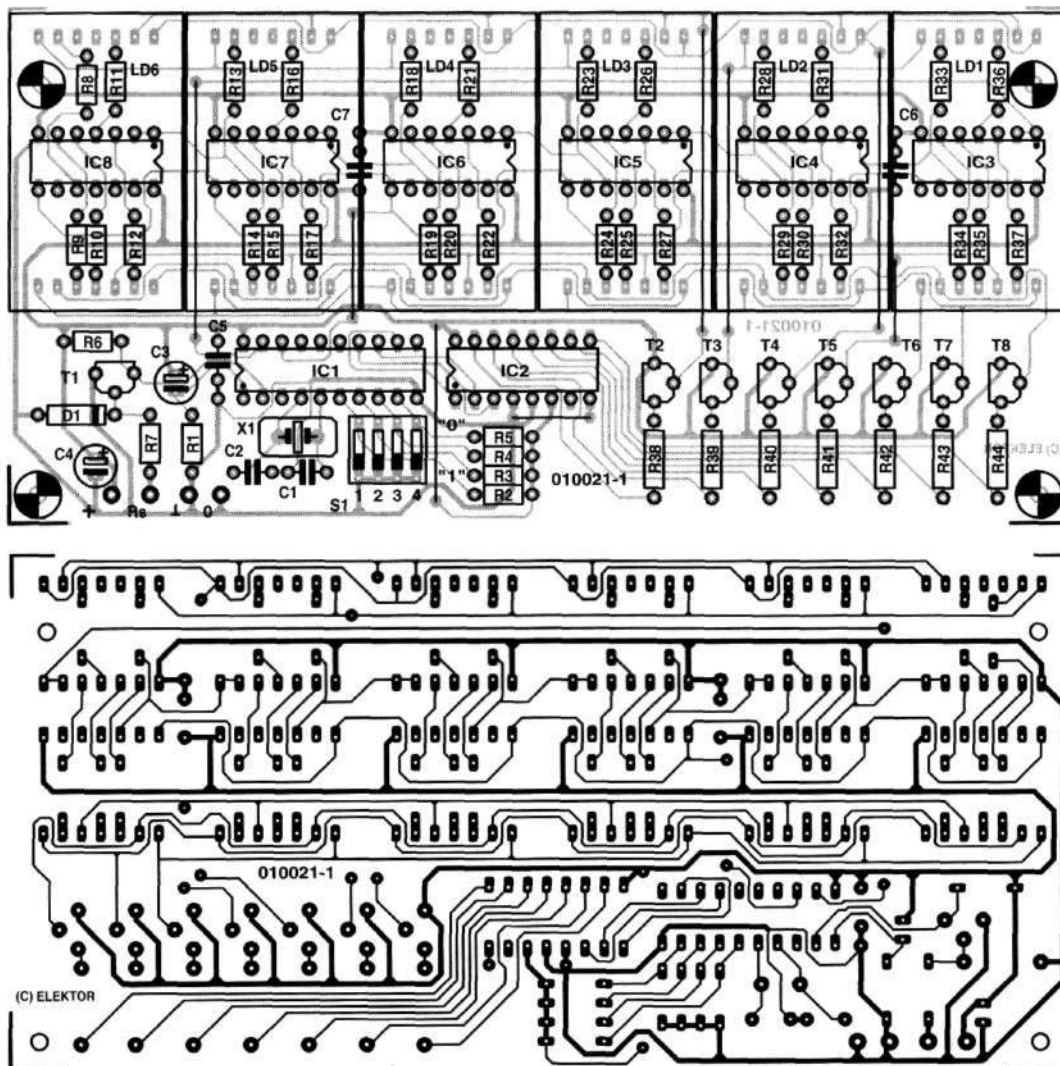
TC12-11xxxx	Φωτεινότητα (σε mcd για IF = 10 mA)	Χρώμα
HWA	560-5600	Κόκκινο
YWA	2200-5600	Κίτρινο
SGWA	3600-9000	Πράσινο
EWA	3600-9000	Φωτεινό κόκκινο
SRWA	5600-14000	Πολύ φωτεινό κόκκινο

