

***LaurTec***

**KiCad**

**Realizzare una libreria personale**

**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

<b>Introduzione.....</b>	<b>4</b>
<b>Esigenze di realizzare una propria libreria.....</b>	<b>4</b>
<b>Realizzare una propria libreria.....</b>	<b>5</b>
<b>Migrare una libreria ad una nuova versione KiCad.....</b>	<b>12</b>
<b>Creare un Simbolo.....</b>	<b>13</b>
<b>Creare un Footprint - Impronta.....</b>	<b>22</b>
<b>Creare un modello 3D del componente.....</b>	<b>29</b>
<b>Conclusioni.....</b>	<b>30</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>31</b>
<b>History.....</b>	<b>31</b>

## Introduzione

L'ambiente di sviluppo KiCad viene fornito con molte librerie, per cui si può iniziare a progettare senza dover necessariamente crearne di proprie. Le necessità che possono portare alla realizzazione di una propria libreria sono generalmente le seguenti:

- Realizzare una propria libreria con i componenti più usati.
- All'interno di una società si può far uso solo di librerie approvate.
- Il componente che si vuole realizzare non è disponibile.

In particolare si vedranno i vari casi, e in base alla situazione, ci si troverà a dover realizzare il simbolo elettrico del componente, il footprint (impronta) e il modello 3D del componente stesso.

## Esigenze di realizzare una propria libreria

Abbiamo appena visto che ci possono essere diverse motivazioni, o esigenze, che giustificano la realizzazione di una propria libreria. Prima di entrare nel dettaglio della realizzazione, vediamo di descrivere meglio le ragioni precedentemente citate.

KiCad viene fornito con molte librerie, diversamente dal CAD Eagle, in cui è presente un'associazione 1:1 tra il simbolo elettrico ed il componente, KiCad richiede ogni volta un'associazione tra simbolo e footprint (impronta), durante la fase del progetto, a meno dei casi in cui un componente abbia un footprint particolare. In questo caso l'associazione è spesso anche 1:1.

Nel caso di componenti utilizzati frequentemente, questo può tornare non conveniente, e spesso viene richiesto del tempo che può essere considerato superfluo. Per esempio se si progettano sistemi elettronici con resistori SMD in formato 1206, si può creare una libreria per resistori o componenti passivi che abbia il simbolo del resistore e il footprint per componenti 1206, già associati. Effettivamente questo è l'approccio che utilizzo, come mostrato in Figura 1. In particolare ad ogni libreria personale ho messo il prefisso LaurTec, in modo da filtrare la ricerca delle mie librerie, semplicemente scrivendo LaurTec nel campo di ricerca. Selezionando la libreria *passive*, ho i i componenti passivi che utilizzo più frequentemente. Nel prossimo paragrafo vedremo come creare una libreria che raccolga i nuovi componenti.

Una esigenza con associazione 1:1 è spesso presente anche all'interno di società. In particolare, molte società di grandi dimensioni, hanno un dipartimento ad hoc che realizza il layout dello schema elettrico, progettato dal dipartimento R&D (Ricerca e Sviluppo). Tale dipartimento, oltre a fare un il layout si preoccupa di aggiungere i componenti nelle librerie della società. Spesso il dipartimento R&D non può aggiungere un componente nello schema elettrico che sta progettando, se questo non è presente nelle librerie ufficiali. Per aggiungere il componente nelle librerie ufficiali è necessario che il datasheet del componente sia disponibile, come anche la certificazione RoHS, che attesta la quantità dei materiali che non sono ammessi all'interno del mercato europeo. Quest'ultimo punto sembra banale, ma in realtà può creare qualche problema logistico. Infatti grosse società lavorano spesso con componenti che non sono ancora rilasciati sul mercato dalle società

che li producono, per cui si creano problemi nei processi, in cui si vuole iniziare un progetto con un componente, ma non lo si può usare fino a quando non è disponibile il datasheet.

All'interno di grandi società sono disponibili inoltre, non solo librerie dedicate ed approvate, ma dei database dedicati che le contengono. KiCad 8 fornisce la possibilità anche di estrarre tali informazioni da database remoti oltre che da quello locale delle librerie fornite dall'IDE. Questa è una funzione relativamente recente aggiunta nelle ultime versioni di KiCad.

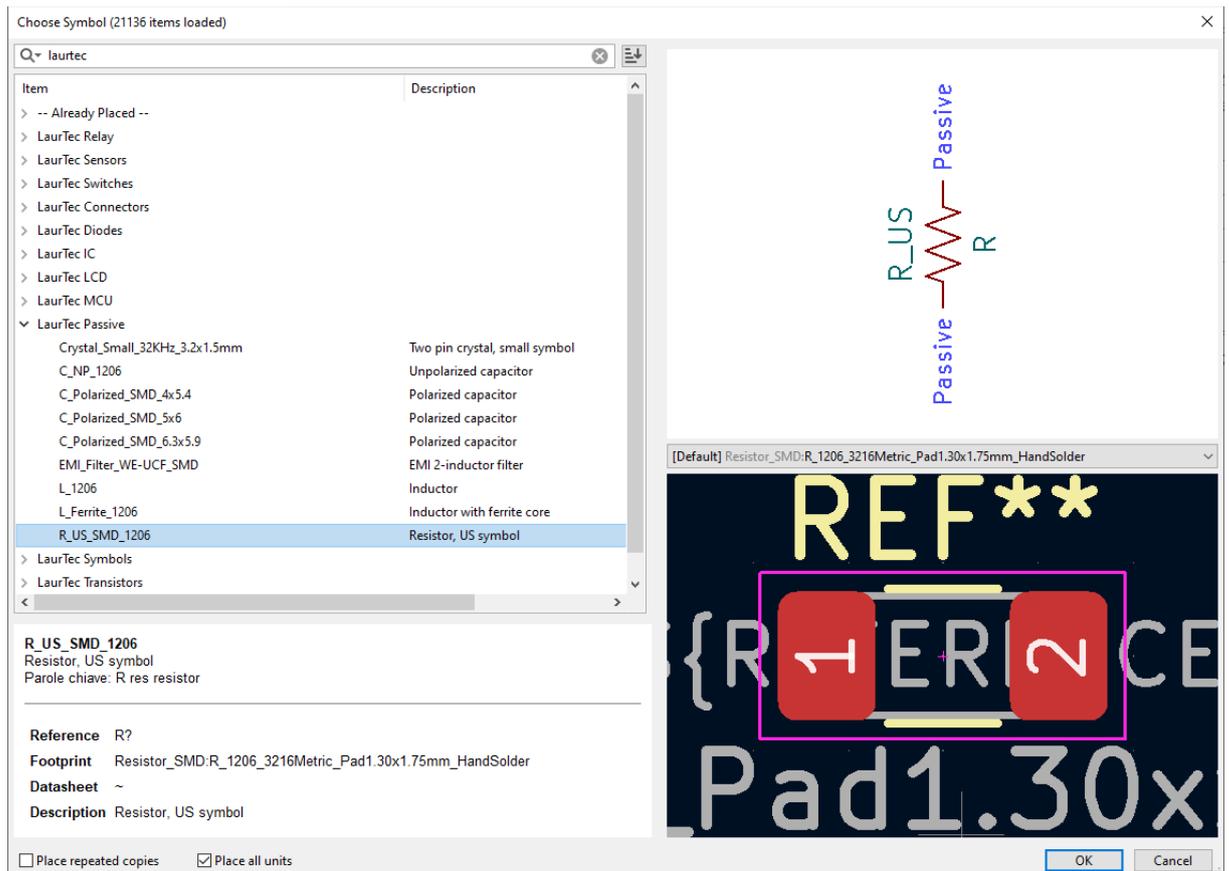


Figura 1: Esempio di associazione tra simboli e footprint esistenti.

## Realizzare una propria libreria

Per realizzare una propria libreria che raccolga i propri componenti, si procede come descritto di seguito. In particolare la descrizione iniziale è valida sia che si vogliano aggiungere dei componenti esistenti nella libreria KiCad, sia che si vogliano aggiungere dei componenti che realizzeranno successivamente.

Una volta che si avvia KiCad, viene mostrata la schermata principale (Figura 2) per selezionare le varie applicazioni che appartengono all'IDE. In particolare, *Symbol Editor* permette di creare i simboli e le raccolte di simboli (librerie). *Footprint Editor* permette invece di creare le impronte dei componenti e raccolte per gli stessi.

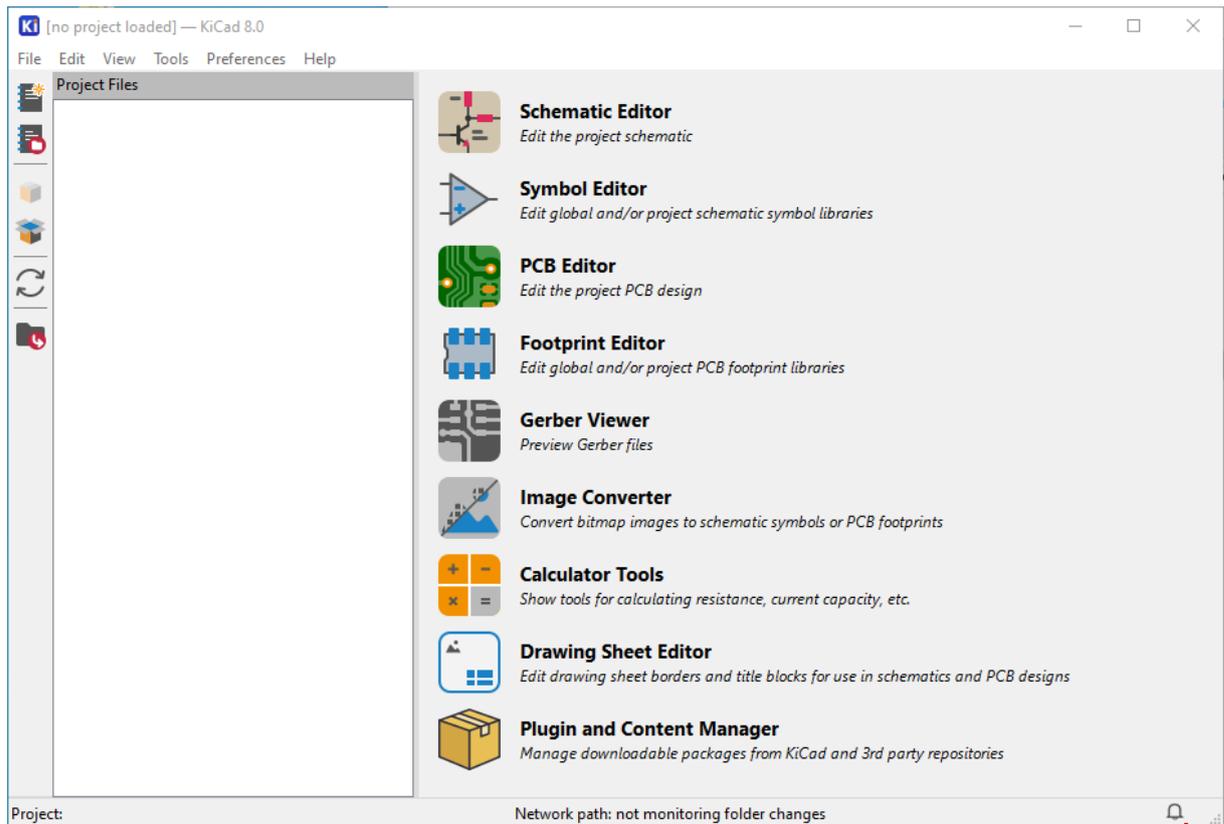


Figura 2: Schermata di avvio di KiCad.

Una volta selezionata l'applicazione *Symbol Editor*,



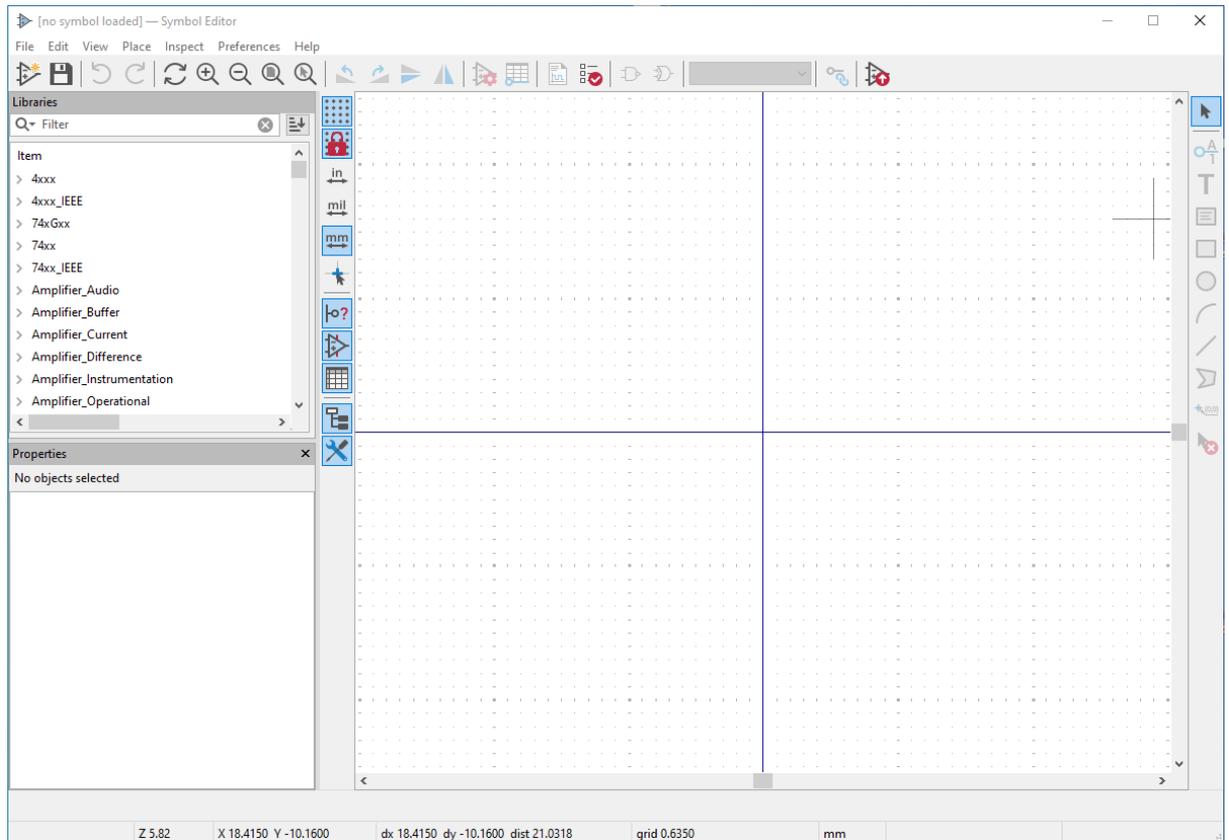
compare la finestra di lavoro di Figura 3. Sulla sinistra della finestra, sono presenti le librerie di KiCad, che è possibile aprire per modificare eventualmente un simbolo o usarne uno come riferimento, per crearne poi uno personale. Modificare le librerie ufficiali non è consigliato, visto che le modifiche sarebbero perse, usando una nuova versione di KiCad.

