

REALIZZAZIONE DI CIRCUITI ELETTRONICI E CIRCUITI STAMPATI CON ORCAD CAPTURE E LAYOUT

Il seguente tutorial per definire le operazioni necessarie per realizzare uno schema elettronico con Orcad Capture ed il successivo circuito stampato con Orcad Layout.

La versione descritta nel seguente tutorial è la 9.2 risalente all'anno 2000, oggi l'azienda produttrice Cadence (<https://www.cadence.com>) propone versioni sicuramente più innovative ed aggiornate ai tempi, ma per un approccio didattico e per muovere i primi passi questa vecchia versione potrebbe essere un buon approccio.

In questo tutorial tratteremo solamente i due prodotti sopra menzionati e cioè CAPTURE, per il disegno di schemi elettronici, e LAYOUT, per la realizzazione di circuiti stampati, in entrambi i casi per S.O. Windows.

ORCAD CAPTURE

Il primo consiglio è quello di avviare sempre il software in modalità amministratore, per avere così la possibilità anche di modificare o realizzare delle librerie e visto che abbiamo parlato di librerie, iniziamo proprio vedendo come creare o modificare una libreria per Capture.

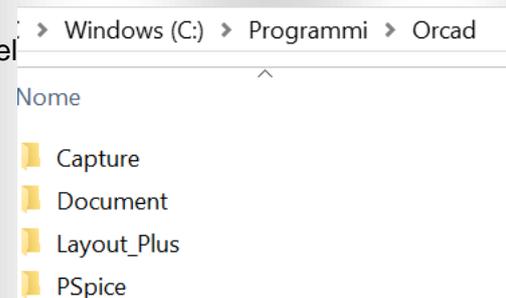
LIBRERIA

Le librerie non sono altro che un insieme di simboli elettrici che rappresentano i vari componenti elettronici. Orcad mette a disposizione delle librerie per gran parte dei componenti che normalmente si utilizzano, ma spesso c'è l'esigenza di modificare o aggiungere dei simboli. Per questo motivo un consiglio che posso dare è quello di creare sin da subito, una libreria con il proprio nome, lasciando invariate quelle fornite da Orcad.

La versione 9.2 nasce ai tempi del S.O. Windows XP, pertanto la cartella del programma con le relative librerie si trova nella cartella:

C: / PROGRAMMI / ORCAD.

All'interno della cartella troviamo la cartella CAPTURE e quella LAYOUT.



Dentro la cartella CAPTURE (come anche in quella LAYOUT) c'è la cartella LIBRARY che contiene le librerie installate con il programma.

Pertanto una volta realizzata una libreria, volendo spostarla su un altro PC occorre copiarla dentro la cartella

Nel mio caso ho realizzato la libreria **daniele.olb**

Pertanto tutti i file con estensione .olb sono librerie di

Capture.

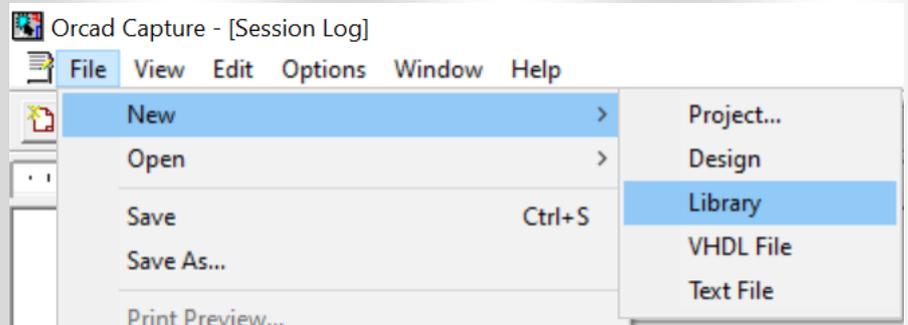
Windows (C:) > Programmi > Orcad > Capture	
Nome	Ultima modifica
Library	16/04/2024 16:21
Macros	19/02/2024 17:20
Netforms	19/02/2024 17:21
Samples	19/02/2024 17:21
Templates	19/02/2024 17:22
Tutorial	19/02/2024 17:21
Usernet1	19/02/2024 17:21
Vendor	19/02/2024 17:21

Per lanciare CAPTURE basta scrivere sulla barra di ricerca il nome del programma o accedere al menù delle applicazioni e trovare sotto al menù di Orcad sempre il nome del programma Capture.

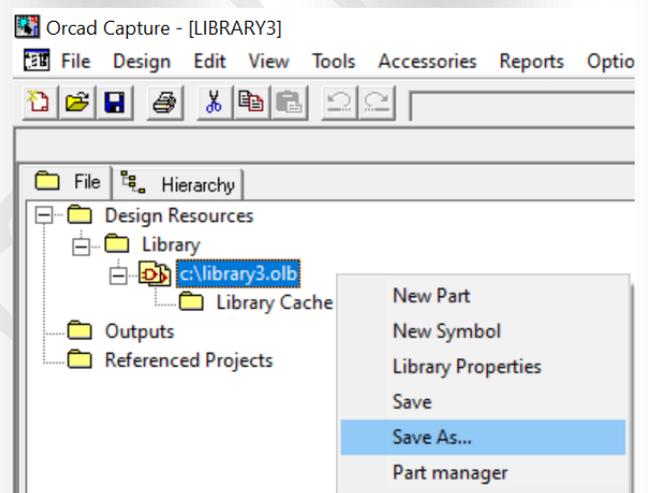


Una volta avviato tramite il menù in alto sotto la voce FILE possiamo scegliere se aprire o creare un progetto o una libreria.

Nel nostro caso volendo creare una libreria sceglieremo NEW-LIBRARY.



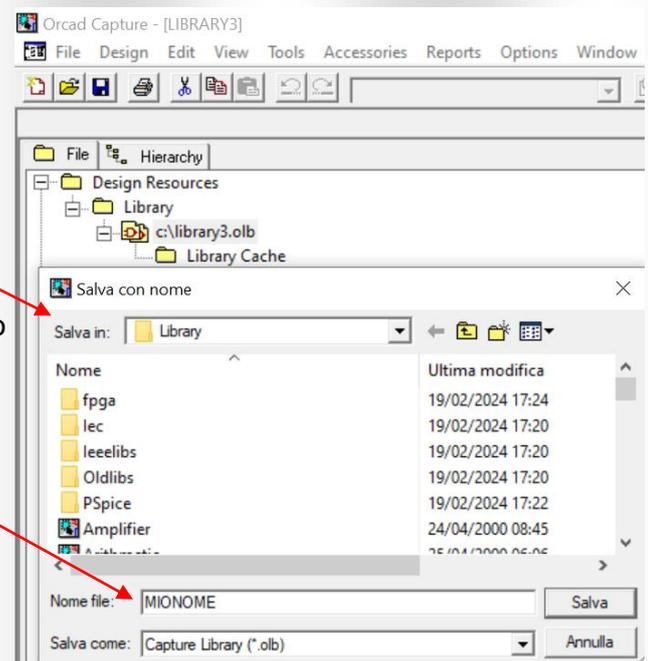
Verrà dato un nome in automatico alla libreria, prima di andare avanti occorre rinominarla cliccando sulla libreria con il pulsante destro scegliendo SAVE AS.



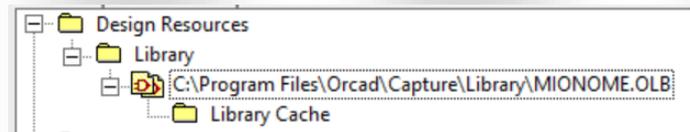
La libreria va salvata nella cartella che abbiamo detto prima, pertanto sullo spazio SALVA IN occorre cercare sotto alla cartella CAPTURE la cartella LIBRARY

Come detto prima diamo il nostro nome alla libreria che stiamo creando.

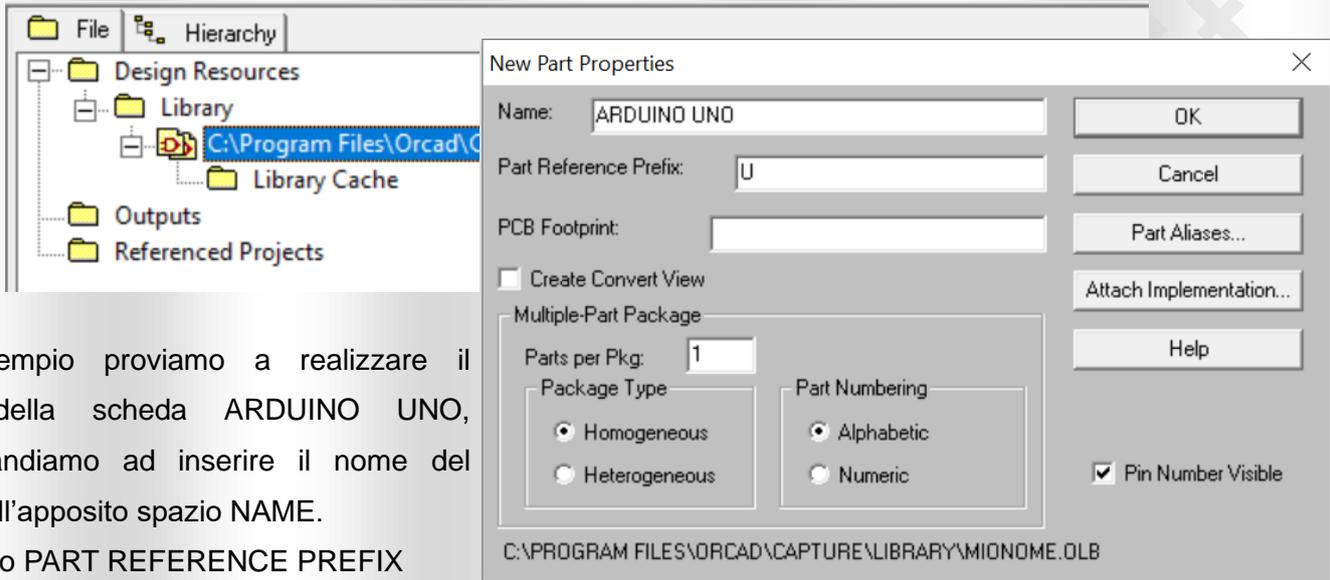
E facciamo clic sul pulsante SALVA.



