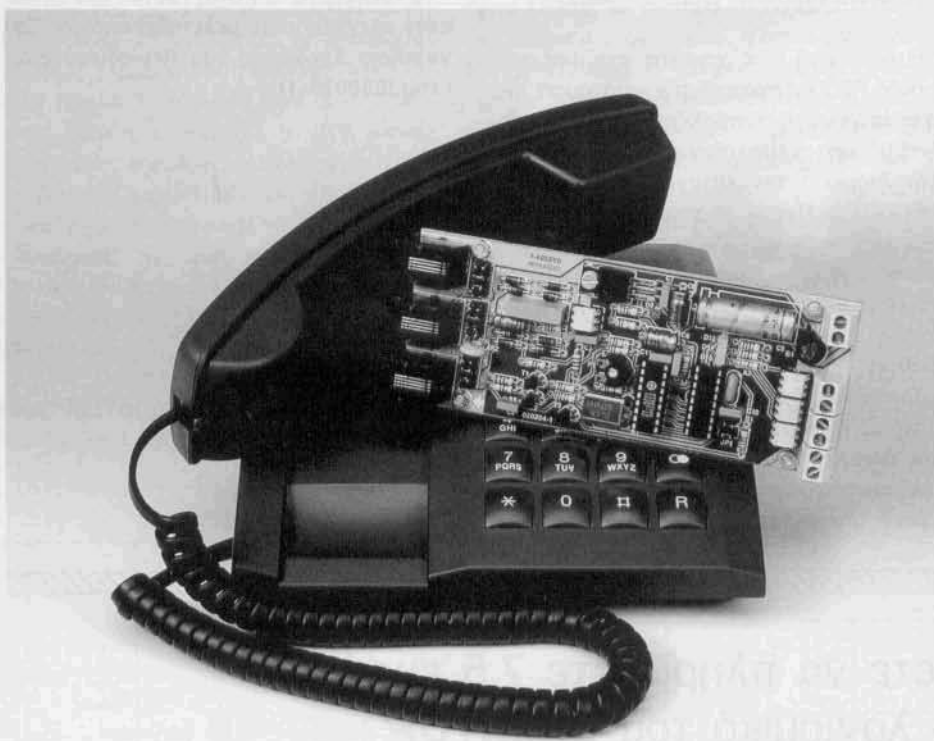


Έλεγχος ηλεκτρικών συσκευών μέσω σταθερού τηλέφωνα

του τηλεφωνικού δικτύου του ΟΤΕ

Πολλοί είναι εκείνοι που πιστεύουν πως στην εποχή των SMS και των e-mail, μια συσκευή ελέγχου βασισμένη στις διτονίες DTMF του κοινού τηλεφωνικού δικτύου είναι ξεπερασμένη. Τα γεγονότα όμως τους διαψεύδουν...



Στη σημερινή εποχή η παρουσία του (εν-σύρματου ή ασύρματου) τηλεφωνικού δικτύου είναι φανερή ακόμα και στα πιο απρόσιτα μέρη. Με τη βοήθειά του καθίσταται δυνατή η φωνητική επικοινωνία μεταξύ δύο προσώπων, αλλά και, ταυτόχρονα, η ανταλλαγή ενός μεγάλου όγκου δεδομένων διαφορετικού χαρακτήρα. Τα Σύντομα Γραπτά Μηνύματα (SMS) και το εξ ίσου γνωστό πρωτόκολλο WAP αποτελούν τα πιο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα υποστήριξης των καινούργιων εναλλακτικών υπηρεσιών. Εκτός όμως από αυτές υπάρχει κάτι κατά πολύ απλούστερο και δοκιμασμένο: το σύστημα διτονιών DTMF. Το σύστημα αυτό το χρησιμοποιούν όλα τα τηλε-

φωνικά δίκτυα, επιτρέποντας σε έναν καλούμενο συνδρομητή να επιλέξει τον συνομιλητή του. Το σύστημα αυτό αντικατέστησε το παλιό σύστημα επιλογής με τη βοήθεια του οποίου αποκαθίσταντο οι συνδέσεις στα πρώτα τηλεφωνικά δίκτυα. Από τη στιγμή που ο καλών συνδρομητής συνδεθεί με τον καλούμενο, μπορεί να αξιοποιήσει τις διτονίες που εξακολουθεί να παράγει η τηλεφωνική συσκευή του προκειμένου να δηλώσει τις εκάστοτε επιθυμίες του. Είναι γνωστό π.χ. πως όταν καλούμε την υπηρεσία αναγγελίας δελτίου καιρού, μια γλυκιά (!!) φωνή μας προτρέπει να πατήσουμε ένα από τα πλήκτρα της τηλεφωνικής συσκευής μας προκειμένου να

προσδιορίσουμε την γεωγραφική περιοχή για την οποία μας ενδιαφέρει να ενημερωθούμε. Ανάλογα ισχύουν και στην περίπτωση που θέλουμε να πάρουμε τα μηνύματα που έχει καταγράψει ο τηλεφωνητής μας, χωρίς να έχουμε γυρίσει σπίτι μας. Η κατασκευή που περιγράφουμε στη συνέχεια μας δείχνει το πώς μπορούμε να ελέγξουμε τρεις διαφορετικές συσκευές από μακριά, εκμεταλλευόμενοι τις ευκολίες των σύγχρονων τηλεφωνικών δικτύων.

Περιγραφή κυκλώματος

Η κατασκευή μας συνδέεται παράλληλα με την τηλεφωνική συσκευή που έχουμε στο σπίτι ή στο γραφείο μας. Αυτό σημαίνει πως δεν χρειάζεται να κάνετε καμία επέμβαση στην υπάρχουσα καλωδίωση του τηλεφώνου σας. Η λειτουργία της είναι απλή. Μετά από ένα προκαθορισμένο αριθμό κωδωνισμών, 'σηκώνει' το ακουστικό και παράγει έναν ήχο επιβεβαίωσης αντιληπτό από τον καλούντα. Ο τελευταίος πρέπει τότε να πληκτρολογήσει (από την δική του συσκευή) μια ακολουθία πέντε ψηφίων. Το μέγιστο χρονικό διάστημα που επιτρέπεται να μεσολαβήσει μεταξύ δύο διαδοχικών ψηφίων είναι ίσο με 10 sec. Κάθε ψηφίο επιβεβαιώνεται από έναν ήχο, όπως ήδη αναφέραμε. Στην περίπτωση που εξαντληθεί το χρονικό διάστημα των 10 sec χωρίς να έχει ανιχνευτεί κάποια διτονία, παράγεται ένας διαφορετικός ήχος που υποδηλώνει σφάλμα. Το κύκλωμα φροντίζει τότε να 'ακουμπήσει' το ακουστικό πάνω στο άγκιστρο της τηλεφωνικής συσκευής (κλείσιμο του τηλεφώνου). Από τη στιγμή που ληφθεί ένας πλήρης συνδυασμός πέντε ψηφίων, ο μικροελεγκτής της κατασκευής προσπαθεί να ξεκαθαρίσει εάν συμπίπτει με κάποιον από τους έξι προκαθορισμένους, που βρίσκονται αποθηκευμένοι στη μνήμη του. Εάν δεν συμπίπτει με κανέναν, τότε παράγεται και πάλι ένας ήχος σφάλματος και η κατασκευή 'κατεβάζει' το

ακουστικό. Στη συνέχεια οδηγείται σε κατάσταση αναμονής.