Dal campo *Filter*, è possibile scrivere il nome di un componente o parte di esso, per filtrare e ricercare il componente di interesse.

Sia che si voglia creare un nuovo simbolo o modificarne uno, è bene che questo venga salvato in un percorso personale con una cartella che raccolga le librerie KiCad. Personalmente utilizzo tale procedura:

Creo una cartella “KiCad x – Librerie” o simile, con x il valore della versione di KiCad. La ragione discende dal fatto che versioni diverse di KiCad potrebbero avere un formato di libreria diverso. Successivamente nella libreria aggiungo le cartelle che conterranno le librerie. Tali cartelle non le aggiungo manualmente, ma saranno aggiunte durante la fase di

realizzazione delle librerie stesse, ovvero la raccolta delle librerie.



**Figura 3:** Symbol editor.

In Figura 4, è mostrato un dettaglio della cartella di alcune delle librerie che ho fatto. In particolare è possibile vedere che le librerie dei simboli sono messe all'interno di file `.kicad_sym`, mentre i footprint all'interno di directory con il nome `.pretty`. I file all'interno della directory hanno estensione `.kicad_mod`. La cartella con il nome che termina con `.3dshpaes`, contiene invece i file `.step`, ovvero i modelli 3D dei componenti.

📁 LaurTec footprint.pretty	01.03.2024 10:46	File folder	
📁 LaurTec.3dshapes	01.03.2024 10:46	File folder	
📁 LaurTec_Modules.pretty	01.03.2024 12:39	File folder	
📁 LaurTec_Relays.pretty	01.03.2024 10:46	File folder	
📁 LaurTec_Sensors.pretty	01.03.2024 10:46	File folder	
📁 LaurTec_Switches.pretty	25.05.2024 05:30	File folder	
📄 LaurTec_Connectors.bak	16.12.2023 08:14	BAK File	12 KB
📄 LaurTec_Connectors.kicad_sym	01.03.2024 11:02	KICAD_SYM File	25 KB
📄 LaurTec_Diodes.bak	14.10.2023 07:46	BAK File	9 KB
📄 LaurTec_Diodes.kicad_sym	14.10.2023 07:48	KICAD_SYM File	9 KB
📄 LaurTec_IC.bak	01.03.2024 11:00	BAK File	28 KB
📄 LaurTec_IC.kicad_sym	09.03.2024 06:33	KICAD_SYM File	28 KB
📄 LaurTec_LCD.kicad_sym	06.05.2023 19:06	KICAD_SYM File	12 KB

**Figura 4:** Contenuto della cartella delle librerie .

La cartella delle librerie personali può essere salvata in un qualunque percorso, ma dalla schermata principale, dal seguente menu:

Preferences → Manage Symbol Libraries...

Preferences → Manage Footprint Libraries...

è necessario aggiungere il percorso delle varie librerie che si vuole far aprire. Si può notare nella parte finale della lista di Figura 5, che è necessario aggiungere ogni singola libreria e non solo il percorso principale della cartella.

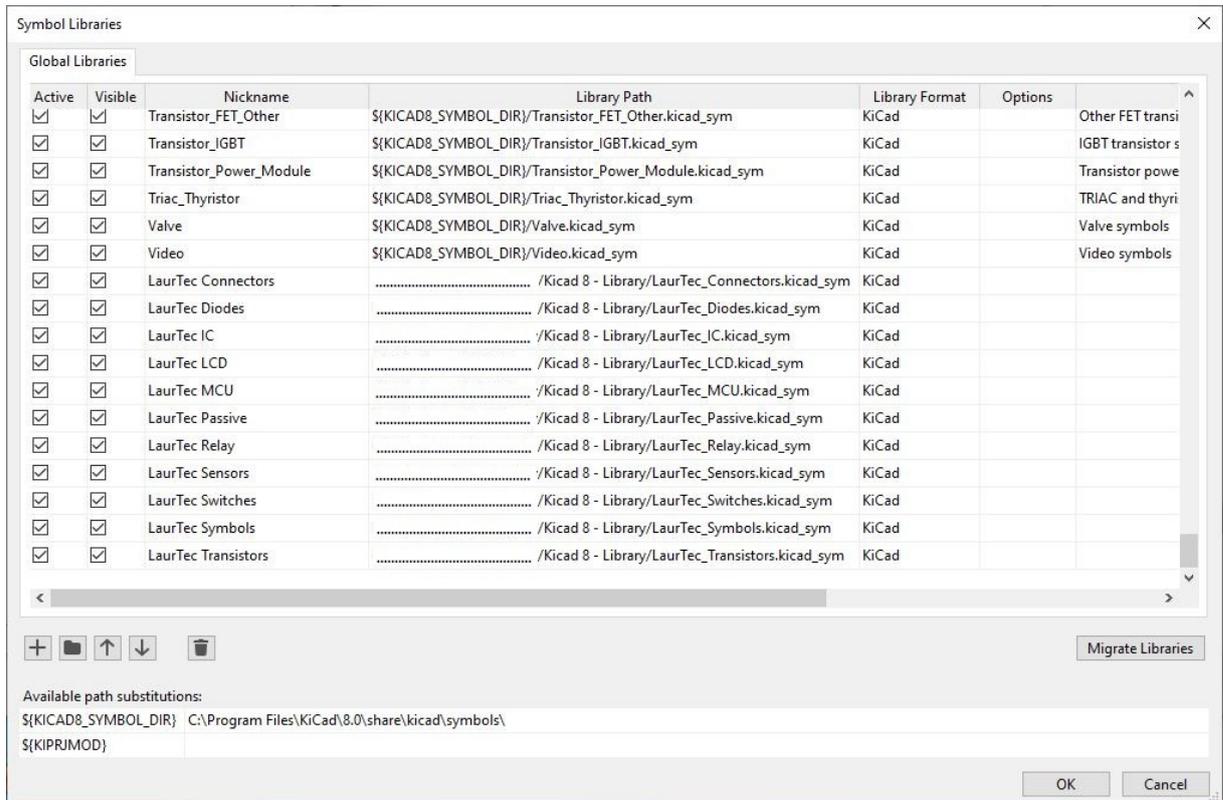
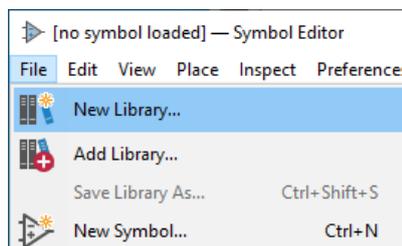
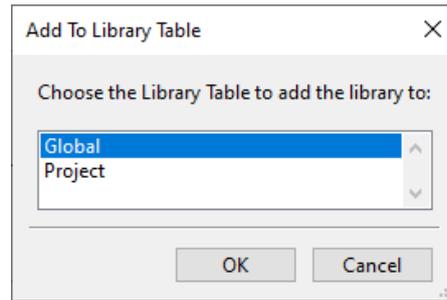


Figura 5: Footprint editor.

Dopo questa breve panoramica sul nome delle librerie, torniamo alla Figura 3, dell'ambiente di lavoro per creare la nostra libreria. Dal menu riportato sotto, è possibile creare la nuova raccolta delle librerie.

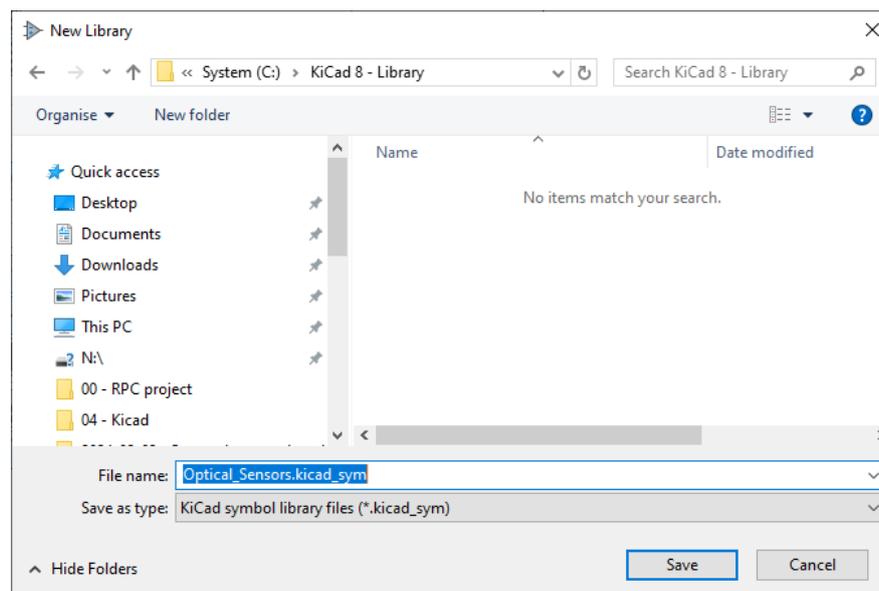
File → New Library





**Figura 6:** Selezione del tipo di libreria.

Nella finestra di dialogo di Figura 6 si aprirà solo se è aperto un progetto. In particolare chiede se la libreria deve essere associata solo al progetto o essere Globale. In generale è bene selezionare Globale, visto l'interesse di usare un componente per progetti multipli. Nel caso in cui non sia aperto nessun progetto, si considera in automatico che la libreria sarà Globale, e viene mostrata la seconda finestra di dialogo al fine di scegliere il percorso e il nome della libreria, seguendo le regole descritte prima. In questo esempio ho creato una nuova cartella in C: con il nome KiCad 8 – Library, e salvato la libreria dei simboli al suo interno, nominandola *Optical\_Sensors* (Figura 7). In particolare nell'esempio creeremo una libreria per un sensore ottico, e l'aggiungeremo a questa raccolta.



**Figura 7:** Footprint editor.

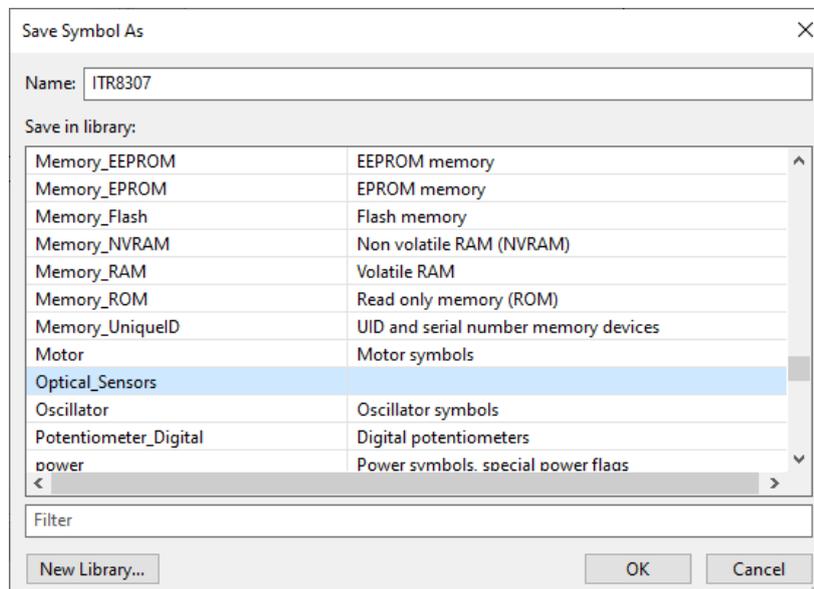
Se tutto andrà a buon fine, la libreria vuota, sarà aggiunta nella lista delle librerie, alla sinistra dell'ambiente di lavoro.

A questo punto è possibile usare la nuova libreria come raccolta di nuovi simboli. Per esempio si possono aggiungere simboli delle librerie KiCad, semplicemente aprendo il simbolo di interesse.

