

Τέσσερα LED στη σειρά

Παίξτε μαζί με τους φίλους σας ή με το μικροελεγκτή

Από τον Steve Teal

Σε όλα σχεδόν τα επιτραπέζια παιχνίδια υπάρχει πάντα η πιθανότητα της απώλειας κάποιου χρήσιμου κομματιού τους, όπως π.χ. ενός ζαριού, ενός πιονιού ή μιας κάρτας. Στην αντίστοιχη ηλεκτρονική έκδοσή τους ο κίνδυνος αυτός εκμηδενίζεται. Δεν είναι όμως αυτός ο μοναδικός λόγος που σας προτείνουμε να συναρμολογήσετε την κατασκευή που ακολουθεί.

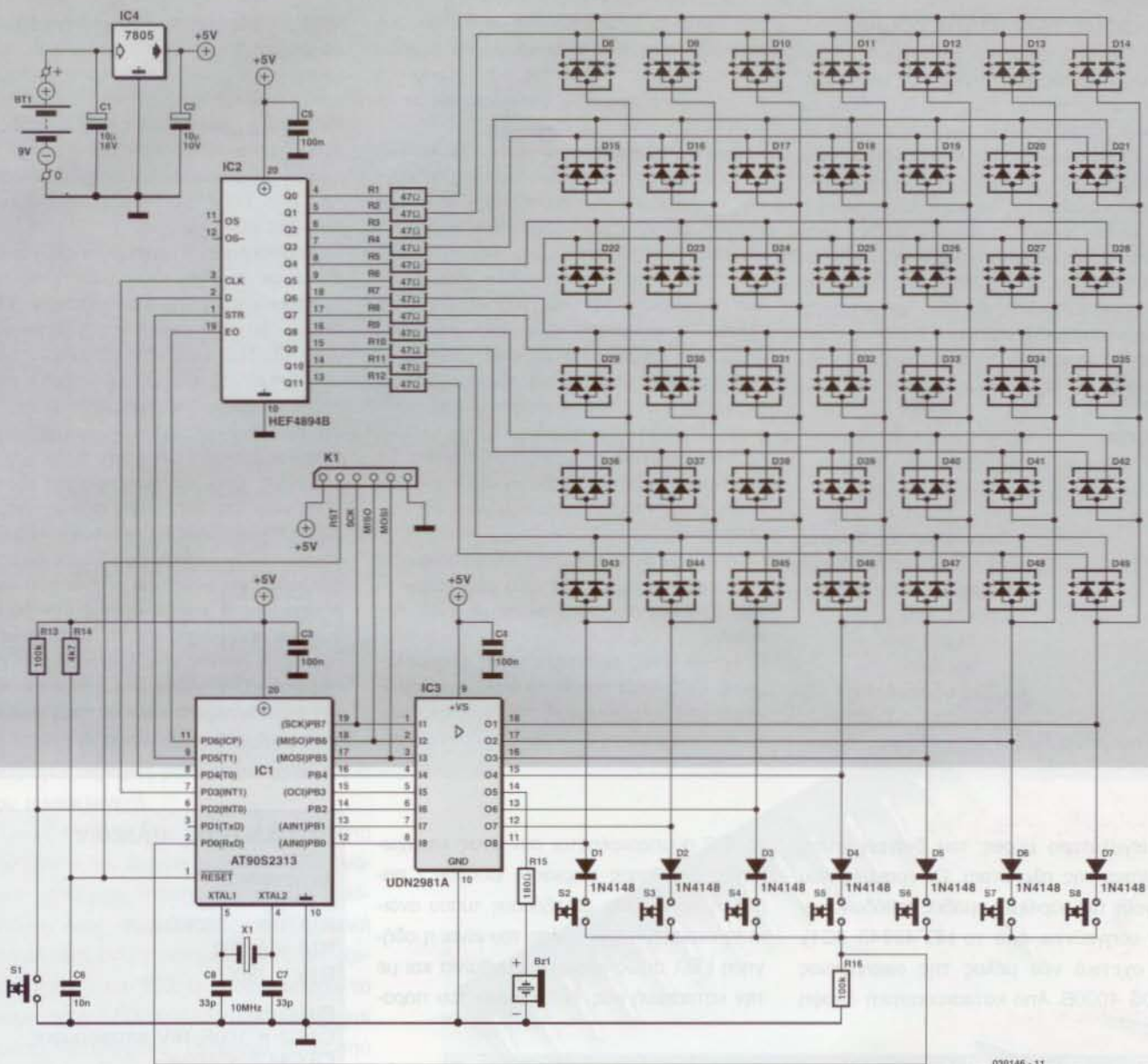
Θα λέγαμε πως το να παίζει κανείς με μια ηλεκτρονική συσκευή είναι πολύ πιο ενδιαφέρον απ' ό τι με ένα συνηθισμένο επιτραπέζιο παιχνίδι. Εκτός από την απουσία χαρτιών, ζαριών και οτιδήποτε άλλο που δημιουργεί σύγχυση ή ακαταστασία, μπορεί να παίξει κανείς και εναντίον του ίδιου του μικροελεγκτή που κρύβεται στα έγκατα της κατασκευής. Ο τελευταίος μά-

λιστα, είναι τόσο γενναιόδωρος ώστε να επιτρέπει στον ατελή άνθρωπο να διορθώνει μερικά λάθη του μέσω της λειτουργίας 'Αναίρεσης'.

