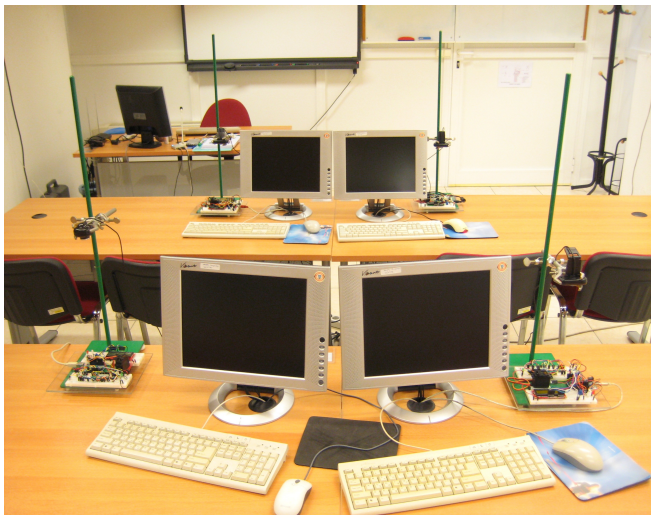
ΤΕΥΧΟΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ (ΕΚΣΜ)



Με την υποστήριξη των

Έκδοση 0.96

Σπηλιόπουλος Αναστάσιος – Φωτόπουλος Βασίλης

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Νοέμβριος 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Άσκηση 1 – Σύνδεση LED..... 1
Άσκηση 2 – Σύνδεση RGB LED..... 2
Άσκηση 3 – Σύνδεση οθόνης LCD..... 3
Άσκηση 4 – Έλεγχος Servo Motor..... 7
Άσκηση 5 - Σύνδεση Φωτοαντίστασης LDR..... 9
Άσκηση 6 - Σύνδεση Αισθητήρα Θερμοκρασίας LM35.. 10
Άσκηση 7 - Σύνδεση 7Segment-Display..... 11
Άσκηση 8 - Σύνδεση TFT-Display..... 13
Άσκηση 9 – Εισαγωγή στο I2C/Χρήση port expander ICs 15
Άσκηση 10 – Ενσύρματη σύνδεση σε δίκτυο ethernet.. 17
Φύλλα Δεδομένων..... 19
Βιβλιοθήκες Arduino..... 52

Άσκηση 1 – Σύνδεση LED

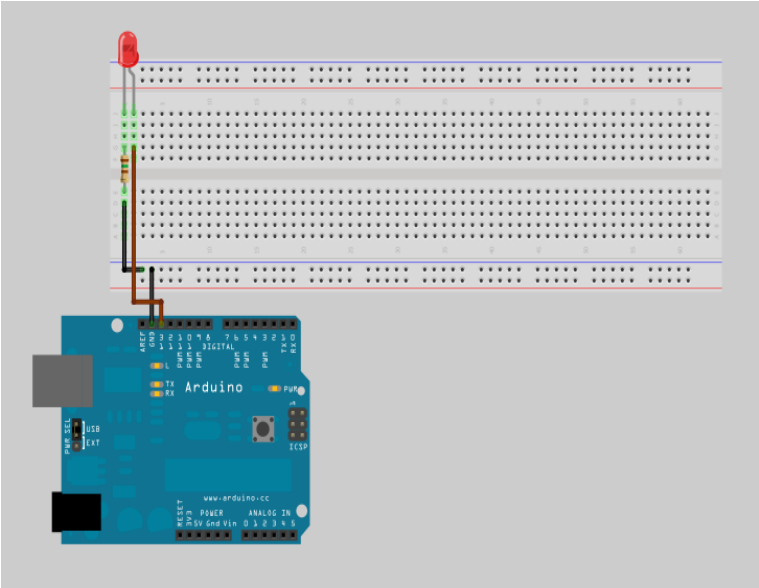
Στόχος της Άσκησης 1 είναι η εξοικείωση με τη σύνδεση ενός απλού LED το οποίο, επαναλαμβανόμενα, θα ενεργοποιείται για 1.5 sec και στη συνέχεια θα απενεργοποιείται για επίσης 1.5 sec.

Διαθέσιμα Υλικά:

- Breadboard
- Ένα απλό κόκκινο LED 5mm
- Αντιστάσεις με τιμές της σειράς E12 (0.25 Watt) και ανοχή 5%
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Διαδικασία:

α) Συνδέστε την άνοδο του LED με τον ακροδέκτη 13 στην πλακέτα του Arduino



β) Επιβεβαιώστε πως η κατάλληλη αντίσταση που πρέπει να συνδεθεί σε σειρά με την κάθοδο είναι μια αντίσταση των 150 Ohm (0.25 Watt).

γ) Γράψτε το σχετικό κώδικα στο IDE του Arduino

δ) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

Άσκηση 2 – Σύνδεση RGB LED

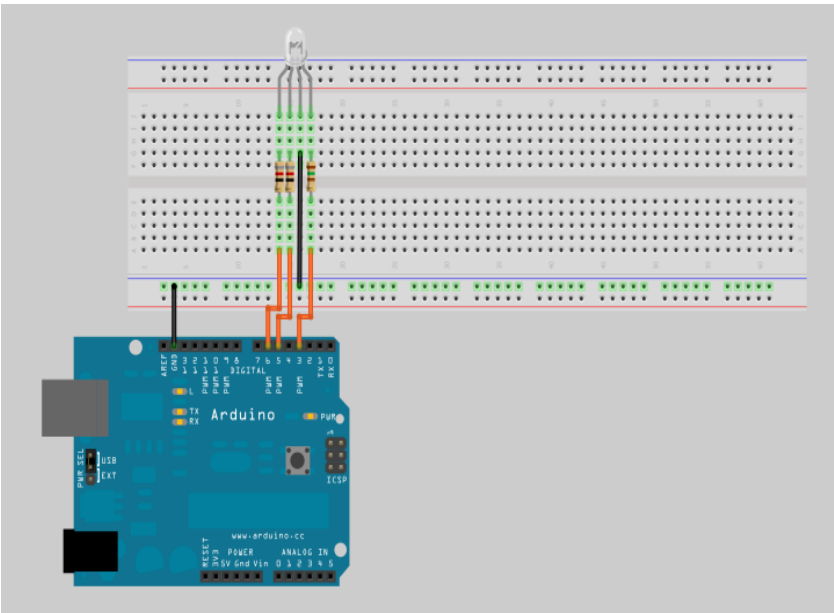
Στόχος της Άσκησης 2 είναι η εξοικείωση με τη σύνδεση ενός τρίχρωμου RGB LED κοινής καθόδου (Common Cathode, CC) το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διαφόρων αποχρώσεων.

Διαθέσιμα Υλικά:

- Breadboard
- Ένα RGB LED (Common Cathode)
- Αντιστάσεις με τιμές της σειράς E12 (0.25 Watt) και ανοχή 5%
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Διαδικασία:

α) Συνδέστε τις ανόδους του RGB LED με τους ακροδέκτες 9, 10 και 11 του Arduino και την κοινή κάθοδο στη γείωση.



β) Υπολογίστε τις κατάλληλες τιμές των αντιστάσεων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

γ) Να παράγετε κόκκινο, πράσινο και μπλε χρώμα, που να εναλλάσσονται κάθε 3 sec. Στη συνέχεια να παράγετε τυχαία χρώματα που να αλλάζουν ανά 5 sec.

δ) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

ε) Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αντί του 9 τον ακροδέκτη 13; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Άσκηση 3 – Σύνδεση οθόνης LCD

Στόχος της Άσκησης 3 είναι η εξοικείωση με τη σύνδεση μίας οθόνης LCD 16x2 και την εμφάνιση κειμένου σε αυτή. Το contrast θα ρυθμίζεται μέσω ενός ποτενσιόμετρου ενώ η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του οπίσθιου φωτισμού (backlight) θα μπορεί να καθοριστεί προγραμματιστικά προσφέροντας έτσι οικονομία ενέργειας ανάλογα με την εφαρμογή. Για το χειρισμό της οθόνης θα γίνει χρήση της βιβλιοθήκης του Arduino, LiquidCrystal.

Διαθέσιμα Υλικά:

- Breadboard
- Ένα ποτενσιόμετρο 10 KOhm trimpot (TSR-3386-U-103)
- Μία οθόνη LCD 16x2 (συμβατή με HD44780)
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Παρατηρήσεις:

Για οικονομία στους ψηφιακούς ακροδέκτες I/O του Arduino θα χρησιμοποιήσουμε την οθόνη σε κατάσταση των 4-bit, δηλαδή οι εντολές θα αποστέλλονται από τον μικροελεγκτή του Arduino σε δύο φάσεις (δύο nibbles) αντί για μία (ένα byte), όπως θα γινόταν σε κατάσταση των 8-bit. Αποτέλεσμα είναι ότι χρειάζεται ελαφρώς περισσότερος χρόνος, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις αυτό δε γίνεται αντιληπτό.

Επομένως, θα χρειαστούμε 4 γραμμές δεδομένων και δύο γραμμές για τα σήματα RS και Enable ενώ συνολικά από την πλακέτα Arduino θα χρησιμοποιήσουμε 6 ψηφιακούς ακροδέκτες I/O για τη σύνδεση της LCD οθόνης και προαιρετικά άλλον έναν για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του οπίσθιου φωτισμού της, δηλαδή συνολικά 7 ψηφιακούς ακροδέκτες I/O.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη συνδεσμολογία της LCD οθόνης με τους ακροδέκτες της πλακέτας Arduino, όπως αυτή προκύπτει από το datasheet. Εξαίρεση αποτελεί το V0 pin της LCD που συνδέεται με το ποτενσιόμετρο.

Σύνδεσεις ακροδεκτών LCD με Arduino

LCD 16x2 Pin	Arduino Pin
VSS (1)	γείωση (gnd)
VDD (2)	+5 Volt (5V)
V0 (3)	Ποτενσιόμετρο (wiper pin)
RS (4)	γείωση (gnd)
RW (5)	γείωση (gnd)
ENABLE (6)	digital pin 11
DB0 (7)	-
DB1 (8)	-
DB2 (9)	-
DB3 (10)	-
DB4 (11)	digital pin 10
DB5 (12)	digital pin 8
DB6 (13)	digital pin 7
DB7 (14)	digital pin 4
LEDA (15)	digital pin 2
LEDK (16)	γείωση (gnd)

Σημειώνεται πως η χρήση του ψηφιακού ακροδέκτη 2 της πλακέτας Arduino για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του οπίσθιου φωτισμού (backlight) της οθόνης δεν είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της. Στα πλαίσια όμως της παρούσας άσκησης χρησιμοποιείται αφού σε συνδυασμό με τη μέθοδο noDsiplay() της βιβλιοθήκης LiquidCrystal μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια. Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε να συνδέσουμε το LEDA (15) της LCD οθόνης με ένα PWM ψηφιακό ακροδέκτη της πλακέτας Arduino και να έχουμε διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας στο backlight.

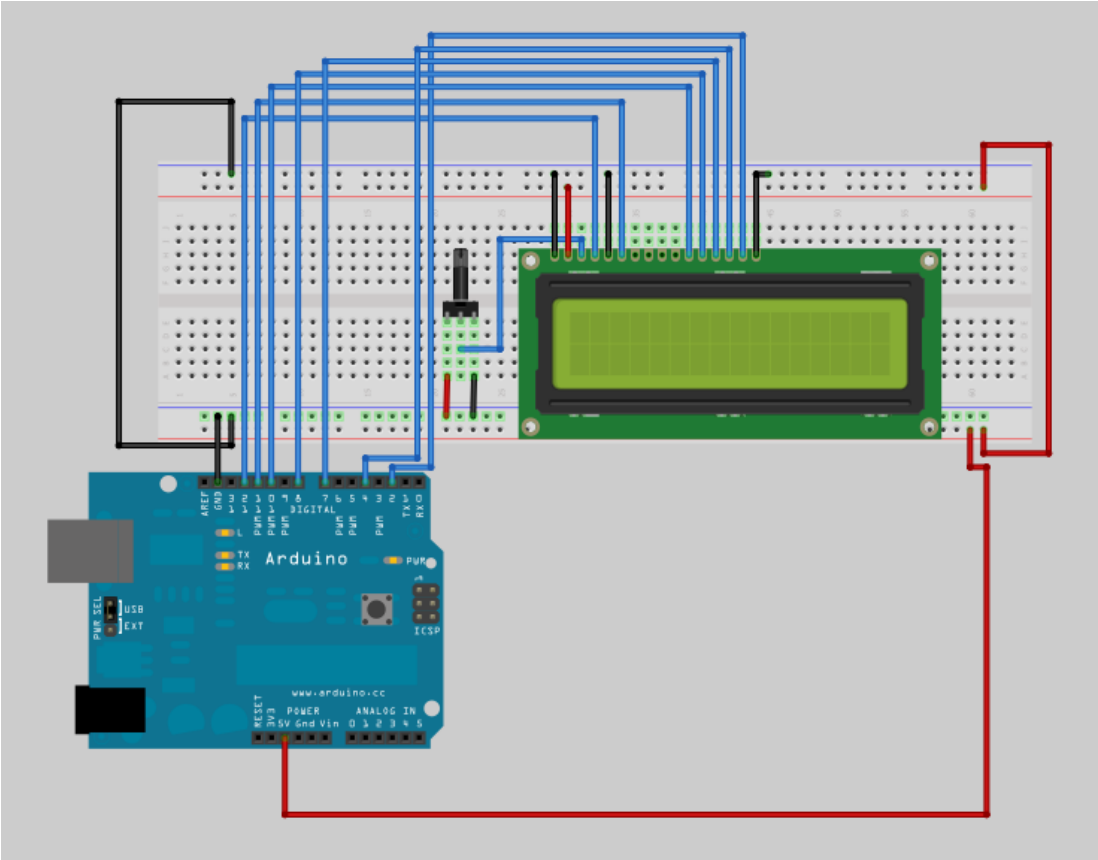
Συναρτήσεις βιβλιοθήκης LiquidCrystal που θα χρησιμοποιήσετε

- begin(columns,rows)
- setCursor(column,row)
- print(message)
- noCursor()

Επίσης προσέξτε ιδιαίτερα τον constructor του lcd αντικειμένου.

Διαδικασία:

α) Συνδεσμολογήστε την οθόνη σύμφωνα με τον σχετικό πίνακα



β) Μελετήστε τις συναρτήσεις της βιβλιοθήκης LiquidCrystal

γ) Γράψτε κώδικα που να κάνει τα εξής: Στην πρώτη γραμμή της οθόνης να εμφανίζεται η συμβολοσειρά «EAP: dsmc.eap.gr», ενώ στη δεύτερη γραμμή να εμφανίζεται η συμβολοσειρά «Counter:» και αμέσως μετά να εμφανίζεται ο αριθμός των δευτερολέπτων που έχουν περάσει από τη στιγμή της εκτέλεσης του προγράμματος. Επίσης, να ρυθμιστεί κατάλληλα το backlight ώστε να είναι ενεργό.

δ) Γράψτε κώδικα που θα απεικονίζει στην πρώτη γραμμή της οθόνης ένα δικό σας μήνυμα και στη δεύτερη γραμμή θα απεικονίζε διαδοχικά τους αριθμούς από το 1 μέχρι το 10 μετρώντας εναλλάξ προς τα πάνω και προς τα κάτω, Χρόνος εμφάνισης κάθε αριθμού: 5 sec. Φροντίστε έτσι ώστε με την ολοκλήρωση ενός κύκλου μέτρησης (πάνω-κάτω), η οθόνη να καθαρίζεται, δεν θα υπάρχει δηλαδή πλέον cursor και θα σβήνει και το backlight.

ε) Φτιάξτε 8 glyphs που θα αποθηκεύσετε στην μνήμη της οθόνης LCD. Το 1ο glyph θα έχει μόνο 1 γραμμή στο κάτω μέρος, το 2ο θα έχει 2 γραμμές κ.λ.π. μέχρι που το 8ο glyph θα έχει και τις 8 γραμμές, θα είναι δηλαδή 1 μαύρο "τουβλάκι". Στη συνέχεια με τυχαίους αριθμούς επιλέξτε τυχαία κάποια από τα 8 glyphs για να τα εμφανίσετε στις 8 πρώτες θέσεις της LCD οθόνης, δίνοντας την ψευδαίσθηση ενός equalizer. Ο κώδικας να τρέξει για 20 δευτερόλεπτα

στ) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

Σημείωση: σε όλες τις ασκήσεις που θα χρησιμοποιήσετε την LCD, φροντίστε πριν αποσυνδεθείτε η οθόνη να σβήσει, όπως ακριβώς περιγράψαμε στο θέμα (δ).

Άσκηση 4 – Έλεγχος Servo Motor

Στόχος της Άσκησης 4 είναι η εξοικείωση με τη σύνδεση και χειρισμό ενός Servo Motor το οποίο μπορεί να περιστρέψει τον άξονά του κατά 180 μοίρες. Για το χειρισμό του θα γίνει χρήση της βιβλιοθήκης του Servo.

Διαθέσιμα Υλικά

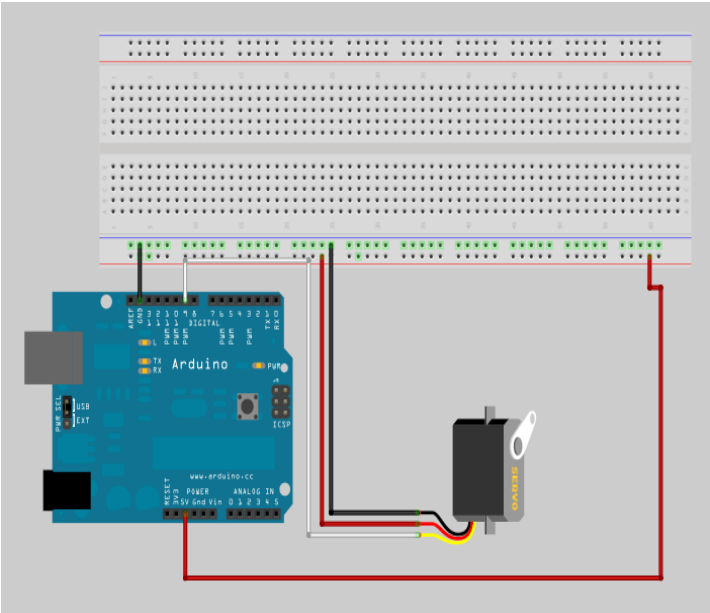
- Breadboard
- Ένα Servo Motor με δυνατότητα περιστροφής του άξονά του κατά 180 μοιρών
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Συναρτήσεις βιβλιοθήκης Servo που θα χρησιμοποιήσετε

- attach(pin)
- write(value)

Διαδικασία:

α) Συνδεσμολογήστε το Servo Motor: στο κόκκινο καλώδιο συνδέεται η τάση +5 Volt, στο μαύρο η γείωση ενώ το άσπρο συνδέεται με τον ψηφιακό ακροδέκτη 9 του Arduino.