Μια άλλη λύση θα ήταν να κατασκευάσετε μόνοι σας τα ψηφία, κολλώντας τα LED το ένα δίπλα στο άλλο. Διαλέγοντας LED υψηλής απόδοσης, καταφέρνεται να έχετε με πολύ λίγο ρεύμα μεγάλη φωτεινότητα. (Στα 2 mA αποδίδουν ότι τα συνηθισμένα στα 10 mA). Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της λύσης είναι ο κόπος που θα καταβάλλετε για να συναρμολογήσετε έξι τέτοια ψηφία (θα χρειασθεί να κολλήσετε 210 LED!). Κάθε μια μονάδα απεικόνισης, κάθε μια πλακέτα δηλαδή, έχει τη δική της ταυτότητα. Πα να την ορίσε-



Σχ. 2. Καλωδίωση της σειριακής θύρας.

τε, αρκεί να επέμβετε στους τέσσερις επιμέρους διακόπτες DIP του S1, μέσω των οποίων δημιουργούνται δεκαέξι (0-15) διαφορετικοί συνδυασμοί δυαδικών αριθμών. Οι συνδυασμοί αυτοί καταλήγουν με μορφή ηλεκτρικών σημάτων στις ακίδες P3.2 έως P3.5 του μικροελεγκτή, κάνοντάς τον να γνωρίζει την ταυτότητα της μονάδας που ελέγχει. Η παρουσία των διακοπών DIP είναι απαραίτητη στην περίπτωση που θελήσετε να φτιάξετε μια επιγραφή που αποτελείται από περισσότερα των έξι ψηφίων. Η έξοδος του υπολογιστή οδηγείται τότε παράλληλα σε όλες τις μονάδες, αλλά κάθε μία από αυτές απεικονίζει τους χαρακτήρες που προορίζονται για αυτήν. Ο επιμέρους διακόπτης του S1 που αντιστοιχεί στο λιγότερο σημαντικό ψηφίο (LSB) του δυαδικού αριθμού συνδέεται μεταξύ των ακίδων 1 και 8 του εξαρτήματος. Το κύκλωμα τον θεωρεί κλειστό όταν η προεξοχή του 'κοιτάζει' προς το IC1 (θεωρούμε ότι έχετε κολλήσει τον S1 με τον σωστό προσανατολισμό). Η βαθμίδα υποδοχής της σειριακής πληροφορίας δεν μοιάζει σε τίποτα με τις συνηθισμένες που βασίζονται στο MAX232. Αποτελείται από ένα απλό τρανζίστορ NPN τύπου BC547 (T1), μια αντίσταση (R7) και μια διόδο (D1). Η αντίσταση περιορίζει το ρεύμα εισόδου του τρανζίστορ, η διόδος ψαλλιδίζει τις αρνητικές τάσεις της θύρας στα -0,7V περίπου, ενώ το ίδιο το τρανζίστορ προσαρμόζει τις στάθμες RS232 σε TTL. (Προσοχή: η παρουσία του αναστρέφει τα λαμβανόμενα σήματα). Η φθηνή αυτή λύση προτιμήθηκε, αφού η μονάδα απεικόνισης δέχεται μόνο σήματα από τον PC, χωρίς να χρειάζεται ποτέ να επαληθεύσει τη λήψη τους. Το λαμβανόμενο σήμα επιβάλλεται στην ακίδα P3.0 του μικροελεγκτή, όπου μετατρέπεται σε παράλλη-



Σχ. 3. Το τυπωμένο κύκλωμα και η τοποθέτηση των υλικών.

### Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:

R1-R5 = 10KΩ

R6,R38-R44 = 2,2KΩ

R7 = 33KΩ

R8-R37 = 330Ω

Πυκνωτές:

C1,C2 = 18pF

C3,C4 = 10μF 16V κατακόρυφος

C5,C6,C7 = 100nF

Ημιαγωγοί:

D1 = 1N4148

LD1-LD6 = TC12-11SRWA (Electromail)

ή TC12-11HWA (Kingbright)

T1 = BC547

T2-T8 = BC640

IC1 = AT89C2051-24PC

προγραμματισμένος, κωδικός:

010021-41

IC2 = 74LS138

IC3-IC8 = 74LS164

Διάφορα:

S1 - τετραπλός διακόπτης DIP

X1 = κρύσταλλος 22,1184 MHz

Δισκέτα, κωδικός: 010021-11

λη μορφή κατανοητή από την εσωτερική CPU του εξαρτήματος. Αν και στην πράξη χρησιμοποιείται μόνο μία γραμμή από όλες όσες διαχειρίζεται η θύρα του PC, είναι απαραίτητο να ασχοληθούμε και με τις υπόλοιπες. Στην πραγματικότητα πρέπει να 'ξεγελάσουμε' τον υπολογιστή, έτσι ώστε να νομίζει πως επικοινωνεί με ένα 'πλήρες' τερματικό. Για να το πετύχουμε, αρκεί να συνδέσουμε τις υπόλοιπες ακίδες του συνδετήρα RS232 στον PC

με έναν συγκεκριμένο τρόπο. Αν ο υπολογιστής σας διαθέτει θύρα των 25 ακίδων, τότε πρέπει να συνδέσετε μεταξύ τους τις ακίδες 4 και 5, όπως επίσης τις 20, 6 και 8. Αν διαθέτει θύρα των 9 ακίδων, πρέπει να κάνετε το ίδιο με τις 7 και 8, όπως επίσης με τις 1, 4 και 6 (σχ. 2). Η ταχύτητα επικοινωνίας έχει ορισθεί στα 9600 bps χρησιμοποιώντας πλαίσια των 8 ψηφίων, χωρίς ψηφίο ισοτιμίας και ένα μόνο ψηφίο λήξης (9600,n,8,1). Το

απαραίτητο σήμα χρονισμού παράγεται με τη βοήθεια λογισμικού στο εσωτερικό του μικροελεγκτή, έχοντας σαν αναφορά τον κρύσταλλο X1 (22,1184 MHz). Αν για κάποιο λόγο αδυνατείτε να τον προμηθευτείτε, μπορείτε να τοποθετήσετε οποιονδήποτε άλλον (μικρότερο των 24 MHz). Θα πρέπει όμως τότε να επέμβετε και στις ρουτίνες αρχής του μικροελεγκτή. Για την τροφοδοσία του κυκλώματος απαιτείται ένα τροφοδοτικό με έξοδο +5 V. Τα TTL απορροφούν περίπου 200 mA στην κατάσταση ηρεμίας, ενώ η κάθε LED 10 mA. Επειδή λόγω της πολύπλεξης κάθε φορά ανάβουν το πολύ 30 LED, είναι προφανές πως το συνολικό ρεύμα θα είναι ίσο με:  $200 + (30 \times 10) = 500$  mA περίπου. Αυτή θα πρέπει να είναι η κατ' ελάχιστον παροχή του τροφοδοτικού. Στο σχ. 3 βλέπουμε την πλακέτα μαζί με την τοποθέτηση των υλικών. Στόχος μας κατά τη σχεδίασή της δεν ήταν η ελαχιστοποίηση των διαστάσεων, αλλά η χρήση πλακέτας μονής όψης. Αυτό με τη σειρά του μας ανάγκασε να τοποθετήσουμε τα εξαρτήματα σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις μεταξύ

```

REM Demo program for driving dot matrix display
REM using LEDs in 5*7 Matrix
REM Text is shifted from right to left
REM until the readout is cleared again
REM Then a pause of 1 s and repeat loop if no
REM key activity detected
REM _____
REM Init interface
REM _____
OPEN "COM2:9600,N,8,1,CS,DS" FOR OUTPUT AS #1
PRINT #1, CHR$(12);
REM _____
CLS
LOCATE 10, 10
PRINT "Demo program for Running Text"
LOCATE 12, 10
PRINT "Stop by pressing any key"
Z$ = "Circuit developed for Elektor by Andreas Koehler."
REM _____
REM Output loop
REM _____
M2: V = 0
M3:   FOR ZA = V + 1 TO V + 12
      PRINT #1, MID$(Z$, ZA, 1);
      NEXT ZA
V = V + 1
  FOR ZT = 1 TO 50000
    NEXT ZT
  PRINT #1, CHR$(12);
IF V < LEN(Z$) THEN GOTO M3
SLEEP (1)
A$ = INKEY$
IF A$ = "" GOTO M2
END

