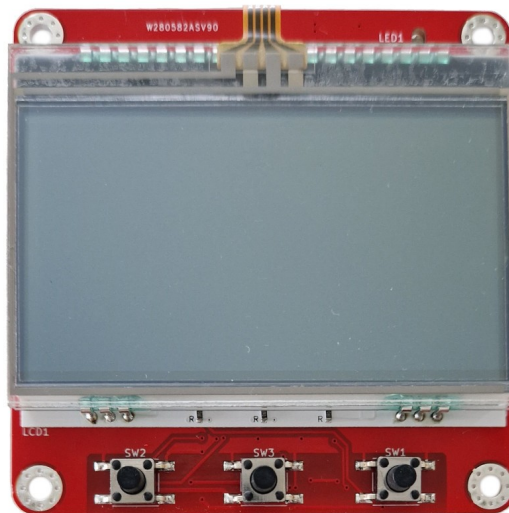


LaurTec

Adattatore Grafico GLCD DOG L-M

Manuale Utente



PCBWay

Autore : *Mauro Laurenti*

ID: PJ7020-IT

Informativa sul diritto d'autore

Come prescritto dall'art. 1, comma 1, della legge 21 maggio 2004 n.128, l'autore avvisa di aver assolto, per la seguente opera dell'ingegno, a tutti gli obblighi della legge 22 Aprile del 1941 n. 633, sulla tutela del diritto d'autore.

Tutti i diritti di questa opera sono riservati. Ogni riproduzione ed ogni altra forma di diffusione al pubblico dell'opera, o parte di essa, senza un'autorizzazione scritta dell'autore, rappresenta una violazione della legge che tutela il diritto d'autore, in particolare non ne è consentito un utilizzo per trarne profitto.

La mancata osservanza della legge 22 Aprile del 1941 n. 633 è perseguibile con la reclusione o sanzione pecuniaria, come descritto al Titolo III, Capo III, Sezione II.

A norma dell'art. 70 è comunque consentito, per scopi di critica o discussione, il riassunto e la citazione, accompagnati dalla menzione del titolo dell'opera e dal nome dell'autore.

L'autore si riserva il diritto di aggiornare la documentazione tecnica e le specifiche del sistema, senza preavviso. Si raccomanda pertanto di controllare periodicamente sul sito www.LaurTec.it la presenza di nuove versioni e aggiornamenti del prodotto.

Tutti i marchi citati in quest'opera sono dei rispettivi proprietari.

Avvertenze

Il KIT descritto nell'articolo può essere utilizzato in molteplici applicazioni. La responsabilità sul prodotto è limitata al KIT in se e non all'applicazione finale realizzata. Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nel seguente articolo o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza.

L'autore declina ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi e del software presentati o ai quali si rimanda nella seguente documentazione.

L'autore ringrazia anticipatamente per la segnalazione di ogni errore.

Marcatura CE



Il progetto PJ7021 (mini Sensing – USB Board) è conforme alla direttiva europea:

2011/65/UE

Relativa alla restrizione di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Smaltimento



Secondo la Direttiva Europea 2012/19/EU tutti i dispositivi elettrici/elettronici devono essere considerati rifiuti speciali e non devono essere gettati tra i rifiuti domestici. La gestione e lo smaltimento dei rifiuti elettrici/elettronici viene a dipendere dalle autorità locali e governative. Un corretto smaltimento dei rifiuti permette di prevenire conseguenze negative per l'ambiente e ai suoi abitanti. È obbligo morale, nonché legale, di ogni singolo cittadino, di attenersi alla seguente Direttiva.

Contatti

Per maggiori informazioni è possibile contattare Mauro Laurenti al sito www.LaurTec.it sezione contatti o inviare richieste scritte all'indirizzo :

Etichetta indirizzo.
Fornito all'acquisto
del prodotto.

Indice

Introduzione	4
Specifiche Tecniche	4
Analisi del Progetto	5
Il controllore grafico ST7565R.....	10
Interfaccia grafica pulsanti.....	12
Interfaccia grafica LED.....	14
Interfaccia acustica con cicalino.....	15
Funzione Touch.....	16
Funzione Touch.....	16
Rilevamento automatico della pressione del pannello touch.....	23
Connettore J1 di collegamento e protezione ESD.....	24
Disposizione dei componenti	25
Opzioni di assemblaggio	26
Collaudo e verifica	27
Bibliografia	29
History	29

Introduzione

L'adattatore grafico per display GLCD della serie DOGM consente un utilizzo pratico e versatile dei display prodotti da Display Vision (precedentemente conosciuta come Electronic Assembly). Questo adattatore fornisce il supporto necessario sia per la retroilluminazione sia per la funzionalità *touch screen*.

Oltre a queste caratteristiche principali, l'adattatore integra un cicalino e un LED, utili per segnalare l'interazione con il *touch screen*, ad esempio indicando la pressione su un punto del display. Qualora non si desideri utilizzare la funzione *touch*, ad esempio per contenere i costi, l'adattatore offre in alternativa tre pulsanti.

Tutte le funzionalità sono facilmente accessibili tramite un connettore a 20 pin (passo 2,54 mm) situato sul lato dell'adattatore. Questo connettore è compatibile con la scheda *mini Sensing – Display Adapter Board*, consentendo di ampliare le opzioni disponibili per le schede della serie *mini Sensing – PIC Board*.

Il controllore grafico utilizzato, ST7565R, è pienamente supportato dalla libreria *LTlib*, così come la funzione *touch* integrata.

Specifiche Tecniche

Alimentazione : 3V-3.3V

Assorbimento GLCD : 270 μ A typ. a 25°C solo display

Assorbimento retroilluminazione : dipende dal colore e R3

Controllore grafico : ST 7565R

Risoluzione : 128 x 64 pixel

Temperatura Ambiente: -20 +75°C

Dimensioni : 48 x 35 mm

Part Number : PJ7020-KIT-A (KIT Assemblato)

Versione : 2

Peso Montata : 75g (con modulo *Large*, retroilluminazione e *touch display*)

L'adattatore grafico supporta il seguente hardware:

- Display della serie DOG M (Dimensione Media) e L (dimensione Larga)
- Modulo di espansione retroilluminazione (opzionale)
- Modulo di espansione *touch* (opzionale)
- Cicalino acustico (non auto-oscillante)
- LED uso generico
- 3 pulsanti
- Generazione segnale rilevamento *touch* (solo se il modulo *touch* è presente)
- Supportata dalla scheda *mini Sensing - Display adapter Board*

Analisi del Progetto

In Figura 1 è riportato lo schema elettrico della scheda di sviluppo: Adattatore Grafico GLCD DOG L-M. La scheda è compatibile con le scheda della serie *mini Sensing - Board*.