β) Γράψτε κώδικα έτσι ώστε το Servo Motor να εκτελεί μια περιστροφή από τις 0 μοίρες έως τις 180 μοίρες και αντίστροφα. Η διαδικασία να επαναληφθεί 3 φορές με ενδιάμεσες παύσεις των 10 sec.

γ) Να γράψετε κώδικα που να δέχεται από το πληκτρολόγιο οδηγίες για να στρίψει το σέρβο δεξιά, αριστερά, ή να το φέρει στην μεσαία θέση. Αυτό θα γίνεται με το πάτημα ενός πλήκτρου, όπως στο παράδειγμα της παρουσίασης, π.χ. μπορείτε να πάρετε τα “v” για αριστερά, “b” για κέντρο και “n” για δεξιά. Στις στροφές, το πάτημα του αντιστοίχου πλήκτρου να προκαλεί περιστροφή κατά 5 μοίρες. Αφού παίξετε με τον κώδικά σας,

περιστρέψτε το σέρβο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αφήσετε φεύγοντας το servo με τον ένα άξονας του σταυρού να είναι παράλληλος και τον άλλος (προφανώς) κάθετο στα breadboards.

δ) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

Άσκηση 5 – Σύνδεση Φωτοαντίστασης LDR

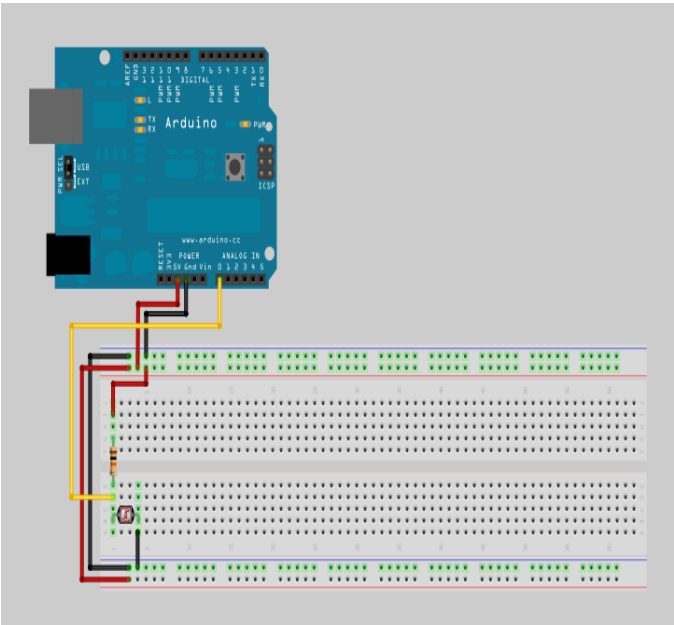
Στόχος της Άσκησης 5 είναι η εξοικείωση με τη σύνδεση μιας φωτοαντίστασης LDR για τη μέτρηση των επιπέδων φωτεινότητας του περιβάλλοντος χώρου. Επίσης γίνεται και μια εισαγωγή στην έννοια του διαιρέτη τάσης καθώς και μια γνωριμία με την εκτύπωση πληροφοριών στη σειριακή θύρα του Arduino.

Διαθέσιμα Υλικά:

- Breadboard
- Μια LDR φωτοαντίσταση VT90N2
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt
- Μία αντίσταση 10 kOhm (0.25 Watt)

Διαδικασία:

α) Χρησιμοποιώντας μια αντίσταση των 10 kOhm και την φωτοαντίσταση LDR, κατασκευάζουμε διαιρέτη τάση έτσι ώστε όταν μειώνεται η ποσότητα φωτός που προσπίπτει στην επιφάνεια της φωτοαντίστασης LDR, τότε αυξάνεται η τάση εξόδου.



β) Συνδέστε το σημείο σύνδεσης των δύο αντιστάσεων στο αναλογικό pin 0 του Arduino. Το αποτέλεσμα της μέτρησης θα είναι ένας αριθμός στην περιοχή 0-1023 τον οποίο θα εκτυπώνετε στη σειριακή θύρα του Arduino (ανανέωση ανά 1 sec). Η σειριακή θύρα να ρυθμιστεί σε ταχύτητα 57600 bps. Επίσης μαζί με την τρέχουσα τιμή, να τυπώνετε και την μέγιστη, καθώς και την ελάχιστη μέτρηση.

γ) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

δ) Τι θα γίνει αν αλλάξουμε τις θέσεις των δύο αντιστάσεων;

Άσκηση 6 – Σύνδεση Αισθητήρα Θερμοκρασίας LM35

Στόχος της Άσκησης 6 είναι η εξοικείωση με αισθητήρες. Πιο συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε έναν αισθητήρα θερμοκρασίας (LM35) για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου.

Διαθέσιμα Υλικά

- Breadboard
- Έναν αισθητήρα θερμοκρασίας LM35CZ
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

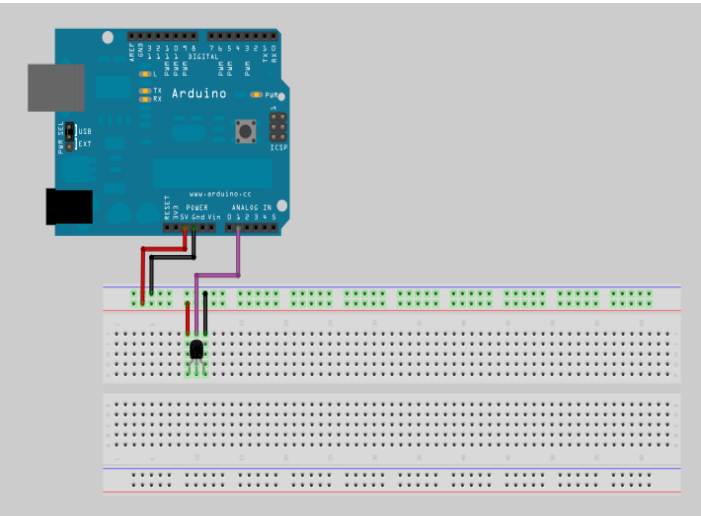
Διαδικασία:

α) Συνδέστε την έξοδο του αισθητήρα απευθείας στην αναλογική είσοδο 1 του Arduino.

β) Σε ποια περιοχή θερμοκρασιών μετρά με αυτή τη σύνδεση ο αισθητήρας;

γ) Η μέτρηση που λαμβάνετε στο Arduino είναι στην περιοχή 0-1023. Αν ο αισθητήρας αυξάνει την τάση στην έξοδο του κατά 10mV για κάθε 1°C, να γράψετε τον τύπο μετατροπήςπου μας δίνει την θερμοκρασία σε βαθμούς κελσίου, με βάση την τιμή που μετράμε στην αναλογική είσοδο 1.

δ) Γράψτε κώδικα που διαβάζει την τιμή του αισθητήρα κάθε 1 δευτερόλεπτο και την τυπώνει σε βαθμούς κελσίου στη σειριακή κονσόλα.



ε) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

στ) Σχεδιάστε κύκλωμα στο fritzing και γράψτε αντίστοιχο κώδικα, έτσι ώστε η μέτρηση να γίνεται στην περιοχή -55°C – 150°C.

Άσκηση 7 – Σύνδεση 7-Segment Display

Στόχος της Άσκησης 7 είναι η εξοικείωση με τη σύνδεση δύο 7-Segment Display με τη βοήθεια του ολοκληρωμένου 74HC595 (Serial-In Parallel-Out Shift Register) και δύο ολοκληρωμένων HD74LS48 (BCD-to-7-Segment Decoder/Driver).

Διαθέσιμα Υλικά

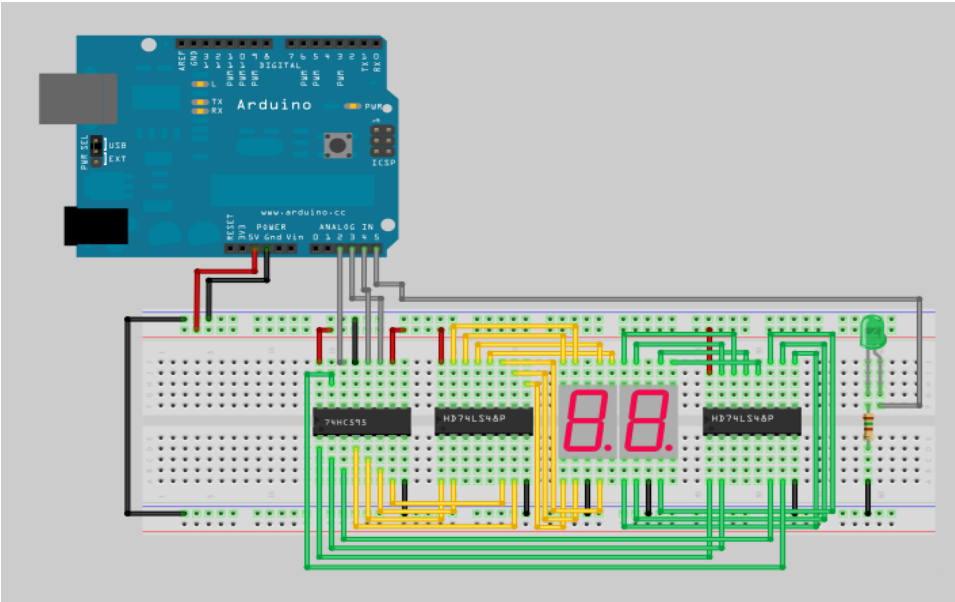
- Breadboard
- Δύο 7-Segment Display (Κοινής Καθόδου)
- Δύο ολοκληρωμένα HD74LS48
- Ένα ολοκληρωμένο 74HC595
- Ένα απλό πράσινο LED 5mm
- Breadboard Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Διαδικασία:

α) Οδηγείστε δύο 7-Segment Displays από δύο ολοκληρωμένα 7448.

β) Τα 7448, λαμβάνουν την BCD εισοδο από έναν 8μπιτο καταχωρητή σειριακής εισόδου, τον 74595. Λόγω της σειριακήςφόρτωσης ο καταχωρητής αυτός δεσμεύει μόνο 3 ακροδέκτες από το Arduino (έναν για δεδομένα και δύο για έλεγχο), εξοικονομώντας έτσι εξόδους.

γ) Συνδέστε τα ολοκληρωμένα, το Arduino και τα displays σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:



δ) Γράψτε κώδικα έτσι ώστε, στα δύο 7-Segment Display, να εμφανίζονται όλοι οι περιττοί αριθμοί από το 1 μέχρι και το 99 ενώ όταν εμφανίζεται το 99 θα ενεργοποιείται το πράσινο LED για 5 sec. Στη συνέχεια, θα εμφανίζονται όλοι οι άρτιοι αριθμοί από το 98 μέχρι το 0 ενώ όταν εμφανίζεται το 0 θα ενεργοποιείται το πράσινο LED για επίσης 5 sec.

Σημείωση: Το πράσινο LED να συνδεθεί στο Arduino Digital Pin 19 (Analog Pin 5) με χρήση μιας αντίστασης 150 Ohm των 0.25 Watt και ανοχή 5%.

ε) Εκτελέστε και επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία του κώδικα και των συνδέσεων σας.

στ) Τροποποιείστε τον κώδικά σας, έτσι ώστε μετά το τέλος ενός πλήρη κύκλου μέτρησης, τα 7-segment displays να σβήνουν εντελώς.

ζ) Γράψτε κώδικα που:

- θα εμφανίζει τυχαίους αριθμούς από το 1 ως το 20 κάθε 5 δευτερόλεπτα στα displays. Αυτή η διαδικασία να διαρκέσει 5 λεπτά (60 αριθμοί σύνολο).
- υπολογίστε τη συχνότητα εμφάνισης των αριθμών από το 1 έως το 20, έτσι όπως αυτή προέκυψε από το ερώτημα α.
- εμφανίστε εναλλάξ κάθε 10 sec στα display την τιμή που εμφανίστηκε περισσότερες φορές, καθώς και τη συχνότητας εμφάνισης σαν ποσοστό % με 2 ψηφία. Η εναλλαγή να διαρκέσει 2 λεπτά συνολικά και μετά να σβήσετε τα displays.

η) Φτιάξτε ένα νέο κύκλωμα στο Fritzing όπου τα δύο displays θα τροφοδοτούνται απευθείας από το Arduino, αλλά τα BCD ψηφία θα διαβάζονται από 2 εξωτερικές συστοιχίες dip switches. Γράψτε τον αντίστοιχο κώδικα.

Άσκηση 8 – Σύνδεση TFT Display

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με την σύνδεση μιας TFT LCD οθόνης και τον έλεγχο της με την δημιουργία και προβολή απλού κειμένου, χρωμάτων και διαφόρων σχημάτων

Για την διαχείριση της οθόνης θα χρησιμοποιήσουμε την βιβλιοθήκη UTFT η οποία με έξυπνο τρόπο κρύβει τις πολύπλοκες διαδικασίες διαχείρισης των pixels πίσω από απλές και εύκολα απομνημονεύσιμες συναρτήσεις. Η οθόνη της συγκεκριμένης άσκησης έχει ανάλυση 320x240 pixels και χρησιμοποιεί τον δημοφιλή ελεγκτή ILI9230.

Διαθέσιμα Υλικά

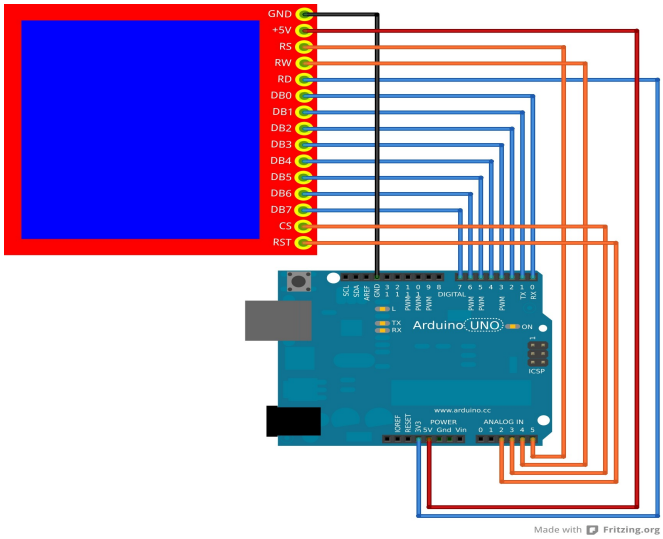
- Μία οθόνη TFT 320x240 (με ελεγκτή ILI9320)
- Καλώδια
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Συνδεσμολογία:

Η οθόνη που θα χρησιμοποιήσουμε απαιτεί εύρος δεδομένων/ διευθύνσεων 16 καναλιών (bits) αλλά έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν μόνο 8 ακροδέκτες χωρίζοντας την παραπάνω απαίτηση σε 2x8bits, θυσιάζοντας όμως έτσι ένα ποσό χρόνου αφού τα δεδομένα χρειάζονται διπλάσιο χρόνο να μεταφερθούν από το Arduino στην οθόνη
Θα χρειαστούμε λοιπόν 8 γραμμές δεδομένων και 4 γραμμές έλεγχου (RS,WR,CS,RST).
Η μια γραμμή ελέγχου που απομένει (RD) θα συνδεθεί στο κανάλι 3.3V ώστε να είναι μόνιμα σε υψηλή στάθμη [λογικό 1]. Επίσης θα χρειαστούμε 2 γραμμές επιπλέον [5V, GND] μιας και η οθόνη απαιτεί 5Volt για να λειτουργήσει

Πίνακας συνδεσμολογίας:

TFT LCD	Arduino	Τύπος
DB0	D0	Data
DB1	D1	Data
DB2	D2	Data
DB3	D3	Data
DB4	D4	Data
DB5	D5	Data
DB6	D6	Data
DB7	D7	Data
RD	3.3V	Control
RSET	A2	Control
CS	A3	Control



WR	A4	Control
RS	A5	Control
5V	5V	Power
GND	GND	Ground

Συναρτησεις UTFT Library που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:

```
UTFT myGLCD(Model, RS, WR, CS, RST);
InitLCD([orientation]);
clrScr();
fillScr(r, g, b);
setColor(r, g, b);
setBackColor(r, g, b);
drawPixel(x, y);
drawLine(x1, y1, x2, y2);
drawRect(x1, y1, x2, y2);
drawRoundRect(x1, y1, x2, y2);
fillRect(x1, y1, x2, y2);
fillRoundRect(x1, y1, x2, y2);
drawCircle(x, y, radius);
fillCircle(x, y, radius);
print(st, x, y [, deg]);
printNumI(num, x, y [, length [, filler]]);
printNumF(num, dec, x, y [, divider [, length [, filler]]]);
setFont(fontname);
```

Διαδικασία:

α) Συνδέστε την οθόνη στο arduino σύμφωνα με τον πίνακα συνδεσμολογίας

β) Μελετήστε τις προαναφερθείσες συναρτήσεις της βιβλιοθήκης UTFT

γ) Συντάξτε κώδικα που θα κάνει τα παρακάτω:

1. Θα χωρίζει την οθόνη σε τρία μέρη με χρώματα κόκκινο, μπλε, πράσινο
2. Θα εμφανίζει στο κέντρο της οθόνης το κείμενο "EAP" σε μια γραμμή και "DSMC LAB" από κάτω με κόκκινα γράμματα σε μπλε background γραμματοσειράς και πράσινο background στην υπόλοιπη οθόνη.
3. Θα εμφανίζει ένα τετράγωνο στο κέντρο της οθόνης και τέσσερις κύκλους με τα κέντρα τους στις τέσσερις γωνίες του τετραγώνου, ο κάθε κύκλος θα πρέπει να εφάπτεται με τον διπλανό του και να μην βγαίνει εκτός οθόνης
4. Θα δημιουργεί μια τυχαία ακολουθία 10 αριθμών την οποία θα απεικονίζει στην οθόνη με μορφή κάθετων γραμμών ύψους ανάλογου με την τιμή του αριθμού. Κάτω από κάθε γραμμή θα πρέπει να φαίνεται και ο τυχαίος αριθμός που την δημιούργησε

δ) επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία της διάταξης και του κώδικα σας.

Άσκηση 9 – Εισαγωγή στο I2C / χρήση port expander ICs

Στόχος της άσκησης είναι η γνωριμία με το πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας I2C, γνωστό και ως TWI ή 2-wire επειδή χρειάζεται μόνο δύο ακροδέκτες πάνω στα ολοκληρωμένα που το χρησιμοποιούν για την υλοποίηση του.

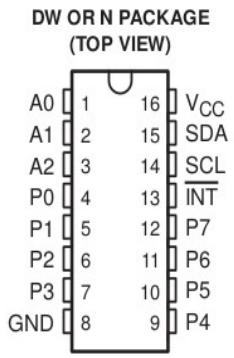
Σαν εφαρμογή, θα χρησιμοποιηθεί το PCF8574 το οποίο επικοινωνώντας με I2C με το arduino, θα μας δώσει 8 επιπλέον I/O ακροδέκτες για τα project μας.

