

Μεταγλώττιση: Τάσος Θωμαΐδης, SV8YM

Το σύστημα MSIA για την αποδοτικότερη εξάσκηση στη λήψη κώδικα Morse

Ενδιαφέρεστε να μεγιστοποιήσετε γρήγορα τις επιδόσεις σας στη λήψη κώδικα Morse; Η συσκευή MSIA μπορεί να σας βοηθήσει διεγείροντας ταυτόχρονα τρεις αισθήσεις σας κατά τη λήψη γρήγορης τηλεγραφίας (ακοή, όραση, αφή), “απογειώνοντας” την ταχύτητά σας!

Το παρουσιαζόμενο σύστημα MSIA (*MultiSensory Injection Aid*, Πολυαισθητηριακό Βοήθημα Μάθησης) είναι ένα ειδικό βοήθημα μάθησης που προορίζεται για χρήση κατά την εκμάθηση λήψης τηλεγραφικού κώδικα Morse με μεγάλη ταχύτητα (HST, high speed telegraphy).

Στην τηλεγραφία Morse χρησιμοποιείται ως αισθητήριο το αυτί και μερικές φορές το μάτι (φωτεινός σηματοδότης Aldis). Παλιότερα χρησιμοποιήθηκαν και ταινίες με εκτυπωμένα σήματα (τελείες και παύλες) που περνούσαν με μεγάλη ταχύτητα μπροστά από τα μάτια ενός δακτυλογράφου.

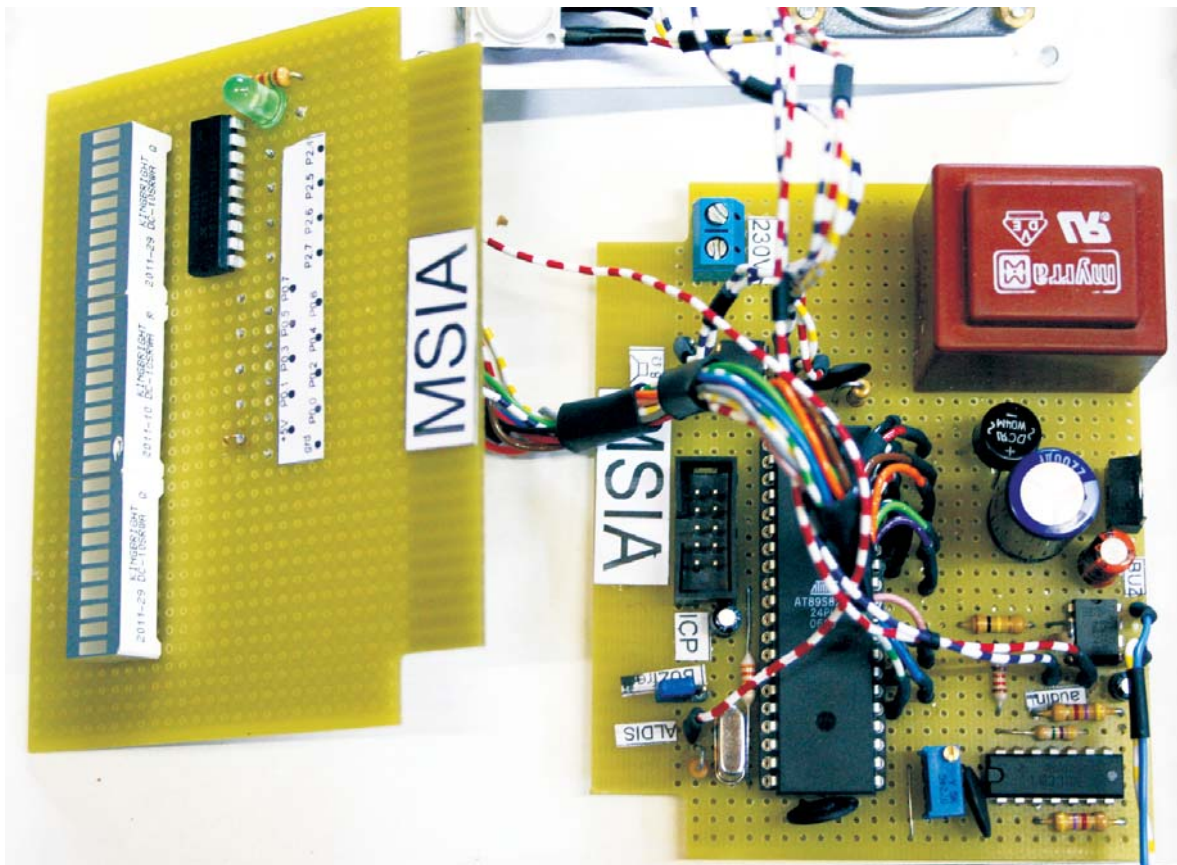
Όταν εξασκείστε για να αυξήσετε την ταχύτητά σας στη λήψη, τίθεται το ερώτημα αν θα μπορούσε να επιταχυνθεί η πρόοδος εκμάθησης και η ταχύτητά σας όταν το σήμα Morse εφαρμόζεται σε περισσότερες από μια ανθρώπινες αισθήσεις ταυτόχρονα. [1]