Το παιχνίδι

Το πρώτο που έχουμε να κάνουμε είναι να εξηγήσουμε τους κανόνες του παιχνιδιού. Το 'Τέσσερα LED στη σειρά' παίζεται

από δύο παίκτες, κάθε ένας από τους οποίους αφήνει να πέσουν από το πάνω μέρος ενός πίνακα LED δίσκοι (πούλια)(στην περίπτωση μας φωτεινά LED) διαφορετικού χρώματος. Οι δύο παίκτες ρίχνουν διαδοχικά από ένα πούλι. Ο πρώτος που θα καταφέρει, κάνοντας τις κατάλληλες επιλογές, να βάλει τέσσερα από αυτά σε σειρά (οριζόντια, κάθετα ή διαγώνια) είναι και



030146 - 11

Σχ. 1. Το κύκλωμα περιλαμβάνει 42 δίχρωμα LED που σχηματίζουν ένα πίνακα 6 x 7 θέσεων.

ο νικητής. Στην περίπτωση που δεν μπορείτε να βρείτε έναν άνθρωπο σαν συμπαίκτη, τότε δεν έχετε παρά να ζητήσετε από την ίδιο το μικροελεγκτή να παίξει το ρόλο του αντιπάλου σας. Υπάρχουν πολλοί τρόποι 'υλοποίησης' ενός εικονικού αντιπάλου με τη βοήθεια του λογισμικού. Κάνοντας μια μικρή περιήγηση στο Διαδίκτυο θα διαπιστώσετε πως οι περισσότεροι βασίζονται σε αλγόριθμους τύπου Alpha - Beta, ενώ υπάρχει και ένας ακόμα που χρησιμοποιεί έναν εξαιρετικά μεγάλο πίνακα πιθανών κινήσεων. Με τη βοήθεια του ο μικροελεγκτής επιλέγει την καταλληλότερη, κάθε φορά, κίνηση προσπαθώντας, πάντα, να σας κερδίσει.

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιεί η κατασκευή μας μοιάζουν αρκετά με τους Alpha - Beta, αλλά δεν μπορούν να χαρακτηριστούν 'καθαροί'. Είναι όμως, το ίδιο αποδοτικοί και 'δυνατοί' επιτρέποντας σας να παίξετε πολλές ώρες με το μικροελεγκτή. Ο 'αυτόματος αντίπαλος' μπορεί να ενεργοποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή το ζητήσετε, ρίχνοντας το επόμενο πούλι.

Ο χώρος πάνω στον οποίο εκτυλίσσεται το παιχνίδι αποτελείται από 42 δίχρωμα LED. Ο παίκτης αποφασίζει για το που θα ρίξει τον επόμενο δίσκο πιέζοντας ένα μικροσκοπικό πιεστικό διακόπτη τοποθετημένο στο κάτω μέρος της στήλης που ανήκει ο δίσκος. Μόλις σχηματιστεί μια τετράδα

διαδοχικών LED του ίδιου χρώματος, η τετράδα αρχίζει να αναβοσβήνει και το παιχνίδι θεωρείται ότι έχει λήξει.

Κάθε μια κίνηση που γίνεται αποθηκεύεται στη μνήμη της κατασκευής. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε να γυρίσετε πίσω και να δείτε τις κινήσεις σας. Η λειτουργία αυτή είναι ενεργή ακόμα και όταν αναβοσβήνει η τυχερή τετράδα.

Το κύκλωμα

Η κατασκευή βασίζεται σε ένα μικροελεγκτή τύπου AT80S2313 της Atmel που 'τρέχει' στους 10 MHz. Το κυκλωματικό της διάγραμμα φαίνεται στο σχ. 1. Ο πίνακας με τα LED είναι εκείνος που καταλαμβάνει

Σημασία των πλήκτρων

Στο κάτω μέρος του πίνακα των LED υπάρχουν επτά διακόπτες (S2 - S8) τους οποίους πιέζει ο χρήστης κάθε φορά που θέλει να ρίξει ένα δίσκο. Οι ίδιοι διακόπτες σε συνδυασμό με τον S1 αποκτούν διαφορετική σημασία, εκτελώντας διαφορετικές εργασίες. Έτσι λοιπόν αρκεί να πιέσετε το διακόπτη S1, στη συνέχεια και ενώ εξακολουθείτε να έχετε πιεσμένο το S1, να πιέσετε κάποιον από τους S2 - S8, να τον αφήσετε και, τέλος, να αφήσετε και τον S1. Ο μικροελεγκτής θα εκτελέσει τότε μια από τις λειτουργίες που σημειώνουμε παρακάτω:

Διακόπτης	Λειτουργία
1	Νέο παιχνίδι
2	Αναίρεση της τελευταίας κίνησης
3	Παιχνίδι με δύο παίκτες
4	Παιχνίδι ενός παίκτη με το μικροελεγκτή/κίνηση μικροελεγκτή
5	Χωρίς ήχο
6	Με ήχο
7	Καλειδοσκοπία

Νέο παιχνίδι: Πιέζοντας αυτόν το διακό-

πη κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού, το παιχνίδι τερματίζεται ακαριαία και αρχίζει ένα καινούργιο. Αν έχετε σαν συμπαίκτη σας τον μικροελεγκτή, τότε δικαιούστε να κάνετε την πρώτη κίνηση.