```

Σχ. 4. Παραγωγή κυλιόμενου μηνύματος με χρήση γλώσσας BASIC.

τους, έτσι ώστε να υπάρχει επαρκής χώρος για το πέρασμα των γραμμών. Δεν καταφέραμε φυσικά να αποφύγουμε τους βραχυκυκλωτήρες, αλλά, όπως διαπιστώνετε και εσείς, έχουν περιορισθεί μόνο σε επτά. Οι καταχωρητές μετατόπισης τοποθετούνται κάτω από τα ψηφία. Για τον λόγο αυτό πρέπει να τους κολλήσετε πάνω στην πλακέτα χωρίς βάσεις. Το αντίθετο θα κάνετε για τα υπόλοιπα ολοκληρωμένα. Για τα ψηφία είναι σκόπιμο να κολλήσετε σειρές μεγάλου μήκους ακίδων με θηλυκές υποδοχές. Προτού τροφοδοτήσετε την κατασκευή, είναι απαραίτητο να κάνετε έναν εμπεριστατωμένο οπτικό έλεγχο. Εντοπίστε πιθανά βραχυκυκλώματα ή ακίδες εξαρτημάτων που δεν έχουν κολληθεί. Μόνο όταν είστε βέβαιοι ότι η πλακέτα δεν έχει κανένα σφάλμα συναρμολόγησης, θα τη θέσετε σε

λειτουργία.

## Το λογισμικό του μικροελεγκτή

Κάθε μικροελεγκτής, προκειμένου να εκτελέσει τις εργασίες που του έχουν ανατεθεί, απαιτεί και το ανάλογο λογισμικό. Στην παρούσα εφαρμογή, το πρόγραμμα που είναι φορτωμένο στην εσωτερική Flash ROM του φροντίζει για τη λήψη των χαρακτήρων από τη σειριακή θύρα του PC, όπως επίσης και για την παραγωγή όλων εκείνων των σημάτων που τους εμφανίζουν. Στη δικτυακή τοποθεσία του Ελέκτορ ([www.elektor-electronics.co.uk](http://www.elektor-electronics.co.uk)) θα το βρείτε σε μορφή πηγαίου κώδικα μαζί με σχόλια (.a51) ή σε μορφή εγγράψιμη στον μικροελεγκτή (.hex). Αν πάλι δεν διαθέτετε τον απαραίτητο προγραμματι-

στή για να το μεταφέρετε σε έναν 'άδειο' μικροελεγκτή, μπορείτε να παραγγείλετε στ γραφεία μας έναν ήδη προγραμματισμένο, έτοιμο να 'δουλέψει' πάνω στην πλακέτα. Το πρόγραμμα ξεκινάει τον δείκτη σωρού, τον Καταχωρητή λήψης του σειριακού πομποδέκτη (UART) και τον απαραίτητο χρονιστή (bit rate timer) που συνοδεύει τον τελευταίο. Στη συνέχεια καλεί την υπορουτίνα PBE, η οποία 'διαβάζει' τον τετραπλό διακόπτη DIP προκειμένου να ενημερωθεί για τον αύξοντα αριθμό της πλακέτας (χρήσιμη υπορουτίνα στην περίπτωση που η φωτεινή επιγραφή αποτελείται από πολλές ίδιες πλακέτες). Γνωρίζοντας αυτόν τον αριθμό, μπορεί ο μικροελεγκτής να εντοπίζει ποιοι από τους χαρακτήρες του εκπεμπόμενου σειριακού συρμού αφορούν τη συγκεκριμένη πλακέτα. Η λαμβά-