Διαθέσιμα Υλικά

- Ένα ολοκληρωμένο PCF8574
- κόκκινα leds
- Καλώδια
- breadboard
- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt

Συνδεσμολογία:

Το πρωτόκολλο I2C χρησιμοποιεί στα arduino UNO/duemillanove/diecimilla τις αναλογικές εισόδους 4 & 5. Το πρώτο αντιστοιχεί στο σήμα SDA (serial data) και το δεύτερο στο SCL (serial clock). Κάθε συσκευή στο I2C έχει τη δική της διεύθυνση, καθώς σε αυτό το πρωτόκολλο μπορούν να συνδεθούν πολλές συσκευές ταυτόχρονα και επομένως είναι απαραίτητος ένας μηχανισμός για να ξεκαθαρίζουμε με ποια από όλες προσπαθούμε να επικοινωνήσουμε.



Το PCF8574 έχει 3 ακροδέκτες για διευθυνσιοδότηση και 8 ακροδέκτες I/O, επομένως μπορούμε να βάλουμε μέχρι 8 τέτοια chip επάνω σε ένα κύκλωμα και να ελέγχουμε από το arduino μέχρι 64 I/O χρησιμοποιώντας μόνο τα A4 & A5,

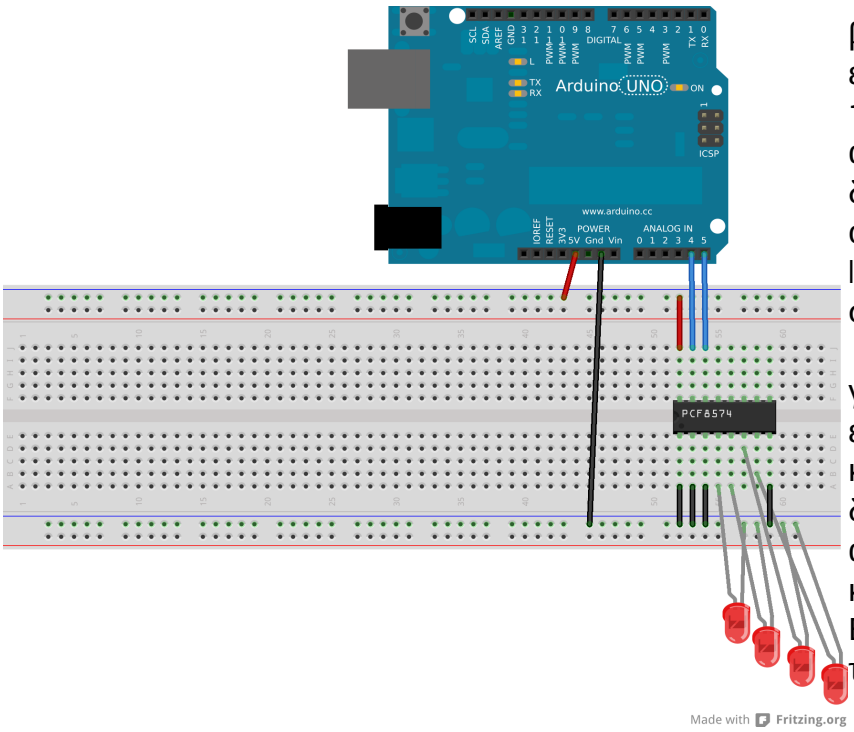
Συναρτήσεις

Η βιβλιοθήκη επικοινωνίας που υλοποιεί το πρωτόκολλο λέγεται Wire. Οι πιο σημαντικές συναρτήσεις της είναι οι εξής:

- begin() αρχικοποιεί το πρωτόκολλο
- requestFrom(addr,n) ζητάει n bytes δεδομένων από τη συσκευή με διεύθυνση addr
- available() επιστρέφει τον αριθμό των διαθεσίμων byte προς λήψη από το master
- read() διαβάζει ένα byte από τα διαθέσιμα δεδομένα στο κανάλι.
- beginTransmission(addr) αρχικοποιεί το κανάλι για μετάδοση δεδομένων προς τη συσκευή με διευθυνση addr
- write(data) στέλνει τα δεδομένα στο ανοικτό κανάλι επικοινωνίας
- endTransmission(addr) κλείνει το κανάλι που άνοιξε η beginTransmission

Διαδικασία:

α) Συνδέστε το ολοκληρωμένο, το Arduino και τα leds σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:



β) Γράψτε έναν κώδικα που να εμφανίζει στα leds τους αριθμούς 1-15 σε binary αναπαράσταση. Κάθε αριθμός θα εμφανίζεται για 3 δευτερόλεπτα και με την ολοκλήρωση της μέτρησης όλα τα leds πρέπει να παραμείνουν σβηστά.

γ) Γράψτε κώδικα που θα ανάβει ένα led από τα τέσσερα κάθε φορά και για διάστημα μισού δευτερολέπτου. Ανάψτε διαδοχικά από αριστερά προς τα δεξιά τα led και στη συνέχεια αντίστροφα. Επαναλάβατε πέντε φορές και στο τέλος σβήστε τα όλα.

δ) Γράψτε κώδικα που θα διαβάζει τις τιμές των τεσσάρων ασύνδετων pin του 8574. Τι τιμή έχουν αυτά;

ε) Σχεδιάστε στο fritzing τροποποιημένο κύκλωμα όπου οι τέσσερις ασύνδετοι ακροδέκτες χρησιμοποιούνται σαν είσοδοι, με τη βοήθεια tactile switches και γράψτε κώδικα που με το πάτημα κάθε switch θα ανάβει και ένα από τα τέσσερα leds.

Άσκηση 10 – Ενσύρματη σύνδεση σε δίκτυο ethernet

Στόχος της άσκησης είναι να δειχθεί η δυνατότητα αλληλεπίδρασης του arduino με ένα ενσύρματο ethernet δίκτυο, με τη βοήθεια του κατάλληλου shield. Για το σκοπό αυτό, το ο.κ. WIZ5100 προσφέρει έναν ολοκληρωμένο TCP/UDP stack. Επίσης στο shield περιλαμβάνεται και συνδετήρας SD.

Χρειάζονται βασικές γνώσεις html.

Διαθέσιμα Υλικά

- Μια πλακέτα Arduino Duemilanove με τάση λειτουργίας Vcc = +5 Volt
- ένα ethernet shield

Συνδεσμολογία:

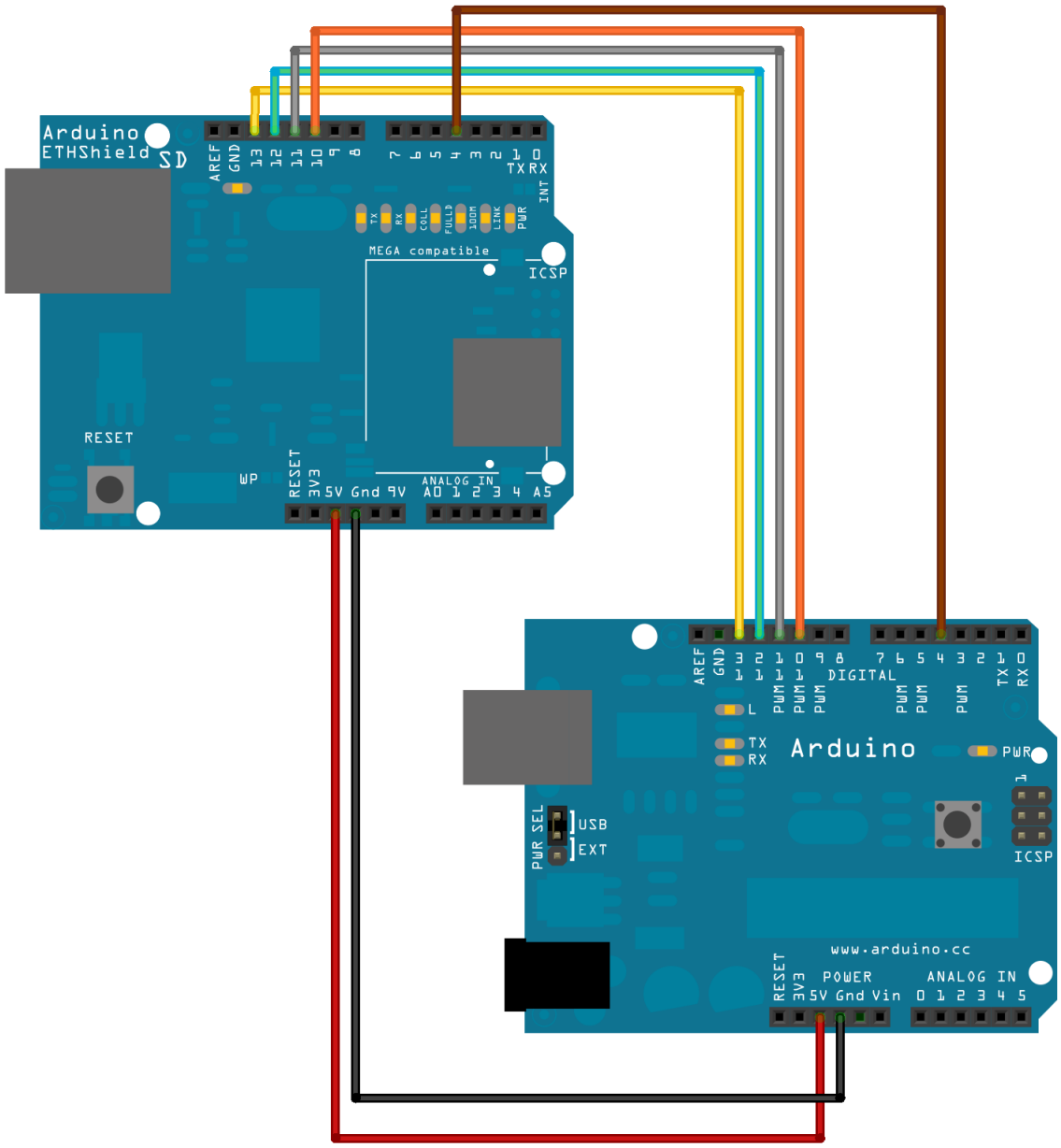
Το ethernet shield "καρφώνεται" πάνω στην πλακέτα του UNO. Προσοχή γιατί μπορεί να περισσεύουν ακίδες. Για να ευθυγραμμίσετε με σιγουριά το shield παρατηρείστε τα ονόματα των ακροδεκτών πάνω σε αυτό, για να βεβαιωθείτε ότι ταυτίζονται με αυτά που βρίσκονται ακριβώς από κάτω, στην πλακέτα του UNO, όταν τα συνδέσετε μεταξύ τους.
Το shield επικοινωνεί με το UNO με το πρωτόκολλο SPI, έτσι δεσμεύονται τα pin 11-13 που απαιτεί το πρωτόκολλο. Για επικοινωνία με το WIZ5100 (λειτουργία ethernet) απαιτείται επιπλέον η χρήση του pin 10 (SS για ethernet). Αντί του 10, το pin 4 (SS για SD) χρησιμοποιείται όταν επιλέγουμε το συνδετήρα SD που είναι επίσης κολλημένος στο shield και χρησιμοποιεί το ίδιο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ταυτόχρονα το WIZ5100 και τον συνδετήρα SD γι αυτό απενεργοποιείτε το αντίστοιχο SS ορίζοντάς το σαν ψηφιακή έξοδο και στέλνοντας "0".

Χρήσιμες μέθοδοι-κλάσεις της βιβλιοθήκης Ethernet:

- **EthernetServer(port)**
  - Δημιουργεί ένα server που αναμένει συνδέσεις στην πόρτα «port» που έχει ορισθεί ως παράμετρο
  - Παράδειγμα: EthernetServer server = EthernetServer(23);
- **Server.begin()**
  - εκκινεί τον server που έχει δηλωθεί
  - Παράδειγμα: server.begin()
- **Ethernet.begin(mac, ip, dns, gateway, subnet)**
  - Αρχικοποιεί τη βιβλιοθήκη Ethernet με τις ρυθμίσεις που έχουν οριστεί ως παράμετροι
  - Παράδειγμα: Ethernet.begin(mac, ip);

Διαδικασία:

α) Συνδέστε το shield επάνω στο Arduino (το σχήμα δείχνει απλά τις δεσμευμένες συνδέσεις ανάμεσα στα δύο boards)



β) Γράψτε έναν κώδικα που να “στήνει” πάνω στο shield έναν web server που να απαντά στην πόρτα 80. Δίνονται mac=90-A2-DA-0D-51-02, ip=194.24.226.100, gateway=194.24.226.65, dns=194.24.226.35 & subnet=255.255.255.192. Κάθε φορά που επιχειρείται σύνδεση στην194.24.226.100, να τυπώνεται σχετικό μήνυμα στη σειριακή κονσόλα.

γ) Τροποποιείστε τον κώδικα που υπάρχει στο σύστημα ως παράδειγμα, έτσι ώστε στην 194.24.226.100 να εμφανίζεται σελίδα που να τυπώνει την τιμή όλων των ψηφιακών και όλων των αναλογικών ακροδεκτών.

ΦΥΛΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Datasheet RED 5mm Basic LED (YSL-R531R3D-D2)

深 圳 市 昱 申 科 技 有 限 公 司
CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.
TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405
FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

Model No.: YSL-R531R3D-D2

Applications:

- Decorations
- Inceticidal Lights
- Bill Insperctor
- Medical Appliance

Absolute Maximum Ratings: (Ta=25℃) .

ITEMS	Symbol	Absolute Maximum Rating	Unit
Forward Current	I_F	20	mA
Peak Forward Current	I_{FP}	30	mA
Suggestion Using Current	I_{SU}	16-18	mA
Reverse Voltage (V_R=5V)	I_R	10	uA
Power Dissipation	P_D	105	mW
Operation Temperature	T_{OPR}	-40 ~ 85	℃
Storage Temperature	T_{STG}	-40 ~ 100	℃
Lead Soldering Temperature	T_{SOL}	Max. 260℃ for 3 Sec. Max. (3mm from the base of the expoxy bulb)	

Absolute Maximum Ratings: (Ta=25℃)

ITEMS	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	V_F	I_F=20mA	1.8	---	2.2	V
Wavelenength (nm) or TC(k)	$\Delta\lambda$	I_F=20mA	620	---	625	nm
*Luminous intensity	I_V	I_F=20mA	150	---	200	mcd
50% Viewing Angle	$2\theta 1/2$	I_F=20mA	40	---	60	deg

Address: 5/F, Building B, Anzhilong Indl., Qinghua East Road., Longhua Town, Shenzhen CHINA. 518109

www.100LED.com
ONE HUNDRED LED
PERFECT LED

深 圳 市 昱 申 科 技 有 限 公 司
CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.
TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405
FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

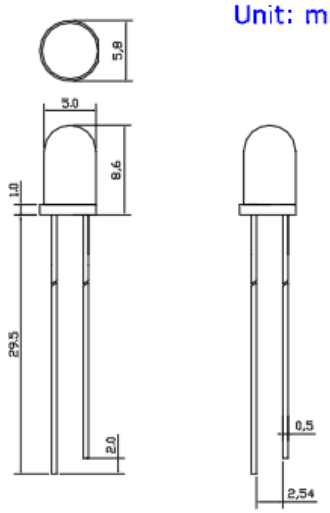
Light Degradation in mcd: (I_F=20mA)

Hours / Colors	Light Degradation in mcd after Different Hours					
	216 Hrs	360 Hrs	792 Hrs	1104 Hrs	1992 Hrs	2328 Hrs
Red	1.52%	-1.22%	-3.10%	-4.68%	-5.72%	-8.27%
Yellow	-1.71%	-2.97%	-5.93%	-8.13%	-8.90%	-11.10%
Blue	3.13%	-0.33%	-3.84%	-8.23%	-21.32%	-24.92%
Green	-8.02%	-9.78%	-14.25%	-17.37%	-20.79%	-22.30%
Hours	48 Hrs	168 Hrs	336 Hrs	360Hrs	720 Hrs	1008 Hrs
Cool White	10.56%	6.72%	-2.29%	-7.68%	-17.32%	-22.48%
Pure White	13.66%	8.22%	-1.45%	-8.50%	-19.52%	-25.26%
Warm White	3.02%	-4.38%	-15.18%	-21.15%	-27.19%	-29.97%

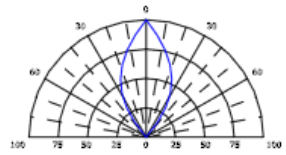
Mechanical Dimensions:

- All dimension are in mm, tolerance is ±0.2mm unless otherwise noted
- An epoxy meniscus may extend about 1.5mm down the leads.
- Burr around bottom of epoxy may be 0.5mm Maximum

Unit: mm



Viewing Angle Drawing



Address: 5/F, Building B, Anzhilong Indl., Qinghua East Road., Longhua Town, Shenzhen CHINA. 518109

ONE HUNDRED LED
www.100LED.com
PERFECT LED

Datasheet GREEN 5mm Basic LED (YSL-R531K3D-D2)

深 圳 市 昱 申 科 技 有 限 公 司
CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.
TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405
FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

Model No.: YSL-R531K3D-D2

Applications:

- Decorations
- Insecticidal Lights
- Bill Inspector
- Medical Appliance

Absolute Maximum Ratings: (Ta=25℃) .

