

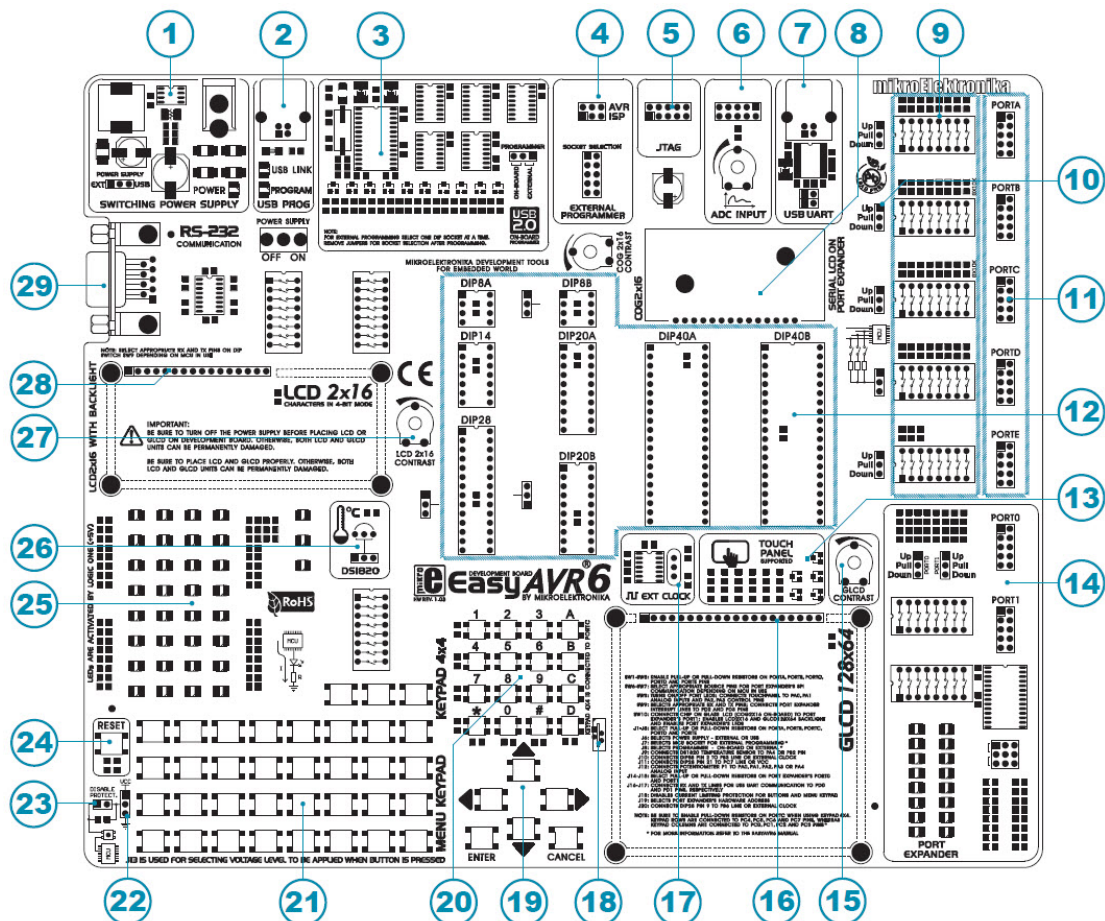
2. Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΠΛΑΚΕΤΑ EasyAVR6

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 είναι η τελευταία έκδοση τη στιγμή που γράφονται αυτές οι σημειώσεις της εκπαιδευτικής αναπτυξιακής πλακέτας που κατασκευάζει η εταιρεία mikroElektronika (<http://www.mikroe.com>) για μικροελεγκτές AVR της εταιρείας Atmel. Η πλακέτα EasyAVR6 χαρακτηρίζεται από ευκολία στη χρήση, μεγάλες δυνατότητες διασύνδεσης με περιφερειακές μονάδες και πλούσιο υλικό υποστήριξης. Συγκεκριμένα, η πλακέτα EasyAVR6:

- Δεν απαιτεί εξωτερική πηγή τροφοδοσίας καθώς μπορεί να τροφοδοτηθεί και από μια θύρα USB.
- Δεν απαιτεί ειδικό υλικό προγραμματισμού καθώς διαθέτει κύκλωμα προγραμματισμού εντός κυκλώματος που συνδέεται με τη θύρα τροφοδοσίας USB.
- Δεν απαιτεί εξωτερική πηγή χρονισμού.
- Μπορεί να λειτουργήσει πλήρως με μόνο μια σύνδεση USB με προσωπικό υπολογιστή.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικούς μικροελεγκτές AVR σε συσκευασίες 8, 14, 20, 28 και 40 ακροδεκτών.
- Διαθέτει μια πλούσια ποικιλία περιφερειακών μονάδων όπως οθόνη χαρακτήρων 2x16, οθόνη γραφικών 128x64 με πρόσθετη μεμβράνη αφής, μετατροπέα Α/Ψ, αισθητήρα θερμοκρασίας, θύρα σειριακής επικοινωνίας UART RS-232 και USB, πιεστικούς διακόπτες με διαφορετικές διατάξεις και φωτοδιόδους.
- Διαθέτει συρόμενους διακόπτες για τη διαμόρφωση των συνδέσεων των περιφερειακών μονάδων.
- Μπορεί να συνδυαστεί με σύνθετες εξωτερικές περιφερειακές μονάδες που συνδέονται στις θύρες E/E του μικροελεγκτή όπως ελεγκτές Ethernet, WiFi, GSM, ZigBee, Bluetooth, CAN, IrDA, κάρτες αποθήκευσης microSD και Compact Flash, αποκωδικοποιητές MP3, αισθητήρες κίνησης και αναγνώρισης RFID κ.α. (<http://www.mikroe.com/eng/categories/view/11/accessory-boards>).
- Διαθέτει κύκλωμα επέκτασης των θυρών E/E του μικροελεγκτή.
- Η εταιρεία mikroElektronika έχει οργανώσει μια πολύ πλούσια ιστοσελίδα υποστήριξης (<http://www.mikroe.com/esupport>) με πολλά έτοιμα παραδείγματα και ιδέες.

Η χωροθέτηση των διαφόρων μονάδων στην πλακέτα EasyAVR6 εικονίζεται στο σχήμα 2.1. Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή των βασικών μονάδων και λειτουργιών της πλακέτας.



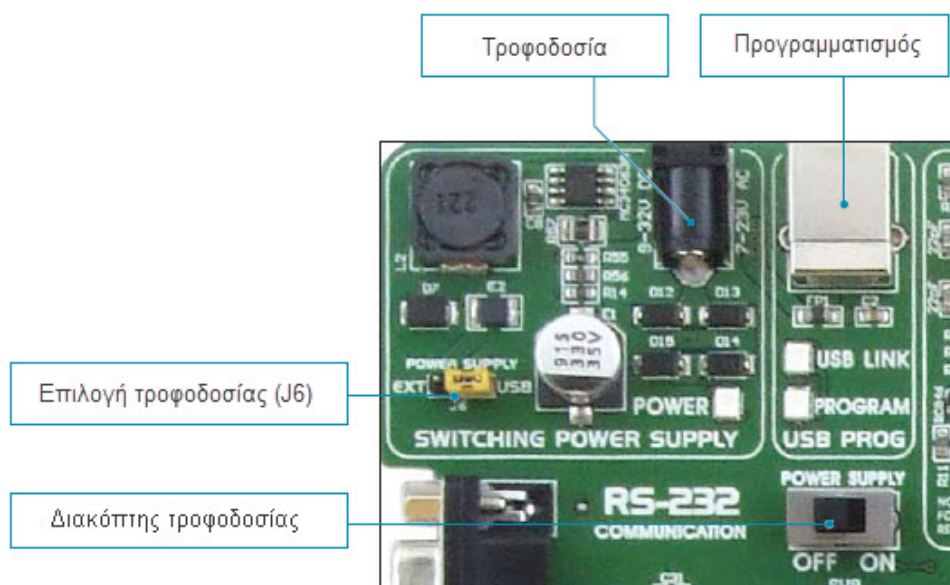
1. Κύκλωμα τροφοδοσίας
2. Συνδετήρας USB προγραμματιστή εντός κυκλώματος
3. Κύκλωμα προγραμματιστή εντός κυκλώματος
4. Συνδετήρας εξωτερικού προγραμματιστή AVRISP
5. Συνδετήρας JTAG για εξωτερικό προγραμματισμό και αποσφαλμάτωση
6. Κύκλωμα μετατροπέα Α/Ψ και αναλογικές εισοδοί
7. Θύρα ειριακής επικοινωνίας UART με συνδετήρα USB
8. Ενσωματωμένη οθόνη χαρακτήρων 2x16
9. Συρόμενοι διακόπτες επίτρεψης σύνδεσης με αντιστάσεις έλξης προς τα πάνω/προς τα κάτω
10. Συρόμενοι διακόπτες επιλογής αντίστασης έλξης προς τα πάνω/προς τα κάτω
11. Συνδετήρες θυρών E/E
12. Βάσεις μικροελεγκτών AVR
13. Ελεγκτής μεμβράνης αφής
14. Κύκλωμα επέκτασης θυρών E/E
15. Ρυθμιστής αντίθεσης οθόνης γραφικών 128x64
16. Συνδετήρας οθόνης γραφικών 128x64
17. Ταλαντωτής
18. Συνδετήρας μεμβράνης αφής
19. Πληκτρολόγιο μενού
20. Πληκτρολόγιο 4x4
21. Πληκτρολόγιο ψηφιακών εισόδων
22. Επιλογέας λογικής στάθμης
23. Βραχυκυκλωτήρας προστατευτικής αντίστασης
24. Πλήκτρο επανεκκίνησης
25. Φωτοδίοδοι
26. Βάση αισθητήρα θερμοκρασίας
27. Ρυθμιστής αντίθεσης οθόνης χαρακτήρων 2x16
28. Συνδετήρας οθόνης χαρακτήρων 2x16
29. Θύρα ειριακής επικοινωνίας UART με συνδετήρα RS-232

Σχήμα 2.1. Χωροθέτηση μονάδων στην πλακέτα EasyAVR6.

2. ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 μπορεί να λειτουργήσει πλήρως μόνο με μια σύνδεση USB με προσωπικό υπολογιστή με τέσσερα απλά βήματα. Στην πάνω αριστερή γωνία της πλακέτας (σχήμα 2.2) βρίσκονται οι σχετικοί συνδετήρες και επιλογείς. Αρχικά θα πρέπει να εγκατασταθούν οι κατάλληλοι οδηγοί συσκευής (παρέχονται από την εταιρεία mikroElektronika) στον προσωπικό υπολογιστή. Μετά, το καλώδιο USB πρέπει να συνδεθεί με το συνδετήρα προγραμματισμού από τη μία πλευρά και με τον προσωπικό υπολογιστή από την άλλη. Ο διπλανός συνδετήρας εξωτερικής τροφοδοσίας δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί. Στη συνέχεια, ο βραχυκυκλωτήρας J6 πρέπει να τοποθετηθεί προς τα δεξιά, για να επιλεγεί τροφοδοσία USB και όχι εξωτερική. Τέλος, ο διακόπτης τροφοδοσίας θέτει την πλακέτα σε λειτουργία. Οι ενδεικτικές φωτολитоδοι USB Link και Program ανάβουν για να υποδηλώσουν ορθή λειτουργία. Με κατάλληλη εφαρμογή λογισμικού για προσωπικό υπολογιστή, ο χρήστης μπορεί τώρα να μεταφέρει κώδικα μέσω του καλωδίου USB στον μικροελεγκτή και να πειραματιστεί ελεύθερα.

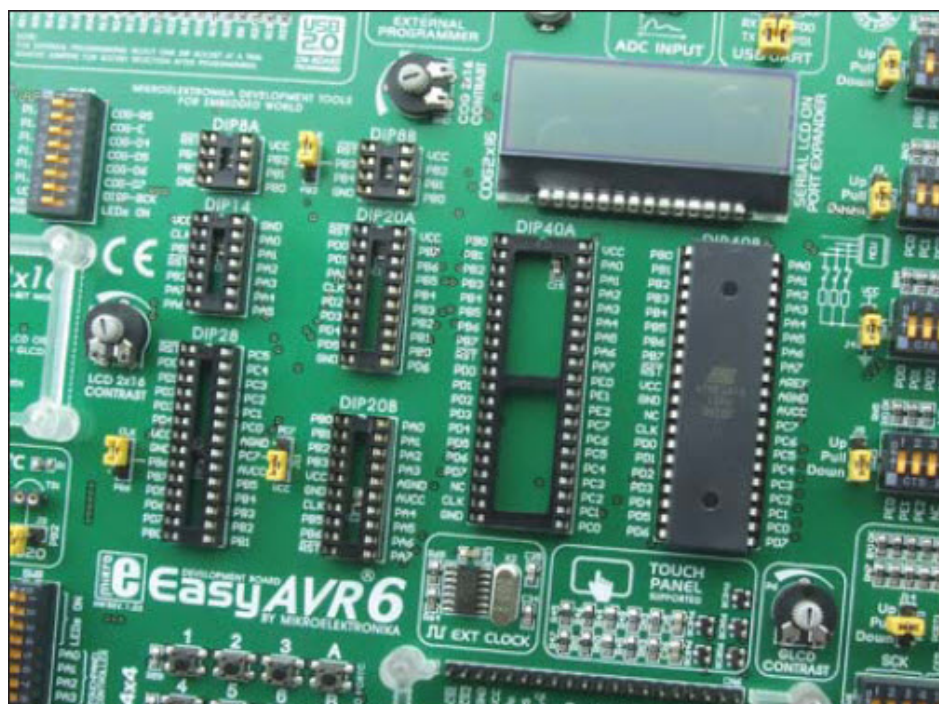
Εάν θα χρησιμοποιηθούν εξωτερικές περιφερειακές μονάδες θα πρέπει οποσδήποτε να έχουν συνδεθεί πριν τεθεί η πλακέτα σε λειτουργία.



