

***LaurTec***

**KiCad**

**Integrazione di sistema**

**PCBWay**

Sponsor del corso KiCad

**Autore :** *Mauro Laurenti*

**ID:** AN5002-IT

## INFORMATIVA

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.

## AVVERTENZE

I progetti presentati non hanno la marcatura CE, quindi non possono essere utilizzati per scopi commerciali nella Comunità Economica Europea.

Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nella seguente opera o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto pertanto 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 o del software presentati nella seguente opera.

Si fa inoltre presente che quanto riportato viene fornito così com'è, a solo scopo didattico e formativo, senza garanzia alcuna della sua correttezza.

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

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

## Indice

Introduzione.....	4
Problematiche di integrazione.....	4
Utilizzo del Template.....	4
Realizzare un Template.....	7
Utilizzo del modello 3D.....	12
Conclusioni.....	14
Bibliografia.....	15
History.....	15

## Introduzione

La realizzazione di un sistema completo, al fine di ottenere un prodotto finito, oltre al PCB e relativi componenti, necessita spesso di un contenitore. Questo potrebbe essere realizzato per lo scopo o semplicemente utilizzare delle scatole di montaggio presenti sul mercato. In altri contesti, il PCB con i componenti assemblati, potrebbe essere parte di un sistema più complesso, per il quale è già presente il contenitore che contiene l'elettronica. Qualunque sia il caso, la forma del PCB viene ad essere influenzata, come anche la posizione dei fori per il fissaggio. KiCad, grazie al modello 3D del PCB, e FreeCAD grazie al supporto del disegno e importazioni di parti meccaniche esterne, offrono un'ottima soluzione di integrazione e verifica del sistema.

## Problematiche di integrazione

Da quanto appena detto, il sistema si compone spesso dal PCB, con i suoi componenti elettronici, e un contenitore in cui il PCB si deve alloggiare. Questo viene a creare dei vincoli meccanici importanti. Altri vincoli meccanici importanti si vengono ad avere quando la scheda debba essere collegata ad un'altra e siano presenti dei connettori che vincolano la presenza degli stessi, di tipo complementare, sull'altro PCB che si sta progettando. Per fare un esempio si pensi alle schede di espansione di Arduino, *mini Sensing Board*, o alle schede PCIe (PCI *express*) che si collegano al computer. In questi casi ci sono dei vincoli meccanici importanti, anche se il contenitore non dovesse essere presente.

Spesso, per semplificare le problematiche derivanti da questi contesti, si fa uso di *Template*, ovvero di PCB la cui forma è già vincolata nelle sue parti meccaniche principali. Dal lato dello schema elettrico ci sono i componenti base necessari (tipicamente connettori e fori). Dal lato del PCB, è presente il contorno del PCB e i componenti base sono già posizionati. Questa soluzione permette di soddisfare i vincoli meccanici principali, senza doversi preoccupare molto. L'utilizzo dei *Template*, abbinata all'esplorazione 3D del sistema finale, forniscono due strumenti validi per soddisfare e verificare l'integrazione di un sistema, prima ancora di realizzarne uno. Ogni problema messo in luce in questa fase può far risparmiare denaro e tempo, aumentando le probabilità di successo del prototipo. Anche se dovessero essere presenti dei problemi dal lato dello schema elettrico o venissero aggiunte nuove caratteristiche ad una seconda versione, il fatto che il PCB soddisfi i vincoli meccanici, permette spesso di poter usare la scheda sviluppata, anche se con qualche limite, permettendo al progetto di fare progressi, in attesa che arrivi una seconda versione.

## Utilizzo del Template

Supponiamo che si debba realizzare una scheda di espansione per Arduino Uno. Quello che si può fare è cercare su internet le specifiche meccaniche per il contorno, i fori, e il posizionamento dei connettori. Successivamente si può realizzare il PCB per lo schema elettrico, soddisfacendo tali vincoli. Se dovessimo avere una scheda Arduino sotto mano, si potrebbe usare un calibro per fare le misure. Sebbene questa procedura si possa usare, non è sempre accurata. Funziona bene per determinare le dimensioni del PCB, ma determinare la posizione dei connettori e fori porta ad errori di misura. In ogni modo, con

questi passi è possibile fare il progetto dal lato del PCB. Implementare tali passi, a seconda della complessità del progetto può durare facilmente un'ora o più, e aggiunge il rischio di sbagliare.

KiCad supporta fortunatamente i *Template*, ovvero dei progetti di riferimento da cui partire. In particolare supporta le schede Arduino. Per usare un *Template* basta creare un nuovo progetto dalla finestra principale KiCad e selezionare la voce:

```
File → New Project from Template...
```

Dalla finestra di dialogo che si apre, si può selezionare il progetto *Arduino Uno Shield*. Quello che viene mostrato è mostrato in Figura 1.