Αναίρεση τελευταίας κίνησης: Το κύκλωμα σας προσφέρει τη δυνατότητα αναιρέσης οποιασδήποτε κίνησής σας. Πιέζοντας επανειλημμένως τον παραπάνω διακόπτη μπορείτε να φθάσετε μέχρι και την αρχή του παιχνιδιού. Στην περίπτωση που έχετε σαν συμπαίκτη σας το μικροελεγκτή, θα πρέπει να γνωρίζετε πως μετά από κάθε αναίρεση παίζετε πάντα εσείς. Αυτός ο κανόνας είναι πιθανό να προκαλέσει μια εναλλαγή των θέσεων παίκτη / μικροελεγκτή, δηλαδή ο μικροελεγκτής να πάρει τα δικά σας LED και εσείς τα δικά του. Σε μια τέτοια περίπτωση πιέστε το διακόπτη 4 αναγκάζοντας το μικροελεγκτή να παίξει εκείνος.

Παιχνίδι με δύο παίκτες: Πιέζοντας αυτόν το διακόπτη δηλώνεται στο μικροελεγκτή την επιθυμία σας να παίξετε με έναν άνθρωπο.

Παιχνίδι ενός παίκτη/κίνηση μικροελεγκτή: Πιέζοντας αυτόν το διακόπτη δηλώνεται στο μικροελεγκτή την επιθυμία σας να παίξετε μαζί του. Ακόμα, πιέζοντας τον

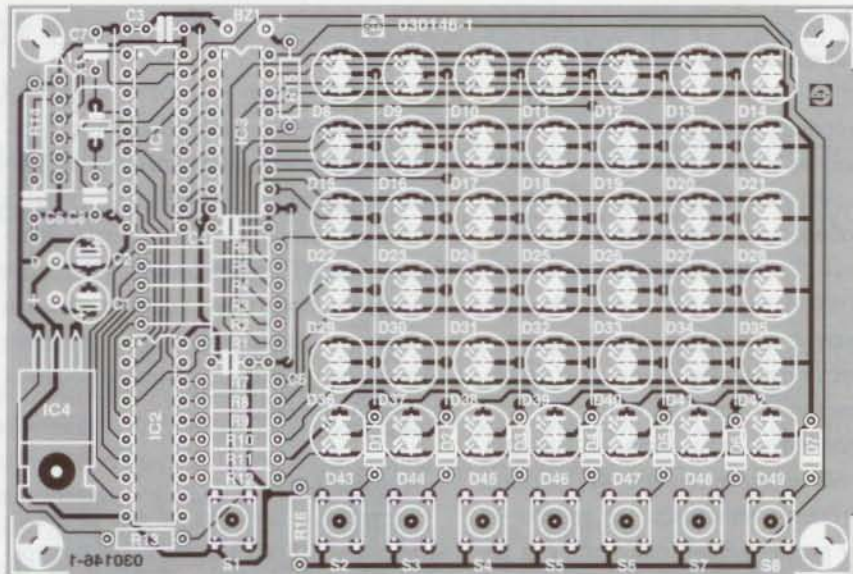
κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, του λέτε να παίξει αυτός για λογαριασμό σας. Η επανειλημμένη πίεσή του, τον αναγκάζει να παίζει με αντίπαλο τον εαυτό του!

Με/χωρίς ήχο: Θέτε εντός / εκτός λειτουργίας τα ακουστικά εφέ. Η κίνηση κάθε παίκτη συνοδεύεται και από ένα διαφορετικό ήχο. Κάθε ένα πλήκτρο παράγει, επίσης, ένα σύντομο ήχο.

Καλειδοσκοπία: Η λειτουργία αυτή δεν έχει σχέση με το παιχνίδι, αλλά απλώς επισυνάφθηκε επειδή υπήρχε διαθέσιμος χώρος στη μνήμη προγράμματος του μικροελεγκτή. Τα LED ανάβουν με τυχαίο τρόπο σχηματίζοντας πάντα συμμετρικά σχήματα στον πίνακα. Το χρώμα τους είναι πάντα πράσινο ή κόκκινο χρώμα (ποτέ πορτοκαλοκίτρινο). Η επιλογή αυτής της λειτουργίας έχει σα συνέπεια τη διακοπή οποιουδήποτε παιχνιδιού που εξελίσσεται εκείνη τη στιγμή. Ακόμα, πρέπει να σημειώσουμε πως ο χρονιστής τίθεται εκτός λειτουργίας, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα πως ο μικροελεγκτής δεν τερματίζει ποτέ από μόνος του τη λειτουργία του. Προσοχή λοιπόν στις μπαταρίες. Η πίεση οποιουδήποτε άλλου διακόπτη επαναφέρει την κατασκευή στην κατάσταση αναμονής εκκίνησης νέου παιχνιδιού.