Σχήμα 2.2. Συνδετήρες και επιλογές τροφοδοσίας και προγραμματισμού.

3. ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ

Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 είναι σχεδιασμένη για να λειτουργεί με διαφορετικές συσκευές μικροελεγκτών AVR με συσκευασίες DIP8, DIP14, DIP20, DIP28 και DIP40. Οι βάσεις στις οποίες τοποθετούνται βρίσκονται στο κεντρικό σημείο της πλακέτας και εικονίζονται στα σχήματα 2.1 και 2.3 (λεπτομέρεια). Όπως φαίνεται στα παραπάνω σχήματα υπάρχουν δύο βάσεις για τις συσκευασίες DIP8, DIP20 και DIP40 και απο μία για τις συσκευασίες DIP14 και DIP28 (συνολικά 8 βάσεις). Η εργοστασιακή διαμόρφωση της πλακέτας περιλαμβάνει τον μικροελεγκτή AVR ATmega16 σε συσκευασία DIP40 και στην βάση DIP40B.



Σχήμα 2.3. Βάσεις μικροελεγκτών.

Οι βραχυκυκλωτήρες J10, J11 και J20 δίπλα στις βάσεις DIP28 και DIP8A χρησιμοποιούνται για την επιλογή διαφορετικών λειτουργιών των ακροδεκτών των μικροελεγκτών που θα τοποθετηθούν σε αυτές σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Βραχυκυκλωτήρας	Θέση	Λειτουργία
J10	PB3	Ο ακροδέκτης PB3 είναι ακροδέκτης E/E
	CLK	Ο ακροδέκτης PB3 τροφοδοτείται με σήμα ρολογιού από τον ταλαντωτή της πλακέτας
J11	VCC	Ο ακροδέκτης PC7 είναι συνδεδεμένος στην τάση τροφοδοσίας
	PC7	Ο ακροδέκτης PC7 είναι ακροδέκτης E/E
J20	CLK	Ο ακροδέκτης PB6 τροφοδοτείται με σήμα ρολογιού από τον ταλαντωτή της πλακέτας
	PB6	Ο ακροδέκτης PB6 είναι ακροδέκτης E/E

Οι διάφοροι μικροελεγκτές που τοποθετούνται στις βάσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν για χρονισμό σήμα που προέρχεται είτε από ταλαντωτή ενσωματωμένο στην πλακέτα είτε εξωτερικό ταλαντωτή. Ο ενσωματωμένος ταλαντωτής μπορεί να υποστηρίξει τις περισσότερες περιπτώσεις μικροελεγκτών που τοποθετούνται στην πλακέτα χωρίς ειδικές ρυθμίσεις. Εξαιρέσεις είναι οι μικροελεγκτές που τοποθετούνται στη βάση DIP8A, που έχουν εσωτερικό ταλαντωτή, και αυτοί που τοποθετούνται στη βάση DIP8B, που χρησιμοποιούν τον ενσωματωμένο στην πλακέτα ή εξωτερικό ταλαντωτή ανάλογα με τη θέση του βραχυκυκλωτήρα J10.

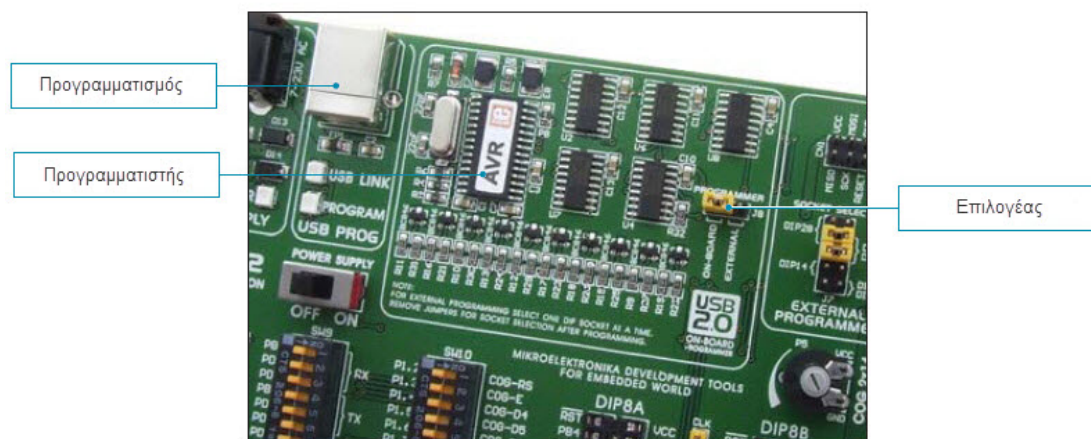
Σε κάθε χρονική στιγμή, μόνο ένας μικροελεγκτής μπορεί να είναι τοποθετημένος στην πλακέτα.

4. ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ AVRprog

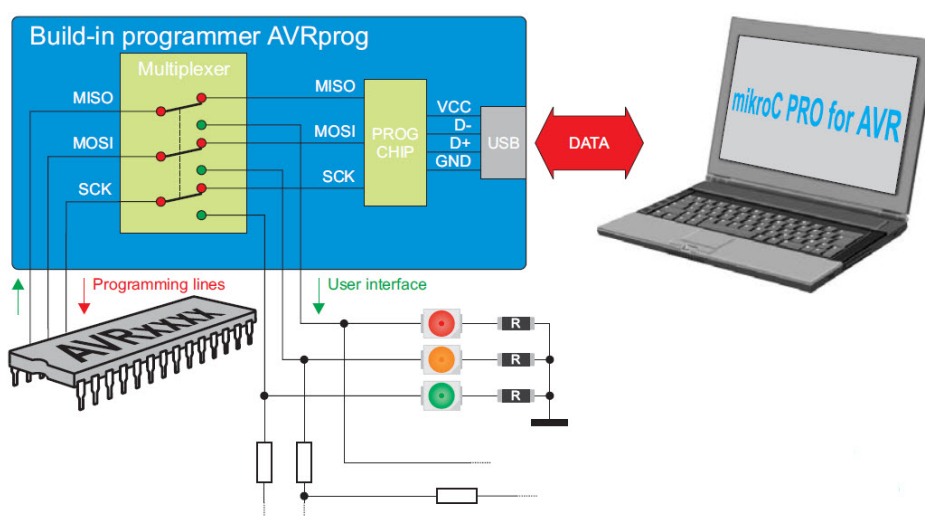
Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6, με στόχο την μείωση των απαραίτητων συνδέσεων και την ευκολία χρήσης, περιλαμβάνει κύκλωμα προγραμματισμού εντός κυκλώματος (AVRprog) το οποίο εικονίζεται στο σχήμα 2.4. Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από το συνδετήρα προγραμματισμού και τροφοδοσίας USB, το ολοκληρωμένο κύκλωμα προγραμματισμού και τον επιλογέα προγραμματισμού (βραχυκυκλωτήρας J8), που επιλέγει μεταξύ του ενσωματωμένου προγραμματιστή και εξωτερικού προγραμματιστή.

Ο προγραμματισμός με τον ενσωματωμένο προγραμματιστή AVRprog γίνεται με 3 απλά βήματα.

1. Συγγραφή κώδικα και αποσφαλμάτωση με τη βοήθεια σχετικών εργαλείων όπως το AVR Studio (βλέπε επόμενο κεφάλαιο).
2. Παραγωγή εκτελέσιμου αρχείου .hex.
3. Μεταφορά του εκτελέσιμου αρχείου στη μνήμη προγράμματος του μικροελεγκτή με την κατάλληλη εφαρμογή (AVRFlash, βλέπε επόμενο κεφάλαιο). Η μεταφορά γίνεται με σειριακό πρωτόκολλο SPI, όμως εικονίζεται στο σχήμα 2.5.



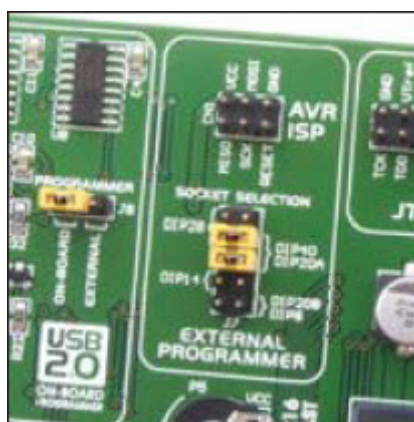
Σχήμα 2.4. Κύκλωμα και επιλογές προγραμματισμού εντός κυκλώματος.



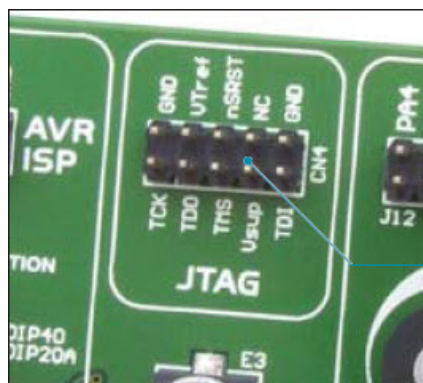
Σχήμα 2.5. Μεταφορά εκτελέσιμου κώδικα με τον ενσωματωμένο προγραμματιστή AVRprog.

5. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΕΣ

Εκτός από τον ενσωματωμένο προγραμματιστή AVRprog, η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 διαθέτει συνδετήρες για δύο τύπους εξωτερικών προγραμματιστών. Ο πρώτος είναι ο προγραμματιστής AVRISP, που συνδέεται στο συνδετήρα που βρίσκεται ακριβώς δεξιά από τον ενσωματωμένο προγραμματιστή AVRprog (σχήμα 2.6). Παράλληλα, ο βραχυκυκλωτήρας J7 χρησιμοποιείται για να συνδεθούν οι ακροδέκτες του προγραμματιστή AVRISP με την κατάλληλη βάση μικροελεγκτή (οδηγίες υπάρχουν πάνω στην πλακέτα). Αν ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιείται είναι της οικογένειας Mega AVR, με ενσωματωμένο ελεγκτή διεπαφής JTAG, ο προγραμματισμός αλλά και η αποσφαλμάτωση εντός κυκλώματος μπορεί να γίνει με προγραμματιστή JTAG (π.χ. Atmel JTAGICE mkII). Ο προγραμματιστής JTAG συνδέεται ακριβώς δεξιά του προγραμματιστή AVRISP (σχήμα 2.7) και δεν εξαρτάται από τις επιλογές που έχουν γίνει στους βραχυκυκλωτήρες J7 και J8, εφόσον η σύνδεση γίνεται απευθείας στους αντίστοιχους ακροδέκτες JTAG του μικροελεγκτή.



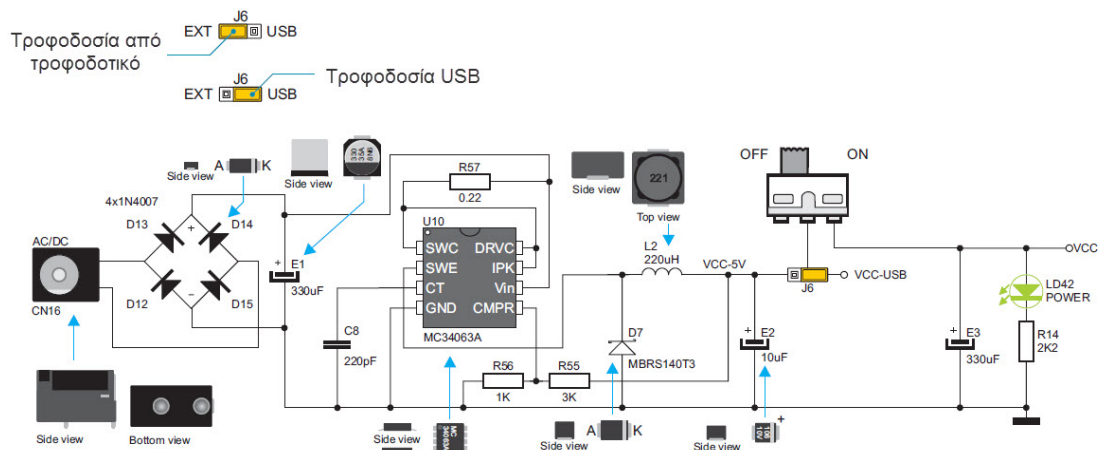
Σχήμα 2.6. Συνδετήρας προγραμματισμού AVRISP και επιλογές.