Come esempio si potrebbe aggiungere il simbolo del sensore APDS-9301 nella libreria creata. Per fare questo, dopo aver aperto il simbolo di interesse, selezionare:

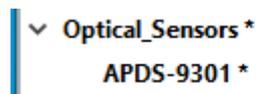
File → Save Copy As...

nella finestra di dialogo di Figura 8 è possibile selezionare la libreria in cui salvare il simbolo, ovvero la nuova libreria creata.



**Figura 8:** Selezione della libreria in cui salvare il simbolo.

Una volta salvato il simbolo nella libreria personale, è possibile vedere che viene aggiunto alla lista della stessa. Questa rappresenta una modifica della libreria e viene mostrata con un \*.



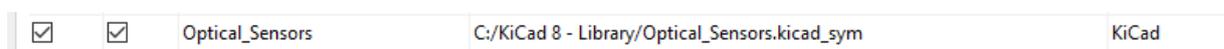
Per completare la modifica è necessario salvare le modifiche, ovvero è necessario effettuare un *Save All*. O tramite il menu:

File → Save All

o tramite l'icona nella *Toolbar*:



Fatto questo, si può notare che il percorso della libreria creata viene aggiunto in automatico nella lista delle librerie da aprire



La procedura manuale è necessaria in ogni modo se si sta importando una libreria manualmente.

Arrivati a questo punto abbiamo creato una nuova libreria di simboli e aggiunto un simbolo già esistente. Nei prossimi paragrafi vedremo come creare un simbolo nuovo.

In maniera analoga al simbolo, anche per il footprint (impronta), è possibile creare una libreria. Per fare questo, dalla schermata principale di KiCad, selezionare la voce, *Footprint editor* :



Si aprirà la nuova finestra di lavoro di Figura 9.

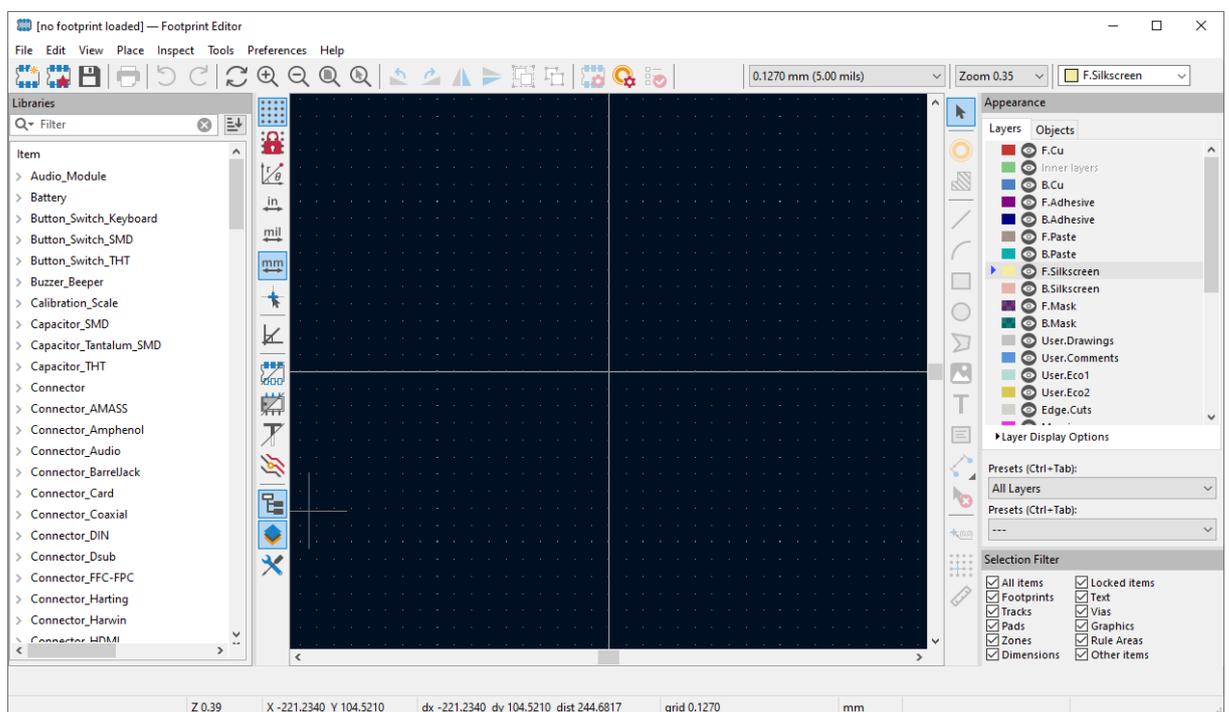


Figura 9: Footprint editor.

Selezionare la voce dal menu:

```
File → New Library...
```

Si aprirà anche in questo caso la selezione *Global* o *Project*, a seconda se un progetto è attivo o meno. Successivamente è possibile selezionare il nome del file. Il nome del file di libreria per i footprint terminano con *.pretty* e sono delle cartelle. Nell'esempio ho dato il nome di *Optical\_Sensors*. Salvare la libreria nello stesso percorso precedentemente creato per i simboli, al fine di avere un unico punto in cui si hanno le librerie personali. Una volta creata la libreria, vengono aggiornati i percorsi e aggiunta la libreria *Optical\_Sensors*, che risulta inizialmente vuota.

Allo stesso modo dei simboli, è possibile aprire una qualunque impronta della libreria e tramite il menu:

File → Save As...

è possibile salvare il footprint all'interno di un'altra libreria, che può essere appunto quella appena creata. Nei prossimi paragrafi sarà mostrato come creare un footprint personale.

## Migrare una libreria ad una nuova versione KiCad

Durante la fase di creazione delle librerie, si è consigliato di salvare il tutto in una cartella con il nome KiCad  $x$ , con  $x$  il numero della versione. La ragione principale è dovuta al fatto che nel cambio delle versioni principali avviene spesso un aggiornamento e miglioramento del formato delle librerie. La nuova versione KiCad supporta in automatico le vecchie versioni di libreria che dovranno essere però convertite quando si salva il progetto. Una volta che si salva il progetto nel nuovo formato non è possibile più aprirlo con vecchie versioni di KiCad. In alcuni casi si può avere l'esigenza di mantenere un progetto in una versione di KiCad, per cui avere le librerie per la versione giusta risulta fondamentale.

Per cui, per evitare che questo possa creare problemi con vecchi progetti che si vuole aprire con vecchie versioni, è bene avere le librerie raccolte per versione. Supponiamo di avere le librerie KiCad 7 – Library, precedentemente create. Quando viene rilasciata la nuova versione, ovvero KiCad 8, quello che faccio è copiare ed incollare la libreria e la rinomino KiCad 8 – Library, in questo modo ho le librerie pronte per la nuova versione. Dalla schermata principale, selezionando le voci dei menu:

Preferences → Manage Symbol Libraries...

Preferences → Manage Footprint Libraries...

Bisogna aggiornare i percorsi, al fine di permettere alla nuova versione di aprire le librerie KiCad 8 – Library. Le librerie sono però ancora alla versione 7.

Una volta aggiunte le librerie nelle rispettive liste dei simboli e footprint. Nelle finestre di dialogo simboli e footprint selezionare le librerie e premere il tasto *Migrate Library*, presente in basso a destra della finestra di dialogo. Tale procedura, come detto va fatta sia per le librerie dei simboli che le librerie dei footprint.

In questo modo le librerie nella nuova cartella hanno il formato KiCad 8.

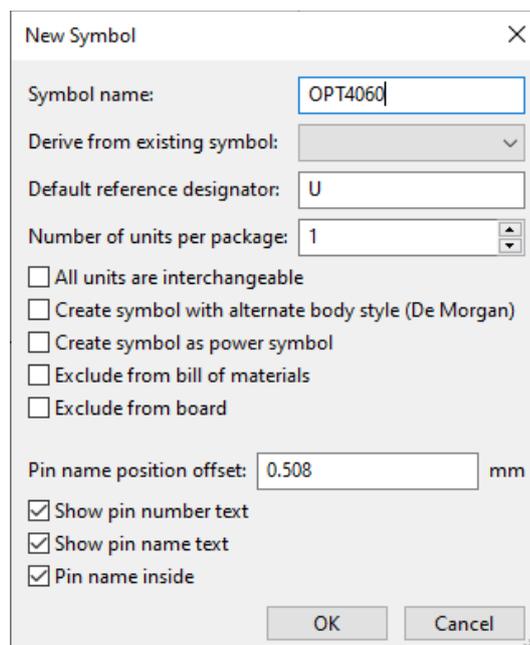
## Creare un Simbolo

Per creare un nuovo simbolo, si deve aver creato in precedenza una libreria che raccoglierà i simboli simili. In particolare in questo esempio aggiungeremo il sensore ottico RGB della Texas Instruments, OPT4060. Come per ogni simbolo, al fine di usare i dati corretti, è necessario avere il datasheet sotto mano. Alcune volte si può prendere spunto anche dal datasheet per la scelta del simbolo. Altre volte, se in libreria è presente un simbolo simile, si può usare quello e avere l'accortezza di effettuare Save As... per aggiungerlo alla libreria personale.

Per aggiungere il nuovo simbolo, selezionare la libreria alla sinistra della finestra di lavoro, ovvero *Optical\_Sensor*, e andare alla voce del menu:

File → New Symbol...

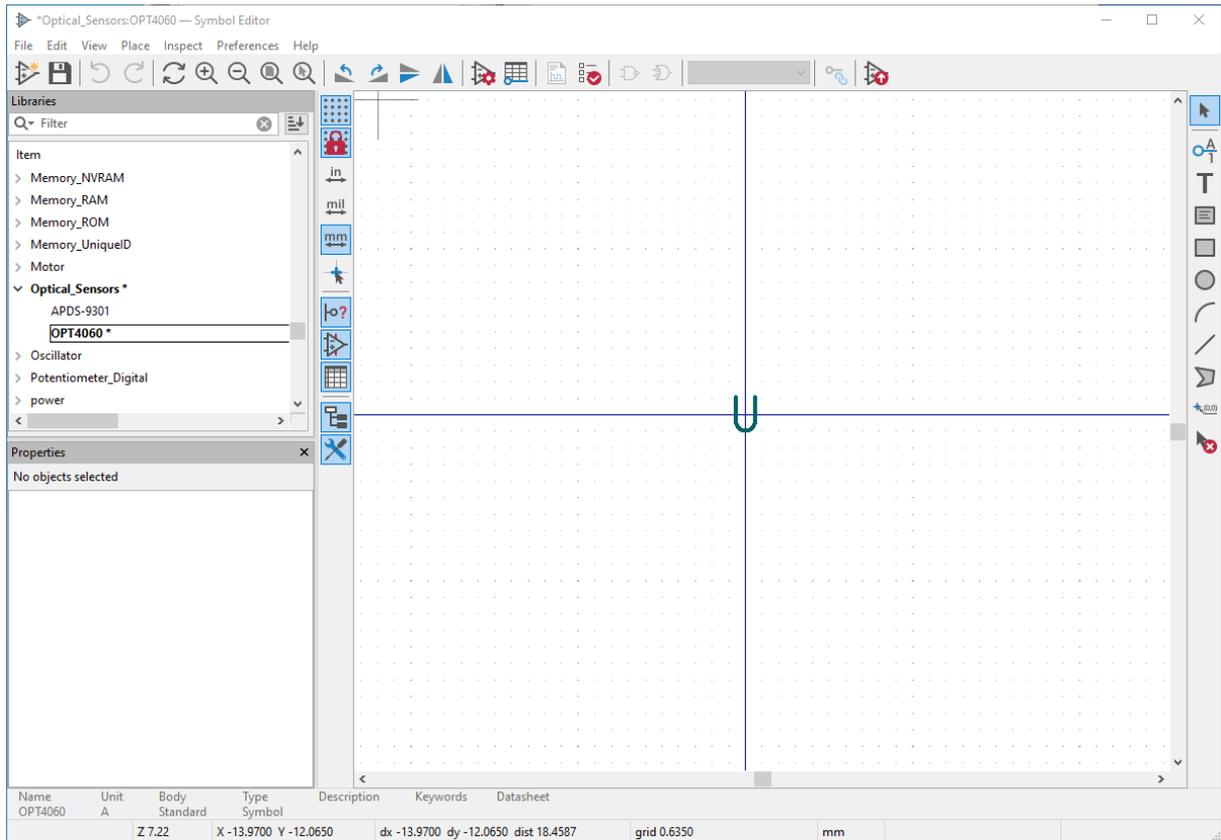
Nella finestra di dialogo di Figura 11 basta aggiungere il nome OPT4060 e premere OK.



**Figura 11:** Impostazioni del nuovo Simbolo.

La finestra di lavoro viene aggiornata come in Figura 12. Si noti la U che compare al centro. Questa viene usata tipicamente per gli integrati ed incrementata automaticamente inserendo i componenti nello schema elettrico, ovvero U1, U2...

Se si fosse creato un simbolo per il resistore, in Figura 11, nel campo *reference designator*, si poteva scrivere R invece di U.