Έχουμε 5 αισθήσεις (μερικοί άνθρωποι έχουν 6!) και το σύστημα MSIA σας επιτρέπει να εφαρμόσετε ένα σήμα Morse ταυτόχρονα σε τρεις αισθήσεις: στην ακοή, στην όραση και την αφή.

Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε στις αρχές του 2010, κατ' απαίτηση ενός ραδιοερασιτέχνη που χρησιμοποιούσε το ψευδώνυμο Digibeeet και βρισκόταν στη ραδιοχώρα Elbonia, όπως μου έγραψε. Ακόμα και μετά από σχεδόν 60 χρόνια ως ραδιοερασιτέχνης, η ραδιοχώρα αυτή συγκαταλέγεται ανάμεσα στις υπόλοιπες 300 που μου λείπουν. Στις 31 Μαρτίου 2010 ανάρτησε στον ιστότοπο www.lcwo.net τις ευχαριστίες του για τα αποτελέσματα που



Η συσκευή MSIA έτοιμη για χρήση. Η οθόνη LED είναι στο πάνω μέρος, η πράσινη LED Aldis από κάτω και δεξιά της, ενώ το μεγάφωνο είναι εμπρός, μαζί με το κονέκτορ RCA για το σήμα εισόδου και το ποτενσιόμετρο volume.



Οι δυο διάτρητες πλακέτες που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή. Αριστερά, η πλακέτα της οθόνης διόδων LED και της LED Aldis, δεξιά η πλακέτα του κυκλώματος του μικροελεγκτή και των περιφερειακών του κυκλωμάτων.

πέτυχε με το MSIA, και τα οποία του επέτρεψαν να επιτύχει συντομότερα το στόχο του και να σταματήσει την εξάσκηση στον ιστότοπο εκείνο πιο νωρίς από το αναμενόμενο. Δημοσίευσε εκεί να συγκεντρωτικά γραφήματα των επιδόσεών του, που προφανώς απεδείκνυαν ότι οι ισχυρισμοί του για την αποτελεσματική υποβοήθηση από τη συσκευή MSIA ήταν έγκυροι. Μέχρι τη στιγμή εκείνη, το σχέδιο της συσκευής δεν είχε δημοσιευθεί. Όλα τα δεδομένα για το σχεδιασμό του είχαν αποσταλεί μέσω του Internet κι εγώ δεν είχα αντίγραφο, επειδή ο σκληρός μου δίσκος αργότερα έπαθε βλάβη. Λόγω ενός πρόσφατου αιτήματος από την SV2KBS συνέλεξα και πάλι τα διάσπαρτα δεδομένα και τα δημοσιεύω εδώ.