Σχήμα 2.7. Συνδετήρας προγραμματισμού JTAG.

6. ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ

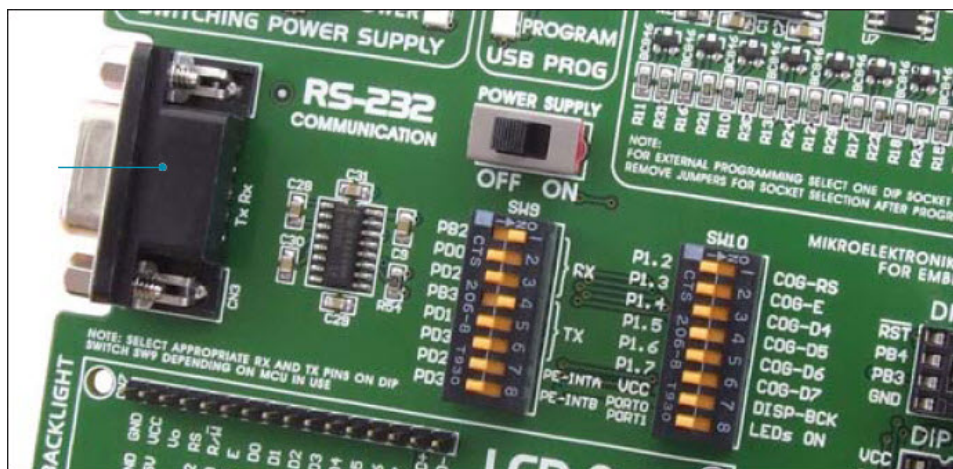
Η πλακέτα EasyAVR6 διαθέτει ταλαντωτή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξωτερική είσοδος χρονισμού σε μικροελεγκτές που δεν διαθέτουν εσωτερικό ρολόι. Ο κρύσταλλος που παίζει το ρόλο του ταλαντωτή τοποθετείται σε σχετική βάση (σχήμα 2.8) και μπορεί να αντικατασταθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Η τιμή του εξαρτάται από τη μέγιστη επιτρεπτή συχνότητα του χρησιμοποιούμενου μικροελεγκτή. Η εργοστασιακή διαμόρφωση της πλακέτας περιλαμβάνει ταλαντωτή 8MHz. Το κυκλωματικό του διάγραμμα εικονίζεται στο σχήμα 2.9.



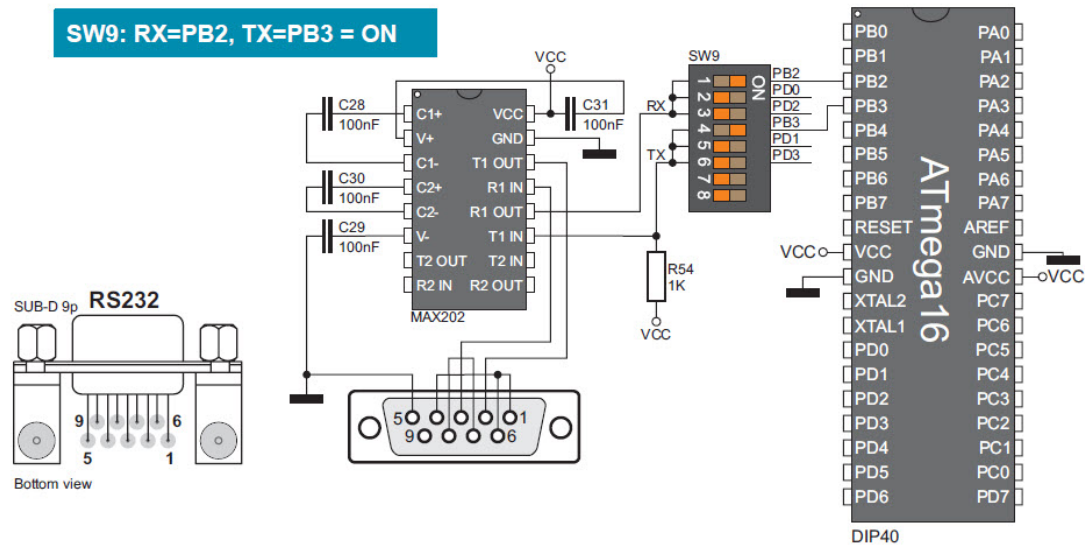
Σχήμα 2.10. Κυκλωματικό διάγραμμα τροφοδοσίας.

8. ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ RS-232

Η σειριακή επικοινωνία (USART – Universal Synchronous/Asynchronous Received Transmitter) είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ υπολογιστών, ενσωματωμένων συσκευών και περιφερειακών. Η σειριακή επικοινωνία RS-232 είναι ένα πρότυπο που καθορίζει τα επιτρεπτά επίπεδα τάσεων και το συνδετήρα επικοινωνίας, που είναι ένας συνδετήρας τύπου D 9 ακροδεκτών. Στην αναπτυξιακή πλακέτας EasyAVR6 ο συνδετήρας αυτός (σχήμα 2.11) βρίσκεται κάτω από το κύκλωμα τροφοδοσίας. Η σύνδεσή του με τη μονάδα USART που υπάρχει ενσωματωμένη στο μικροελεγκτή της πλακέτας (προσοχή, δεν υπάρχει σε όλες τις συσκευές μικροελεγκτών AVR) γίνεται με την ομάδα συρόμενων διακοπών SW9, όπως φαίνεται στο κυκλωματικό διάγραμμα του σχήματος 2.12. Συγκριμένα, οι 3 πρώτοι συρόμενοι διακόπτες συνδέουν τον ακροδέκτη λήψης (RX) του συνδετήρα RS-232 με έναν από 3 διαφορετικούς ακροδέκτες E/E του μικροελεγκτή (για την περίπτωση του ATmega16, PB2, PD0 ή PD2), ενώ οι 3 επόμενοι το ακροδέκτη εκπομπής (TX) με άλλους 3 (PB3, PD1 ή PD3). Από τους συρόμενους διακόπτες έως τους ακροδέκτες του συνδετήρα μεσολαβεί και το ολοκληρωμένο MAX202C, που αναλαμβάνει τη μετατροπή των επιπέδων των τάσεων σύμφωνα με το πρότυπο RS-232. Η ταχύτητα επικοινωνίας (μπορεί να φτάσει μέχρι τα 115kbps) καθώς και η σύνδεση των συγκεκριμένων ακροδεκτών E/E με τη μονάδα USART του μικροελεγκτή ρυθμίζονται από σχετικό λογισμικό.



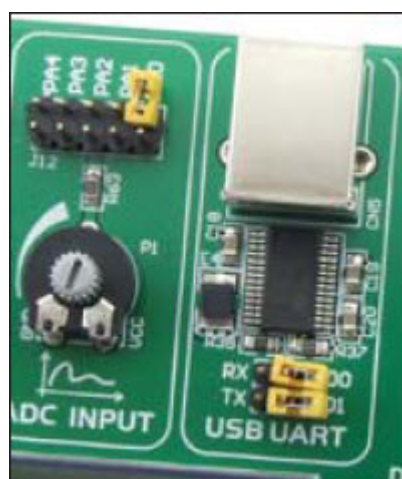
Σχήμα 2.11. Συνδετήρας σειριακής επικοινωνίας RS-232.



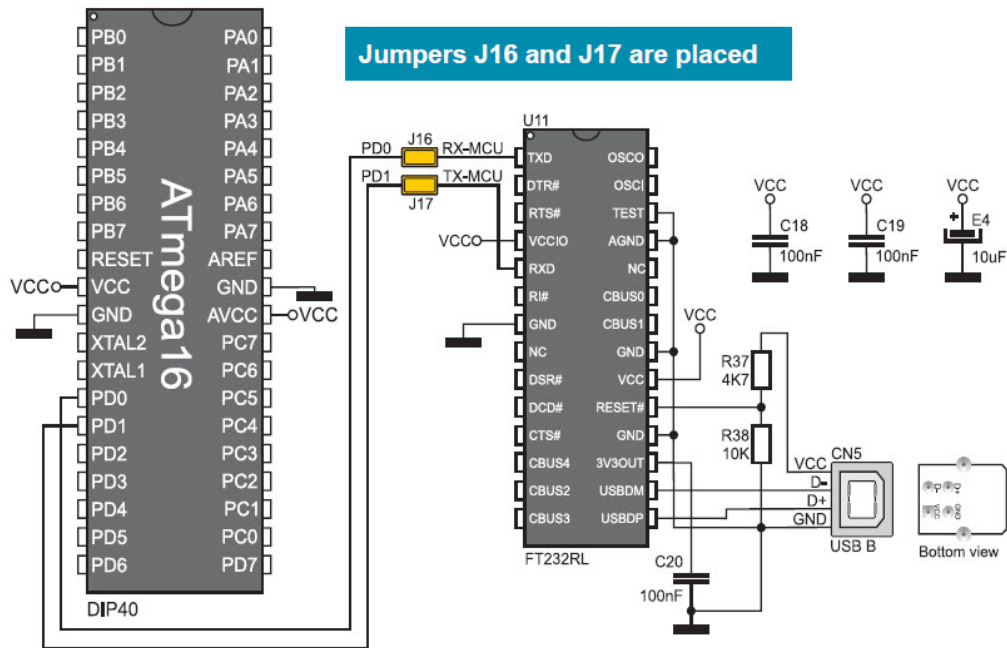
Σχήμα 2.12. Κυκλωματικό διάγραμμα σειριακής επικοινωνίας RS-232.

9. ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ USB

Ενώ η σειριακή επικοινωνία σύμφωνα με το πρότυπο RS-232 είναι παλαιότερη και δοκιμασμένη, οι σύγχρονες συσκευές μεταφέρουν σειριακά δεδομένα μέσω θυρών USB. Η πλακέτας EasyAVR6 περιλαμβάνει ένα συνδετήρα USB για σειριακή επικοινωνία (εκτός από το συνδετήρα USB για προγραμματισμό), που βρίσκεται πάνω και δεξιά (σχήμα 2.13). Όπως και στην περίπτωση της επικοινωνίας RS-232, έτσι και εδώ πρέπει να συνδεθούν ακροδέκτες E/E του μικροελεγκτή με το συνδετήρα USB. Αυτό γίνεται με τους βραχυκυκλωτήρες J16 και J17. Ο J16 συνδέει τον ακροδέκτη λήψης (RX) με τον ακδέκτη PD0 και ο J17 τον ακροδέκτη εκπομπής (TX) με τον ακροδέκτη PD1 (σχήμα 2.14). Επειδή η μονάδα USART του μικροελεγκτή έχει διαφορές από το πρότυπο USB (πράγμα που δεν συμβαίνει στη σειριακή επικοινωνία RS-232), το ολοκληρωμένο FT232RL αναλαμβάνει να κάνει τη μετατροπή από USART σε USB. Από την πλευρά του λογισμικού πάντως, οι δύο μονάδες σειριακής επικοινωνίας λειτουργούν πανομοιότυπα.



Σχήμα 2.13. Συνδετήρας σειριακής επικοινωνίας USB.



Σχήμα 2.14. Κυκλωματικό διάγραμμα σειριακής επικοινωνίας USB.

10. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η σειριακή επικοινωνία ενός καλωδίου (1-wire serial communication) είναι ένα πρωτόκολλο που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων από μία μόνο καλωδιακή σύνδεση. Η διαδικασία συντονίζεται από μία συσκευή μικροελεγκτή σε ρόλο αφέντη. Το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου είναι ότι απαιτεί έναν μόνο ακροδέκτη του μικροελεγκτή. Όλες οι συσκευές που συνδέονται σε αυτόν τον ακροδέκτη έχουν έναν προκαθορισμένο κωδικό σιλάβου, που επιτρέπει στο μικροελεγκτή να αναγνωρίζει εύκολα με ποιά συσκευή επικοινωνεί κάθε φορά.