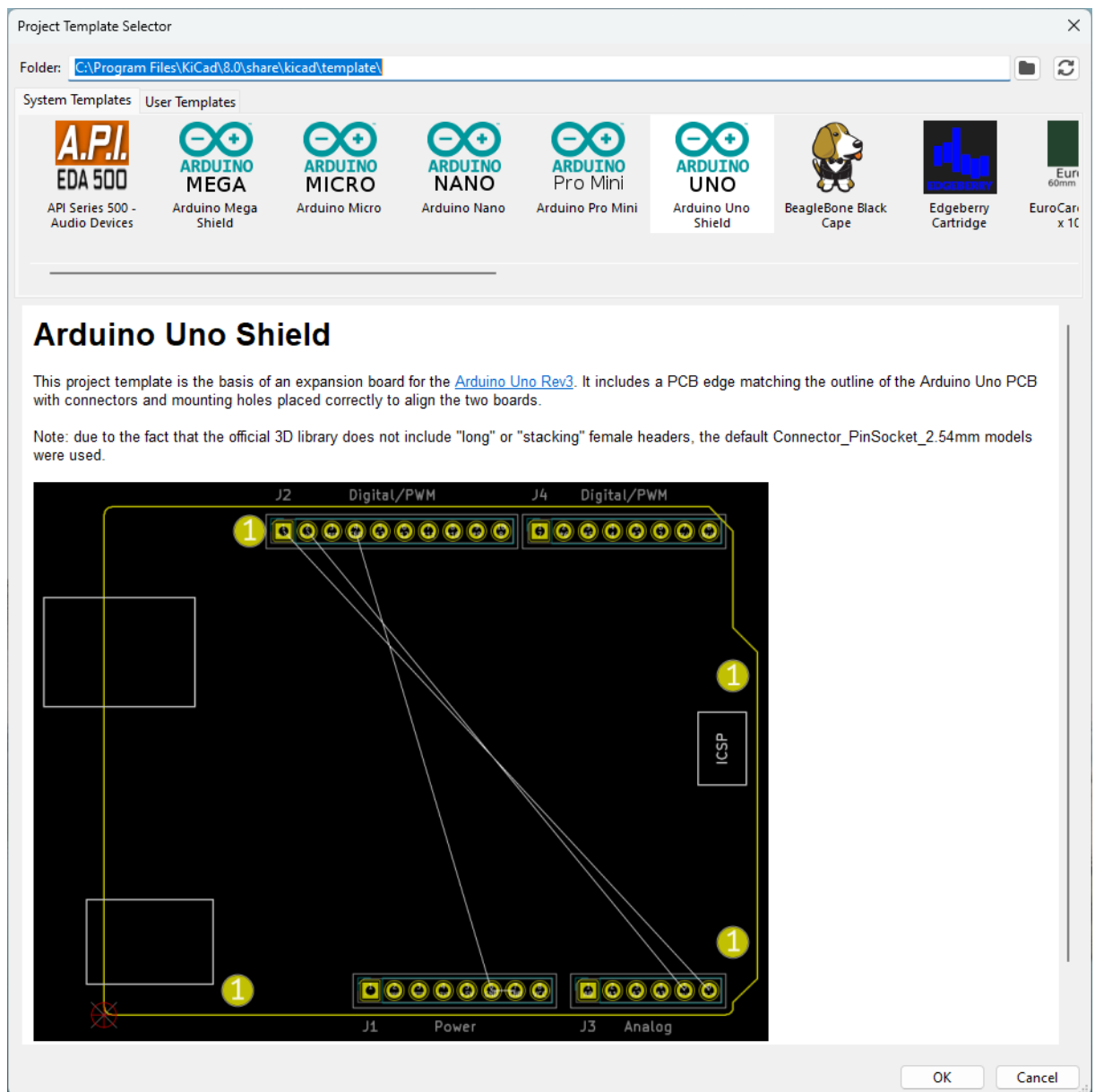


Figura 1: Template per il progetto Arduino Uno.

Si può notare che sono presenti molti *Template* per le schede spesso usate dai *Maker*. In particolare i *Template* sono organizzati in orizzontale con una icona e nome. Cliccando sul *Template*, viene mostrata una descrizione e il profilo della scheda che appartiene al *Template* stesso. Come vedremo a breve, tutte queste informazioni possono essere personalizzate, qualora si faccia un *Template* per un proprio progetto.

Una volta selezionato il progetto di riferimento, basta premere OK e selezionare il percorso dove voler salvare il progetto derivante dall'uso del *Template*. Il nuovo progetto, oltre ad ereditare lo schema base e PCB, non ha poi nulla a che fare con il *Template* che lo ha generato, il quale rimane invariato. La finestra principale del progetto viene poi aggiornata come in Figura 2.

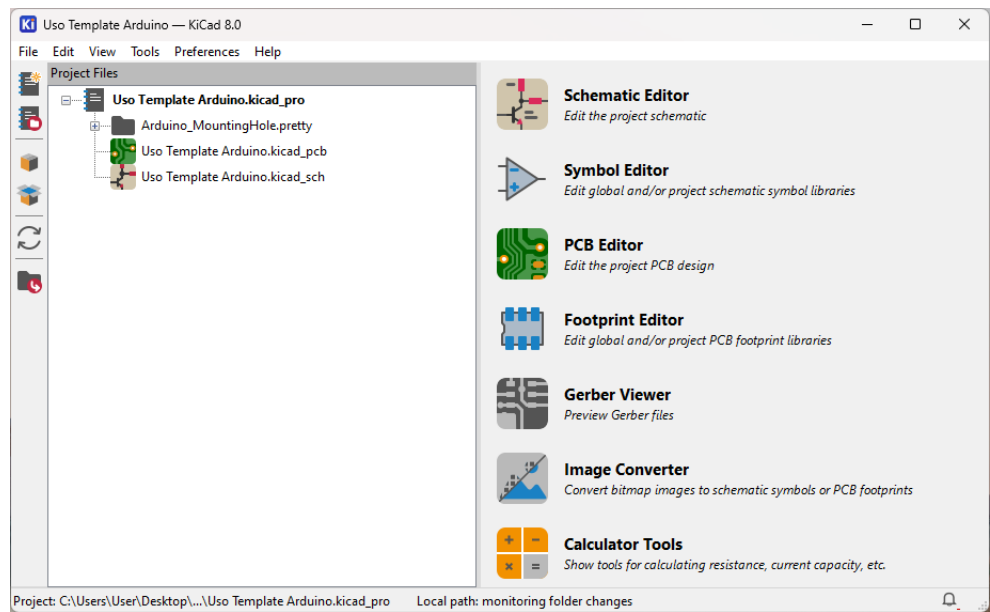


Figura 2: Progetto creato da un Template.

