

***LaurTec***

**KiCad**

**Realizzare progetti complessi**

**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
Organizzazione del progetto.....	4
Cambiare il formato del foglio di lavoro.....	4
Uso delle etichette.....	6
Uso del bus.....	8
Fogli di lavoro multipli.....	13
Conclusioni.....	20
Bibliografia.....	21
History.....	21

## Introduzione

L'esperienza progettuale e conoscenze teoriche che vengono maturate studiando, abbinata alla creatività per risolvere problemi sempre più complessi, può portare a progettare sistemi sempre più "grandi". A seconda delle esigenze e specifiche progettuali, ci si può trovare a dover realizzare degli schemi elettrici "grandi", che potrebbero non entrare nello schermo. KiCad offre diverse soluzioni che permettono al progettista di organizzare il lavoro in maniera ottimale. In particolare le diverse opzioni permettono di sviluppare il progetto in maniera da seguire anche un *design flow* che si avvicina alle diverse esigenze progettuali del singolo o di un team.

## Organizzazione del progetto

Ogni progetto, parte dalla stesura delle esigenze che devono essere soddisfatte per un determinato sistema. Queste si traducono poi nelle specifiche che il progetto deve avere. A questo livello, analizzando la complessità del sistema è già possibile dividere lo stesso in sottosistemi. In alcuni contesti, i sottosistemi, possono essere decisamente separati dal progetto principale, ed essere considerati progetti a se stanti. In questo caso, quanto imparato nei Capitoli precedenti, si può applicare ad ogni sotto sistema, e si può realizzare un PCB dedicato. Per esempio, se si considera un computer, spesso l'alimentatore è un sottosistema separato e può avere un PCB dedicato. La scheda madre che ospita la CPU, la memoria e interfacce di varia natura, rappresenta decisamente un sistema complesso. La sua divisione in sottosistemi aiuta in ogni caso, ma è difficile o non possibile da specifica, usare più PCB per la scheda madre. Sistemi complessi di questo tipo, potrebbero avere degli schemi elettrici che non entrano fisicamente nello schermo del PC sul quale si sta lavorando, per cui la sua analisi e progettazione può essere difficile. Vedremo ora alcune soluzioni che KiCad offre.

## Cambiare il formato del foglio di lavoro

Una prima soluzione o compromesso che si può accettare per uno schema elettrico complesso, è quello di usare un formato del foglio di lavoro diverso. Il formato standard di un nuovo foglio di lavoro è il formato A4. Considerando le dimensioni dei componenti delle librerie è facile che questo possa risultare piccolo per uno schema elettrico complesso. Per cambiare il formato del foglio di lavoro, basta fare doppio click sulla cornice o selezionare la voce del menu *Page Settings...* :

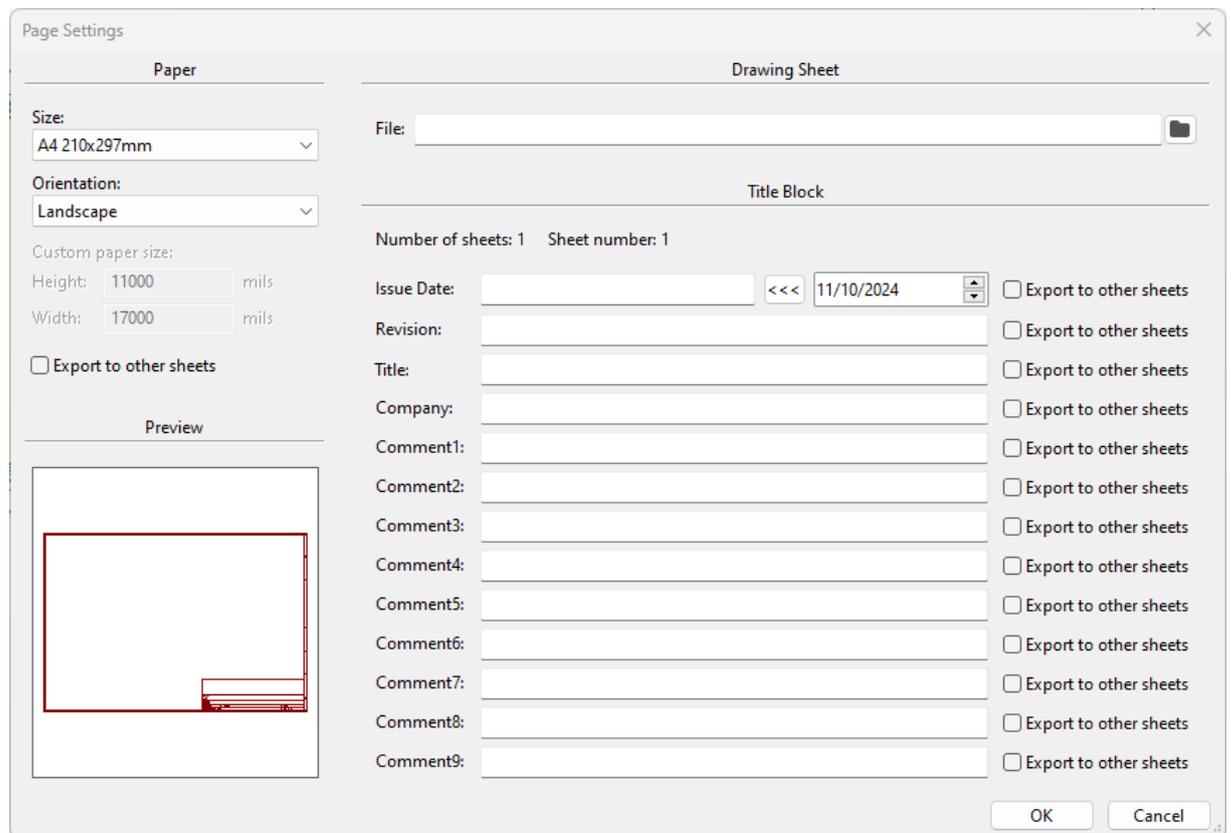


Si aprirà la finestra di dialogo di Figura 1, nella quale è possibile cambiare il formato, come anche la descrizione del foglio di lavoro (campi in basso a destra). Il campo *size*, può essere cambiato da A4 (210x297mm) ad A2, ottenendo 420x594mm come spazio di lavoro.

Nel caso si stiano realizzando degli schemi elettrici su più fogli, è bene aggiornare i campi descrittivi del foglio, al fine di avere una descrizione base dello stesso, la versione che si sta usando e il contatto della persona che lo ha progettato. In questi campi si mette spesso anche il nome della società, il copyright del progetto e il fatto che il materiale è confidenziale.

La soluzione del cambio della dimensione del foglio, è però solo grafica, ovvero allarga la nuova cornice. Se lo schema elettrico non entra nello schermo bisogna rimpicciolirlo con lo zoom e potrebbe non essere comunque facile lavorare con lo stesso. Mantenendo la dimensione dello schema, tale per cui ci si può lavorare bene, si può spesso avere l'esigenza di spostarsi sullo stesso. Per fare questo basta premere il tasto destro del mouse, tenerlo premuto e spostare lo schema nel punto di interesse.

Se non si dovesse avere una stampante che supporta il formato A2 del foglio, non si raggiunge lo stesso lo scopo di migliorare la lettura, infatti comprimere l'immagine dal formato A2 in un foglio formato A4, rende spesso lo schema elettrico di difficile lettura.



**Figura 1:** Proprietà del foglio di lavoro.

La soluzione della dimensione del foglio di lavoro, qualora si abbia la stampante che supporta il formato A2, è un'ottima soluzione durante la revisione del progetto all'interno di un team di lavoro, ma non necessariamente la soluzione finale per schemi elettrici complessi.

