

Ανακύκλωση οθονών

ένας φθηνός ελεγκτής LCD

Οι οθόνες LCD έχουν μπει για τα καλά στη ζωή μας. Σχεδόν όλες οι συσκευές διαθέτουν πλέον μια τέτοια, μικρή ή μεγάλη οθόνη. Αυτό είναι καλό, αφού αυτές οι οθόνες μπορούν πάντα να χρησιμοποιηθούν και για κάποια άλλη δουλειά. Βέβαια, για να την κάνουν θα πρέπει να διαθέτουν ενσωματωμένο ελεγκτή, που αν δεν τον έχουν είναι πρακτικά άχρηστες. Είναι, όμως, αλήθεια αυτό; Μήπως μπορούμε να υποκαταστήσουμε τα δυσεύρετα (ή και ανύπαρκτα) ολοκληρωμένα – ελεγκτές τύπου SMD, με κάποια άλλα απλούστερα και περισσότερο προσιτά; Στο άρθρο αυτό δίνουμε μερικές εναλλακτικές λύσεις. Αν σας κάνουν δεν έχετε παρά να τις δοκιμάσετε.

Αν η δουλειά σας ή το χόμπι σας έχει σχέση με μικροελεγκτές και οθόνες LCD, τότε σίγουρα θα έχετε ονειρευτεί το τι θα μπορούσατε να κάνετε όλες αυτές τις οθόνες που φιγουράρουν στις προσόψεις των ρολογιών, των παιχνιδιομηχανών, των φωτοτυπικών και άλλων συναφών συσκευών. Στην προσπάθειά σας να κάνετε το όνειρο πραγματικότητα αναζητάτε τα τεχνικά εγχειρίδια τους με την ελπίδα ότι θα καταφέρατε να τις συνδέσετε στο μικροελεγκτή της κατασκευής σας ή στον προσωπικό σας υπολογιστή. Σύντομα όμως απογοητεύεστε. Το μόνο που σας λένε, είναι ότι διαθέτουν μια είσοδο οριζόντιου συγχρονισμού, μια είσοδο κατακόρυφου και οκτώ γραμμές δεδομένων. Τι σημαίνουν όλα αυτά; Μα, ότι κυκλοφορούν χωρίς ενσωματωμένο ελεγκτή! Είναι πρακτικά άχρηστες ή μήπως όχι;

Για να καταφέρατε να δείτε έστω και μια φωτεινή γραμμή σε μια τέτοια οθόνη θα πρέπει να στείλετε σε αυτήν το ψηφιακό ισοδύναμο της με ρυθμό τουλάχιστον 50 επαναλήψεων / δευτερόλεπτο. Κάτι τέτοιο είναι πολύ εύκολο αν εργάζεστε σε μια βιομηχανία ηλεκτρονικών συσκευών και έχετε πρόσβαση σε εμπορικούς (και μη εμπορικούς) ελεγκτές οθονών κατασκευασμένους ειδικά γι' αυτήν τη δουλειά. Είναι όμως πολύ δύσκολο να το πετύχετε, αν είστε ένας απλός χομπίστας που έχει μάθει να δουλεύει με τα συνηθισμένα εξαρτήματα της αγοράς. Οι ελεγκτές οθονών LCD κατασκευάζονται συνήθως σε μορφή Tiny SMD και τις, περισσότερες φορές, έπειτα από παραγγελία μεγάλων εταιριών. Αυτό εξηγεί και την απουσία τους από την λιανική αγορά. Ευτυχώς, όμως, η τρέχουσα εξέλιξη της τεχνολογίας μας επιτρέπει να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε έναν τέτοιο ελεγκτή χρησιμοποιώντας συνηθισμένα υλικά που είναι σε όλους γνωστά.

Η ιδέα

Αυτό που μπορούμε να κάνουμε εύκολα είναι να οδηγήσουμε την οθόνη LCD με σειριακό τρόπο. Κάτι τέτοιο προϋποθέτει κατ' αρχήν τη χρήση μιας μνήμης RAM (βίντεο RAM) που θα