Il progetto si presenta a questo punto, come un progetto classico. Con uno schema elettrico e un PCB. In particolare selezionando lo schema elettrico, è possibile vedere la presenza dei connettori, come mostrato in Figura 3.

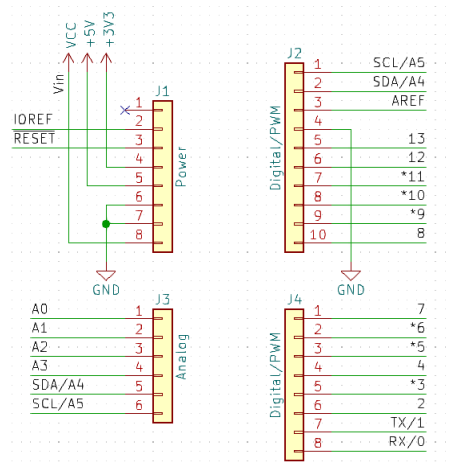


Figura 3: Schema elettrico del Template.

Selezionando il PCB, come mostrato in Figura 4, è presente già il contorno, i connettori e i fori sono posizionati. Il *Template* fornisce nel *layer* User.Drawings, anche la posizione degli altri connettori, ovvero USB, Power e programmazione. Questi se non necessari possono essere rimossi, o comunque, se il *layer* non è selezionato durante la fase di realizzazione dei *Gerber Files*, non compariranno sulla serigrafia del PCB. La loro presenza può comunque aiutare a ricordare della loro presenza ed eventuali vincoli che possono creare durante il progetto.

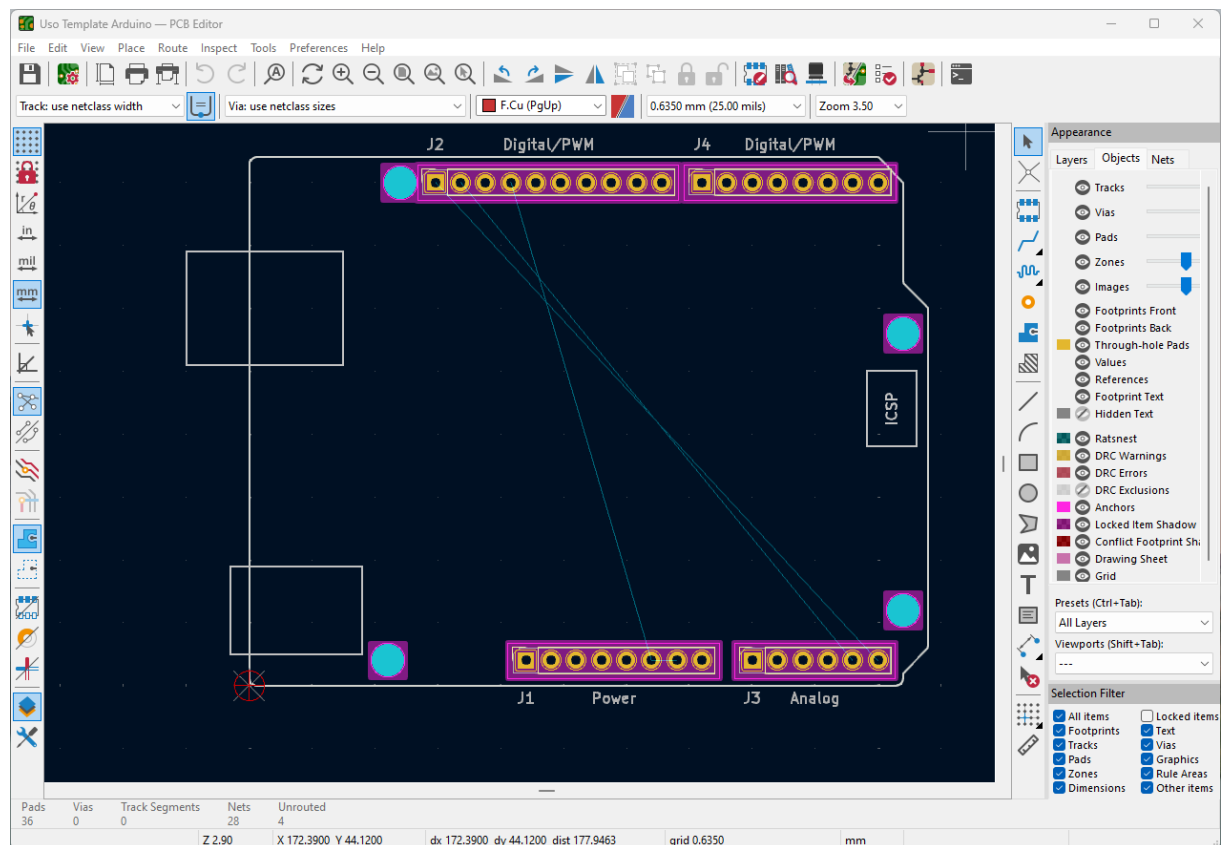


Figura 4: PCB del Template.