Απόψεις του σχεδιασμού

Το εύρος ζώνης συχνοτήτων του ανθρώπινου αυτιού είναι φυσιολογικά πάνω από 3 KHz, μειώνεται στη διάρκεια της ζωής από 20 kHz σε κάτω από

3 KHz, οπότε οι άνθρωποι έχουν ανάγκη τα βοηθήματα ακοής και δεν μπορούν να κατανοήσουν την ομιλία σε ένα θορυβώδες κοινωνικό περιβάλλον.

Η τηλεγραφία Morse μεγάλης ταχύτητας, π.χ. 1000 χαρακτήρες ανά λεπτό με το πρότυπο PARIS έχει ρυθμό μετάδοσης 167 baud. Ο ρυθμός μετάδοσης (baud rate) είναι ο αριθμός των συντομότερων στοιχείων σήματος ανά δευτερόλεπτο. Ένα συμμετρικό ορθογωνικό κύμα συχνότητας 83 Hz έχει τον ίδιο ρυθμό μετάδοσης και θα μπορούσε να είναι μια αναπαράσταση μιας σειράς τελειών στην ταχύτητα εκείνη.

Έτσι, το αυτί είναι καταρχή φυσιολογικά ικανό να παρακολουθήσει αυτή την ταχύτητα, όπως και να συλλάβει το πλήρες εύρος ζώνης συχνοτήτων του σήματος όταν είναι διαμορφωμένο 100% κατά πλάτος με έναν ακουστικό τόνο (τηλεγραφία on-off).

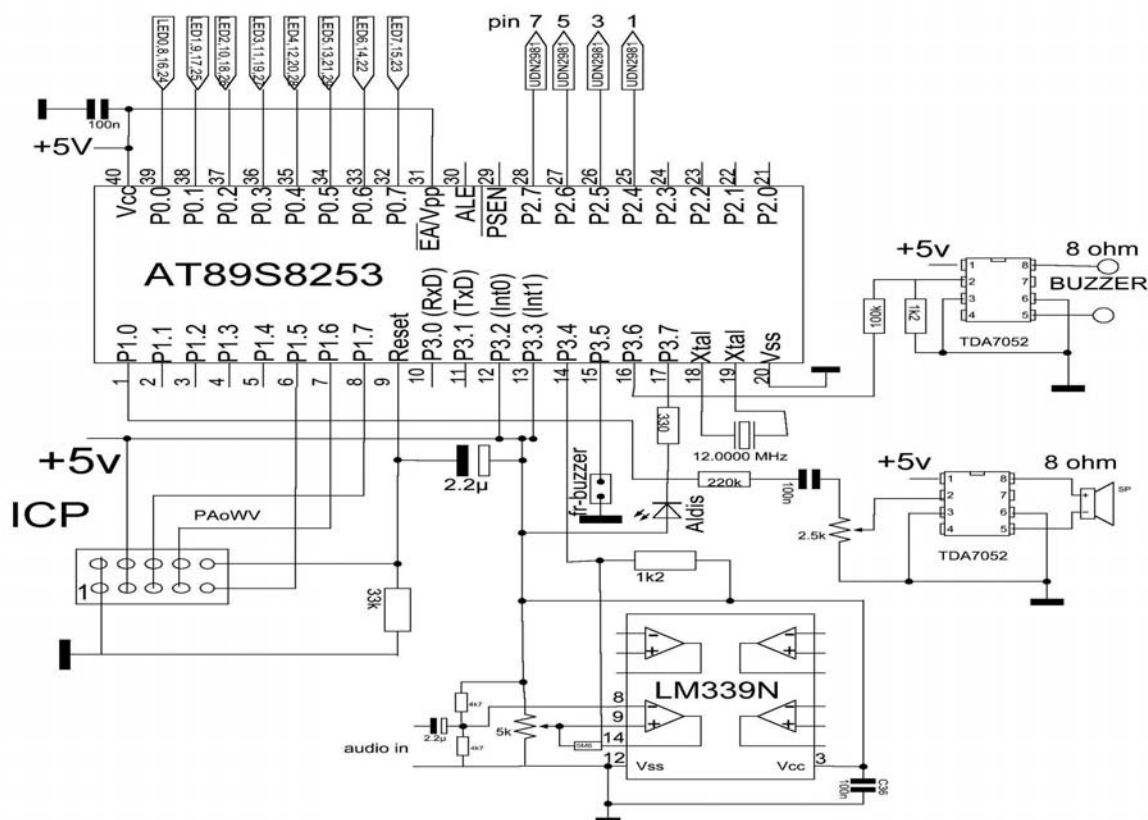
Όσον αφορά το μάτι, γνωρίζουμε ότι χρησιμοποιείται για τη λήψη σημάτων Morse μέσω του σηματοδότη Aldis σε πλοία, με το άνοιγμα και κλείσιμο ενός