ITEMS	Symbol	Absolute Maximum Rating	Unit
Forward Current	I_F	20	mA
Peak Forward Current	I_{FP}	30	mA
Suggestion Using Current	I_{su}	16-18	mA
Reverse Voltage (V_R=5V)	I_R	10	uA
Power Dissipation	P_D	105	mW
Operation Temperature	T_{OPR}	-40 ~ 85	℃
Storage Temperature	T_{STG}	-40 ~ 100	℃
Lead Soldering Temperature	T_{SOL}	Max. 260℃ for 3 Sec. Max. (3mm from the base of the expoxy bulb)	

Absolute Maximum Ratings: (Ta=25℃)

ITEMS	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	V_F	I_F=20mA	1.8	---	2.2	V
Wavelenength (nm) or TC(k)	$\Delta\lambda$	I_F=20mA	570	---	575	nm
*Luminous Intensity	I_V	I_F=20mA	150	---	200	mcd
50% Viewing Angle	$2\theta 1/2$	I_F=20mA	40	---	60	deg

深 圳 市 昱 申 科 技 有 限 公 司
CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.
TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405
FAX: (86) 755-28079407 E-mail: Info@100LED.com Web: www.100LED.com

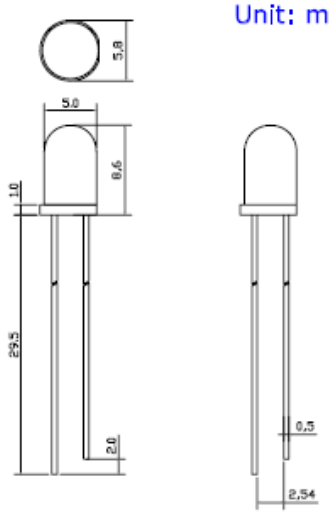
Light Degradation in mcd: (I_F=20mA)

Hours / Colors	Light Degradation in mcd after Different Hours					
	216 Hrs	360 Hrs	792 Hrs	1104 Hrs	1992 Hrs	2328 Hrs
Red	1,52%	-1,22%	-3,10%	-4,68%	-5,72%	-8,27%
Yellow	-1.71%	-2.97%	-5.93%	-8.13%	-8.90%	-11.10%
Blue	3,13%	-0,33%	-3,84%	-8,23%	-21,32%	-24,92%
Green	-8.02%	-9.78%	-14.25%	-17.37%	-20.79%	-22.30%
Hours	48 Hrs	168 Hrs	336 Hrs	360Hrs	720 Hrs	1008 Hrs
Cool White	10.56%	6.72%	-2.29%	-7.68%	-17.32%	-22.48%
Pure White	13.66%	8.22%	-1.45%	-8.50%	-19.52%	-25.26%
Warm White	3,02%	-4,38%	-15,18%	-21,15%	-27,19%	-29,97%

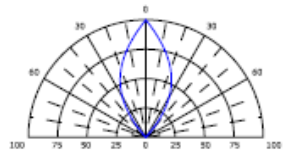
Mechanical Dimensions:

- All dimension are in mm, tolerance is ±0.2mm unless otherwise noted
- An epoxy meniscus may extend about 1.5mm down the leads.
- Burr around bottom of epoxy may be 0.5mm Maximum

Unit: mm



Viewing Angle Drawing



Address: 5/F, Building B, Anzhilong Indl., Qinghua East Road., Longhua Town, Shenzhen CHINA, 518109

ONE HUNDRED LED
PERFECT LED
www.100LED.com

Datasheet YSL-R596CR4G3B5W-F12 (Triple Output LED RGB Diffused Common Cathode, CC)

深 圳 市 昱 申 科 技 有 限 公 司
CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.

TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405
FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

Model No.: YSL-R596CR3G4B5W-F12
RED/GREEN/BLUE Triple Color LED white diffused lens

Applications:

- Moving Message Display
- Banking Board
- Digital Display
- Full Color Display
- Score Boards

LED Chip Absolute Maximum Ratings: (Ta=25℃)

Pararmeter	Symbol	Red	Green	Blue	Unit
Forward curret	I_F	20	20	20	mA
Peak forward current(Duty Cycle=$\frac{1}{10}$, 10KHz)	I_{FP}	30	30	30	mA
Reverse voltage (V_R=5V)	I_R	10	10	10	μ A
Operating temp	T_{OPR}	-25 - 85	-25 - 85	-25 - 85	℃
Storage temp	T_{STG}	-30-85	-30-85	-30-85	℃
Peak Emission Wavelenength	λP_H	625	520	467.5	nm

* Soldering Bath: not more than 5 seconds @260℃.The bottom ends of the plastic reflector should be at least 2mm above the solder surface
Soldering Iron: not more than 3 seconds @300℃ under 30W

LED Chip Typical Electircal & Optical Chara Qeristics: (Ta=25℃)

ITEMS	Color	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	Red	V_F	I_F=20mA	1.8	2.0	2.2	V
	Green			3.0	3.2	3.4	
	Blue			3.0	3.2	3.4	
Luminous Intensity	Red	I_V	I_F=20mA	– – –	– – –	2800	mcd
	Green			– – –	– – –	6500	
	Blue			– – –	– – –	1200	
Wavelenength	Red	$\Delta\lambda$	I_F=20mA	620	623	625	nm
	Green			520	521	522.5	
	Blue			465	466	467.5	
Light Degradation after 1000 hours	Red	-4.68% ~ -8.27%					
	Green	-11.37% ~ -15.30%					
	Blue	-8.23% ~ -16.81%					

Address: 5/F, Building B, Anzhilong Indl., Qinghua East Road., Longhua Town, Shenzhen CHINA. 518109
www.100LED.com
ONE HUNDRED LED
PERFECT LED

深 圳 市 昱 申 科 技 有 限 公 司
CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.
TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405
FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

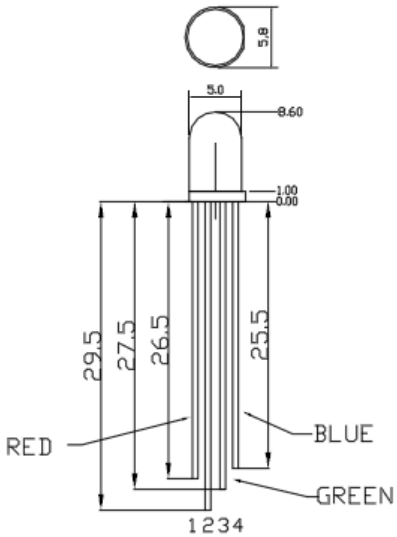
Light Degradation in mcd: (I_F=20mA)

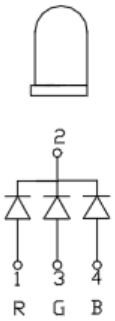
Hours / Colors	Light Degradation in mcd after Different Hours					
	216 Hrs	360 Hrs	792 Hrs	1104 Hrs	1992 Hrs	2328 Hrs
Red	1.52%	-1.22%	-3.10%	-4.68%	-5.72%	-8.27%
Green	-8.02%	-9.78%	-10.25%	-11.37%	-13.79%	-15.30%
Blue	3.13%	-0.33%	-3.84%	-8.23%	-14.32%	-16.81%

Mechanical Dimensions:

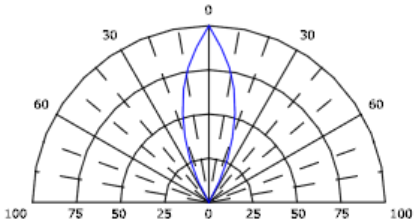
- All dimension are in mm, tolerance is ±0.2mm unless otherwise noted
- An epoxy meniscus may extend about 1.5mm down the leads.
- Burr around bottom of epoxy may be 0.5mm Maximum

Unit: mm





Viewing Angle Drawing



Address: 5/F, Building B, Anzhilong Indl., Qinghua East Road., Longhua Town, Shenzhen CHINA. 518109
www.100LED.com
ONE HUNDRED LED
PERFECT LED

Square Trimming Potentiometer – 3386

Suntan®

TSR-3386

玻 璃 釉 微 調 電 位 器

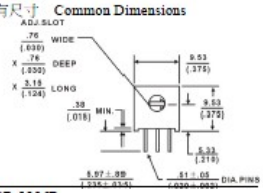
- 單圈的/金屬陶瓷/工業用/密封
- (Single Turn/ Cermet/ Industrial/ Sealed)
- 多種引線的安裝尺寸
- (Many Terminal Styles)

電氣特性 Electrical Characteristics	
標稱阻值範圍 Standard Resistance Range	10Ω - 5MΩ
阻值允許偏差 Resistance Tolerance	±10%
終端電阻 Absolute Minimum Resistance	≤1% R 或 10m
接觸電阻變化 Contact Resistance Variation	CRV≤3%
絕緣電阻 Insulation Resistance	R1≥1GΩ(100Vac)
耐電壓 Withstand Voltage	600Vac
有效行程 Effective Travel	300° ± 10°

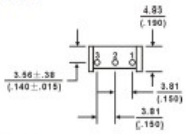
環境特性 Environmental Characteristics	
額定功率 Power Rating (315volts max)	0.5W@70℃, 0W@125℃
溫度範圍 Temperature Range	-55℃ ~ +125℃
溫度系數 Temperature Coefficient	250 或±100ppm/℃
溫度變化 Temperature Variation	-55℃,30min, +125℃ 30min, 循環 5 次 5 cycles ΔR≤5%R,Δ(Uab/Uac)≤10%
碰撞 Collision	100m/s²,4000cycles,ΔR≤2%R
70℃耐久性 Electrical Endurance at 70℃	0.5W@70℃, 1000h ΔR≤10%R Δ(Uab/Uac)≤10%, CRV≤3% or 5Ω
機械壽命 Rotational Life	200 周 (200 cycles) ΔTR≤10%R,CRV≤3% or 5n

物理特性 Physical Characteristics	
起動力矩 Strarting Torque	≤35mN·m
標誌 Marking	阻值允許偏差(±10%不標注) 阻值代碼/產品型號 Resistance Tolerance (When no identification, it is of ± 10%) Resistance Code, Model
標準包裝 Standard Packaging	50 只/管 (50pcs, per tube)

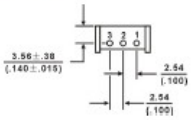
共有尺寸 Common Dimensions



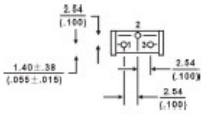
TSR-3386B



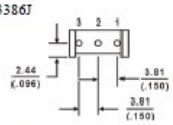
TSR-3386C



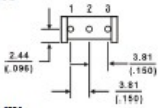
TSR-3386H



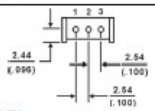
TSR-3386J



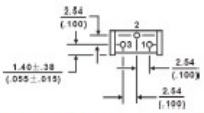
TSR-3386S



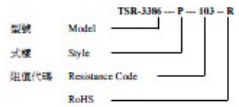
TSR-3386W



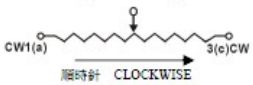
TSR-3386X



訂購指南 How to Order



電刷 WIPER 2(d)



圖中公差 ： 除注明外均為±0.25
Tolerance is ±0.25 if no identification

阻值代碼表
Standard Resistance table

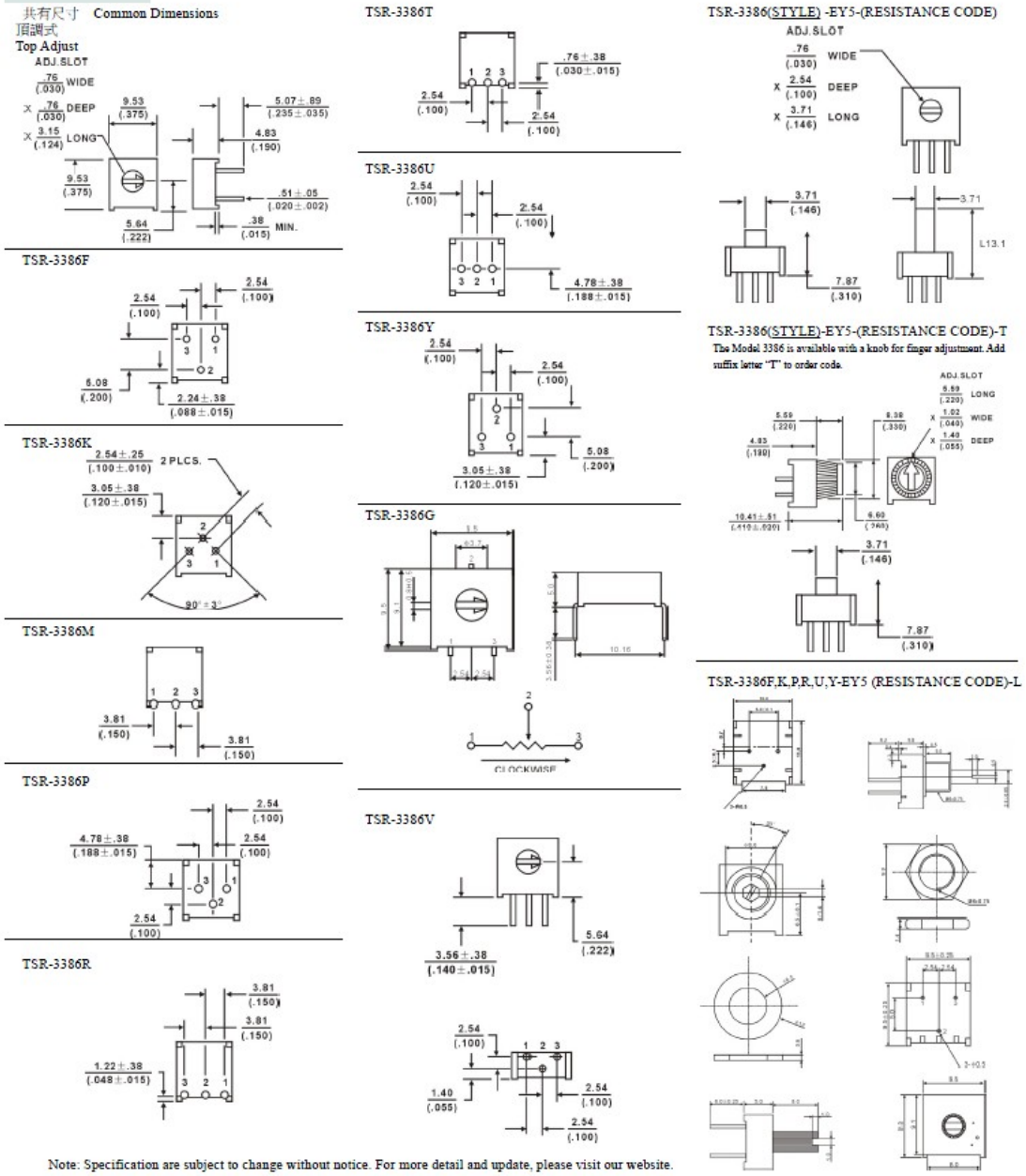
Resistance(Ohms)	Resistance Code
10	100
20	200
50	500
100	101
150	151
200	201
250	251
300	301
470	471
500	501
680	681
1,000	102
1,500	152
2,000	202
2,200	222
2,500	252
3,000	302
4,700	472
5,000	502
6,800	682
10,000	103
15,000	153
20,000	203
22,000	223
25,000	253
30,000	303
33,000	333
47,000	473
50,000	503
68,000	683
100,000	104
150,000	154
200,000	204
220,000	224
250,000	254
300,000	304
330,000	334
470,000	474
500,000	504
680,000	684
1,000,000	105
2,000,000	205
2,200,000	225
5,000,000	505

可按用戶要求提供特殊規格
Special resistances available.

Suntan® Technology Company Limited Website: www.suntan.com.hk Email: info@suntan.com.hk Tel: (852) 8202 8782 Fax: (852) 8208 6246

Square Trimming Potentiometer – 3386 **Suntan®**

TSR-3386

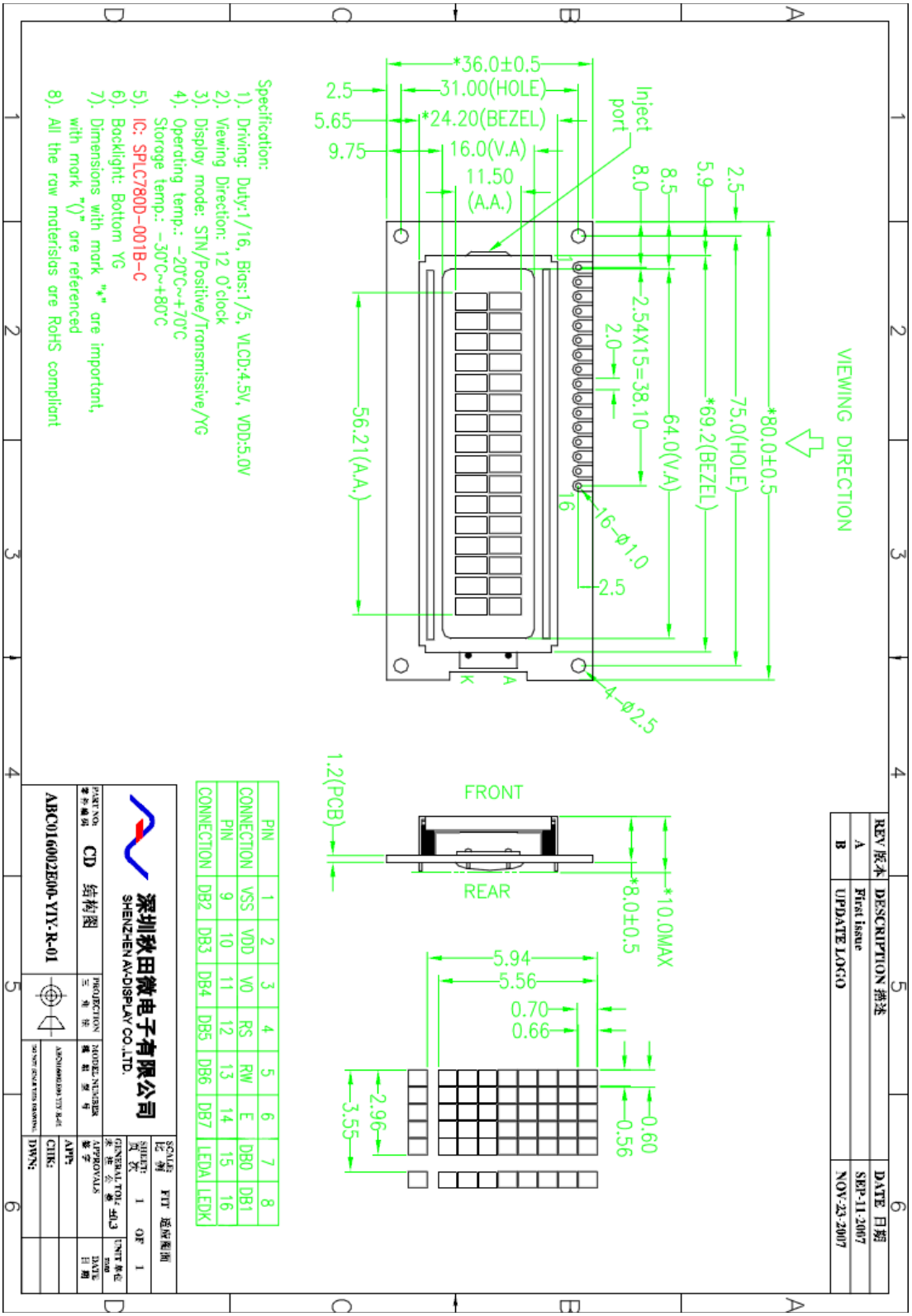


Note: Specification are subject to change without notice. For more detail and update, please visit our website.