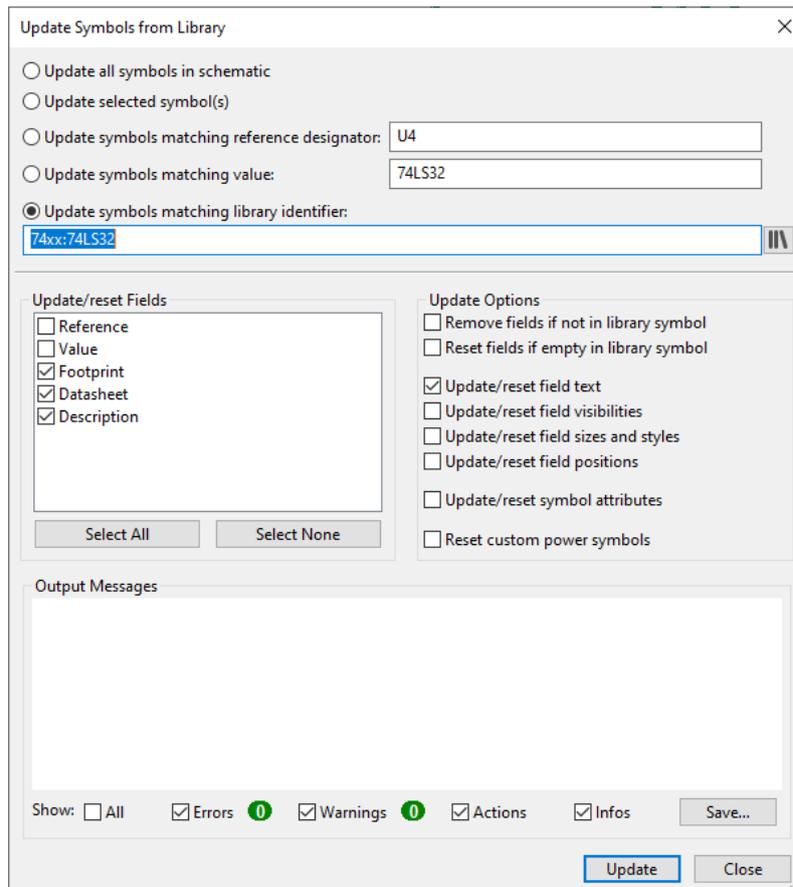
**Figura 12:** Impostazioni del nuovo Simbolo.

Arrivati a questo punto, è bene salvare direttamente con *Save All*, al fine di aggiungere effettivamente il nuovo componente. Piano, piano che si faranno le modifiche sarà possibile aggiornare il simbolo.

La libreria è infatti aggiornabile ad ogni momento. Se un progetto fa però uso del componente, la libreria non viene aggiornata nel progetto. Infatti ogni progetto include in automatico ogni libreria usata, nella versione in cui è stata inserita nel progetto. Modifiche nella libreria, per essere riportate nel progetto, richiedono la selezione del simbolo nel progetto (schema elettrico) e tramite tasto destro nel mouse, selezionare la voce

Update Symbol...

Nella finestra di dialogo che si apre (Figura 13), selezionare, *Updating Symbol Matching library identifier* o *Update all symbols in the schematic*. In questo modo lo schema elettrico, ovvero il progetto, viene aggiornato con l'ultima versione del simbolo. Salvare il progetto al fine di rendere le modifiche permanenti.



**Figura 13:** Aggiornare un simbolo in uno schema elettrico.

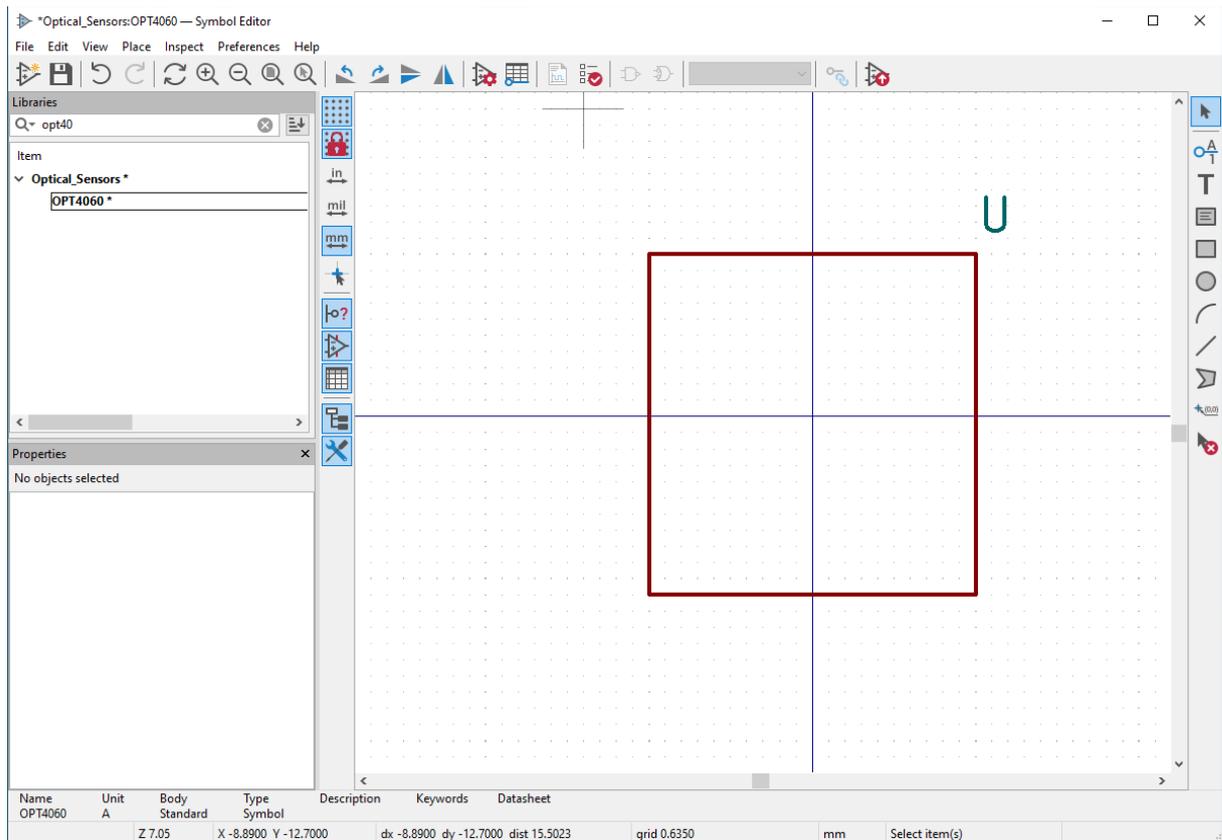
Sulla destra di Figura 12, è presente la *Toolbar* con i vari comandi per disegnare figure geometriche, aggiungere testo, come anche aggiungere i pin.



Per disegnare il componente si procede prima con il disegnare il corpo del componente, successivamente si aggiungono i pin.

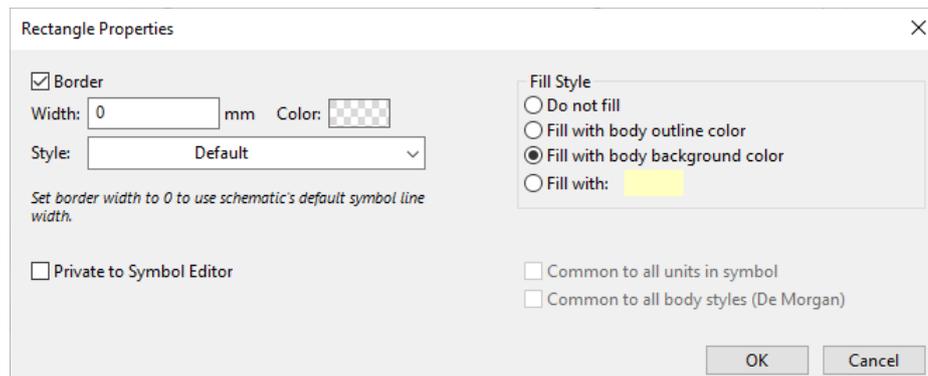
Una domanda legittima è: quanto deve essere grosso il rettangolo del componente?

Per decidere questo in realtà metto in generale 2 pin e li posiziono alla distanza di 2-4 spazi al fine di facilitare lo schema elettrico. Da quella dimensione e il numero di pin, ci si può regolare di conseguenza. Durante la realizzazione del simbolo si può poi modificare la dimensione. In generale consiglio un disegno simmetrico rispetto al centro, che è anche lo standard usato dalle librerie KiCad, come mostrato in Figura 14.



**Figura 14:** Realizzazione del corpo del componente.

Facendo doppio click sul rettangolo, si apre la finestra di dialogo di Figura 15.



**Figura 15:** Impostazioni del corpo del componente.

In particolare si può dare un colore allo sfondo al componente, selezionando *Fill with body background color*.

Si possono poi aggiungere i vari pin all'interno del simbolo. La posizione dei pin è vincolata su una griglia speciale al fine di facilitare poi la realizzazione dello schema elettrico. Questa caratteristica è nuova in KiCad 8, e può richiedere aggiornamenti manuali nelle librerie personali di KiCad 7. Infatti nello schema di KiCad 8, se la libreria usa una posizione qualunque per il pin, si potrebbe non avere il collegamento elettrico (errore segnalato). Tale vincolo in KiCad 8, evita il problema. Se non avete incontrato il

problema, probabilmente non lo capirete da questa breve descrizione.

I vari pin che si aggiungono, è bene che abbiano il nome come nel datasheet, ed in particolare lo stesso numero assegnato al pin. La posizione nel simbolo può essere qualunque. Generalmente seguo la legge dei potenziali, ovvero VDD in alto e GND in basso. Gli altri pin possono essere posizionati cercando di avere a mente il futuro utilizzo nella realizzazione dello schema elettrico.

In Figura 16 è mostrato il dettaglio del pin VDD. In particolare quando si posiziona il pin, compare la finestra di dialogo, ma anche facendo un doppio click sul pin stesso, può essere riaperta per modifiche successive.

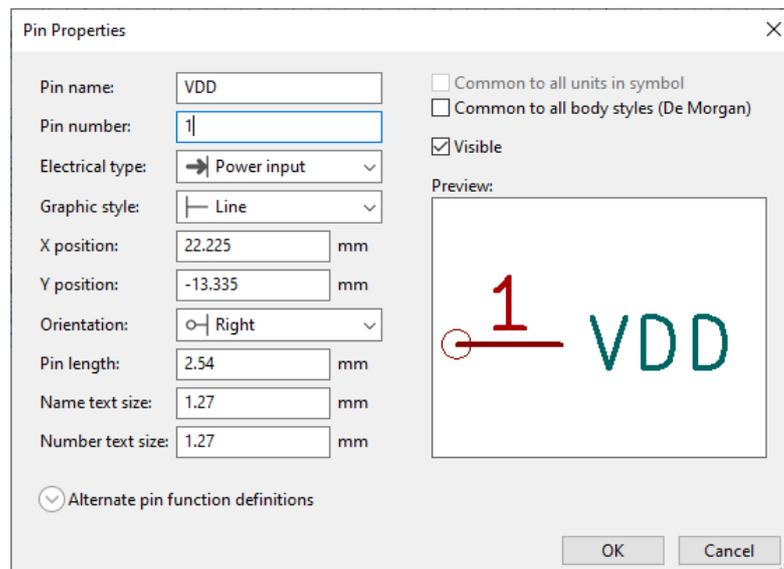


Figura 16: Impostazioni di un nuovo pin.

Ad ogni pin va assegnato il nome, e il valore del pin. In particolare un errore sul numero del pin può inficiare il funzionamento dello schema e relativo PCB. Ad ogni pin può essere assegnato il tipo, come *Power Input*, *Power output*, *Input*, *Output*...

Questo torna utile quando viene fatto il controllo elettrico dello schema, per cui il valore giusto aiuta il supporto di un controllo automatico sulla connessione dei pin. L'orientamento può non essere impostato, visto che si può decidere durante il posizionamento del pin, semplicemente premendo la lettera "r", che permette di ruotare il pin, in base al lato del componente in cui verrà posizionato.

Una nota aggiuntiva merita il pin NC (*Not Connected* – Non Collegato).

In questo caso come tipo si è messo direttamente *Unconnected*. Al fine di non richiedere una X sul pin nello schema elettrico. Infatti aggiungendo una X nello schema, si può assegnare ad un qualunque pin lo stato di *Unconnected*, dunque durante la verifica dello schema non è generato alcun errore se il pin non è collegato a nessuna linea elettrica.

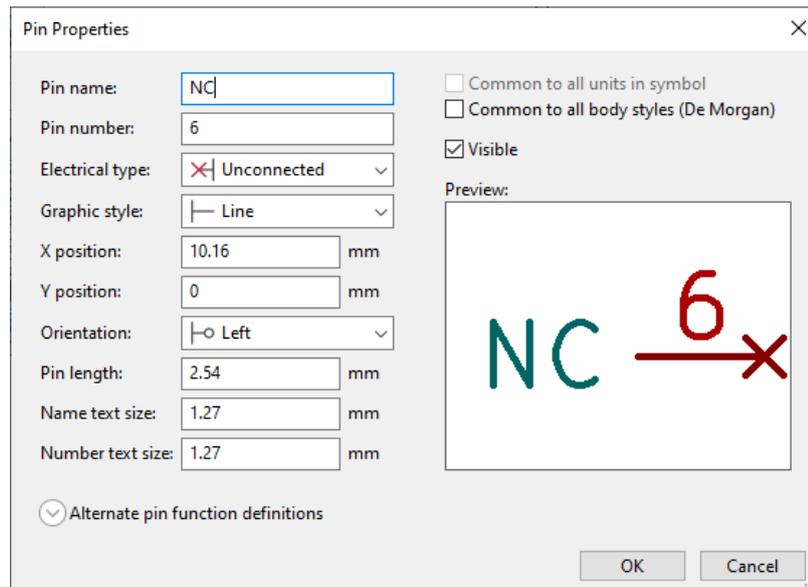


Figura 17: Impostazioni del pin NC.