Il nome ed il percorso della libreria sarà ora visualizzato nella finestra di esplorazione.



Una volta creata la libreria andiamo a creare un simbolo di un componente, cliccando con il tasto destro sul nome della libreria e facendo NEW PART.



Come esempio proviamo a realizzare il simbolo della scheda ARDUINO UNO, pertanto andiamo ad inserire il nome del simbolo nell'apposito spazio NAME.

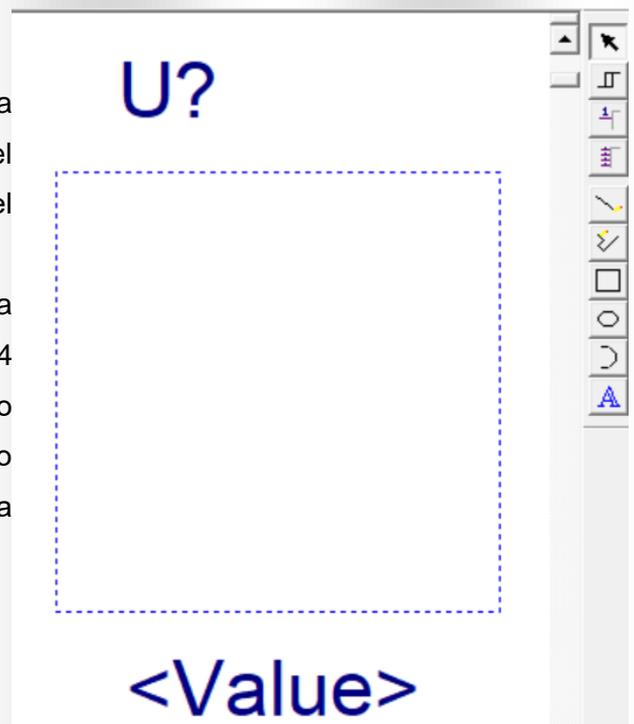
Nello spazio PART REFERENCE PREFIX va messo il riferimento del componente, cioè quella sigla che lo identifica nello schema. Per le resistenze ad esempio R (R1, R2 ecc...) per i condensatori C, nel nostro caso ci viene proposto U, utilizzato spesso per i circuiti integrati. Confermiamo con OK.

A questo punto ci viene proposto l'ingombro del simbolo, che andremo a modificare secondo il numero di piedini che il componente dovrà contenere.

Il cursore si muove su una griglia ed in basso a destra troviamo le coordinate X e Y che indicano la posizione del cursore rispetto allo zero che è l'angolo in alto a sinistra del rettangolo tratteggiato.

Volendo rispettare la disposizione dei PIN presenti sulla scheda ARDUINO UNO, abbiamo che da un lato ci sono 14 pin e dall'altro lato 18 pin. Pertanto considerando lo spostamento minimo del cursore sulla griglia tra un pin e l'altro dovremmo realizzare un rettangolo con un'altezza superiore a 20 (valore Y letto in basso).

Ma la vera dimensione andrà scelta dopo aver inserito i pin.



Per inserire il pin occorre cliccare su PLACE-PIN

Apparirà la finestra che ci permetterà di definire le caratteristiche del pin e più esattamente dovremo indicare il suo nome, il suo numero, la sua forma (shape) e la sua tipologia (type).

Cominciamo con il dire che per inserire un singolo pin dobbiamo lasciare la spunta su SCALAR, in caso contrario verrà inserito un BUS cioè un insieme di pin.

Sul campo NAME andremo ad inserire il nome che vogliamo dare a quel pin e che verrà poi visualizzato sul componente, stessa cosa sul campo NUMBER. Questo secondo campo potrebbe rimanere vuoto, ma è consigliabile dare sempre un numero in modo da poter associare poi al componente, il suo corrispondente ingombro reale per fare il circuito stampato.

SHAPE rappresenta la forma del pin di seguito le 6 tipologie:

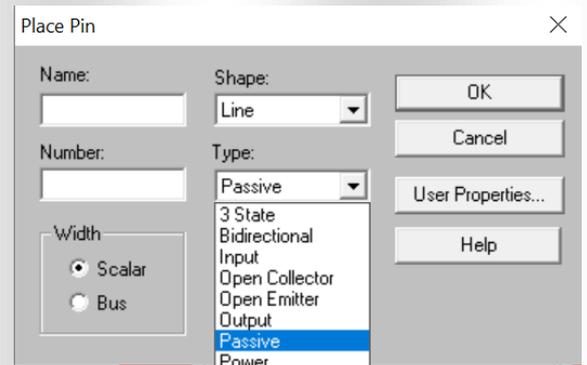
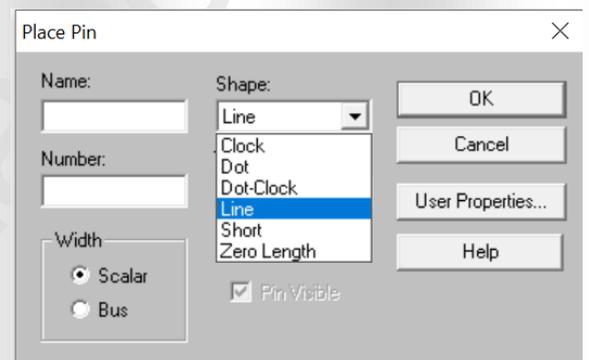
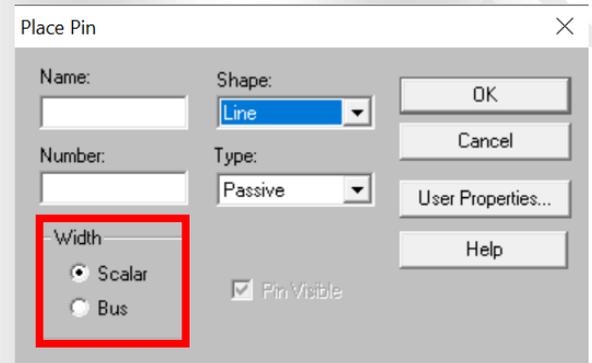
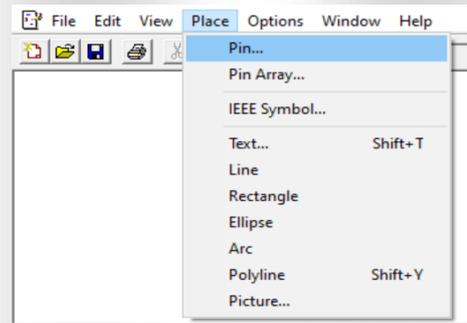
- **Clock.** Il pin avrà il simbolo del clock, un triangolino orizzontale.
- **Dot.** Sul pin ci sarà il cerchietto che indica la negazione.
- **Dot Clock.** Sul pin ci sarà sia il cerchietto che il triangolino per indicare il clock sul fronte di discesa.
- **Line.** Il pin sarà solamente rappresentato da una linea.
- **Short.** Il pin sarà rappresentato da una linea corta.
- **Zero Length.** Il pin non avrà alcuna linea.

TYPE rappresenta la tipologia del pin con 8 possibilità:

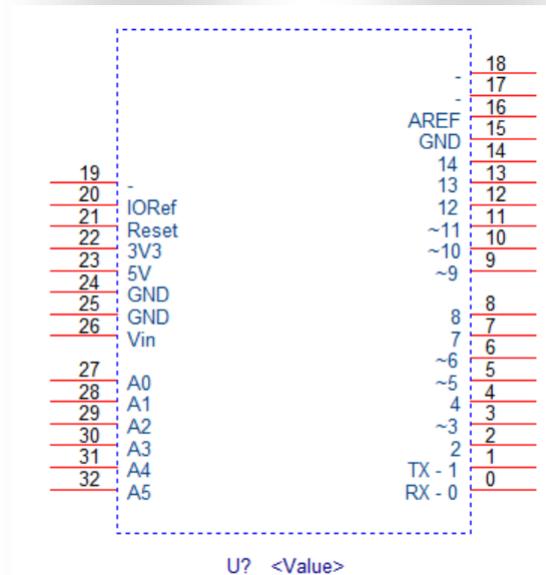
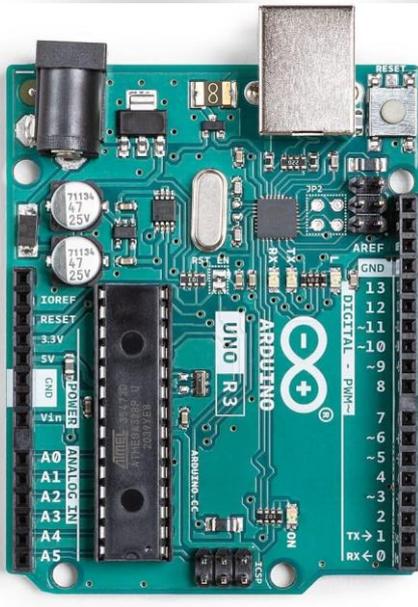
- **3 State.** Indica la possibilità di assumere 3 stati cioè, alto, basso o alta impedenza.
- **Bidirectional.** Indica la possibilità di essere sia ingresso che uscita.
- **Input.** Indica un pin di ingresso.
- **Open Collector.** Indica un pin di uscita a collettore aperto, in questo caso occorre una resistenza di pull-up.
- **Open Emitter.** Indica un pin di uscita ad emettitore aperto, in questo caso occorre una resistenza di pull-down.
- **Output.** Indica un pin di uscita.
- **Passive.** Indica un pin che non ha alcuna caratteristica di ingresso o uscita e può essere collegato in qualsiasi modo.
- **Power.** Indica un pin di alimentazione.