των Jeroen Domburg και Thijs Beckers

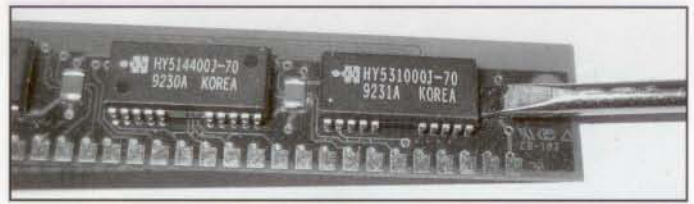
'κρατάει' το ψηφιακό ισοδύναμο της εικόνας. Θα χρειαστούμε ακόμα ένα κύκλωμα που θα στέλνει την παραπάνω εικόνα στην οθόνη αρκετές δεκάδες φορές κάθε δευτερόλεπτο, μια βαθμίδα παραγωγής σημάτων οριζόντιου και κατακόρυφου συγχρονισμού και, τέλος, μερικά ακόμα κυκλώματα που θα επιτρέπουν την εύκολη ανανέωση των περιεχομένων της μνήμης RAM έτσι ώστε να μπορούμε να εναλλάσσουμε τις απεικονιζόμενες εικόνες. Οι δύο τελευταίες λειτουργίες μπορούν να υλοποιηθούν σχετικά εύκολα με διακριτά ολοκληρωμένα κυκλώματα αλλά, όπως ήδη θα μαντέψατε, τα πράγματα απλοποιούνται σε μεγάλο βαθμό αν χρησιμοποιηθεί ένας AVR. Το μυστικό για την πλήρη αξιοποίηση του βρίσκεται στο κατά πόσο εύκολα μπορούμε να προσομοιώσουμε τις λειτουργίες των διακριτών εξαρτημάτων μέσω λογισμικού. Στην περίπτωση μας αποδείχθηκε πως ήταν μάλλον εύκολο. Διαλέξαμε, λοιπόν, έναν ATtiny2313 και προχωρήσαμε. Ο ATtiny2313 είναι ένα θαυμάσιο εξάρτημα, αλλά έχει ένα κακό: διαθέτει μόνο 15 ακίδες Εισόδου / Εξόδου που κρίνονται λίγες για την εφαρμογή μας. Αναλογιστείτε μόνο τις ανάγκες της βίντεο RAM που 'κρατάει' την εικόνα. Χρησιμοποιώντας μια των 16 Kbyte, επαρκή για μια οθόνη 320 x 240 εικονοστοιχείων, χρειαζόμαστε 14 γραμμές διευθύνσεων, 8 γραμμές δεδομένων και μερικές ακόμα για τα σήματα ελέγχου της. Αν σε αυτά προσθέσετε και τα σήματα ελέγχου που απαιτεί η ίδια η ίδια η οθόνη θα διαπιστώσετε πως το άθροισμα τους ξεπερνάει κατά πολύ αυτό των 15 ακίδων του επιλεγμένου μικροελεγκτή. Ένας μεγαλύτερος AVR θα ήταν ίσως μια λύση, όχι όμως η καλύτερη.

Έχοντας συνειδητοποιήσει ότι το μεγαλύτερο πλήθος σημάτων το 'κλέβει' η μνήμη, αναζητήσαμε μια περισσότερο 'βολική' από αυτήν που αναφέραμε παραπάνω. Ξεχάσαμε λοιπόν όλες τις στατικές (SRAM) και αρχίσαμε να ψάχνουμε για δυναμικές (DRAM). Οι τελευταίες καταφέρνουν και κάνουν την ίδια δουλειά με λιγότερες ακίδες και, σήμερα πια, το ίδιο γρήγορα με τις στατικές. Γνωρίζαμε βέβαια, ότι θα έπρεπε να πληρώσουμε το αντίτιμο γι' αυτήν την ευκολία. Όλες οι δυναμικές μνήμες

επικοινωνούν μέσω ενός 'ιδιόμορφου' διαύλου διευθύνσεων, ενώ για να καταφέρνουν να 'θυμούνται' ότι τους εμπιστευθήκαμε, απαιτούν τακτική αναζωογόνηση. Σχεδόν αμέσως όμως, αντιληφθήκαμε πως για τη δουλειά που τις θέλαμε, τα δύο παραπάνω μειονεκτήματα μας άφηναν αδιάφορους. Σε ότι αφορά στην αναζωογόνηση, αυτή πραγματοποιείται έτσι και αλλιώς αφού η μνήμη 'διαβάζεται' από την αρχή ως το τέλος κάθε 200 msec δίνοντας το περιεχόμενο της στην οθόνη. Σε ότι αφορά στον μη τυποποιημένο δίαυλο διευθύνσεων και πάλι δεν έχουμε πρόβλημα, αφού ο AVR δεν διαθέτει κανενός είδους δίαυλο διευθύνσεων! Για περισσότερες πληροφορίες σχετικές με την προσπέλαση των δυναμικών μνημών διαβάστε το ένθετο 'Η λειτουργία της μνήμης DRAM'.