Το πρόγραμμα που έχει αποθηκευτεί στη μνήμη του μικροελεγκτή αντιστοιχίζει σε κάθε έναν από τους τρεις διακόπτες εξόδου της κατασκευής ένα ζευγάρι συνδυασμών. Με τον πρώτο συνδυασμό του ζεύγους η έξοδος τίθεται σε κατάσταση αγωγιμότητας, ενώ με το δεύτερο επανέρχεται στην κατάσταση ηρεμίας. Εάν για κάποιο λόγο σταλεί στη συσκευή ο ίδιος συνδυασμός ψηφίων για δεύτερη συνεχή φορά, τότε η έξοδος της κατασκευής παραμένει στην κατάσταση που ήδη ευρίσκεται. Οι αριθμοί που σχηματίζουν τους συνδυασμούς των ψηφίων αποθηκεύονται στην ανεξίτηλη μνήμη EEPROM του μικροελεγκτή. Η ενέργεια αυτή κρίθηκε απαραίτητη ώστε να είμαστε βέβαιοι πως η κατασκευή θα τους θυμάται πάντοτε, ακόμα και αν διακοπεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Στην ίδια μνήμη αποθηκεύεται επίσης και το πλήθος των κωδωνισμών που πρέπει να γίνουν αντιληπτοί προτού η κατασκευή 'σηκώσει' το ακουστικό.

Το συνολικό διάγραμμα της κατασκευής φαίνεται στο σχ. 1. Ο μικροελεγκτής PIC16F84 (IC3) εξετάζει συνεχώς τις ακίδες της θύρας B με σκοπό να ανιχνεύσει κάποιο εισερχόμενο σήμα. Αντίθετα, στις ακίδες της θύρας A εμφανίζεται όλα εκείνα τα σήματα τα οποία ελέγχουν το υπόλοιπο μέρος της κατασκευής, όπως επίσης και τους τρεις διακόπτες. Η σύνδεση της κατασκευής στο τηλεφωνικό δίκτυο επιτυγχάνεται με ένα συνδετήρα τύπου RJ11, ο οποίος σημειώνεται στο διάγραμμα

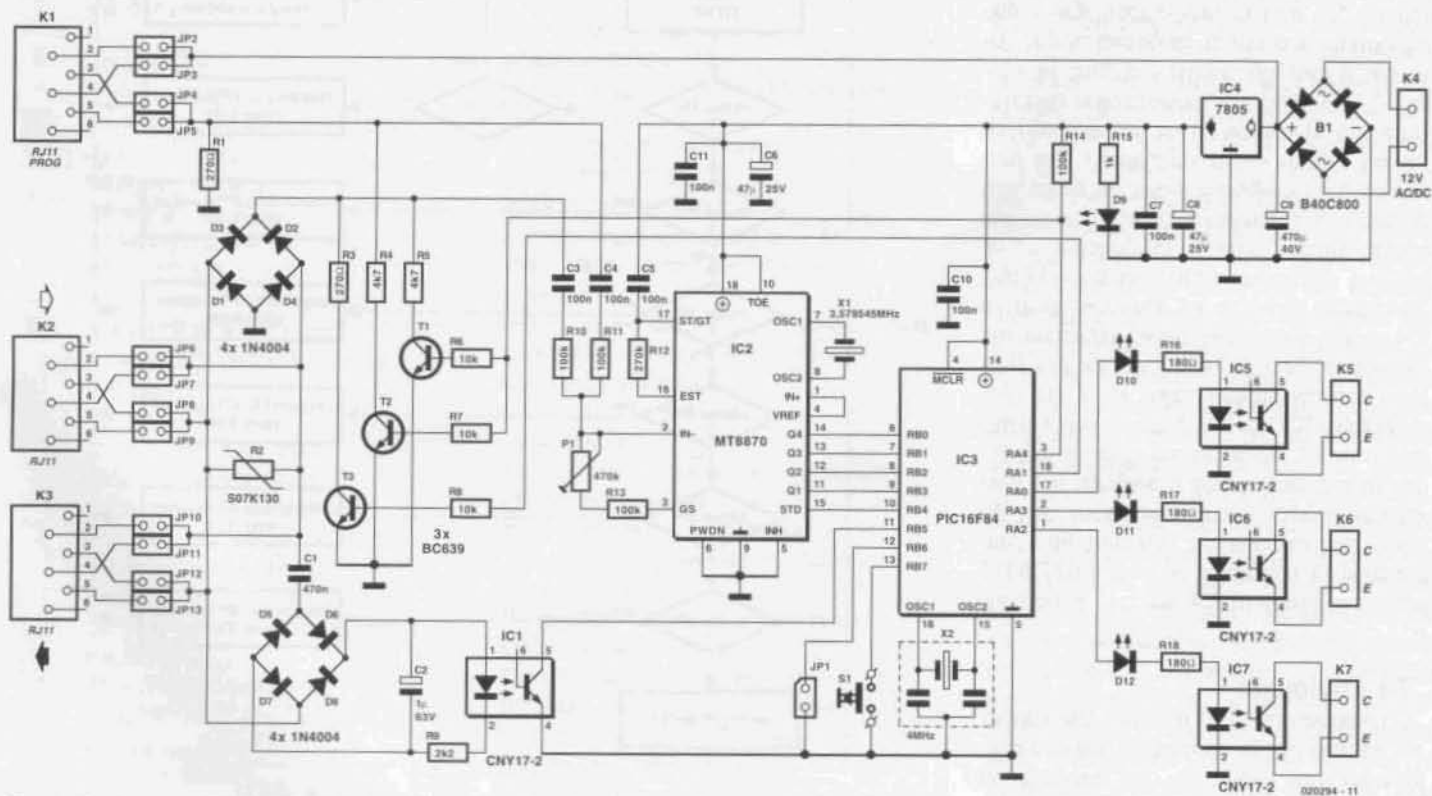
με τον αύξοντα αριθμό K2. Ο K3, που συνδέεται παράλληλα, με τον προηγούμενο έχει σα σκοπό να επιτρέπει τη λειτουργία της κατασκευής χωρίς να αχρηστεύεται η ήδη υπάρχουσα τηλεφωνική συσκευή. Αυτό που ενδεχομένως σας κάνει εντύπωση στο συγκεκριμένο σημείο του κυκλώματος είναι το σύνολο των βραχυκυκλωτήρων που καταλήγουν στις ακίδες των δύο συνδετήρων. Με τη βοήθεια τους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε τηλεφωνική συσκευή ασχέτως του τρόπου που έχουν διαταχθεί τα σήματα στις ακίδες της. Ανεξάρτητα από τη θέση των βραχυκυκλωτήρων, το κύκλωμα προστατεύεται από ένα βαρίστορ (αντίσταση εξαρτώμενη από τάση) ονομαστικής τιμής 130 V.