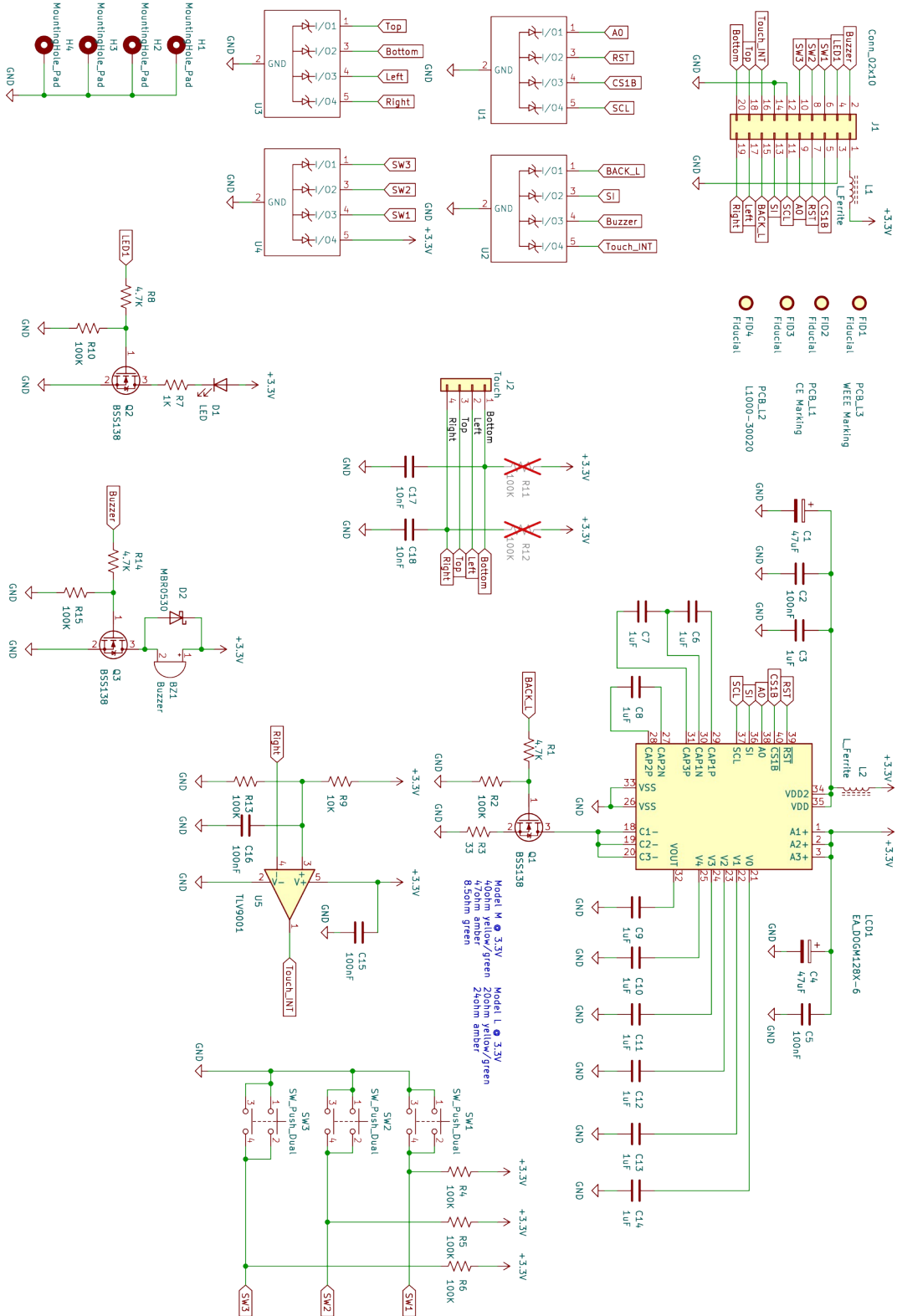


Figura 1: Schema elettrico - Adattatore grafico GLCD DOG L-M.

Dallo schema elettrico si possono individuare diversi blocchi funzionali. Analizzarli singolarmente permette di semplificare la comprensione complessiva del circuito.

Prima di procedere con l'analisi, è opportuno rispondere a una domanda che potrebbe già essere sorta spontaneamente: perché realizzare un modulo grafico di questo tipo, quando sul mercato esistono numerose soluzioni economiche basate sul controllore KS0108?

La scelta di sviluppare un modulo grafico basato sul controllore ST7565R è motivata da una serie di vantaggi tecnici e funzionali che lo rendono particolarmente adatto alle applicazioni moderne, soprattutto in ambito industriale e nei sistemi a basso consumo:

- Basso consumo e compatibilità con sistemi a batteria: il controllore ST7565R supporta un'alimentazione nel range 3.0–3.3 V, con un consumo tipico di soli 270 μ A, ideale per dispositivi portatili e sistemi alimentati a batteria.
- Interfaccia SPI ad alta velocità: l'adozione della comunicazione seriale SPI consente di ridurre il numero di pin necessari e garantisce un'elevata velocità di aggiornamento del display, grazie a bit rate dell'ordine dei MHz. Eliminando le problematiche delle numerose linee associate ad una interfaccia parallela.
- Alimentazione singola: il modulo richiede una sola alimentazione, semplificando l'integrazione nei sistemi esistenti.
- Controllo del contrasto via software: il contrasto del display può essere regolato facilmente mediante i registri interni del controllore, eliminando la necessità di *trimmer* esterni e migliorando l'affidabilità.
- Affidabilità e disponibilità industriale: i display grafici delle serie DOG-L e DOG-M, prodotti dalla società tedesca Display Vision, sono pensati per applicazioni industriali che richiedono cicli di vita lunghi (fino a 10 anni o più), garantendo continuità di fornitura.
- Architettura modulare: la serie GLCD DOG è altamente modulare. È possibile aggiungere retroilluminazione di diversi colori, scegliere tra tecnologie di display differenti e integrare la funzione *touch*. I vari moduli si assemblano facilmente con un approccio "sandwich", semplificando la personalizzazione.
- Facile reperibilità: i display DOG sono distribuiti nel mercato europeo e supportati da fornitori di primo livello come Mouser e Digi-Key.
- Flessibilità meccanica: grazie all'adattatore dedicato, il display può essere montato su PCB di qualsiasi dimensione, offrendo maggiore libertà di progettazione.
- Ampia disponibilità di formati: i display sono disponibili in diverse dimensioni, adattandosi a numerose esigenze applicative.

In Figura 2 3 4 e 5, sono mostrati alcuni esempi di moduli della serie DOG che possono essere assemblati in configurazioni differenti.

È importante sottolineare che le opzioni di assemblaggio devono essere definite in fase di progettazione, poiché alcune scelte diventano permanenti una volta completato il montaggio. In particolare, la retroilluminazione va selezionata prima della saldatura del display, in quanto, una volta saldato, non è più possibile sostituirla.

Al contrario, la funzione *touch* può essere aggiunta anche successivamente, rendendo il sistema più flessibile nel tempo in base alle esigenze applicative.



Figura 2: Esempio display L per retroilluminazione (semitrasparente).

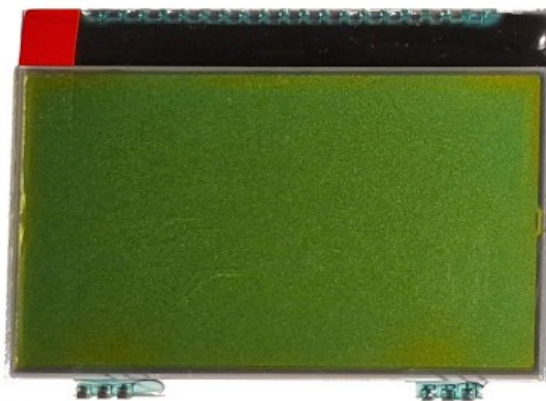


Figura 3: Esempio display L senza retroilluminazione (riflettente).



Figura 4: Esempio di retroilluminazione.

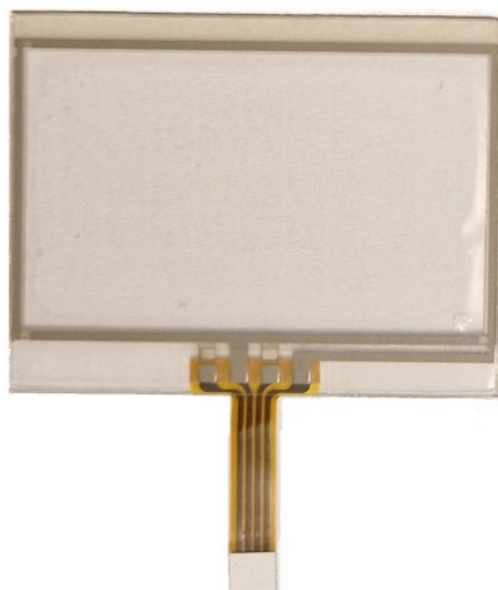


Figura 5: *Esempio pannello touch.*

Lista Componenti

Resistori

R1 = 4.7K Ω 1% 1/4W formato 1206
R2 = 100K Ω 1% 1/4W formato 1206
R3 = vedi paragrafo retroilluminazione
R4 = 100K Ω 1% 1/4W formato 1206
R5 = 100K Ω 1% 1/4W formato 1206
R6 = 100K Ω 1% 1/4W formato 1206
R7 = 1K Ω 1% 1/4W formato 1206
R8 = 4.7K Ω 1% 1/4W formato 1206
R9 = 10K Ω 1% 1/4W formato 1206
R10-R13 = 100K Ω 1% 1/4W formato 1206
R14 = 4.7K Ω 1% 1/4W formato 1206
R15 = 100K Ω 1% 1/4W formato 1206

Transistors

Q1-Q3 = BSS138

Pulsanti

SW1-SW3 = micro-pulsante per PCB – orizzontale

Circuiti Integrati

U1-U4 = ESDS304

U5 = TLV9001

Condensatori

C1 = 47 μ F 16V elettrolitico
C2 = 100nF ceramico 50V formato 1206
C3 = 1 μ F ceramico 50V formato 1206
C4 = 47 μ F 16V elettrolitico
C5 = 100nF ceramico 50V formato 1206
C6-C14 = 1 μ F ceramico 50V formato 1206
C15 = 100nF ceramico 50V formato 1206
C16 = 100nF ceramico 50V formato 1206
C17 = 10nF ceramico 50V formato 1206
C18 = 10nF ceramico 50V formato 1206
L1 = Ferrite bead
L2 = Ferrite bead
BZ1 = Buzzer

Diodi

D1 = LED Rosso formato 1206

D2 = MBR0530

Connettori

J1 = connettore 2x10 femmina 2.54mm

J2 = Connettore per pannello touch



Nota

Il materiale fornito con il KIT, è conforme alla direttiva europea 2011/65/UE relativa alla restrizione dell'uso di determinate sostanze particolari nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche. Pertanto, per ogni eventuale modifica, al fine di mantenere la conformità, è necessario utilizzare componenti e materiali per la saldatura che siano conformi alla direttiva sopracitata.