## Uso delle etichette

Uno schema elettrico potrebbe avere un segnale sulla destra dello schermo che deve essere collegato alla sua sinistra. La soluzione della linea elettrica:



potrebbe essere la più veloce, ma quando si hanno molti segnali si può rendere lo schema difficilmente leggibile. Per facilitare la lettura dello schema elettrico ed una particolare linea, si può usare lo strumento evidenziatore:

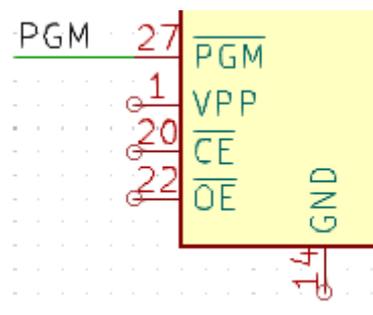


Questo colora la linea di interesse, permettendo facilmente di seguire il percorso e i pin a cui si collega. Tale strumento risulta anche molto utile dal lato del PCB, visto che evidenziare la linea dal lato dello schema elettrico, la evidenzia anche dal lato del PCB, ovvero sul *layout*. Cosa analoga, qualora si selezionino un componente sullo schema elettrico, viene evidenziato anche dal lato del PCB. L'evidenziatore permette dunque di agevolare non solo la lettura dello schema elettrico, ma anche il posizionamento dei componenti sul PCB, durante la fase del *layout*.

Oltre ad usare la semplice linea elettrica, per segnali distanti, si può usare un'etichetta (*label*).

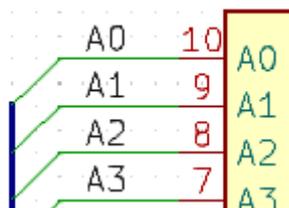


Tale etichetta si deve usare anche nel caso si faccia uso di un bus o assegnare un segnale elettrico ad una Netclass. Da un punto di vista grafico si ottiene quanto mostrato in Figura 2. Personalmente ritengo che questo aspetto grafico, sebbene tutte le linee chiamate PGM siano collegate assieme, non sia ottimo. La linea elettrica risulta troncata e poco intuitivo che ci possa essere un altro collegamento elettrico altrove.



**Figura 2:** Etichetta sulla linea elettrica.

Assegnare il nome ad una linea elettrica con linea continua o parte di un bus, risulta invece piuttosto intuitivo, come mostrato in Figura 3.

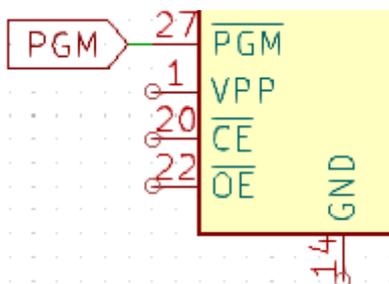


**Figura 3:** Etichetta sulla linea elettrica di un bus.

Le etichette create in questo modo hanno una validità a livello di singolo schema elettrico. Nel caso si abbiano più fogli di lavoro, come vedremo in seguito, è bene fare uso delle etichette globali. Per selezionare una etichetta globale bisogna selezionare lo strumento:



Come mostrato in Figura 4, questa volta l'etichetta è molto intuitiva e anche se la linea elettrica è troncata, termina sull'etichetta. Questo, intuitivamente, può far intendere che ci siano altre linee o pin, collegati a tale linea.



**Figura 4:** Etichetta globale sulla linea elettrica.

Ogni linea per essere collegata assieme deve avere lo stesso nome. Tramite lo strumento evidenziatore:



Cliccando su un'etichetta, sia essa globale o meno, mette in evidenza tutte le etichette e linee elettriche che hanno lo stesso nome, dunque collegate assieme. Questo strumento può tornare utile se si vuole cambiare il nome alle etichette.



### Nota

Quando ci sono più linee collegate assieme e si vuole cambiare nome, è necessario cambiare tutti i nomi manualmente. Mi aspetto che KiCad possa aggiungere in futuro uno strumento automatico con questa funzione, al fine di limitare errori.

## Uso del bus

Nel caso di sistemi complessi come un computer, è spesso presente un insieme di linee che possono essere raggruppate assieme. Questo raggruppamento prende il nome di bus. Nel caso di una CPU come lo Z80 o simili, è possibile individuare: *address bus* (bus delle linee di indirizzo della memoria e/o periferiche), *data bus* (bus delle linee dati) e *control bus* (bus delle linee di controllo). Nel caso dello Z80 si ha un indirizzo con 16 linee, un data bus di 8 e un *control bus* di 14. Quando si hanno delle memorie sulla scheda, e tutte queste linee si devono collegare tra i vari dispositivi, lo schema elettrico diventa una “ragnatela” dove sono collegati i vari simboli. La sua lettura può diventare complessa, per cui anche la correzione di eventuali errori. L'utilizzo del bus permette di mettere assieme tutte queste linee e semplificare la lettura dello schema elettrico. Sebbene il bus sia concettualmente un raggruppamento di segnali elettrici adibiti ad una certa funzione, da un punto di vista dello schema elettrico, segnali di vario tipo potrebbero essere accorpati sullo stesso bus. Come esempio di utilizzo del bus, consideriamo la CPU Z80 e il collegamento con una memoria. Lo schema elettrico non è completo ed ha il solo scopo di mostrare l'utilizzo del bus. Per iniziare un bus bisogna scegliere lo strumento *Add bus* :



o premere la lettera B.

Per tracciare il bus, si procede come per una linea elettrica, ma dal momento che bisognerà aggiungere le entrate al bus, bisogna porsi ad una certa distanza dal componente. Le entrate ed uscite dal bus possono essere inserite per mezzo dello strumento *Add Wire to Bus Entry* , o premendo la lettera Z:



In particolare in base alla posizione del bus e componente, può essere necessario ruotare il simbolo premendo il tasto R. L'ingresso del bus, rappresentato come una linea elettrica, ha un'inclinazione a 45°, è bidirezionale. Sebbene sia sia parlato di ingresso al bus e uscita dal bus, la funzione di ingresso o uscita è associata al pin a cui viene collegato. In Figura 5 è mostrato un esempio di posizionamento del bus e dei relativi ingressi. È possibile notare che il bus viene posto a una certa distanza dal componente stesso.