χειροκίνητου κλείστρου, με μια ταχύτητα όχι μεγαλύτερη από 10 μεταβολές το δευτερόλεπτο.

Όμως, όταν εφαρμόσουμε ένα φωτεινό σήμα με τη μορφή ενός τετραγωνικού κύματος συχνότητας 83 Hz, όπως μπορούμε εύκολα να κάνουμε με μια δίοδο LED, το μεταίσθημα του ματιού προκαλεί ολοκλήρωση (άθροιση) του σήματος και το μυαλό μας το αντιλαμβάνεται ως μια σταθερή φωτεινή πηγή με το μισό του πλάτους κορυφής.

Έτσι, μια λύση θα ήταν να χρησιμοποιήσουμε μια σειρά από LED που θα άναβαν από αριστερά προς τα δεξιά σε συνάρτηση του χρόνου, σαν κάποιο είδος παλμογράφου «μιας βολής», που λειτουργεί μόνο στη διάρκεια του χρόνου εκπομπής του χαρακτήρα. Στην πράξη, αυτό είναι σχεδόν πανομοιότυπο με τον τρόπο που ο δακτυλογράφος διάβαζε τον κώδικα Morse από την γρήγορα κινούμενη χάρτινη ταινία με τις εκτυπωμένες τελείες και παύλες.

Το σήμα Morse θα πρέπει και στις δυο πιο πάνω περιπτώσεις να είναι στη



Σχήμα 1. Το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος στην πλακέτα του μικροελεγκτή. Οι περισσότερες λειτουργίες εκτελούνται από τον μικροελεγκτή, οπότε το κύκλωμα είναι απλό στην υλοποίηση, η οποία μπορεί να γίνει εύκολα σε μια απλή διάτρητη πλακέτα. Ο συγγραφέας τοποθέτησε στην πλακέτα αυτή και το τροφοδοτικό (Σχ. 2).

βασική του μορφή (όχι διαμορφωμένο από ακουστικό τόνο), ώστε να επιτευχθεί το ισοδύναμο μεγάλης ταχύτητας του φωτεινού σηματοδότη Aldis.

Τέλος, η αίσθηση της αφής απαιτεί κάποιο είδος βομβητή σε επαφή με ένα δάκτυλο ή άλλο μέρος του σώματος που είναι κατάλληλο για την αίσθηση του σήματος. Παρόλο που εδώ ο μετατροπέας (βομβητής) πρέπει να είναι σε θέση να μεταγεται γρήγορα μεταξύ των θέσεων on-off, ένας κοινός βομβητής πιθανότατα δεν μπορεί να το κάνει με συχνότητα 83 Hz. Έτσι, μια καλύτερη λύση είναι ένα μεγάφωνο, όταν αγγίζουμε τον κώνο με τα δάκτυλα ή το τοποθετούμε σαν “καπέλο” στο κεφάλι.

Πιστεύω ότι ο χρήστης θα χρειάζεται τη δυνατότητα να επιλέγει τη συχνότητα του μετατροπέα (δονητή) αφής. Αυτό σημαίνει ότι ο κώνος του μεγάφωνου θα μπορούσε να κινείται μέσα – έξω στο ρυθμό των σημάτων Morse, ή να δονείται σε χαμηλή συχνότητα στο ρυθμό των σημάτων. Και στις δυο περιπτώσεις η συχνότητα τόνου του μετα-

τροπέα (μεγαφώνου) μπορεί να ρυθμιστεί μεταξύ 0 (όχι τόνος) και 600 Hz.