Il controllore grafico ST7565R

In Figura 6, è riportato lo schema elettrico completo, che evidenzia le connessioni e i componenti necessari per il corretto funzionamento del modulo grafico della serie DOG. Il display incorpora il controllore grafico ST7565R, progettato per operare con alimentazione singola a 3.0–3.3 V. Tuttavia, come per la maggior parte dei display grafici a cristalli liquidi, è comunque necessario generare tensioni interne più elevate, tipicamente dell'ordine dei 12 V, per alimentare correttamente la matrice LCD e consentire la regolazione del contrasto.

Queste tensioni non vengono fornite esternamente, ma sono generate internamente dal controllore ST7565R tramite un circuito di *charge pump* (pompa di carica). Per il funzionamento di tali circuiti sono necessari condensatori esterni, che nello schema sono identificati con i riferimenti C6–C8, visibili nella parte sinistra dello schema elettrico.

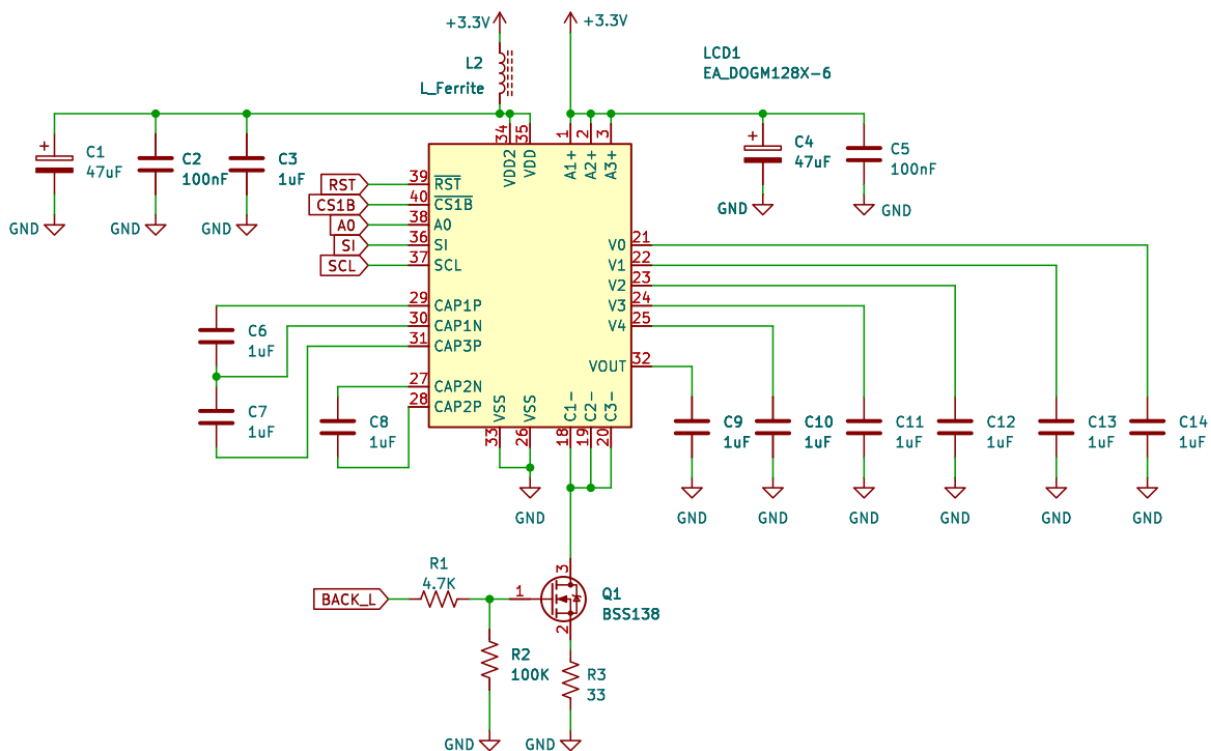


Figura 6: Schema elettrico delle connessioni al modulo grafico della serie DOG.

Il transistor Q1 viene impiegato per controllare l'alimentazione della retroilluminazione del display. L'attivazione o disattivazione di questa funzione dipende dalle esigenze specifiche dell'applicazione e dalla tecnologia del display utilizzato.

Ad esempio, il modello EA DOGL128L-6 è dotato di uno strato riflettente, che lo rende facilmente leggibile anche senza retroilluminazione, soprattutto in ambienti ben illuminati. Per questo modello non è necessario aggiungere la retroilluminazione, non è nemmeno possibile aggiungerla a causa dello strato riflettente. Ciò consente di eliminare la retroilluminazione, con il duplice vantaggio di ridurre i consumi energetici e contenere i costi di sistema.

Tuttavia, l'assenza di retroilluminazione potrebbe non essere ideale in combinazione con la funzione *touch*, soprattutto in condizioni di scarsa luce ambientale. In applicazioni operate esclusivamente in ambienti ben illuminati (ad esempio, durante il giorno), questa

soluzione potrebbe comunque essere accettabile. Infatti il modulo *touch*, sebbene trasparente, è leggermente opaco.

Adattamento della resistenza R3

Il valore della resistenza R3, che ha il compito di limitare la corrente verso i LED della retroilluminazione, dipende dal colore scelto del modulo LED utilizzato.

La retroilluminazione è composta da tre rami LED indipendenti, caratteristica che consente l'utilizzo anche di configurazioni RGB. Secondo quanto riportato nel datasheet, è raccomandato inserire una resistenza per ciascun ramo per garantire una corretta distribuzione della corrente. In generale non si devono avere diodi in parallelo, visto l'andamento esponenziale della corrente in funzione della tensione applicata. Piccole variazioni di tensione sui diodi potrebbero far scorrere la corrente in maniera non bilanciata tra i vari rami. Il modulo di retroilluminazione contiene comunque un resistore per ramo di circa 1Ω al fine di contenere i problemi.

Nel caso dell'adattatore per display GLCD presentato in questo progetto, è stato adottato un unico resistore (R3) condiviso tra i tre rami, il che comporta che la corrente complessiva venga suddivisa tra i tre percorsi. Questo semplifica il circuito ma può comportare una riduzione della luminosità rispetto alla configurazione raccomandata.

Il valore di 33Ω rappresenta il limite minimo consigliato per un'alimentazione a 5 V in presenza di retroilluminazione verde (considerando un solo ramo attivo). Tuttavia, in questa configurazione con singolo resistore e tre rami, la corrente erogata a ciascun ramo sarà limitata, riducendo ulteriormente la luminosità. Ciò può comunque rappresentare un buon compromesso per applicazioni a basso consumo, dove l'efficienza energetica ha la priorità rispetto alla massima intensità luminosa.

Colore Retroilluminazione	Corrente tipica (If)	Tensione tipica (Vf)
Verde	60 mA	2,1 V
Ambra	60 mA	2,1 V
Bianco	45 mA	3.3 V
Blu	45 mA	3.3 V
Rosso	60mA	2,0 V

Figura 7: Valori di corrente e in base al colore della retroilluminazione, per determinare R3.

Interfaccia grafica pulsanti

L'interfaccia utente offerta dall'adattatore, oltre a fornire il display grafico con supporto *touch*, supporta anche 3 pulsanti. Infatti l'opzione *touch*, sebbene utile aggiunge costi che non necessariamente sono giustificati nell'applicazione finale. In queste circostanze i pulsanti forniscono comunque una semplice ed economica opzione per inserire degli input da parte dell'utente.

Come visibile in Figura 8, i tre pulsanti sono normalmente aperti e collegati a massa alla loro pressione. La scheda fornisce per praticità anche i resistori di *pull-up*, sebbene molti microcontrollori abbiano oggi dei resistori di *pull-up* interni che è possibile attivare.

Da cui il livello logico quando i pulsanti non sono premuti è 1 (Vcc), mentre alla pressione, il livello logico diventa 0 (GND).

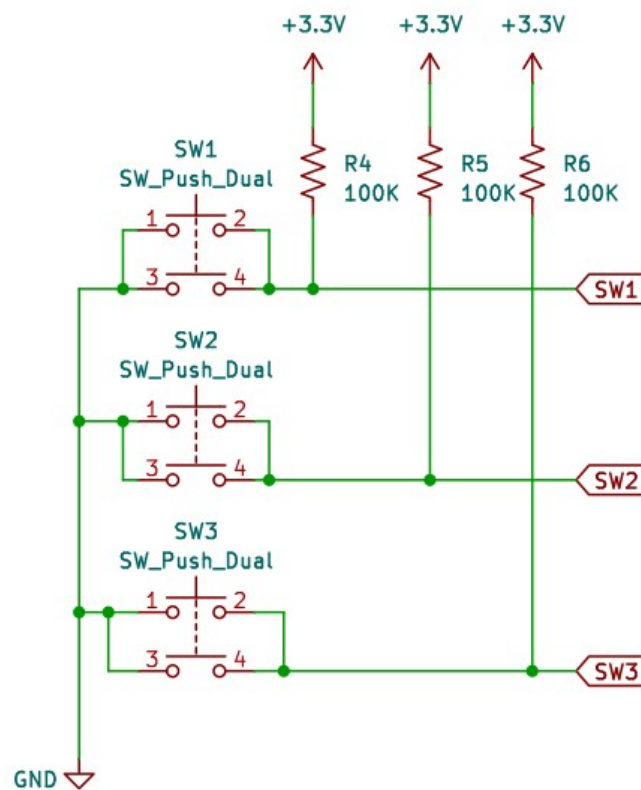


Figura 8: Schema elettrico dei pulsanti.