## Σχεδιάζοντας νέους χαρακτήρες

Βασική προϋπόθεση για να δημιουργήσετε έναν καινούργιο χαρακτήρα, είναι η ύπαρξη του πηγαίου κώδικα του μικροελεγκτή (punzelek.a51). Στο πρόγραμμα αυτό θα προσθέσετε ορισμένες γραμμές που σχηματίζουν τον νέο χαρακτήρα και στη συνέχεια θα το 'περάσετε' από τον κατάλληλο συμβολομεταφραστή. Η τελική πράξη παίζεται από έναν προγραμματιστή, με τη βοήθεια του οποίου θα εγγράψετε το τροποποιημένο πρόγραμμα στον μικροελεγκτή. Η Atmel προσφέρει δωρεάν έναν συμβολομεταφραστή από τον Δικτυακό τόπο της. Μπορείτε να τον κατεβάσετε από τις διευθύνσεις:

<ftp://www.atmel.com/pub/atmel/asmbS1.exe> ή <ftp://www.atmel.com/pub/atmel/mlasmb51.exe>.

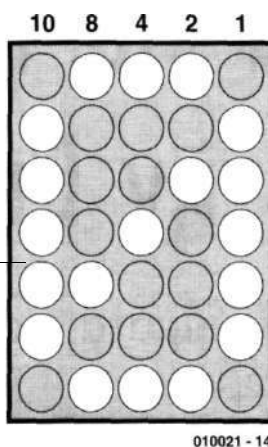
Ας δούμε όμως με τι τρόπο ορίζονται οι χαρακτήρες στη μνήμη του μικροελεγκτή. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η μορφή του μηδενός ('0'). Κοιτάζοντας την πρώτη γραμμή, βλέπουμε πως ανόβουν τα τρία μεσαία LED αφήνοντας σκοτεινά τα ακραία. Πάνω από αυτά είναι σημειωμένες οι αξίες των στηλών (δεκαεξαδικοί αριθμοί). Αθροίστε τις αξίες των LED που δεν είναι αναμμένα και προσθέστε το αριθμό που θα βρείτε, στον δεκαεξαδικό αριθμό 0E0H. Το αποτέλεσμα αντιπροσωπεύει την πληροφορία της πρώτης γραμμής. Το ίδιο πρέπει να κάνετε και για τις υπόλοιπες έξι. Οι επτά αριθμοί που θα προκύψουν εισάγονται στο πηγαίο πρόγραμμα μέσω μιας εντολής DEFB (Define Byte). Δηλαδή:

```
DEFB 0F1H,0EEH,0ECH,0EAH,0E6H,0EEH,0F1H ;0
```

Η διαδικασία αυτή ίσως φανεί σε πολλούς αναγνώστες επίπονη (δεν έχουν άδικο!). Ας το δούμε όμως από την αισιόδοξη σκοπιά. Τους βοηθάει να μάθουν πως γίνονται οι πράξεις στο δεκαεξαδικό σύστημα!