Οι διτονίες DTMF που ανιχνεύει η κατασκευή φθάνουν στην είσοδο της με την μορφή εναλλασσόμενων σημάτων 'καθισμένων' πάνω σε μια συνεχή τάση. Οι διόδοι D1 έως D4 φροντίζουν να εξασφαλίζουν ότι η τάση στο πάνω σημείο της σχηματιζόμενης γέφυρας θα είναι πάντα θετική όπως και αν έχουμε συνδέσει την κατασκευή στο τηλεφωνικό δίκτυο. Μια δεύτερη γέφυρα, αποτελούμενη από τις διόδους D5 έως D8, έχει σα σκοπό να ανορθώσει το εναλλασσόμενο σήμα κωδωνισμού μετατρέποντας το σε συνεχές. Η οδηγία της εξασφαλίζεται από τον C1, ενώ για το απαραίτητο φίλτράρισμα φροντίζει ο C2. Αν εφαρμόζαμε το ανορθωμένο σήμα κωδωνισμού κατ' ευθείαν στο μικροελεγκτή, τότε θα ήταν βέβαιο πως θα τον καταστρέφαμε, αφού η ενεργός τιμή του του σήματος αγγί-

ζει τα 60 V. Για τον λόγο αυτό παρεμβάλλαμε τον οπτοζευκτή CNY17-2 (IC1) που καταφέρνει να προσαρμόζει τις στάθμες με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Το αμέσως επόμενο σε σημασία εξάρτημα μετά το μικροελεγκτή, είναι ο αποκωδικοποιητής διτονιών MT8870 (IC2). Συνδέεται στην τηλεφωνική γραμμή μέσω του πυκνωτή C3 και της αντίστασης R10. Στις εξόδους του εμφανίζει έναν δεκαεξαδικό αριθμό ο οποίος είναι μοναδικός για καθεμία από τις δεκαεξί διτονίες που προβλέπει ο κώδικας DTMF. Ο αριθμός αυτός συγκρατείται στις ακίδες Q1 έως Q4, ενώ τη ίδια στιγμή εμφανίζεται ένας σύντομος θετικός παλμός στην ακίδα STD.

Οι δύο επιπλέον ακίδες της θύρας B του μικροελεγκτή (RB6 και RB7) χρησιμοποιούνται σαν βοηθητικές, μέσω των οποίων ενημερώνεται ο μικροελεγκτής για κάποιες επιπλέον επιθυμίες μας. Πιο συγκεκριμένα, ο διακόπτης S1 αναγκάζει το μικροελεγκτή να οδηγηθεί σε κατάσταση προγραμματισμού επιτρέποντας στο χρήστη της κατασκευής να καθορίσει τους συνδυασμούς των ψηφίων που θέτουν εντός η εκτός λειτουργίας τις εξόδους του κυκλώματος. Στον Πίνακα 1 φαίνεται η σημασία των συνδυασμών. Ο βραχυκυκλωτήρας JP1 μας επιτρέπει να επιλέξουμε ανάμεσα στη μόνιμη διέγερση / αποδιέγερση μιας εξόδου ή στη διέγερσή της για πέντε μόνο δευτερόλεπτα. Αν διαλέξουμε τον πρώτο τρόπο λειτουργίας, τότε αρκεί ένας συνδυασμός για να τεθεί η έξοδος σε κατάσταση λειτουργίας και ένας δεύτερος για να τεθεί εκτός. Εάν διαλέξουμε το δεύτερο τρόπο, τότε



Σχ. 1. Το θεωρητικό διάγραμμα της κατασκευής.

με έναν και μόνο συνδυασμό η εξόδος ενεργοποιείται για 5 sec για να επανέλθει αμέσως μετά στην κατάσταση ηρεμίας. Ο δεύτερος τρόπος αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμος στην περίπτωση που θέλουμε να ανοίγουμε π.χ. την εξώπορτα της πολυκατοικίας μας με ένα τηλεφώνημα! Τα εξαρτήματα που συνθέτουν τα κυκλώματα των τριών εξόδων δεν είναι άλλα από τους τρεις οπτοζεύκτες CNY17-2 (IC5 έως IC7). Με τη βοήθειά τους εξασφαλίζεται η αναγκαία ηλεκτρική απομόνωση της κατασκευής (αλλά και του τηλεφωνικού δικτύου) από το ελεγχόμενο κύκλωμα. Οι εξοδοί των οπτοζευκτικών οδηγούνται στους συνδετήρες K5, K6 και K7. Τα τρανζίστορ που περιέχονται μέσα σε αυτούς αντέχουν σε μέγιστη τάση συλλέκτη - εκπομπού 35 V παρέχοντας ρεύματα της τάξης των 10 mA.

Εκτός όμως από τα σήματα τα οποία λαμβάνονται από το τηλεφωνικό δίκτυο υπάρχουν και μερικά ακόμα τα οποία παρέχονται σε αυτό. Έτσι το τρανζίστορ T3 φροντίζει να απορροφά από αυτό ρεύμα ίσο με 20 mA περίπου, αναγκάζοντας τα κυκλώματα του τηλεφωνικού κέντρου να πιστεύουν πως η κατασκευή έχει 'σηκώσει' το ακουστικό. Το τρανζίστορ T1 κάνει κάτι πιο απλό, αλλά εξίσου σημαντικό. Οδηγούμενο από ένα παλμικό σήμα συχνότητας 325 Hz παράγει ένα ακουστικό σήμα εύρους 2 mA που αποτελεί το σήμα επιβεβαίωσης που στέλνει η κατασκευή στον καλούντα. Το τρανζίστορ T2 κάνει το ίδιο για την τηλεφωνική συσκευή που συνδέεται στο συνδετήρα K1.

Για την τροφοδοσία της κατασκευής απαιτούνται δύο διαφορετικές τάσεις. Και οι δύο παρέχονται από ένα τροφοδοτικό πρίζας συνεχούς ή εναλλασσομένου ρεύματος με έξοδο 12 V. Η τάση του τροφοδοτικού ανορθώνεται από τη γέφυρα B1 και από εκεί οδηγείται κατ ευθείαν στο συνδετήρα K1. Στο συνδετήρα αυτό συνδέεται, όπως θα δούμε στη συνέχεια, η τηλεφωνική συσκευή μέσω της οποίας καθορίζονται οι συνδυασμοί στους οποίους ανταποκρίνεται ο μικροελεγκτής. Ταυτόχρονα οδηγείται και στο ολοκληρωμένο IC4 το οποίο είναι ένα τυπικό εξάρτημα της οικογένειας 78xx. Η λειτουργία του δεν είναι άλλη από την παροχή τάσης +5 V στα ολοκληρωμένα IC2 και IC3. Σημειώνουμε επίσης, πως στον K1 συνδέεται και η αντίσταση R1 σκοπός της οποίας είναι η ανάδειξη των ηλεκτρικών σημάτων που αντιστοιχούν στις διτονίες της τηλεφωνικής συσκευής προγραμματισμού. Οι τελευταίες φθάνουν στο MT8870 μέσω του πυκνωτή C4 και της αντίστασης R11.

