

Gabriele Marocco
Francesco Silvestri

Progetta e Costruisci con KiCad

Titolo | Progetta e Costruisci con KiCad
Autore | Gabriele Marocco – Francesco Silvestri
ISBN | 979-12-22733-04-3

© 2024 - Tutti i diritti riservati all'Autore
Questa opera è pubblicata direttamente dall'Autore tramite la piattaforma di selfpublishing Youcanprint e l'Autore detiene ogni diritto della stessa in maniera esclusiva. Nessuna parte di questo libro può essere pertanto riprodotta senza il preventivo assenso dell'Autore.

Youcanprint
Via Marco Biagi 6 - 73100 Lecce
www.youcanprint.it
info@youcanprint.it
Made by human

Introduzione al manuale

Il presente libro mira a portare le tue idee e i tuoi progetti di elettronica a un livello successivo; quello della progettazione di circuiti stampati di media complessità.

Il software che utilizzeremo si chiama KiCad e, nello specifico, la versione 7. Si tratta di un software *open-source* che può essere usato sia da appassionati di elettronica, sia da progettisti per professione.

Perché progettare un circuito stampato?

Se sei un appassionato di elettronica probabilmente avrai già realizzato circuiti su breadboard e basette millefori. Questi metodi sono ottimi per provare in modo rapido circuiti semplici. Tuttavia, quando i circuiti diventano più complessi ed è richiesta un'affidabilità elevata, questi metodi presentano alcune criticità. Soprattutto, per fare un esempio, per quanto riguarda le breadboard, c'è la possibilità che un filo non faccia bene contatto con un foro, causando così funzionamenti intermittenti.

Generalmente, le connessioni non sono ottimizzate e, di conseguenza, non è possibile utilizzare breadboard o basette millefori quando ci sono segnali ad alta velocità come segnali USB, HDMI, Ethernet. Inoltre, sia con le breadboard che con le basette millefori, l'ordine è essenziale per evitare che il circuito si trasformi in una ragnatela di fili. Questo sicuramente non aiuta a ripercorrere il cammino di un segnale in caso di errore. Infine, i circuiti con breadboard e basette millefori non sono facilmente replicabili.

In conclusione, realizzare circuiti con breadboard e basette millefori è un po' come guidare su strade locali: in alcune occasioni è possibile farlo, mentre in altre bisogna necessariamente prendere l'autostrada e, quindi, progettare un circuito stampato.

Perché utilizzare KiCad?

Pur essendo un software gratuito, KiCad è in continuo aggiornamento. In particolare, la versione 7 offre un'interfaccia grafica molto interattiva.

Tale versione presenta diverse differenze rispetto alle versioni precedenti, come ad esempio:



Miglioramento dell'interfaccia utente: KiCad 7 presenta una nuova interfaccia utente che rende più facile e intuitivo l'utilizzo del software. Le icone e i menu sono stati ridisegnati per rendere la navigazione più semplice e veloce.



Aggiunta di nuove funzionalità: KiCad 7 introduce numerose nuove funzionalità, come ad esempio la possibilità di esportare i file Gerber, la verifica automatica del design e una nuova funzionalità per il tracciamento dei collegamenti.



Miglioramento delle prestazioni: KiCad 7 è stato ottimizzato per le prestazioni e la velocità di esecuzione del software. Le operazioni di caricamento e salvataggio dei file sono state velocizzate, e il software è in grado di gestire PCB di dimensioni maggiori rispetto alle versioni precedenti.



Maggiore compatibilità: KiCad 7 è stato progettato per essere compatibile con altre applicazioni di progettazione di circuiti stampati, come ad esempio Altium e Eagle. Ciò significa che gli utenti possono importare ed esportare file in formati diversi, senza dover effettuare alcuna conversione.

Perché noi?

Questo libro nasce da una collaborazione tra due appassionati di elettronica e professionisti nel campo dell'elettronica: Francesco Silvestri e Gabriele Marocco.