το μεγαλύτερο μέρος του διαγράμματος (αλλά και της πλακέτας). Οι γραμμές που οδηγούν τις ισάριθμες ομάδες καθόδων των LED οδηγούνται από το HEF4894B (IC1), ένα σχετικά νέο μέλος της οικογένειας CMOS 4000B. Από κατασκευαστική άποψη

το IC2 συμπεριφέρεται σαν ένας καταχωρητής ολίσθησης σειριακής εισόδου / παράλληλης εξόδου, με εξόδους τύπου ανοικτής εκροής. Κύρια χρήση του είναι η οδηγηση LED, όπως άλλωστε συμβαίνει και με την κατασκευή μας. Η παρουσία του παρα-



Σχ. 2. Η τοποθέτηση των υλικών στην πλακέτα. Φροντίστε να εξέχουν όσο το δυνατόν λιγότερο, λόγω του περιορισμένου ύψους του κουτιού.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:

R1-R12 = 47Ω
R13,R16 = 100KΩ
R14 = 4,7KΩ
R15 = 180Ω

Πυκνωτές:

C1,C2 = 10μF 16V κατακόρυφος
C3,C4,C5 = 100nF
C6 = 10nF
C7,C8 = 33pF

Ημιαγωγοί:

D1-D7 = 1N4148
D8-D49 = δίχρωμο LED (κόκκινο / πράσινο) κοινής ανόδου
IC1 = AT90S2313-10PC, προγραμματιζόμενο, κωδικός παραγγελίας: **030146-41**
IC2 = HEF4894BP
IC3 = UDN2981A
IC4 = 7805 ή 1N4004 *

Διάφορα:

S1-S8 = πιεστικός διακόπτης μιας επαφής μικρού μεγέθους
BZ1 = πιεζοηλεκτρικός βομβητής 6V DC
X1 = κρύσταλλος 10 MHz
K1 = μονή σειρά 6 ακίδων (SIL)
Κουτί, π.χ. PacTec τύπος HP
Πλακέτα, κωδικός παραγγελίας: **030146-1**
Πηγαίο και δεκαεξαδικό πρόγραμμα, κωδικός παραγγελίας: **030146-11** ή από το Free Download

Ο αλγόριθμος της 'καλύτερης κίνησης'

Ο αλγόριθμος επιλογής της 'Καλύτερης κίνησης' αποτελεί εκείνο το κομμάτι του κώδικα που αποφασίζει για το ποια θα είναι η επόμενη κίνηση, όταν αντίπαλος σας είναι ο μικροελεγκτής. Προτού ενσωματωθεί στο υπόλοιπο πρόγραμμα, μελετήθηκε και ελέγχθηκε σχολαστικά με τη βοήθεια ενός PC. Τόσο ο αντικειμενικός όσο και ο πηγαίος κώδικάς του (σε γλώσσα 'C') περιέχονται στο πακέτο λογισμικού της κατασκευής το οποίο μπορείτε να 'κατεβάσετε' από το δικτυακό τόπο του Ελέκτορ. Με τη βοήθειά του θα μπορέσετε να κατανοήσετε, σε ένα περισσότερο φιλικό περιβάλλον, τη συμπεριφορά της κατασκευής

κάθε φορά που ο μικροελεγκτής σκέπτεται την επόμενη κίνησή του.

Κατά την εκτέλεση του, ο αλγόριθμος προσδιορίζει όχι μόνο μια πιθανή επόμενη κίνηση αλλά πολύ περισσότερες. Μετά από την αξιολόγησή τους, αποδίδει σε αυτές μια βαθμολογία βάσει της οποίας προχωράει στην τελική επιλογή. Η κίνηση με το μεγαλύτερο βαθμό είναι εκείνη που, τελικά, εκτελείται. Η όλη διαδικασία υλοποιείται στο πρόγραμμα μας με τη βοήθεια δύο ρουτινών: της AVRMove (Automove στο πηγαίο πρόγραμμα της 'C') και της NextSearch. Η πρώτη καλείται με σκοπό να προσδιορίσει όλες τις προφανείς επόμε-

νες κινήσεις. Η δεύτερη καλείται στην περίπτωση που καμία από όσες προσδιόρισε η προηγούμενη, δεν οδηγεί στο σχηματισμό τετράδας. Η NextSearch είναι μια αναδρομική ρουτίνα που καλεί συνεχώς τον εαυτό της έως ότου εντοπίσει κίνηση που θα φέρει την νίκη ή, απλώς, επαναληφθεί ένα προκαθορισμένο αριθμό φορών.