Suntan® Technology Company Limited Website: www.suntan.com.hk Email: info@suntan.com.hk Tel: (852) 8202 8782 Fax: (852) 8208 6246

Datasheet

LCD 16x2 (ABC016002E69-YLY-R01)


REV 版本 DESCRIPTION 描述 DATE 日期
A First issue SEP-11-2007
B UPDATE LOGO NOV-23-2007
VIEWING DIRECTION
*80.0±0.5
75.0(HOLE)
*69.2(BEZEL)
64.0(V.A)
2.54X15=38.10
16-Ø1.0
4-Ø2.5
*36.0±0.5
31.00(HOLE)
*24.20(BEZEL)
16.0(V.A)
11.50
(A.A.)
56.21(A.A.)
Inject port
FRONT
REAR
1.2(PCB)
*10.0MAX
*8.0±0.5
5.94
5.56
0.70
0.66
0.60
0.56
2.96
3.55
PIN 1 2 3 4 5 6 7 8
CONNECTION VSS VDD V0 RS RW E DB0 DB1
PIN 9 10 11 12 13 14 15 16
CONNECTION DB2 DB3 DB4 DB5 DB6 DB7 LEDA LEDK
深圳秋田微电子有限公司
SHENZHEN AV-DISPLAY CO.,LTD.
CD 结构图
ABC016002E00-YIY-R-01
Specification:
1). Driving: Duty:1/16, Bias:1/5, VLCD:4.5V, VDD:5.0V
2). Viewing Direction: 12 O'clock
3). Display mode: STN/Positive/Transmissive/YG
4). Operating temp.: -20°C~+70°C
Storage temp.: -30°C~+80°C
5). IC: SPLC780D-001B-C
6). Backlight: Bottom YG
7). Dimensions with mark "*" are important, with mark "()" are referenced
8). All the raw materials are RoHS compliant

Datasheet Servo Motor Large (Sparkfun ROB-09064)

Here is a simple, low-cost, high quality servo for all your mechatronic needs. Large servo with a standard 3 pin power and control cable. Includes hardware as shown.
Features:

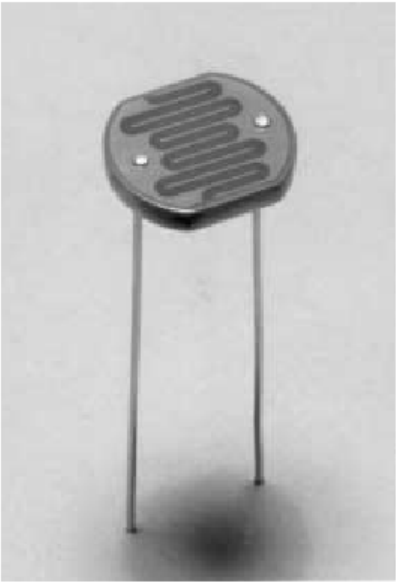
- 180 degree rotation
- 3 pole ferrite, all nylon gear
- Top ball bearing
- Operating Voltage: 4.8V~6.0V
- Operating speed:
    - 0.20sec/60degree (4.8V)
    - 0.16sec/60degree (6.0V)
- Stall torque:
    - 5.2kg*cm (4.8V)
    - 6.5kg*cm (6.0V)
- Temperature Range: -20℃~60℃
- Dead band width: 4μs

Dimension:

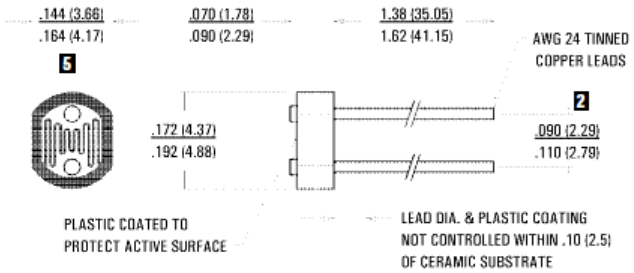
- 41 x 20 x 38mm
- Weight: 41g
- Connector wire length: 32cm

Datasheet VT90N2 (500KOhm 80mW LDR)

Photoconductive Cell	VT900 Series



PACKAGE DIMENSIONS inch (mm)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Symbol	Rating	Units
Continuous Power Dissipation Derate Above 25°C	P_D $\Delta P_D / \Delta T$	80 1.6	mW mW/°C
Temperature Range Operating and Storage	T_A	−40 to +75	°C

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERICTICS @ 25°C (16 hrs. light adapt, min.) 4

Part Number	Resistance (Ohms) 3 6						Material Type	Sensitivity (γ, typ.)	Maximum Voltage (V, pk)	Response Time @ 1 fc (ms, typ.)	
	10 lux 2850 K			2 fc 2850 K	Dark						
	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Min.	sec.		$\frac{LOG (R10/R100)}{LOG (100/10)}$		Rise (1-1/e)	Fall (1/e)
VT9ØN1	6 k	12 k	18 k	6 k	200 k	5	Ø	0.80	100	78	8
VT9ØN2	12 k	24 k	36 k	12 k	500 k	5	Ø	0.80	100	78	8
VT9ØN3	25 k	50 k	75 k	25 k	1 M	5	Ø	0.85	100	78	8
VT9ØN4	50 k	100 k	150 k	50 k	2 M	5	Ø	0.90	100	78	8
VT93N1	12 k	24 k	36 k	12 k	300 k	5	3	0.90	100	35	5
VT93N2	24 k	48 k	72 k	24 k	500 k	5	3	0.90	100	35	5
VT93N3	50 k	100 k	150 k	50 k	500 k	5	3	0.90	100	35	5
VT93N4	100 k	200 k	300 k	100 k	500 k	5	3	0.90	100	35	5
VT935G											
1 Group A	10 k	18.5 k	27 k	9.3 k	1 M	5	3	0.90	100	35	5
1 Group B	20 k	29 k	38 k	15 k	1 M	5	3	0.90	100	35	5
1 Group C	31 k	40.5 k	50 k	20 k	1 M	5	3	0.90	100	35	5

Datasheet LM35CZ (TEMPERATURE SENSOR IN CENTRIGRADE)

National Semiconductor

November 2000

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

LM35
Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±¾°C over a full −55 to +150°C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 µA from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a −55° to +150°C temperature range, while the LM35C is rated for a −40° to +110°C range (−10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear + 10.0 mV/°C scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at +25°C)
- Rated for full −55° to +150°C range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60 µA current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only ±¼°C typical
- Low impedance output, 0.1 Ω for 1 mA load

Typical Applications

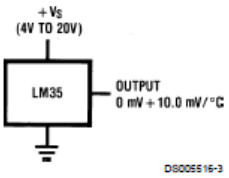
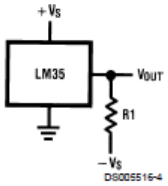


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)



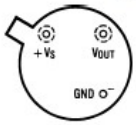
Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu A$
V_{OUT}=+1,500 mV at +150°C
= +250 mV at +25°C
= −550 mV at −55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35

Connection Diagrams

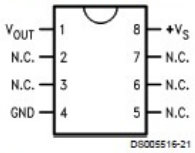
TO-46
Metal Can Package*



*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

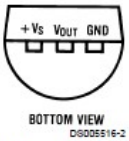
SO-8
Small Outline Molded Package



N.C. = No Connection

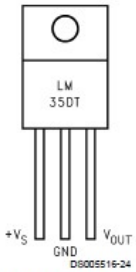
Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-92
Plastic Package



Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

TO-220
Plastic Package*



*Tab is connected to the negative pin (GND).
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to −0.2V
Output Voltage	+6V to −1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.;	
TO-46 Package,	−60˚C to +180˚C
TO-92 Package,	−60˚C to +150˚C
SO-8 Package,	−65˚C to +150˚C
TO-220 Package,	−65˚C to +150˚C
Lead Temp.:	
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300˚C
TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260˚C
SO Package (Note 12)	
Vapor Phase (60 seconds)	215˚C
Infrared (15 seconds)	220˚C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)	
LM35, LM35A	−55˚C to +150˚C
LM35C, LM35CA	−40˚C to +110˚C
LM35D	0˚C to +100˚C

LM35

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	T_A=+25°C	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		°C
	T_A=−10°C	±0.5			±0.5		±1.5	°C
	T_A=T_{MAX}	±0.8	±1.5		±0.8		±1.5	°C
	T_A=T_{MIN}	±0.8		±1.5	±0.8		±2.0	°C
Accuracy, LM35D (Note 7)	T_A=+25°C				±0.6	±1.5		°C
	T_A=T_{MAX}				±0.9		±2.0	°C
	T_A=T_{MIN}				±0.9		±2.0	°C
Nonlinearity (Note 8)	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**±0.3**		**±0.5**	**±0.2**		**±0.5**	°C
Sensor Gain (Average Slope)	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**+10.0**	**+9.8, +10.2**		**+10.0**		**+9.8, +10.2**	mV/°C
Load Regulation (Note 3) 0≤I_L≤1 mA	T_A=+25°C	±0.4	±2.0		±0.4	±2.0		mV/mA
	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**±0.5**		**±5.0**	**±0.5**		**±5.0**	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	T_A=+25°C	±0.01	±0.1		±0.01	±0.1		mV/V
	4V≤V_S≤30V	**±0.02**		**±0.2**	**±0.02**		**±0.2**	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	V_S=+5V, +25°C	56	80		56	80		µA
	V_S=+5V	**105**		**158**	**91**		**138**	µA
	V_S=+30V, +25°C	56.2	82		56.2	82		µA
	V_S=+30V	**105.5**		**161**	**91.5**		**141**	µA
Change of Quiescent Current (Note 3)	4V≤V_S≤30V, +25°C	0.2	2.0		0.2	2.0		µA
	4V≤V_S≤30V	**0.5**		**3.0**	**0.5**		**3.0**	µA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		**+0.39**		**+0.7**	**+0.39**		**+0.7**	µA/°C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of *Figure 1*, I_L=0	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	T_J=T_{MAX}, for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: −55°C≤T_J≤+150°C for the LM35 and LM35A; −40°≤T_J≤+110°C for the LM35C and LM35CA; and 0°≤T_J≤+100°C for the LM35D. V_S=+5Vdc and I_{LOAD}=50 µA, in the circuit of *Figure 2*. These specifications also apply from +2°C to T_{MAX} in the circuit of *Figure 1*. Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W, junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and 10mv/°C times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in °C).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of *Figure 1*.

Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor.

Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

Datasheet 74LS48P (BCD-TO-7-SEGMENT For Common Cathode 7-Segment)

RENESAS

HD74LS48

BCD-to-Seven-Segment Decoder / Driver (Internal Pull-up outputs)

REJ03D0411–0300
Rev.3.00
Jul.22.2005

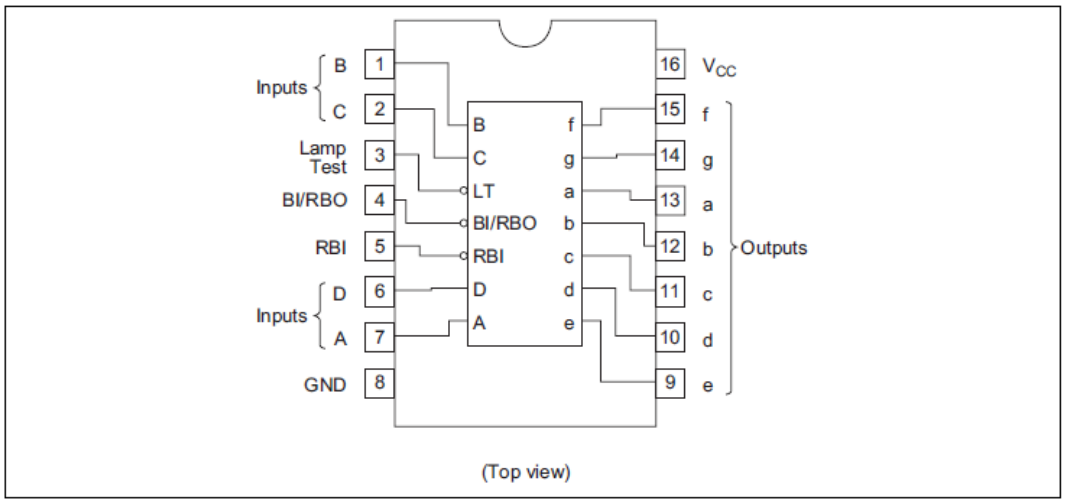
HD74LS48 features active high outputs for driving lamp buffers. This circuit has full ripple blanking input / output controls and a lamp test input. Display patterns for BCD input counts above 9 are unique symbols to authenticate input conditions. This circuit incorporates automatic leading and / or trailing-edge zero-blanking control (RBI and RBO). Lamp test (LT) of these types may be performed at any time when the BI / RBO node is at a high level. It contains an overriding blanking input (BI) which can be used to control the lamp intensity be pulsing or to inhibit the outputs. Inputs and outputs are entirely compatible for use with TTL or DTL logic outputs.

Features

- Ordering Information

Part Name	Package Type	Package Code (Previous Code)	Package Abbreviation	Taping Abbreviation (Quantity)
HD74LS48P	DILP-16 pin	PRDP0016AE-B (DP-16FV)	P	—

Pin Arrangement



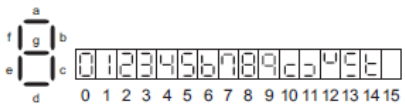
HD74LS48

Function Table

Decimal or Function	Inputs						BI / RBO	Outputs							Note
	LT	RBI	D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	1
1	H	X	L	L	L	H	H	L	H	H	L	L	L	L	
2	H	X	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	
3	H	X	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	
4	H	X	L	H	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H	
5	H	X	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	H	
6	H	X	L	H	H	L	H	L	L	H	H	H	H	H	
7	H	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	
8	H	X	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	
9	H	X	H	L	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	
10	H	X	H	L	H	L	H	L	L	L	H	H	L	H	
11	H	X	H	L	H	H	H	L	L	H	H	L	L	H	
12	H	X	H	H	L	L	H	L	H	L	L	L	H	H	
13	H	X	H	H	L	H	H	H	L	L	H	L	H	H	
14	H	X	H	H	H	L	H	L	L	L	H	H	H	H	
15	H	X	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	
BI	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L	2
RBI	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	4

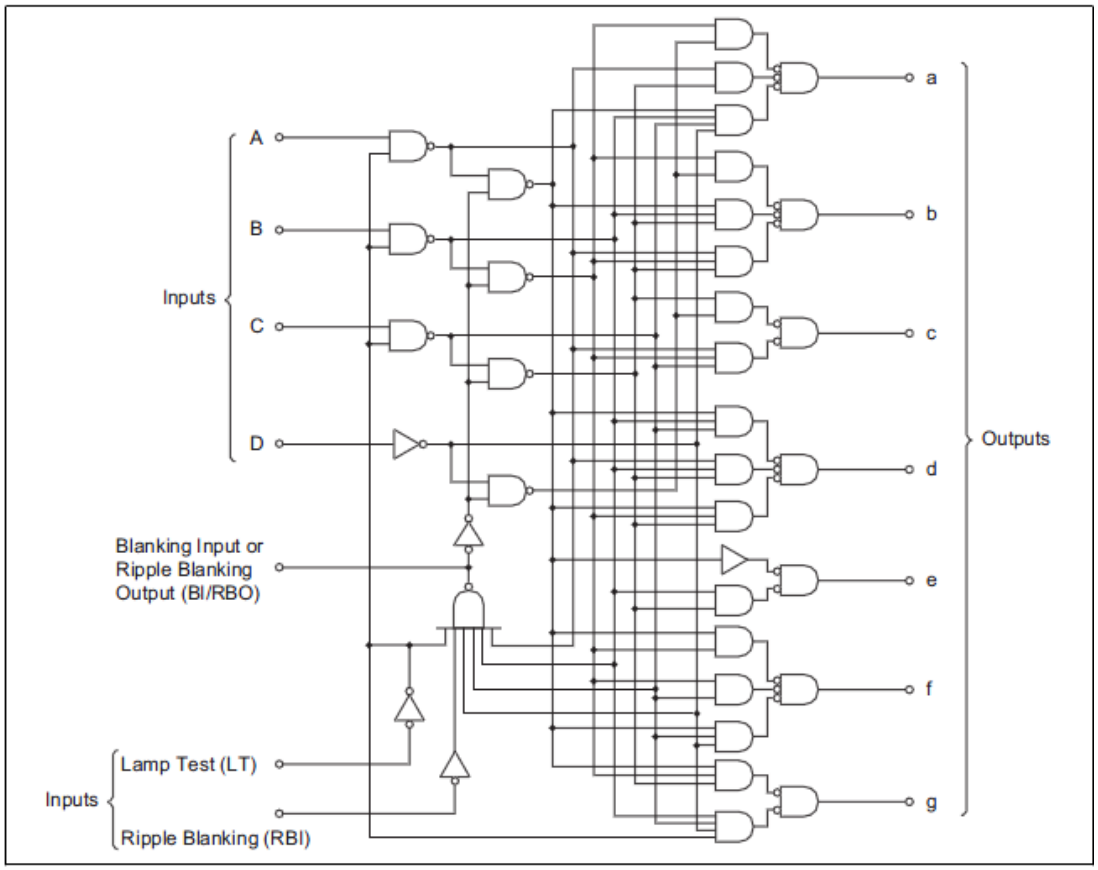
H; high level, L; low level, X, irrelevant

Notes:
1. The blanking input (BI) must be open or held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired.
2. When a low logic level is applied directly to the blanking input (BI), all segment outputs are low regardless of the level of any other input.
3. When ripple-blanking input (RBI) and inputs A, B, C, and D are at a low level with the lamp-test input high, all segment outputs go low and the ripple-blanking output (RBO) goes to a low level (response condition).
4. When a blanking input / ripple blanking output (BI / RBO) is open or held high and a low is applied to the lamp-test input, all segment outputs are high.



HD74LS48

Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

Item	Symbol	Ratings	Unit
Supply voltage	V_{CC}	7	V
Input voltage	VI_N	7	V
Power dissipation	P_T	400	mW
Storage temperature	Tstg	–65 to +150	°C

Note: Voltage value, unless otherwise noted, are with respect to network ground terminal.

Recommended Operating Conditions

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Supply voltage	V_{CC}	4.75	5.00	5.25	V
Output current	$I_{OH\ (a\ to\ g)}$	—	—	–100	µA
	$I_{OH\ (BI/RBO)}$	—	—	–50	µA
Output current	$I_{OL\ (a\ to\ g)}$	—	—	6	mA
	$I_{OL\ (BI/RBO)}$	—	—	3.2	mA
Operating temperature	Topr	-20	25	75	°C

Datasheet SC52-11SRWA (7 Segment Display Common Cathode)

Kingbright

13.2mm(0.52INCH) SINGLE DIGIT NUMERIC DISPLAY

Part Number: SC52-11SRWA SUPER BRIGHT RED

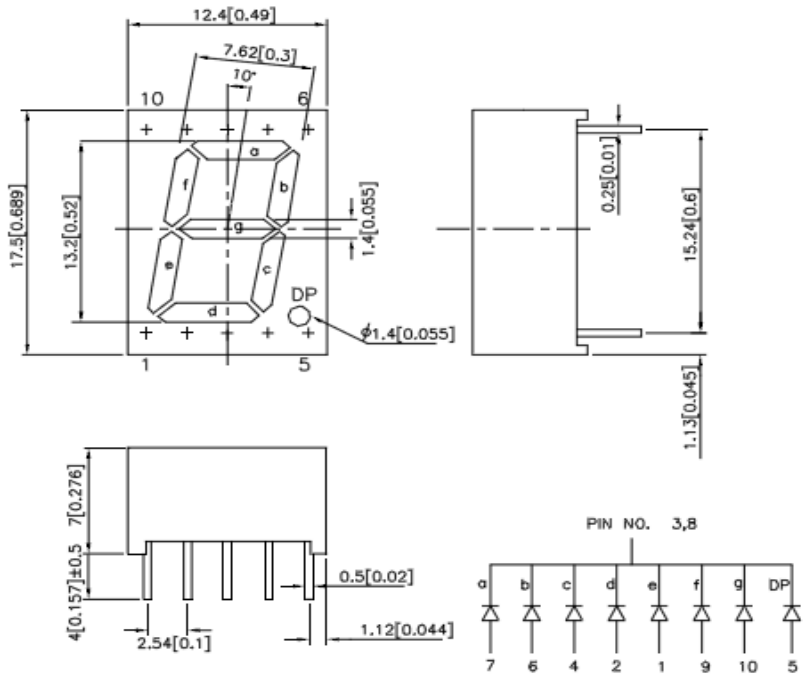
Features

- 0.52 INCH DIGIT HEIGHT.
- EXCELLENT CHARACTER APPEARANCE.
- EASY MOUNTING ON P.C. BOARDS OR SOCKETS.
- I.C. COMPATIBLE.
- MECHANICALLY RUGGED.
- STANDARD : GRAY FACE, WHITE SEGMENT.
- RoHS COMPLIANT.