Francesco trasmette la sua passione insegnando in un istituto tecnico; a scopo didattico, realizza semplici ed efficaci progetti. La sua passione sono i progetti *open hardware* con ogni tipo di microcontrollore. Il suo prossimo obiettivo è quello di scrivere un libro riguardante questi progetti e la realizzazione in laboratorio.

Gabriele è un progettista elettronico. Ha conosciuto i circuiti stampati all'università e si è subito appassionato a questo mondo. Ha collaborato con diverse aziende e gestisce il canale di formazione di "PCBsemplice".



È proprio grazie al percorso di "PCBsemplice" che Francesco ha conosciuto Gabriele ed è nato questo libro-manuale.

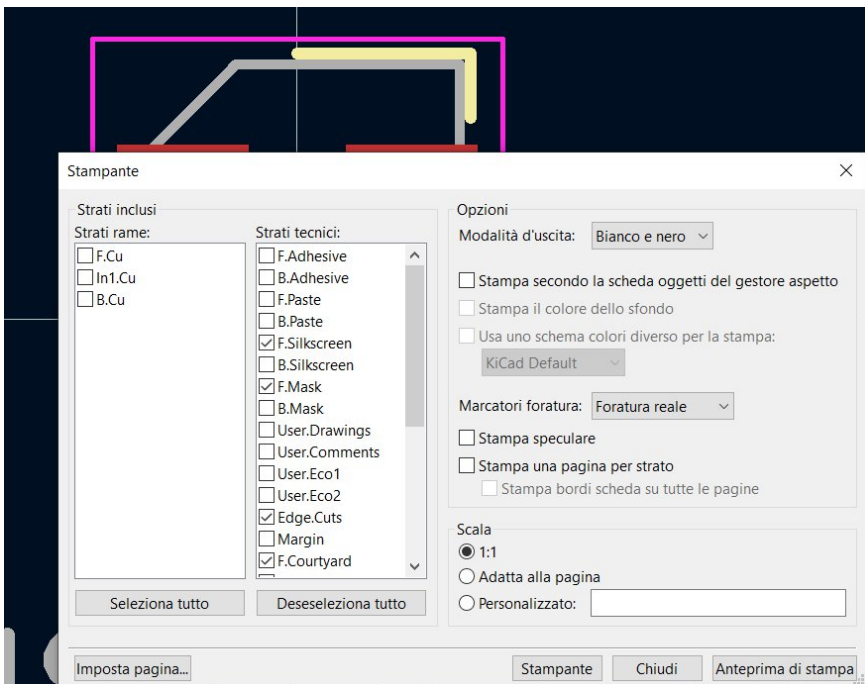
Adesso possiamo finalmente iniziare il nostro viaggio nell'autostrada dell'elettronica.

Ancora due precisazioni di servizio:

- ❖ In alcuni punti, troverai il termine PCB che è l'acronimo inglese di Printed Circuit Board, ossia "circuito stampato".
- ❖ Magari con aggiornamenti successivi di KiCad alcuni comandi potrebbero essere diversi da quelli descritti. In questo caso non farti prendere dal panico. Considera questo manuale come riferimento e poi sperimenta.

A6. Check-list rapida da stampare

A) I footprint dei componenti sono corretti? Per verificare questo, ti consiglio di stampare in scala 1:1 il circuito e di appoggiare sul foglio i componenti reali. Se non hai i componenti controlla i datasheet. Guarda la figura qui sotto.



B) La scheda PCB è aggiornata allo schema circuitale? Per controllare, vai su Strumenti->Aggiorna il C.S. dallo schema.



C) Hai controllato gli spazi minimi tra due elementi del circuito stampato? Gli spazi sono congruenti con quelli richiesti dal produttore di circuiti stampati? Per controllare queste impostazioni devi andare su File-> Impostazioni scheda-> Regole di progettazione -> Vincoli



D) I fori meccanici sono troppo vicini ai componenti?



E) I fori meccanici sono troppo vicini a piste o piani di massa/alimentazione?