A questo punto, lo schema elettrico può essere aggiornato come si vuole e si può fare il progetto della scheda di espansione per Arduino Uno. Con pochi click, l'uso del *Template* ha permesso di risparmiare un'ora o forse più.

## Realizzare un Template

Quando si creano progetti con varie schede di espansione, come per esempio il progetto *mini Sensing Board*, presentato sul sito LaurTec, si hanno dei vincoli meccanici che bisogna sempre soddisfare, tra cui i fori e il posizionamento dei connettori. Il *Template* può permettere di aggiungere anche delle icone o immagini standard che ogni progetto deve avere. In particolare il marchio CE o etichette associate al numero assegnato al progetto, potrebbero rientrare tra simboli da avere.

Chiaramente, per il primo progetto della scheda di espansione non si avrà il *Template*, ma

dal momento che la scheda *mini Sensing PIC* (ovvero la scheda principale) è progettata, tramite le misure che è possibile fare direttamente sul PCB, all'interno del PCB Editor, è possibile prendere le misure necessarie per posizionare i connettori e creare il contorno in maniera accurata.

Realizzare un *Template*, in poche parole, potrebbe essere riassunto in queste fasi:

- Prendere o realizzare un primo progetto
- Creare una copia della cartella che contiene tutti i file del progetto.

E' consigliabile nominare la nuova cartella con un nome che faccia capire che è un *Template* e non un progetto:

- mini Sensing - Board Template

Eseguire i passi sotto, sulla copia del progetto, che si sta trasformando in *Template*.

- Aprire la copia del progetto
- Eliminare tutto quello che non serve, ottenendo uno schema elettrico base.
- Aggiornare il PCB al fine di rimuovere ogni componente non usato ed eliminare piste che non servono.

Nel caso di *mini Sensing Board*, lo schema elettrico fornito come parte del *Template*, è mostrato in Figura 5.

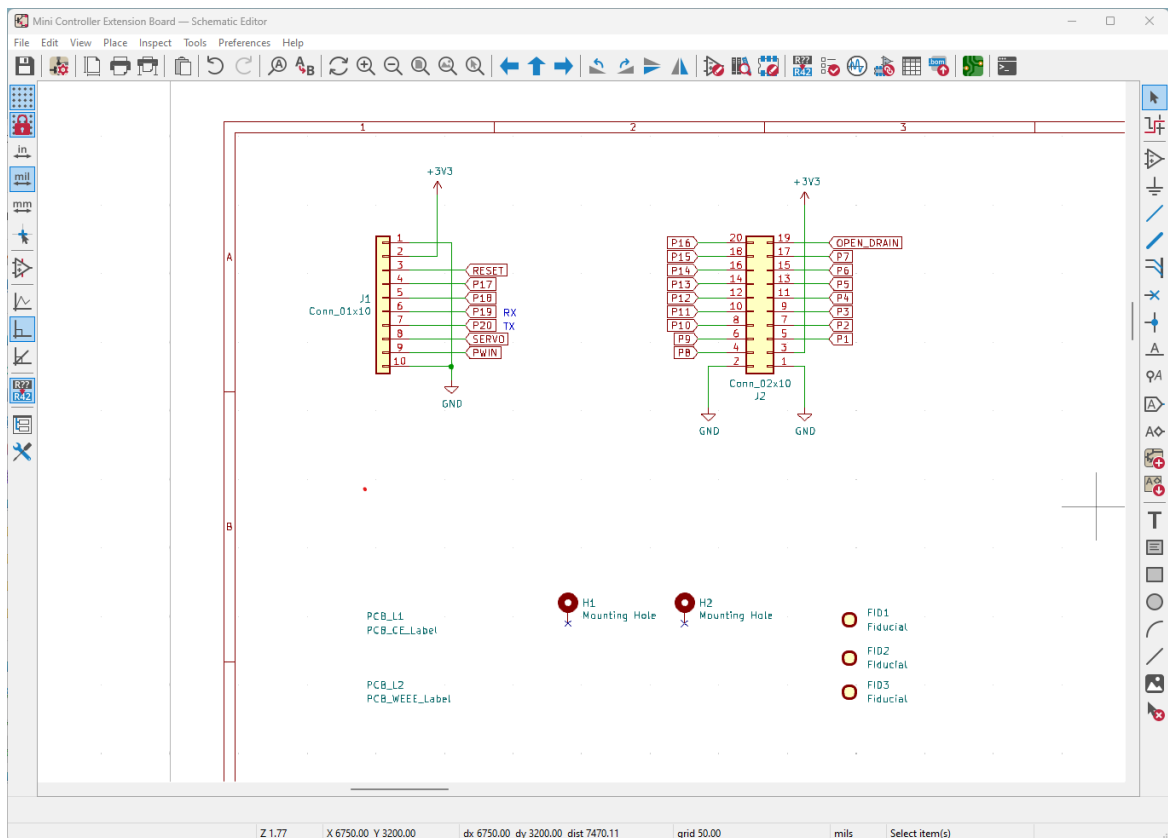


Figura 5: *mini Sensing Board* – Template dello schema elettrico.



Si può notare che sono presenti i connettori principali J1 e J2, i fori, le etichette e i *fiducial* che è bene avere per varianti SMD del PCB.

Dal lato del PCB, i componenti sono posizionati in maniera da avere lo scheletro dello stesso, come mostrato in Figura 6, e poter aggiungere le altre parti del progetto, ovvero schema elettrico che si creerà a partire dal *Template*.