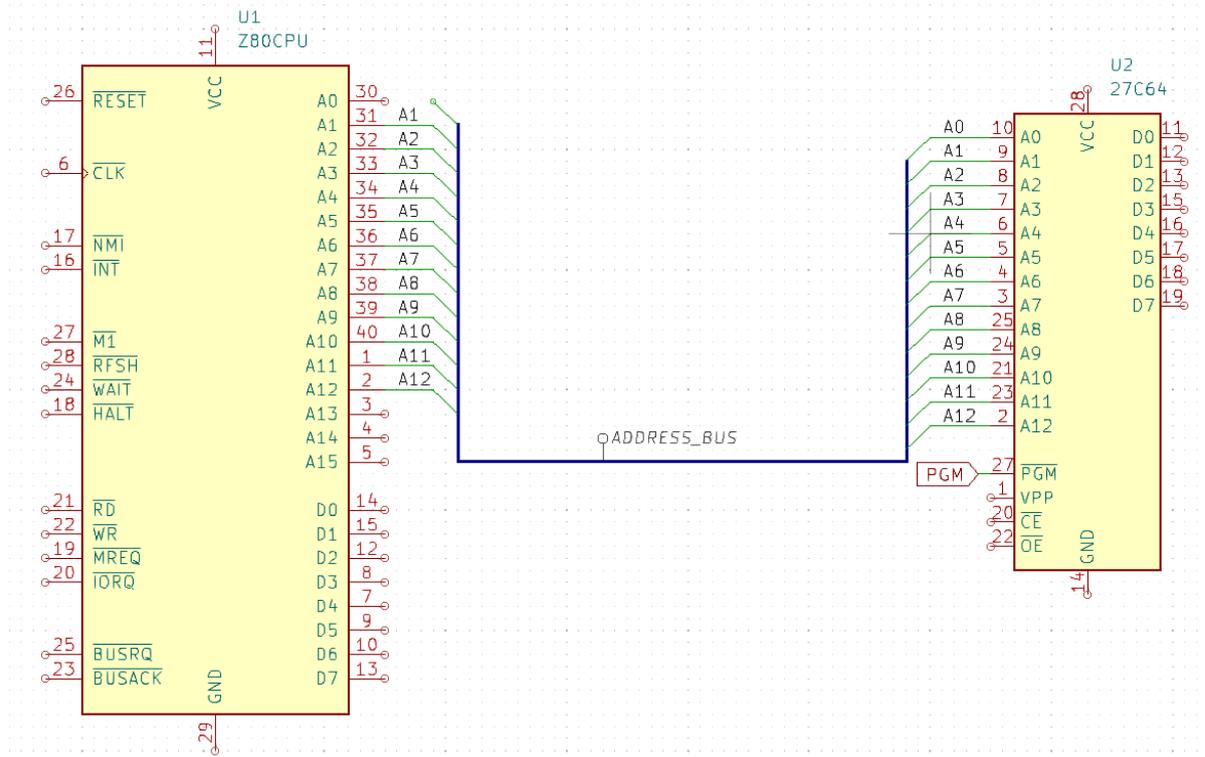


Figura 5: Esempio di utilizzo del bus.

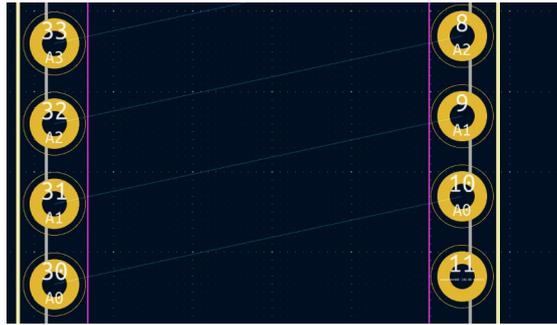
Il bus deve poi essere collegato ai singoli pin. In particolare il pin della linea A0 è mostrato ancora non collegato. Il collegamento al pin, viene effettuato con una semplice linea elettrica, usata fino ad ora per gli altri schemi elettrici, ovvero *Add Wire* o tasto W.



Ogni linea elettrica che viene aggiunta deve essere etichettata per mezzo dello strumento *Add Label* o tasto L:



In questo modo ad ogni linea viene associato un nome. L'associazione del nome è quello che effettivamente collegherà un pin ad un altro, anche se non fosse presente il bus. Il bus infatti, sebbene raggruppi un certo numero di segnali, li raggruppa solo da un punto di vista grafico, ma non determina alcun collegamento tra gli stessi. Sono le etichette che determinano il collegamento vero e proprio. Andando dal lato PCB Editor, è possibile vedere l'effetto delle etichette e bus, come mostrato in Figura 6. I rispettivi pin A0, A1, A2 della CPU, sono collegati ai rispettivi pin A0, A1, A2 della memoria.



**Figura 6:** PCB Editor – pin collegati tramite il bus.

Quando delle linee elettriche appartengono ad un bus, è probabile che appartengano ad una stessa categoria *Net Class*, ovvero dal lato PCB sono associate certe caratteristiche alle piste come anche dal lato dello schema elettrico.

Come visto nei Capitoli precedenti, bisogna creare prima le *Net Class*, tramite il menu *Schematic Setup...* :



Nella finestra di dialogo di Figura 7 è stata aggiunta la Classe ADDRESS\_BUS.

Per associare tutte le linee del bus alla specifica *Net Class*, si potrebbe selezionare ogni linea e con il tasto destro del mouse selezionare la voce *Assign to Netclass* .

In alternativa si può aggiungere la *Net Class Directive* dalla *Toolbar* selezionare la voce:



Nella finestra di dialogo che si apre, bisogna selezionare come *Value* la classe ADDRESS\_BUS, come mostrato in Figura 9. Bisogna poi collegare la *Directive Label* così creata, direttamente sul bus, come era già presente in Figura 5. La *Directive Label* potrebbe essere anche usata su singoli segnali.

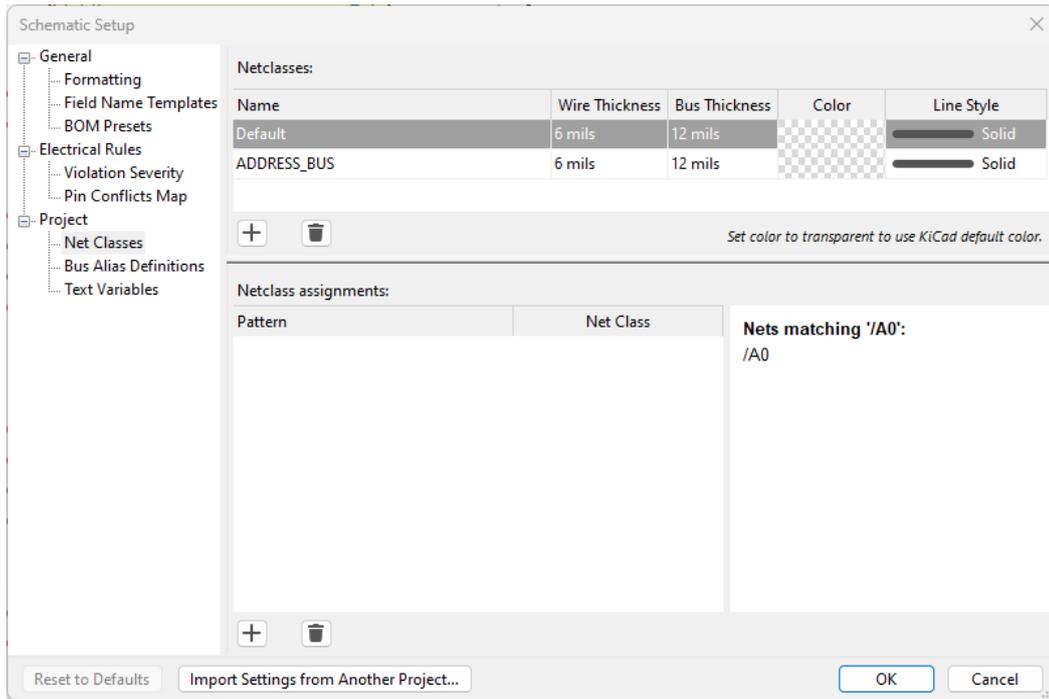


Figura 7: Finestra di dialogo per aggiungere Net Class.

Le proprietà di ogni Classe può essere impostata all'interno dell'PCB Editor tra le impostazioni *Board Setup...* :