F) I reference dei componenti sono visibili nella serigrafia del lato BOTTOM e del lato TOP?



G) Le piste di alimentazione e di potenza sono di uno spessore adeguato?



H) I condensatori di disaccoppiamento non distano più di 3-4mm dai pin di alimentazione positiva dei circuiti integrati? Nell'immagine qui sotto, C13 e C14 sono condensatori di disaccoppiamento.



I) Le piste di reset di microcontrollori o FPGA sono distanti almeno 0.3- 0.4mm da segnali digitali?

L) I piani di massa/alimentazione sono tutti aggiornati? Per aggiornare tutti i piani in un'unica operazione, usa il comando "Riempi tutte le zone" che trovi nel menu "Modifica", oppure premendo la lettera "B" della tastiera. In alternativa, con la versione 7 di KiCad, puoi impostare la funzione "Zone ad auto riempimento". Puoi abilitare questa funzione andando su Preferenze-> Preferenze ->Editor C.S->Opzioni di modifica.



M) Le thermal relief (i collegamenti delle PAD con il piano di massa) hanno una dimensione adeguata a supportare la corrente erogata? Fai attenzione in modo particolare se hai dei jack di alimentazione.




N) Il piano di massa è lontano almeno 0.3-0.4mm dalle PAD non collegate a massa? È lontano almeno 0.3-0.4mm dal bordo della scheda? È lontano almeno 0.6-0.7mm da fori meccanici?



O) Hai modificato la griglia dello schema circuitale? Se sì, controlla i collegamenti tra i dispositivi; potresti non aver effettuato tutti i collegamenti.



P) Quando hai finito di sbrogliare il circuito stampato, hai fatto un controllo di eventuali errori? Per fare questo dovresti andare in “Ispeziona”, (che trovi nella barra menu superiore), e selezionare la funzione “Controllo regole DRC”. Puoi anche scegliere l’importanza delle violazioni; vai nella sezione “Importanza delle violazione” che puoi trovare in “File→ Impostazioni scheda → Regole di progettazione” 

Q) Controlla di aver generato questi file gerber(se il tuo circuito stampato è a due layer):

- ❖ Top Copper (questo file di solito presenta l’estensione .gtl)
- ❖ Top Silkscreen (questo file di solito presenta l’estensione .gto)
- ❖ Top Soldermask (questo file di solito presenta l’estensione .gts)
- ❖ Bottom Soldermask (questo file di solito presenta l’estensione .gbs)
- ❖ Bottom Copper (questo file di solito presenta l’estensione .gbl)
- ❖ Bottom Silkscreen: se sono presenti componenti anche nel lato bottom. (questo file di solito presenta l’estensione .gbo)
- ❖ File di forature (o anche Drill Data)


Per generare, in modo veloce, i file gerber puoi usare il plugin “Fabrication, toolkit”.



m

R) Hai verificato che i file gerber e di foratura sono stati realizzati utilizzando il sistema di misura imperiali?



S) Ci sono fori nel file di foratura NPHT (fori non metallizzati) che invece dovrebbero essere metallizzati e quindi presenti nel file PHT? 

È possibile anche variare in modo interattivo l'ampiezza dei segmenti. Infatti. Dopo aver tracciato i segmenti, bisogna cliccare su un segmento. A questo punto compare tratteggiato un rettangolo. Muovendo gli spigoli è possibile variare l'ampiezza e il numero dei segmenti di equalizzazione (figura A.7.23).