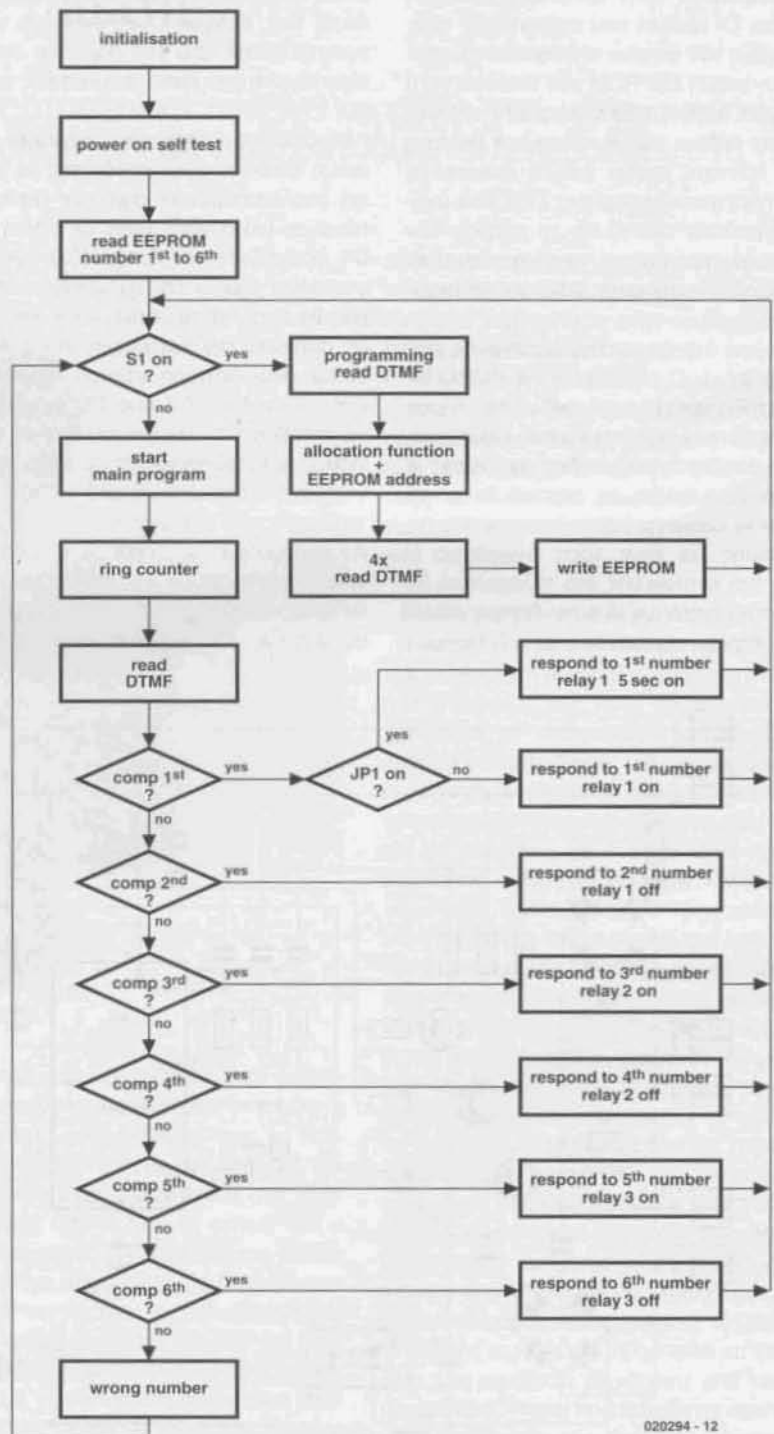
Το λογισμικό

Ο μικροελεγκτής PIC αποτελεί την 'καρδιά' της κατασκευής. Το πρόγραμμα που έχει αποθηκευτεί στην μνήμη του, τον αναγκάζει να ελέγχει αδιάκοπα την κατάσταση της τηλε-

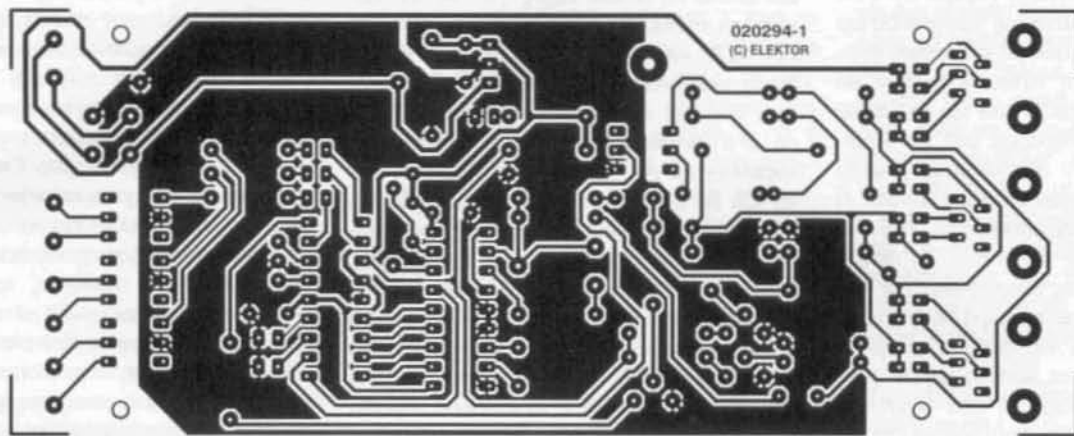
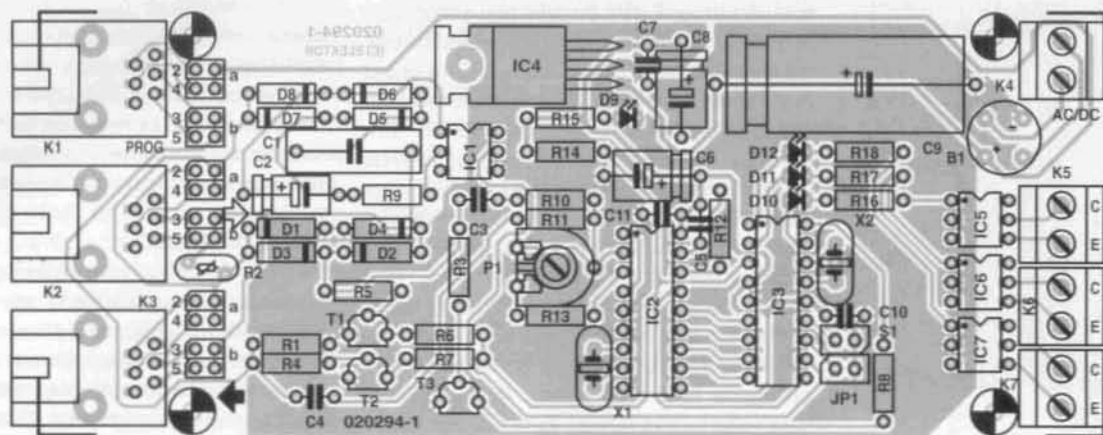
φωνικής γραμμής, να 'διαβάζει' τους δεκαεξαδικούς αριθμούς που αντιστοιχούν στις λαμβανόμενες διτονίες, να 'σηκώνει' το ακουστικό, να παράγει τους ήχους επιβεβαίωσης ή σφάλματος και, τέλος, να ανοιγοκλείνει τους τρεις διακόπτες εξόδου του κυκλώματος. Αν όλα αυτά σας φαίνονται πολύπλοκα, θα πρέπει να πιστέψετε πως μάλλον δεν είναι και τόσο, αφού το πρόγραμμα που είναι υπεύθυνο για την ομαλή εκτέλεσή τους γράφτηκε σε συμβολική γλώσσα. Για όσους θελήσουν να το παραγγείλουν ή να το 'κατεβάσουν', το