I segnali dei tre pulsanti, SW1, SW2 e SW3, sono disponibili sul connettore J1 e possono essere collegati direttamente ai pin del microcontrollore che esegue il codice applicativo. Tuttavia, in alcune applicazioni, dedicare tre ingressi digitali a tre pulsanti può risultare inefficiente. In questi casi, è possibile utilizzare un solo ingresso analogico sfruttando un partitore di tensione: ciascun pulsante viene collegato in modo da generare una tensione differente quando premuto. Misurando il valore analogico risultante, il microcontrollore può determinare quale pulsante è stato attivato. Questo approccio è adottato, ad esempio, dalla scheda *mini Sensing – Display Adapter Board*. La Figura 9, mostra un dettaglio dello schema usato su questa scheda, alla quale è possibile collegare direttamente l'adattatore Grafico GLCD DOG L-M.

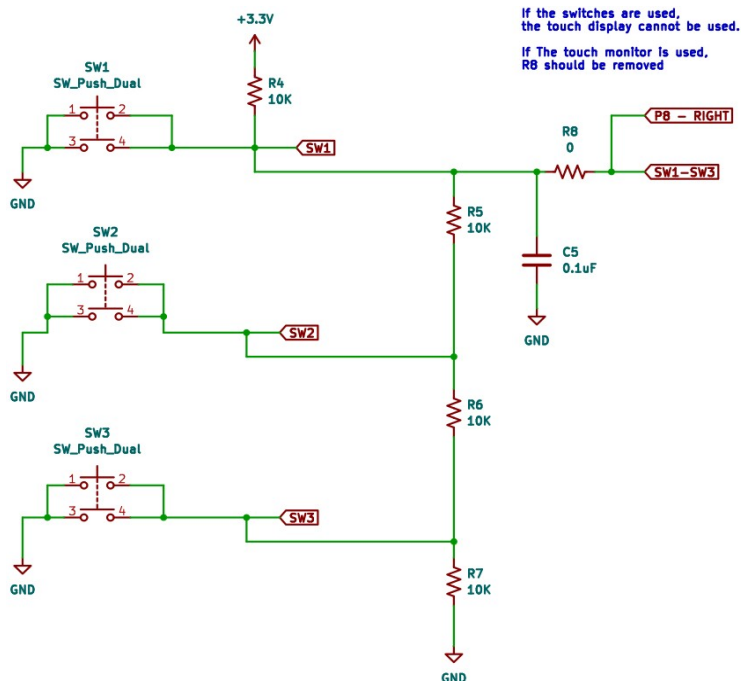


Figura 9: Schema elettrico dei pulsanti sulla scheda mini Sensing.

In particolare, la scheda *mini Sensing* integra già tre pulsanti, denominati SW1, SW2 e SW3. Tuttavia, quando viene collegato l'adattatore grafico, si utilizzano le linee SW1, SW2 e SW3 fornite dal modulo grafico stesso. In questo modo, l'interfaccia utente viene gestita direttamente attraverso i pulsanti presenti sull'adattatore, mantenendo la compatibilità e semplificando l'integrazione a livello hardware e software. In Figura 9, è mostrata la configurazione del partitore di tensione, costituito dai resistori R4 (*pull-up*), R5, R6 e R7. Quando si collega l'adattatore grafico, nel calcolo della tensione presente a destra di R8 è necessario considerare anche i resistori di *pull-up* da 100 kΩ presenti sul modulo grafico. Tuttavia, trattandosi di valori elevati, la loro influenza sul valore di tensione misurato risulta trascurabile nella maggior parte dei casi.

Il condensatore C5 è stato aggiunto per realizzare un filtro passa basso, con lo scopo di attenuare i disturbi e limitare la banda del segnale campionato dal convertitore ADC.

Un aspetto importante da considerare riguarda il resistore R8, da 0 Ω, presente sulla scheda *mini Sensing*. Questo deve essere rimosso qualora si desideri utilizzare la modalità *touch display* invece dei pulsanti SW1, SW2 e SW3. Infatti, sebbene sulla scheda Adattatore Grafico GLCD i segnali del *touch display* e quelli dei pulsanti siano elettricamente indipendenti, nella configurazione che prevede l'uso della *mini Sensing – Display Adapter Board* gli stessi segnali vengono condivisi, al fine di ottimizzare l'impiego degli I/O del microcontrollore. In questa configurazione, quindi, non è possibile utilizzare contemporaneamente entrambe le interfacce.

Interfaccia grafica LED

L'adattatore Grafico, fornisce anche un LED rosso, la cui disposizione in alto a destra è facilmente visibile. Il LED è a montaggio superficiale, ma è montato al contrario e con un foro sul PCB, al fine di essere visto dal lato opposto sul quale viene montato. La linea di controllo LED1 è fornita sul connettore J1, per cui può essere liberamente controllato dall'applicazione finale. Un suo utilizzo potrebbe essere la segnalazione di errori, attirare l'attenzione con un lampeggio, qualora il microcontrollore sia in modalità basso consumo, o segnalare la pressione del display *touch* tramite una conferma visiva.

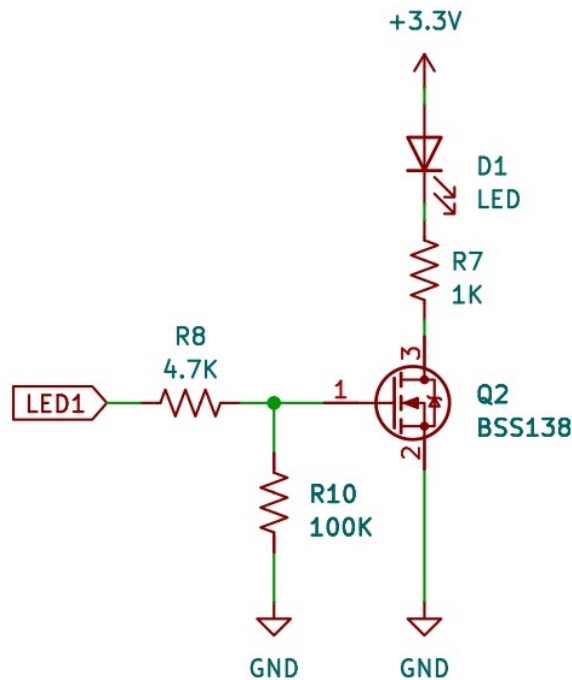


Figura 10: Schema elettrico del LED.

Interfaccia acustica con cicalino

In Figura 11, è mostrato il dettaglio del cicalino, che rappresenta un'altra interfaccia utente che completa il Modulo Grafico GLCD. In un certo qual modo lo scopo è fornire ai vari sensi un possibile feedback. Allo stesso modo del LED, un tipico utilizzo del cicalino (*Buzzer*) è fare un *beep* alla pressione del *touch display*.

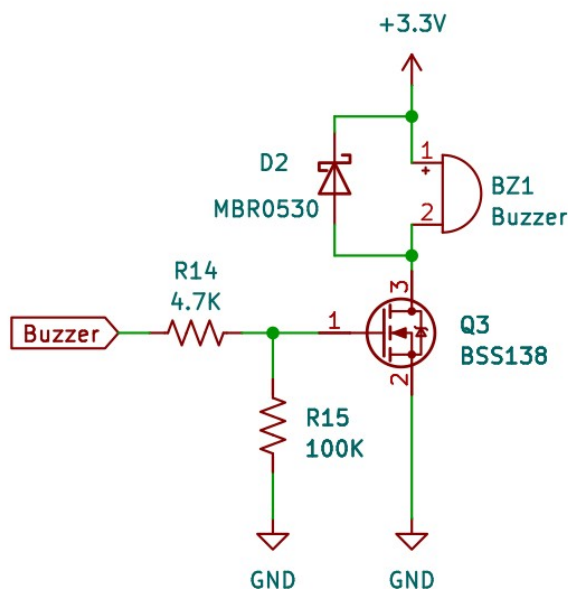


Figura 11: Schema elettrico del cicalino (*Buzzer*).