Nel nostro caso andremo ad inserire dei pin con la classica forma della linea singola (SHAPE=LINE) e per evitare errori in fase di controllo del disegno inseriremo per ora dei pin senza caratteristiche definite (TYPE=PASSIVE).

Andando avanti ed acquisendo maggiore padronanza dello strumento potremo definire i pin con le loro reali caratteristiche mettendo ad esempio BIDIRECTIONAL sui pin di input/output e POWER su quelli di alimentazione.



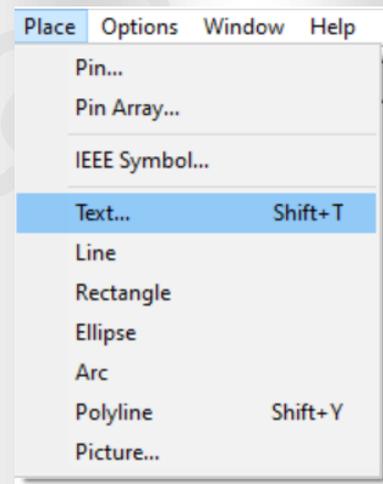
La disposizione dei pin potrebbe avvenire seguendo la reale forma della scheda ARDUINO UNO, considerando la numerazione in senso orario.



A questo punto potremo usare gli strumenti presenti nel menu PLACE o nella barra laterale per disegnare il rettangolo di ingombro, o fare altre forme e scritte sul componente, utili per fornire indicazioni più accurate.

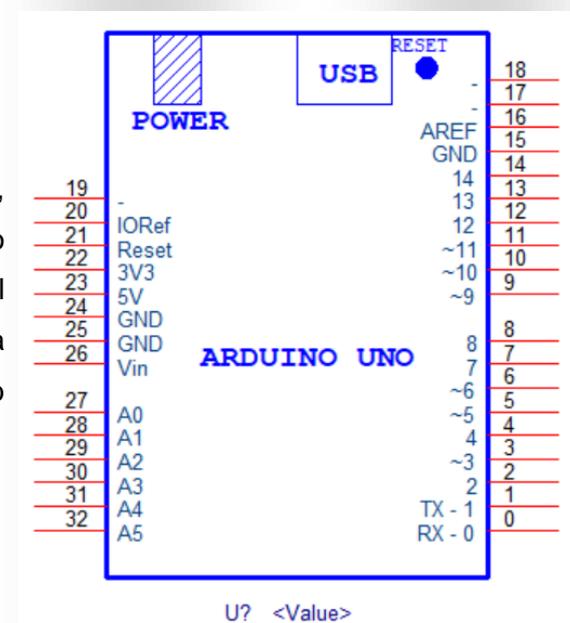
Si possono inserire scritte, linee e forme come rettangoli cerchi o archi di cerchio.

Cliccando su ogni oggetto inserito si possono modificare le proprietà, come ad esempio lo spessore della linea o il colore del testo.



Il risultato finale potrebbe ad esempio essere questo.

Tutti i disegni e le scritte servono solo a fornire indicazioni, la cosa importante sono invece i pin con le loro caratteristiche. Il numero del pin sarà fondamentale per il passaggio al circuito stampato, e la loro tipologia sarà importante se vogliamo attivare gli strumenti di controllo messi a disposizione da Capture.



Una volta terminato il disegno del componente, possiamo procedere al suo salvataggio nel menù FILE con SAVE AS.

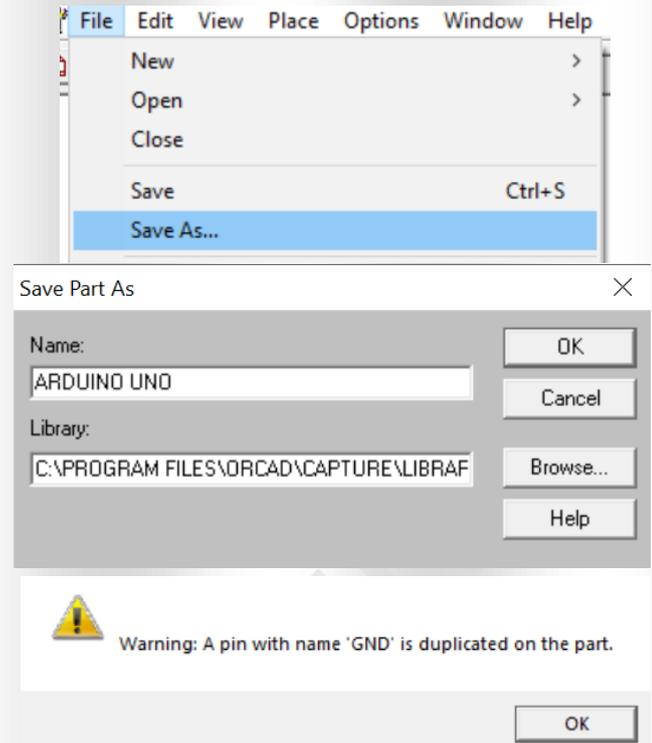
Nell'apposita finestra scriveremo il nome del componente.

Durante il salvataggio potremmo ricevere dei Warnings, come ad esempio quello che indica la presenza di pins con lo stesso nome GND.

In questo caso possiamo tranquillamente proseguire, perché sul componente ci devono essere due pin con lo stesso nome.

Ogni altro Warning ricevuto indica qualche possibile anomalia ed il disegnatore può decidere se proseguire o correggere il disegno.

Se il programma non è stato avviato in modalità amministratore riceveremo un messaggio che indica che non è possibile salvare il lavoro svolto, pertanto il lavoro svolto sarà vanificato e dovremo ricominciare dall'inizio.

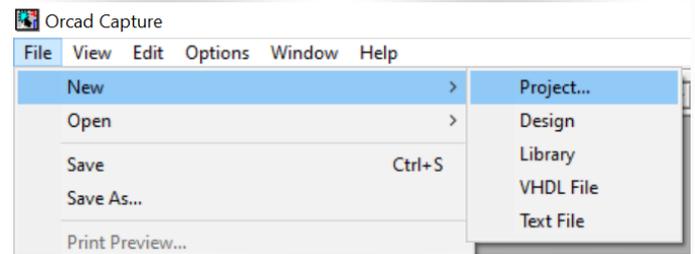


Una volta realizzati i simboli necessari possiamo procedere a realizzare il nostro primo progetto, che inizia ovviamente con il disegno. Se ci accorgiamo in corso d'opera che manca un simbolo potremo sempre tornare nella nostra libreria per creare il simbolo mancante, ma prima di farlo consiglio di verificare se il simbolo è presente in una delle librerie fornite da ORCAD. Di seguito l'elenco delle librerie più utilizzate con la descrizione dei componenti contenuti:

- CAPSYM. Contiene i simboli utilizzati per indicare un'alimentazione o una massa, oltre ai simboli per definire dei collegamenti tra più fogli. **Questa libreria va aggiunta sempre all'inizio del progetto.**
- CONNECTOR. Contiene i simboli dei connettori multipolari. Sicuramente verrà utilizzata in ogni disegno.
- DISCRETE. Contiene i simboli dei componenti più comuni, tra cui anche i componenti passivi come resistenze e condensatori. Sicuramente verrà utilizzata in ogni disegno.
- ELECTROMECHANICAL. Contiene i simboli di qualche motore e componente elettromeccanico. Potrebbe essere utile.
- GATE. Contiene i simboli di tutte le porte logiche. Sicuramente verrà utilizzata nei circuiti digitali.
- MICROCONTROLLER. Contiene i simboli dei più comuni microcontrollori. Sicuramente utile negli schemi a microcontrollori.
- OPAMP. Contiene i simboli dei più comuni amplificatori operazionali.
- REGULATOR. Contiene i simboli dei regolatori di tensione o stabilizzatori.
- TRANSISTOR. Contiene i simboli dei transistor BJT, FET e MOSFET.

Ci sono comunque molte altre librerie che possono servire come c'è anche la possibilità di ricercare un componente conoscendone il nome.

Per iniziare un progetto, consiglio di creare una cartella sul PC all'interno della quale creare il nostro progetto. Una volta creata la cartella possiamo creare un progetto all'interno di essa con FILE – NEW – PROJECT

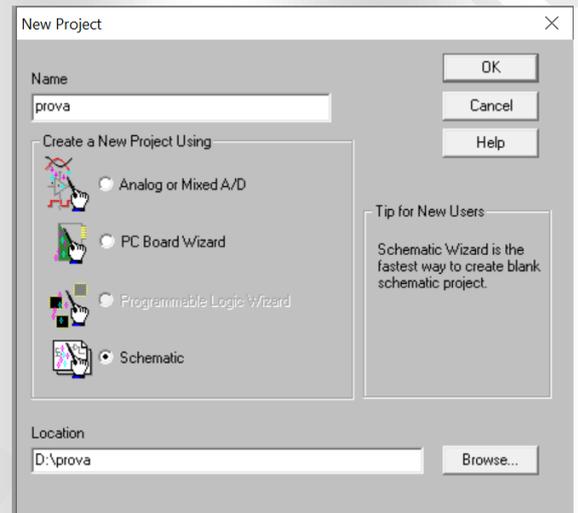


Si aprirà la finestra dove inserire il nome del progetto e la destinazione dove indicheremo la cartella creata.