όνομα του αρχείου που το φιλοξενεί είναι 020294.asm. Και επειδή είναι μάλλον δύσκολο να το εξηγήσουμε εντολή προς εντολή, προτιμήσαμε να δημοσιεύσουμε αντί γι' αυτό ένα απλούστερο λογικό διάγραμμα (βλ. σχ. 2). Θα σας προτεινάμε πάντως, να 'κατεβάσετε' και το πηγαίο πρόγραμμα, και να το έχετε δίπλα σας καθώς εξηγούμε το διάγραμμα.

Η πρώτη κίνηση που κάνει ο μικροελεγκτής μόλις τεθεί σε λειτουργία είναι να ορίσει τη φορά κίνησης των δεδομένων στις δύο θύρες του. Έτσι οι ακίδες της θύρας A θα συ-



Σχ. 2. Το λογισμικό του μικροελεγκτή σε μορφή διαγράμματος ροής.



Σχ. 3. Το τυπωμένο κύκλωμα και η τοποθέτηση των εξαρτημάτων πάνω στην πλακέτα.

Κατάλογος υλικών

Αντιστάσεις:

- R1,R3 = 270Ω
- R2 = S07K130 (βαρίστορ 130V)
- R4,R5 = 4,7KΩ
- R6,R7,R8 = 10KΩ
- R9 = 2,2KΩ
- R10,R11,R13,R14 = 100KΩ
- R12 = 270KΩ
- R15 = 1KΩ
- R16,R17,R18 = 180Ω
- P1 = 470KΩ (500KΩ) ρυθμιστική αντίσταση

Πυκνωτές:

- C1 = 470nF 100V MKT, απόσταση ακίδων 5mm
- C2 = 1μF 63V κατακόρυφος
- C3,C4,C5,C7,C10,C11 = 100nF, απόσταση ακίδων 5mm
- C6,C8 = 47μF 25V κατακόρυφος
- C9 = 470μF 40V κατακόρυφος

Ημιαγωγοί:

- B1 = γέφυρα ανόρθωσης B40C800 (80V ριν. 0,8A) σε στρογγυλή θήκη
- D1-D8 = 1N4004

- D9 = κόκκινο LED χαμηλού ρεύματος 3mm
- D10,D11,D12 = πράσινο LED χαμηλού ρεύματος 3mm
- IC1,IC5,IC6,IC7 = CNY17-3
- IC2 = MT8870DE
- IC3 = PIC16F84A-20/P προγραμματισμένος, κωδικός παραγγελίας: 020294-41
- IC4 = 7805 T1,T2,T3 = BC639

Διάφορα:

- JP1 = ζεύγος ακίδων με βραχυκυκλωτήρα
- K1,K2,K3 = υποδοχή RJ11 ή RJ45 κατάλληλη για πλακέτα
- K4,K5,K6,K7 = διπλή κλέμα με απόσταση ακίδων 5mm
- S1 = πιεστικός διακόπτης μιας επαφής κατάλληλος για σασί
- X1 = κρύσταλλος 3,579545MHz
- X2 = κεραμικός συντονιστής τριών ακίδων 4MHz
- Προαιρετικά: σειρά 24 ακίδων (SIL) με 6 βραχυκυκλωτήρες
- Πλακέτα, κωδικός παραγγελίας: 020294-1 Λογισμικός σε δισκέτα, κωδικός παραγγελίας: 020294-11 ή από το Free Download

μπεριφέρονται πάντα σαν έξοδοι, ενώ όλες οι ακίδες της B σαν εισόδοι. Ειδικά για την θύρα B ενεργοποιούνται και τα ενεργά φορτία που συμπεριφέρονται σαν αντιστάσεις πρόσδεσης στη θετική γραμμή τροφοδοσίας. Κατόπιν αντιγράφονται από την EEPROM στην RAM του PIC οι έξι συνδυασμοί ψηφίων μέσω των οποίων τίθενται εντός / εκτός λειτουργίας οι τρεις διακοπτικές έξοδοι.

Μετά από αυτές τις απλές κινήσεις, το πρόγραμμα εισέρχεται στο κύριο τμήμα του, στο οποίο διαβάσει την κατάσταση του διακόπτη προγραμματισμού (S1), ενώ ταυτόχρονα εξετάζει τη στάθμη του σήματος κωδωνισμού (IC1). Μια προσεκτική ματιά στο διάγραμμα μας λέει πως θα εκτελεί συνεχώς αυτούς τους ελέγχους έως ότου ενεργοποιηθεί κάποιο από τα δύο σήματα. Στην περίπτωση που πιεσθεί ο διακόπτης S1, καλείται αυτόματα η υπορουτίνα εγγραφής μιας καινούργιας ακολουθίας ψηφίων προγραμματισμού. Το πρόγραμμα διαβάσει με τη βοήθεια του IC2 τα πέντε ψηφία που την αποτελούν και αξιολογώντας το πρώτο από αυτά καταλαβαίνει την ιδιαίτερη σημασία του. Στη συνέχεια τα αποθηκεύει στη μνήμη EEPROM, σε μια θέση που και αυτή προσδιορίζεται από το πρώτο ψηφίο. Αφού ολοκληρωθεί και αυτή η ενέργεια το πρόγραμμα επιστρέφει πάλι στην αρχή του βασικού τμήματος, δειγματοληπώντας αδιά-

Πίνακας 1. Προγραμματισμός A/A ψηφίου

Είσοδος					Λειτουργία
1	2	3	4	5	
0	X	0 - 10	X	X*	Πλήθος κωδωνισμών
1	X	X	X	X	K5 on
2	X	X	X	X	K5 off
3	X	X	X	X	K6 on
4	X	X	X	X	K6 off
5	X	X	X	X	K7 on
6	X	X	X	X	K7 off

X = οποιαδήποτε διτονία DTMF * = 0, * και # = 10

κοπα το S1 και το IC1.