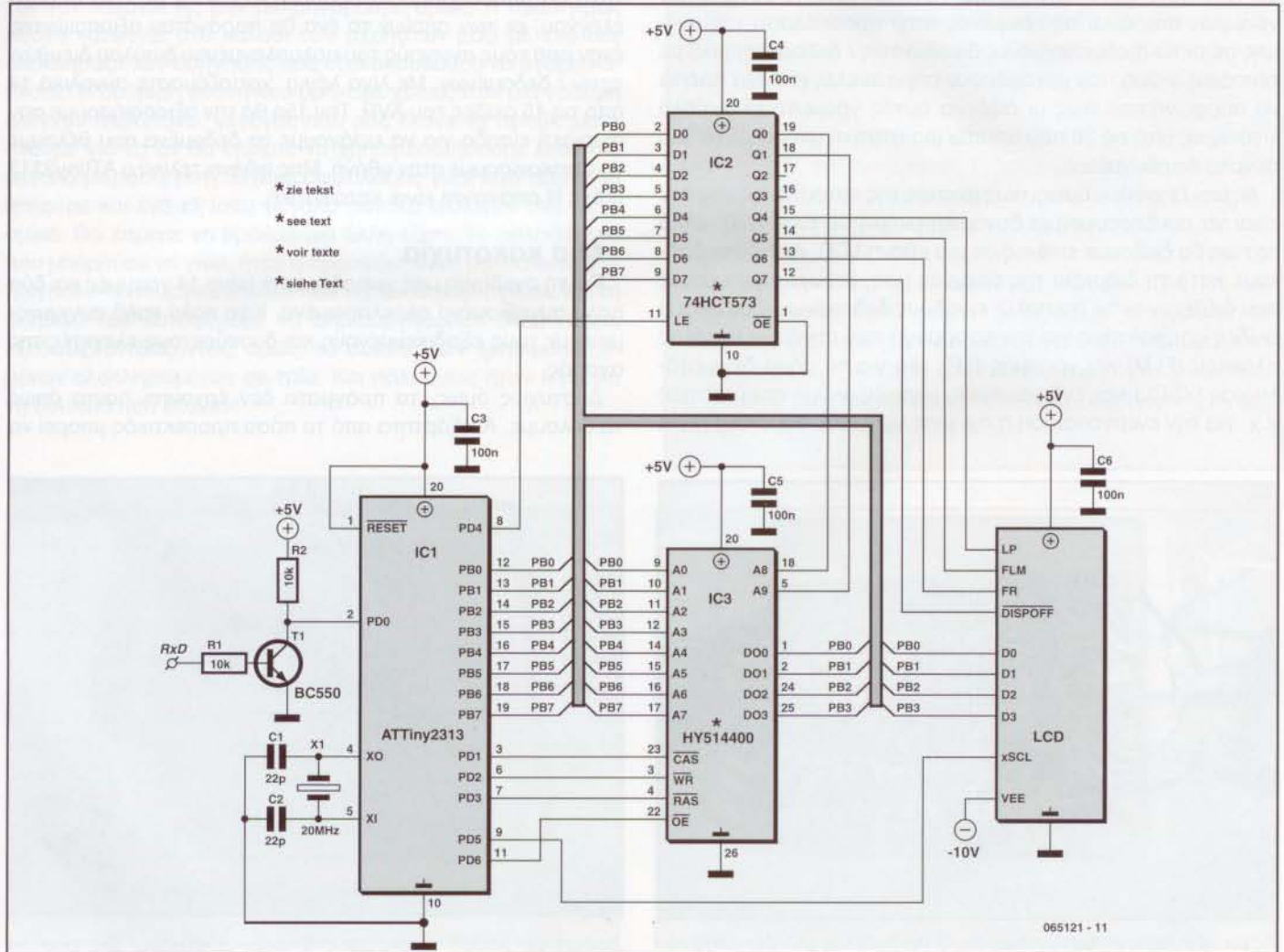
Έξυπνη χρήση

Για την προσπέλαση μιας μνήμης DRAM χρειαζόμαστε οκτώ γραμμές διευθύνσεων και τέσσερις δεδομένων (για τη μνήμη που επιλέξαμε). Τα δύο byte που μεταφέρουν την 16ψήφια πληροφορία διεύθυνσης δίνουν διαδοχικά το περιεχόμενο τους στις οκτώ ακίδες των διευθύνσεων της μνήμης κάτω από την σηματοδότηση των σημάτων ελέγχου /RAS και /CAS. Τα ση-

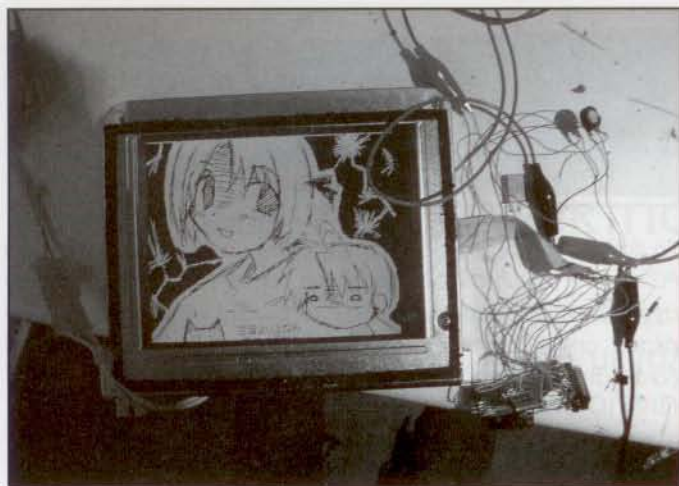


Το βασικότερο εξάρτημα μιας πλακέτας μνήμης κατάλληλης για PC είναι η μνήμη DRAM. Μια τέτοια μνήμη μπορείτε είτε να την αγοράσετε σαν μεμονωμένο ολοκληρωμένο είτε να την αφαιρέσετε από μια παλιά κάρτα υπολογιστή. Βεβαιωθείτε μόνο ότι ξεκολλάτε το σωστό ολοκληρωμένο.