In questo caso ho dato come nome al progetto "PROVA" e l'ho inserito nella cartella d:\prova.

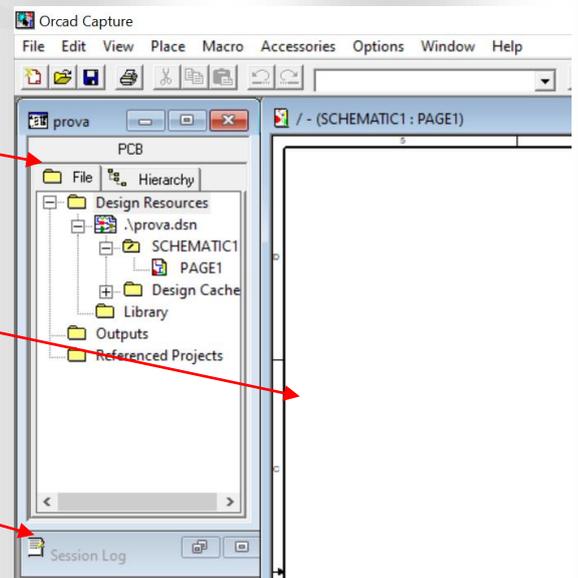
Tutti i file che verranno generati saranno salvati in questa cartella.

Possiamo mettere la spunta su Schematic per indicare che stiamo realizzando uno schema.

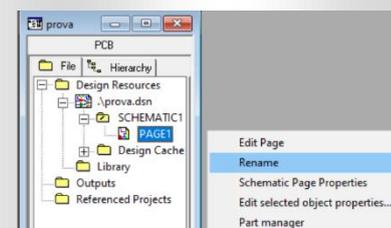


Si apriranno ora 3 finestre:

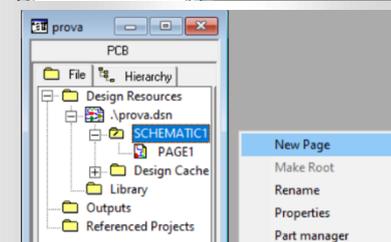
- L'esploratore del progetto, che mostra la sua struttura e le sue pagine.
- Il foglio del progetto, dove realizzare il disegno.
- Il foglio di Log che riporta eventuali warning o errori.



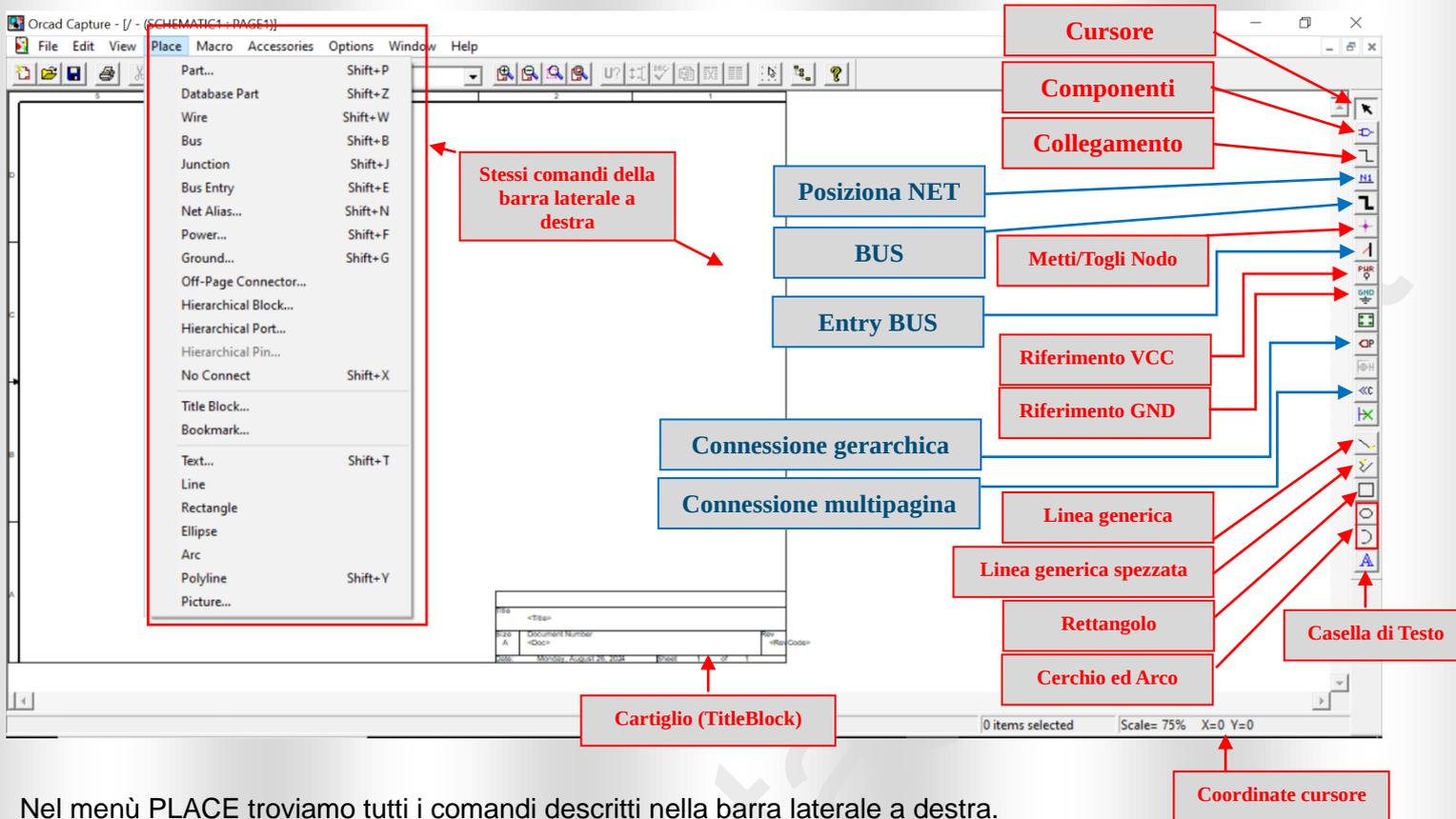
Nell'esploratore del progetto è presente il suo nome con estensione .dsn (prova.dsn). Sotto alla scritta SCHEMATIC è presente in questo caso un unico foglio chiamato PAGE1, il foglio può essere rinominato cliccando con il destro sopra di esso e scegliendo RENAME.



Cliccando su SCHEMATIC con il destro si possono aggiungere altri fogli scegliendo NEW PAGE.



Vediamo ora come è strutturato il foglio del progetto.



Nel menù PLACE troviamo tutti i comandi descritti nella barra laterale a destra.

I comandi in rosso sono quelli più comunemente utilizzati.

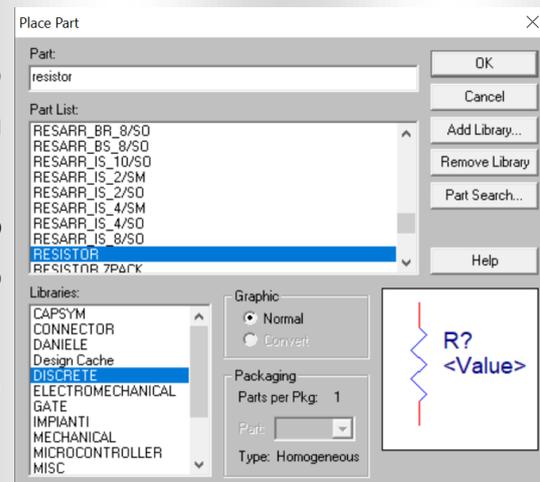
Le linee generiche, spezzate, rettangoli, cerchi, archi e caselle di testo, non hanno alcuna influenza sui collegamenti, sono solo descrittive. I collegamenti vengono invece effettuati con il comando apposito COLLEGAMENTO presente anche nel menu PLACE con il nome WIRE.

Prima di effettuare i collegamenti occorre piazzare in maniera uniforme i componenti sul foglio con il comando PLACE PART o con il comando diretto nella barra laterale destra.

Ad esempio volendo inserire una resistenza seleziono con il comando PLACE PART la libreria DEVICE e cerco all'interno di essa il simbolo più adatto che nel nostro caso si chiama RESISTOR.

Se conosciamo il nome del componente possiamo cercarlo con il tasto PART SEARCH, in caso contrario va selezionata la libreria e scorrendo sui nomi appaiono i simboli associati.

Se nella parte LIBRARIES non sono visualizzate le librerie necessarie, posso aggiungerle con il tasto ADD LIBRARY.



Supponiamo di voler ad esempio realizzare un circuito con un amplificatore operazionale in configurazione non invertente con guadagno 10.

In questo caso avremo bisogno di un amplificatore operazionale (ad esempio il circuito integrato LM358), due resistenze un connettore per l'alimentazione un connettore di ingresso ed uno di uscita. I connettori possono essere tutti a 2 poli.

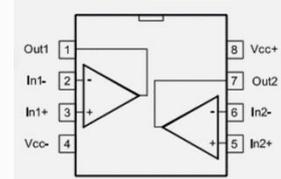
Pertanto come primo passo dovremo posizionare i componenti sul foglio ricercandoli nelle seguenti librerie:

- DEVICE per le resistenze.
- CONNECTOR per i 3 connettori.
- OPAMP per l'amplificatore operazionale LM358.