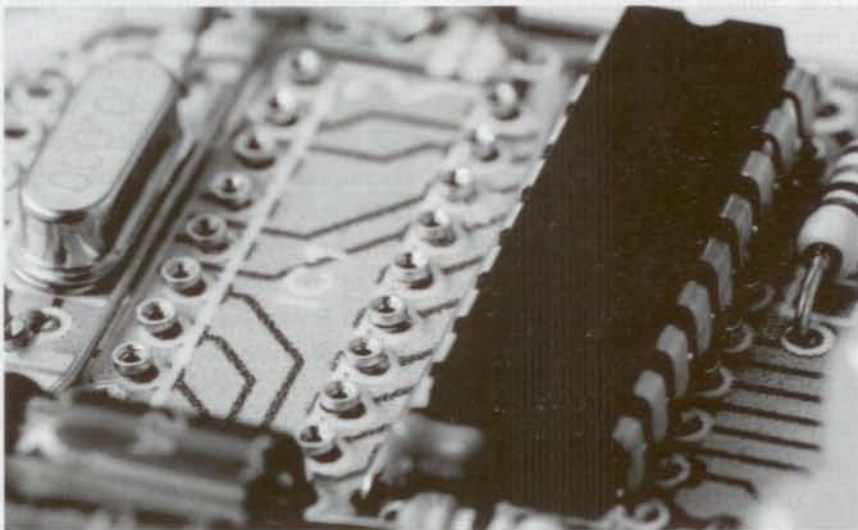
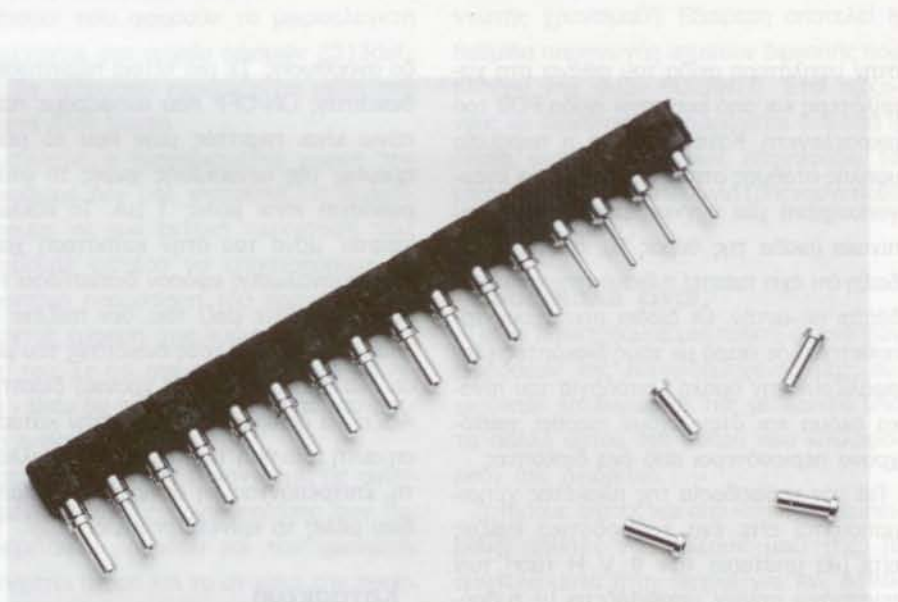
"Νικηφόρες" τετράδες

Από τη στιγμή που μετά τη λήξη του προκαθορισμένου αριθμού επαναλήψεων, η NextSearch αποτύχει να βρει την βέλτιστη κίνηση, περνάει σε μια δεύτερη φάση αναζήτησης σύμφωνα με την οποία προσπαθεί

πάνω ολοκληρωμένου δικαιολογεί απόλυτα την επιλογή LED κοινής ανόδου. Οι άνοδοι των τελευταίων οδηγούνται από το UDN2981 (IC3) το οποίο επαυξάνει τη δυνατότητα παροχής ρεύματος της θύρας B του μικροελεγκτή.

Όπως θα έχει γίνει ήδη αντιληπτό από την μελέτη του διαγράμματος, τα LED ανάβουν μέσω μιας τυπικής διαδικασίας πολύπλεξης. Αυτό σημαίνει πως κάθε χρονική στιγμή είναι ενεργοποιημένη μόνο μια έξοδος (στήλη) του IC3, η οποία παρέχει το ρεύμα όσων LED συνδέονται σε αυτήν και πρέπει να ανάψουν. Το ρεύμα μέσα από κάθε LED περιορίζεται στα 20 mA (μέγιστο ρεύμα εξόδου του IC2), που αν λάβουμε υπόψη μας την πολύπλεξη 1:7 'πέφτει' σε μια μέση τιμή ίση με περίπου 3 mA. Αυτός είναι και ο λόγος που ο πίνακας των LED δεν είναι τόσο φωτεινός όσο θα θέλαμε. Παρ' όλα αυτά μπορείτε να παίξετε θαυμάσια με την κατασκευή μας αν είστε σε ένα δωμάτιο ή γενικά ένα χώρο χωρίς έντονο διάχυτο φως.

Για τη διαδικασία της πολύπλεξης φροντίζει το λογισμικό, ενεργοποιώντας διαδοχικά τις επτά από τις οκτώ ακίδες της θύρας B. Η PB3 παραμένει 'εκτός αγώνος' διότι οδηγεί τον πιεζοηλεκτρικό βομβητή. Ταυτόχρονα με την ενεργοποίηση των στηλών του πίνακα ενεργοποιούνται διαδοχικά και οι πιεστικοί διακόπτες. Αν κάποιος από αυτούς πιεσθεί, η στάθμη που εφαρμόζεται



Σχ. 3. Αυτοσχέδια, χαμηλού ύψους, βάση ολοκληρωμένου.

να καταλάβει τι γίνεται πάνω στον πίνακα. Κατά τη φάση αυτή, τα LED δεν θεωρούνται σαν ένας πίνακας, αλλά σαν ένα σύνολο 69 γραμμών (τετράδων) με δυνατότητα νίκης (νικηφόρα). Στη συνέχεια μετράται το πλήθος των LED κάθε τετράδας που ανήκουν σε κάθε παίκτη. Η πληροφορία που παράγεται με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιείται για να αποδώσει σε κάθε μια τετράδα μια χαρακτηριστική βαθμολογία. Αν τα LED μιας τετράδας έχουν διαφορετικό χρώμα, η τετράδα αυτή δεν είναι νικηφόρα και προφανώς αποκτά μηδενική τιμή. Προσθέτοντας τις βαθμολογίες όλων των πιθανών τετράδων παράγεται μια συνολική βαθμολογία, από την οποία αφαιρούνται οι βαθμολογίες των τετράδων στις

οποίες συμμετέχει μέχρι εκείνη τη στιγμή ο δεύτερος παίκτης. Η βαθμολογία του δεύτερου παίκτη είναι ίδια με εκείνη του πρώτου, μόνο που σημειώνεται με αρνητικό πρόσημο. Στη συνέχεια προστίθεται στους δύο αυτούς αριθμούς ένας (ψευδο) τυχαίος αριθμός με σκοπό να αποδοθεί μια τυχαιότητα στην επόμενη κίνηση και να αποτραπεί η εκτέλεση των ίδιων κινήσεων σε διαφορετικά παιχνίδια.