La Figura 8, mostra il dettaglio della Classe ADDRESS\_BUS

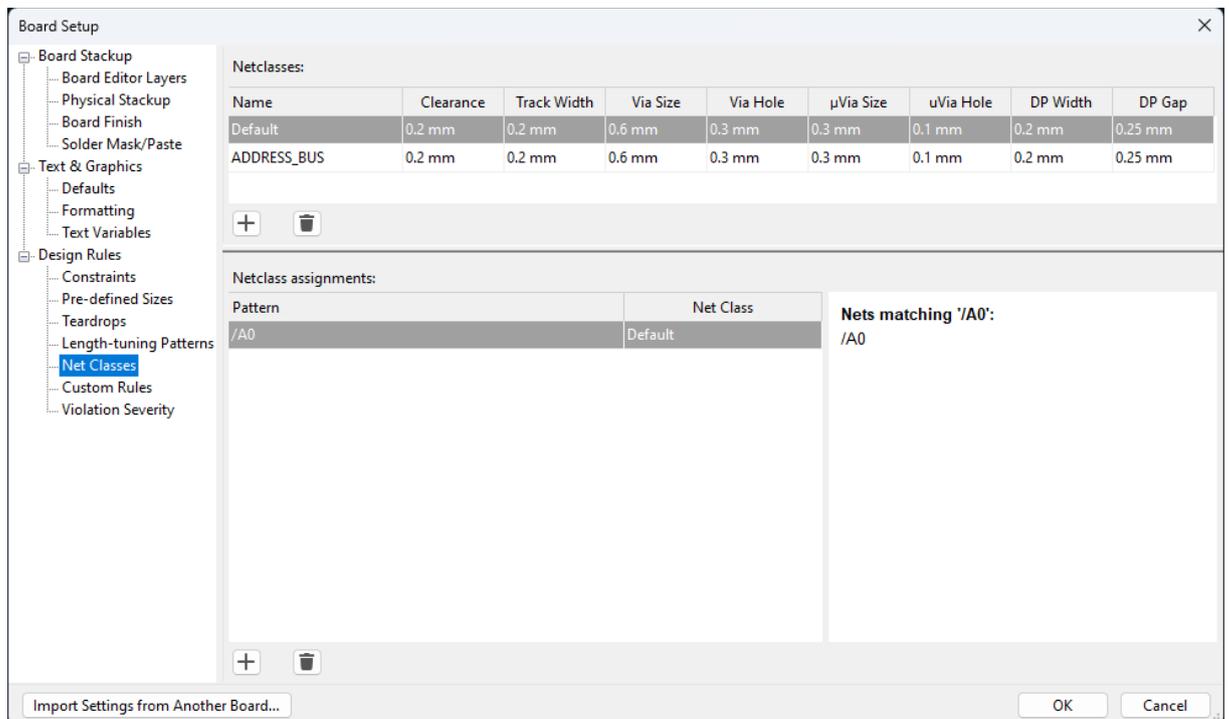


Figura 8: Finestra di dialogo per impostare le proprietà Net Class – PCB Editor.

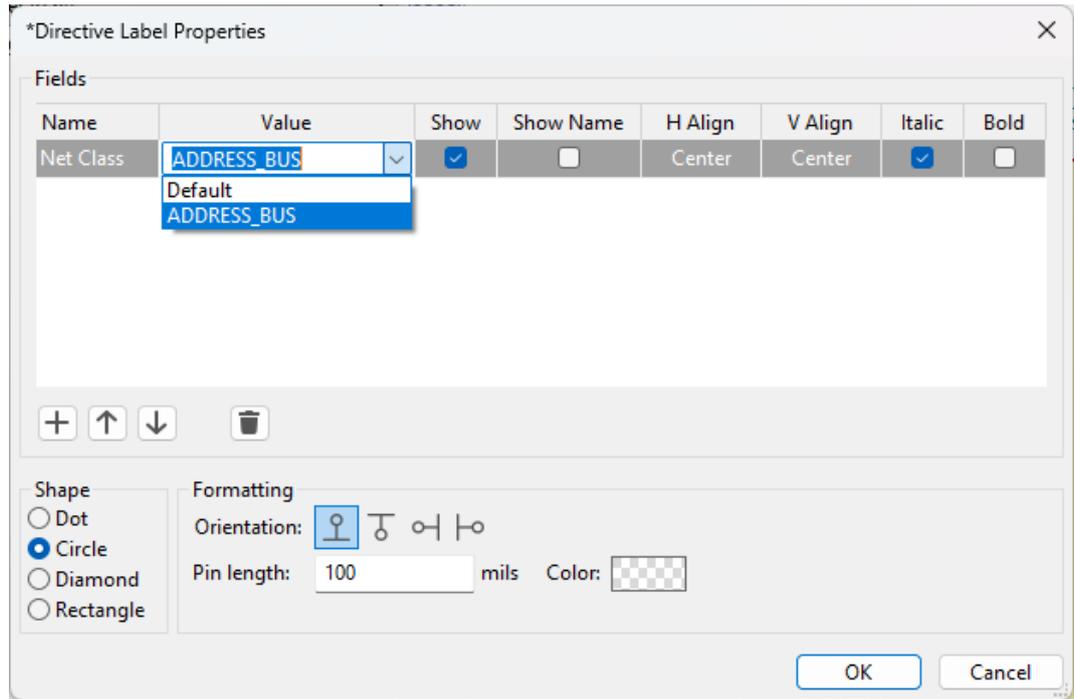


Figura 9: Selezione della Classe ADDRESS\_BUS.

Se non avessimo avuto il bus al quale collegare la *Directive Label*, ma piuttosto molte linee sullo schema, si poteva disegnare un rettangolo sulle linee e attaccare la *Directive Label* al rettangolo. Il rettangolo è il semplice disegno grafico :



Tutte le linee elettriche che attraversano il rettangolo, sono associate alla classe ADDRESS\_BUS, come mostrato in Figura 10.

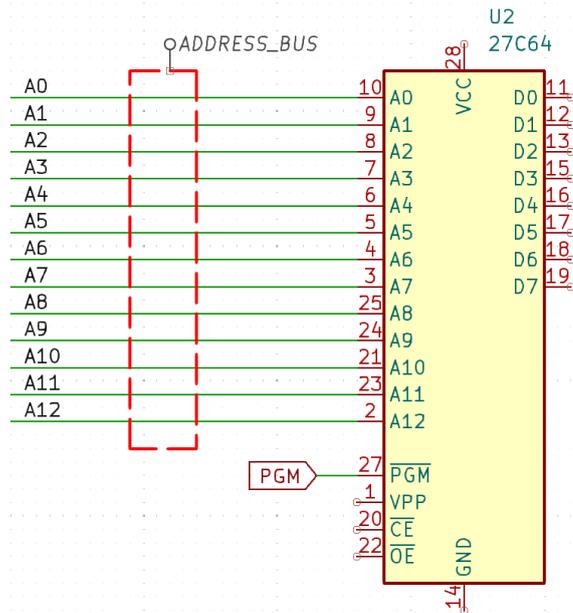


Figura 10: Selezione della Classe ADDRESS\_BUS tramite un rettangolo.

Facendo doppio click sul rettangolo creato, è possibile cambiare le proprietà dello stesso. Nell'esempio, si è posto come rosso, spessore 10mils e linea a tratti. Come mostrato in Figura 11. In questo modo si mette meglio in evidenza che il rettangolo definisce delle proprietà per il raggruppamento.

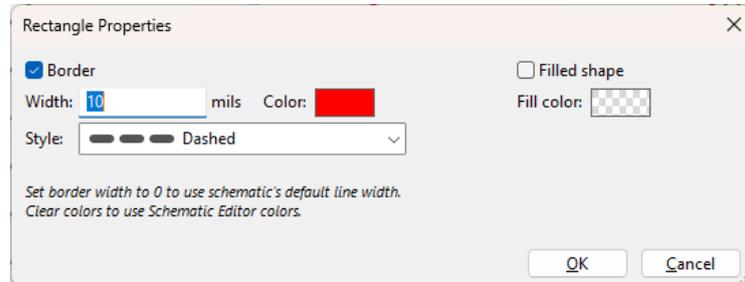


Figura 11: Proprietà grafiche del rettangolo.

## Fogli di lavoro multipli

Quanto visto fino ad ora permette di organizzare il progetto in maniera più compatta e chiara, ma ci sono comunque dei limiti, oltre i quali è necessario realizzare un progetto multi foglio (*sheet*). Per fare questo, bisogna creare un progetto e visualizzare la gerarchia del progetto. Per mostrare la gerarchia, aprire il foglio base dello schema elettrico, sempre presente alla creazione di un nuovo progetto. Dal menu *View*, selezionare la voce:

View → Hierarchy Navigator

o premere il tasto della *Toolbar*:



La finestra di lavoro diventerà come in Figura 13. Si può notare che è presente la voce *Root*, ovvero radice. Il file *Root* rappresenta lo schema base aperto. Nella versione attuale di KiCad è presente un solo file *Root*. In tale file è possibile aggiungere nuovi sottosistemi che verranno rappresentati da nuovi schemi elettrici. Per aggiungere un nuovo file, bisogna premere il tasto *Add Sheet* dalla *Toolbar*, o premere il tasto S:

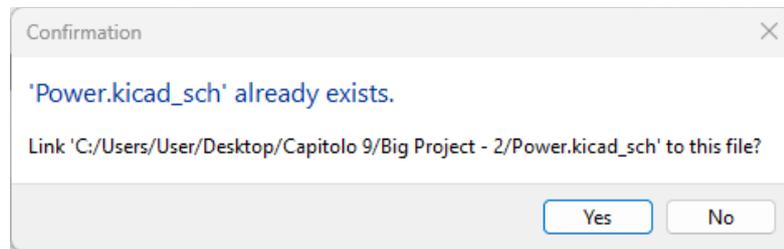


Il mouse diviene una croce ed è possibile realizzare un rettangolo nello schema elettrico. Premere una volta il tasto sinistro e tracciare il rettangolo. La sua dimensione potrà essere variata cliccando sul rettangolo stesso una volta e spostare i vertici. Una volta tracciato il rettangolo viene visualizzata la finestra di dialogo di Figura 14.