La prima cosa da fare dopo aver posizionato i componenti è assegnare loro il nome ed il valore.

Per assegnare il nome o il valore è sufficiente cliccare sul campo scelto e digitare il testo desiderato.

L'integrato LM358 ha al suo interno 2 amplificatori operazionali, nominati con A e B, pertanto scrivendo sulla sigla U1A o U1B il numero dei pin cambierà.



Successivamente vanno inseriti i riferimenti per la VCC e la GND in modo da non dover usare dei collegamenti per unire tutti i punti che vanno a GND o a VCC.

Dopodiché con il comando PLACE WIRE posso collegare i vari componenti in modo appropriato.

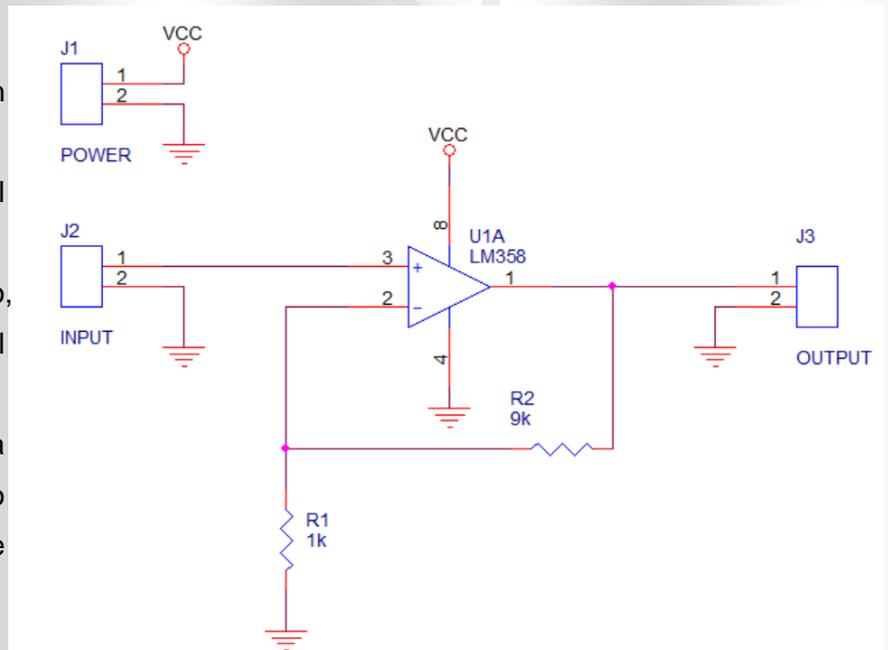
Il risultato sarà il seguente.

Come si può notare ogni componente ha un differente reference (J1, J2, J3, R1, R2).

In caso contrario nella fase di controllo del circuito, riceveremo degli errori.

Il valore indicato invece non viene controllato, ed è semplicemente un numero abbinato al componente.

Inoltre l'utilizzo del simbolo VCC e GND, ha semplificato molto il circuito, evitando ulteriori collegamenti che potrebbero rendere difficile l'interpretazione.



Altra cosa da notare è il punto di giunzione tra collegamenti, NODO, che viene inserito in automatico quando si termina un collegamento sopra un altro. Volendo con il comando NODO, questo può essere cancellato o aggiunto.

Selezionando un componente o un gruppo di componenti con il mouse, è inoltre possibile spostarli lasciando inalterati i collegamenti.

A questo punto si può procedere a compilare i campi del cartiglio semplicemente cliccando sopra ogni campo per poi digitare il testo desiderato.

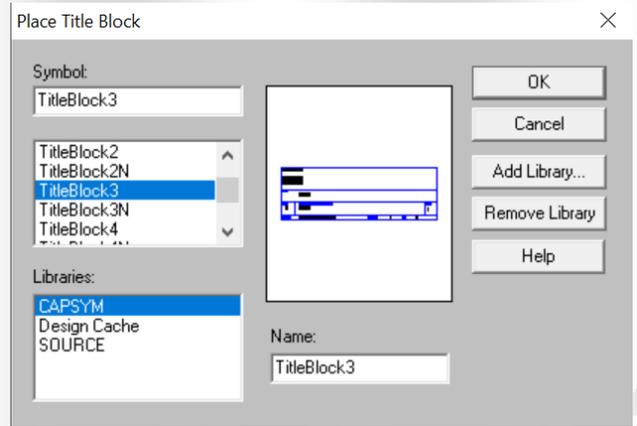
Ci sono differenti tipologie di cartiglio, ed ognuno di essi può contenere dei campi che possono essere personalizzati, ma per ora limitiamoci ad utilizzare il cartiglio standard.

Title		
Amplificatore Non Invertente		
Size A	Document Number AMPLI_01	Rev 1.0
Date:	Monday, August 26, 2024	Sheet 1 of 1

Possiamo inoltre cambiare il tipo di cartiglio cancellando quello di default ed inserendo un cartiglio differente, come ad esempio il cartiglio TITEBLOCK3 presente nella libreria CAPSYM. Se la libreria non è visibile va aggiunta con il tasto ADD LIBRARY.

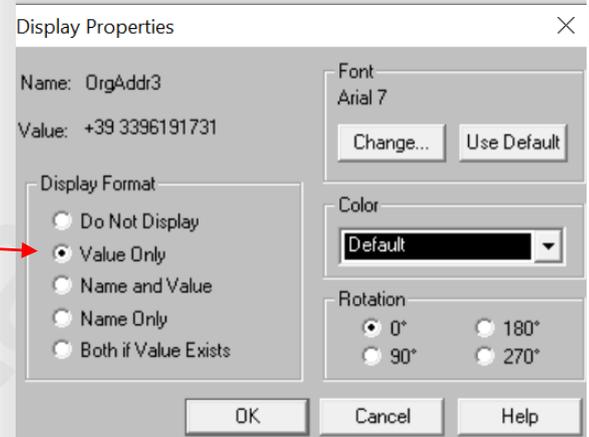
Una volta scelto il cartiglio si possono editare i campi visibili, cliccando sulla scritta presente e modificandola.

Ci sono comunque altri campi non visibili che si possono compilare e rendere visibili facendo il doppio click sul cartiglio ed accedendo alle sue proprietà.



	Design Name	Doc	ID	Name	OrgAddr1	OrgAddr2	OrgAddr3	OrgAddr4	OrgName
1	SCHMATIC1 : PAGE1 : TitleBlock3	D:\PROVA\PROVA.DSN	Ampli_01	TitleBlock3	Contrada Sant'Angelo 4	63900, Fermo (FM)	+39 3396191731	info@danielepostacchini.it www.danielepostacchini.it	Daniele Postacchini

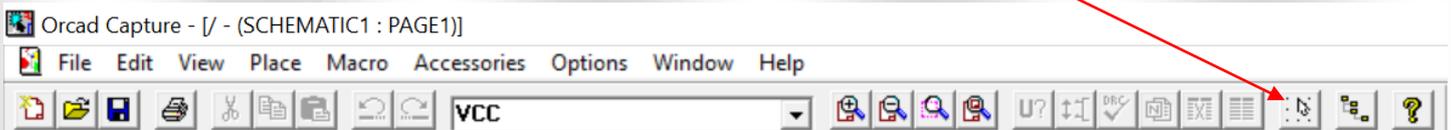
Si visualizzeranno così tutti i campi disponibili, come OrgName o OrgAddr. Una volta riempiti questi campi si possono rendere visibili cliccando su DISPLAY dopo aver selezionato il campo, e rendendo visibile il valore del campo.



In alto c'è il classico menù con i comandi FILE, EDIT, VIEW ecc... Su questa barra troviamo il tasto OPTION con cui possiamo modificare le dimensioni del foglio o i colori dei componenti e dei collegamenti.

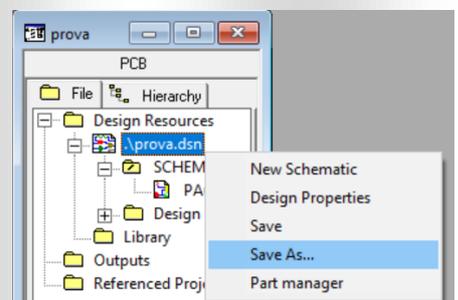
Consiglio di modificare le dimensioni del foglio tra la misura A e la misura B, due formati facilmente stampabili con una normale A4. Le dimensioni si possono modificare con OPTION – SCHEMATIC PAGE PROPERTIES.

Di default cursore si muove su una griglia che può essere resa visibile o invisibile sempre nella sezione OPTION. In questo modo rimane facile collegare un terminale di un componente ad un filo. Ma il cursore potrebbe anche muoversi al di fuori della griglia, rendendo difficile collegare i componenti. Per rendere il tasto libero dalla griglia basta cliccare sul pulsante che indica il cursore, il terzo a partire da destra.



E' ovviamente sconsigliato sganciare il cursore dalla griglia, e volendo riattivarlo basta cliccare sullo stesso pulsante.