Βελτιώσεις

Το πλήθος των κλήσεων της NextSearch είναι το πολύ πέντε, γεγονός που περιορίζει το βάθος της αναζήτησης σε ισάριθμα επίπεδα. Στη συνέχεια η NextSearch υπολογίζει μια καινούργια βαθμολογία για κάθε

μία στήλη, με αντικειμενικό σκοπό τη σύγκριση των τιμών που προέκυψαν μεταξύ τους. Αν το αποτέλεσμα της σύγκρισης είναι χειρότερο από το τρέχον, τότε η παραπάνω διαδικασία θεωρείται αποτυχημένη και διακόπτεται.

Ένας αρνητικό συμβάν που πιθανό να εμφανιστεί ακολουθώντας τις τακτικές του παραπάνω αλγορίθμου, αφορά στην επιλογή μιας κίνησης που έχει βαθμολογία χειρότερη από την υπολογισμένη. Αυτό οφείλεται στο ότι με την παρούσα μέθοδο αναζήτησης δεν ελέγχονται όλοι οι συνδυασμοί κινήσεων. Για να αποφευχθούν τέτοιου είδους καταστάσεις, η NextSearch δεν διακόπτεται ποτέ κατά την εκτέλεση της πρώτης επανάληψής της.

στην υψηλότερη ακίδα του φθάνει στη χαμηλότερη και από εκεί στην ακίδα PD0 του μικροελεγκτή. Κατά συνέπεια η παρουσία υψηλής στάθμης στην PD0, όταν είναι ενεργοποιημένη μια συγκεκριμένη στήλη του πίνακα (ακίδα της θύρας B), αποτελεί ένδειξη ότι έχει πιεστεί ο διακόπτης που συνδέεται σε αυτήν. Οι δίοδοι που έχουν τοποθετηθεί σε σειρά με τους διακόπτες εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του πίνακα ακόμα και όταν έχουν πιεσθεί ταυτόχρονα περισσότεροι από ένα διακόπτες.

Για την τροφοδοσία της πλακέτας χρησιμοποιείται είτε ένα τροφοδοτικό πρίζας είτε μια μπαταρία των 9 V. Η τάση των παραπάνω πηγών, υποβιβάζεται με τη βοήθεια ενός τυπικού σταθεροποιητή 7805 (IC4) στα +5 V.

Το απορροφούμενο ρεύμα στην κατάσταση λειτουργίας αγγίζει τα 150 mA, γεγονός που μας αναγκάζει να χρησιμοποιήσουμε τροφοδοτικό των 300 mA. Αντίθετα, το ρεύμα ηρεμίας είναι μόλις 800 μ A, αρκετά μικρό ώστε να μην 'αδειάζει' γρήγορα τις μπαταρίες. Επειδή όμως οι μπαταρίες των 9 V έχουν μικρή χωρητικότητα, θα σας προτείναμε να χρησιμοποιήσετε ένα μικρό διακόπτη ON-OFF έτσι ώστε να διακόπτετε τελείως την παροχή όταν δεν 'παίζετε' με την κατασκευή. Εναλλακτικά μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τέσσερις μπαταρίες του 1,5 V σε σειρά, αντικαθιστώντας ταυτόχρονα το IC4 με μια συνηθισμένη δίο-

δο ανόρθωσης. Σε μια τέτοια περίπτωση, ο διακόπτης ON-OFF που αναφέραμε παραπάνω είναι περιττός μιας που το ρεύμα ηρεμίας της κατασκευής χωρίς το σταθεροποιητή είναι μόλις 1 μ A. Το κύκλωμα 'πέφτει' μόνο του στην κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης εφόσον διαπιστώσει πως δεν ασχολείστε μαζί του, δεν πιέζετε δηλαδή κάποιον από τους διακόπτες του μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Αξίζει να σημειώσουμε πως στην κατάσταση αυτή η μνήμη του παραμένει αναλλοίωτη, επιτρέποντας τη συνέχεια του παιχνιδιού μόλις το κρίνετε σκόπιμο.

Κατασκευή

Προτού ξεκινήσετε τη συναρμολόγηση της κατασκευής αναζητήστε ένα κουτί που θα ταιριάζει περισσότερο στο γούστο σας. Εμείς βρήκαμε ένα, χωρίς υποδοχές για μπαταρίες, έχοντας ήδη αποφασίσει πως θα χρησιμοποιήσουμε εξωτερικό τροφοδοτικό. Για το άνοιγμα των οπών των LED στην πάνω όψη του χρησιμοποιήστε σαν οδηγό την μακέτα του τυπωμένου κυκλώματος. Ακόμα, για λόγους ευκολίας έχουμε σημειώσει ένα μικρό κύκλο στο εσωτερικό του κάθε διακόπτη έτσι ώστε να γνωρίζετε το μέρος που ξεπροβάλλει η πλαστική προεξοχή του. Γενικά, φροντίστε να διατηρήσετε το ύψος της πλακέτας όσο το δυνατόν πιο χαμηλό γίνεται, τοποθετώντας εν ανάγκη τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές οριζόντια (μετρή-

στε το διαθέσιμο χώρο). Μόνο τα LED και οι προεξοχές των διακοπών θα πρέπει να εξέχουν επαρκώς ώστε να διαπερνούν το καπάκι του κουτιού. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή κατά την αγορά τους ώστε να πληρούν την παραπάνω προδιαγραφή.