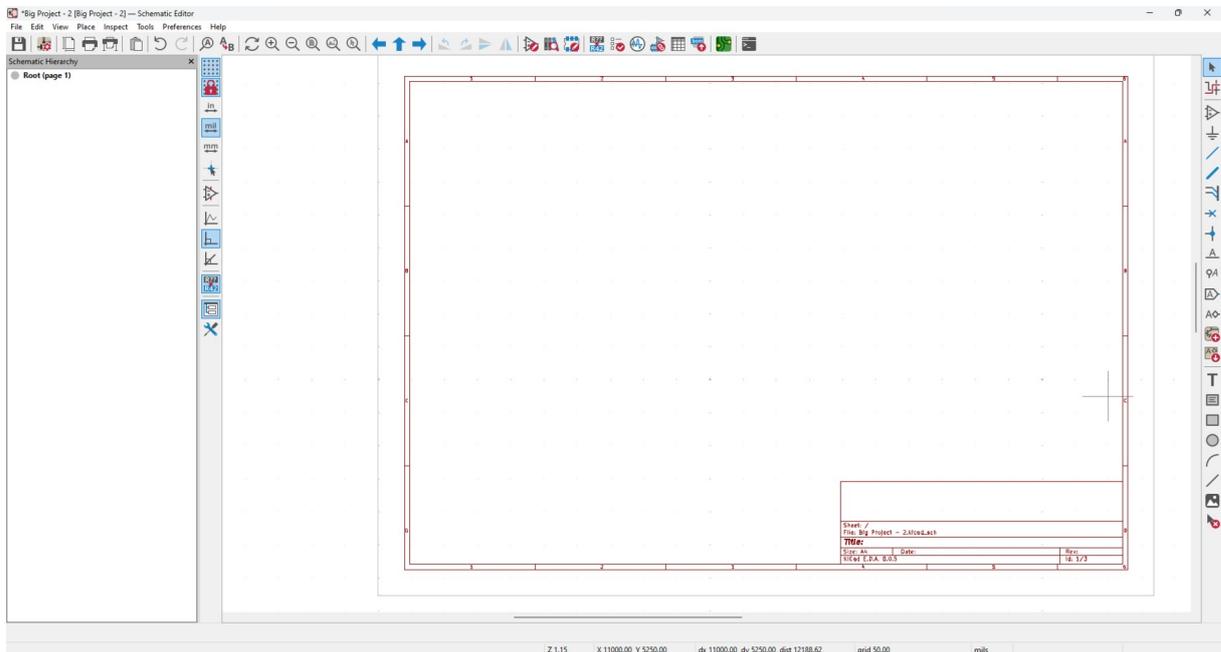
Nel campo *Sheet Name*, bisogna mettere il nome del file che si vuole dare al foglio di lavoro. Questo nome deve essere univoco all'interno del progetto. Infatti quando si aggiungono le etichette gerarchiche (non ancora viste), come parte del nome hanno anche il nome del foglio.

Nel campo *Sheetfile*, bisogna mettere il nome dello schema elettrico. Il nome del file se non esiste, verrà creato come schema elettrico vuoto. Se si volesse usare un file esistente, si potrebbe cliccare sul campo e selezionare il percorso da cui prelevare lo schema. In questo modo si potrebbe riusare un progetto senza dover fare copia e incolla. Nel caso di grandi progetti è comunque consigliabile avere una copia dello schema elettrico nella cartella del progetto che si è creato e usare il nuovo file. Se fosse presente un solo schema elettrico, aggiungendo un resistore nel progetto originale potrebbe infatti creare errori al nuovo progetto. Alcune volte questo potrebbe essere voluto, altre volte no.

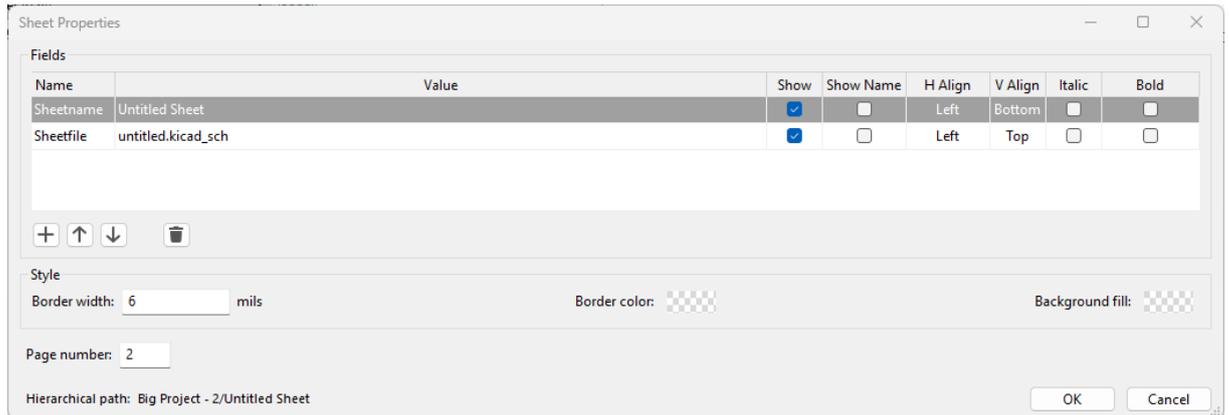
Nel caso in cui lo schema elettrico che si include o crea nel foglio *Root* è già esistente nella cartella del progetto, si ha la notifica di Figura 12, e bisogna confermare di voler includere il file.



**Figura 12:** Messaggio di conferma per includere un file esistente nella cartella del progetto.



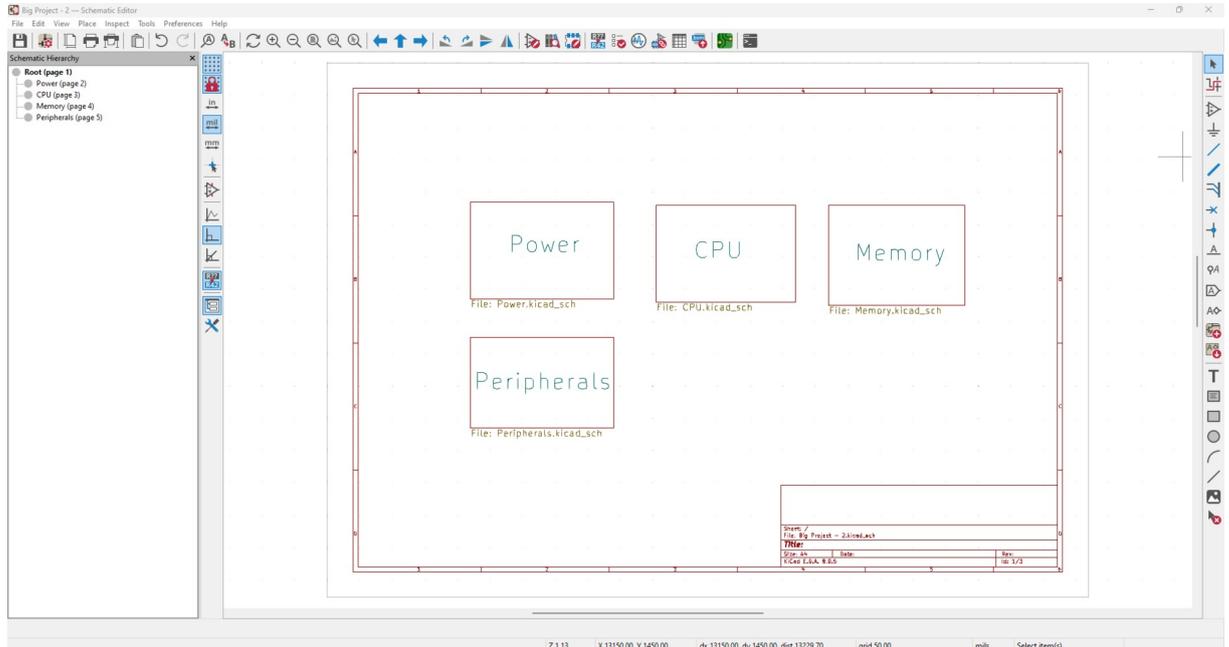
**Figura 13:** Area di lavoro con la vista gerarchica.