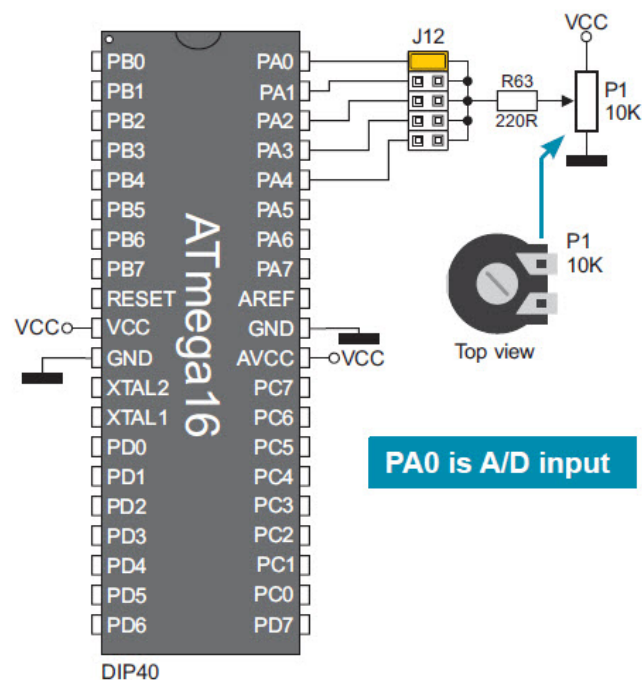
Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 είναι εφοδιασμένη με τον αισθητήρα θερμοκρασίας DS1820 (σχήμα 2.15) που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας ενός καλωδίου. Μετράει θερμοκρασίες από -55°C έως 125°C και παρέχει ακρίβεια $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ στην περιοχή θερμοκρασιών από -10°C έως 85°C . Για την τροφοδοσία του απαιτείται συνεχής τάση από 3V έως 5V. Ο αισθητήρας χρειάζεται μέγιστο χρόνο 750ms για να υπολογίσει τη θερμοκρασία με ακρίβεια 9 bit. Στην αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 μπορεί να συνδεθεί με τους ακροδέκτες του μικροελεγκτή PA4 ή PB2, ανάλογα με τη θέση του βραχυκυκλωτήρα J9, όπως φαίνεται και στα σχήματα 2.15 και 2.16. Μέσω του επιλεγμένου ακροδέκτη πραγματοποιείται η επικοινωνία μικροελεγκτή-αισθητήρα. Η τοποθέτηση του αισθητήρα στην αναπτυξιακή πλακέτα γίνεται σε ειδική βάση, προσέχοντας το τυπωμένο ημικύκλιο στην πλακέτα να συμπίπτει με την ημικυκλική πλευρά του αισθητήρα, όπως στο σχήμα 2.15.

φαίνεται στο σχήμα 2.18. Η αντίσταση R63 προστατεύει τόσο το ποτενσιόμετρο όσο και τους ακροδέκτες του μικροελεγκτή από μεγάλη ροή ρεύματος.

Για να μετατρέψει σωστά ο μικροελεγκτής την αναλογική τάση σε ψηφιακή πρέπει να έχουν απενεργοποιηθεί οι φωτοдиодοι και οι αντιστάσεις έλξης προς τα πάνω/κάτω για τους συγκεκριμένους ακροδέκτες που θα επιλεγούν ως αναλογικοί είσοδοι (περισσότερες πληροφορίες και στις επόμενες παραγράφους).



Σχήμα 2.17. Μετατροπέας Α/Ψ και ρυθμιστής τάσης εισόδου.

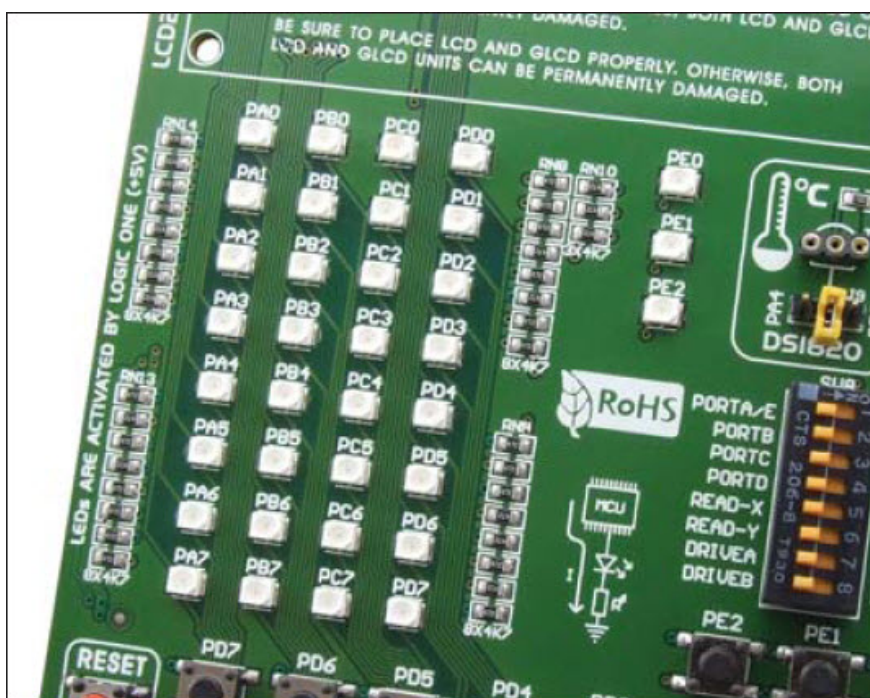


Σχήμα 2.18. Κυκλωματικό διάγραμμα μετατροπέα Α/Ψ.

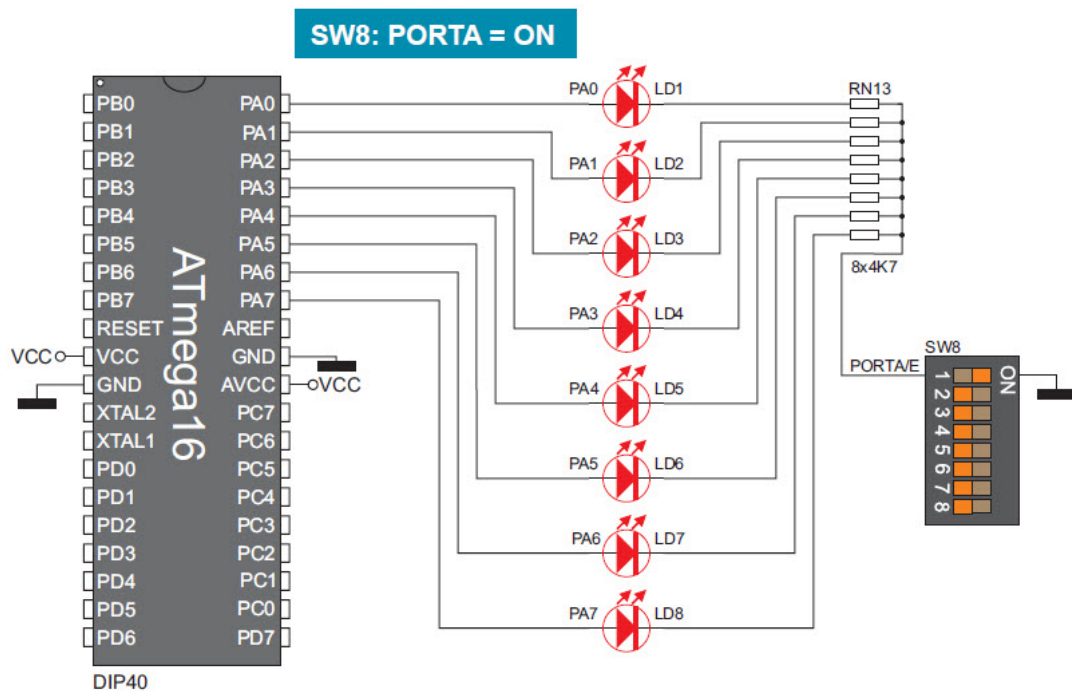
12. ΦΩΤΟΔΙΟΔΟΙ

Οι φωτοдиодοι είναι μια αρκετά αποτελεσματική (από πλευράς ισχύος) πηγή φωτός. Για τη συνδεσμολογία μιας φωτοδιόδου απαιτείται μια αντίσταση περιορισμού ρεύματος, που υπολογίζεται από τον τύπο $R=U/I$ όπου R η υπολογιζόμενη αντίσταση, U η τάση τροφοδοσίας και I το επιτρεπτό ρεύμα από τη φωτοδιόδο. Σε συνηθισμένες φωτοδιόδους η τάση τροφοδοσίας είναι 2.5V και το ρεύμα φωτοδιόδου κυμαίνεται από 1mA έως 20mA.

Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 χρησιμοποιεί 35 φωτοδιόδους του 1mA (σχήμα 2.19) που μπορούν να απεικονίζουν ανά πάσα στιγμή τη λογική στάθμη σε οποιονδήποτε ακροδέκτη E/E του μικροελεγκτή. Μια ενεργή (αναμένη) φωτοδιόδος σημαίνει ότι ο αντίστοιχος ακροδέκτης βρίσκεται σε λογικό 1. Για να είναι επιτρεπτή αυτή η συνεχής απεικόνιση πρέπει να έχουν τοποθετηθεί στη θέση ON οι συρόμενοι διακόπτες PORTA/E, PORTB, PORTC και PORTD της ομάδας διακοπών SW8 (σχήμα 2.19 και 2.20). Εάν κάποιος από αυτούς είναι στη θέση OFF, οι αντίστοιχες φωτοдиодοι είναι απομονωμένες και συνεπώς, συνεχώς ανενεργές (σβηστές).



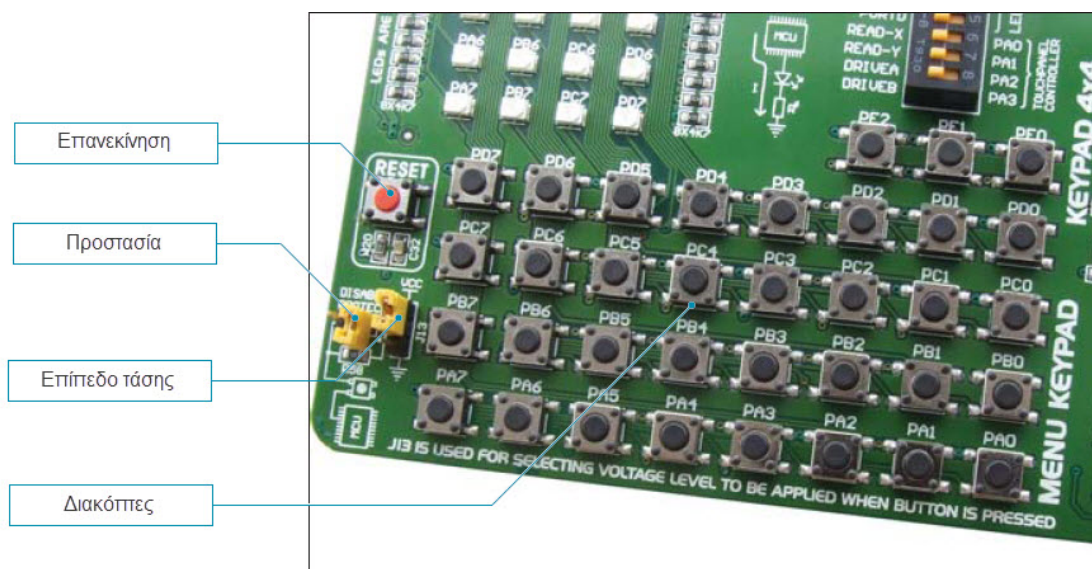
Σχήμα 2.19. Φωτοдиодοι.



Σχήμα 2.20. Κυκλωματικό διάγραμμα φωτοδιόδων.

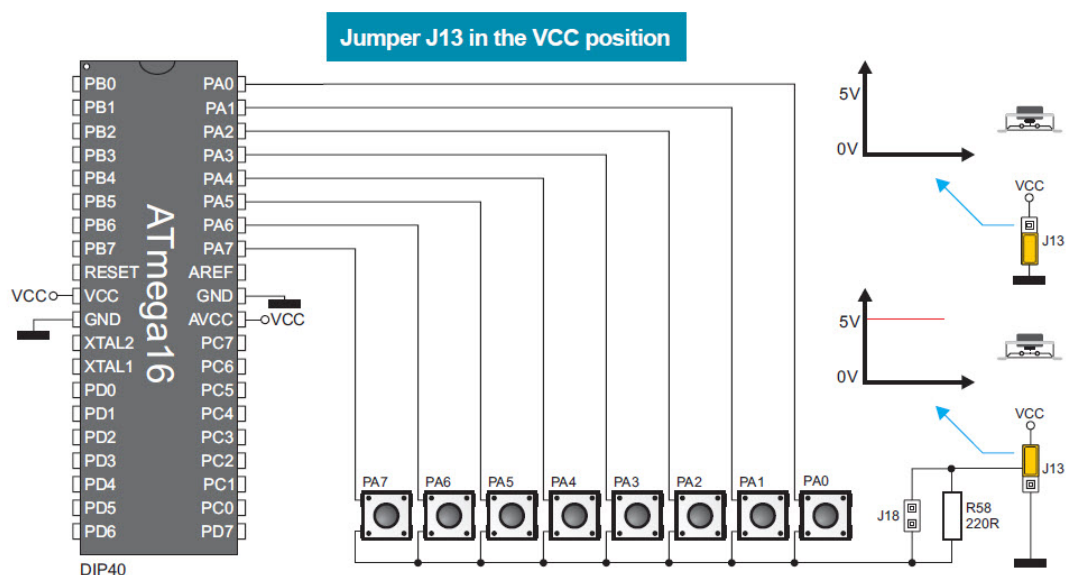
13. ΠΙΕΣΤΙΚΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Αντίστοιχα με τις φωτοδιόδους, η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 περιλαμβάνει 35 πιεστικούς διακόπτες κάτω αριστερά (σχήμα 2.21), που χρησιμοποιούνται για να αλλάξουν τη στάθμη τάσης σε οποιονδήποτε ακροδέκτη E/E του μικροελεγκτή. Η στάθμη αυτή ρυθμίζεται από το βραχυκυκλωτήρα J13. Όταν ο J13 βρίσκεται στη θέση VCC, το πάτημα οποιουδήποτε πιεστικού διακόπτη έχει ως αποτέλεσμα η στάθμη στον αντίστοιχο ακροδέκτη να γίνει λογικό 1 (5V). Όταν ο J13 βρίσκεται στη θέση GND (τυπωμένο με το σχετικό σύμβολο της γείωσης), το ίδιο πάτημα έχει ως αποτέλεσμα η στάθμη στον ακροδέκτη να γίνει λογικό 0 (σχήμα 2.22).