Ένας τρόπος να εξοικονομήσετε ύψος προϋποθέτει την τοποθέτηση των ολοκληρωμένων χωρίς βάσεις. Αν αυτό σας φοβίζει, μπορείτε να κάνετε ότι κάναμε και εμείς κατά τη φάση της συναρμολόγησης του πρωτοτύπου (σχ. 3). Περισσότερα γι' αυτό θα βρείτε στις 'Σχεδιαστικές Συμβουλές'.

Γι' αυτή καθ' αυτή τη συναρμολόγηση ισχύουν οι ήδη γνωστές οδηγίες. Ξεκινάτε αποκαθιστώντας πρώτα τις συρμάτινες γεφυρώσεις και συνεχίζετε με τα υπόλοιπα εξαρτήματα, αφήνοντας τελευταία τα LED. Όταν φθάσει η δική τους ώρα, κολλήστε πρώτα μια ακίδα τους, και αφού βεβαιωθείτε ότι όλα απέχουν εξ ίσου από την επιφάνεια της πλακέτας κολλήστε και τις υπόλοιπες.

Ο μικροελεγκτής τοποθετείται στην πλακέτα είτε προγραμματισμένος είτε κενός. Στην δεύτερη περίπτωση τον προγραμματίζεται πάνω σε αυτήν μέσω του συνδετήρα K1.

Είναι πολύ πιθανό να εντοπίσετε μια μάλλον παράξενη συμπεριφορά στο κύκλωμα στην περίπτωση που το τροφοδοτήσετε με μπαταρίες συνολικής τάσης 6 V (και μιας δίοδου στη θέση του IC4). Αμέσως μετά

την αποσύνδεση των μπαταριών από το κύκλωμα, η τάση στην πλακέτα θα εξακολουθεί να διατηρείται υψηλή αφού το απορροφούμενο ρεύμα είναι μόλις 1 μ A. Αν όταν επανασυνδέσετε τις μπαταρίες, οι πυκνωτές της γραμμής τροφοδοσίας δεν έχουν εκφορτισθεί επαρκώς, είναι μάλλον απίθανο να ενεργοποιηθεί το δικτύωμα αρχικοποίησης του μικροελεγκτή. Το κύκλωμα, προφανώς θα μοιάζει 'νεκρό' αρνούμενο να ανταποκριθεί στην πίεση οποιουδήποτε διακόπτη. Το μόνο που έχετε να κάνετε τότε είναι να βραχυκυκλώσετε στιγμιαία τον πυκνωτή C6 και τότε το κύκλωμα 'ανασταίνεται'.

Ψαζοντας με την κατασκευή

Αμέσως μετά την τροφοδότηση της κατασκευής παράγεται αυτόματα σήμα αρχικοποίησης, το οποίο με τη σειρά του προκαλεί την εμφάνιση μιας κόκκινης διαγώνιας γραμμής. Την ίδια στιγμή ο μικροελεγκτής ετοιμάζεται να παίξει εναντίον σας (παιγνίδι χρήστη - μικροελεγκτή).

Πιέζοντας έναν από τους πιεστικούς διακόπτες που βρίσκονται στο κάτω μέρος των σπηλών LED αρχίζει να πέφτει ένας δίσκος από πάνω προς τα κάτω. Η κίνηση αυτή προσομοιώνεται από τα διαδοχικά φωτιζόμενα LED της στήλης. Μόλις τερματιστεί η πτώση, περνά ένα δευτερόλεπτο και ο μικροελεγκτής κάνει τη δική του κίνηση σε μια άλλη στήλη.

Μετά από αυτό ο χρήστης ρίχνει το δεύτερο δίσκο του, για να κάνει κατόπιν το ίδιο και ο μικροελεγκτής. Η διαδοχική αυτή 'πτώση' των LED συνεχίζεται μέχρις ότου σχηματιστεί μια τετράδα (κάθετη, οριζόντια ή διαγώνια) φωτεινών LED του ίδιου χρώματος ή απλά φωτιστεί όλος ο πίνακας. Μόλις σχηματιστεί η τετράδα, αναβοσβήνει για 12 δευτερόλεπτα και αμέσως μετά μια διαγώνια γραμμή αναλαμβάνει να 'καθαρίσει' τον πίνακα προετοιμάζοντάς τον για το επόμενο παιγνίδι.

Στην περίπτωση που γεμίσει όλος ο πίνακας χωρίς να υπάρχει νικητής, τότε διατηρείται φωτεινός μέχρις ότου ο χρήστης ζητήσει καινούργιο παιγνίδι ή πιέσει το πλήκτρο της Αναίρεσης.

Αν για οποιοδήποτε λόγο ο χρήστης 'εξάσσει' να πιέσει κάποιο πλήκτρο για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός λεπτού

περίπου, ο μικροελεγκτής τίθεται αυτόματα εκτός λειτουργίας με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Η πίεση του πλήκτρου Shift (S1) τον επαναφέρει σε λειτουργία από το σημείο που είχε διακόψει προηγουμένως. Αν αυτό συμβεί χωρίς να έχει αρχίσει κάποιο παιγνίδι, τότε αμέσως μετά την επαναφορά του σε λειτουργία θα εμφανίσει τη γνωστή διαγώνια γραμμή, ενδεικτική της έναρξης καινούργιου παιγνιδιού.