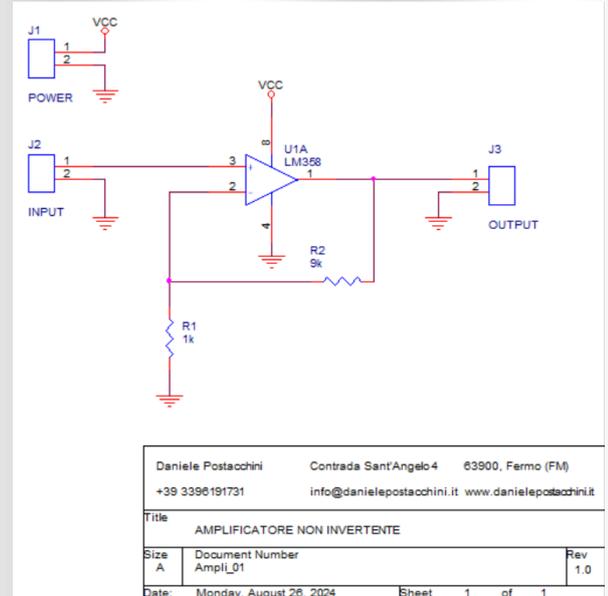
Al termine con FILE – SAVE il disegno viene salvato nella cartella del progetto, volendo rinominarlo, occorre agire sulla finestra esploratore del progetto e cliccando con il destro sul file del progetto .dsn, scegliere SAVE AS.



Al termine potremmo avere una situazione come quella in figura.

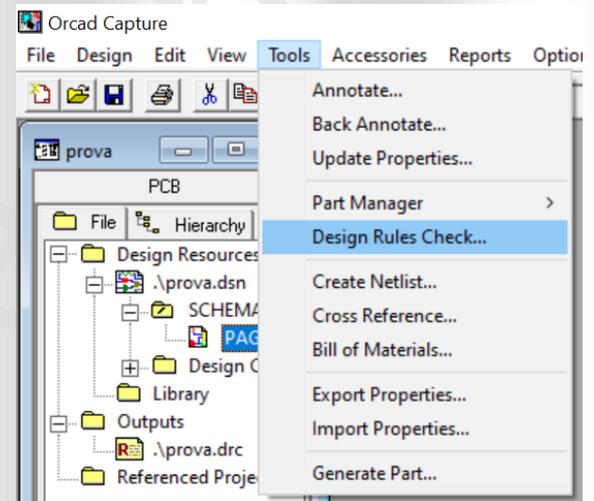
Il disegno presenta tutte le informazioni necessarie per realizzare i vari collegamenti.

Ma ancora non abbiamo inserito le informazioni necessarie per realizzare il circuito stampato.

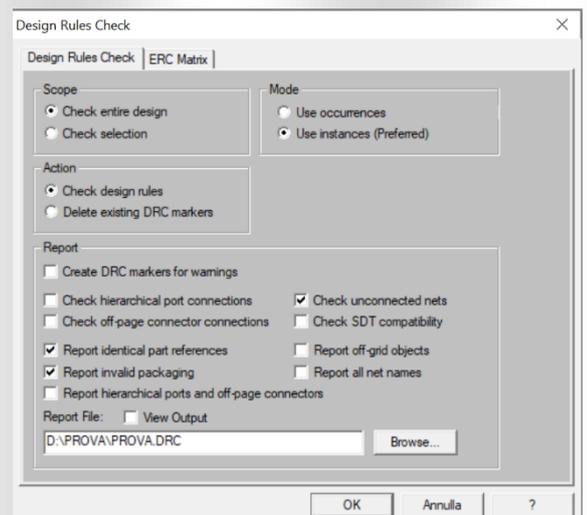


A questo punto possiamo verificare eventuali errori o incongruenze con lo strumento Design Rules Check (controllo delle regole di disegno).

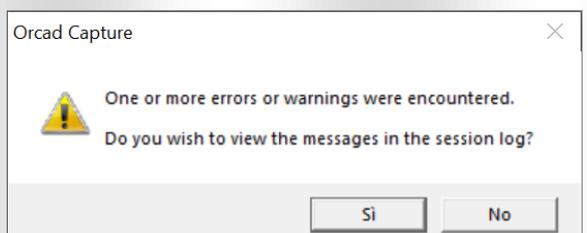
Sul menù ci sono altri strumenti, ma di seguito vedremo solamente lo strumento Create Netlist.



La finestra successiva ci permette di definire le impostazioni dello strumento DRC, lasciamo tutto di default e clicchiamo su ok.



Se non ci sono errori o warning non succederà nulla, altrimenti riceveremo un messaggio che indica la presenza di errori o warning, e cliccando sul pulsante SI, si aprirà il file di log con la descrizione degli errori.

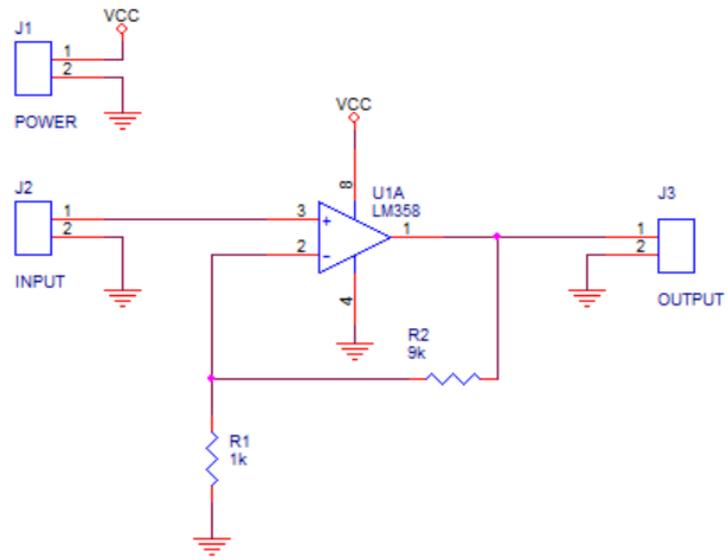


DAL DISEGNO AL CIRCUITO STAMPATO, PREPARAZIONE DELLA NETLIST

Una volta realizzato il disegno e verificata l'assenza di errori, dobbiamo realizzare la netlist.

La netlist è l'insieme dei collegamenti tra i pin dei componenti. Tornando al disegno realizzato andiamo a controllare quanti collegamenti (net) possiamo individuare.

- Il primo collegamento che possiamo indicare è quello che unisce tutti i pin che vanno a GND. Cioè tutti i pin 2 dei 3 connettori, il pin 4 dell'amplificatore operazionale U1 ed un terminale di R1.
- Il secondo collegamento è quello che unisce tutti i pin che si collegano a VCC. In questo caso il pin 1 di J1 ed il pin 8 dell'amplificatore operazionale U1.
- Un altro collegamento è quello che collega il pin 1 di J1 con il pin 3 di U1.
- Possiamo ancora individuare come net il collegamento che unisce il pin 2 di U1 un terminale di R1 ed un terminale di R2.
- Con lo stesso ragionamento possiamo indicare un ultimo net, quello che collega il pin 1 di U1 il pin 1 di J3 ed un terminale di R2.



In tutto abbiamo 5 net, ed ad ognuno di essi, verrà automaticamente assegnato un nome.

La NETLIST è fondamentale per poter realizzare poi il circuito stampato, ma oltre a questa dobbiamo indicare la forma reale di ogni componente (FOOTPRINT) che dovrà avere lo stesso numero di terminali presenti sul simbolo.

Ad esempio una resistenza il cui simbolo è il seguente:

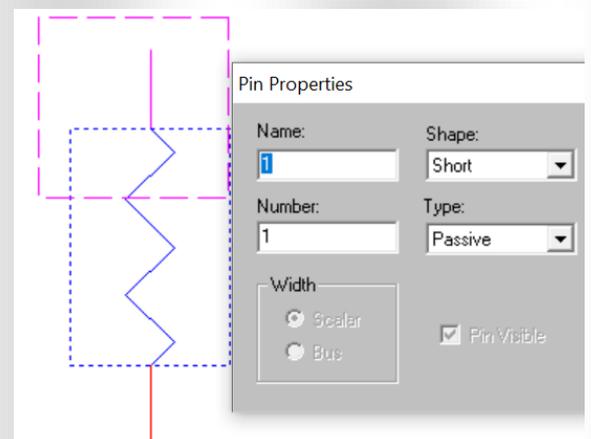


Dovrà essere associata ad un componente che nella realtà ha due pin ma forma diversa:



I pin dei simboli utilizzati hanno un numero (come visto nella parte iniziale quando abbiamo realizzato un componente in libreria).

Ed anche se il numero non è visibile è sempre presente, ed è importante che il FOOTPRINT abbia gli stessi pin con lo stesso numero.



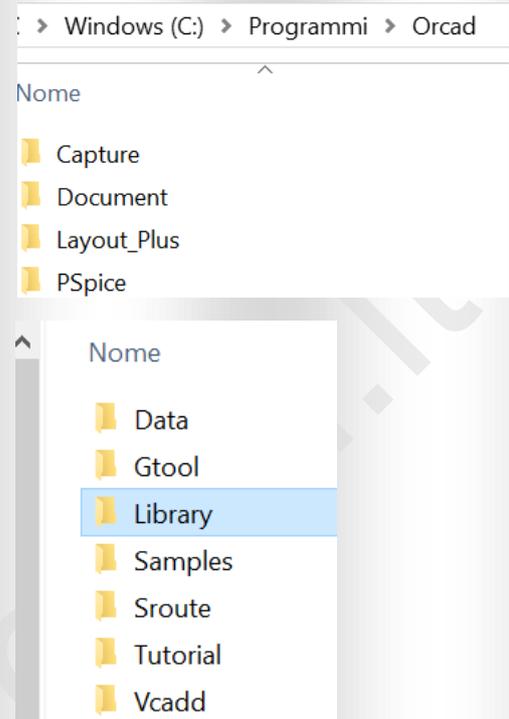
Per scegliere il FOOTPRINT da associare ad ogni simbolo, occorre ora aprire il programma LAYOUT con cui realizzeremo poi il circuito stampato. Ma in questo caso lo apriremo solo per vedere i FOOTPRINT presenti o per realizzarne di nuovi come fatto con i simboli.