Αν τώρα, κάποια στιγμή η γέφυρα D4 - D8 εντοπίσει σήμα κωδωνισμού, το τρανζίστορ του IC1 οδηγείται αμέσως σε κατάσταση αγωγιμότητας. Η αλλαγή κατάστασης που θα προκληθεί τότε στην ακίδα RB5 του PIC, αρκεί για να θγάλει το πρόγραμμα από τον ατέρμονα βρόχο και να το αναγκάσει να μειώσει τον μετρητή των κτύπων κατά μια μονάδα. Η μείωση αυτή θα πραγματοποιείται διαρκώς έως ότου ο μετρητής μηδενιστεί. Τη στιγμή εκείνη ο μικροελεγκτής ενεργοποιεί την ακίδα εξόδου RA1 που με τη σειρά της αναγκάζει το τρανζίστορ T3 να 'σηκώσει' το ακουστικό. Με την ενέργεια αυτή, ο καλών αντιλαμβάνεται ότι η κατασκευή έχει απαντήσει στην κλήση του. Σχεδόν ταυτόχρονα, το T1 οδηγείται από δύο παλμοσειρές συχνότητας 325 Hz και διάρκειας 400 msec που ενημερώνουν τον καλούντα για την ετοιμότητα του μικροελεγκτή. Στη συνέχεια το πρόγραμμα μπαίνει σε ένα βρόχο όπου ελέγχεται, για 10 sec το πολύ, η κατάσταση της ακίδας STD του IC2. Μόλις αυτή οδηγηθεί σε υψηλή στάθμη, ο PIC διαβάζει, με τη βοήθεια της υπορουτίνας READDTMF, το δεκαεξαδικό αριθμό

που αντιστοιχεί στη διτονία που μόλις έχει ληφθεί. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για άλλες τέσσερις φορές, και τελικά, τα ψηφία που έχουν ληφθεί αποθηκεύονται στους καταχωρητές NUMBERHI και NUMBERLO. Στη συνέχεια τα παραπάνω ψηφία συγκρίνονται με αυτά που είναι ήδη αποθηκευμένοι στην EEPROM του μικροελεγκτή. Αν δεν συμπίσουν με κάποιον από τους έξι προγραμματισμένους συνδυασμούς (COM1ST κλπ), τότε το πρόγραμμα παύει στη θέση WRONG παράγοντας τέσσερα διακοπόμενα σφυρίγματα συχνότητας 325 Hz και διάρκειας 200 msec (με ενδιάμεσο κενό 100 msec). Αν συμπίσουν, τότε καλείται ένα σύνολο εντολών που έχουν σαν σκοπό να θέσουν εντός ή εκτός λειτουργίας την επιθυμητή έξοδο (ολοκληρωμένα IC5 έως IC7). Από τις εξόδους αυτές η πρώτη συμπεριφέρεται με δύο τρόπους, εξαρτώμενους από την κατάσταση του βραχυκυκλωτήρα JP1 (συνδέεται στην ακίδα RB6 του μικροελεγκτή). Αν είναι τοποθετημένος, τότε το IC5 θα ενεργοποιείται για 5 μόνο δευτερόλεπτα, επανερχόμενο κατόπιν στην κατάσταση αποκοπής. Αν δεν έχει τοποθετηθεί, τότε το IC5 οδηγείται σε αγωγιμότητα και παραμένει σε αυτήν έως ότου η κατασκευή λάβει έναν άλλο συνδυασμό ψηφίων που το καθιστά ανενεργό. Ανεξάρτητα, πάντως από την κατάσταση του JP1, το κύκλωμα παράγει πάντα ένα ήχο επιβεβαίωσης διάρκειας 800 msec. Στις εντολές που ακολουθούν, αποθηκεύονται οι τρέχουσες αλλαγές των βαθμίδων εξόδου στην EEPROM στη διεύθυνση 0Eh. Αμέσως μετά το πρόγραμμα ξαναγυρίζει στην αρχή του κύριου τμήματός του με τη βοήθεια της εντολής GOTO START. Σημειώνουμε για άλλη μια φορά, πως όταν ο μικροελεγκτής περνάει σε κατάσταση αναμονής διτονιών ή παλμών κωδωνισμού, περιμέ-

το το πολύ δέκα δευτερόλεπτα. Μετά την παρέλευση αυτού του διαστήματος αν δεν έχει ληφθεί κάποιο έγκυρο σήμα θεωρεί πως υπάρχει σφάλμα και οδηγείται στη θέση WRONG. Εκεί, αφού εκπέμψει το αντίστοιχο τόνο, 'κατεβάζει' το ακουστικό και γυρίζει στην αρχή του κύριου τμήματος του προγράμματος.

Η κατασκευή

Αν και το τυπωμένο κύκλωμα φαίνεται πολύπλοκο, η συναρμολόγηση της κατασκευής αποδεικνύεται εξαιρετικά εύκολη. Αυτό που την κάνει ιδιαίτερα απλή είναι η απουσία υλικών επιφανειακής στήριξης, που προϋποθέτουν εμπειρία και εξοπλισμό. Όλα τα εξαρτήματα που φαίνονται στο σχ. 3 τοποθετούνται στην πάνω όψη της πλακέτας και κολλιούνται, κατά τα γνωστά, στην κάτω. Αξιοσημείωτο είναι ακόμα πως από την πλακέτα, που είναι μονής όψης, απουσιάζουν πλήρως οι πάσης φύσεως γεφυρώσεις. Κατά τα άλλα, ισχύουν οι γνωστές οδηγίες. Έτσι λοιπόν, σας προτείνουμε να χρησιμοποιήσετε βάσεις για όλα τα ολοκληρωμένα και να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί με εξαρτήματα που έχουν πολικότητα (διόδους, πυκνωτές, τρανζίστορ και φυσικά τα ολοκληρωμένα!).

Οι βραχυκυκλωτήρες δίπλα στους συνδετήρες RJ11 ίσως σας εκνευρίσουν, αλλά η πείρα έχει δείξει πως είναι απαραίτητοι. Δυστυχώς δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο που να επιβάλλει σε όλους τους κατασκευαστές να αξιοποιούν τις ακίδες των τηλεφωνικών υποδοχών με τον ίδιο τρόπο. Έτσι σε κάποιες χώρες, τα σήματα του τηλεφωνικού δικτύου καταλήγουν στις ακίδες 2 και 5 των συσκευών, ενώ στις υπόλοιπες (τις περισσότερες) στις 3 και 4. Οι βραχυκυκλωτήρες JP2 έως JP13 επιτρέπουν την προσαρμογή της κατασκευής στις ιδιοτροπίες οποιουδήποτε δικτύου και οποιασδήποτε τηλεφωνικής συσκευής. Αν πάντως, έχετε την εντύπωση ότι επιβαρύνουν την πλακέτα, αντικαταστήστε τους με απλές σμρμάτινες γεφυρώσεις. Στην περίπτωση που δεν γνωρίζετε τις ακίδες που χρησιμοποιεί η δική σας τηλεφωνική συσκευή μπορείτε να κάνετε δοκιμές, έως ότου δείτε την κατασκευή να ανταποκρίνεται. Σημειώνουμε πως δεν υπάρχει περίπτωση να καταστραφεί από μια λανθασμένη τοποθέτηση των βραχυκυκλωτήρων. Το μόνο που θα κάνει είναι να μην δουλεύει!