Alcune librerie mettono tutti in pin NC sovrapposti e disabilitano il campo *Visible*. In questo modo si rende il pin invisibile. Questo approccio viene fatto anche nel caso in cui ci siano più VDD o GND. Viene visualizzato un solo pin e gli altri sono nascosti. Quando si fa i layout del PCB, se più pin hanno lo stesso nome ma numero di pin diverso, sono comunque collegati elettricamente assieme.

Detto questo, personalmente non seguo nessuno dei due approcci, visto che nascondere i pin di una libreria che non si conosce, ti costringe a verificare se non ci sono errori. Visualizzando ogni pin, si limita la necessità di questo controllo aggiuntivo.

Una volta posizionati i vari pin, si ottiene il simbolo di Figura 18. In un certo qual modo abbiamo finito, ma è bene che vengano effettuati dei controlli aggiuntivi. In particolare premendo il tasto della *Toolbar* :



si effettua un controllo automatico di possibili problemi.  
Premendo invece il tasto:



viene visualizzata la tabella di Figura 19.

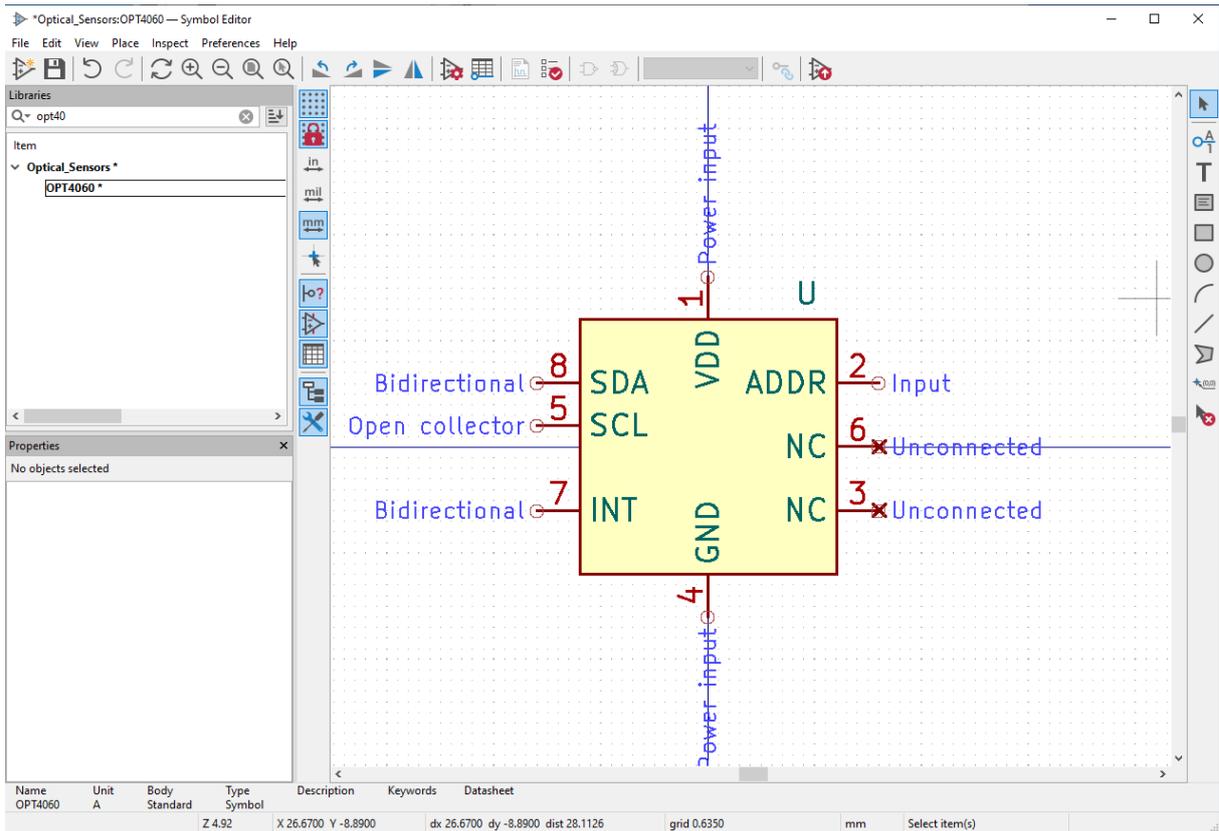


Figura 18: Esempio di simbolo terminato.

Dalla Figura 19 è possibile avere una visualizzazione ordinata dei vari pin che si sono inseriti. In particolare è bene confrontare tali valori con il datasheet, che spesso riporta una tabella simile, come mostrato in Figura 20.

Pin Table

Pin numbers: 1-8      Pin count: 8      Duplicate pins: none

Count	Number	Name	Electrical Type	Graphic Style	Length	X Position
1	1	VDD	→ Power input	— Line	2.54 mm	0 mm
1	2	ADDR	→ Input	— Line	2.54 mm	10.16 mm
1	3	NC	✗ Unconnected	— Line	2.54 mm	10.16 mm
1	4	GND	→ Power input	— Line	2.54 mm	0 mm
1	5	SCL	↵ Open collector	— Line	2.54 mm	-10.16 mm
1	6	NC	✗ Unconnected	— Line	2.54 mm	10.16 mm
1	7	INT	↔ Bidirectional	— Line	2.54 mm	-10.16 mm
1	8	SDA	↔ Bidirectional	— Line	2.54 mm	-10.16 mm

Group by name    Group Selected       

Figura 19: Tabella riassuntiva dei pin del simbolo.

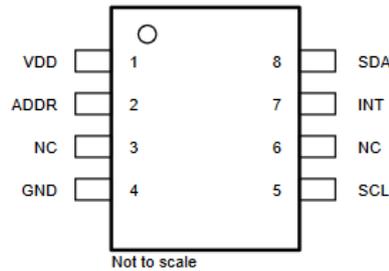


Figure 6-1. DTS Package, 8-Pin SOT-5X3, Top View

Table 6-1. Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NO.	NAME		
1	VDD	Power	Device power. Connect to a 1.6-V to 3.6-V supply.
2	ADDR	Digital input	Address pin. This pin sets the least significant bits (LSBs) of the I <sup>2</sup> C address.
3	NC	No Connection	No Connection
4	GND	Power	Ground
5	SCL	Digital input	I <sup>2</sup> C clock. Connect with a 10-k $\Omega$ resistor to a 1.6-V to 5.5-V supply.
6	NC	No Connection	No Connection
7	INT	Digital I/O	Interrupt input/output open-drain. Connect with a 10-k $\Omega$ resistor to a 1.6-V to 5.5-V supply.
8	SDA	Digital I/O	I <sup>2</sup> C data. Connect with a 10-k $\Omega$ resistor to a 1.6-V to 5.5-V supply.

Figura 20: Tabella riassuntiva dei pin del componente (estratto dal datasheet Texas Instruments OPT4060).

Sebbene il simbolo sia terminato, ci sono altre impostazioni che è possibile aggiungere. Premendo il tasto della *Toolbar*:



viene visualizzata la finestra di dialogo di Figura 21. In particolare:

- Al campo *Value*, si può assegnare il nome del componente, ovvero OPT4060.
- Al campo *datasheet* si può mettere il link del datasheet.
- Al campo *Description* si può mettere la descrizione del componente.

Un ultimo campo che si può impostare è il *footprint*, ovvero l'impronta. Per componenti speciali come questi, per i quali è disponibile una sola variante e un solo *package*, è bene aggiungere il footprint. In questo modo si evita di dover fare il link ogni volta che si crea lo schema elettrico. Se ci dovessero essere più varianti, si potrebbe creare un componente di libreria diverso, il cui nome contiene il formato completo che include anche il tipo di *package*.

Il *footprint* dell'OPT4060 è comunque un poco particolare e le librerie di footprint KiCad non lo hanno, per cui nel campo footprint, premendo il simbolo dei libri sulla destra, non si troverà nulla. Bisogna dunque creare il *footprint* ad hoc, che sarà l'argomento del prossimo paragrafo. Creato il nuovo *footprint* si potrà poi modificare la libreria del simbolo con la nuova informazione, o effettuare il link simbolo-footprint a livello di schema elettrico.

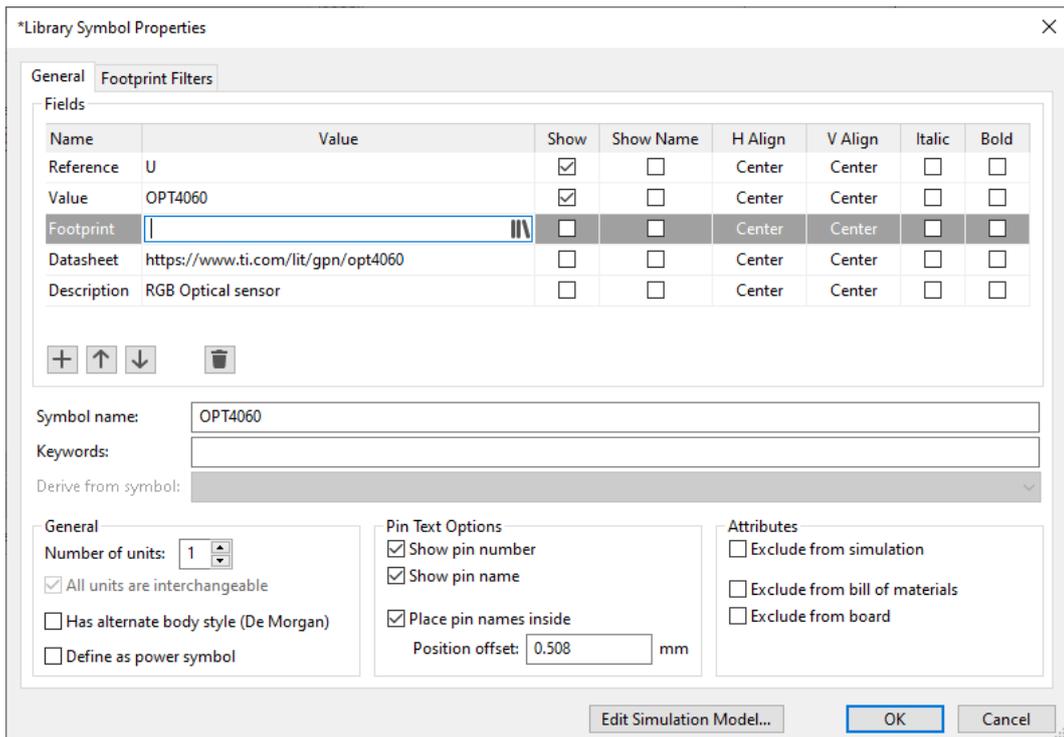


Figura 21: Proprietà aggiuntive del simbolo.

Inserite tutte le informazioni, il simbolo è completo, come mostrato in Figura 22. ...salvate il simbolo, e lo avrete nella libreria personale.

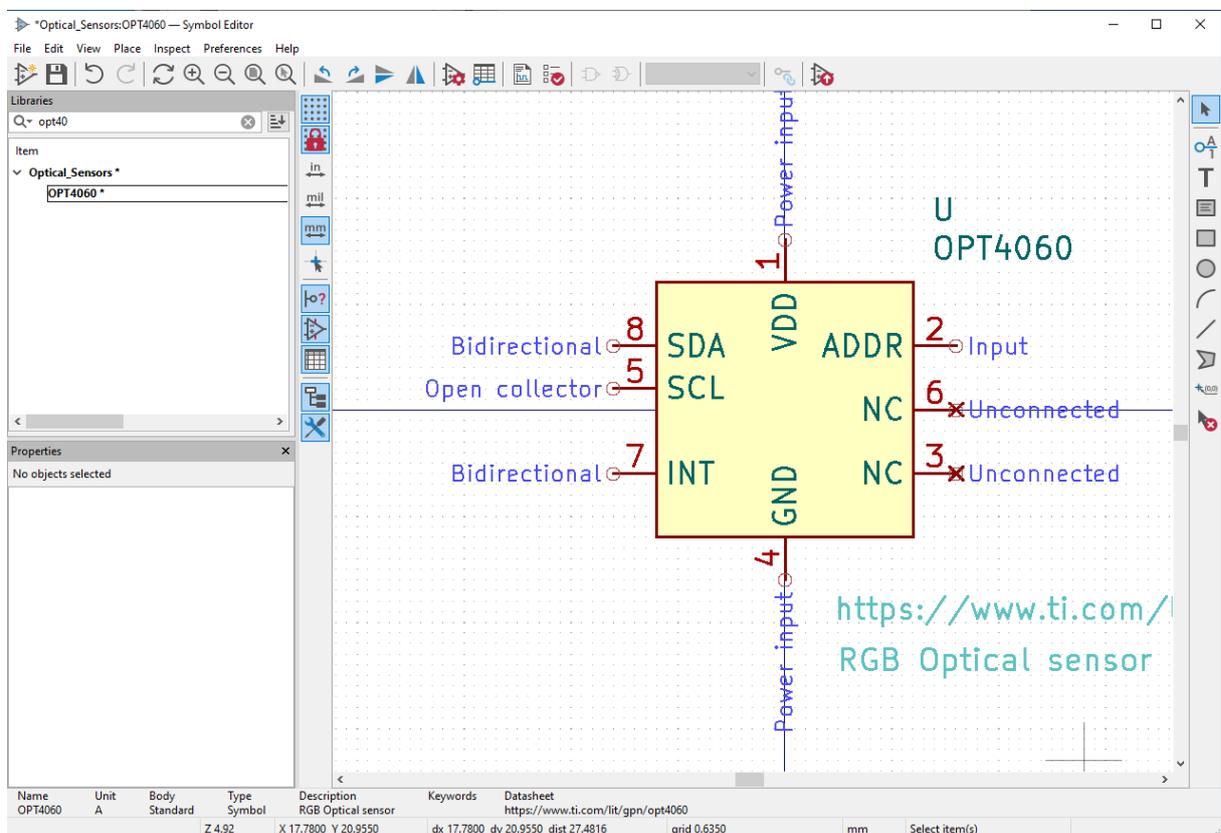


Figura 22: Simbolo completo con le informazioni aggiuntive.