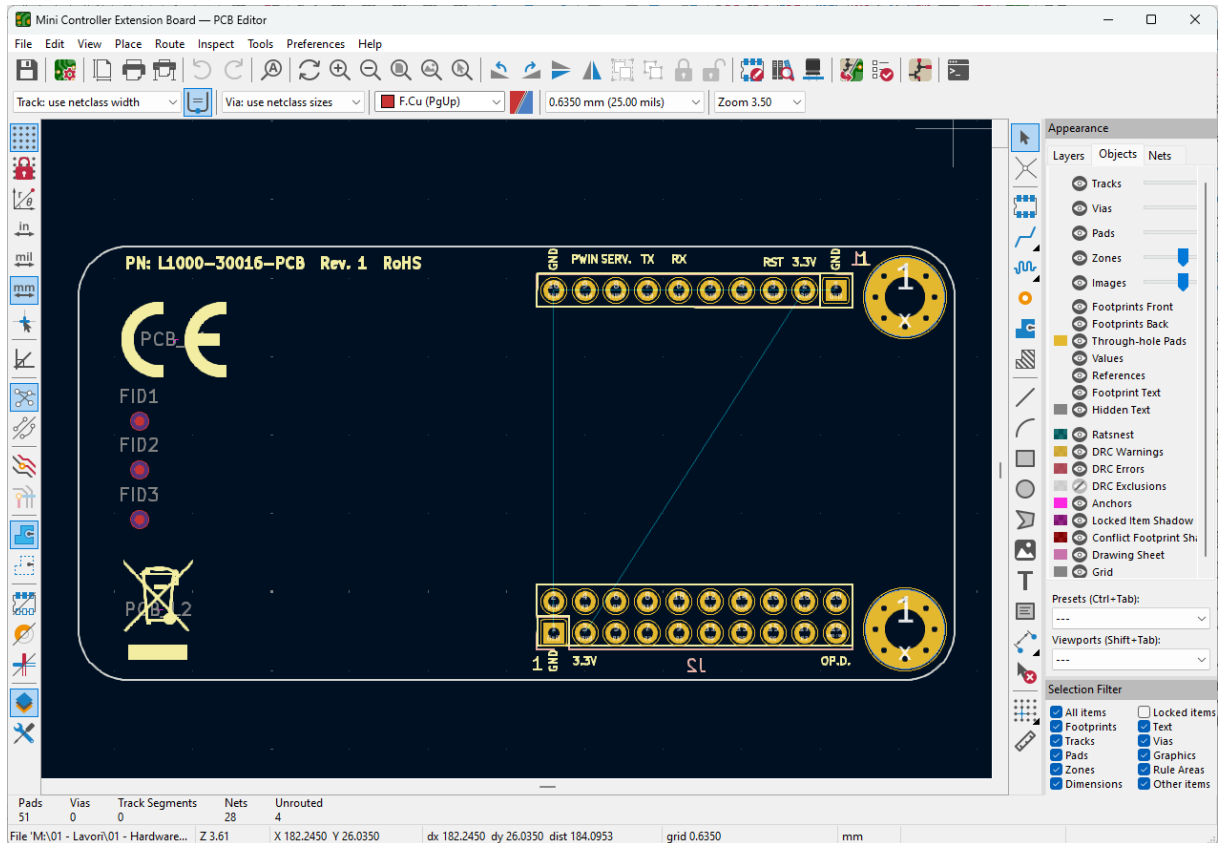


Figura 6: mini Sensing Board – Template del PCB.

Una volta creato il nostro *Template* base, rimuovendo il superfluo dal progetto che abbiamo preso come riferimento, bisogna creare nella cartella del progetto una cartella nominata “meta”, all’interno della quale bisogna aggiungere:

- un file di testo index.html
- aggiungere le immagini .PNG che si vuole avere (PCB, modello 3D)
- icon.ico

In particolare il primo file è un file HTML standard, e contiene la pagina che viene visualizzata quando si selezionerà il *Template*. Le immagini sono richiamate e usate all’interno della pagina, ovvero inserite/richiamate nel file index.html

L'icona è invece usata come immagine di selezione. La descrizione dell'icona è prelevata dal titolo della pagina .html (non il nome del file).

Un esempio di pagina index.html che si può usare per creare la propria, è riportata sotto. Guardando l'output generato, dovrebbe essere intuitivo come cambiarla per le proprie esigenze, anche se non si conoscono i *tag* del codice HTML.

```

<html>
  <head>
    <title>LaurTec - mini Controller Board Booster board</title>
  </head>
  <body>
    <h1>mini Controller Board Booster board</h1>
    <h2>30-pins expansion board - Long</h2>

    <p>
      This board represents the template for the long version of the
      booster board. It offers all the pins and same size of the controller
      host board.
    </p>

    <p>
</p>

    <p>
      Useful Links:
      <ul>
        <li><a href="https://www.laurtec.it">LaurTec - main page to
download all the projects and updates</a></li>
      </ul>
    </p>

    <p></p>

<p></p>

<p></p>

    <p>
      (c) 2023 Mauro Laurenti<br>
    </p>
  </body>
</html>

```

Creata la cartella *meta* con i relativi file, si può copiare l'intero progetto *Template*, all'interno del percorso dove KiCad cerca i propri *Template*. La radice del percorso può cambiare a seconda del percorso di installazione che si è scelto.

```
C:\Program Files\KiCad\8.0\share\kicad\template
```

La cartella del progetto *Template* che è stata creata, contiene anche copie di backup, che non servono al fine del *Template*. Questi file possono essere rimossi. Una cartella di *Template* completa dovrebbe essere formata come in Figura 7.