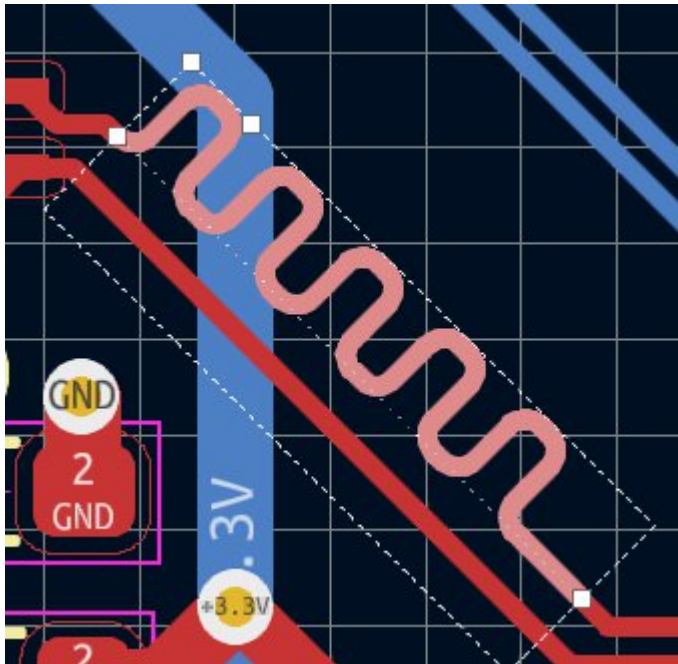


Figura A.7.23 Variando la posizione dei vertici del rettangolo è possibile modificare l'ampiezza e il numero dei segmenti di equalizzazione.

Un'ultima novità introdotta con la versione 8 riguarda la possibilità di generare la documentazione per la produzione e l'assemblaggio del PCB in formato IPC-2581. Si tratta di un file con estensione .xml che ingloba le informazioni contenute nei tradizionali file gerber, i part number e la posizione dei componenti in modo da poter assemblare il PCB usando le macchine pick and place.

Per generare questo tipo di file bisogna selezionare dal menù superiore dell'editor C.S "File" e successivamente "File di fabbricazione -> File IPC2581" E' possibile selezionare quali attributi dei componenti esportare (figura A.7.24)

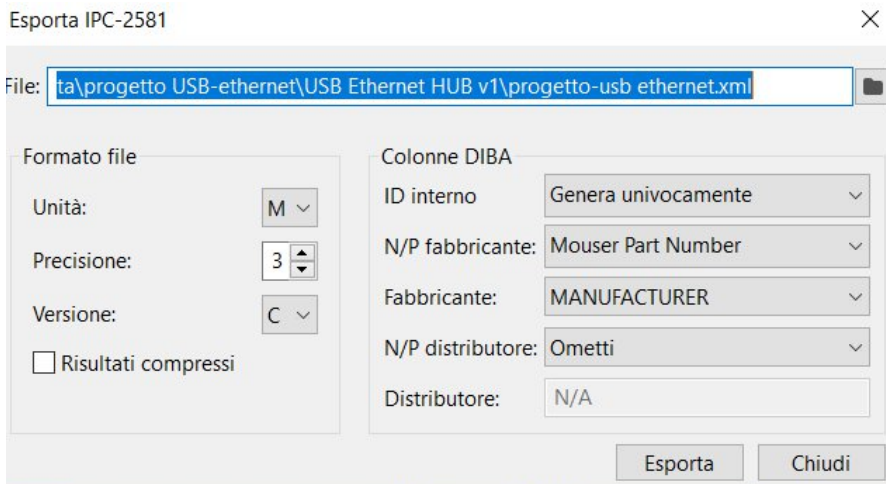


Figura A.7.24 Impostazioni per esportare il progetto nel formato IPC-2581.

È possibile visualizzare il file generato usando la versione gratuita del software ZofzPCB. Questo software permette di visualizzare anche i tradizionali file gerber, che è sempre possibile generare come descritto nel capitolo 4.

Per aprire il file nel formato IPC-2581 bisogna selezionare "File" e successivamente "Open-> IPC-2581". Nel software è presente un pannello che permette di visualizzare i singoli layer come nei tradizionali file gerber. Rispetto a questi selezionando un componente vengono visualizzate anche le relative proprietà (figura A.7.25). Inoltre, la vista del circuito stampato è in 3D.