Σχήμα 2.21. Πιεστικοί διακόπτες και σχετικοί ρυθμιστές.

Εκτός όμως από τους γενικής χρήσης πιεστικούς διακόπτες, στην ίδια περιοχή της αναπτυξιακής πλακέτας (σχήμα 2.21), βρρίσκεται και ένας κόκκινος πιεστικός διακόπτης επανεκκίνησης που συνδέεται με τον ακροδέκτη επανεκκίνησης του μικροελεγκτή. Τέλος, κάτω από το διακόπτη επανεκκίνησης και αριστερά από το βραχυκυκλωτήρα J13 βρρίσκεται ένας άλλος βραχυκυκλωτήρας, ο J18. Αυτός θα πρέπει να είναι πάντα σε κατάσταση ανοιχτού κυκλώματος. Ο σκοπός του είναι να βραχυκυκλώνει (αν τοποθετηθεί σε κατάσταση κλειστού κυκλώματος) μια αντίσταση προστασίας που χρησιμοποιείται για να περιορίζει τη ροή ρεύματος από τους ακροδέκτες E/E του μικροελεγκτή. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας η αντίσταση αυτή δεν πρέπει να βραχυκυκλώνεται και μόνο αν απαιτηθεί η συνδεσμολογία κάποιας περιφερειακής μονάδας ειδικού σκοπού, που απαιτεί περισσότερο ρεύμα, μπορεί ένας έμπειρος χρήστης να ενεργοποιήσει αυτή την επιλογή.

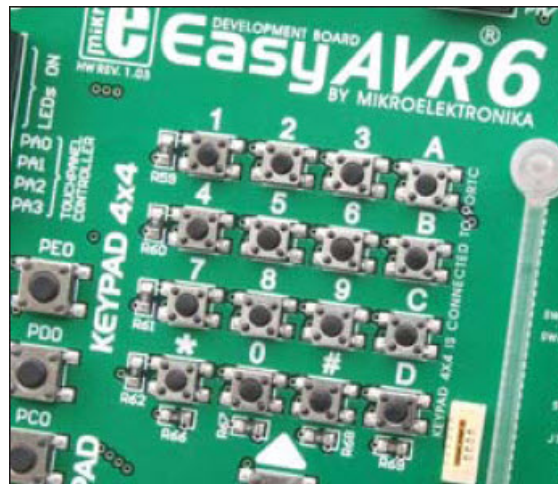


Σχήμα 2.22. Κυκλωματικό διάγραμμα πιεστικών διακοπών.

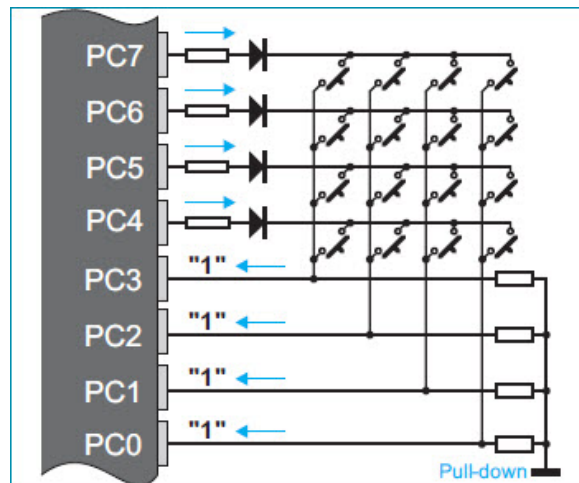
14. ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

Εκτός από τους γενικής χρήσης πιεστικούς διακόπτες, η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 περιλαμβάνει και έναν αριθμό πιεστικών διακοπών οργανωμένων σε δύο πληκτρολόγια. Το πληκτρολόγιο 4x4 (σχήμα 2.23) και το πληκτρολόγιο MENU (σχήμα 2.25).

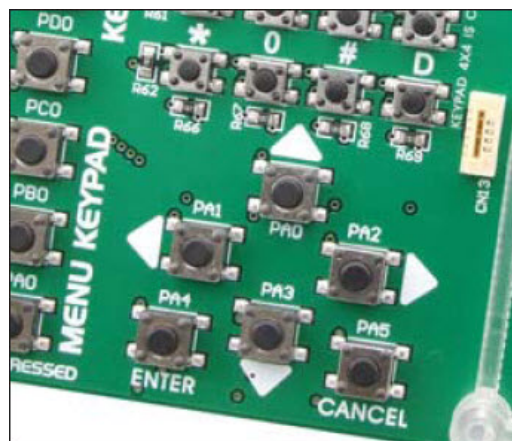
Το πληκτρολόγιο 4x4 είναι ένα σύνολο 8 πιεστικών διακοπών συνδεδεμένων με τη θύρα PORTC του μικροελεγκτή. Η λειτουργία του πληκτρολογίου βασίζεται στην τεχνική της σάρωσης (σχήμα 2.24). Οι ακροδέκτες PC0, PC1, PC2 και PC3 της θύρας PORTC χρησιμοποιούνται ως εισόδοι συνδεδεμένες με αντιστάσεις έλξης προς τα κάτω (μέσω του βραχυκυκλωτήρα J3 και της ομάδας διακοπών SW3, σχήμα 2.26). Οι ακροδέκτες PC4, PC5, PC6 και PC7 χρησιμοποιούνται ως εξόδοι. Δίνοντας λογικό 1 σε έναν από τους ακροδέκτες εξόδου θα διαβάσουμε λογικό 1 σε κάποιον από τους ακροδέκτες εισόδου μόνο αν ο πιεστικός διακόπτης που τέμνει τους δύο ακροδέκτες είναι πατημένος (σχήμα 2.24). Αλλιώς, η αντίσταση έλξης προς τα κάτω θα δώσει λογικό 0. Δοκιμάζοντας με τη σειρά (με κατάλληλο λογισμικό) όλους τους ακροδέκτες μπορούμε να ελέγχουμε αν και ποιός πιεστικός διακόπτης είναι πατημένος.



Σχήμα 2.23. Πληκτρολόγιο 4x4.

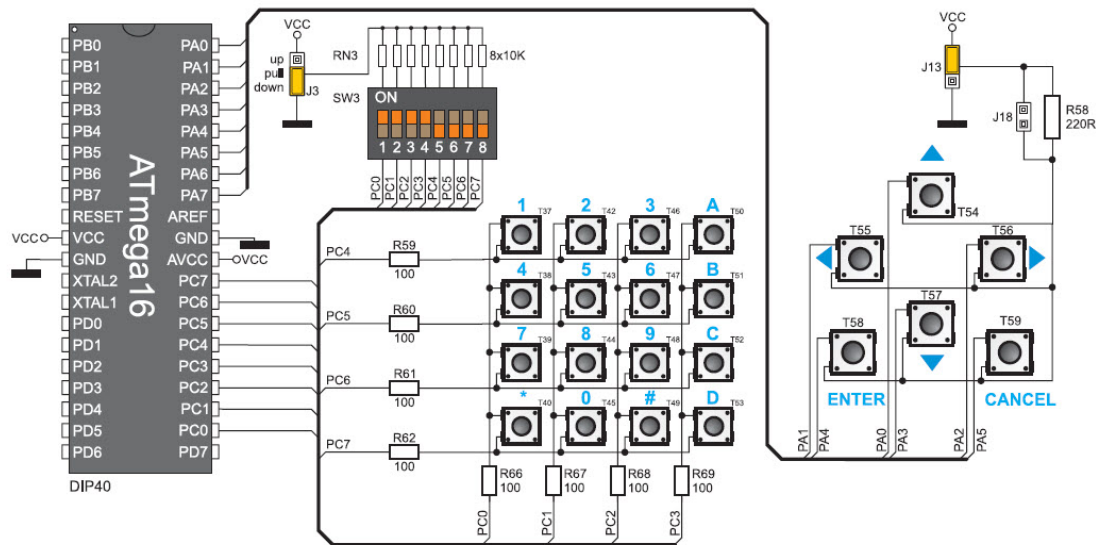


Σχήμα 2.24. Τεχνική σάρωσης πληκτρολογίου 4x4.



Σχήμα 2.25. Πληκτρολόγιο MENU.

Το πληκτρολόγιο MENU είναι συνδεδεμένο με τη θύρα PORTA και λειτουργεί όπως οι πιεστικοί διακόπτες γενικής χρήσης, χρησιμοποιώντας το βραχυκυκλωτήρα J13 για να ελέγξει το επίπεδο της τάσης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.26. Η διαφορά του είναι η διάταξη των πλήκτρων, που θυμίζουν πλήκτρα πλοήγησης.



Σχήμα 2.26. Κυκλωματικό διάγραμμα ηλεκτρολογίων.

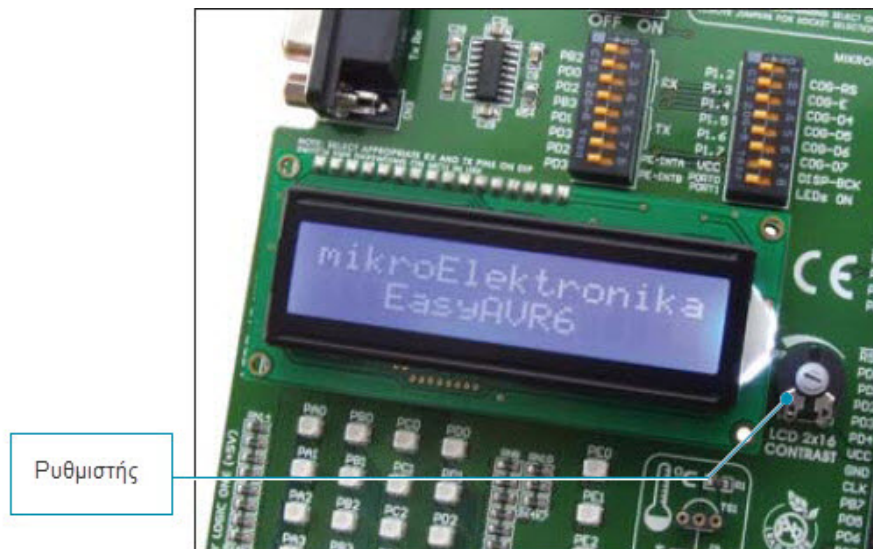
15. ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΟΘΟΝΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ 2X16

Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 περιλαμβάνει συνδετήρα για σύνδεση με αλφαριθμητική οθόνη 2x16 χαρακτήρων, 7x5 στοιχείων ανά χαρακτήρα (σχήμα 2.27). Ο συνδετήρας αυτός επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή με τη θύρα PORTD. Δίπλα από την οθόνη υπάρχει ρυθμιστής αντίθεσης (σχήμα 2.28) ενώ ο συρόμενος διακόπτης DISP-BCK της ομάδας διακοπών SW10 χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει το φωτισμό βάθους της οθόνης (σχήμα 2.29).

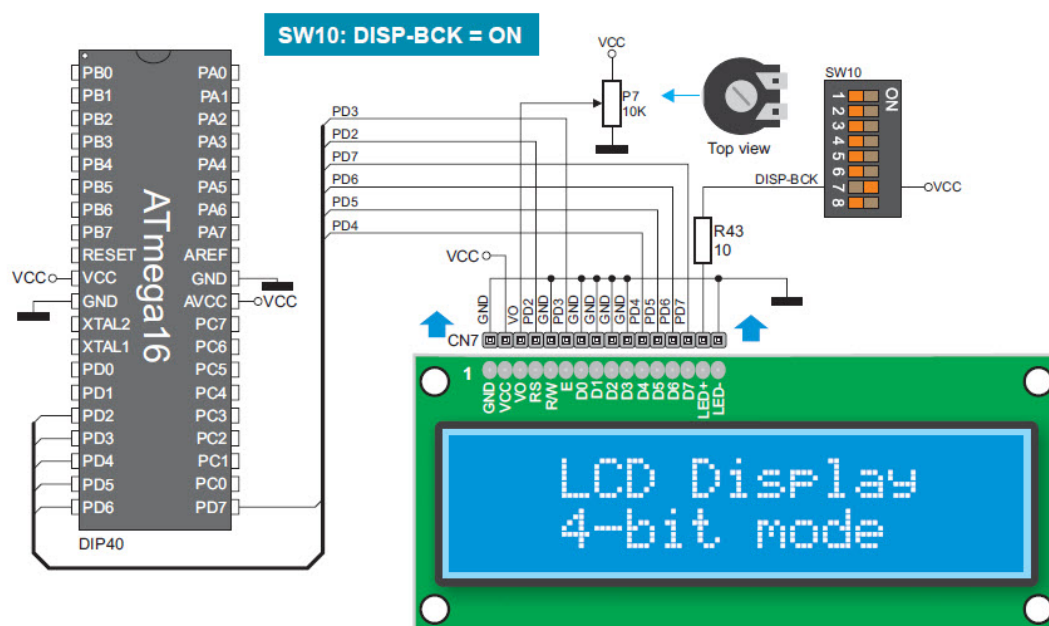


Σχήμα 2.27. Συνδετήρας οθόνης χαρακτήρων 2x16.