Έχοντας ολοκληρώσει τη συναρμολόγηση της πλακέτας είναι σκόπιμο να προχωρήσετε στο σχολαστικό έλεγχο της. Τοποθετήστε όλα τα ολοκληρωμένα στις βάσεις τους εκτός από εκείνα του μικροελεγκτή (IC2) και του αποκωδικοποιητή διτονιών (IC3). Τροφοδοτήστε το κύκλωμα και επιβεβαιώστε την παρουσία της ανορθωμένης τάσης των +12 V (περίπου) στην έξοδο της γέφυρας B1 και της τάσης των +5 V στην έξοδο του σταθεροποιητή IC4. Συνεχίστε με τον έλεγχο των τριών οπτοζευκτών IC5 - IC7 που αποτελούν

Πίνακας 2.

Τόνοι επιβεβαίωσης παραγόμενοι κατά τη διάρκεια της λήψης διτονιών ελέγχου και κατά τη φάση του προγραμματισμού.

Λειτουργία	Ακολουθία τόνων
Λήψη εισερχόμενης κλήσης	C, C, W, W, C, C
Επιβεβαίωση εισαγωγής διτονίας	Ψηφία 1 έως 3, C, ψηφίο 4, Επιβεβαίωση ή τόνος σφάλματος
Επιβεβαίωση οδήγησης εξόδου στην κατάσταση on ή off	C, C, C, C
Σφάλμα, ακύρωση λειτουργίας	C, W, C, W, C, W, C, W, C, W, C
Εισαγωγή στην κατάσταση προγραμματισμού	B, B, A, A, B, B, A, A, B, B
Επιβεβαίωση της εισαγωγής στην κατάσταση προγραμματισμού	Ψηφίο 1: B ή τόνος σφάλματος, Ψηφία 2 έως 4: A, ψηφίο 5: επιβεβαίωση
Επιβεβαίωση προγραμματισμού	A, B, A, B, A, B, A
Σφάλμα, ακύρωση προγραμματισμού	B, W, B, W, B, W, B, W, B, W, B
A = τόνος 2500 Hz / 100 msec,	
B = τόνος 2000 Hz / 100 msec	
C = τόνος 325 Hz / 200 msec,	
W = παύση 100 msec	

τις εξόδους της πλακέτας. Με την βοήθεια ενός μικρού κομματιού καλωδίου επιβάλλετε διαδοχικά στις ακίδες 1, 2 και 17 της (άδειας) βάσης του μικροελεγκτή, στάθμη +5 V. Θα πρέπει να ανάψουν τα LED που βρίσκονται στο εσωτερικό των οπτοζευκτών κάνοντας τα τρανζίστορ εξόδου των ιδίων εξαρτημάτων να οδηγηθούν σε κατάσταση αγωγιμότητας. Για να ελέγξετε την καλή λειτουργία του κυκλώματος ανίχνευσης κωδωνισμών (IC1 και συνδυετικών εξαρτημάτων) θα πρέπει να συνδέσετε με ένα καλώδιο την πλακέτα με την πρίζα του τηλεφώνου. Κατόπιν, χρησιμοποιώντας μια άλλη τηλεφωνική συσκευή (π.χ. το κινητό σας), καλέστε την κατασκευή (αριθμό του τηλεφώνου που είναι συνδεδεμένη η πλακέτα). Θα πρέπει να επιβεβαιώσετε πως κάθε φορά που κουδουνίζει το τηλέφωνό σας εμφανίζεται χαμηλή στάθμη στην ακίδα 11 (RB5) του μικροελεγκτή. Το καλώδιο που συνδέει την πλακέτα με την πρίζα του τηλεφωνικού δικτύου μπορεί να καταλήγει είτε στον συνδετήρα K2 είτε στον K3. Αν προσέξετε καλύτερα το διάγραμμα, θα διαπιστώσετε πως οι δύο αυτοί συνδετήρες είναι παραλληλισμένοι.

Τα τρανζίστορ τα οποία είναι υπεύθυνα για τη συγκράτηση της γραμμής ('σήκωμα' ακουστικού) και για την παραγωγή των τόνων επιβεβαίωσης μπορούν να ελεγχθούν εξ ίσου απλά έχοντας την πλακέτα συνδεδεμένη στο τηλεφωνικό δίκτυο. Σηκώστε το ακουστικό της τηλεφωνικής συσκευής και εφαρμόστε τάση +5 V στις ακίδες 18 (RA1) και 3 (RA4) της (άδειας) βάσης του μικροελεγκτή. Θα πρέπει την στιγμή που ακουμπάτε με το καλώδιο τις παραπάνω ακίδες να ακούσετε στο μεγάφωνο του ακουστικού ένα χαρακτηριστικό τριξίμο.

Μόλις ολοκληρώσετε με επιτυχία όλους τους παραπάνω ελέγχους μπορείτε να αποσυνδέσετε την πλακέτα από το τροφοδοτικό και να τοποθετήσετε τα ολοκληρωμένα IC2 και IC3 στις βάσεις τους.

Τροφοδότησε και πάλι επαληθεύοντας το άκουσμα του τόνου επιβεβαίωσης, των 325 Hz και των τόνων προγραμματισμού των 2000 Hz και των 2500 Hz. Τους τόνους αυτούς θα τους ακούσετε από το ακουστικό της τηλεφωνικής συσκευής που έχετε συνδέσει στο συνδετήρα K2 ή K3. Στη συνέχεια προχωράτε ρυθμίζοντας την απολαβή του αποκωδικοποιητή διτονιών (IC2). Για να το πετύχετε αρκεί να σηκώσετε το ακουστικό της τηλεφωνικής συσκευής και να πιέσετε οποιοδήποτε πλήκτρο της. Τη στιγμή που πιέζετε το πλήκτρο θα πρέπει να εμφανίζεται στην ακίδα 15 (STD) του αποκωδικοποιητή υψηλή στάθμη +5 V. Η παρουσία της παραπάνω στάθμης εγγυάται την ανάδειξη του δεκαεξαδικού αριθμού που αντιστοιχεί πλήρως στην διτονία που προκάλεσε η πίεση του πλήκτρου. Εάν πιέζοντας το πλήκτρο δεν εμφανίζεται τάση στην ακίδα 15, είναι σκόπιμο να περι-

στρέψετε ελαφρά το δρομέα του ποτενομέτρου P1 και να επαναλάβετε τη διαδικασία.

Εισαγωγή αριθμών

Η συναρμολόγηση και ο έλεγχος της κατασκευής αποτελούν την τελευταία φάση πριν τη χρήση της. Για να την αξιοποιήσετε θα πρέπει να ορίσετε το πλήθος των κωδωνισμών πέραν των οποίων θα 'σηκώνει' το ακουστικό. Τοποθετήστε μια τηλεφωνική συσκευή στο συνδετήρα K1, πιέστε το διακόπτη S1 και επιβεβαιώστε την παρουσία ενός σύντομου ηχητικού τόνου στο μεγάφωνο του ακουστικού.