νόμνη εξάδα αποθηκεύεται προσωρινά στη μνήμη RAM του εξαρτήματος. Η υπορουτίνα LOE αμαυρώνει τα έξι ψηφία της επιγραφής, στέλνοντας υψηλή στάθμη στις τριάντα εξόδους των καταχωρητών μετατόπισης. Ταυτόχρονα επιβάλλει στις εισόδους του αποκωδικοποιητή την ακολουθία '111' που αποκόπτει όλα τα τρανζίστορ. Αμέσως μετά, μηδενίζεται ένας εσωτερικός μετρητής (υλοποιούμενος σε επίπεδο λογισμικού), που σαν κύρια εργασία του έχει να μετράει τους χαρακτήρες που λαμβάνει η πλακέτα από τον PC. Με ανάλογο τρόπο 'αδειάζονται' και οι θέσεις μνήμης στην οποία φυλάσσονται οι λαμβανόμενοι χαρακτήρες. Με τη βοήθεια αυτής της υπορουτίνας εξασφαλίζουμε ότι, αμέσως μετά τον παλμό εκκίνησης, η οθόνη της φωτεινής επιγραφής θα είναι σβηστή και ότι η πλακέτα είναι έτοιμη να δεχθεί χαρακτήρες από τη σειριακή θύρα του PC. Μόλις ο μικροελεγκτής λάβει τον πρώτο χαρακτήρα, το προκαλούμενο σήμα διακοπής καλεί την υπορουτίνα SERIN. Ο χαρακτήρας αποθηκεύεται προσωρινά σε έναν Καταχωρητή, ενώ αυξάνεται ο μετρητής των χαρακτήρων κατά μια μονάδα. Στη συνέχεια ελέγχεται η τιμή του χαρακτήρα για να εξακριβωθεί αν είναι ο χαρακτήρας ελέγχου 0CH (αλλαγή σελίδας). Αν είναι, τότε καλείται η υπορουτίνα LOE, με συνέπεια την αμαύρωση όλων των ψηφίων και τον μηδενισμό του μετρητή. Ένας ακόμα έλεγχος πραγματοποιείται με τη βοήθεια της υπορουτίνας SER0, η οποία έχει σαν κύρια εργασία της να εξετάζει το αν η τιμή του χαρακτήρα είναι μεγαλύτερη του 20H. Αν είναι μεγαλύτερη, τότε διαμορφώνεται κατάλληλα το περιεχόμενο ενός Καταχωρητή - δείκτη, ώστε να δείχνει την περιοχή της μνήμης ROM στην οποία είναι

αποθηκευμένη η μορφή του. Σε αντίθετη περίπτωση, ο δείκτης αυτός θα υποδεικνυε μια περιοχή της μνήμης με περιεχόμενα που θα έκαναν την οθόνη να δείχνει αλλόκοτα σύμβολα. Οποιαδήποτε άλλη μέθοδος δεικτοδότησης της μορφής του χαρακτήρα έχει σαν συνέπεια το τρεμούλιασμα των χαρακτήρων. Η υπορουτίνα SER1 ελέγχει το κατά πόσο ο χαρακτήρας πρέπει να απεικονισθεί σε κάποιο από τα ψηφία της συγκεκριμένης πλακέτας (έλεγχος σύμφωνα με τα αποτελέσματα της PBE). Αν ανήκει και έχει τιμή μεγαλύτερη από 20H, τότε και μόνο τότε απεικονίζεται στο κατάλληλο ψηφίο. Από τη στιγμή που ολοκληρωθούν οι διαδικασίες ελέγχου για κάθε έναν από τους έξι χαρακτήρες, τίθεται σε λειτουργία μια ακόμα υπορουτίνα η οποία φροντίζει για τη μετατροπή των τιμών ASCII, που προσδιορίζουν τους χαρακτήρες, σε μια ομάδα δυαδικών ψηφίων αντιπροσωπευτικών της μορφής τους. Κάθε μια ομάδα εισάγεται διαδοχικά στον Καταχωρητή A του μικροελεγκτή και από εκεί με τη βοήθεια της υπορουτίνας ANZ μεταφέρεται σειριακά στις εξόδους των καταχωρητών μετατόπισης. Η ίδια ρουτίνα παράγει επίσης και το απαραίτητο σήμα χρονισμού. Κάθε φορά που εισάγεται μια ακολουθία τριάντα ψηφίων στους καταχωρητές μετατόπισης, ο αποκωδικοποιητής ενεργοποιεί την ανάλογη σειρά, έτσι ώστε τα περιεχόμενα της τελευταίας να φανούν πάνω στα LED. Τα LED παραμένουν φωτεινά για ένα μικρό χρονικό διάστημα, για να σβήσουν μόλις στις εισόδους του αποκωδικοποιητή επιβληθεί η ακολουθία '111'. Αμέσως μετά, οι καταχωρητές 'γεμίζουν' με την ακολουθία που αντιστοιχεί στην επόμενη σειρά και ενεργοποιείται το αντίστοιχο τρανζίστορ για να ανά-



ψουν τα LED που είναι ακριβώς από κάτω. Οι ενέργειες αυτές εκτελούνται για κάθε μία από τις επτά σειρές και επαναλαμβάνεται από την αρχή μόλις ενεργοποιηθεί και η έβδομη σειρά.