## Creare un Footprint - Impronta

La realizzazione di un nuovo *footprint* avviene nell'*Editor footprint* di Figura 9. Dall'ambiente di lavoro si ha la lista dei *footprint* esistenti, ed in particolare anche la libreria che abbiamo precedentemente creato.

Nel caso del nostro esempio il *footprint* dell'OPT4060 non è disponibile, ovvero SOT-5x3 8 pins. Bisognerà crearlo e aggiungerlo nella libreria *Optical\_Sensor*. Nella *Toolbar* o menu File, si hanno due opzioni.



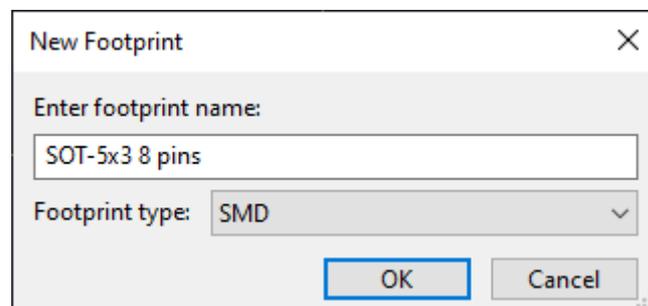
oppure:



Il primo metodo crea un *footprint* vuoto, mentre il secondo metodo guida per passi multipli la creazione. Personalmente uso la prima procedura, ovvero un *footprint* vuoto.

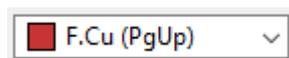
Prima di selezionare una delle due opzioni, bisogna selezionare la libreria sulla sinistra, nella quale si vuole salvare la nuova *footprint*, ovvero *Optical\_Sensor*.

Alla pressione del tasto “*New Footprint...*”, viene richiesto il nome del *footprint* (Figura 23), ed in particolare si può usare il nome “*SOT-5x3 8 pins*” e specificare che il componente è SMD, ovvero a montaggio superficiale.



**Figura 23:** Richiesta del nome del footprint.

L'ambiente di lavoro viene aggiornato come Figura 24. In particolare il valore REF\*\* prenderà il nome al quale verrà associato il footprint. Accertarsi che la *Toolbar* abbia il seguente layer frontale attivo:



Si può iniziare ad inserire i vari *pad* per i pin, premendo il tasto della *Toolbar*:



Alla pressione, comparirà la finestra di dialogo di Figura 25. La finestra di dialogo permette di impostare le caratteristiche del *pad*, tra cui le dimensioni e formato. Si può

accedere a questa finestra anche in un secondo momento, facendo doppio click sul *pad* eventualmente già posizionato. In particolare tendo a creare un solo *pad* con le caratteristiche di interesse. Successivamente con CTRL+C copia, e CTRL+V incolla, creo gli altri.

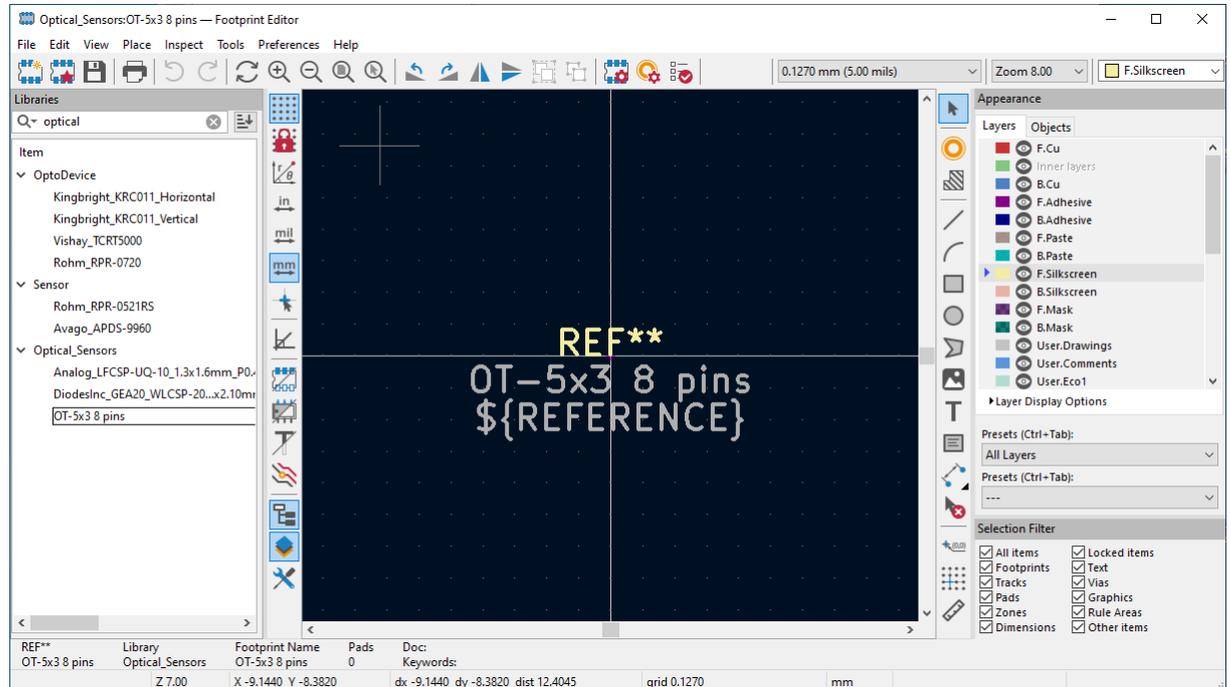


Figura 24: Ambiente di lavoro alla creazione del footprint vuoto.

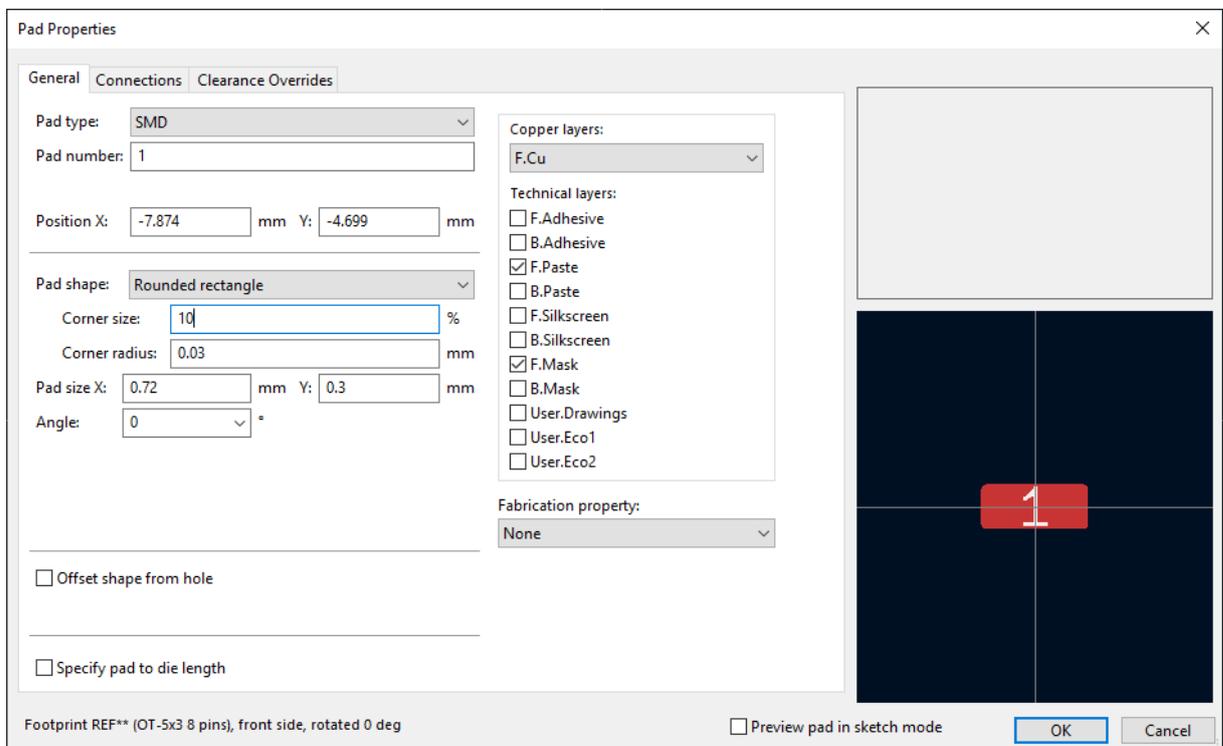
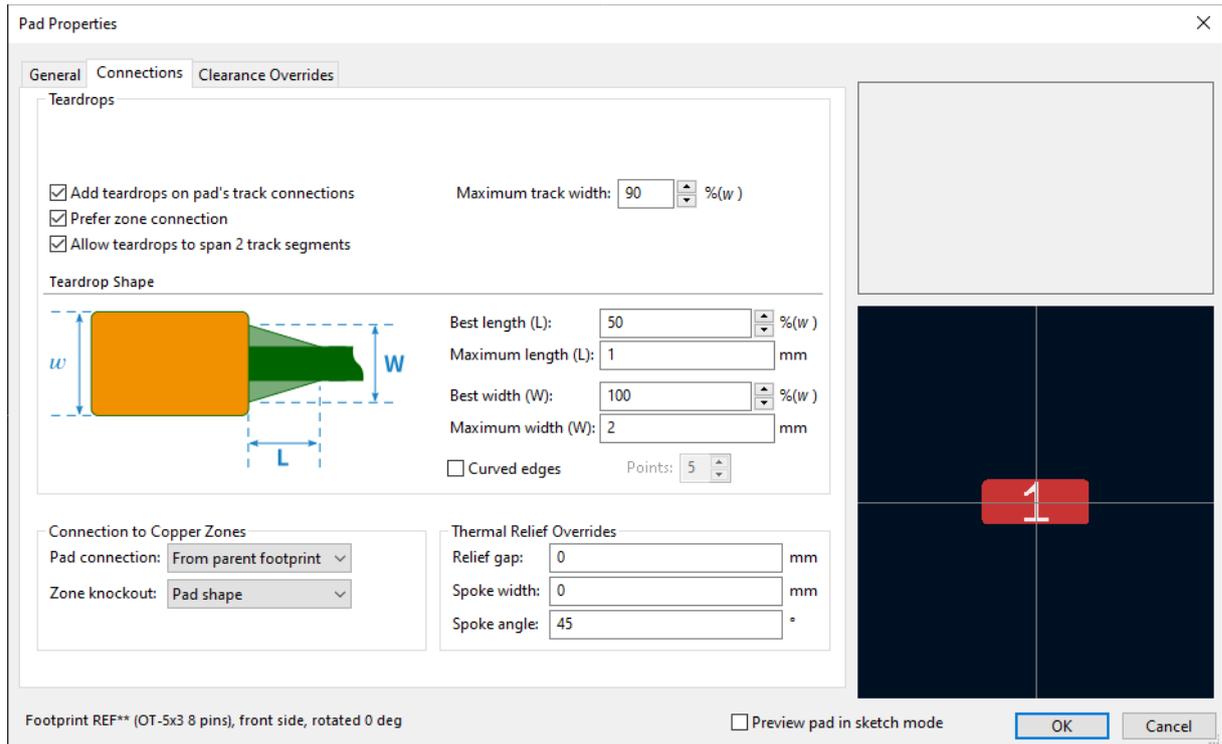


Figura 25: Finestra di dialogo per inserire un nuovo pad.

Tra i campi principali vi è il tipo di *pad*, SMD o a foro passante, e successivamente si può scegliere la forma del *pad*, che deve riflettere quella del datasheet.

Impostazione fondamentale è poi il numero del *pad*, ovvero pin che verrà associato al simbolo.

Un'altra impostazione, nuova in KiCad 8, è quella del collegamento a goccia con il *pad*. Questo può tornare utile soprattutto per le linee di comunicazione o bus in cui il segnale ha transizioni rapide. Il collegamento a goccia limita infatti la variazione di impedenza nel collegamento pista e pad.



**Figura 26:** Finestra di dialogo per inserire un nuovo pad - Connections.

Facendo copia e incolla, ogni *pad* avrà lo stesso numero, ma avrà comunque le stesse caratteristiche. In ogni modo le nuove caratteristiche impostate sono ereditate anche da nuovi *pad*. Con il copia e incolla bisogna poi impostare nuovamente il numero del *pad*.

Con lo strumento del metro, è possibile posizionare correttamente i *pad*. In particolare si può cambiare la dimensione della griglia, al fine di semplificare gli spostamenti e posizionamenti.



È importante che il componente sia disegnato con la simmetria rispetto al centro, altrimenti creare un modello 3D può essere più complicato ed eventualmente richiedere un aggiustamento per gli offset. In Figura 27 è mostrato il lavoro completato, dopo aver posizionato e numerato i *pad*. Si noti la simmetria del posizionamento rispetto all'origine, ovvero il centro della croce.