**Figura 14:** Finestra di dialogo per l'inserimento di un nuovo foglio di lavoro.

In Figura 14, oltre al nome, è possibile cambiare il numero della pagina. Questo viene automaticamente incrementato e rappresenta l'ordine con cui i file nuovi o esistenti vengono visualizzati all'interno della finestra della gerarchia.

Creando i sotto sistemi Power, CPU, Memory e Peripherals si ottiene la nuova finestra di dialogo di Figura 15. In particolare le scritte del nome del foglio e file sono piuttosto piccole di Default. Per renderle facilmente leggibili basta fare doppio click sulle stesse, o selezionarle e premere il tasto E. In questo modo è possibile aumentare la dimensione del font. Si possono poi posizionare come in Figura 15, al fine di agevolare la lettura del testo.



**Figura 15:** Finestra di dialogo dopo aver inserito due fogli di lavoro.

I nuovi rettangoli rappresentano fisicamente dei nuovi file associati al progetto. Questi sono mostrati sulla finestra della gerarchia e sono aggiunti nella finestra di lavoro. Per entrare in ogni file e aggiungere lo schema elettrico, basta fare doppio click su ogni rettangolo. Nel caso specifico, essendo i fogli vuoti, si ha un nuovo foglio di lavoro nel quale inserire lo schema elettrico.

Per tornare al file *Root*, si può premere il tasto della *Toolbar*:



Il modo più conveniente di navigare è usare la lista dei file del progetto sulla sinistra e cliccare sul file di interesse. Con le frecce sulla tastiera ci si può muovere poi su e giù.

Il file *Root*, oltre a contenere i rettangoli che rappresentano i nuovi fogli di lavoro, rappresenta lui stesso uno schema elettrico. Per cui è possibile aggiungere dei componenti elettrici, simboli o parti meccaniche da aggiungere, come per un qualunque schema elettrico.

Fatto questo, si è suddiviso il nuovo progetto in sottosistemi, e ad ognuno è stato dedicato un foglio di lavoro. Tutti i componenti aggiunti in ogni foglio appartengono ad un solo PCB, e compaiono nella lista dei componenti del progetto. La suddivisione in fogli è solo concettuale, ma aiuta l'analisi dello schema, potendo per esempio stampare i sottosistemi su più fogli, o visualizzare facilmente un sottosistema sullo schermo.

Per garantire che un segnale, usato in un foglio sia visibile in altri fogli è necessario usare le etichette globali (*Add Global Label*):



Un'etichetta globale nominata LED\_D0 e collegata all'anodo di un LED, sarà accessibile da ogni foglio. Dunque, creando un'etichetta con lo stesso nome in un altro foglio di lavoro, in cui dovesse essere presente il driver del LED, si può creare fisicamente un collegamento elettrico tra gli schemi.

In un foglio di lavoro in cui si faccia uso di etichette semplici:



I rispettivi nomi creati sono visibili solo nel foglio di lavoro.

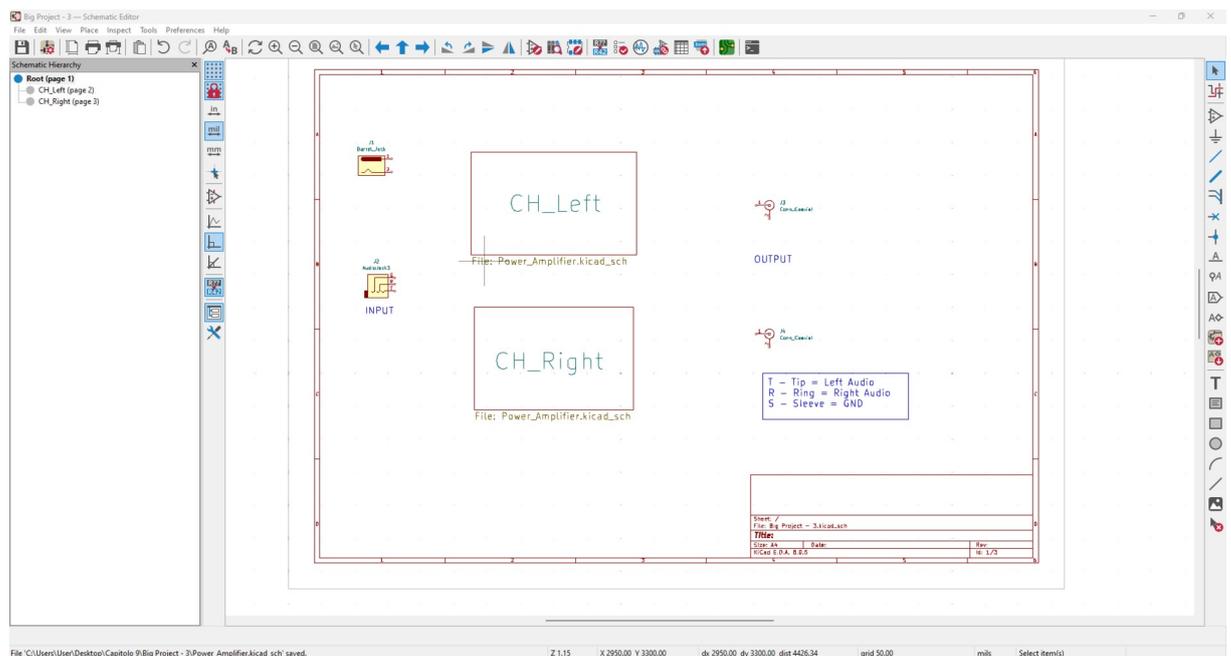
Il progetto di Figura 15, secondo la nomenclatura di KiCad, è considerato **semplice**, poiché ogni schema elettrico aggiuntivo (foglio), è presente una sola volta. Inoltre, facendo uso solo di etichette globali, non sono presenti, nel file *Root*, delle linee di collegamento tra i blocchi disegnati. Questa caratteristica è definita **gerarchia piatta**. Tipicamente questa è l'architettura più usata, semplice ed intuitiva.