Description

The Super Bright Red source color devices are made with Gallium Aluminum Arsenide Red Light Emitting Diode.

Package Dimensions & Internal Circuit Diagram



Notes:
1. All dimensions are in millimeters (inches), Tolerance is ±0.25(0.01")unless otherwise noted.
2. Specifications are subject to change without notice.

Kingbright

Selection Guide

Part No.	Dice	Lens Type	Iv (ucd) [1] @ 10mA		Description
			Min.	Typ.	
SC52-11SRWA	SUPER BRIGHT RED (GaAlAs)	WHITE DIFFUSED	4700	24000	Common Cathode,Rt. Hand Decimal.

Note:
1.Luminous Intensity / Luminous Flux: +/-15%.

Electrical / Optical Characteristics at T_A=25°C

Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
λpeak	Peak Wavelength	Super Bright Red	660		nm	I_F=20mA
λD [1]	Dominant Wavelength	Super Bright Red	640		nm	I_F=20mA
Δλ1/2	Spectral Line Half-width	Super Bright Red	20		nm	I_F=20mA
C	Capacitance	Super Bright Red	45		pF	V_F=0V;f=1MHz
V_F [2]	Forward Voltage	Super Bright Red	1.85	2.5	V	I_F=20mA
I_R	Reverse Current	Super Bright Red		10	uA	V_R = 5V

Notes:
1. Wavelength: +/-1nm.
2. Forward Voltage: +/-0.1V.

Absolute Maximum Ratings at T_A=25°C

Parameter	Super Bright Red	Units
Power dissipation	100	mW
DC Forward Current	30	mA
Peak Forward Current [1]	155	mA
Reverse Voltage	5	V
Operating/Storage Temperature	-40°C To +85°C	
Lead Solder Temperature [2]	260°C For 3 Seconds	

Notes:
1. 1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width.
2. 2mm below package base.

Datasheet 74HC595 (8-bit Serial-In, Serial-Out or Parallel-Out Shift Register)

8-bit serial-in, serial or parallel-out shift register with output latches; 3-state

74HC595; 74HCT595

FEATURES

- 8-bit serial input
- 8-bit serial or parallel output
- Storage register with 3-state outputs
- Shift register with direct clear
- 100 MHz (typical) shift out frequency
- ESD protection:
  HBM EIA/JESD22-A114-A exceeds 2000 V
  MM EIA/JESD22-A115-A exceeds 200 V.

APPLICATIONS

- Serial-to-parallel data conversion
- Remote control holding register.

DESCRIPTION

The 74HC/HCT595 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT595 is an 8-stage serial shift register with a storage register and 3-state outputs. The shift register and storage register have separate clocks.

Data is shifted on the positive-going transitions of the SH_CP input. The data in each register is transferred to the storage register on a positive-going transition of the ST_CP input. If both clocks are connected together, the shift register will always be one clock pulse ahead of the storage register.

The shift register has a serial input (DS) and a serial standard output (Q7') for cascading. It is also provided with asynchronous reset (active LOW) for all 8 shift register stages. The storage register has 8 parallel 3-state bus driver outputs. Data in the storage register appears at the output whenever the output enable input (OE) is LOW.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; $t_r = t_f$ = 6 ns.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			74HC	74HCT	
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay	C_L = 50 pF; V_{CC} = 4.5 V			
	SH_CP to Q7'		19	25	ns
	SH_CP to Qn		20	24	ns
	$\overline{MR}$ to Q7'		100	52	ns
f_{max}	maximum clock frequency SH_CP and ST_CP		100	57	MHz
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per package	notes 1 and 2	115	130	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in µW).
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i \times N + \Sigma(C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz;
   f_o = output frequency in MHz;
   C_L = output load capacitance in pF;
   V_{CC} = supply voltage in Volts;
   N = total load switching outputs;
   $\Sigma(C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of the outputs.
2. For 74HC595 the condition is V_I = GND to V_{CC}.
   For 74HCT595 the condition is V_I = GND to V_{CC} – 1.5 V.

FUNCTION TABLE

See note 1.

INPUT					OUTPUT		FUNCTION
SH_CP	ST_CP	$\overline{OE}$	$\overline{MR}$	DS	Q7'	Qn	
X	X	L	L	X	L	n.c.	a LOW level on $\overline{MR}$ only affects the shift registers
X	↑	L	L	X	L	L	empty shift register loaded into storage register
X	X	H	L	X	L	Z	shift register clear; parallel outputs in high-impedance OFF-state
↑	X	L	H	H	Q6'	n.c.	logic high level shifted into shift register stage 0; contents of all shift register stages shifted through, e.g. previous state of stage 6 (internal Q6') appears on the serial output (Q7')
X	↑	L	H	X	n.c.	Qn'	contents of shift register stages (internal Qn') are transferred to the storage register and parallel output stages
↑	↑	L	H	X	Q6'	Qn'	contents of shift register shifted through; previous contents of the shift register is transferred to the storage register and the parallel output stages

Note

1. H = HIGH voltage level;
   L = LOW voltage level;
   ↑ = LOW-to-HIGH transition;
   ↓ = HIGH-to-LOW transition;
   Z = high-impedance OFF-state;
   n.c. = no change;
   X = don't care.

ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE				
	TEMPERATURE RANGE	PINS	PACKAGE	MATERIAL	CODE
74HC595N	–40 to +125 °C	16	DIP16	plastic	SOT38-4
74HCT595N	–40 to +125 °C	16	DIP16	plastic	SOT38-4
74HC595D	–40 to +125 °C	16	SO16	plastic	SOT109-1
74HCT595D	–40 to +125 °C	16	SO16	plastic	SOT109-1
74HC595DB	–40 to +125 °C	16	SSOP16	plastic	SOT338-1
74HCT595DB	–40 to +125 °C	16	SSOP16	plastic	SOT338-1
74HC595PW	–40 to +125 °C	16	TSSOP16	plastic	SOT403-1
74HCT595PW	–40 to +125 °C	16	TSSOP16	plastic	SOT403-1
74HC595BQ	–40 to +125 °C	16	DHVQFN16	plastic	SOT763-1
74HCT595BQ	–40 to +125 °C	16	DHVQFN16	plastic	SOT763-1

PINNING

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	Q1	parallel data output
2	Q2	parallel data output
3	Q3	parallel data output
4	Q4	parallel data output
5	Q5	parallel data output
6	Q6	parallel data output
7	Q7	parallel data output
8	GND	ground (0 V)
9	Q7'	serial data output
10	$\overline{MR}$	master reset (active LOW)
11	SH_CP	shift register clock input
12	ST_CP	storage register clock input
13	$\overline{OE}$	output enable (active LOW)
14	DS	serial data input
15	Q0	parallel data output
16	V_{CC}	positive supply voltage

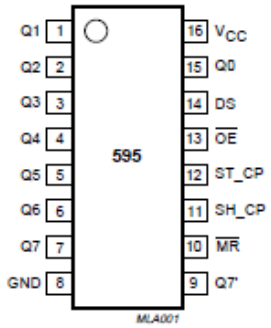
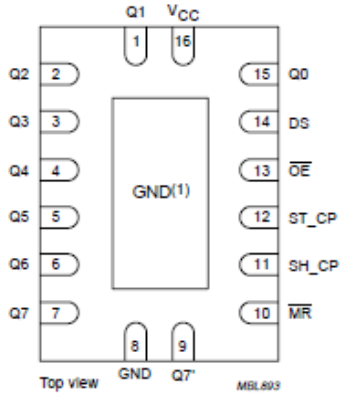


Fig.1 Pin configuration DIP16, SO16 and (T)SSOP16.



(1) The die substrate is attached to this pad using conductive die attach material. It can not be used as a supply pin or input.

Fig.2 Pin configuration DHVQFN16.

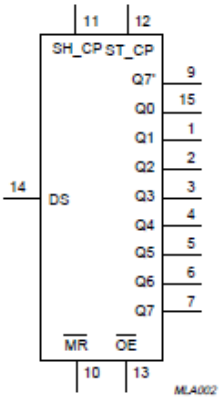


Fig.3 Logic symbol.

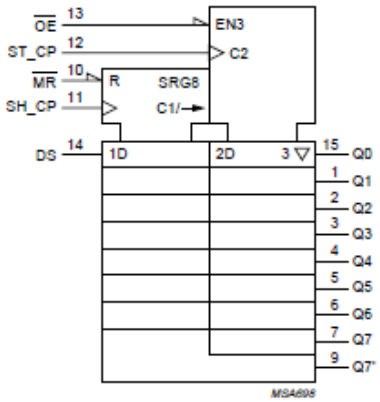


Fig.4 IEC logic symbol.

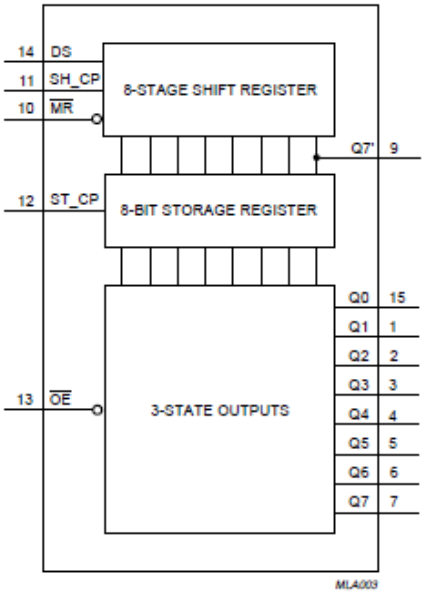


Fig.5 Functional diagram.

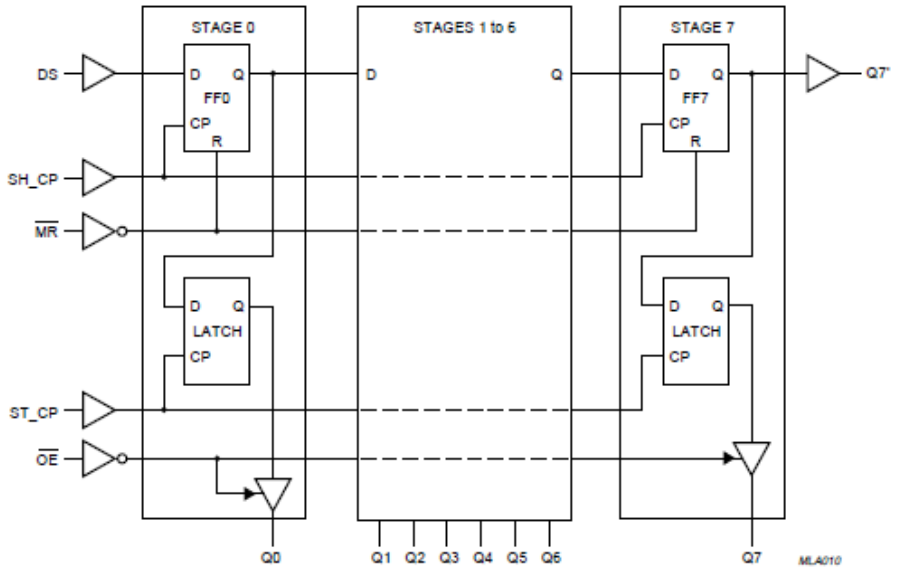


Fig.6 Logic diagram.

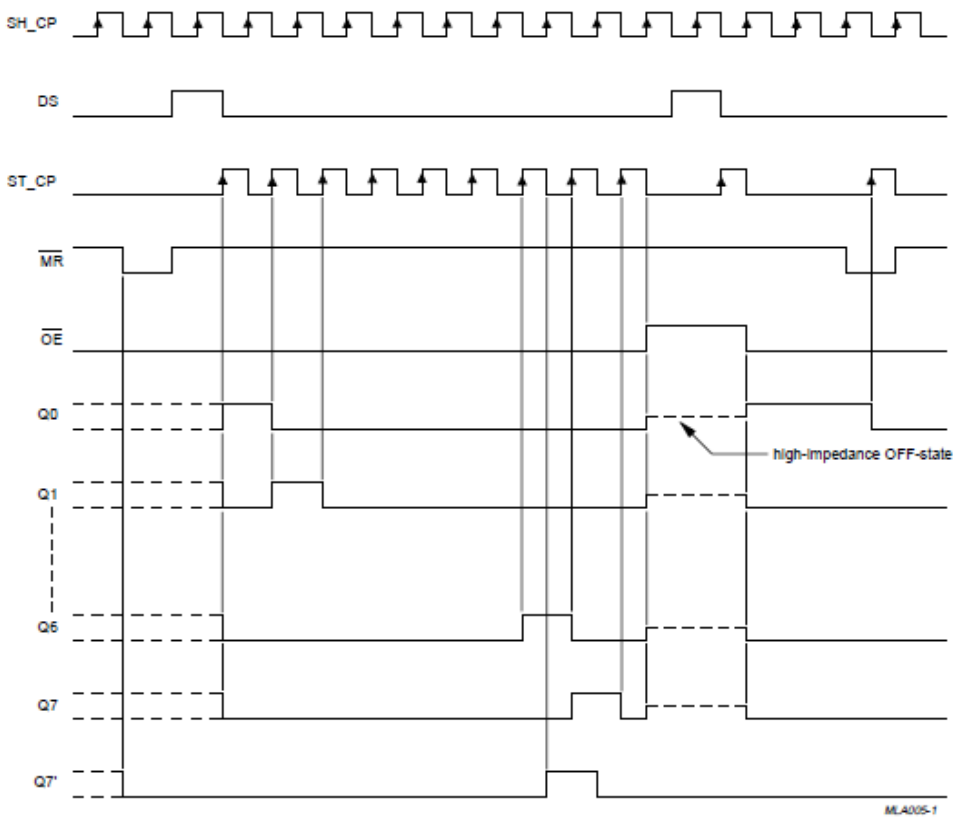


Fig.6 Timing diagram.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	74HC			74HCT			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.	
V_{CC}	supply voltage		2.0	5.0	6.0	4.5	5.0	5.5	V
V_I	input voltage		0	–	V_{CC}	0	–	V_{CC}	V
V_O	output voltage		0	–	V_{CC}	0	–	V_{CC}	V
T_{amb}	ambient temperature		–40	–	+125	–40	–	+125	°C
t_r, t_f	input rise and fall time	V_{CC} = 2.0 V	–	–	1000	–	–	–	ns
		V_{CC} = 4.5 V	–	6.0	500	–	6.0	500	ns
		V_{CC} = 6.0 V	–	–	400	–	–	–	ns

LIMITED VALUES

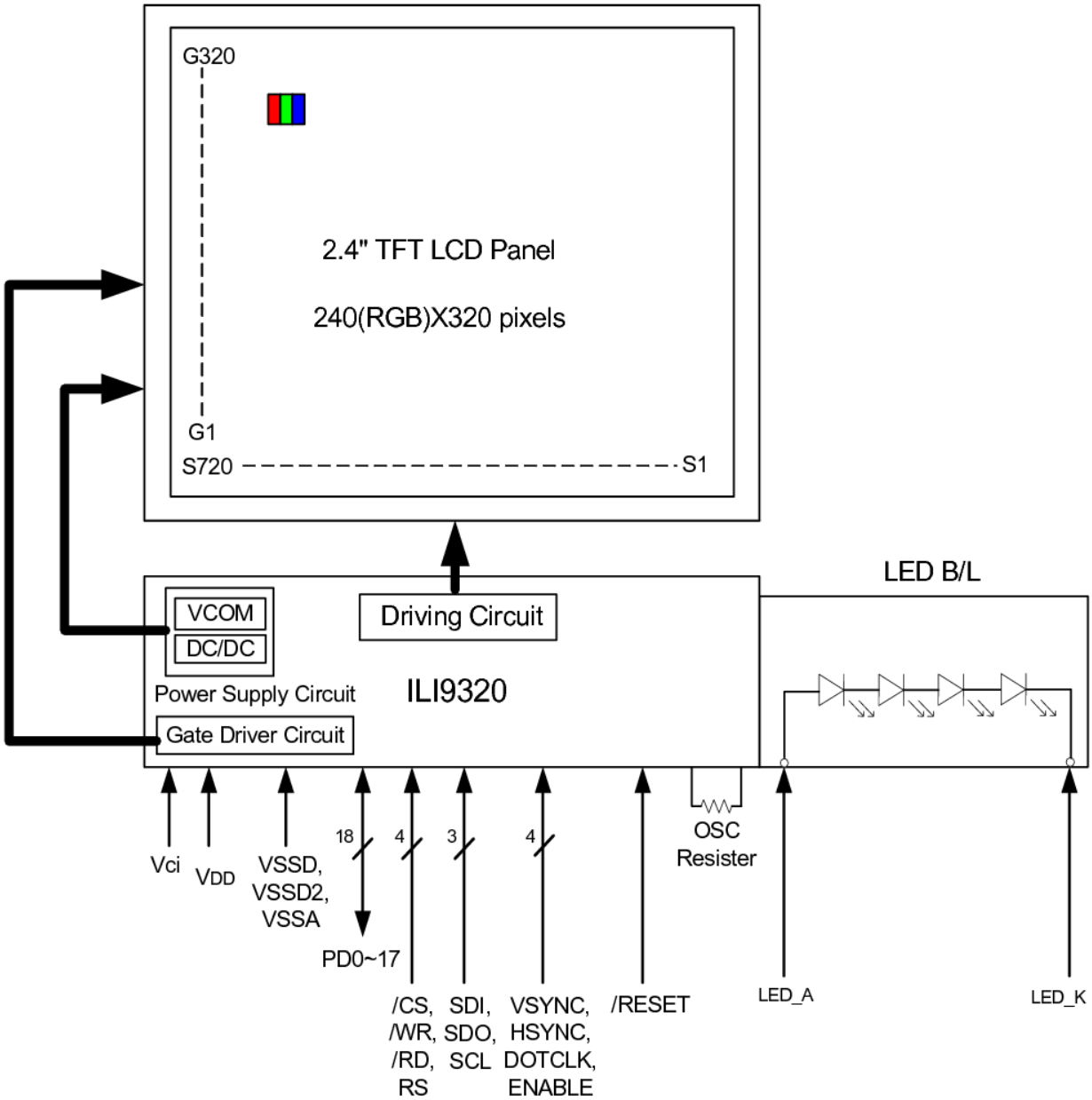
In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134); voltages are referenced to GND (ground = 0 V).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CC}	supply voltage		–0.5	+7.0	V
I_{IK}	input diode current	V_I < –0.5 V to V_I > V_{CC} + 0.5 V	–	±20	mA
I_{OK}	output diode current	V_O < –0.5 V to V_O > V_{CC} + 0.5 V	–	±20	mA
I_O	output source or sink current	V_O = –0.5 V to V_{CC} + 0.5 V			
		Q7' standard output	–	±25	mA
		Qn bus driver outputs	–	±35	mA
I_{CC}, I_{GND}	V_{CC} or GND current		–	±70	mA
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
P_{tot}	power dissipation	T_{amb} = –40 to +125 °C; note 1	–	500	mW

Note

1. For DIP16 packages: above 70 °C derate linearly with 12 mW/K.
   For SO16 packages: above 70 °C derate linearly with 8 mW/K.
   For SSOP16 packages: above 60 °C derate linearly with 5.5 mW/K.
   For TSSOP16 packages: above 60 °C derate linearly with 5.5 mW/K.
   For DHVQFN16 packages: above 60 °C derate linearly with 4.5 mW/K.