Το λογισμικό

Το λογισμικό της κατασκευής έχει γραφτεί εξ ολοκλήρου σε συμβολική γλώσσα μέσα από το περιβάλλον AVR Studio της Atmel (διανέμεται δωρεάν από την κατασκευάστρια εταιρία). Οι εντολές που το αποτελούν, φιλοξενούνται μέσα στο αρχείο `inaline.asm`, ενώ οι πάσης φύσεως προσδιορισμοί που αφορούν το μικροελεγκτή περιέχονται στο αρχείο ορισμών `2313def.inc`. Το τελευταίο εμπεριέχεται μέσα στο πακέτο AVR Studio.

Δυστυχώς, ο περιορισμένος χώρος του περιοδικού δεν μας επιτρέπει να προχωρήσουμε σε μια εκτενή περιγραφή του. Μπορούμε ωστόσο να επιχειρήσουμε τη συνοπτική παρουσίαση του προγράμματος δίνοντας έμφαση στις κυριότερες λειτουργίες του. Σε ότι αφορά τον αλγόριθμο Alpha - Beta θα σας παραπέμψουμε στο σχετικό ένθετο.

Κατά την εκκίνηση συναντούμε τις συνηθισμένες ρουτίνες αρχικοποίησης των περιφερειακών μονάδων και του χρονιστή. Ελέγχεται ακόμα και το αν κατά την προηγούμενη διακοπή της λειτουργίας του, είχε μείνει κάποιο παιγνίδι στη μέση. Αυτό είναι πολύ εύκολο να γίνει, εξετάζοντας την τιμή της μεταβλητής `NEXT_MOVE`. Η μεταβλητή αυτή συγκρατεί το πλήθος των κινήσεων που έχουν γίνει κατά τη διάρκεια του παιγνιδιού. Αν το παιγνίδι έχει διακοπεί χωρίς να έχει τελειώσει, τότε θα 'θυμάται' έναν αριθμό διάφορο του μηδενός. Αν το παιγνίδι είχε λήξει κανονικά, τότε θα έχει την τιμή μηδέν.

Το πρόγραμμα ελέγχει ακόμα το πόσες φορές ο χρονιστής έχει δώσει ένδειξη υπερχειλίσης. Κάθε φορά που ο παίκτης πιέζει ένα πλήκτρο για να ρίξει ένα δίσκο, ο χρονιστής μηδενίζεται. Με αυτόν τον τρόπο, αν ένα παιγνίδι βρίσκεται σε εξέλιξη, ο

χρονιστής δεν 'ξεχειλίζει' ποτέ, ενώ αν ο παίκτης έχει σταματήσει να παίζει, παράγεται μετά από λίγο η παραπάνω ένδειξη. Η τελευταία αρκεί για να οδηγήσει το κύκλωμα σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης εξασφαλίζοντας τη μακροζωία των μπαταριών. Πάντως, προτού το πρόγραμμα πάρει την τελική απόφαση ελέγχει το αν αναβοσβήνει κάποια τετράδα, κάτι που αποτελεί ένδειξη ότι ένας από τους δύο παίκτες έχει κερδίσει. Αν βρει κάποια, τότε καθαρίζει όλο τον πίνακα των LED, επαναπροσδιορίζει τη σταθερά χρόνου του χρονιστή και περιμένει την επόμενη υπερχειλίση του. Μόλις συμβεί, αυτό 'πέφτει' οριστικά στην κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης.

Στην κατάσταση αυτή, πρακτικά δεν δουλεύει τίποτα μέσα σε αυτόν (ούτε ο ταλαντωτής χρονισμού!). Εξάριση αποτελεί η βαθμίδα παραγωγής σημάτων διακοπής που ελέγχει την ακίδα PD2/INT0. Έτσι πιέζοντας το διακόπτη S1, παράγεται διακοπή η οποία, εκτός των άλλων, επαναφέρει το μικροελεγκτή σε λειτουργία (απενεργοποιεί το ψηφίο 'Sleep').

Πόσο καλό είναι;

Για να αποκτήσουμε μια πρώτη εικόνα των επιδόσεων της παιγνιδομηχανής μας, συγκρίναμε το λογισμικό της με κάποια από τα πολλά αυτού του τύπου που κυκλοφορούν στο Διαδίκτυο.

Ζητήσαμε επίσης και από κάποιους (έμπειρους) παίκτες να 'παίξουν' μαζί της. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά για τον AT90S2313, η ταχύτητα αντίδρασης του οποίου ήταν συγκρίσιμη με εκείνη των συνηθισμένων PC που είχαν φορτωθεί με παρόμοια προγράμματα.

Τέλος, θα θέλαμε να σας προτείνουμε να επισκεφθείτε το δικτυακό τόπο του Keith Pomakis (www.pomakis.com/~pomakis/c4) στον οποίο θα βρείτε το πρόγραμμα 'Connect 4'. Το πρόγραμμα αυτό, είναι ένα από τα λίγα, που βασίζεται σε ένα 'καθαρόαιμο' αλγόριθμο Alpha - Beta τον οποίο αξίζει να μελετήσετε. Σημειώνουμε πως η σχετική τεκμηρίωση διατίθεται δωρεάν. (030146-1)

Δικτυακές διευθύνσεις:

AVR Studio: www.atmel.com