Nel caso in cui ci dovesse essere un blocco che si ripete molte volte, e dovesse essere complesso da richiedere un foglio dedicato, si può usare un'architettura a gerarchia **complessa**, ovvero lo schema elettrico creato viene inserito più volte nel progetto ma fisicamente è presente una sola copia. Come detto, il nome del foglio deve essere sempre univoco. Per un amplificatore audio con canale destro e sinistro uguali si potrebbe creare uno schema elettrico di nome *Power\_Amplifier* da usare due volte. Ogni foglio potrebbe poi avere il nome *CH\_Right* e *CH\_Left*, per il rispettivo canale destro e sinistro. Il progetto di Figura 16, mette in evidenza quanto appena detto. In particolare sono presenti i due fogli con nome diverso e lo stesso schema elettrico associato ad esso. In particolare

nel file *Root*, dove sono presenti i rettangoli con i fogli aggiuntivi, si è aggiunto uno spinotto audio per l'ingresso, due per le uscite e uno uno per alimentare il sistema. Ora bisogna fare i collegamenti e fare in modo che lo schema *Power\_Amplifier*, esistente in singola copia, possa effettivamente essere collegato ai Jack audio di uscita, ovvero con i rispettivi canali destro e sinistro, e poter essere alimentato dal connettore di alimentazione.

Per realizzare lo schema elettrico, basta fare doppio click o sul foglio *CH\_Left* or *CH\_Right*. Infatti in entrambi i casi viene aperto lo schema elettrico associato al file *Power\_Amplifier*. Ogni modifica fatta ad un canale è dunque fatta all'altro canale. La numerazione dei componenti è però diversa, vista la presenza delle due copie.

Per semplicità, la Figura 17, mostra solamente una parte di schema elettrico. Rappresenta quello consigliato nel datasheet dell'amplificatore audio LM4990. Questo non tiene però conto che l'amplificatore appartiene a un sistema più complesso, ed in particolare in questo esempio lo ignoriamo. L'esempio ha infatti il solo scopo di far vedere come debba essere l'ingresso e l'uscita audio al fine di poter far parte dello schema elettrico e gerarchia complessa, in cui lo schema elettrico è usato due volte.



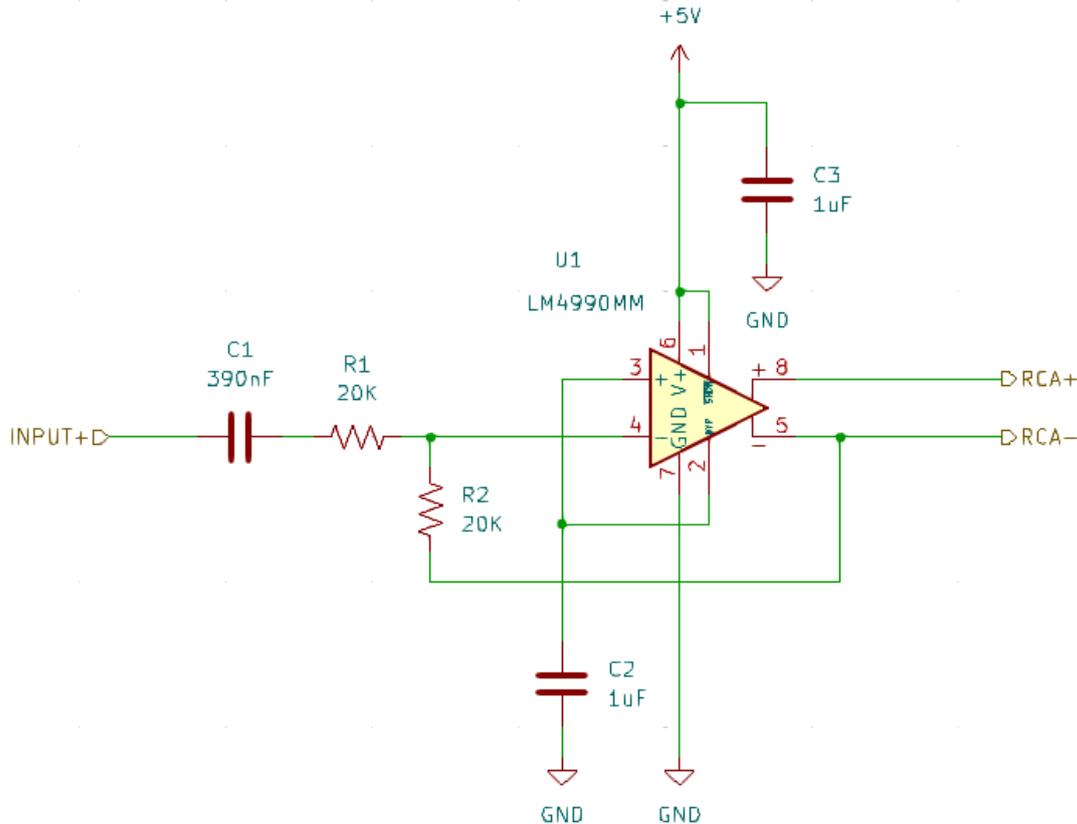
**Figura 16:** Esempio di gerarchia complessa.

In particolare, per inserire una etichetta gerarchica per poi farne uso nello schema principale *Root*, bisogna far uso dell'etichetta gerarchica (*Add Hierarchical Label*):



Una volta messa l'etichetta, selezionandola con un click, e premendo la lettera E, o il tasto destro del mouse e selezionare *Properties*, è possibile impostare la sua proprietà, in particolare impostare se debba essere un ingresso o un'uscita. Impostare il valore giusto, aiuta il controllo automatico dello schema elettrico, ma non crea alcun problema dal

punto di vista del reale collegamento elettrico. Due etichette con lo stesso nome sono sempre collegate assieme.



**Figura 17:** Schema semplificato comune.

Una volta effettuato lo schema elettrico, si può fare l'associazione dei componenti, come si è soliti fare. È interessante però notare che sebbene abbiamo però due soli resistori. R1 e R2, nell'associazione sono in realtà presenti R1, R2, R3 e R4. Questo discende dal fatto che lo schema elettrico è usato due volte, dunque sul PCB sono effettivamente presenti 4 resistori, e devono avere i nomi da R1 a R4. I componenti nel file *Root*, sono invece giustamente presenti una sola volta.

Le etichette gerarchiche che sono state inserite (INPUT+, RCA+, RCA-), non sono presenti nel file *Root*, ed in particolare sia il canale destro che sinistro hanno lo stesso nome. Il nome di etichette gerarchiche hanno però validità solo nello schema elettrico in cui sono dichiarate. Per mostrarle nel file *Root*, bisogna prima cliccare su *Import Sheet Pin*:



Una volta selezionata la funzione, bisogna cliccare sul foglio CH\_Left e si vedrà comparire l'etichetta gerarchica che è possibile posizionare sul lato del rettangolo del foglio stesso. Bisogna continuare a cliccare e posizionare le nuove etichette che compaiono che appartengono al foglio, ovvero INPUT+, RCA+ e RCA-. Quando non sono più presenti etichette gerarchiche, cliccando nuovamente sul foglio, è visualizzato il messaggio che lo mette in evidenza. La stessa operazione va eseguita per il secondo foglio

CH\_Right. Una volta completata l'operazione, il file di *Root* si presenta come in Figura 18.