### Nota

Ogni volta che si installa una nuova versione di KiCad, la cartella dei *Template* viene cancellata, per cui è necessario copiare nuovamente i *Template* personali. Se la versione KiCad richiede un aggiornamento del formato dei file di progetto, è bene prima aggiornare il *Template*, aprendolo e salvandolo come progetto, poi spostare la cartella tra i *Template* di KiCad.

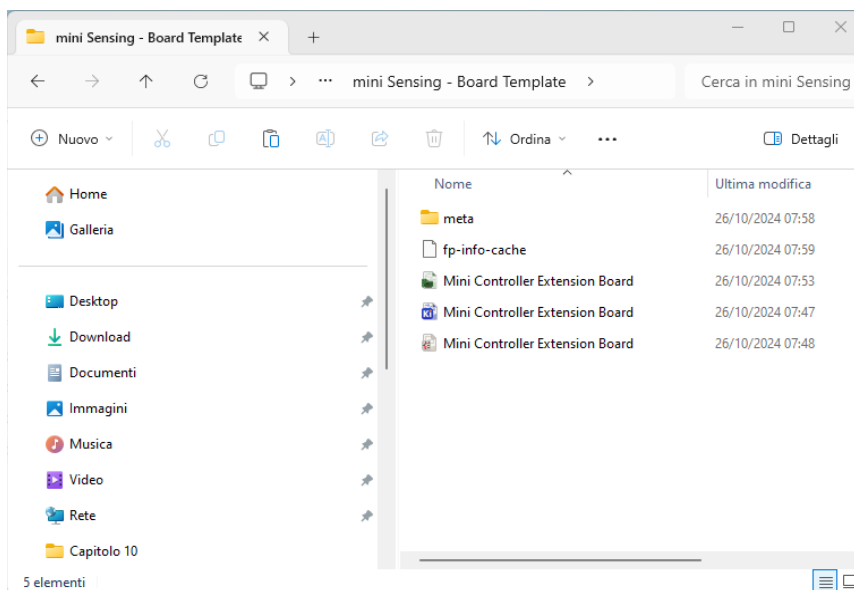


Figura 7: mini Sensing Board – cartella del Template.

Quando si vorrà creare un nuovo progetto per la serie *mini Sensing Board*, è possibile creare un nuovo progetto da *Template*. Questa volta però sarà presente il nuovo *Template*, come mostrato in Figura 9.

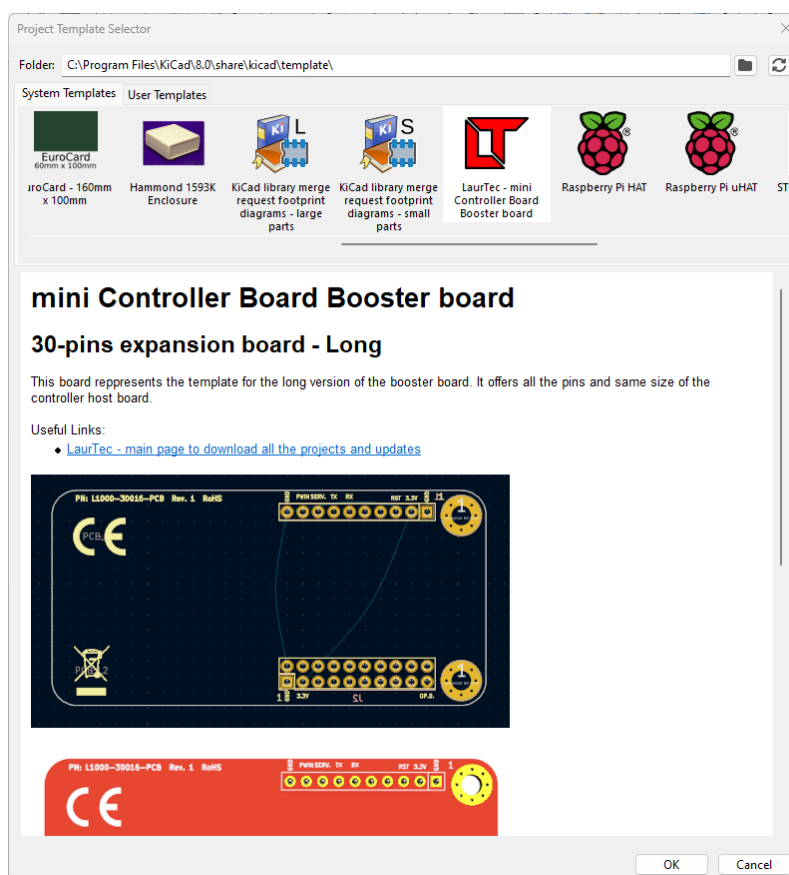


Figura 8: mini Sensing Board – creare un nuovo progetto da Template.

## Utilizzo del modello 3D

La possibilità di creare un modello 3D con un solo click, è una funzione semplice quanto fondamentale. Fino alla versione 7 di KiCad il tasto per creare il modello 3D era nascosto nel menù:

View → 3D Viewer

A partire dalla versione 8 di KiCad, l'icona per visualizzare il modello 3D è parte della *Toolbar* principale.



Le funzioni aggiunte nelle ultime versioni, mostra anche l'importanza della funzione a supporto del progetto. Qualora un modello 3D non sia disponibile per un determinato componente, è sempre bene cercare di procurarsene uno o farne uno personale.