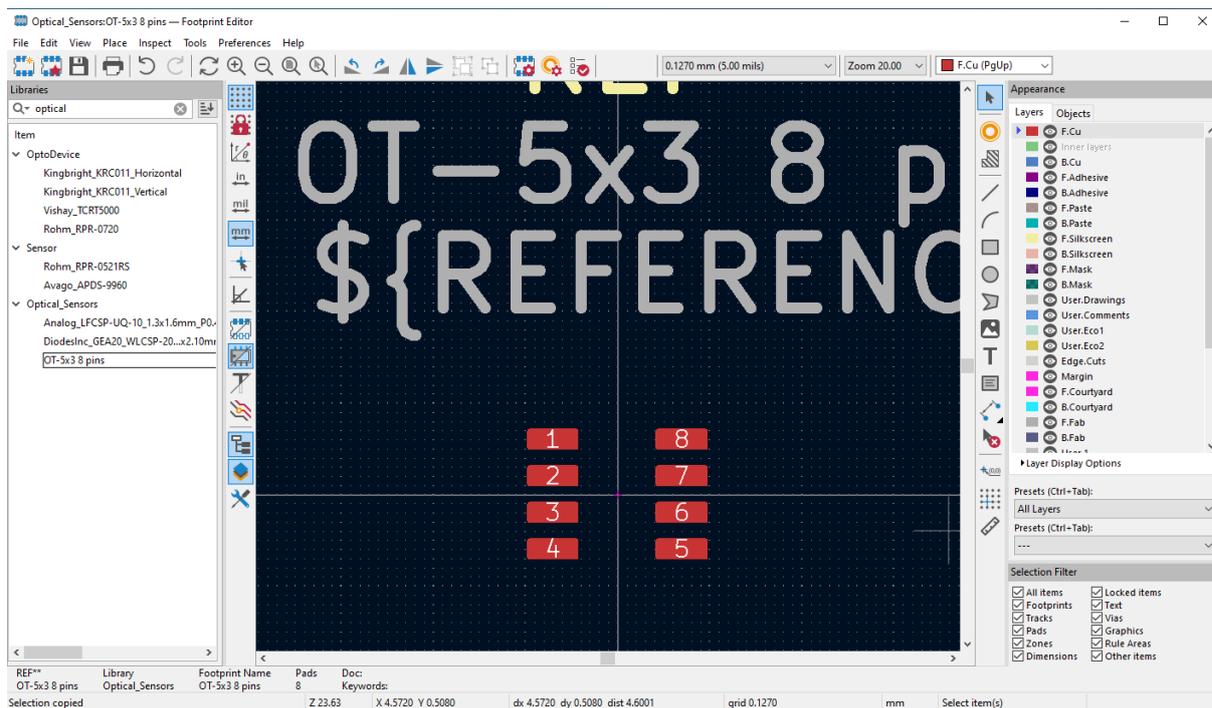
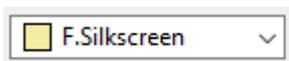


Figura 27: Footprint con il posizionamento dei pad.

Una volta messi i *pad*, il *footprint* è terminato al 50%. infatti i PCB hanno anche la serigrafia. Per aggiungerla, selezionare il layer, frontale (top), relativo alla serigrafia.

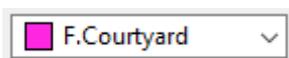


Con i comandi di linea e poligono, è possibile disegnare la serigrafia, secondo le dimensioni del *package* mostrate dal datasheet. Disegnando sopra i *pad*, la serigrafia non è poi stampata, per cui si può eventualmente farla un poco più grande.



La Figura 28, mostra il disegno della serigrafia secondo i nuovi standard di KiCad. In particolare il pin 1 viene indicato con un triangolo.

Dopo la serigrafia va aggiunto il confine del componente, che non è rappresentato dalla serigrafia stessa, ma dal layer *Courtyard*.



In particolare tramite un semplice poligono la si può disegnare il confine.



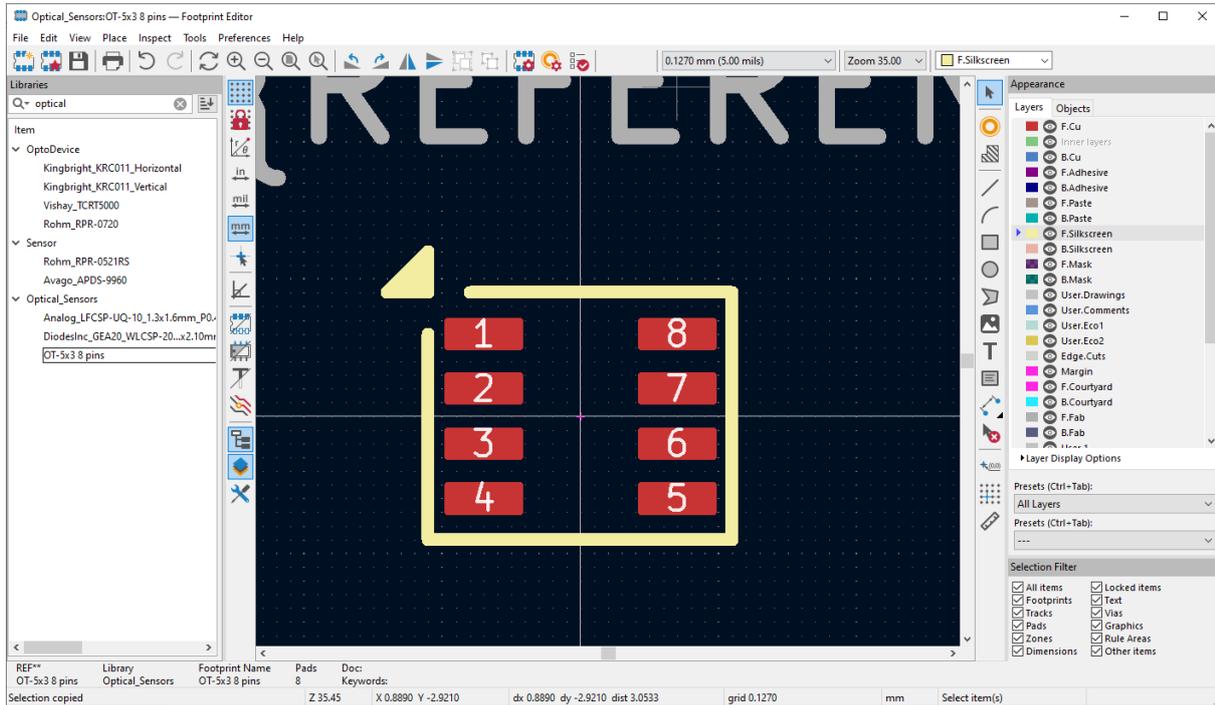
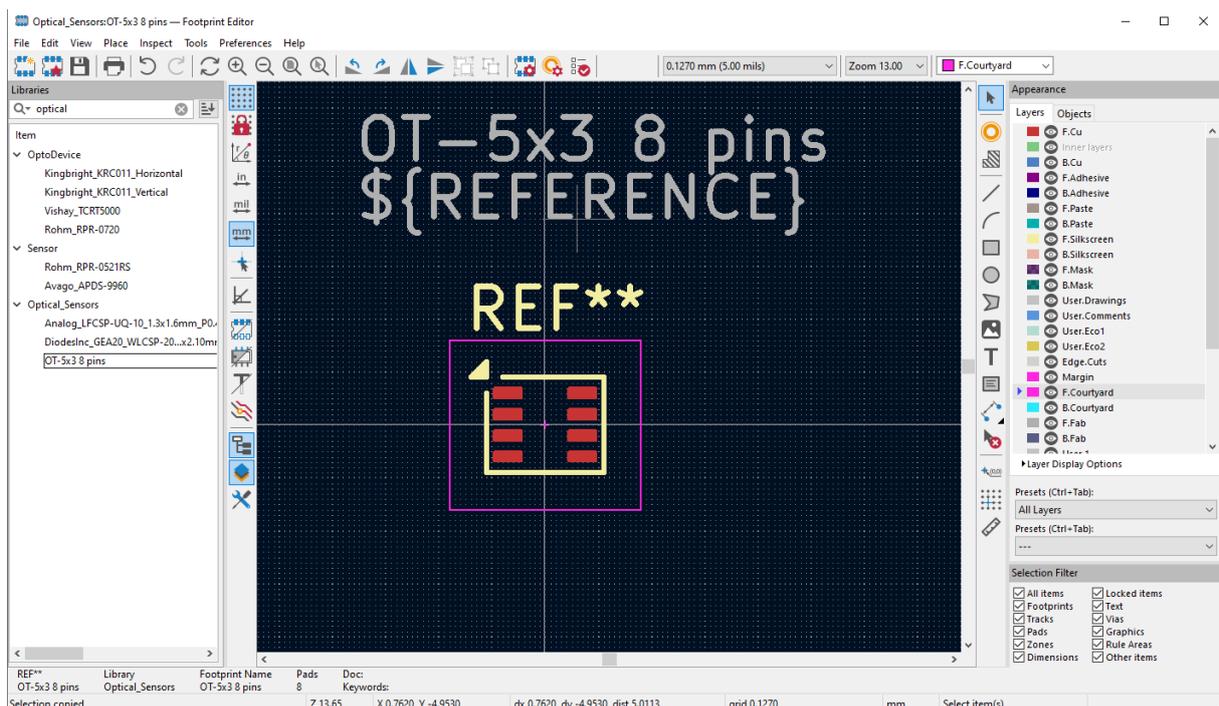


Figura 28: Footprint con il disegno della serigrafia.

Il confine disegnato è mostrato in Figura 29 (linea viola). Tipicamente il confine è posto a circa 0.8-1mm dal confine del componente, al fine di garantire un agevole posizionamento e rimozione del componente (in caso di problemi), dal PCB. Inoltre, il confine viene usato durante la verifica automatica del PCB, per assicurarsi che non ci siano sovrapposizioni tra i componenti.

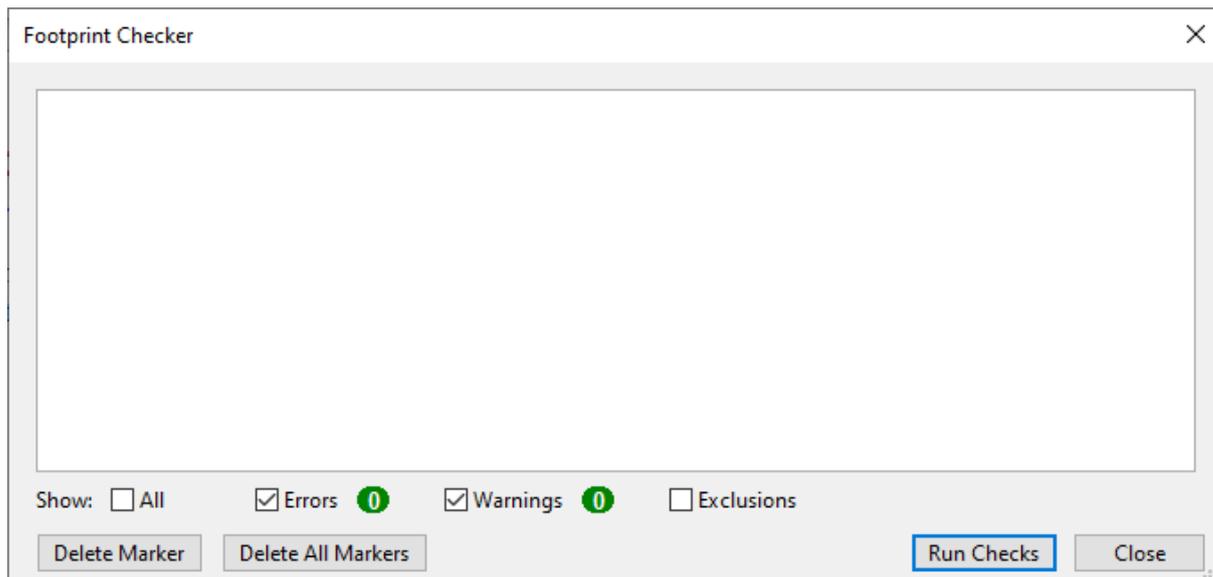


**Figura 29:** Footprint con il disegno del confine.

Inserito il confine, il *footprint* è terminato. Si può effettuare un test sullo stesso premendo il tasto della *Toolbar*:



e avviare il controllo premendo *Run Checks*, nella finestra di dialogo di Figura 30.