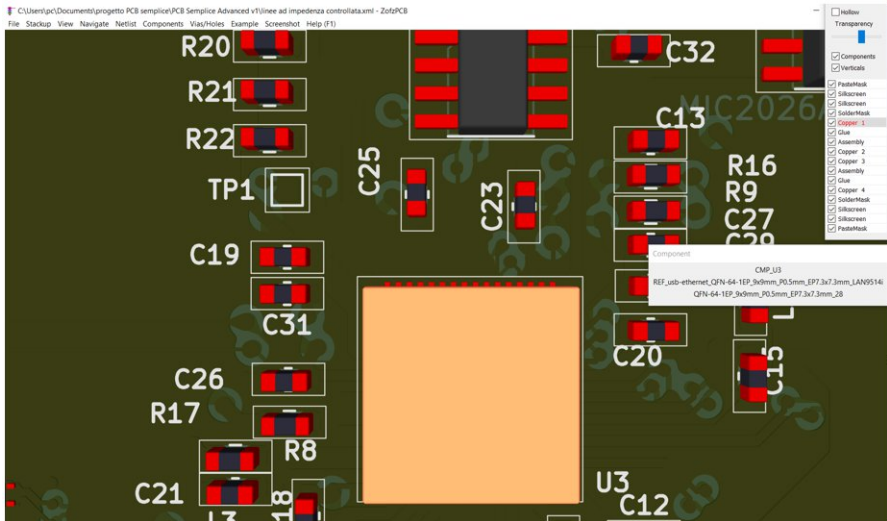


Figura A.7.25 Per visualizzare i file IPC-2581 è possibile usare il software ZofzPCB.

Un'ultima precisazione per concludere questa sezione. Anche nella versione 8 di KiCad è presente il comando "Importa scheda" che può essere selezionato dal menù "File". Non usare questa funzione per due motivi

- ❖ Diverse volte la conversione da PCB a schema circuitale è incompleta quindi si rischia di avere uno schema circuitale non allineato con il PCB.
- ❖ Per realizzare un pannello che contiene più PCB, soprattutto se la struttura contiene schede di diversa tipologia, è consigliato far progettare dal produttore di PCB il pannello dopo aver sentito quali sono le esigenze dell'assemblatore (ad esempio come devono essere inseriti i fiducial marker all'interno del pannello, quanto deve essere la separazione tra le varie figure, quali dimensioni deve avere la cornice del pannello).

Indice

1.1	Scopriamo l'interfaccia di gestione dei progetti	7
1.2	Gestiamo le librerie e i simboli	11
2.1	Scopriamo la struttura gerarchica in KiCad	19
2.2	Inseriamo i simboli e abbiniamo le impronte	24
2.3	Colleghiamo i componenti e scopriamo le etichette di connessione	27
2.4	Annotiamo i componenti	32
2.5	Utilizziamo il controllo ERC	34
3.1	Definiamo lo Stackup della scheda	37
3.2	Scopriamo le netclass e la loro utilità	41
3.3	Esaminiamo la sezione "Regole di progettazione"	42
3.4	Impostiamo la larghezza delle tracce	45
3.5	Scopriamo alcuni calcolatori	47
3.6	Definiamo i vincoli meccanici e posizioniamo i componenti	50
3.7	Sbrogliamo la scheda	63
3.8	Come trattare le connessioni riferite alla NET GND	70
3.9	Aggiungere la serigrafia al PCB	75
3.10	Controlliamo la scheda	78
	4.1 Generiamo i file Gerber e i file di foratura	87
	4.2 Ordiniamo il PCB e generiamo la documentazione del progetto	97
	Conclusioni	104
5.1	Visualizzatore a singola cifra	106
A1.	Alcuni comandi veloci (shortcut) di KiCad	120
A2.	Scopriamo il software Saturn PCB Toolkit	124
A3.	Scopriamo la diafonia (o crosstalk) e come mitigarla	130
A4.	Video-tutorial bonus. Padroneggiamo le librerie di KiCad creando un simbolo e un'impronta.	135
A5.	Generiamo modelli 3D professionali di una scheda elettronica	137
A.7	Aggiornamenti di KiCad 8	144