ματα αυτά ενεργοποιούν δύο εσωτερικούς μανδαλωτές που 'θυμούνται' την 16ψήφια διεύθυνση καθόλη τη διάρκεια του κύκλου πρόσβασης. Από τη στιγμή που η διεύθυνση έχει ήδη αποθηκευτεί στους μανδαλωτές, κανείς δεν μας απαγορεύει να χρησιμοποιήσουμε τις ακίδες, που μέχρι τώρα αξιοποιήσαμε για τη μεταφορά της πληροφορίας διεύθυνσης για τα δεδομένα. Έτσι λοιπόν όταν ενεργοποιείται το σήμα /WE ή το /OE, οι γραμμές του διαύλου μας θα 'κουβαλούν' δεδομένα



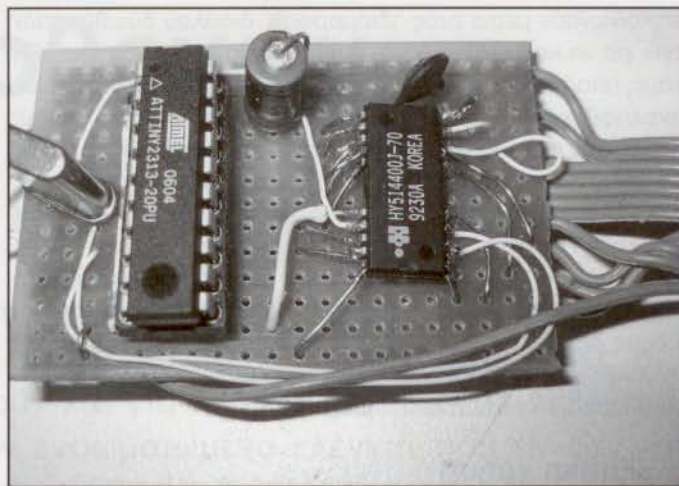
Σχ. 1. Το θεωρητικό διάγραμμα της κατασκευής. Αυτά που μας κάνουν εντύπωση είναι οι γραμμές του πολυπλεγμένου διαύλου και τα ολοκληρωμένα. Τα υπόλοιπα εξαρτήματα μετρώνται στα δάκτυλα του ενός χεριού.



Η πρώτη απόδειξη ότι η ιδέα μας μπορεί να γίνει πράξη. Η πρωτότυπη πλακέτα μας οδηγεί μια οθόνη LCD με οπίσθιο φωτισμό και ανάλυση 320 x 240.

είτε με κατεύθυνση τη μνήμη είτε με κατεύθυνση την οθόνη. Με το 'κόλπο' αυτό καταφέραμε να μειώσουμε το σύνολο των γραμμών που είναι αφιερωμένες στην προσπέλαση της μνήμης σε οκτώ (πολυπλεγμένες διευθύνσεις / δεδομένα) μαζί με τέσσερις ακόμα που μεταφέρουν σήματα ελέγχου. Θα πρέπει να συμφωνήσετε πως οι δώδεκα αυτές γραμμές είναι πολύ λιγότερες από τις 26 που απαιτεί μια στατική μνήμη με το ίδιο σύνολο διευθύνσεων.

Ας μην ξεχνούμε όμως, πως σκοπός της κατασκευής μας δεν είναι να συνδέσουμε μια δυναμική μνήμη σε έναν AVR, αλλά το πως θα δείξουμε εικόνες σε μια οθόνη LCD. Από όσες βρήκαμε κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας, ξεχωρίσαμε εκείνες που διέθεταν οκτώ (το πολύ) εισόδους δεδομένων, δύο ακόμα ακίδες απαραίτητες για την εφαρμογή των σημάτων έναρξης πλαισίου (FLM) και γραμμής (LP), μια για το σήμα δειγματοληψίας (XSCL) και, ενδεχομένως, μερικές ακόμα απαραίτητες π.χ. για την ενεργοποίηση ή όχι μιας γραμμής σάρωσης ή για



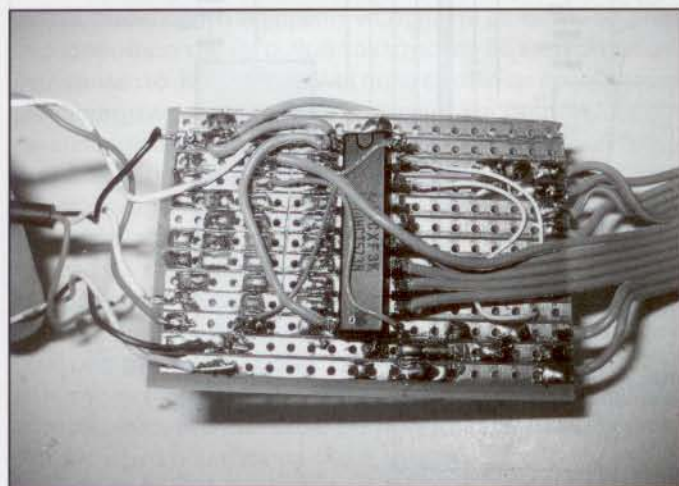
Το δεύτερο (και τελευταίο) κύκλωμά μας συναρμολογήθηκε πάνω σε μια διάτρητη πλακέτα γενικής χρήσης. Η χρήση μιας τυπωμένης πλακέτας είναι περιττή πολυτέλεια μιας που δεν χρησιμοποιήσαμε κανένα ολοκληρωμένο τύπου SMD.