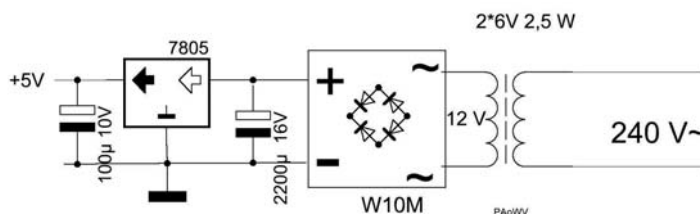
Τα απαιτούμενα σήματα εισόδου

Τα σήματα που χρειάζονται για τους σκοπούς της αυτοεκπαίδευσης λήψης σημάτων Morse με μεγάλη ταχύτητα χωρίς QRM, είναι “καθαρά” σήματα με μεγάλο λόγο σήματος προς θόρυβο, τα οποία εκπέμπονται συνήθως από έναν υπολογιστή μέσω της εξόδου γραμμής (Line Output) ή της εξόδου ακουστικών, με σταθερή συχνότητα τόνου και ταχύτητα στη διάρκεια μιας συνεδρίας εκπαίδευσης. Η χρησιμότητα της συσκευής MSIA θα είναι μεγαλύτερη

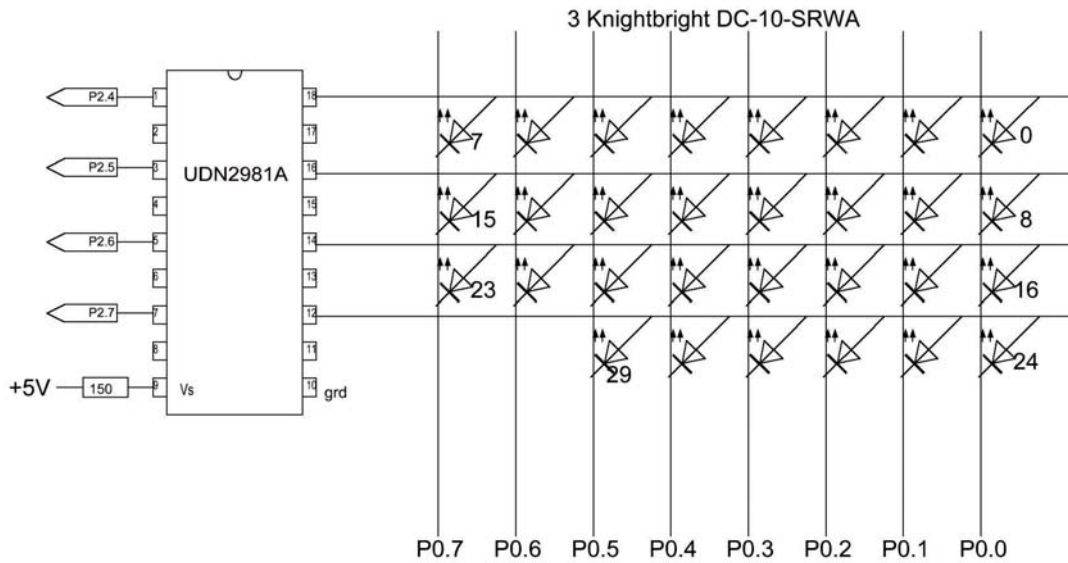
όταν επιτρέπονται μικρές αυξήσεις ή μειώσεις της ταχύτητας ανά λέξη, ώστε να προκύπτει μια προσαρμοστική συμπεριφορά.

Προκαταρκτικός σχεδιασμός

Η είσοδος είναι ένα καθαρό διαμορφωμένο κατά πλάτος ημιτονικό σήμα που εμφανίζεται στο ρυθμό τελείας - παύλας (on-off keying) από έναν υπολογιστή (εξόδου γραμμής ή ακουστικών). Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται τα προβλήματα που θα δημιουργούσαν οι αναπηδήσεις μιας μηχανικής επαφής. Το σήμα αυτό περιορίζεται από έναν συγκριτή LM339N. Η έξοδος του συ-



Σχήμα 2. Το τροφοδοτικό της συσκευής MSIA.