Il cicalino BZ1 non è auto-oscillante, per cui per generare un *beep*, alla linea *Buzzer*, deve essere fornita un'onda quadra con frequenza opportuna. In particolare il cicalino utilizzato ha la sua frequenza di risonanza pari a 2730Hz.

Il diodo D2 è stato aggiunto poiché alcuni modelli di cicalino con lo stesso *footprint*, sono dei carichi induttivi, per cui a protezione del transistor Q3, è stato aggiunto il diodo di ricircolo D2.

Funzione Touch

La funzione *touch*, è particolarmente utile in un display grafico, vista la possibilità di poter visualizzare immagini. In particolare la libreria grafica *LTlib* supporta funzioni base per visualizzare dei pulsanti, per cui la caratteristica *touch* del display si presta ad essere abbinata alla libreria stessa. Inoltre la libreria *LTlib* supporta una libreria dedicata *touch*, fornendo la funzione di calibrazione e rilevamento delle coordinate del punto di pressione.

Come forse già visto dalla schema elettrico principale, il pannello *touch* che si può aggiungere al display ha quattro linee, nominate:

- Top (lato Superiore)
- Bottom (lato Inferiore)
- Left (lato Sinistro)
- Right (lato Destro)

La nomenclatura delle linee può variare in base ai display *touch*. Un altro nome tipico usato sul mercato è Y+ (lato Superiore), Y- (lato Inferiore), X- (lato sinistro) e X+ (lato Destro). La presenza delle 4 linee è una caratteristica dei display *touch* di tipo resistivo. In particolare collegando queste linee a dei semplici pin Ingresso/Uscita di un microcontrollore, che offra un canale ADC sugli stessi, si può controllare il pannello *touch*, e rilevare il punto della pressione. Il riferimento lato superiore e inferiore fa riferimento al caso in cui si veda frontalmente il display con i pulsanti in basso. In base a come viene orientato il display e il pannello *touch*, può essere necessario fare qualche correzione per passare da un riferimento ad un altro. Gli esempi della libreria *LTlib*, fanno uso dell'orientamento orizzontale con i pulsanti in basso.

Il pannello *touch*, che si può aggiungere all'adattatore grafico, è mostrato in Figura 12. In particolare è visibile la striscia di PCB flessibile che fornisce le 4 linee di controllo.

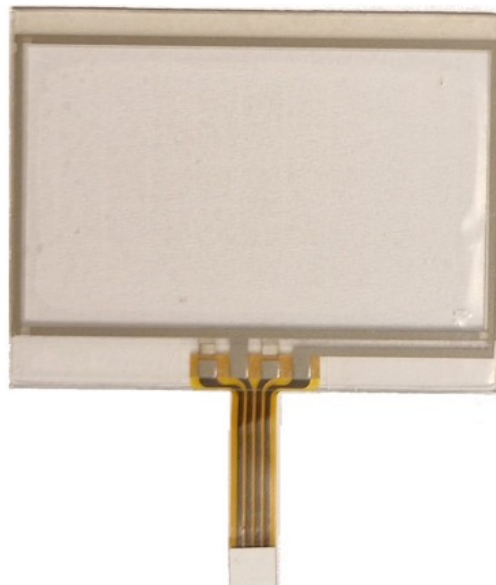


Figura 12: Pannello Touch.

I pannelli *touch*, con tecnologia resistiva, sono stati i primi ad essere utilizzati nelle applicazioni commerciali a basso costo. Ora però tutti i pannelli *touch* dei cellulari sono di tipo capacitivo. Quest'ultima tecnologia non necessita di una pressione fisica sul display *touch*, ma basta toccare, sfiorare il display per rilevare il punto di contatto. La tecnologia capacitiva offre diversi vantaggi, oltre ad una pressione più *soft*, come per esempio il *multi-touch*. Inoltre non necessitando di una pressione fisica sul display, permettono una durata maggiore del pannello *touch*. I *touch* di tipo resistivo sono invece garantiti per un numero relativamente limitato di tocchi. Per esempio il display *touch* da abbinare all'Adattatore grafico GLCD supporta per ogni punto un minimo di 10000 tocchi. Ogni tocco viene rilevato con una forza minima di 45g.

I pannelli *touch* capacitivi sono però più complessi e necessitano di un controllore dedicato. Sono presenti anche controllori dedicati per i pannelli *touch* resistivi, ma in generale per questi ultimi, si può risparmiare qualche decina di centesimi di Euro e implementare o utilizzare una libreria dedicata.

Da questa breve descrizione i *touch* capacitivi sembrano decisamente i migliori da usare, ma il costo e semplicità di uso può ancora favorire l'utilizzo dei *touch* resistivi. Un'applicazione però dove i pannelli *touch* con tecnologia resistiva vengono preferiti, sono i casi in cui l'applicazione richieda che siano usati in ambienti in cui gli operatori abbiano dei guanti. In ambito industriale, dove per ragioni di temperatura o sicurezza sul lavoro siano richiesti dei guanti, possono essere dei casi in cui il pannello *touch* resistivo viene preferito a prescindere. Sebbene siano presenti dei guanti anche idonei a tocchi su display *touch* (avendo materiale conduttivo sulle punte, al fine di deformare il campo elettrico), spesso non si fa affidamento a questo aspetto e in applicazioni industriali si fa uso del *touch* resistivo.

In Figura 13 è mostrato il dettaglio del connettore J2 per il collegamento del pannello *touch*.

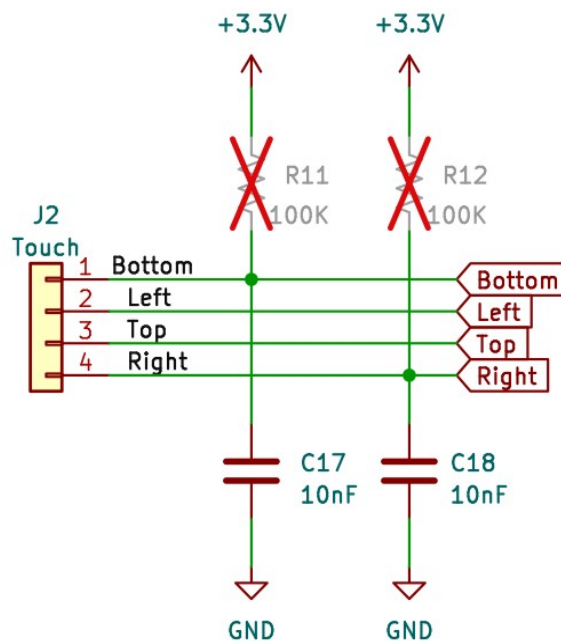


Figura 13: Schema elettrico del connettore J2 Touch.

I resistori R11 e R12 sono opzionali visto che molti microcontrollori integrano dei resistori interni. Nel caso in cui si voglia avere una maggiore precisione, i resistori esterni potrebbero comunque aiutare, sebbene quando il display viene calibrato compensa per il valore assoluto del resistore integrato del microcontrollore, ma non per le sue variazioni. Sulle linee in ingresso *Bottom* e *Right*, che come si vedrà a breve sono collegate periodicamente all'ingresso del modulo ADC (*Analog to Digital Converter*), sono presenti i condensatori di filtro C17 e C18, che permettono di formare un semplice filtro per limitare i disturbi che il display stesso potrebbe ricevere. Inoltre ogni linea del display è protetta da scariche elettrostatiche tramite l'integrato ESDES304. Questo è importante visto che l'operatore potrebbe essere caricato elettrostaticamente.

Vediamo ora come funziona il pannello *touch* al fine di poter rilevare una pressione e determinare le coordinate X e Y del punto in cui è avvenuta la pressione.

Il pannello *touch*, ha due stati, premuto e non premuto. Quando non è premuto bisogna rilevare che non sia premuto, mentre quando è premuto, bisogna rilevare le coordinate X e Y del punto. Il punto premuto, sebbene identificato dalle coordinate X e Y è causato in generale dalla pressione del dito, che ha una certa superficie di contatto, per cui il punto che viene misurato è associato ad un'area e non proprio un punto. Sapendo a priori che il metodo di contatto è un dito, si potrebbe compensare parzialmente per questo. Facendo uso di una penna con punta in plastica, la superficie di contatto è limitata e si possono avere delle risoluzioni migliori. In particolare la fase di calibrazione è comunque consigliabile eseguirla per mezzo di una penna con punta in plastica. Vediamo ora i due stati:

Pannello touch non premuto

Quando il pannello non è premuto è come se non sia effettivamente collegato, per cui i pin del microcontrollore che si usano rimangono fluttuanti. In questo stato è necessario predisporre le quattro linee in maniera da poter poi rilevare una pressione. Si possono usare diverse configurazioni per determinare una pressione, in particolare si è scelta quella di monitorare la linea *Right*. A posteriori monitorare la linea *Bottom* potrebbe essere meglio al fine di ridurre i consumi, visto che l'impedenza tra *Left* e *Right* (max. 900Ω) è maggiore di quella *Top-Bottom* (max. 300Ω). Dal lato software questo si può cambiare a piacimento, mentre la pressione rilevata dal lato hardware è fissa sulla linea *Right*.