την αντίστροφη της κάθε δύο πλαίσια. Με λίγο περισσότερο τύχη θα μπορούσαμε να βρούμε μια οθόνη με τρία σήματα ελέγχου, εκ των οποίων το ένα θα παραγόταν αξιοποιώντας έναν από τους αγωγούς του πολυπλεγμένου διαύλου διευθύνσεων / δεδομένων. Με λίγα λόγια, χρειαζόμαστε συνολικά 14 από τις 15 ακίδες του AVR. Την 15η θα την αξιοποιήσουμε σαν σειριακή είσοδο για να εισάγουμε τα δεδομένα που θέλουμε να απεικονίσουμε στην οθόνη. Μας φθάνει τελικά ο ATtiny2313 ή όχι; Η απάντηση είναι καταφατική.

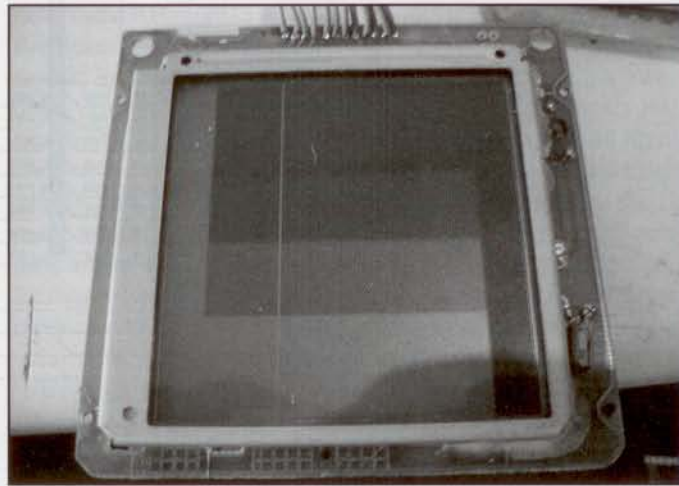
Μια κακοτυχία

Για τη σχεδίαση μας χρειαζόμαστε μόνο 14 γραμμές και δύο πολύ συνηθισμένα ολοκληρωμένα. Κάτι πολύ καλό συγκρινόμενο με τους εξειδικευμένους και δυσεύρετους ελεγκτές της αγοράς.

Δυστυχώς όμως, τα πράγματα δεν έρχονται πάντα όπως τα θέλουμε. Ανεξάρτητα από το πόσο προσεκτικός μπορεί να



Λόγω του περιορισμένου χώρου, ο πρόσθετος μανδαλωτής τοποθετήθηκε στο κάτω μέρος της πλακέτας. Η λύση αυτή μας δίνει μια πλακέτα με διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από αυτές ενός κουτιού σπριτων.



Δοκιμή με βάθος απόχρωσης 2 bpp. Δυστυχώς, μια από τις εσωτερικές βαθμίδες οδήγησης της οθόνης ήταν καταστραμμένη, γεγονός που εξηγεί την κατακόρυφη λευκή γραμμή. Δεν πειράζει όμως, Υπάρχουν άλλες 159.



1bpp

είναι κάποιος, αρκεί μια λανθασμένη σύνδεση για να δώσει το 'φιλί του θανάτου' σε μια κατασκευή. Και το σίγουρο είναι πως τα κυκλώματα ελέγχου οθονών δεν εξαιρούνται από αυτόν τον κανόνα. Ας μην μακρηγορούμε όμως; Η πρώτη μας οθόνη κατέληξε στο καλάθι των αχρήστων μαζί με ένα σετ ολοκληρωμένων οδηγήσεων που εξακολουθούσε να βγάζει καπνούς! Η δεύτερη οθόνη που βρήκαμε χρειαζόταν μια γραμμή ελέγχου παραπάνω, γεγονός που μας έκανε να προβληματιστούμε για το αν θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε έναν πιο μεγάλο μικροελεγκτή. Είχαμε επιφυλάξεις γιατί κάτι τέτοιο θα επέφερε και ένα εξ ίσου μεγάλο σύνολο αλλαγών στο λογισμικό. Θα έπρεπε να βρούμε μια άλλη λύση. Το απλούστερο που μπορούσε να γίνει, ήταν η προσθήκη ενός μανδαλωτή στο ήδη πολύ-λειτουργικό δίαυλο που είχαμε δημιουργήσει. Με τη βοήθειά του καταφέραμε να δημιουργήσουμε οκτώ ακόμα εξόδους, ανεβάζοντας, όμως, το σύνολο των χρησιμοποιούμενων ολοκληρωμένων σε τρία. Και πάλι όμως ήταν λίγα για τη δουλειά που έκαναν!



2 bpp

Λίγα λόγια για το συγγραφέα

Ο Jeroen Domburg είναι σπουδαστής στο Τεχνικό Πανεπιστήμιο του Enschede της Ολλανδίας. Το χόμπι του είναι οι κατασκευές με μικροελεγκτές, τα ηλεκτρονικά και οι υπολογιστές.