Η επικοινωνία μεταξύ της οθόνης και του μικροελεγκτή γίνεται με λέξεις των 4 bit. Την αποκωδικοποίηση αυτών των λέξεων αναλαμβάνει ο ελεγκτής της οθόνης WH1602B. Περισσότερες πληροφορίες για τον ελεγκτή WH1602B καθώς και το εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών του θα παρουσιαστούν σε επόμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 2.28. Ρυθμιστής αντίθεσης οθόνης χαρακτήρων 2x16.



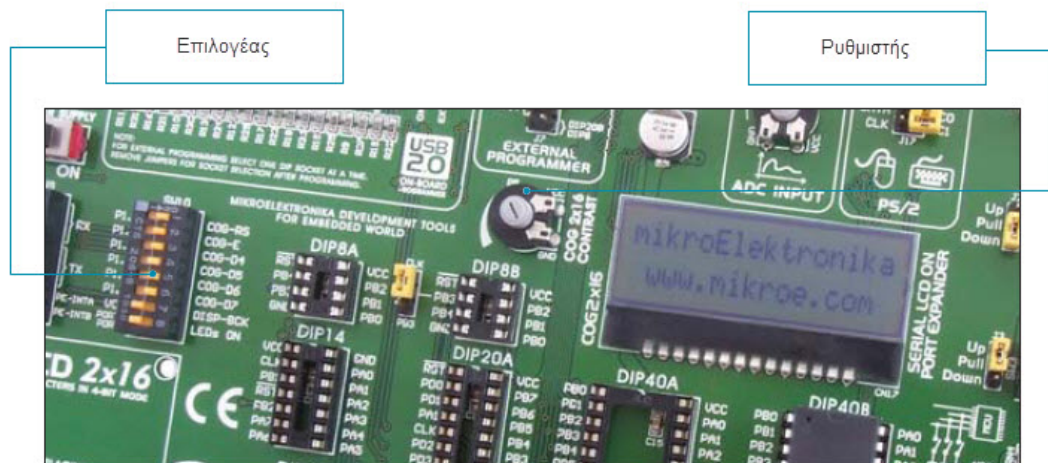
Σχήμα 2.29. Κυκλωματικό διάγραμμα οθόνης χαρακτήρων 2x16.

16. ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΑΛΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΟΘΟΝΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ 2X16 ΜΕ ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΔΙΕΠΑΦΗ

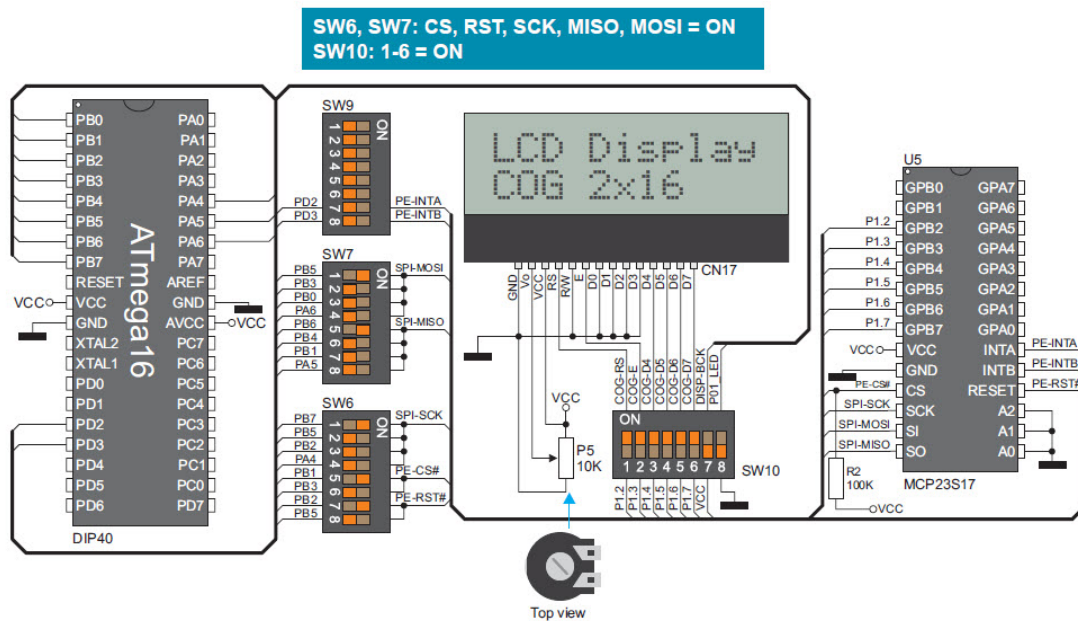
Εκτός από την πρόσθετη αλφαριθμητική οθόνη, η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 περιλαμβάνει και μια ενσωματωμένη οθόνη 2x16 χαρακτήρων, 7x5 στοιχείων ανά χαρακτήρα (σχήμα 2.30). Η διαφορά της με την προηγούμενη είναι ότι η σύνδεση με τον μικροελεγκτή δεν γίνεται μέσω κάποιας κοινής θύρας E/E αλλά ενός κυκλώματος επέκτασης των θυρών E/E που επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή με το σειριακό πρωτόκολλο SPI.

Το πρωτόκολλο SPI είναι πολύ διαδεδομένο σε εφαρμογές μικροελεγκτών. Μέσω ενός διαδρόμου που περιλαμβάνει τουλάχιστον τα σήματα επιλογής (CS), επαναφοράς (RST), ρολογιού (SCK), εισόδου σε αφέντη / εξόδου από σκλάβο (MISO = Master Input / Slave Output) και εξόδου από αφέντη / εισόδου σε σκλάβο (MOSI = Master Output / Slave Input) μεταφέρει σειριακά δεδομένα διπλής κατεύθυνσης. Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι οι μικροελεγκτές AVR περιλαμβάνουν ελεγκτή SPI και συνδέουν σε αυτόν έναν εξωτερικό ελεγκτή SPI, το ολοκληρωμένο MCP23S17. Αυτό είναι το κύκλωμα επέκτασης θυρών E/E (που θα παρουσιαστεί σε επόμενη παράγραφο) και παρέχει δύο πρόσθετες θύρες E/E, τις PORT0 και PORT1. Η ενσωματωμένη οθόνη 2x16 συνδέεται στη θύρα PORT1, εφόσον οι ομάδες διακοπών SW6, SW7, SW9 και SW10 τοποθετηθούν όπως στο σχήμα 2.31. Από την ομάδα SW6 συνδέονται τα σήματα CS, RST και SCK με ακροδέκτες του μικροελεγκτή, από την ομάδα SW7 τα σήματα MISO και MOSI, από την ομάδα SW9 επιτρέπεται η σύνδεση του κυκλώματος επέκτασης θυρών με την ενσωματωμένη οθόνη ενώ η ομάδα SW10 ενεργοποιεί/απενεργοποιεί την ενσωματωμένη οθόνη.

Στην ενσωματωμένη οθόνη δεν υπάρχει δυνατότητα φωτισμού βάθους αλλά υπάρχει ρυθμιστής αντίθεσης (σχήμα 2.30).



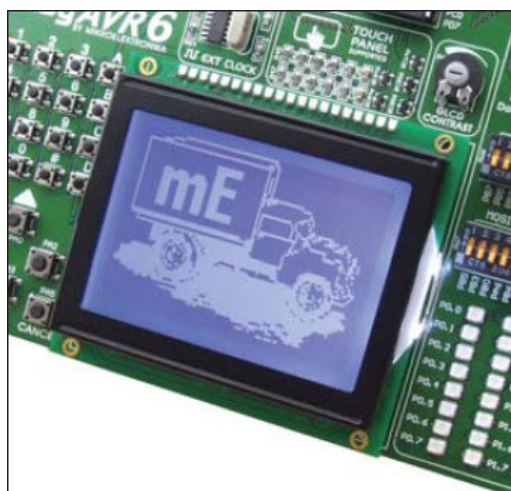
Σχήμα 2.30. Ενσωματωμένη οθόνης χαρακτήρων 2x16.



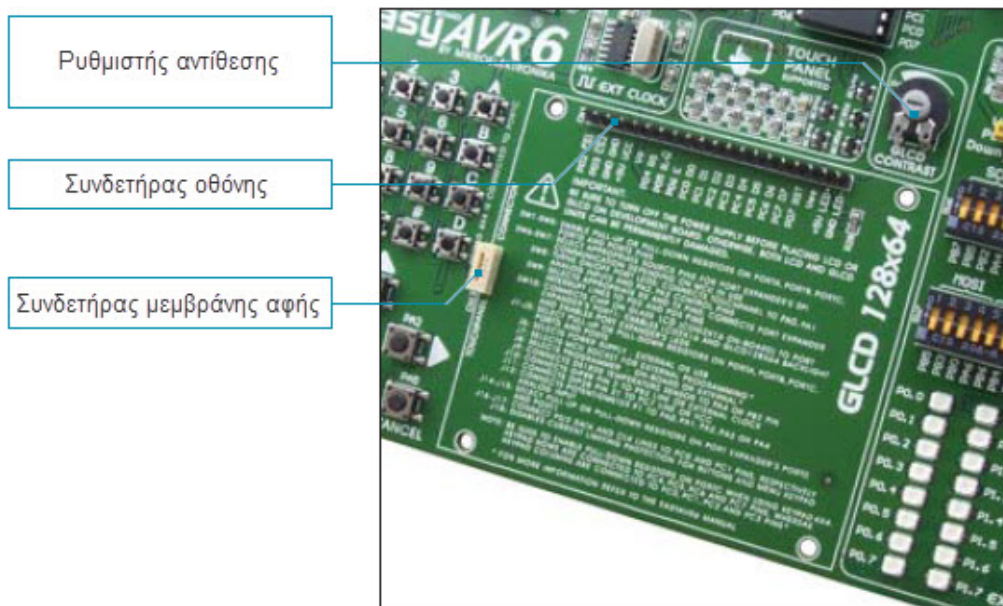
Σχήμα 2.31. Κυκλωματικό διάγραμμα ενσωματωμένης οθόνης χαρακτήρων 2x16.

17. ΟΘΟΝΗ ΓΡΑΦΙΚΩΝ 128X64

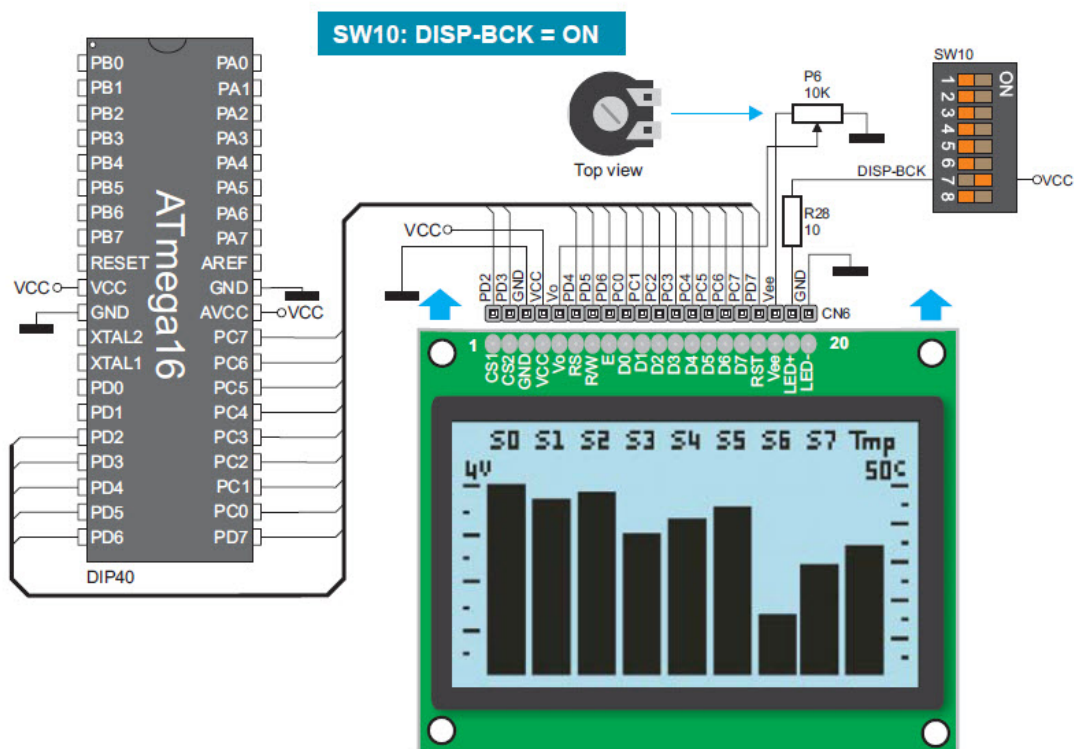
Η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 μπορεί να παρουσιάσει αποτελέσματα με εποπτικό τρόπο (διαγράμματα, πίνακες) σε μονόχρωμη οθόνη γραφικών 128x64 (σχήμα 2.32). Όπως και στην περίπτωση της πρόσθετης αλφαριθμητικής οθόνης, στην πλακέτα περιλαμβάνεται συνδετήρας για την οθόνη γραφικών (σχήμα 2.33) που επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή με τις θύρες PORTC και PORTD. Δίπλα από την οθόνη υπάρχει ρυθμιστής αντίθεσης ενώ ο συρόμενος διακόπτης DISP-BCK της ομάδας διακοπών SW10 χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει το φωτισμό βάθους της οθόνης (σχήμα 2.34). Επίσης υπάρχει συνδετήρας μεμβράνης αφής που μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από την οθόνη γραφικών για έλεγχο θέσης (παρουσίαση στην επόμενη παράγραφο). Επειδή η θύρα PORTD χρησιμοποιείται και από την πρόσθετη οθόνη χαρακτήρων και από την οθόνη γραφικών, οι δύο οθόνες δεν μπορούν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα.