Dal momento che il pannello *touch*, non premuto, è come se fosse scollegato, i bassi consumi sarebbero solo associati al momento della pressione, per cui il guadagno sarebbe limitato. Tutto il tempo di attesa della pressione, usare la linea *Right* o *Bottom* è comunque uguale.

Avendo scelto la linea *Right*, significa che bisogna leggere la tensione su tale linea. Per avere un valore fisso sulla stessa, è attivato il resistore di *pull-up* o eventualmente sarebbe necessario collegare il resistore R12. In questo modo, quando il pannello *touch* non è premuto, si misura la tensione Vcc (3.3V). Il valore assoluto della tensione di alimentazione non è importante, sia 3V o 3.3V è lo stesso. E' importante però effettuare una calibrazione per effettuare una correzione automatica dei valori. La libreria LTLlib offre la funzione:

```
void Touch_calibrate (void)
```

che guida passo passo, sul display, la fase di calibrazione. La funzione di calibrazione è semplice, ma adempie a funzioni base di utilizzo. Deve essere eseguita una prima volta, quando il sistema viene messo in funzione. La libreria *LTlib*, fornisce anche semplici funzioni per richiamare e assegnare i valori associati ad una calibrazione, al fine di poter permettere un loro salvataggio in una memoria EEPROM.

Per monitorare la pressione del tasto la libreria imposta le quattro linee nel seguente modo, per poi eseguire la lettura:

```
TOUCH_RIGHT_PULL_UP_R = TOUCH_PULL_UP_ON;
TOUCH_BOTTOM_PULL_UP_R = TOUCH_PULL_UP_OFF;

TOUCH_LEFT_PIN_DIR = TOUCH_INPUT_PIN;
TOUCH_RIGHT_PIN_DIR = TOUCH_INPUT_PIN;
TOUCH_BOTTOM_PIN_DIR = TOUCH_OUTPUT_PIN;
TOUCH_TOP_PIN_DIR = TOUCH_OUTPUT_PIN;

TOUCH_BOTTOM_PIN = TOUCH_PIN_TO_GND;
TOUCH_TOP_PIN = TOUCH_PIN_TO_VCC;

delay_ms (TOUCH_DEBOUNCE_TIME_ms);

//lettura linea Right
for (counter = 0; counter < Touch_average; counter++){
    raw_data = raw_data + ADC_read_channel (RIGHT_ADC_CH);
}

raw_data = raw_data / Touch_average;
```

In particolare si attiva il resistore di *pull-up* sulla linea *Right* (`TOUCH_PULL_UP_ON`) mentre sulla linea *Bottom* è lasciato disattivato (`TOUCH_PULL_UP_OFF`) il pin *Right*, usato per la lettura, è impostato come ingresso (`TOUCH_INPUT_PIN`), mentre la linea *Left* non usata, viene lasciata ad alta impedenza, per cui come ingresso (`TOUCH_INPUT_PIN`). Le linee *Bottom* e *Top* sono impostate come uscite (`TOUCH_OUTPUT_PIN`). In particolare la linea *Bottom* è collegata poi a massa ovvero a livello logico 0 (`TOUCH_PIN_TO_GND`) mentre la linea *Top* a Vcc, ovvero livello logico alto (`TOUCH_PIN_TO_VCC`). Questo collegamento è necessario per predisporre il pannello *touch* alla pressione. Infatti quando si preme, si comporta come un potenziometro o partitore di tensione, sia per la coordinata X che Y. A seconda della coordinata da leggere bisogna impostare il partitore di tensione a massa e Vcc. Impostando *Bottom* e *Top* vuol dire che ci si prepara per leggere sulla linea *Right* il valore del potenziometro verticale, ovvero la coordinata Y

Pannello touch premuto

Quando il pannello *touch* viene premuto, i due strati che lo compongono (normalmente non a contatto) vengono messi a contatto e viene formata una resistenza tra il punto di contatto e ogni linea in uscita, come mostrato in Figura 14. A questo punto, dovrebbe essere anche più chiara la configurazione usata per rilevare la pressione del pannello *touch*. In particolare la somma di $R1+R2$ è pari al valore della resistenza *Top-Bottom* specificata

nel datasheet (max. 300Ω), mentre la somma $R3+R4$ è pari al valore della resistenza *Left-Right* specificata nel datasheet (max. 900Ω). Sia la coppia $R1$ che $R2$ che la coppia $R3$ e $R4$, formano due partitori di tensione. La tensione in uscita dal partitore è pari al valore della tensione al centro della croce. Per leggere la tensione sul partitore $R1$ e $R2$, si accede o tramite la linea *Right* o la linea *Left*. Nel caso del progetto specifico si è scelta la linea *Right*, sulla quale è stato messo anche il filtro con il condensatore $C18$. Per leggere la tensione sul partitore $R1$ e $R2$, si imposta la linea *Top* a V_{cc} mentre la linea *Bottom* a massa. Si lascia invece la linea *Left* fluttuante (ingresso ovvero alta impedenza)). Sulla linea *Right* si effettua la misura della tensione. Per limitare gli effetti di $R4$ la linea ADC dovrebbe avere un'alta impedenza. Gli effetti di $R4$ possono comunque essere limitati ovvero corretti. La libreria *Touch* di *LTlib* non corregge la presenza di $R4$, ma i risultati sono soddisfacenti, vista la bassa risoluzione del display. Mettendo un buffer di tensione sulla linea *Right* e *Bottom*, non verrebbe comunque richiesta la compensazione di $R4$ e $R2$. L'esigenza di correggere le letture di tensione derivante dalla presenza di $R4$ e $R2$, nel caso in cui la lettura sia effettuata con un ADC con bassa impedenza in ingresso, potrebbe essere obbligatoria qualora il display sia "grande", ma in generale, come detto, con la risoluzione di display 128×64 la granularità dei pixel e la pressione tramite dito, potrebbe non giustificarla. Per effettuare la correzione è necessario determinare $R1$, $R2$, $R3$ e $R4$, per cui bisogna impostare quattro equazioni indipendenti.

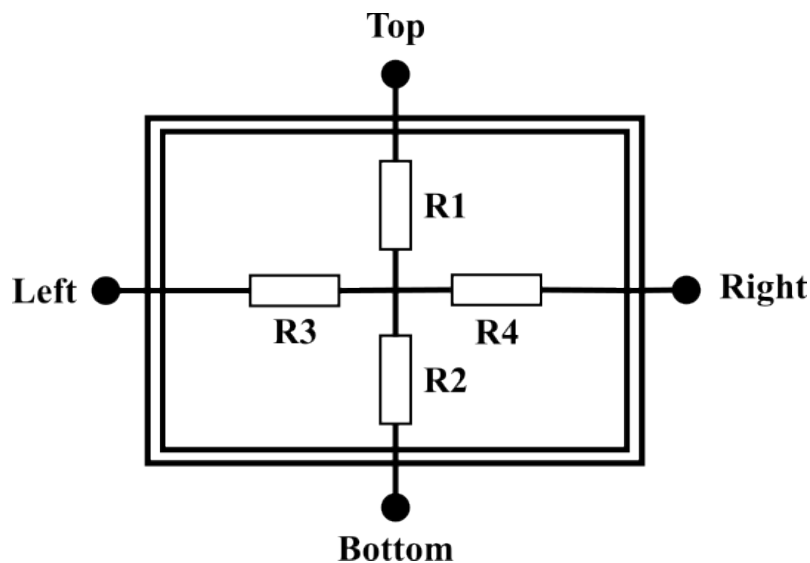


Figura 14: Pannello touch e resistori interni al momento del contatto (modello semplificato).

Dal lato software, per effettuare una lettura delle coordinate X e Y bisogna leggere i due partitori di tensione $R1-R2$ e $R3-R4$. Per ogni lettura bisogna impostare in maniera opportuna le varie linee. La libreria *LTlib* fornisce la semplice funzione:

```
point Touch_measure_raw (uint8_t averaging)
```

che restituisce una variabile di tipo *point* (punto) ed effettua in automatico la lettura della coordinata X e Y effettuando il numero di letture richiesto, per effettuare una media e ridurre effetti derivanti da rumore esterno.