Από αυτή τη στήλη παρουσιάζει τις δικές του κατασκευές ή τις τροποποιήσεις διαφόρων κυκλωμάτων χωρίς αυτό να σημαίνει πως όλα όσα σημειώνει, είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμα. Τις περισσότερες φορές αποτελούν απλές προσεγγίσεις ενός θέματος για το οποίο θα πρέπει να λαμβάνονται όλες οι απαραίτητες προφυλάξεις σε ότι αφορά οποιαδήποτε χρήση. Αυτό όμως δεν πρέπει να θεωρηθεί σαν αρνητικό. Από τη στιγμή που η δημοσιευμένη κατασκευή κάνει τη δουλειά για την οποία φτιάχτηκε, ο σκοπός έχει πραγματοποιηθεί. Εσείς, θα πρέπει απλώς, να φροντίσετε για τις ...αδυναμίες της



3 bpp



4 bpp

Το υλικό

Από τη στιγμή που περιγράψαμε με τόσες λεπτομέρειες τις λειτουργίες του ελεγκτή μας, το διάγραμμα του σχ. 1 θα πρέπει να θεωρείται ήδη γνωστό. Ο απομονωτής εισόδου που κατασκευάζεται γύρω από το τρανζίστορ T1 μετατρέπει τις στάθμες RS232 σε TTL ,αντιληπτές (και μη καταστροφικές) από το μικροελεγκτή. Στην περίπτωση που πομπός της σειριακής πληροφορίας δεν είναι ο προσωπικός μας υπολογιστής αλλά ο μικροελεγκτής μιας άλλης κατασκευής, μπορεί κάλλιστα να παραληφθεί χωρίς κανένα πρόβλημα. Το μόνο που πρέπει να γίνει, είναι μια μικρή παρέμβαση στο λογισμικό για να αντισταθμιστεί η αναστρέφουσα συμπεριφορά του.. Το IC1 οδηγεί όλα τα άλλα ολοκληρωμένα της κατασκευής, ενώ ταυτόχρονα παράγει και τα σήματα ελέγχου μέσω των οποίων μεταφέρονται τα σειριακά δεδομένα εισόδου στην οθόνη LCD. Το IC2 είναι ένας συνηθισμένος μανδαλωτής τύπου 74HC573, ο οποίος αντικαθίσταται πολύ εύκολα από έναν 74HC373 αν σας εξυπηρετεί η διαφορετική διάταξη των ακίδων του. Τέλος, το IC3 είναι μια δυναμική μνήμη τύπου HY514400, που την 'δαμνιστήκαμε' από μια πλακέτα EDO-RAM ενός αχρηστευμένου PC. Αν δεν είστε εξοικειωμένοι με το κόψε - ράψε των παλιών PC, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιαδήποτε δυναμική RAM χωρητικότητας 64K x 4 βρείτε στην αγορά.

Τα σήματα ελέγχου της οθόνης σημειώνονται με τα ονόματα LP, FLM, FR XSCL αλλά είναι πολύ πιθανό να βρείτε οθόνες που θα τα προσδιορίζουν με διαφορετικά ονόματα όπως π.χ. HSYNC, VSYNC, M ή CP1, CP2 και S. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτά θα πρέπει να μελετήσετε το τεχνικό εγχειρίδιο της οθόνης. Εκεί θα μάθετε την ακριβή σημασία των παραπάνω σημάτων καταλήγοντας σε χρήσιμα συμπεράσματα για τους τρόπους που μπορούν να οδηγηθούν.

Το λογισμικό

Τόσες πολλές λειτουργίες από ένα τόσο 'μικρό' μικροελεγκτή δεν θα μπορούσαν να γίνουν ποτέ πραγματικότητα αν δεν καταφεύγαμε σε μερικά έξυπνα τεχνάσματα. Το πρόγραμμα δαπανά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου του τροφοδοτώντας με δεδομένα την οθόνη. Από τη στιγμή που ο μικροελεγκτής ξεκαθαρίζει για το ποια θα είναι η γραμμή σάρωσης που πρέπει να φωτίσει στην οθόνη, στέλνει τον αύξοντα αριθμό της στην RAM ενεργοποιώντας το σήμα /RAS. Στη συνέχεια θα πρέπει να στείλει σε αυτήν τον αύξοντα αριθμό της τετράδας των προς απεικόνιση εικονοστοιχείων πάνω στην συγκεκριμένη γραμμή. Αυτό το επιτυγχάνει στέλνοντας στην RAM τον παραπάνω αριθμό ενεργοποιώντας ταυτόχρονα το σήμα /CAS. Μετά από λίγα nsec η τετράδα βγαίνει από την μνήμη και οδηγείται στην οθόνη για απεικόνιση. Με αυτόν τον τρόπο απλουστεύεται το λογισμικό, αφού μειώνεται δραστικά το πλήθος των εντολών απόφασης, ενώ αυξάνεται σημαντικά ο ρυθμός ανανέωσης των πλαισίων. Η υψηλή ταχύτητα διαμεταγωγής δεδομένων προς την οθόνη κάνει δύσκολη έως αδύνατη την κλήση υπορουτινών εξυπηρέτησης διακοπών προερχόμενων από τη σειριακή θύρα. Για το λόγο αυτό, οι ακολουθίες των δυαδικών ψηφίων που φθάνουν στην πλακέτα μας αποθηκεύονται πρώτα στην προσωρινή μνήμη της σειριακής βαθμίδας του μικροελεγκτή. Μόλις ο AVR τερματίσει την αποστολή δεδομένων στην οθόνη, μεταφέρει τον αποθηκευμένο χαρακτήρα κατ' ευθείαν στη μνήμη με μια μόνο κίνηση. Η τακτική αυτή εξασφαλίζει τη μικρότερη δυνατή αλλοίωση των

περιεχομένων της οθόνης κατά τη διάρκεια της ανανέωσης των πλαισίων.