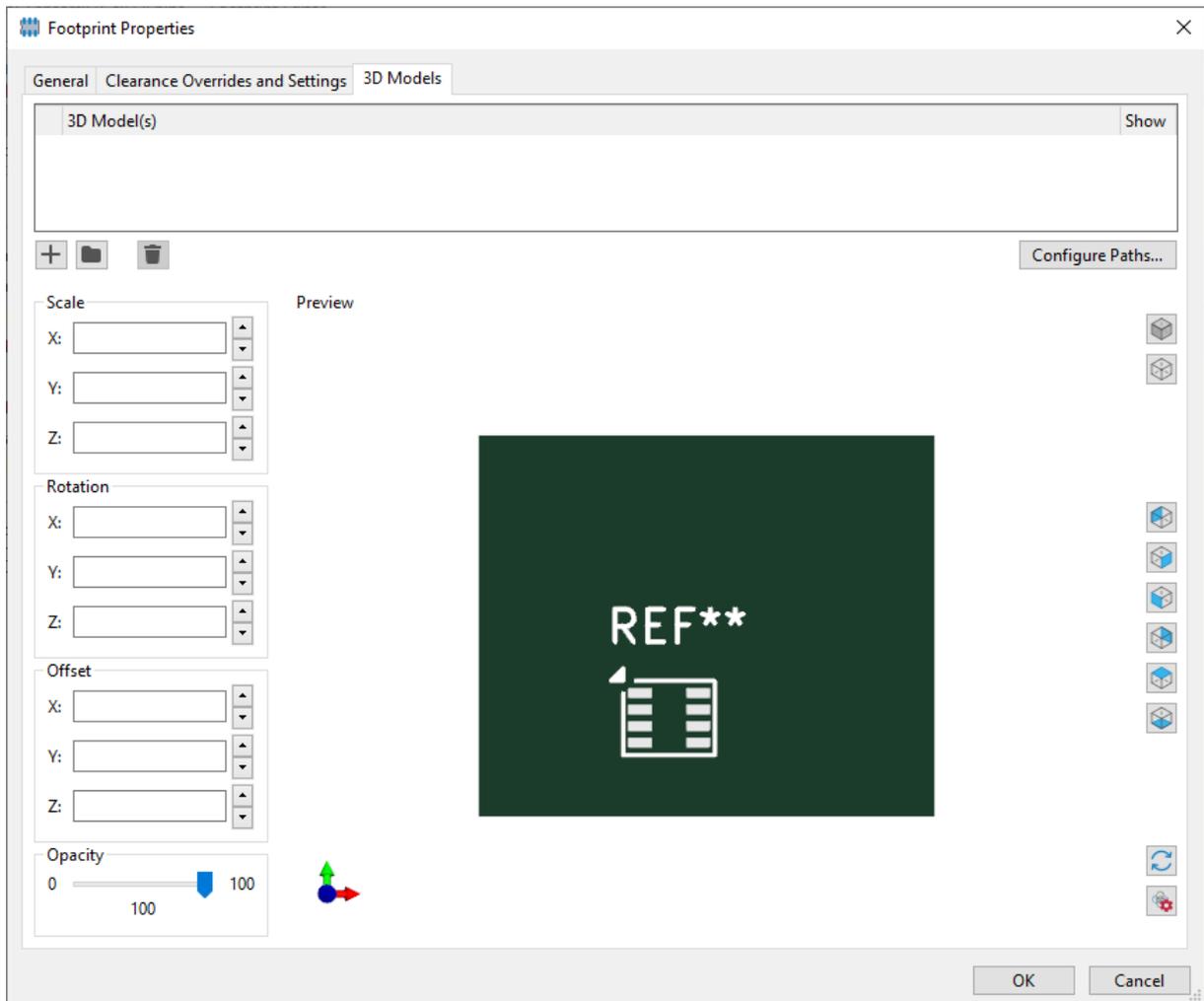
**Figura 30:** Controllo del footprint.

Al footprint può essere associato anche un modello 3D, premendo il tasto della *Toolbar Footprint Properties...*



In particolare dalla *Tab 3D model*, è possibile vedere il PCB, *pad* e serigrafia creata, come mostrato in Figura 31. Con il + è possibile aggiungere il modello 3D del componente, che sarà aggiunto nella visuale del PCB. Se il modello 3D è disegnato con la stessa simmetria del footprint, ci dovrebbe essere una diretta sovrapposizione. Se necessario si può aggiungere una rotazione o offset, con le opzioni sul lato sinistro. Le linee guida di KiCad dicono che il modello 3D deve essere creato senza necessitare correzioni.

Nei casi in cui il modello 3D sia scaricato dai distributori come Mouser, potrebbe essere necessario l'utilizzo di tali correzioni.



**Figura 31:** Proprietà del footprint – modello 3D.

Un'altra caratteristica importante che è bene citare per il *footprint*, specialmente se si sta creando un *footprint* con parti metalliche, è il tasto della *Toolbar*, *Add Rule Area*.



Questo permette per esempio, di aggiungere un blocco per le piste o *pad*, sotto il connettore, limitando problemi di cortocircuito con la parte metallica. Anche i *thermal pads* dei *package* QFN, potrebbero essere protetti con zone speciali.

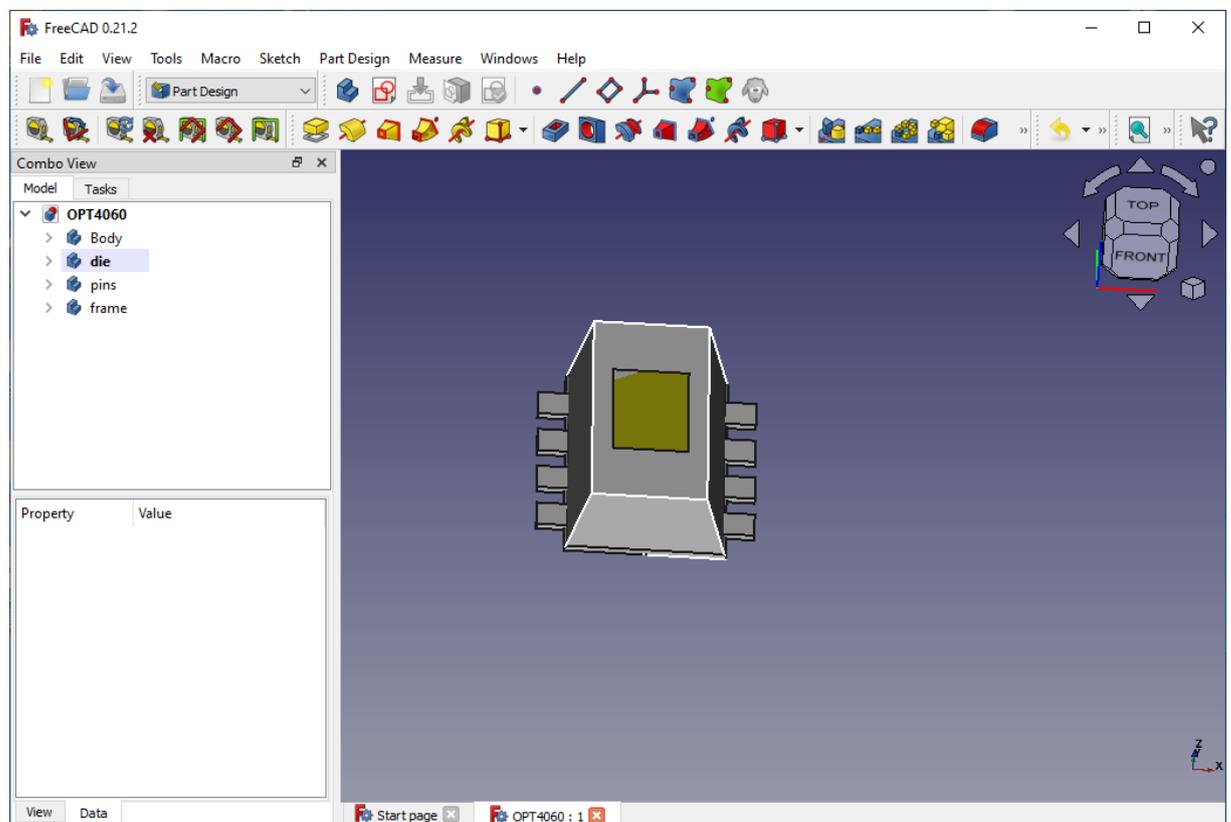
## Creare un modello 3D del componente

Per creare il modello 3D si può far uso di FreeCAD o altro CAD per generare il file .step, ovvero modello 3D.

In questa parte del corso, non si vedono i dettagli su come usare FreeCAD, che richiederebbe un corso a parte, ma si mettono in evidenza delle regole base da seguire per realizzare il modello al fine di poterlo poi aggiungere a KiCad.

- Quando si crea lo sketch, bisogna usare il piano XY.
- Il disegno deve avere la stessa simmetria del footprint.
- Creare più body per ogni parte del *package*, al fine di poter usare diversi colori.
- Esportare il modello in formato .step con colori.

In Figura 32 è mostrato il modello 3D realizzato con FreedCAD.



**Figura 32:** Modello 3D creato con FreeCAD.

I modelli 3D devono essere salvati all'interno di una cartella con il nome che termina con 3dshapes. In particolare tale cartella può contenere poi tutti i modelli 3D che si creeranno. Tipicamente ho una cartella con i modelli 3D che creo con FreeCAD, e il file che esporto in formato .step lo copio poi nella cartella LaurTec.3dshapes, che nel nostro esempio è sempre nella directory KiCad 8 – Library.

Una volta creato il modello 3D, si può aggiornare il footprint precedentemente creato, aggiungendolo alle proprietà del *footprint* stesso, come mostrato in Figura 33. Il modello

aggiunto al *footprint*, è una maniera per testare entrambi, da un punto di vista meccanico e delle dimensioni. La giusta sovrapposizione è una buona verifica sulla correttezza delle dimensioni.

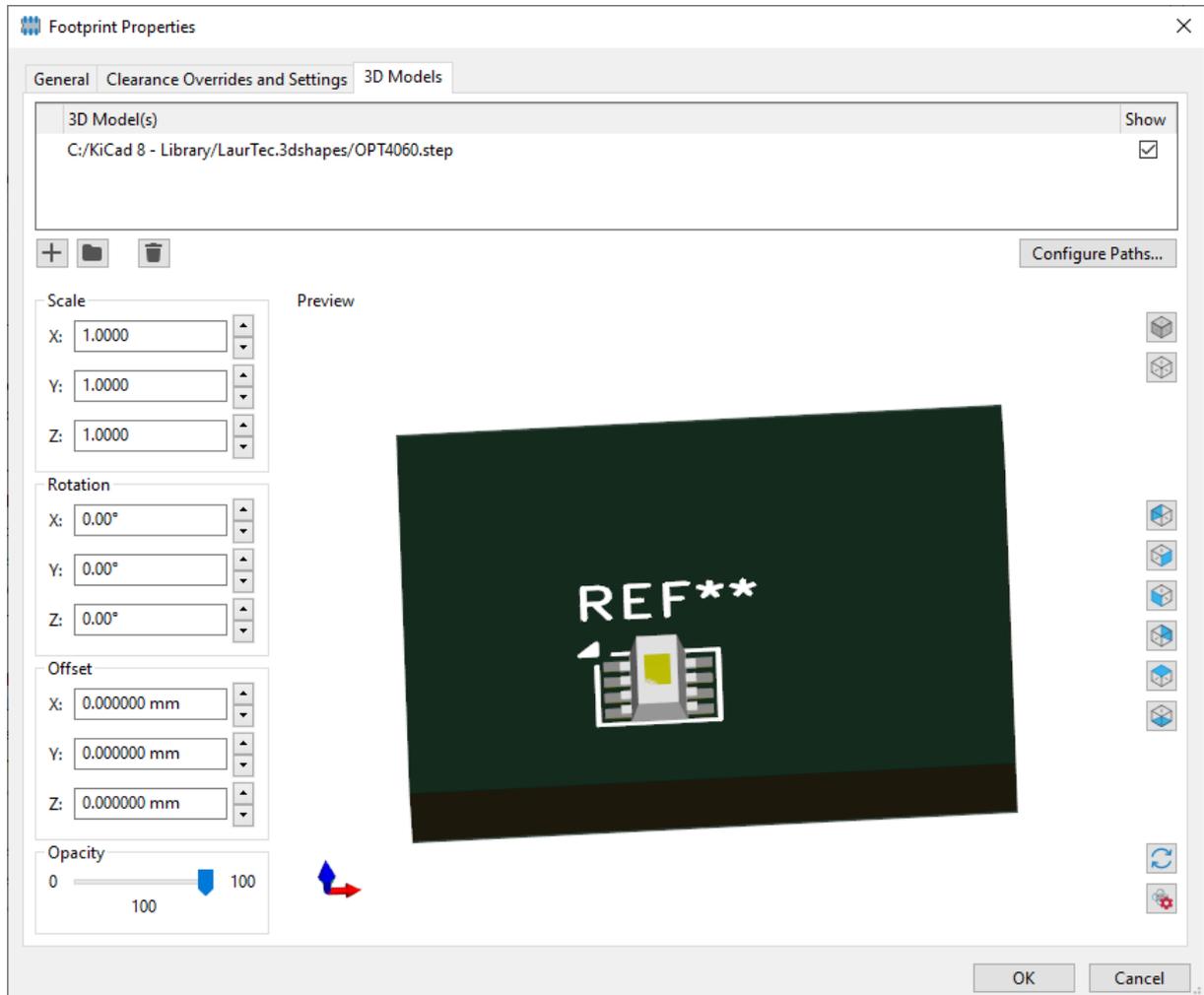


Figura 33: Modello 3D aggiunto al footprint.

## Conclusioni

KiCad viene fornito con molte librerie, ciononostante ci possono essere delle esigenze per crearne di nuove. Le principali possono essere dovute ad esigenze di progetto, al fine di avere tutto ben organizzato per i componenti di cui si fa maggior uso. Da un punto di vista delle società, si può avere un database sempre con un'associazione 1:1 simbolo e *footprint*. Inoltre i progettisti potrebbero essere obbligati ad usare solo i componenti della libreria della società, verificati e collaudati internamente. In ultimo, un'esigenza per creare una nuova libreria può nascere dal fatto che il componente potrebbe essere nuovo e non fornito dalle librerie KiCad. Il Capitolo ha guidato ad affrontare ogni caso, con la creazione di librerie personali e l'aggiunta di nuovi simboli, *footprint* e modelli 3D.

## 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
20.07.24	1.0	Mauro Laurenti	Mauro Laurenti	Versione Originale.