La funzione è implementata nel seguente modo:

```
point Touch_measure (uint8_t averaging){
    uint32_t raw_sum = 0;
    uint8_t counter = 0;

    point touch_raw;
    static point touch_calibrated;

    touch_raw.X=0;
    touch_raw.Y=0;

    if (Touch_is_pressed() == TOUCH_IS_NOT_PRESSED){
        return(touch_raw);
    }

    TOUCH_RIGHT_PULL_UP_R = TOUCH_PULL_UP_OFF;
    TOUCH_BOTTOM_PULL_UP_R = TOUCH_PULL_UP_ON;

    TOUCH_LEFT_PIN_DIR = TOUCH_OUTPUT_PIN;
    TOUCH_RIGHT_PIN_DIR = TOUCH_OUTPUT_PIN;
    TOUCH_BOTTOM_PIN_DIR = TOUCH_INPUT_PIN;
    TOUCH_TOP_PIN_DIR = TOUCH_INPUT_PIN;

    TOUCH_LEFT_PIN = TOUCH_PIN_TO_GND;
    TOUCH_RIGHT_PIN = TOUCH_PIN_TO_VCC;

    for (counter=0; counter < averaging; counter++){
        raw_sum = raw_sum + ADC_read_channel(BOTTOM_ADC_CH);
    }

    touch_raw.X = raw_sum / averaging;

    TOUCH_RIGHT_PULL_UP_R = TOUCH_PULL_UP_ON;
    TOUCH_BOTTOM_PULL_UP_R = TOUCH_PULL_UP_OFF;

    TOUCH_LEFT_PIN_DIR = TOUCH_INPUT_PIN;
    TOUCH_RIGHT_PIN_DIR = TOUCH_INPUT_PIN;
    TOUCH_BOTTOM_PIN_DIR = TOUCH_OUTPUT_PIN;
    TOUCH_TOP_PIN_DIR = TOUCH_OUTPUT_PIN;

    TOUCH_BOTTOM_PIN = TOUCH_PIN_TO_GND;
    TOUCH_TOP_PIN = TOUCH_PIN_TO_VCC;

    raw_sum = 0;

    for (counter=0; counter < averaging; counter++){
        raw_sum = raw_sum + ADC_read_channel(RIGHT_ADC_CH);
    }

    touch_raw.Y = raw_sum / averaging;

    touch_calibrated.X = (uint16_t) ((touch_raw.X - X_coordinate.offset)/
X_coordinate.gain);
    touch_calibrated.Y = (uint16_t) ((touch_raw.Y -
Y_coordinate.offset)/Y_coordinate.gain);

    if (touch_calibrated.X < 0) touch_calibrated.X = 0;
    if (touch_calibrated.X > TOUCH_X_MAX-1) touch_calibrated.X =
```

```
TOUCH_X_MAX-1;

    if (touch_calibrated.Y < 0) touch_calibrated.Y = 0;
    if (touch_calibrated.Y > (TOUCH_Y_MAX -1)) touch_calibrated.Y =
TOUCH_Y_MAX - 1;

    touch_calibrated.Y = TOUCH_Y_MAX - touch_calibrated.Y;

    return (touch_calibrated);
}
```

La libreria *Touch*, di *LTlib* fornisce diversi esempi ai quali si rimanda per i dettagli. La scheda di sviluppo dell'adattatore grafico è anche fornita con degli esempi ai quali si può far riferimento per comprendere i dettagli di utilizzo della libreria grafica e *touch*.

Rilevamento automatico della pressione del pannello touch

L'adattatore grafico fornisce inoltre una linea dedicata per il rilevamento della pressione, come mostrato in Figura 15.

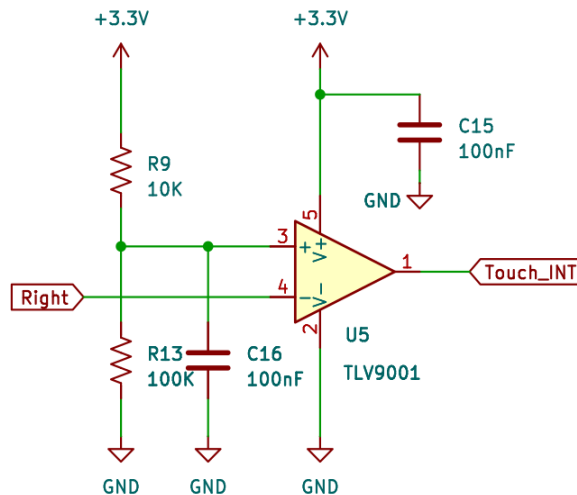


Figura 15: Schema elettrico per generare il segnale *Touch_INT*.

Il suo funzionamento è importante in applicazioni a basso consumo, visto che si può entrare in modalità a basso consumo e monitorare indirettamente una pressione per mezzo di un ingresso digitale, che controlla l'uscita dell'amplificatore operazionale U5, usato come comparatore. In particolare l'amplificatore, monitora la tensione sul pin *Right*. Per funzionare in maniera corretta, prima di entrare in modalità *low power* (basso consumo), la linea *Top* deve essere posta a V_{cc} , mentre quella *Bottom* a massa. La linea *Right* è invece collegata a V_{cc} tramite un resistore di *pull-up*. Quando non si preme alcun tasto, la linea *Right* ha il valore di V_{cc} (3.3V) mentre la tensione di riferimento è circa il 10% inferiore (si potrebbero scegliere anche altri valori con margine inferiore da V_{cc}), ovvero pari a 3V. Per cui, l'amplificatore operazionale fa normalmente (senza alcuna pressione del pannello *touch*), $3V - 3.3V$, ovvero -0.3V. Tale valore, moltiplicato per il guadagno ad anello aperto dell'amplificatore operazionale (100000 V/V) porta l'uscita a saturare verso massa (l'uscita del TLV9001 è *rail to rail* a meno di pochi mV). Infatti l'uscita non può assumere -30000V ma raggiungere il valore minimo di 0V. Quando si preme il pulsante, se la tensione sul terminale *Right* scende sotto i 3V, supponiamo 2.9V, sia ha $3V - 2.9V = 0.1V$ che moltiplicato per il guadagno ad anello aperto, porta nuovamente a saturare l'uscita, ma questa volta verso V_{cc} . Per cui quando non sia ha alcuna pressione del pannello *touch*, si ha $Touch_INT = 0V$ mentre con una pressione (a meno di non toccare troppo il bordo superiore), si ha $Touch_INT = 3.3V$, ovvero un segnale logico attivo alto. Assegnando la linea *Touch_INT* ad un ingresso digitale al quale è possibile associare una interruzione che può risvegliare il microcontrollore da uno stato di *sleep*, si può entrare in modalità a basso consumo e risvegliare il microcontrollore quando viene generato un *interrupt*.

Connettore J1 di collegamento e protezione ESD

Le varie funzioni offerte dalla scheda di sviluppo dell'adattatore grafico, sono accessibili dal connettore J1. In particolare è presente l'interfaccia SPI del controllore, il cicalino (*buzzer*), il LED1, i pulsanti. Anche i segnali della funzione *touch* sono disponibili, in particolare *Top* (lato superiore), *Bottom* (lato inferiore), *Left* (lato sinistro), *Right* (Lato Destro), *BACK_L* (retroilluminazione) e *Touch_INT*, ovvero il segnale di rilevamento della pressione. I dettagli sono mostrati in Figura 16.

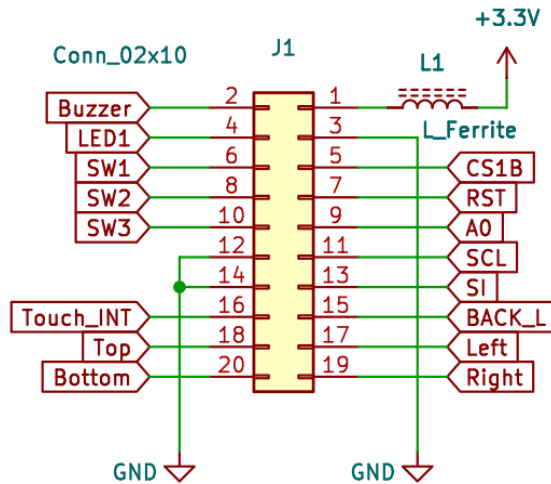


Figura 16: Piedinatura del connettore J1.

Tutte le linee del connettore e anche del display *touch*, sono protette da eventi ESD (*ElectroStatic Discharge*, scariche elettrostatiche), che dovessero essere presenti nel caso del contatto del display, qualora l'utilizzatore dello stesso sia carico elettrostaticamente. La protezione è offerta dall'integrato ESDS304 della Texas Instruments.

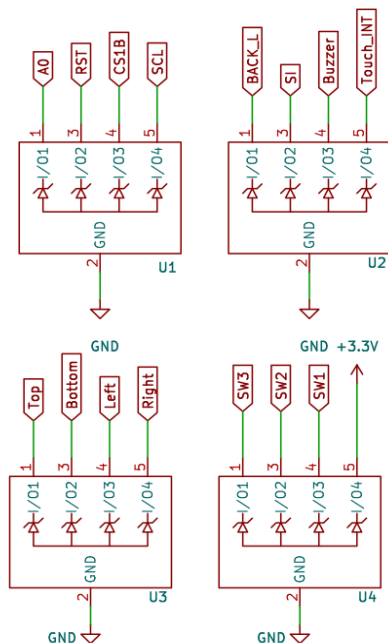


Figura 17: Schema elettrico della protezione ESD.