Επιστρέφοντας και πάλι στο θεωρητικό διάγραμμα, παρατηρούμε πως δύο γραμμές της RAM, οι A8 και A9, δεν οδηγούνται από τον AVR, αλλά από τις εξόδους του μανδαλωτή. Με τη βοήθεια τους καθίσταται δυνατή η επιλογή μιας από τέσσερις διαφορετικές 'σελίδες' μέσα στη μνήμη. Αν για οποιονδήποτε λόγο, τροποποιηθούν οι λογικές στάθμες που εφαρμόζονται σε αυτές τις ακίδες, η οθόνη θα δέχεται δεδομένα από μια διαφορετική περιοχή (σελίδα) της μνήμης RAM, εμφανίζοντας τελείως διαφορετικό περιεχόμενο. Θα αναρωτιέστε βέβαια, σε τι μας χρησιμεύει κάτι τέτοιο. Αν το λογισμικό του μικροελεγκτή έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να δείχνει εναλλάξ ένα πλαίσιο από τη σελίδα 0 και ένα πλαίσιο από την σελίδα 1, τότε είναι πολύ εύκολο να κάνετε την οθόνη σας να δείχνει αποχρώσεις του γκριζου! Αν το ίδιο εικονοστοιχείο είναι δηλωμένο σαν φωτεινό και στις δύο σελίδες, τότε θα φαίνεται στο ανθρώπινο μάτι ότι είναι 100% λαμπερό. Αν είναι δηλωμένο ως φωτεινό μόνο στην σελίδα 0 θα φαίνεται λαμπερό στο 66% της μέγιστης φωτεινότητάς του, ενώ αν έχει δηλωθεί φωτεινό μόνο στην σελίδα 1 θα φαίνεται να ανάβει μόνο στο 33% της έντασής του. Η αδυναμία του ματιού να καταλάβει το πότε το εικονοστοιχείο είναι φωτεινό και πότε σκοτεινό, σε συνδυασμό με τον υψηλό ρυθμό ανανέωσης είναι εκείνη που δίνει την αίσθηση του γκριζου. Η τακτική αυτή όσο εντυπωσιακά αποτελέσματα και αν δίνει, 'φορτώνει' το μικροελεγκτή με αρκετούς μπελάδες μιας που θα πρέπει για κάθε εισερχόμενη οκτάδα δυαδικών ψηφίων να κάνει δύο καταχωρήσεις: μια στη μνήμη 0 και μια στη μνήμη 1. Για μια οθόνη 160 x 160 εικονοστοιχείων ο χρόνος που απαιτείται για το 'γέμισμα' των δύο σελίδων είναι της τάξης του δευτερολέπτου.

Για να πάρετε μια ιδέα των αποχρώσεων που μπορούν να επιτευχθούν με αυτόν τον τρόπο, έχουμε συμπεριλάβει πρόσθετους τρόπους λειτουργίας που βασίζονται σε τρεις ή και σε τέσσερις σελίδες. Οι τρόποι αυτοί δίνουν βάθος απόχρωσης 3 ή 4 ψηφίων ανά εικονοστοιχείο (bit per pixel, bpp). Αν επιλεγεί βάθος 4 bpp με ταυτόχρονη ενεργοποίηση θάμβωσης, η εικόνα που βλέπουμε δεν θα έχει τίποτα να ζηλέψει από μια ασπρόμαυρη φωτογραφία.

Κάθε όμως προσπάθεια βελτίωσης της εικόνας έχει και το κόστος της. Για κάθε μια πρόσθετη σελίδα ο ρυθμός ανανέωσης των πλαισίων μειώνεται κατά 50%. Το αποτέλεσμα της μείωσης εκδηλώνεται με αυξημένο τρεμουλιασμα των έντονα σκοτεινών και φωτεινών εικονοστοιχείων της οθόνης. Για το λόγο αυτό, στην τελευταία έκδοση του λογισμικού μας, αφήνουμε το χρήστη να επιλέγει το ποιο είναι εκείνο το βάθος απόχρωσης που θέλει να χρησιμοποιήσει σύμφωνα με το περιεχόμενο της απεικονιζόμενης εικόνας, το ρυθμό ανανέωσης των πλαισίων ή, τέλος, του χρόνου 'γέμισματος' της μνήμης RAM.