Display format: A-Si TFT transmissive, Normally white type, 12 o'clock.
Display mode: Normally white
Display composition: 240 x RGB x 320 pixels
LCD Driver : ILI9320
Back light: White LED x 4 (I_F=20mA)



ILITEK
Enrich visual experience

a-Si TFT LCD Single Chip Driver
240RGBx320 Resolution and 262K color

ILI9320

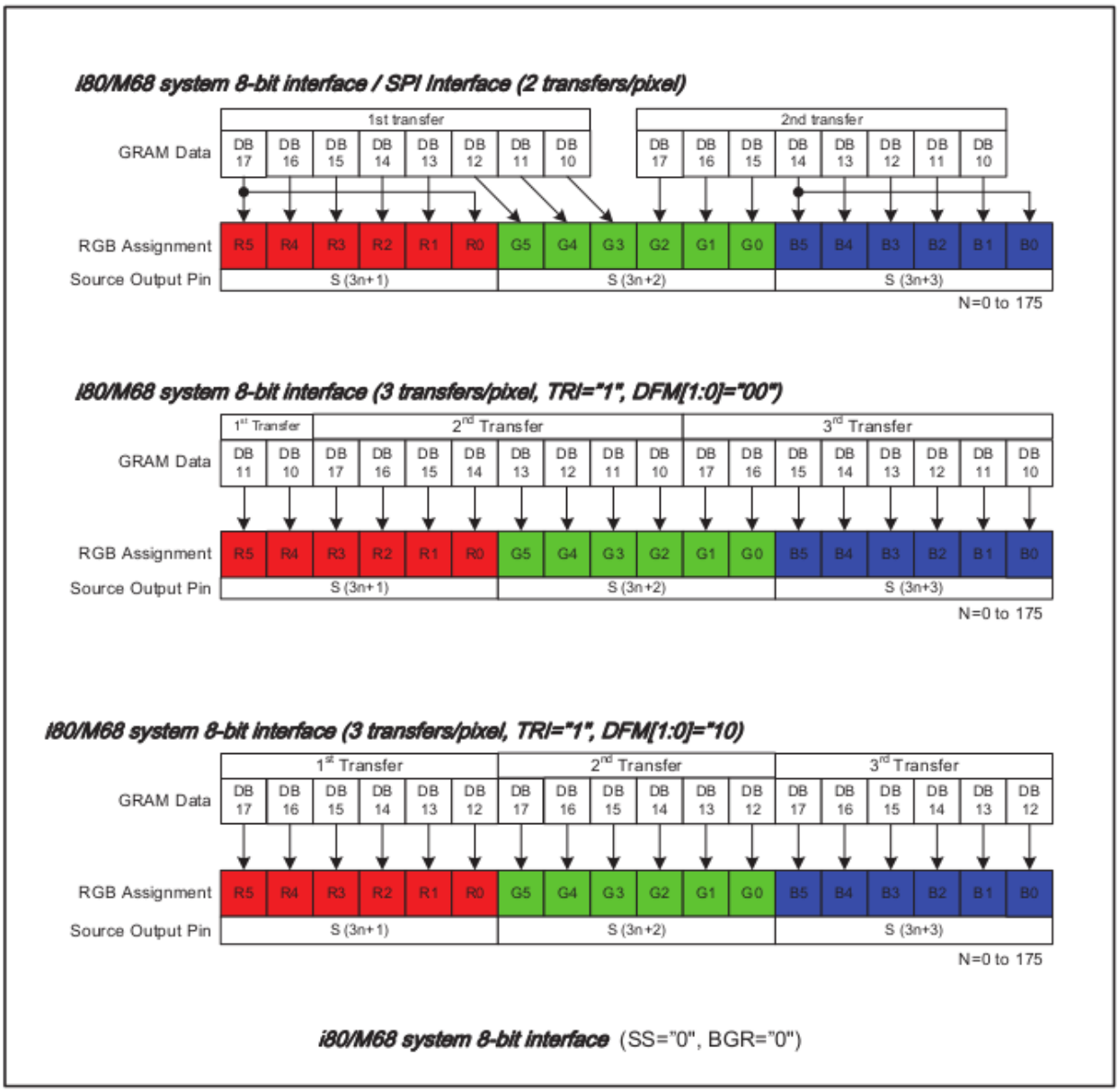


Figure33 i80-System Interface with 8-bit Data Bus (SS="0", BGR="0")

TEXAS INSTRUMENTS

PCF8574

www.ti.com

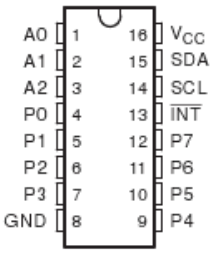
SCPS068G–JULY 2001–REVISED MAY 2008

REMOTE 8-BIT I/O EXPANDER FOR I²C BUS

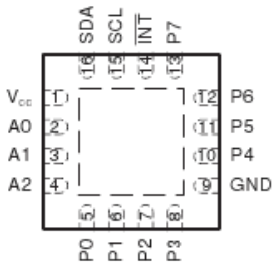
FEATURES

- **Low Standby-Current Consumption of 10 μA Max**
- **I²C to Parallel-Port Expander**
- **Open-Drain Interrupt Output**
- **Compatible With Most Microcontrollers**
- **Latched Outputs With High-Current Drive Capability for Directly Driving LEDs**
- **Latch-Up Performance Exceeds 100 mA Per JESD 78, Class II**

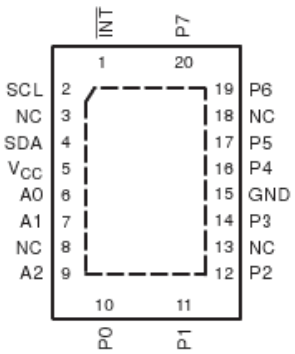
DW OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



RGT PACKAGE
(TOP VIEW)

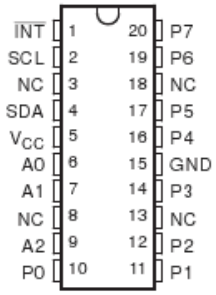


RGY PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

DGV OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

DESCRIPTION/ORDERING INFORMATION

This 8-bit input/output (I/O) expander for the two-line bidirectional bus (I²C) is designed for 2.5-V to 6-V V_{CC} operation.

The PCF8574 provides general-purpose remote I/O expansion for most microcontroller families via the I²C interface [serial clock (SCL), serial data (SDA)].

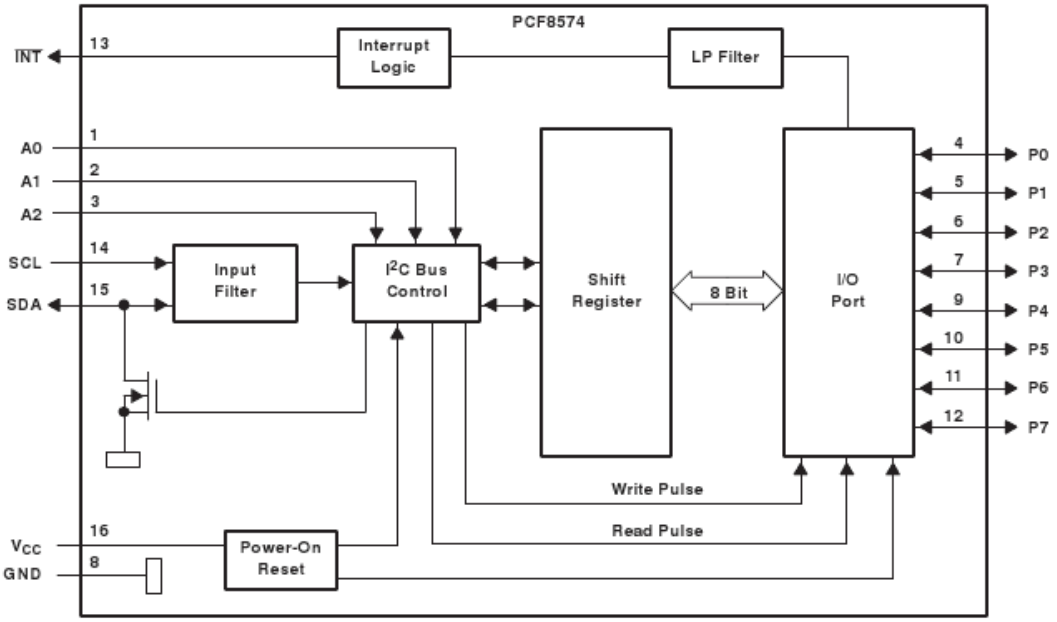
The device features an 8-bit quasi-bidirectional I/O port (P0–P7), including latched outputs with high-current drive capability for directly driving LEDs. Each quasi-bidirectional I/O can be used as an input or output without the use of a data-direction control signal. At power on, the I/Os are high. In this mode, only a current source to V_{CC} is active. An additional strong pullup to V_{CC} allows fast rising edges into heavily loaded outputs. This device turns on when an output is written high and is switched off by the negative edge of SCL. The I/Os should be high before being used as inputs.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

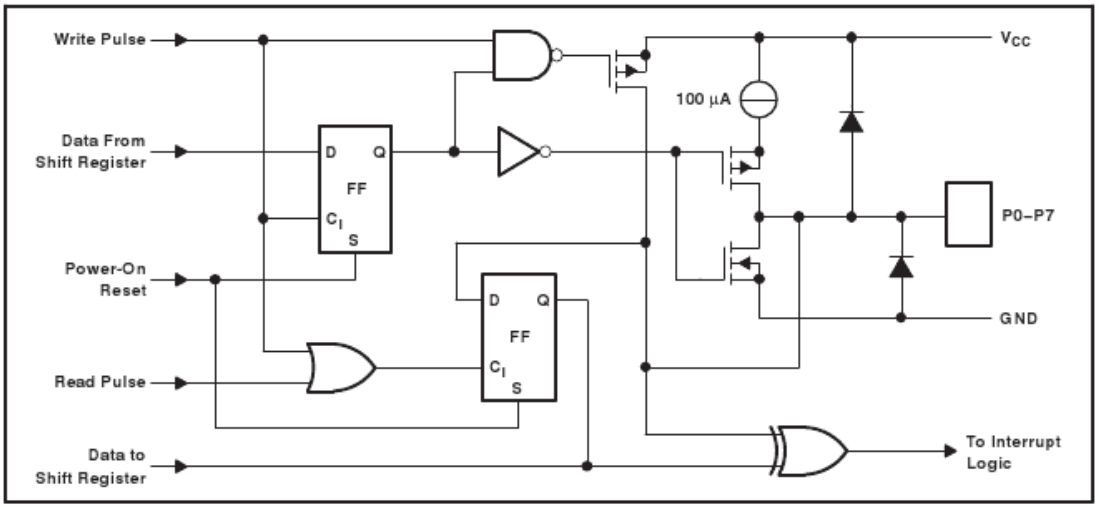
Copyright © 2001–2008, Texas Instruments Incorporated

LOGIC DIAGRAM (POSITIVE LOGIC)



Pin numbers shown are for the DW and N packages.

SIMPLIFIED SCHEMATIC DIAGRAM OF EACH P-PORT INPUT/OUTPUT



I²C Interface

I²C communication with this device is initiated by a master sending a start condition, a high-to-low transition on the SDA I/O while the SCL input is high. After the start condition, the device address byte is sent, most-significant bit (MSB) first, including the data direction bit (R/$\overline{W}$). This device does not respond to the general call address. After receiving the valid address byte, this device responds with an acknowledge, a low on the SDA I/O during the high of the acknowledge-related clock pulse. The address inputs (A0–A2) of the slave device must not be changed between the start and the stop conditions.

The data byte follows the address acknowledge. If the R/$\overline{W}$ bit is high, the data from this device are the values read from the P port. If the R/$\overline{W}$ bit is low, the data are from the master, to be output to the P port. The data byte is followed by an acknowledge sent from this device. If other data bytes are sent from the master, following the acknowledge, they are ignored by this device. Data are output only if complete bytes are received and acknowledged. The output data will be valid at time, t_{pv}, after the low-to-high transition of SCL and during the clock cycle for the acknowledge.

A stop condition, which is a low-to-high transition on the SDA I/O while the SCL input is high, is sent by the master.

Interface Definition

BYTE	BIT							
	7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
I²C slave address	L	H	L	L	A2	A1	A0	R/$\overline{W}$
I/O data bus	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

Copyright © 2001–2008, Texas Instruments Incorporated

Address Reference

INPUTS			I^2C BUS SLAVE ADDRESS
A2	A1	A0	
L	L	L	32 (decimal), 20 (hexadecimal)
L	L	H	33 (decimal), 21 (hexadecimal)
L	H	L	34 (decimal), 22 (hexadecimal)
L	H	H	35 (decimal), 23 (hexadecimal)
H	L	L	36 (decimal), 24 (hexadecimal)
H	L	H	37 (decimal), 25 (hexadecimal)
H	H	L	38 (decimal), 26 (hexadecimal)
H	H	H	39 (decimal), 27 (hexadecimal)

Absolute Maximum Ratings(1)

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

			MIN	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage range		–0.5	7	V
V_I	Input voltage range(2)		–0.5	V_{CC} + 0.5	V
V_O	Output voltage range(2)		–0.5	V_{CC} + 0.5	V
I_{IK}	Input clamp current	$V_I < 0$		–20	mA
I_{OK}	Output clamp current	$V_O < 0$		–20	mA
I_{OK}	Input/output clamp current	$V_O < 0$ or $V_O > V_{CC}$		±400	µA
I_{OL}	Continuous output low current	$V_O = 0$ to V_{CC}		50	mA
I_{OH}	Continuous output high current	$V_O = 0$ to V_{CC}		–4	mA
	Continuous current through V_{CC} or GND			±100	mA
θ_{JA}	Package thermal impedance	DGV package(3)		92	°C/W
		DW package(3)		57	
		N package(3)		67	
		PW package(3)		83	
		RGT package(4)		53	
		RGY package(4)		37	
T_{stg}	Storage temperature range		–65	150	°C

(1) Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
(2) The input negative-voltage and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.
(3) The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.
(4) The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-5.

Recommended Operating Conditions

		MIN	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	2.5	6	V
V_{IH}	High-level input voltage	0.7 × V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{IL}	Low-level input voltage	–0.5	0.3 × V_{CC}	V
I_{OH}	High-level output current		–1	mA
I_{OL}	Low-level output current		25	mA
T_A	Operating free-air temperature	–40	85	°C

Copyright © 2001–2008, Texas Instruments Incorporated

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ ARDUINO

LiquidCrystal Library

Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη χρησιμοποιείται για τον έλεγχο LCD οθονών που βασίζονται στο ολοκληρωμένο (ή συμβατό) HD44780. Μπορεί να δουλέψει είτε σε 4-bit είτε σε 8-bit, χρησιμοποιώντας 4 ή 8 γραμμές αντίστοιχα ενώ επιπλέον χρειάζεται και 3 γραμμές για τα σήματα RS, Enable και RW. Η τελευταία, RW, μπορεί να συνδεθεί απευθείας στη γείωση εξοικονομώντας έτσι μία γραμμή. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις μεθόδους (συναρτήσεις) της LiquidCrystal καθώς και στις λειτουργίες που αυτές επιτελούν.