Σχήμα 2.32. Οθόνη γραφικών 128x64.



Σχήμα 2.33. Συνδετήρες και ρυθμιστές οθόνης γραφικών 128x64.

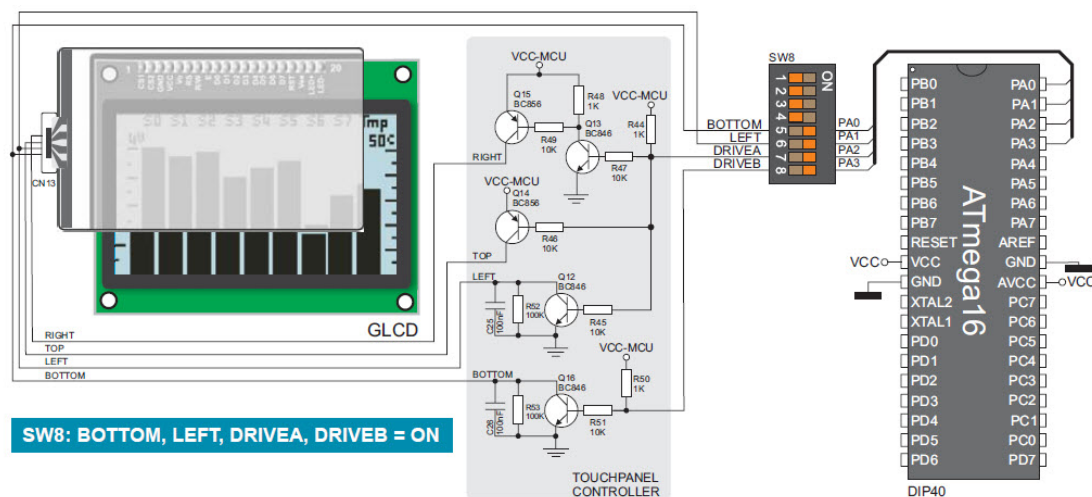


Σχήμα 2.34. Κυκλωματικό διάγραμμα οθόνης γραφικών 128x64.

Η επικοινωνία μεταξύ της οθόνης γραφικών και του μικροελεγκτή γίνεται με λέξεις των 8 bit. Την αποκωδικοποίηση αυτών των λέξεων αναλαμβάνει ο ελεγκτής της οθόνης WDG0151. Περισσότερες πληροφορίες για τον ελεγκτή WDG0151 καθώς και το εγχειρίδιο τεχνικών προδιαγραφών του θα παρουσιαστούν σε επόμενο κεφάλαιο.

18. ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΑΦΗΣ

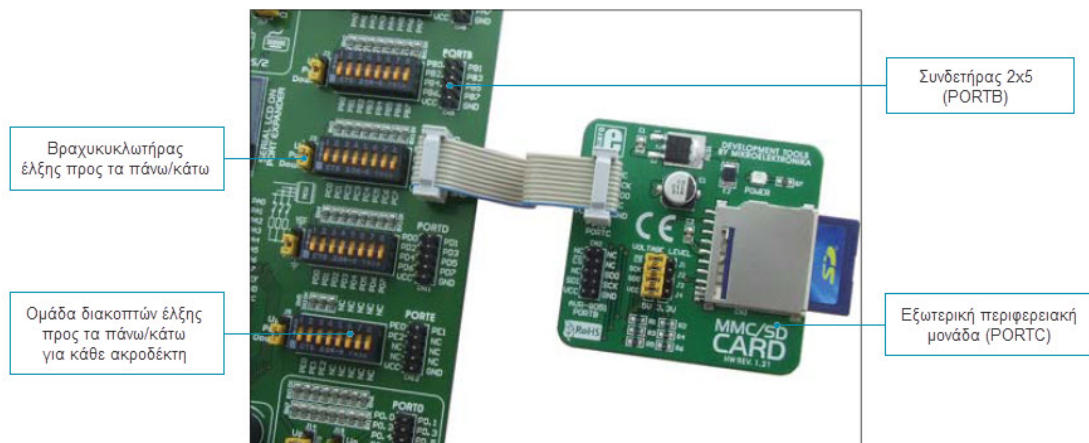
Η μεμβράνη αφής της πλακέτας EasyAVR6 είναι ένας αισθητήρας ευαίσθητος στην αφή. Τοποθετείται πάνω από την οθόνη γραφικών και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παρέχει είσοδο στον μικροελεγκτή σχετικά με τη θέση ενός αντικειμένου που πέζει την οθόνη. Η σύνδεση της μεμβράνης αφής με τον μικροελεγκτή γίνεται με την θύρα PORTA μέσω της ομάδας διακοπών SW8 (σχήμα 2.35). Ο ελεγκτής της μεμβράνης παρέχει στον μικροελεγκτή 4 σήματα, από τα οποία με κατάλληλο λογισμικό υπολογίζεται η θέση.



Σχήμα 2.35. Κυκλωματικό διάγραμμα μεμβράνης αφής.

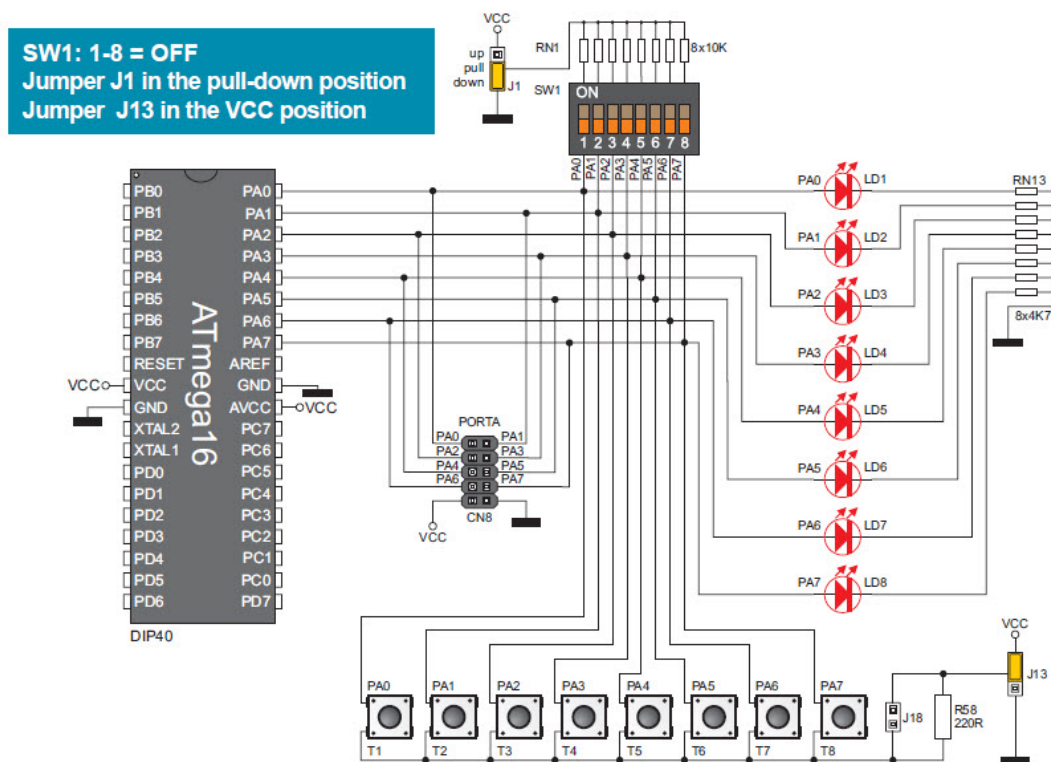
19. ΘΥΡΕΣ Ε/Ε

Στη δεξιά πλευρά της αναπτυξιακής πλακέτας EasyAVR6 υπάρχουν 7 συνδετήρες 10 ακίδων (2x5) που αντιστοιχούν στις θύρες E/E του μικροελεγκτή (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD και PORTE) και στις θύρες που προκύπτουν από το κύκλωμα επέκτασης θυρών (PORT0 και PORT1). Στις ακίδες αυτές μπορούν να συνδεθούν διάφορες εξωτερικές περιφερειακές συσκευές όπως ελεγκτές Ethernet, WiFi, GSM, ZigBee, Bluetooth, CAN, IrDA, κάρτες αποθήκευσης microSD και Compact Flash, αποκωδικοποιητές MP3, αισθητήρες κίνησης και αναγνώρισης RFID κ.α. Αριστερά από τους συνδετήρες 2x5 βρίσκονται οι βραχυκυκλωτήρες J1-J5 που επιλέγουν σύνδεση με αντίσταση έλξης προς τα πάνω ή προς τα κάτω για όσους ακροδέκτες βρίσκονται σε ηρεμία (δεν οδηγούνται από κάποιο φορτίο) και οι ομάδες διακοπών SW1-SW5 που επιλέγουν συγκεκριμένους ακροδέκτες για σύνδεση με αντίσταση έλξης πάνω/κάτω από κάθε συνδετήρα 2x5 (σχήμα 2.36). Ο τρόπος επικοινωνίας του μικροελεγκτή με κάθε περιφερειακή συσκευή μπορεί να αναζητηθεί στα αντίστοιχα εγχειρίδια τεχνικών προδιαγραφών αλλά και έτοιμα παραδείγματα που υπάρχουν στην ιστοσελίδα <http://www.mikroe.com/eng/categories/view/11/accessory-boards>.



Σχήμα 2.36. Θύρες E/E.

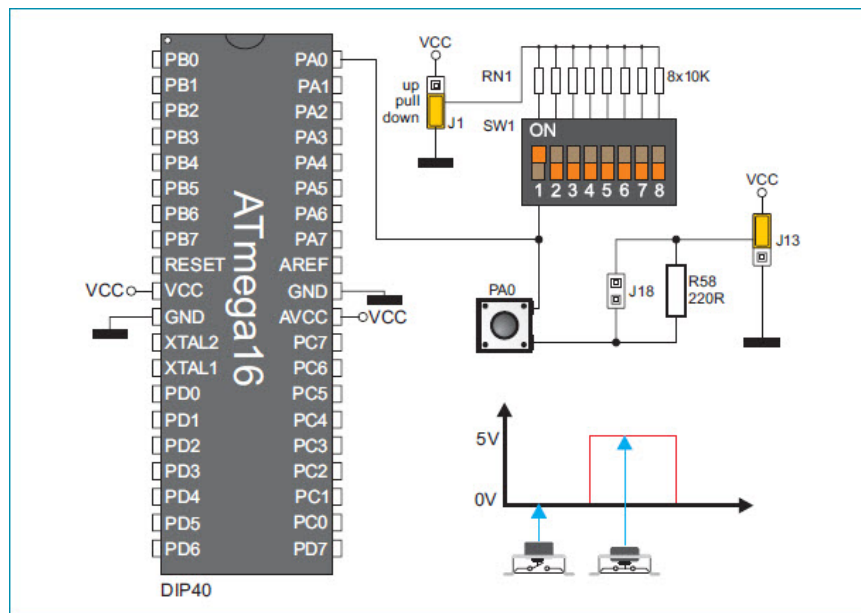
Επειδή στις θύρες E/E του μικροελεγκτή συνδέονται και φωτοдиодοι και οι γενικής χρήσης πιεστικοί διακόπτες, με τον αντίστοιχο βραχυκυκλωτήρα έλξης προς τα πάνω/κάτω J13 (σχήμα 2.37), ανάλογα με τη θέση των βραχυκυκλωτήρων J1-J5, J13 και των ομάδων διακοπών SW1-SW5 μπορεί να παρατηρηθούν διαφορετικές συμπεριφορές με το πάτημα ενός πιεστικού διακόπτη. Οι συμπεριφορές αυτές για τη θύρα PORTA και τον ακροδέκτη PA0 φαίνονται στα σχήματα 2.38, 2.39 και 2.40. Ακριβώς οι ίδιες συμπεριφορές εμφανίζονται και σε όλους τους άλλους ακροδέκτες όλων των άλλων θυρών.