Σχήμα 3. Το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος για την πλακέτα της οθόνης LED.

κριτή είναι χαμηλή όταν το ημιτονικό σήμα εισόδου παίρνει τιμή > 0 και υψηλή όταν το ημιτονικό σήμα εισόδου παίρνει τιμή ≤ 0 .

Από εδώ και πέρα “υψηλή” μπορεί να σημαίνει δυο πράγματα: ότι δεν υπάρχει σήμα (κενό διάστημα) ή ότι το ημιτονικό σήμα εισόδου βρίσκεται στην αρνητική ημιπερίοδο.

Για το λόγο αυτό χρειαζόμαστε μια λειτουργία συγκράτησης, η οποία να κρατά το σήμα εξόδου του συστήματος σε χαμηλό επίπεδο στη διάρκεια της αρνητικής ημιπεριόδου. Το σήμα συγκράτησης θα πρέπει να έχει χρονική διάρκεια ίση με το μισό τουλάχιστον της περιόδου του σήματος εισόδου.

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κατώτατη συχνότητα του σήματος εισόδου θα είναι 200 Hz, οπότε το σήμα συγκράτησης θα πρέπει να έχει διάρκεια τουλάχιστον 2.5 ms.

Όταν επιμηκύνουμε το mark κατά το χρόνο συγκράτησης, το επόμενο space θα έχει βραχυνθεί κατά το χρόνο εκείνο.

Έτσι, το συμπέρασμα είναι ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα χρόνο συγκράτησης, αλλά θα πρέπει να βραχύνουμε το μετρημένο χρόνο mark κατά το χρόνο αυτόν και να τον προσθέσουμε στο μετρούμενο χρόνο space. Η αντιστάθμιση αυτή μπορεί να γίνει πιο εύκολα καθυστερώντας την εμφάνιση του σήματος mark κατά το χρόνο συγκράτησης των 2.5 ms κι επίσης σταματώντας το σήμα mark 2.5 ms μετά από την παύση του σήματος εισόδου.

Για να αποτραπεί το σήμα εισόδου να μην είναι συγχρονισμένο με το σήμα αφής και το οπτικό σήμα, μπορεί να παράγεται ένας ακουστικός πλάγιος τόνος (sidetone), καθυστερημένος κατά το ίδιο χρονικό διάστημα και με σταθερή συχνότητα. Αυτό το σήμα πρέπει να είναι χαμηλής έντασης και να υπάρχει έλεγχος του όγκου του ήχου (volume control), με το πλεονέκτημα ότι το επίπεδο του ηχητικού σήματος από τον υπολογιστή μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε η αοψλοκωδικοποίηση να λειτουργεί αξιόπιστα, και κατά συνέπεια η έξοδος να είναι κανονικός κώδικας Morse.

Όμως, ο πλάγιος τόνος είναι απλά ένα ακουστικό σήμα on-off, ώστε για εξάσκηση κώδικα Morse με μεγάλη ταχύτητα μπορεί γενικά να μην είναι επαρκές. Καλύτερα είναι να χρησιμοποιούνται ακουστικά συνδεδεμένα απευθείας στην πηγή του σήματος Morse.

Έτσι, έχουμε τρεις εξόδους: Ένα σήμα πλάγιου τόνου σταθερής συχνότητας με έλεγχο volume, μια οθόνη με πολλές φωτεινές διόδους LED και μια έξοδο αφής με το μεγάφωνο ως μετατροπέα, που λειτουργεί με ρυθμιζόμενη συχνότητα δόνησης. Υπάρχει και μια τέταρτη έξοδος, η διόδος LED που αποδίδει οπτικά τις τελείες - παύλες (“Aldis-LED”), η οποία αναβοσβήνει σύμφωνα με την περιβάλλουσα του σήματος εισόδου. Αυτή η έξοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις μικρότερες ταχύτητες εξάσκησης, ή απλά για να διαπιστώσουμε ότι μια απλή φωτεινή ένδειξη με

LED δεν μπορεί να αποδώσει τις επιθυμητές οπτικές πληροφορίες με τηλεγραφία μεγάλης ταχύτητας!