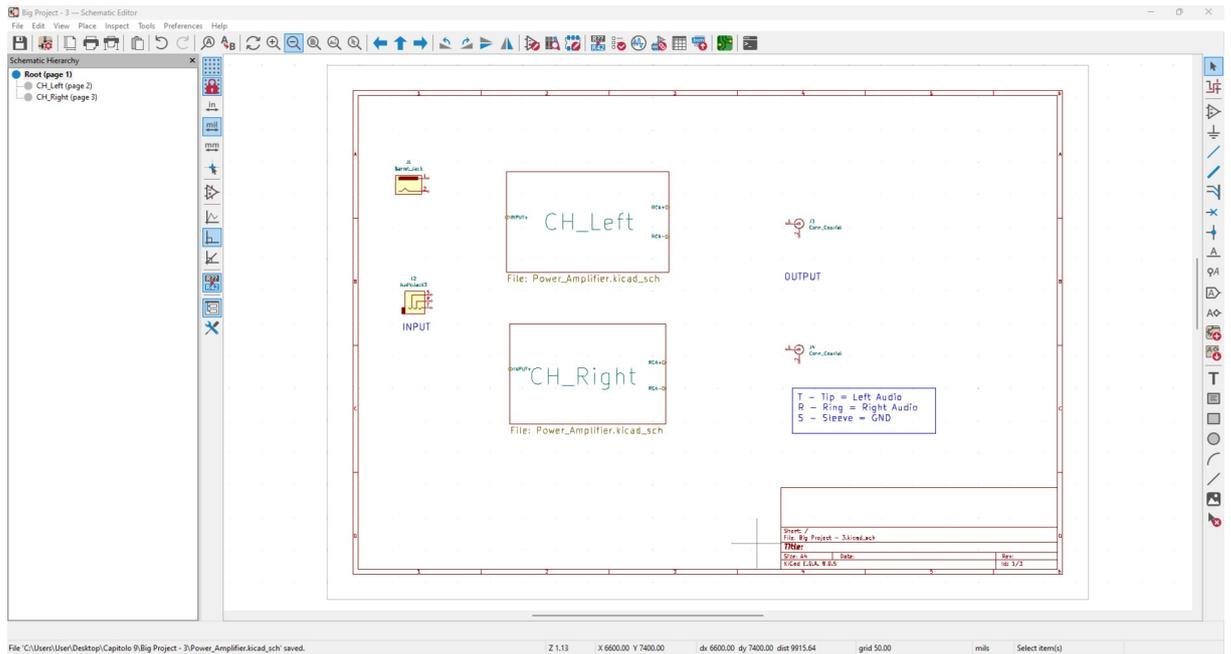


Figura 18: Schema di Root con le etichette gerarchiche aggiornate.

A questo punto si possono collegare le etichette gerarchiche ai vari connettori, come mostrato in Figura 19. In particolare le etichette associate all'alimentazione sono da considerarsi globali, per cui non è stato necessario creare delle etichette gerarchiche. Se avessimo creato un alimentatore a più canali, le uscite sarebbero dovute essere gerarchiche, ovvero non si sarebbero dovute usare le etichette globali delle alimentazioni.

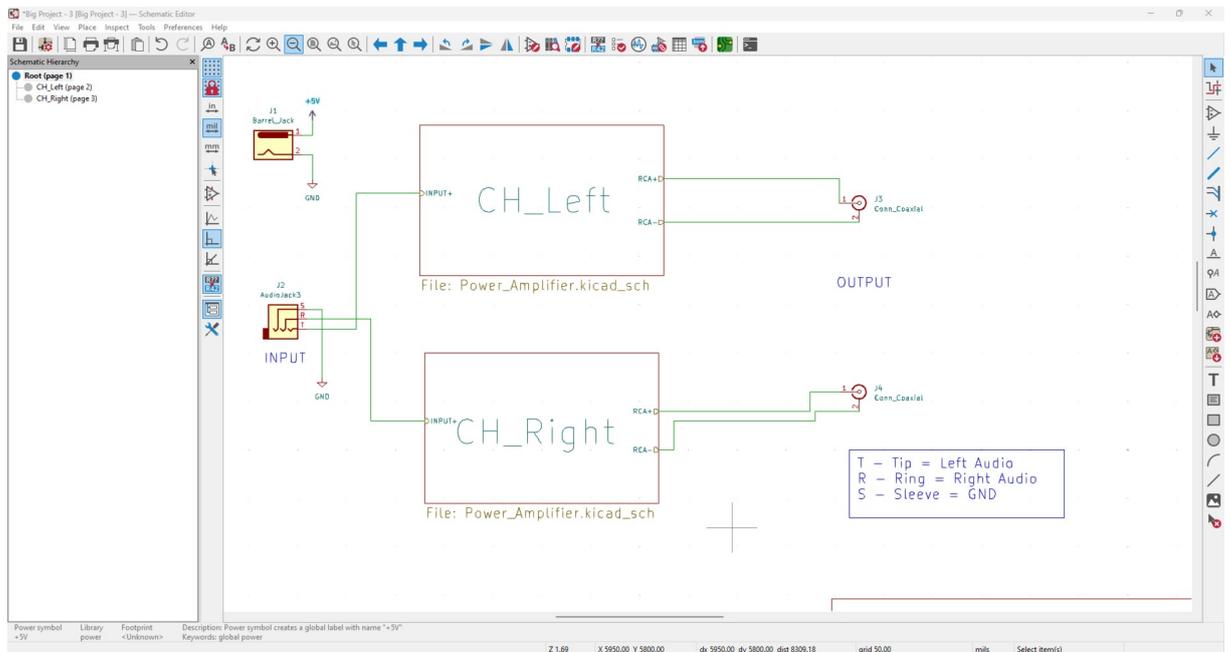


Figura 19: Schema di Root con i collegamenti finali.

Dal punto di vista del PCB, è possibile notare che i componenti usati nel doppio schema,

come anche i collegamenti sul connettore, sono presenti in maniera corretta. I dettagli, sebbene senza il reale sbroglio del PCB, e *footprint* ottimali, è mostrato in Figura 20.

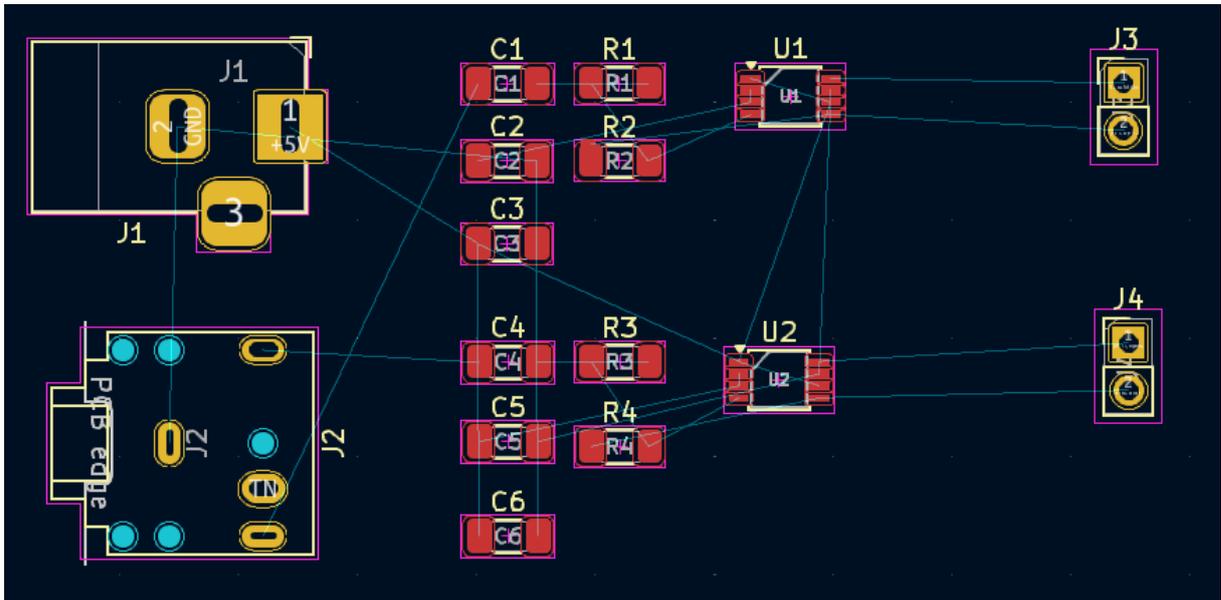


Figura 20: Verifica della presenza dei componenti e collegamenti dal lato PCB.

## Conclusioni

In questo Capitolo si è visto come creare progetti complessi. Senza entrare nel dettaglio della complessità che il progetto in sé possa avere, si sono introdotte le opzioni che KiCad offre a supporto di un progetto ordinato e facile da leggere. In questo modo si possono effettuare i controlli in maniera agevolata, potendo identificare possibili problemi. La divisione dello schema in più fogli di lavoro permette inoltre di stampare in maniera agevole, il solo sottosistema di interesse, e poterlo discutere con eventuali colleghi che lavorano nello stesso team.

## 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.