ORCAD LAYOUT

Anche in questo caso consiglio di avviare sempre il software in modalità amministratore. Le librerie come nel precedente caso, sono nella cartella del programma C: / PROGRAMMI / ORCAD.

All'interno della cartella troviamo la cartella LAYOUT_PLUS, dentro a questa cartella troviamo la cartella contenente le librerie LIBRARY.

Oltre a questa troviamo la cartella DATA, che ci servirà più avanti nella spiegazione del passaggio da schema a circuito stampato.

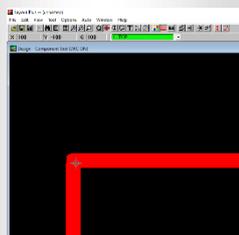


LIBRERIE DI LAYOUT

Per accedere alla libreria occorre innanzitutto lanciare il programma, una volta avviato selezioniamo FILE-NEW.

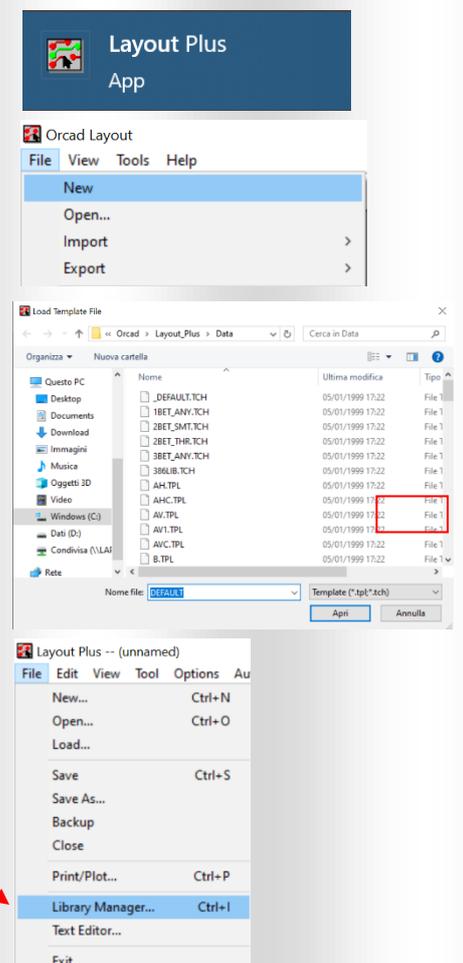
Si aprirà una finestra per selezionare uno dei file contenuti nella cartella DATA. Questi file sono dei "template", cioè dei file che contengono delle impostazioni come il numero dei layer o le strategie di sbroglio, sono dei file con estensione TCH o TPL. In questo caso non dovendo fare un circuito stampato ma dovendo solo accedere alle librerie, possiamo fare clic su ANNULLA.

La schermata successiva sarà quella di LAYOUT.



Per accedere alle librerie occorre avviare il comando LIBRARY MANAGER presente sul menù FILE.

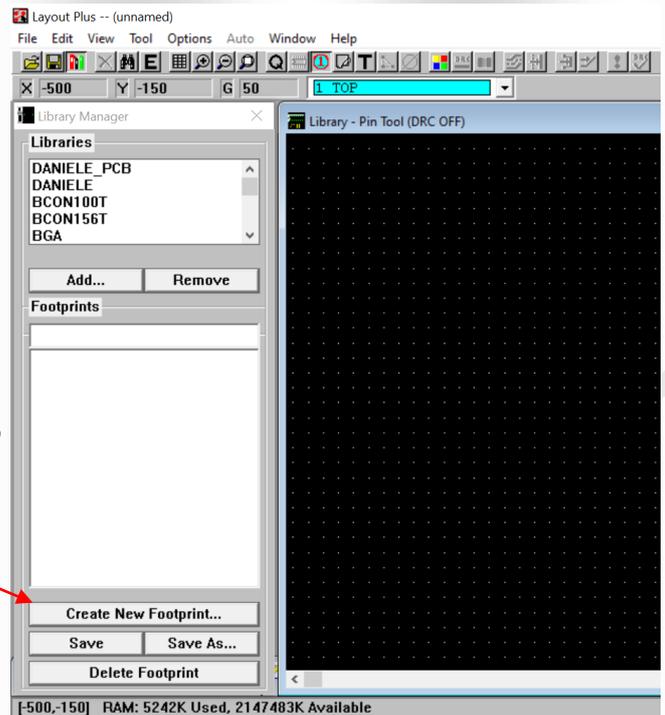
Le librerie si possono anche aprire con la combinazione di tasti CTRL+I.



Questa è la schermata del LIBRARY MANAGER.

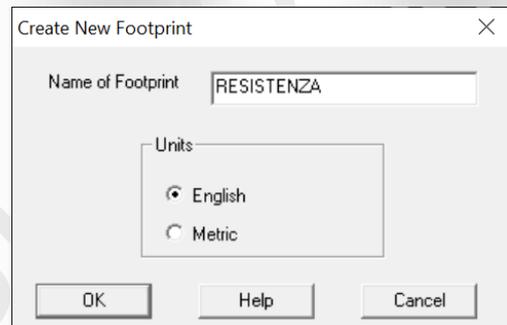
Con il pulsante ADD possiamo selezionare una libreria presente nella cartella ed aggiungerla al programma. Cliccando su ogni libreria, viene visualizzato l'elenco dei componenti (FOOTPRINT) presenti.

Anche in questo caso consiglio di creare una propria libreria dove inserire i propri FOOTPRINT. Per fare questo occorre innanzitutto creare un FOOTPRINT, con il comando "Create New Footprint".



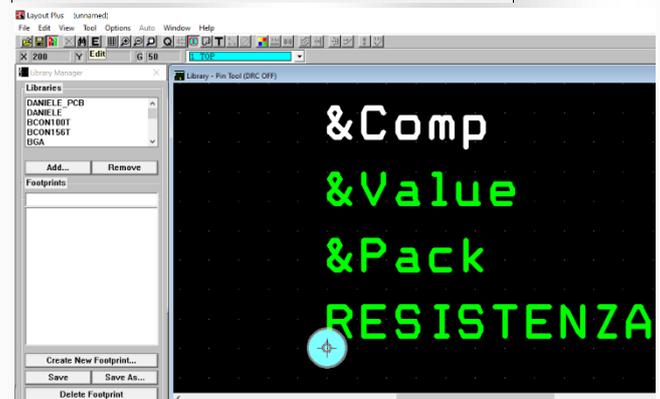
Ci viene chiesto il nome e se utilizzare la scala di misura inglese in MILS (millesimi di pollice).

Lasciare la spunta su ENGLISH ed inserire il nome del componente, per cominciare proviamo a realizzare una RESISTENZA.

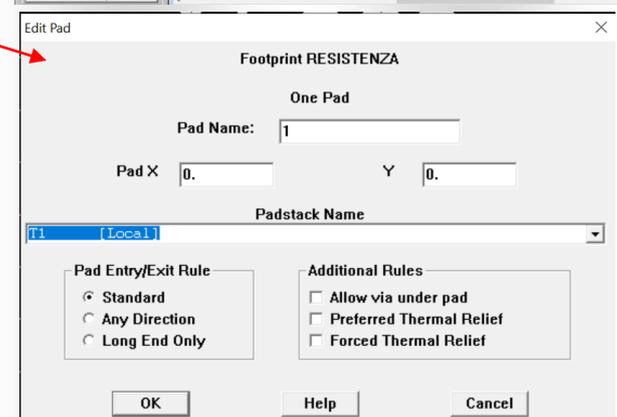


Nella schermata successiva apparirà un PIN di forma circolare al centro del foglio. Possiamo decidere se spostarlo o di assegnargli un nome.

Facendo doppio click su di esso si apre la finestra con le proprietà del PIN.



Di default viene dato il numero 1 al PIN, inoltre nella sezione PADSTACK NAME, troviamo il tipo di PIN che viene identificato in questo caso con la sigla T1.



In pratica tutti i PIN che avranno questa tipologia, avranno stessa forma e dimensioni.

Forma e la dimensione, possono essere variate nella sezione PADSTACKs accessibile con il pulsante VIEW SPREADSHEET, che vedremo più avanti.

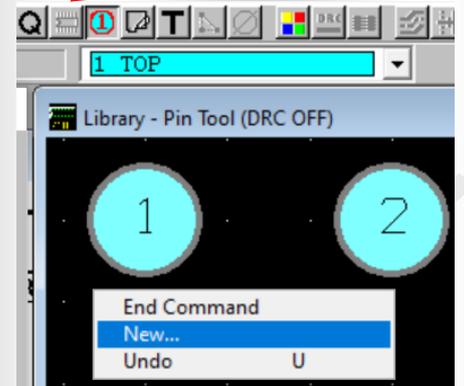
La prima cosa da fare è inserire i PIN necessari, pertanto dovendo realizzare una resistenza occorre un altro PIN. Con il click destro del mouse possiamo scegliere NEW.

E' importante avere attivato il menù di gestione dei PIN con l'apposito pulsante.

I due pin andranno disposti alla distanza reale data dalle dimensioni del componente. Ad esempio una resistenza da $\frac{1}{4}$ di Watt ha una distanza tra i due PIN di circa 8mm.

In alto a destra abbiamo le coordinate X ed Y espresse in mils.