Το σήμα on-off του δονητή τροφοδοτείται επίσης σε μια ξεχωριστή έξοδο 8 ωμ, ώστε ο χρήστης μπορεί να πειραματιστεί με άλλους τύπους μετατροπέων, ανάλογα με τις προτιμήσεις του, όπως έκανε και ο συγγραφέας.

Το κύκλωμα

Το σήμα εισόδου (Σχ. 1) τροφοδοτείται διαμέσου ενός πυκνωτή 2.2 μF αποκοπής της συνεχούς συνιστώσας σε έναν συγκριτή LM339N. Όταν η μη αναστρέφουσα είσοδος (+) έχει μεγαλύτερη τάση από την αναστρέφουσα (-) είσοδο, τότε η έξοδος του συγκριτή είναι υψηλή, στην αντίθετη περίπτωση είναι χαμηλή. Για να προληφθούν ταλαντώσεις της εξόδου κατά την αλλαγή κατάστασης, χρησιμοποιείται μια αντίσταση θετικής ανάδρασης, ώστε μόλις η τάση στη μη αναστρέφουσα είσοδο ξεπεράσει την τάση στην αναστρέφουσα είσοδο και η έξοδος γίνει υψηλή, η τάση στη μη αναστρέφουσα είσοδο ανεβαίνει μέσω της αντίστασης ανάδρασης. Αυτό εισάγει μια υστέρηση στο σημείο αλλαγής κατάστασης του συγκριτή. Όταν δεν υπάρχει σήμα στην είσοδο (αυτό το επιτυγχάνουμε βραχυκυκλώνοντας με τη γείωση), το τρίμμερ πολλών στροφών πρέπει να ρυθμιστεί ακριβώς πάνω από την τάση στη μη αναστρέφουσα είσοδο, ώστε η έξοδος του συγκριτή να



Η πρόσοψη της κατασκευής (αριστερά) και το πίσω μέρος (δεξιά), όπου υπάρχουν οι υποδοχές σύνδεσης του δονητή για την διέγερση της αίσθησης της αφής.

είναι υψηλή. Δεν πρέπει να ξεπεράσουμε πολύ το σημείο αυτό, επειδή καθορίζει το σημείο πάνω στην ημιτονική κυματομορφή όπου ο συγκριτής αλλάζει κατάσταση.

Η οπτική απεικόνιση του παλμογράφου μιας βολής

Η οθόνη (Σχ. 2) αποτελείται από 30 διόδους LED στα 3 IC της Knightbright. Από αριστερά για δεξιά αριθμούνται από 0 έως 29. Οι LED υποδιαιρούνται σε 4 ομάδες των οκτώ, με την τέταρτη ομάδα μη συμπληρωμένη. Η θύρα P0 του μικροελεγκτή μπορεί να διαχειριστεί ρεύμα 10 mA max προς τη γείωση όταν είναι σε κατάσταση LOW, κι όταν δεν είναι άλλα ποδαράκια σε κατάσταση LOW την ίδια στιγμή. Τέσσερα ποδαράκια της θύρας P2 χρησιμοποιούνται ως έξοδοι επιλογής ομάδας 8 LED. Ένα από τα τέσσερα ποδαράκια είναι σε λογική κατάσταση HIGH. Έτσι, ανάβει μόνο μια LED αν ένα ποδαράκι της θύρας P0 είναι σε κατάσταση LOW και ένα ποδαράκι της θύρας P2 είναι σε κατάσταση HIGH. Ένα ποδαράκι της P2 σε κατάσταση HIGH δεν μπορεί να δώσει 10 mA για τη LED, έτσι χρησιμοποιείται ενδιάμεσα ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα οδήγησης UDN2981A. Οι LED χρειάζονται μια αντίσταση σε σειρά για να περιοριστεί το ρεύμα σε 10 mA. Χρειαζόμαστε μόνο μια αντίσταση αν η αντίσταση συνδεθεί μεταξύ της τάσης +5V και του