- **LiquidCrystal():** δημιουργεί ένα στιγμιότυπο LiquidCrystal. Η οθόνη μπορεί να ελεγχθεί είτε με χρήση 4 γραμμών δεδομένων είτε με 8 γραμμών δεδομένων. Εάν επιλέξουμε τη χρήση 4 γραμμών δεδομένων τότε δε χρησιμοποιούμε τις γραμμές δεδομένων d0, d1, d2 και d3. Τη γραμμή RW μπορούμε να τη συνδέσουμε στη γείωση. Μερικά παραδείγματα χρήσης είναι:
    - LiquidCrystal lcd(rs, enable, d4, d5, d6, d7)
    - LiquidCrystal lcd(rs, rw, enable, d4, d5, d6, d7)
    - LiquidCrystal lcd(rs, enable, d0, d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7)
    - LiquidCrystal lcd(rs, rw, enable, d0, d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7)

  Το «rs» είναι ο αριθμός του ψηφιακού ακροδέκτη στο Arduino που έχει συνδεθεί το LCD_RS_pin. Το «rw» είναι ο αριθμός του ψηφιακού ακροδέκτη στο Arduino που έχει συνδεθεί το LCD_RW_pin ενώ εναλλακτικά μπορεί να συνδεθεί στη γείωση. Το «enable» είναι ο αριθμός του ψηφιακού ακροδέκτη στο Arduino που έχει συνδεθεί το LCD_Enable_pin. Τα «d0», «d1», «d2», «d3», «d4», «d5», «d6» και «d7» είναι οι αριθμοί των ψηφιακών ακροδεκτών στο Arduino που έχουν συνδεθεί στα LCD_D0_pin, LCD_D1_pin, LCD_D2_pin, LCD_D3_pin, LCD_D4_pin, LCD_D5_pin, LCD_D6_pin και LCD_D1_pin αντίστοιχα. Τα πρώτα τέσσερα είναι προαιρετικά και έτσι η οθόνη LCD μπορεί να ελεγχθεί με χρήση των «d4», «d5», «d6» και «d7».
- **begin(columns, rows):** χρησιμοποιείται για τον ορισμό των διαστάσεων της LCD οθόνης σε στήλες (columns) και γραμμές (rows). Γεια παράδειγμα για μια οθόνη 16 στηλών και 2 γραμμών θα έχουμε:
    - lcd.begin(16, 2);
- **clear():** χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό (clear) της οθόνη και τοποθέτηση του cursor στην επάνω αριστερή γωνία. Παράδειγμα:
    - lcd.clear();
- **home():** τοποθετεί τον cursor στην επάνω αριστερή γωνία της οθόνης LCD. Παράδειγμα:
    - lcd.home();
- **setCursor(column, row):** τοποθετεί τον cursor στη θέση (column, row). Πρώτη στήλη θεωρείται η μηδενική όπως επίσης και πρώτη γραμμή θεωρείται η μηδενική. Παράδειγμα:
    - lcd.setCursor(0, 0);
- **write(char):** χρησιμοποιείται για να εκτυπώσει έναν χαρακτήρα οθόνη LCD. Παράδειγμα:
    - lcd.write('*');
- **print(data, base):** εκτυπώνει δεδομένα στην οθόνη LCD. Τα δεδομένα μπορεί να είναι τύπου char, byte, int, long ή string. Σε περίπτωση που έχει προσδιορισθεί και η base με τιμή BIN ή DEC ή OCT ή HEX τότε ο αντίστοιχος αριθμός εκτυπώνεται στο δυαδικό, δεκαδικό, οκταδικό ή δεκαεξαδικό σύστημα αντίστοιχα. Παράδειγμα:

  - lcd.print("Hello World");
  - lcd.print('5', BIN);
- **cursor():** ενεργοποιεί και εμφανίζει τον cursor «_» στη θέση όπου ο επόμενος χαρακτήρας θα εκτυπωθεί. Παράδειγμα:
  - lcd.cursor();
- **noCursor():** απενεργοποιεί τον cursor «_». Παράδειγμα:
  - lcd.noCursor();
- **blink():** αναβοσβήνει το τετράγωνο που βρίσκεται ο cursor. Παράδειγμα:
  - lcd.blink();
- **noBlink():** απενεργοποιεί το αναβόσβησμα του τετράγωνου που βρίσκεται ο cursor. Παράδειγμα:
  - lcd.noBlink();
- **display():** ενεργοποιεί την LCD οθόνη όταν αυτή έχει απενεργοποιηθεί με τη μέθοδο noDisplay() επαναφέροντας τις πληροφορίες που αυτή εμφανίζει. Σημειώνεται πως δεν ενεργοποιείται ο οπίσθιος φωτισμός (backlight). Παράδειγμα:
  - lcd.display();
- **noDisplay():** απενεργοποιεί την LCD οθόνη χωρίς να χάνονται οι πληροφορίες που αυτή εμφανίζει. Σημειώνεται πως δεν απενεργοποιείται ο οπίσθιος φωτισμός (backlight). Παράδειγμα:
  - lcd.noDisplay();
- **scrollDisplayLeft():** κυλάει τα περιεχόμενα της LCD οθόνης κατά μία θέση αριστερά. Παράδειγμα:
  - lcd.scrollDisplayLeft();
- **scrollDisplayRight():** κυλάει τα περιεχόμενα της LCD οθόνης κατά μία θέση δεξιά. Παράδειγμα:
  - lcd.scrollDisplayRight();
- **autoscroll():** κυλάει αυτόματα τα περιεχόμενα που εμφανίζονται στην LCD οθόνη κατά μία θέση. Εξ' ορισμού η κατεύθυνση θα είναι από δεξιά προς τα αριστερά ενώ μπορεί να καθοριστεί και αντίστροφα (με τις μεθόδους leftToRight() και rightToLeft()). Αποτέλεσμα είναι η εκτύπωση κάθε νέου χαρακτήρα στην ίδια τοποθεσία της LCD μετακυλώντας τους ήδη υπάρχοντες κατά μία θέση (αριστερά ή δεξιά). Παράδειγμα:
  - lcd.Autoscroll();
- **autoscroll():** απενεργοποιεί την αυτόματη ολίσθηση των περιεχομένων της οθόνης. Παράδειγμα:
  - lcd.autoscroll();
- **leftToRight():** καθορίζει την κατεύθυνση, από αριστερά προς τα δεξιά, σύμφωνα με την οποία θα γράφονται οι πληροφορίες στην οθόνη LCD. Παράδειγμα:
  - lcd.leftToRight();
- **rightToLeft():** καθορίζει την κατεύθυνση, από δεξιά προς τα αριστερά, σύμφωνα με την οποία θα γράφονται οι πληροφορίες στην οθόνη LCD. Παράδειγμα:
  - lcd.rightToLeft();
- **createChar(num, data):** συνθέτει έναν χαρακτήρα (glyph) για χρήση με την οθόνη LCD. Κάθε

χαρακτήρας αποτελείται από 5x8 pixels. Για την εμφάνιση αυτών των glyph χαρακτήρων πρέπει να χρησιμοποιείται η μέθοδος write(num). Παράδειγμα:

- byte smiley[8] =
  { B00000,B10001,B00000,B00000,B10001,B01110,B00000 };
  lcd.createChar(0, smiley);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.write(0);

Servo Library

Η βιβλιοθήκη Servo χρησιμοποιείται για τον έλεγχο απλών servo motor. Τα συγκεκριμένα motor ενσωματώνουν γρανάζια τα οποία χρησιμοποιούνται για να μετακινούν ένα μοχλό. Συνήθως επιτρέπουν την περιστροφή σε ένα εύρος από 0 μοίρες μέχρι και 180 μοίρες ενώ υπάρχουν και συνεχούς περιστροφής όπου μπορεί απλώς να ρυθμιστεί η ταχύτητα περιστροφής.

Με τη συγκεκριμένη βιβλιοθήκη μπορούν να ελεγχθούν μέχρι και 12 motor ταυτόχρονα στα περισσότερα μέλη της οικογένειας Arduino ενώ το Arduino Mega μπορεί να ελέγξει 48 motor. Όταν χρησιμοποιείται η Servo βιβλιοθήκη εκτός του Arduino Mega τότε απενεργοποιείται η έξοδος PWM στους ψηφιακούς ακροδέκτες 10 και 11, είτε χρησιμοποιούμε κάποιο servo motor σε αυτά τα δύο pins είτε όχι. Στο Arduino Mega μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα μέχρι και 12 motor χωρίς παρενέργειες στις εξόδους PWM ενώ η χρήση από 13 motor μέχρι κα 23 θα απενεργοποιήσει τις εξόδους PWM στους ψηφιακούς ακροδέκτες 11 και 12. Όταν απενεργοποιείται η έξοδος PWM το συγκεκριμένο pin μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν έναν απλός ψηφιακός ακροδέκτης.

Τα servo motor γενικά έχουν τρία καλώδια. Ένα για τη γείωση (μαύρο ή καφέ), έναν για την τάση +5 Volt (κόκκινο) και ένα για τον έλεγχο (άσπρο ή κίτρινο ή πορτοκαλί).

Τα servo motor απαιτούν αρκετή ενέργεια για να λειτουργήσουν και σε περίπτωση που πρέπει να χρησιμοποιηθούν περισσότερα από ένα ή δύο τότε πρέπει να τροφοδοτηθούν από μια εξωτερική πηγή ενέργειας ενώ σε αυτή την περίπτωση η γείωση του Arduino θα πρέπει να συνδεθεί με τη γείωση της εξωτερικής πηγής ενέργειας.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις μεθόδους (συναρτήσεις) της Servo καθώς και στις λειτουργίες που αυτές επιτελούν. Στα παραδείγματα θεωρούμε ότι έχουμε ένα στιγμιότυπο «servo».

- **attach(pin, min, max):** χρησιμοποιείται για να καθορίσει το pin ελέγχου του servo motor. Προαιρετικά, το min αντιπροσωπεύει το πλάτος του παλμού σε μsec για την ελάχιστη γωνία (0 μοίρες) ενώ το max αντιπροσωπεύει το πλάτος του παλμού σε μsec για τη μέγιστη γωνία (180 μοίρες) του servo motor. Παράδειγμα:
  - servo.attach(9);
- **write(angle):** γράφει μια τιμή στο servo motor η οποία αντιστοιχεί στη γωνία σε μοίρες. Σε ένα servo motor με εύρος περιστροφής 180 μοιρών τότε αυτό περιστρέφεται σε αντίστοιχο αριθμό μοιρών. Σε ένα servo motor συνεχούς περιστροφής η τιμή θέτει την ταχύτητα περιστροφής και συγκεκριμένα η τιμή 0 αντιστοιχεί σε πλήρη ταχύτητα περιστροφής προς τη μία κατεύθυνση, η τιμή 180 αντιστοιχεί σε πλήρη ταχύτητα περιστροφής προς την άλλη κατεύθυνση ενώ η τιμή 90 αντιστοιχεί σε ακινησία. Παράδειγμα:
  - servo.write(90);
- **writeMicroseconds(uS):** γράφει μια τιμή σε msec uS στο servo motor η οποία αντιστοιχεί στη

γωνία σε μοίρες. Σε ένα servo motor με εύρος περιστροφής 180 μοιρών μια τιμή 1000 θα κάνει μια περιστροφή αντίστροφα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, μια τιμή 2000 θα κάνει μια περιστροφή σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού ενώ μια τιμή 1500 θα μετακινήσει το servo motor στη μέση. Μερικοί κατασκευαστές δεν ακολουθούν πάντα τις παραπάνω τιμές αλλά τιμές μεταξύ 700 και 2300. Σε ένα servo motor συνεχούς περιστροφής τότε οι παραπάνω τιμές καθορίζουν την ταχύτητα περιστροφής κατά αντίστοιχο τρόπο με τη μέθοδο write().

- Σε ένα servo motor με εύρος περιστροφής 180 μοιρών τότε αυτό 90 αντιστοιχεί σε ακινησία. Παράδειγμα:
    - servo.writeMicroseconds(1500);
- **read():** διαβάσει την τρέχουσα γωνία σε μοίρες (από 0 μέχρι και 180) που βρίσκεται το servo motor. Παράδειγμα:
    - int angle = servo.read();
- **attached():** ελέγχει εάν το servo motor είναι προσαρτημένο σε κάποιος ακροδέκτη. Παράδειγμα:
    - int attached_true = servo.attached();
- **detach():** αφαιρεί την προσάρτηση του servo motor από τον ακροδέκτη που είναι προσαρτημένο. Εάν όλα τα servo motor έχουν γίνει detach τότε τα pins 9 και 10 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έξοδο PWM. Παράδειγμα:
    - servo.detach();

UTFT Library

Η βιβλιοθήκη UTFT χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ενός αριθμού από διαφορετικές TFT οθόνες. Μπορείτε να την βρείτε στη διεύθυνση http://henningkarlsen.com/electronics/library.php?id=52
Μερικές από τις μεθόδους της είναι οι παρακάτω:

- **UTFT(Model, RS, WR, CS, RST):** είναι ο constructor για την χρήση 8/16bit displays. Model είναι ο τύπος της οθόνης, RS το pin επιλογής καταχωρητή, WR το pin εγγραφής, CS το chip select και RST για το reset pin. Παράδειγμα:
    UTFT myGLCD(ITDB32S,19,18,17,16);
- **UTFT(Model, SDA, SCL, CS, RST [, RS])**: είναι ο constructor για την χρήση σειριακών οθονών. SDA & SCL είναι οι ακροδέκτες για τα σειριακά δεδομένα και το ρολόι. Οι υπόλοιποι είναι όπως στην προηγούμενη δήλωση. Παράδειγμα:
    UTFT myGLCD(ITDB18SP,11,10,9,12,8);
- **InitLCD([orientation]):** μέσω της orientation η οθόνη τίθεται σε κατάσταση “PORTRAIT” ή “LANDSCAPE” (εξόρισμού κατάσταση). Παράδειγμα:
    myGLCD.initLCD();
- **clrScr():** καθαρίζει την οθόνη. Παράδειγμα:
    myGLCD.clrScr();
- **fillScr(r, g, b):** γεμίζει την οθόνη με το χρώμα της τριπλέτας (r, g, b). Παράδειγμα:
    myGLCD.fillScr(255,127,0);
- **setColor(r, g, b):** θέτει το χρώμα της τριπλέτας (r, g, b) που θα χρησιμοποιηθεί για όλες τις εντολές fill*, draw* & print. Παράδειγμα:

myGLCD.setColor(0,255,255);

- **setBackColor(r, g, b):** θέτει το χρώμα της τριπλέτας (r, g, b) για το φόντο (background) όλων των εντολών print. Παράδειγμα:
  myGLCD.setBackColor(0,255,255);
- **drawPixel(x,y):** σχεδιάζει ένα εικονοστοιχείο (pixel) στις συντεταγμένες x,y. Παράδειγμα:
  myGLCD.drawPixel(119,159);
- **drawLine(x1, y1, x2, y2):** σχεδιάζει μια γραμμή από το σημείο με συντεταγμένες (x1, y1) προς το σημείο με συντεταγμένες (x2, y2). Παράδειγμα:
  myGLCD.drawLine(0,0,239,319);
- **drawRect(x1, y1, x2, y2):** σχεδιάζει ένα ορθογώνιο με απέναντι κορυφές το σημείο με συντεταγμένες (x1, y1) και το σημείο με συντεταγμένες (x2, y2). Παράδειγμα:
  myGLCD.drawRect(0,0,239,319);
- **drawRoundRect(x1, y1, x2, y2):** όμοια με την προηγούμενη μέθοδο μόνο που το ορθογώνιο έχει στρογυλλεμένες τις γωνίες του. Ελάχιστο μήκος πλευρών, 5 εικονοστοιχεία. Παράδειγμα:
  myGLCD.drawRoundRect(0,0,239,319);
- **fillRect(x1, y1, x2, y2):** ζωγραφίζει ένα συμπαγές (με το χρώμα της setColor) ορθογώνιο με απέναντι κορυφές το σημείο με συντεταγμένες (x1, y1) και το σημείο με συντεταγμένες (x2, y2). Παράδειγμα:
  myGLCD.fillRect(0,0,239,319);
- **fillRoundRect(x1, y1, x2, y2):** όμοια με την προηγούμενη μέθοδο μόνο που το ορθογώνιο έχει στρογυλλεμένες τις γωνίες του. Ελάχιστο μήκος πλευρών, 5 εικονοστοιχεία. Παράδειγμα:
  myGLCD.fillRoundRect(0,0,239,319);
- **drawCircle(x, y, radius):** ζωγραφίζει έναν κύκλο με κέντρο το σημείο με συντεταγμένες (x,y) και ακτίνα radious. Παράδειγμα:
  myGLCD.drawCircle(119,159,20);
- **fillCircle(x, y, radius):** ίδια με την προηγούμενη μέθοδο μόνο που ο κύκλος είναι γεμάτος με το χρώμα της setColor. Παράδειγμα:
  myGLCD.fillCircle(119,159,20);
- **print(st, x, y [, deg]):** τυπώνει το αλφαριθμητικό st στη θέση x, y και μπορεί να το περιστρέψει κατά γωνία deg γύρω από τον πρώτο χαρακτήρα. Παράδειγμα:
  myGLCD.print("Hello, World!",CENTER,0);

  Παρατηρήσεις: μπορούν αντί συντεταγμένων να δωθούν τα λεκτικά “LEFT”, “RIGHT”, “CENTER”. Ο συνδυασμός τους με γωνία περιστροφής παρουσιάζει προβλήματα.
- **printNumI(num, x, y [, length [, filler]]):** τυπώνει τον ακέραιο αριθμό num στη θέση x, y. length είναι ο ελάχιστος αριθμός χαρακτήρων που θα χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση (μαζί με το πρόσημο) ενώ αν περισσεύει χώρος αυτός θα καλυφθεί με το χαρακτήρα filler ανάμεσα στο πρόσημο και την τιμή του αριθμού (default τιμή ο κενός χαρακτήρας). Παράδειγμα:
  myGLCD.print(num,CENTER,0);
- **printNumF(num, dec, x, y [, divider [, length [, filler]]]):** ίδια μέθοδος με την προηγούμενη αλλά για float αριθμούς. dec είναι ο αριθμός των δεκαδικών ψηφίων και παίρνει τιμές από 1-5. divider είναι ο χαρακτήρας της υποδιαστολής (default τιμή '.'). Παράδειγμα:
  myGLCD.print(num, 3, CENTER,0);
- **setFont(fontname):** χρησιμοποιεί τη fontname γραμματοσειρά για όλες τις εντολές print*.

Πρέπει η γραμματοσειρά να δηλωθεί σαν extern ή να ενσωματωθεί στο sketch. Παράδειγμα:

```
extern uint8_t SmallFont[];
...
myGLCD.setFont(SmallFont);
```

- **drawBitmap(x, y, sx, sy, data [, scale]):** ζωγραφίζει το bitmap array data, ξεκινώντας πάνω αριστερά από τη θέση x, y και μέσα σε ένα ορθογώνιο διαστάσεων sx, sy. Αν χρησιμοποιήσετε την προαιρετική μεταβλητή scale, κάθε pixel του bitmap θα απεικονιστεί με διαστάσεις scale x scale. Παράδειγμα:

  myGLCD.drawBitmap(0, 0, 32, 32, bitmap);

  Παρατηρήσεις: για να μετατρέψετε μια εικόνα σε κατάλληλο bitmap, ο συγγραφέας προτείνει τη χρήση του προγράμματος "ImageConverter 565". Επίσης για να δουλέψουν τα scetches σας πρέπει να κάνετε *#include <avr/pgmspace.h>*
- **drawBitmap(x, y, sx, sy, data, deg, rox, roy):** ίδια μέθοδος με την προηγούμενη, μόνο που το bitmap περιστρέφεται deg μοίρες γύρω από το σημείο με σχετικές (ως προς την πάνω αριστερά γωνία του) συντεταγμένες rox, roy. Παράδειγμα:

  myGLCD.drawBitmap(50, 50, 32, 32, bitmap, 45, 16, 16); // Draw a bitmap rotated 45 degrees around its center
- l**cdOff():** σβήνει την οθόνη lcd. Παράδειγμα:

  myGLCD.lcdOff();
- **lcdOn():** ανάβει την οθόνη lcd. Παράδειγμα:

  myGLCD.lcdOn();
- **setContrast(c):** ρυθμίζει την αντίθεση της οθόνης σε μια τιμή c μεταξύ 0-64. Για την ώρα η εντολή αυτή υποστηρίζει μόνο οθόνες βασισμένες στο PCF8833. Παράδειγμα:

  myGLCD.setContrast(64); // Set contrast to full
- **getDisplayXSize():** επιστρέφει ως αποτέλεσμα το εύρος (width, διάσταση X) της εικόνας στον τρέχοντα προσανατολισμό. Παράδειγμα:

  Xsize = myGLCD.getDisplayXSize();
- **getDisplayYSize():** επιστρέφει ως αποτέλεσμα το ύψος (height, διάσταση Y) της εικόνας στον τρέχοντα προσανατολισμό. Παράδειγμα:

  Ysize = myGLCD.getDisplayYSize();