Disposizione dei componenti

La scheda di sviluppo viene fornita già montata, ciononostante può sempre tornare utile sapere il dettaglio della disposizione dei componenti. Visto che la serigrafia, a seconda dei casi, potrebbe non essere sempre visibile, l'utilizzo della Figura 18 può tornare utile per trovare un componente di interesse.

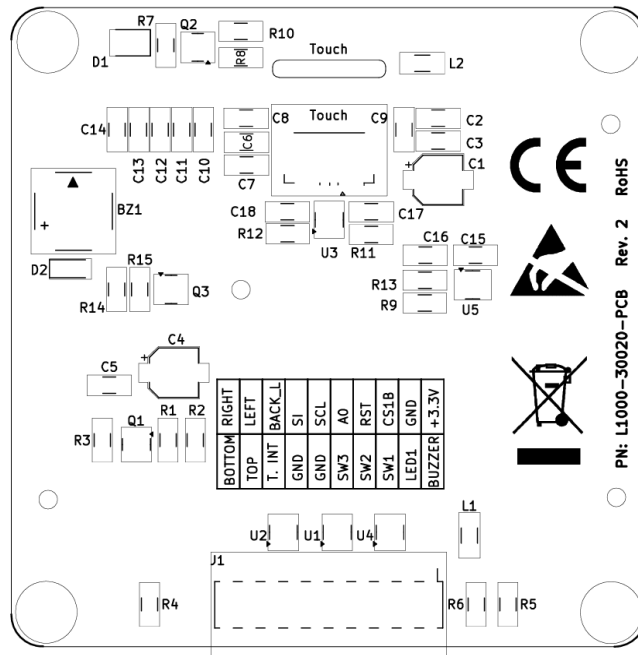


Figura 18: Disposizione componenti.

I componenti montati sono mostrati anche in Figura 19.

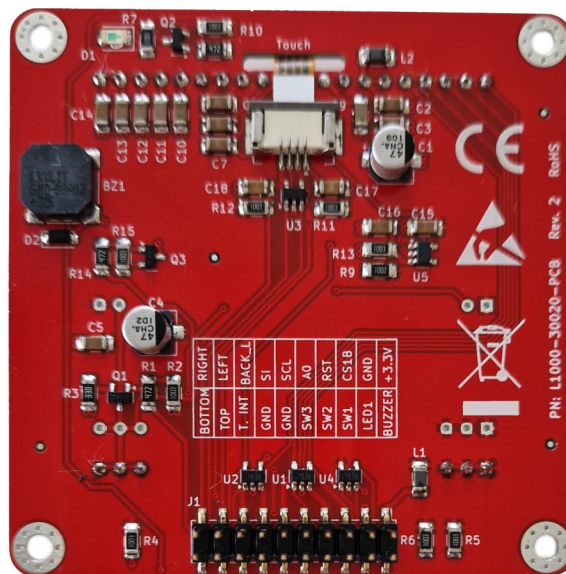


Figura 19: Disposizione componenti montati.

La scheda, come detto, oltre a poter essere utilizzata come modulo display, può essere montata anche sulle schede della serie *mini Sensing – Board*, facendo uso del rispettivo adattatore per display grafici. La Figura 20 mostra un dettaglio di schede assemblate sulla scheda *mini Sensing*. Dal profilo del display, è possibile vedere anche la struttura a *sandwich* dei vari moduli.



Figura 20: Esempio di scheda montata su *mini Sensing*.

Opzioni di assemblaggio

La scheda di sviluppo è offerta già montata. Non sono disponibili in maniera diretta opzioni di montaggio, sebbene qualche cosa, per scopi specifici possa essere sempre cambiata e ottimizzata, come per esempio il resistore R3 che può essere ottimizzato in base al tipo di retroilluminazione usata. La scheda di sviluppo, se montata su *mini Sensing – LCD Adapter Board*, può richiedere la rimozione di R8, dal lato della scheda *mini Sensing – LCD Adapter Board*. In particolare quando si mantiene R8 si può far uso dei pulsanti mentre rimuovendo R8 si può far uso del pannello *touch*. Sviluppando una propria scheda di sviluppo si possono usare sia i pulsanti che il pannello *touch*, visto che le linee, dal lato del connettore J1, sono indipendenti e separati. Utilizzando la scheda *mini Sensing – LCD Adapter Board*, al fine di risparmiare l'utilizzo di I/O, si è scelta l'opzione di usare o il *touch display* o i pulsanti.

Collaudo e verifica

La scheda di sviluppo, è corredata da diversi esempi software che ne mostrano l'utilizzo. Tra questi vi è anche quello per il collaudo della scheda stessa.

La scheda è fornita già montata e testata, ma dal momento che rappresenta una scheda di sviluppo, potrebbe capitare di realizzare software in cui non si è più certi se la scheda dovesse essere ancora funzionante o meno. Infatti durante lo sviluppo di nuovo hardware e software si potrebbe inavvertitamente creare un corto o stressare elettricamente la scheda oltre i limiti permessi dai componenti utilizzati. In queste circostanze, l'utilizzo del software di Test può tornare utile come riferimento.

Al fine di limitare anche problemi derivanti dalle impostazioni dell'IDE, il software di Test, oltre che in codice C, è fornito anche come codice macchina, ovvero in formato .hex già compilato. In questo modo, facendo uso dell'applicazione IPE, che viene installata tramite l'ambiente di sviluppo MPLAB X, è possibile collegare il programmatore direttamente alla scheda di sviluppo *mini Sensing – PIC Board*, e caricare il codice di Test. Per testare la scheda di sviluppo Adattatore Grafico GLCD è necessario collegarla alla scheda principale *mini Sensing – PIC Board* tramite l'adattatore *mini Sensing – GLCD Adapter Board* e programmare il microcontrollore della scheda principale.

Durante il test, il codice di esempio esegue le seguenti operazioni:

- Viene effettuato un *beep* all'accensione.
- Si accende la retroilluminazione del display.
- Si avvia la procedura di calibrazione del display, premere gli angoli come segnalato.
- Viene eseguito il programma con tre pulsanti (Home, XY, Draw).
- **Home**: posiziona l'applicazione alla pagina principale di selezione.
- **XY**: visualizza le coordinate XY del punto premuto (0,0 è l'angolo in alto a sinistra).
- **Draw**: permette di fare un disegno libero. Muovendo il dito sono disegnati dei punti sul percorso che si traccia sul display.
- Ad ogni tocco viene acceso il LED1.
- Se il tocco coincide con un pulsante, si effettua un *beep* e si accende il LED1

Indice Alfabetico

A		Interfaccia grafica pulsanti.....	12
Alimentazione.....	4	L	
Assorbimento GLCD.....	4	Lista Componenti.....	9
Assorbimento retroilluminazione.....	4	P	
C		Part Number.....	4
Circuiti Integrati.....	9	Peso Montata.....	4
Condensatori.....	9	Pulsanti.....	9
Connettore J1 di collegamento e protezione		R	
ESD.....	24	Resistori.....	9
Connettori.....	9	Rilevamento automatico della pressione del	
Controllore grafico.....	4	pannello touch.....	23
D		Risoluzione.....	4
Dimensioni.....	4	S	
Diodi.....	9	schema elettrico.....	5
F		T	
Funzione Touch.....	16	Temperatura Ambiente.....	4
I		Transistors.....	9
Il controllore grafico ST7565R.....	10	V	
Interfaccia acustica con cicalino.....	15	Versione.....	4
Interfaccia grafica LED.....	14		

Bibliografia

- [1] www.LaurTec.it : sito ufficiale delle schede della serie mini Sensing Board, dove poter scaricare ogni aggiornamento e applicazione.
- [2] www.usb.org : sito ufficiale del consorzio USB.
- [3] www.PCBWay.com: Sponsor ufficiale del corso.

PCBWay

[PCBWay](http://www.PCBWay.com) è tra i produttori di PCB più esperti per la prototipazione e la produzione di piccoli volumi in Cina. PCBWay si impegna a soddisfare le esigenze dei clienti di diversi settori in termini di qualità, consegna e convenienza. Con anni di esperienza accumulata nel settore, PCBWay ha clienti da tutto il mondo. Il marchio è diventato la prima scelta per i clienti, grazie alla sua elevata forza e servizi speciali, come:

- Prototipazione PCB e produzione schede FR-4 e Alluminio, ma anche PCB avanzati come schede Rogers, HDI, Flexible e Rigid-Flex.
- Assemblaggio PCB.
- Servizio di impaginazione e progettazione.
- Servizio di stampa 3D.

History

Data	Versione	Autore	Descrizione aggiornamenti
26/07/25	1.0	Mauro Laurenti	<ul style="list-style-type: none">• Versione Originale.