Molti fornitori di componenti elettronici, come *Mouser*, alla pagina associata al prodotto in vendita, offrono anche la possibilità di scaricare il modello 3D del componente stesso. Alcuni modelli, sebbene l'ampia disponibilità, debbono essere comunque creati manualmente. Personalmente faccio uso del CAD FreeCAD, consigliato dallo stesso team KiCAD, ma che personalmente usavo già per realizzare i disegni meccanici per gli oggetti da stampare con la stampante 3D.

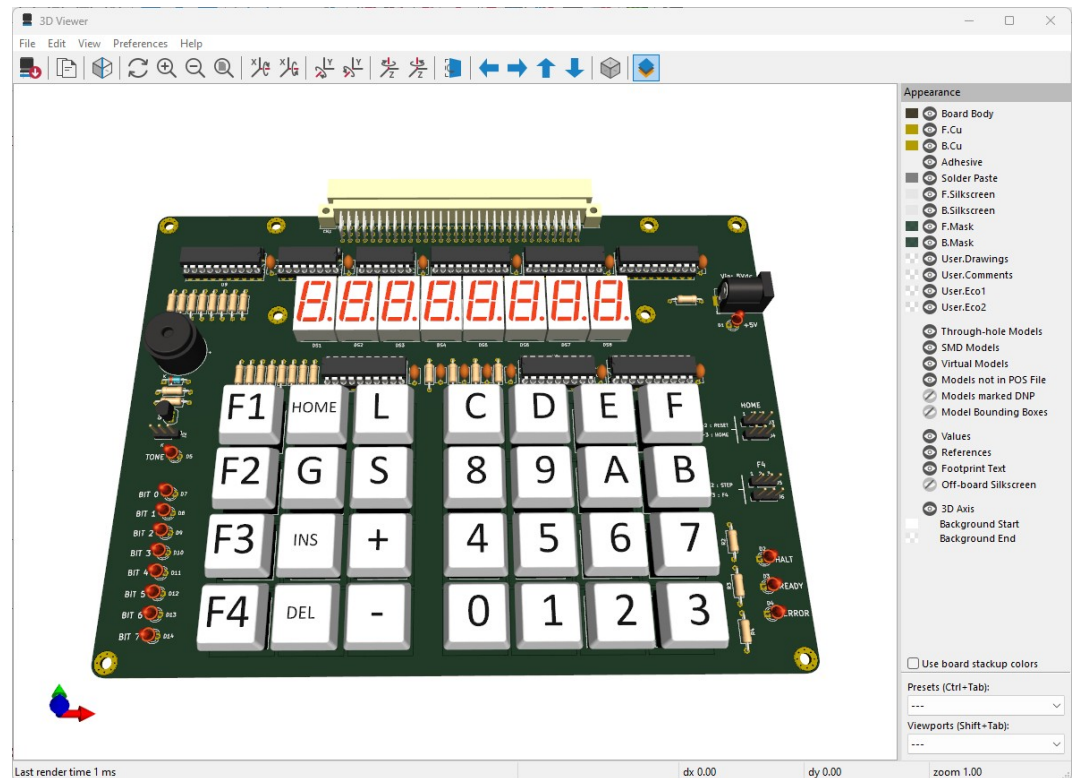
L'analisi del modello 3D, con i modelli 3D per ogni componente, permette in maniera grafica di visualizzare il PCB e vincoli meccanici, in maniera molto chiara, che spesso giustifica lo sforzo dietro la realizzazione di un modello 3D ad hoc.

In Figura 9, è mostrato un modello complesso di una tastiera, parte di un PC modulare basato su CPU differenti, tra le quali Z80, M6502, 8085.

Il Tasto e relativo modello 3D non era disponibile tra i modelli di KiCad, per cui ne ho realizzato uno ad hoc, ed in particolare ho realizzato varianti per i singoli tasti, ovvero lettere e funzioni.

Il risultato permette di capire come un modello 3D sia fondamentale per il posizionamento dei vari componenti meccanici e grafici, permettendo di visualizzare meglio il risultato finale e anche permettere di ottimizzare la posizione dei tasti e display.

Quando il PCB sarà montato, potrebbero essere messi in evidenza degli aspetti che tramite il modello 3D non erano visibili o erano passati inosservati, ma certamente le sorprese sono ridotte.



**Figura 9:** Modello 3D della tastiera esadecimale.

La visualizzazione del modello 3D è solo una parte dei vantaggi che si possono avere dal modello stesso. In particolare quando si vuole realizzare una scatola di montaggio ad hoc, si può esportare il modello 3D ed importarlo nel CAD di sviluppo della scatola di montaggio. Allo stesso modo se il PCB deve essere integrato in un sistema più complesso, di cui si ha il modello 3D, si ha la possibilità di integrare le varie parti.

Per esportare il modello 3D da usare in un altro CAD, si deve andare al PCB Editor e non nella finestra del visualizzare 3D. Dal menu File selezionare la voce:

File → Export → STEP...

Il file può essere esportato secondo le impostazioni di Figura 10.

Facendo uso di FreeCAD e del *plugin* A2plus è possibile effettuare l'integrazione di sistema e verificare come i vari modelli 3D, degli oggetti di interesse, si assemblano assieme. In particolare in Figura 11 è mostrato un dettaglio di FreeCAD con il modello 3D del PCB e delle due parti della scatola di montaggio. Mettendo in trasparenza la scatola di montaggio, si possono esplorare meglio i vincoli meccanici.

A2plus permette di inserire dei vincoli tra i vari oggetti permettendo di allineare o far toccare varie superfici o forme selezionate. In questo modo è possibile sia posizionare il PCB che le varie parti della scatola di montaggio.