Η σειριακή διασύνδεση με τον PC αποτελεί μια πολύ απλή υπόθεση. Αρκεί να χρησιμοποιήσετε ένα πρόγραμμα προσομοίωσης τερματικού (π.χ. το HyperTerminal των Windows ή το vTerm του Linux) το οποίο θα πρέπει να έχετε ρυθμίσει για ρυθμό μετάδοσης 115200 baud, πλαίσια των 8 ψηφίων χωρίς ισотиμία και 1 ψηφίο λήξης. Τα δεδομένα μεταφέρονται σε δυαδική μορφή, μια γραμμή κάθε φορά. Το πρώτο byte επιτρέπει το συγχρονισμό πομπού και δέκτη έχοντας πάντα την τιμή 0xA5. Ακολουθείται από ένα ακόμα το οποίο προσδιορίζει τη

σελίδα μνήμης στην οποία θα καταγραφούν τα χρήσιμα δεδομένα. Ένα τρίτο byte προσδιορίζει το ακριβές σημείο της γραμμής (στήλη) της οθόνης LCD στο οποίο θα εμφανιστούν ως φωτεινά / σκοτεινά εικονοστοιχεία τα δεδομένα που ακολουθούν.

Τα ψηφία ανά εικονοστοιχείο (βάθος απόχρωσης) μπορείτε να τα δηλώσετε εισάγοντας ένα σύνολο byte αμέσως μετά το byte συγχρονισμού. Το πρώτο byte έχει πάντα τιμή 0xFE, αφήνοντας το δεύτερο να προσδιορίζει το επιθυμητό βάθος σε δυαδική μορφή. Αν όλα αυτά σας φαίνονται πολύπλοκα, ρίξτε μια ματιά στους κώδικες που σημειώνονται στις παραπομπές [1] και [2]. Από την διεύθυνση που τους φιλοξενεί, μπορείτε επίσης, να 'κατεβάσετε' δωρεάν και το πλήρες λογισμικό της κατασκευής.

Επεκτάσεις

Τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό της εφαρμογής μας σχεδιάστηκαν έχοντας κατά νου οθόνες LCD τεσσάρων ψηφίων για τις οποίες προτιμήθηκαν μνήμες αντίστοιχης οργάνωσης. Αυτή η προτίμηση δεν πρέπει να θεωρηθεί σαν κάποιος έμμεσος ή άμεσος περιορισμός. Μπορείτε θαυμάσια να επεκτείνετε τη σχεδίαση ώστε να συμπεριλάβει οθόνες των οκτώ ψηφίων ή / και μνήμες των οκτώ ψηφίων. Μια μνήμη οκτώ ψηφίων μπορεί να υλοποιηθεί είτε μέσω ενός μοναδικού ολοκληρωμένου ισάριθμων ακίδων δεδομένων είτε με τη βοήθεια δύο διακριτών με τέσσερις ακίδες του ίδιου τύπου. Στη δεύτερη περίπτωση, οφείλετε να παραλληλίσετε τις γραμμές διευθύνσεων των δύο μνημών, ξεχωρίζοντας μόνο αυτές των δεδομένων. Στη συνέχεια μπορείτε να θεωρήσετε τις δύο τετράδες σαν ένα ενιαίο οκταψήφιο δίαυλο δεδομένων. Με ανάλογο τρόπο 'κατασκευάζεται' μια ισοδύναμη μνήμη των τεσσάρων ψηφίων έχοντας σαν πρώτη ύλη ολοκληρωμένα του ενός ψηφίου. Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τέσσερα ίδια ολοκληρωμένα και να κάνετε ορισμένες μικρές αλλαγές στο λογισμικό.

Λειτουργία των δυναμικών μνημών

Εκτός από τις γνωστές ακίδες διευθύνσεων και δεδομένων, οι δυναμικές μνήμες RAM (DRAM) διαθέτουν αρκετές πρόσθετες ακίδες ελέγχου (/RAS, /CAS, /WE, /OE). Κύριο γνώρισμά τους αποτελεί η πολυπλεξία των σημάτων διεύθυνσης, γεγονός που επιτρέπει σε μια μνήμη 64K να διευθυνοιοδοτείται μέσω οκτώ, μόλις, ακίδων. Η εισαγωγή της 16ψήφιας διεύθυνσης πραγματοποιείται σε δύο φάσεις: πρώτα εφαρμόζονται στις οκτώ ακίδες της τα οκτώ χαμηλότερα ψηφία της διεύθυνσης με ταυτόχρονη ενεργοποίηση του σήματος /RAS και στη συνέχεια τα οκτώ υψηλότερα με ενεργοποίηση του /CAS. Αμέσως μετά ακολουθεί η ανάγνωση των δεδομένων από την προσδιορισμένη διεύθυνση με την ενεργοποίηση του σήματος /OE. Αν αντί για ανάγνωση το ζητούμενο είναι η εγγραφή δεδομένων, τότε εφαρμόζονται τα τελευταία στις ομώνυμες ακίδες και ενεργοποιείται το σήμα /WE.

Δικτυακοί συνδεσμοί:

[1] sprite.student.utwente.nl/~jeroen/projects/lcdc-avr

[2] www.elektor.gr

Αγγελία

Radio Link 12 GHz ζευγάρι με δύο πιάτα ενός μέτρου πωλείται 1450€
τηλ 6948933939 Κώστας Φίλιππας Ν.Σμύρνη Αθήνα