Πιέστε στο πληκτρολόγιο της συσκευής τον αριθμό '0' και αμέσως μετά τέσσερα ακόμα πλήκτρα σύμφωνα με τον Πίνακα 1. Από τα τέσσερα που θα πιέσετε, μόνο το δεύτερο είναι το πιο σημαντικό, αφού ορίζει το πλήθος των κωδωνισμών. Στην περίπτωση που αντί των ψηφίων 1 έως 9 πιέσετε το '0' ή κάποιο από τα σύμβολα * ή #, ο μικροελεγκτής θεωρεί ότι το πλήθος των κωδωνισμών που πρέπει να περιμένει είναι ίσο με 10. Από τη στιγμή που καταχωρηθεί ο αριθμός των κωδωνισμών, δεν υπάρχει (δυστυχώς) κανένας τρόπος να τον 'διαβάσετε'. Αν λοιπόν τον ξεχάσετε, τότε το μόνο που μένει, είναι ο επανακαθορισμός του με τον τρόπο που ήδη αναφέραμε. Με τον ίδιο τρόπο μπορείτε να ορίσετε (ή να επανορίσετε) και τους υπόλοιπους έξι συνδυασμούς επιλέγοντας σε κάθε μια πεντάδα ψηφίων τα τέσσερα δεξιότερα. Θυμίζουμε πως είναι απαραίτητο προτού πιέσετε τον S1 να έχετε βεβαιωθεί πως η κατασκευή βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Δεν έχει δηλαδή, αρχίσει να μετράει κωδωνισμούς μιας εισερχόμενης κλήσης ούτε έχει 'σηκώσει' το ακουστικό περιμένοντας διτονίες DTMF. Αν δείτε να συμβαίνει κάτι τέτοιο, περιμένετε 10 δευτερόλεπτα ώστε να εκπνεύσουν οι χρόνοι αναμονής και ξεκινήστε τότε τη διαδικασία προγραμματισμού. Να γνωρίζετε επίσης πως κάθε ένα πλήκτρο που 'ακούει' ο μικροελεγκτής το επιβεβαιώνει αμέσως παράγοντας έναν από τους προβλεπόμενους ήχους επιβεβαίωσης.

Το πρόγραμμα που 'τρέχει' στο εσωτερικό του PIC φροντίζει ώστε κατά την εκκίνησή του όλοι οι συνδυασμοί να έχουν τα τέσσερα δεξιότερα ψηφία τους ίσα με 'CCCC', που στη γλώσσα των διτονιών DTMF αντιστοιχούν με τους αριθμούς 10, 10, 10, 10. Το ίδιο ισχύει και για τον μετρητή κωδωνισμών που ορίζεται και αυτός στην ίδια τιμή. Τις τιμές αυτές μπορείτε φυσικά να τις αλλάξετε κατά βούληση, πιέζοντας το S1 και πληκτρολογώντας τους επιθυμητούς. Σε ότι αφορά στο υλικό, σημειώνουμε επίσης πως όλες οι εξόδους της κατασκευής βρίσκονται στην κατάσταση αγωγιμότητας.

Για τον πλήρη έλεγχο της κατασκευής αρκεί να την συνδέσετε στην ελεγχόμενη συσκευή της επιλογής σας και να την καλέσετε

μέσω των τηλεφωνικού δικτύου. Το πρώτο πράγμα που οφείλετε να επιβεβαιώσετε είναι η ανταπόκριση του μικροελεγκτή στο προκαθορισμένο πλήθος κωδωνισμών, αμέσως μετά την παρουσία των ηχοσημάτων και, τέλος, την ανταπόκριση της συσκευής στους προκαθορισμένους συνδυασμούς ψηφίων. Μπορείτε πάντως, να επαληθεύσετε την καλή λειτουργία της κατασκευής σας χωρίς να χρειαστεί να καταφύγετε στις υπηρεσίες του τηλεφωνικού δικτύου. Αφαιρέστε το IC1 από τη βάση του, συνδέστε την πλακέτα στο τηλεφωνικό δίκτυο μέσω του K2. Αμέσως μετά σηκώστε το ακουστικό της συσκευής που έχετε συνδέσει στο K3. Ενώστε με ένα κομμάτι σύρμα τις ακίδες 4 και 5 της (άδειας) βάσης του IC1 για ένα περίπου δευτερόλεπτο. Η κίνηση αυτή κάνει το μικροελεγκτή να πιστέψει πως έχει φθάσει ένας παλμός κωδωνισμού. Βραχυκυκλώστε τόσες φορές τις δύο αυτές ακίδες όσες είναι και ο αριθμός κωδωνισμών που έχετε ορίσει. Μόλις συμβεί αυτό, θα πάψετε να ακούτε το σήμα πόλεως (ο μικροελεγκτής σήκωσε το ακουστικό) ενώ τη θέση του θα πάρει ο ήχος επιβεβαίωσης που παράγει ο PIC. Μπορείτε τότε να σχηματίσετε οποιονδήποτε από τους έξι συνδυασμό επιθυμείτε, παρακολουθώντας την κατάσταση των τριών εξόδων.

Για όση ώρα πληκτρολογείτε, ακούγονται οι προβλεπόμενοι τόνοι επιβεβαίωσης (βλ. Πίνακα 3) μαζί φυσικά με τις διτονίες που αντιστοιχούν στα πιεζόμενα πλήκτρα. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης θα πρέπει να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί, με τις διτονίες DTMF που παράγει η τηλεφωνική συσκευή. Οι ήχοι αυτοί εκτός από το IC2 φθάνουν και στο τηλεφωνικό κέντρο κάνοντας τα πιστέψει ότι προσπαθείτε να αποκαταστήσετε σύνδεση με κάποιον συνδρομητή. Αν θέλετε να αποφύγετε μια τέτοια 'παρεξήγηση' μπορείτε να συνδέσετε την τηλεφωνική συσκευή στο συνδετήρα K1, που, κάτω από κανονικές συνθήκες, προορίζεται για τον προγραμματισμό της κατασκευής. Στην περίπτωση που θέλετε να θέσετε εκτός λειτουργίας την κατασκευή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, αρκεί να αφαιρέσετε την τροφοδοσία της. Δεν υπάρχει κανένας λόγος να την αποσυνδέσετε από το τηλεφωνικό δίκτυο. Αυτό έμμεσα σημαίνει πως η (εσκεμμένη ή όχι) απουσία τάσης τροφοδοσίας με κανένα τρόπο δεν παρεμποδίζει την ομαλή χρήση της τηλεφωνικής συσκευής που συνδέεται μέσω της κατασκευής στο τηλεφωνικό δίκτυο.

(020294-1)

Σημείωση:

Το κύκλωμα της κατασκευής δεν έχει εγκριθεί από τον ΟΤΕ.