## Το λογισμικό του PC

Στην άλλη μεριά του καλωδίου σύνδεσης υπάρχει υποχρεωτικά μια 'έξυπνη' συσκευή. Πρόκειται για έναν (συνηθισμένο) προσωπικό υπολογιστή, ο οποίος έχει σαν σκοπό να λαμβάνει το μήνυμα που έχετε πληκτρολογήσει, να το μετατρέπει σε μορφή χαρακτήρων ASCII και να το αποστέλλει σειριακά στην πλακέτα του μικροελεγκτή. Θα μπορούσαμε να πούμε πως στη συγκεκριμένη εφαρμογή ο PC προσομοιώνει ένα τερματικό, αφού το μόνο που κάνει είναι να παρακολουθεί το πληκτρολόγιο και να στέλνει ό,τι πληκτρολογείτε στην άλλη μεριά του καλωδίου. Για να τον κάνετε να συμπεριφέρεται έτσι, αρκεί να τον 'φορτώσετε' με ένα πρόγραμμα τερματικού (όπως π.χ. το Hyperterminal) και να δείτε το πόσο εντυπωσιακή είναι η κατασκευή σας. Αν όμως θέλετε και εκεί να βάλετε τη δική σας 'πινελιά', σας προτείνουμε να γράψετε ένα καινούργιο πρόγραμμα που θα κάνει την ίδια δουλειά. Το πρόγραμμα του σχ. 4 σας δίνει αρκετές ιδέες. Είναι γραμμένο σε BASIC για DOS και εκπέμπει, μέσω της COM2, τους χαρακτήρες που έχετε εισάγει στη μεταβλητή Z\$. Ειδικότερα, ο βρόχος που αποτελεί και το σημαντικότερο τμήμα του, μεταδίδει τους χαρακτήρες με τέτοιο τρόπο ώστε το περιεχόμενο της Z\$ να 'κυλάει' αδιάκοπα από τα δεξιά προς τα αριστερά στα ψηφία δύο όμοιων πλακετών. Η μεταβλητή V είναι εκείνη που καθορίζει το σύνολο των ψηφίων της χρησιμοποιούμενης επιγραφής. Αν η επιγραφή αποτελείται από μία μόνο πλακέτα, η τιμή της V είναι ίση με 6, αν αποτελείται από δύο, τότε  $V = 12$  κ.ο.κ. Γενικά, η τιμή V είναι πάντα ένα ακέραιο πολλαπλάσιο του έξι. Στο δικό μας παράδειγμα έχουμε δύο πλακέτες, οπότε είναι προφανής η σημασία της εντολής: FOR ZA = V + 1 TO V + 12

Η τιμή της μεταβλητής ZT προσδιορίζει τη διάρκεια μιας απαραίτητης χρονικής καθυστέρησης. Με τη βοήθειά της καθορίζεται η ταχύτητα με την οποία 'κυλούν' οι χαρακτήρες πάνω στην δωδεκαψήφια οθόνη. Με τον υπολογιστή που χρησιμοποιήσαμε, η τιμή 50000 αποδείχθηκε ικανοποιητική. Επειδή όμως οι εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας είναι πολύ πιο γρήγορες από ότι μπορεί να προβλέψει κανείς, ίσως είναι απαραίτητο να αυξήσετε την τιμή της. Μια τιμή μεγαλύτερη κατά 10 ή 100 φορές δεν θα πρέπει να σας κάνει εντύπωση. Τέλος, θα θέλαμε να σας υπενθυμίσουμε πως η διέθυνση που ορίζουν οι διακόπτες DIP 'διαβάζεται' μόνο μια φορά αμέσως μετά την εκκίνηση του προγράμματος.