pin τροφοδοσίας (Vs) του ολοκληρωμένου. Έγιναν κάποιες μετατροπές στο πρωτότυπο κύκλωμα, λόγω ανεπαρκούς λειτουργίας της οθόνης LED. Η αρχική οθόνη ήταν τύπου Kingbright DC-7G3HWA δυο χρωμάτων, αλλά κατόπιν χρησιμοποιήθηκε η Kingbright DC-10SRWA, που είναι μονόχρωμη κόκκινη με φωτεινή άνταση 30 mC ανά LED και μέγιστο ρεύμα LED = 30 mA.

Η συχνότητα τελειών Morse είναι πολύ χαμηλή για να επιτρέψει αυξημένο ρεύμα με την πολύπλεξη. Έτσι, χρησιμοποιείται το ρεύμα - όριο 10 mA, που δίνει επαρκή φωτεινότητα των LED, χωρίς να χρειάζεται κι άλλο ολοκληρωμένο οδήγησης 8 bit στη θύρα P0 του μικροελεγκτή.

Η LED πράσινου χρώματος που παίζει το ρόλο ισοδύναμου της λυχνίας Aldis συνδέεται σε ξεχωριστό pin εξόδου του ελεγκτή.

Το λογισμικό του μικροελεγκτή παράγει χρόνο ρολογιού που είναι ίσος με το χρόνο τελείας του σήματος Morse εισόδου, που χρησιμοποιείται για εξάσκηση. Έτσι, η απεικόνιση του λαμβανόμενου χαρακτήρα Morse σχηματίζεται ως φωτεινή αναπαράσταση από αριστερά προς τα δεξιά στην οθόνη των LED, με κάθε LED να αναπαριστά μια τελεία.

Αυτό απαιτεί συγχρονισμό με την “ταχύτητα” των τελειών του σήματος που χρησιμοποιείται για εξάσκηση. Μετά από 30 τελείες η διαφορά πρέπει να είναι μικρότερη από το χρόνο μισής τελείας. Η αρχή της απεικόνισης είναι

το τέλος του διαστήματος ενός χαρακτήρα συν μισό χρόνο τελείας. Ένα κενό διάστημα επαναφέρει τη θέση της οθόνης στη LED0, και σταματά τους παλμούς ρολογιού.

Αν το ρολόι ήταν πολύ αργό, θα μπορούσε να αποκωδικοποιηθεί μια λαμβανόμενη τελεία πριν και ακριβώς μετά από το σήμα mark, ώστε το mark θα χαθεί. Ένα πολύ δύσκολο ρολόι μπορεί να διπλασιάσει μια τελεία σε δυο στην οθόνη.

Για να λειτουργεί σωστά η οθόνη απαιτείται το ρολόι να είναι λιγότερο από μισό bit πιο μπροστά ή πιο πίσω στη διάρκεια 30 bits, δηλαδή επιτρέπεται μέγιστη διαφορά 1.66%. Αυτή είναι μικρή ανοχή και για το λόγο αυτό κάθε μεταβατικό σήμα στο λαμβανόμενο κώδικα Morse χρησιμοποιείται για να επανασυγχρονίσει το ρολόι, θέτοντας την τιμή του χρονιστή του ρολογιού στο μισό διάστημα που απαιτείται συνήθως για μια πλήρη τελεία Morse.

Στην περίπτωση αυτή, ακόμα χωρίς προσαρμοστικό ρολόι, η ανοχή του ρολογιού καθορίζεται ως ο χρόνος μισής τελείας μέσα σε χρόνο 3 τελειών (δηλ. μιας παύλας), κατά συνέπεια η επιτρεπόμενη ανοχή είναι ίση με $\pm 16.6\%$.

Στο επόμενο τεύχος: Η περιγραφή του λογισμικού και οι τελικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