Le immagini possono essere utilizzate anche per creare la documentazione tecnica del progetto, ed eventuali istruzioni per il montaggio.

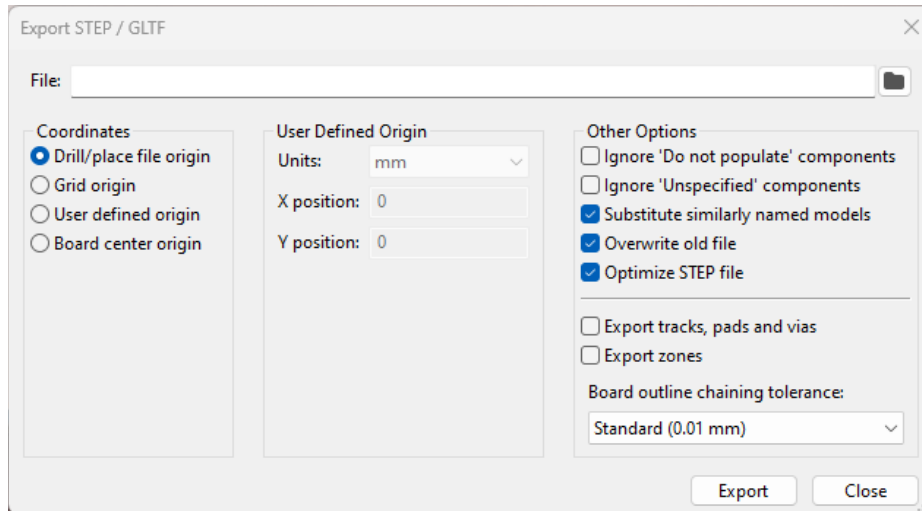


Figura 10: Finestra di dialogo per esportare il file .STEP

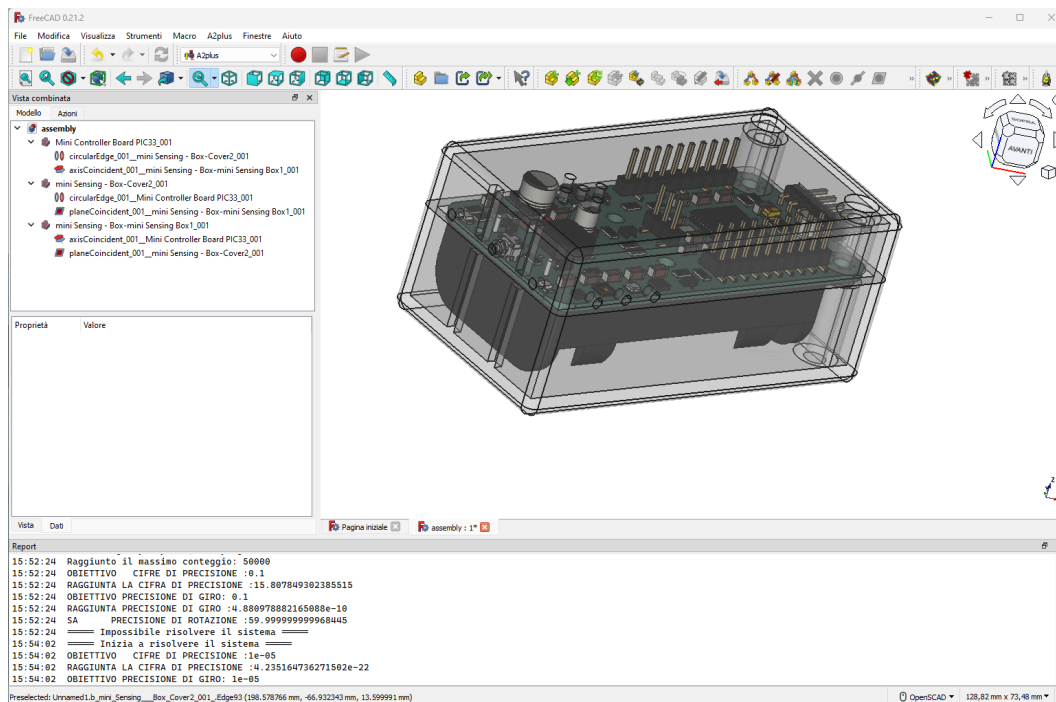


Figura 11: Modello 3D all'interno della scatola di montaggio.

## Conclusioni

L'integrazione del sistema è una parte molto importante della progettazione. KiCad offre diverse funzioni che permettono di agevolare tale aspetto progettuale. In particolare i *Template* aiutano a usare i vincoli meccanici che un progetto può avere. Il modello 3D del PCB e dei componenti, permette di verificare il progetto nel suo insieme. Esportando il progetto in formato .STEP, è possibile integrare il modello 3D in altri CAD, come FreeCAD, il quale permette di mettere assieme vari modelli 3D, e di visualizzare l'integrazione dell'intero sistema.

## Bibliografia

- [1] [www.LaurTec.it](http://www.LaurTec.it): sito dove scaricare la guida KiCad e gli altri capitoli associati al corso.
- [2] [www.PCBWay.com](http://www.PCBWay.com): Sponsor ufficiale del corso.
- [3] **PCBWay**: strumento online per il calcolo delle dimensioni meccaniche delle linee di trasmissione ([Link](#))

## History

Data	Versione	Autore	Revisione	Descrizione Cambiamento
16/11/24	1.0	Mauro Laurenti	Mauro Laurenti	Versione Originale.