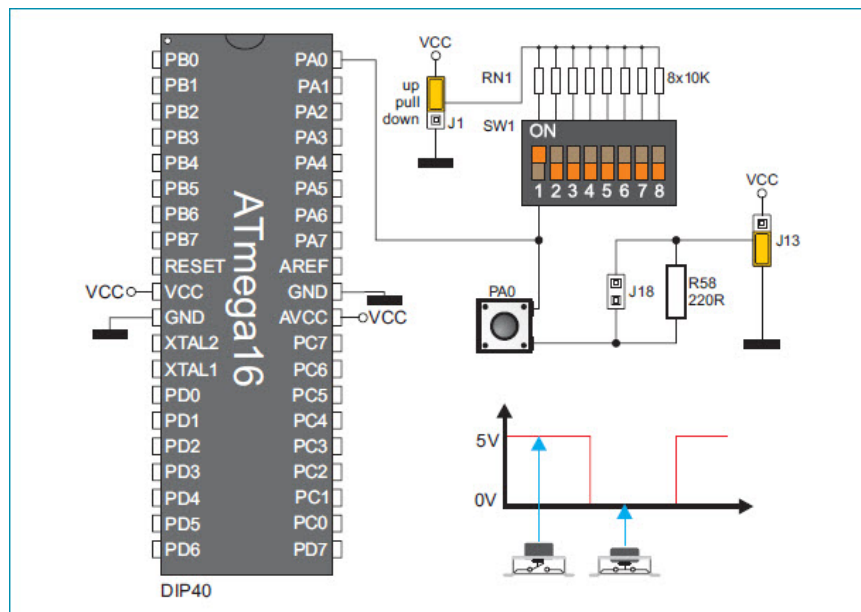
Σχήμα 2.37. Κυκλωματικό διάγραμμα θύρας E/E, φωτοδιόδων και πιεστικών διακοπών.

Συγκεκριμένα, στο σχήμα 2.38, όταν ο πιεστικός διακόπτης του ακροδέκτη PA0 δεν είναι πατημένος, επειδή J1=GND η κατάσταση του βρίσκεται σε λογικό 0. Αν πατηθεί, επειδή J13=VCC η κατάσταση του γίνεται λογικό 1. Στο σχήμα 2.39, όταν ο πιεστικός διακόπτης του ακροδέκτη PA0

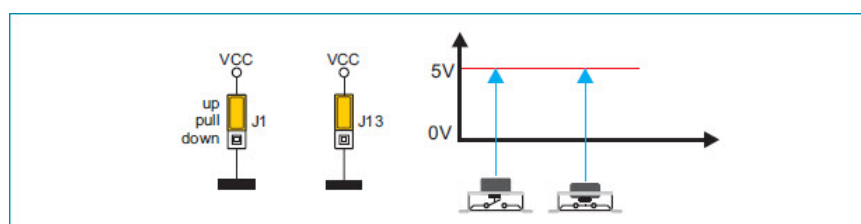
δεν είναι πατημένος, επειδή J1=VCC η κατάσταση του βρίσκεται σε λογικό 1. Αν πατηθεί, επειδή J13=GND η κατάστασή του γίνεται λογικό 0. Τέλος, στο σχήμα 2.40, αν J1=VCC και J13=VCC η κατάσταση του ακροδέκτη βρίσκεται πάντα σε λογικό 1.



Σχήμα 2.38. Κυκλωματικό διάγραμμα θύρας PORTA με J1=GND και J13=VCC.



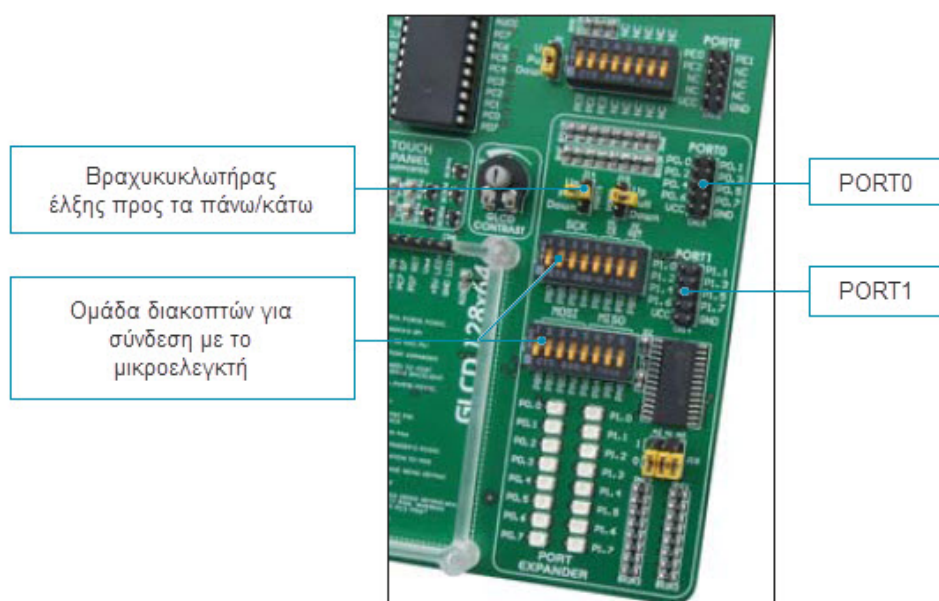
Σχήμα 2.39. Κυκλωματικό διάγραμμα θύρας PORTA με J1=VCC και J13=GND.



Σχήμα 2.40. J1=VCC και J13=VCC.

20. ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΘΥΡΩΝ E/E

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες παραγράφους, η αναπτυξιακή πλακέτα EasyAVR6 χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο SPI και το ολοκληρωμένο MCP23S17 για να επιτύχει επέκταση των θυρών E/E του μικροελεγκτή κατά 2 (PORT0 και PORT1, σχήμα 2.41). Η σύνδεση του κυκλώματος επέκτασης θυρών E/E με το μικροελεγκτή γίνεται με τις ομάδες διακοπών SW6 και SW7 για τα σήματα του πρωτοκόλλου SPI και με τους διακόπτες INTA και INTB της ομάδας διακοπών SW9 για σήματα διακοπής του MCP23S17 (σχήμα 2.43). Υπάρχουν και βραχυκυκλωτήρες σύνδεσης με αντιστάσεις έλξης προς τα πάνω/κάτω (J14 και J15), όπως και στις άλλες θύρες E/E.



Σχήμα 2.41. Κύκλωμα επέκτασης θυρών E/E.

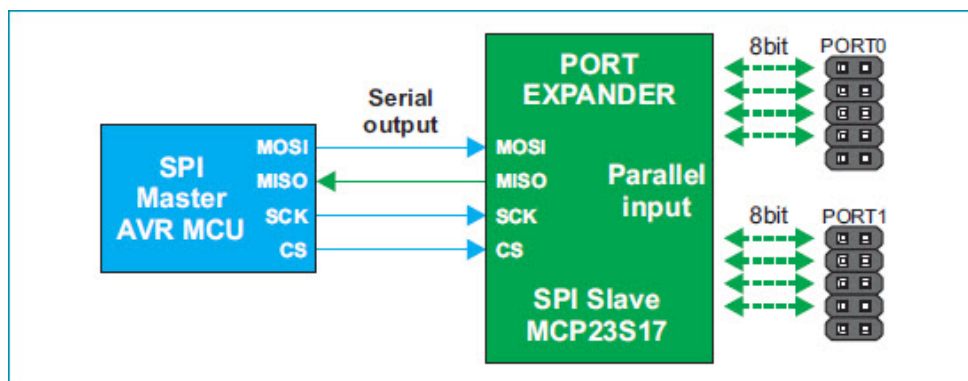
Το πρωτόκολλο SPI έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να διαβάσει και να στείλει ταυτόχρονα δεδομένα από ένα διάδρομο 4 bit, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.42. Τα bit αυτά είναι τα:

- Εξόδου από αφέντη / εισόδου σε σκλάβο (MOSI = Master Output / Slave Input) και στη συγκεκριμένη περίπτωση εξόδου από μικροελεγκτή / είσοδου στο MCP23S17.
- Εισόδου σε αφέντη / εξόδου από σκλάβο (MISO = Master Input / Slave Output) και στη συγκεκριμένη περίπτωση είσοδου στο μικροελεγκτή / εξόδου από MCP23S17.
- Σειριακού ρολογιού (SCK) και στη συγκεκριμένη περίπτωση ρολογιού του μικροελεγκτή.
- Επιλογής (CS) και στη συγκεκριμένη περίπτωση επίτρεψης μεταφοράς δεδομένων.

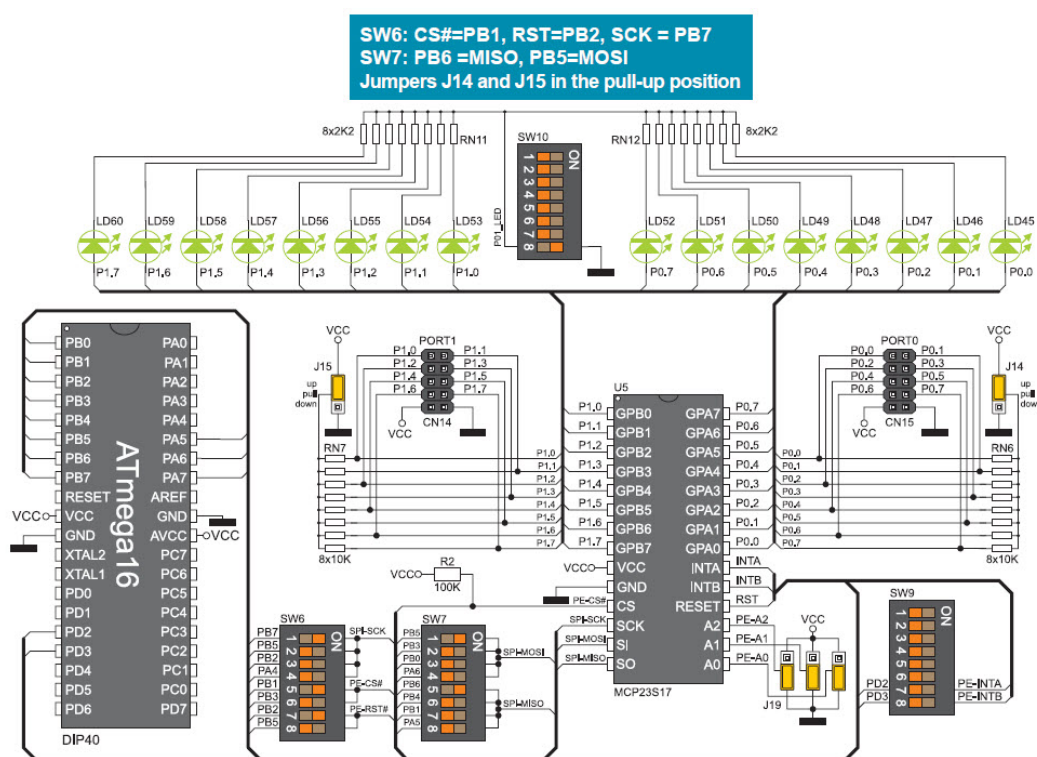
Το σήμα επαναφοράς (RST) που ορίζεται στο πρωτόκολλο SPI δεν χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη υλοποίηση. Η μεταφορά δεδομένων γίνεται ταυτόχρονα και προς τις δύο κατευθύνσεις με τα σήματα MOSI και MISO. Το σήμα MOSI μεταφέρει δεδομένα από τον μικροελεγκτή στο κύκλωμα επέκτασης θυρών και το σήμα MISO το αντίστροφο. Η μεταφορά ξεκινάει με τον μικροελεγκτή να θέτει το σήμα CS σε λογικό 0 (0V) οπότε το κύκλωμα επέκτασης συγχρονίζεται με το ρολόι SCK και ξεκινάει η αναταλλαγή δεδομένων. Επειδή το ολοκληρωμένο MCP23S17 έχει έξοδο 16 bit, αυτή χωρίζεται στις δύο θύρες PORT0 και PORT1. Ο τριπλός βραχυκυκλωτήρας J19 (σχήμα 2.43) χρησιμοποιείται για να καθοριστεί διεύθυνση υλικού στο κύκλωμα επέκτασης ώστε να

αναγνωρίζονται σωστά οι διακοπές του. Η προεπιλεγμένη θέση του είναι στο GND για όλους τους ακροδέκτες.

Η λειτουργία των θυρών που προκύπτουν από το κύκλωμα επέκτασης δεν διαφέρει από αυτή των άλλων θυρών E/E. Οι διαφορές των δύο περιπτώσεων είναι ότι στις θύρες PORT0 και PORT1 τα δεδομένα συλλέγονται παράλληλα αλλά μετατρέπονται σε σειριακά (SPI), κάνοντας οικονομία στις γραμμές σύνδεσης με τον μικροελεγκτή.



Σχήμα 2.42. Επικοινωνία SPI για το κύκλωμα επέκτασης θυρών E/E.



Σχήμα 2.43. Κυκλωματικό διάγραμμα επέκτασης θυρών E/E.