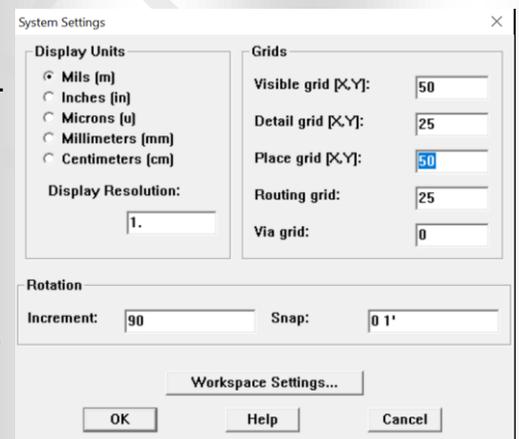
Occorre ricordare che **1mils = 0,0254mm** pertanto **50mils = 1,27mm**



Se non modifichiamo nulla di default vengono utilizzati i mils, ma con OPTION - SYSTEM SETTINGS, possiamo scegliere l'unità di misura e la dimensione della griglia su cui si sposta il cursore.

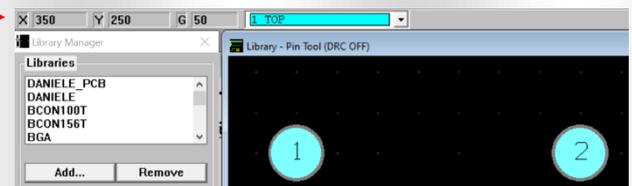
PLACE GRID è la griglia su cui si spostano i componenti (FOOTPRINT). ROUTING GRID è la griglia su cui si spostano le piste che realizzeremo nel circuito stampato.

VISIBLE GRID è la griglia visibile sul foglio di lavoro.



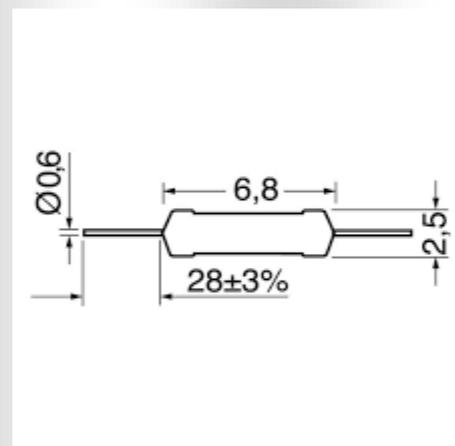
Se non modifichiamo nulla, il cursore si sposterà su una griglia di 50 mils, pertanto i due PIN saranno disposti ad una distanza multipla di 50mils, e dovendo essere la resistenza 8mm, abbiamo che il valore più vicino è 350mils pari a 8,89mm.

Se vogliamo essere più precisi o aver valori differenti, dobbiamo modificare le dimensioni della griglia, ma per la resistenza una distanza maggiore tra i due PIN potrebbe essere accettabile.



350mils = 8,89mm

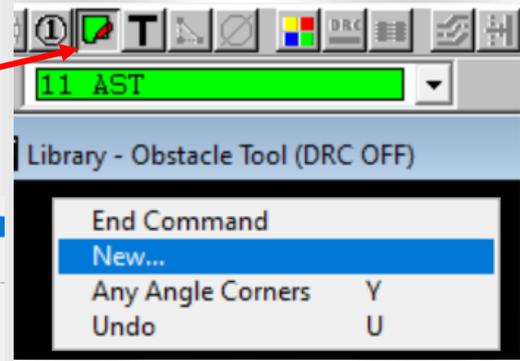
Dopo aver inserito i PIN, occorre definire l'ingombro del componente, cioè le dimensioni effettive del corpo della resistenza che può essere considerato come un semplice rettangolo con una lunghezza pari a 7mm ed un'altezza di 3mm, per quanto riguarda il corpo interno, ed un rettangolo che comprende anche i PIN per l'ingombro complessivo.



Per realizzare il disegno dell'ingombro del componente, occorre innanzitutto selezionare lo strumento OBSTACLE TOOL, sulla barra in alto.

Poi con click sul destro del Mouse scegliere prima NEW e con un successivo click scegliere Proprietà.

End Command	
Properties...	Ctrl+E
Copy	Ctrl+C
Delete	Ctrl+X
Finish	F
Segment	S
Arc	A
Exchange Ends	X
Any Angle Corners	Y



A questo punto si aprirà una finestra dove scegliere il tipo di Obstacle (cioè linee, ingombri o zone particolari).

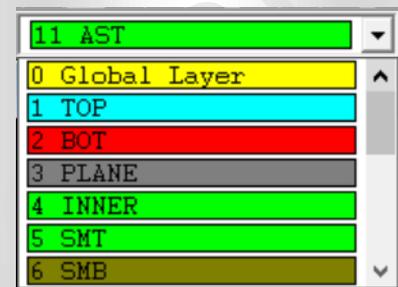
Oltre al tipo occorre scegliere il suo spessore sempre in mils e su quale LAYER verrà visualizzato, chiudendo la finestra con OK si procederà poi al disegno del componente.

Una piccola parentesi che approfondiremo successivamente.

LAYOUT ha 18 possibili LAYER di differente colore, selezionabili nella finestra centrale della barra in alto.

Quello che disegneremo su GLOBAL LAYER, apparirà in ogni file di uscita.

Gli altri LAYER invece possono essere inviati o non inviati in stampa, come anche resi visibili o invisibili.



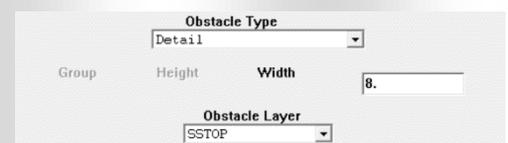
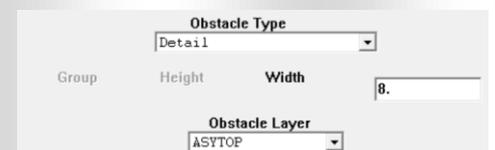
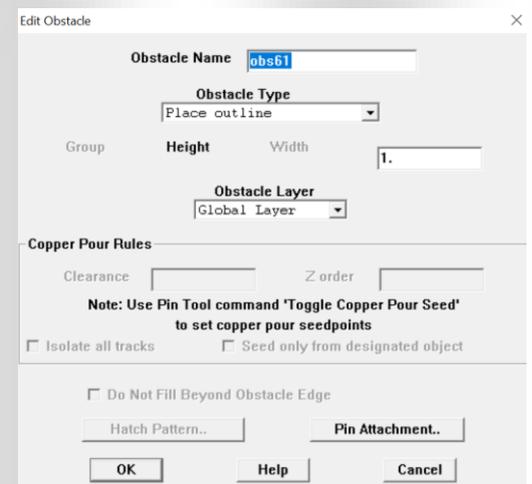
Il Layer che contiene il disegno dei componenti è ASYTOP (ATOP) che sta per Assembly TOP. In questo Layer ci sono gli ingombri del componente nel lato superiore della scheda.

C'è anche il Layer ASYBOT (ABOT) che contiene l'ingombro del componente lato saldatura.

Normalmente i componenti che vengono montati con il foro passante sulla scheda hanno il corpo del componente sul lato TOP, pertanto possiamo disegnare un rettangolo che comprende anche i pin sul GLOBAL LAYER e successivamente realizzare il disegno del componente sul Layer ABOT.

Se dobbiamo inserire anche la serigrafia sulla scheda (cioè il disegno dei componenti direttamente sul circuito, allora possiamo disegnare il componente anche sul Layer SSTOP.

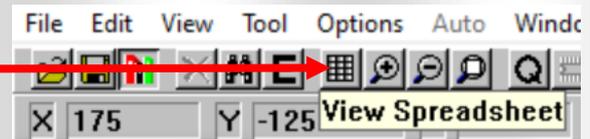
Possiamo pertanto disegnare 3 ingombri: uno sul Global Layer che racchiude anche i PIN, uno sul Layer ASYTOP ed uno sul Layer SSTOP, con larghezza della linea maggiore, che rappresentano la forma del componente visto dall'alto.



Il risultato potrebbe essere il seguente.



Per quanto riguarda la forma dei PIN e le dimensioni, come detto prima occorre agire sul pulsante VIEW SPREADSHEETS.



Scegliendo PADSTACKS, verranno visualizzati tutti i tipi di PIN e sarà possibile scegliere le dimensioni e la forma che il PIN avrà su ogni Layer. Il PIN nel PCB viene comunemente identificato col termine PAD.

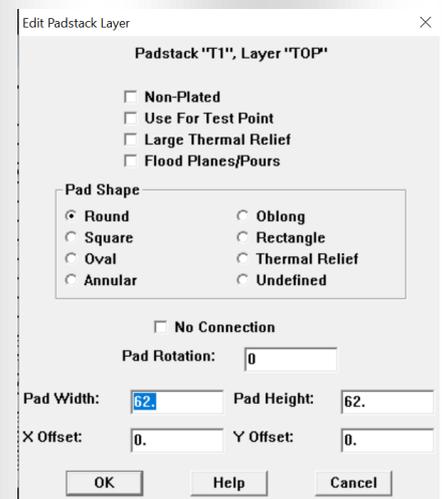
Padstack or Layer Name	Pad Shape	Pad Width	Pad Height	X Offset	Y Offset
T1					
TOP	Round	62	62	0	0
BOTTOM	Round	62	62	0	0
PLANE	Round	70	70	0	0
INNER	Round	62	62	0	0
SMTOP	Round	67	67	0	0
SMBOT	Round	67	67	0	0
SPTOP	Undefined	0	0	0	0
SPBOT	Undefined	0	0	0	0
SSTOP	Undefined	0	0	0	0
SSBOT	Undefined	0	0	0	0
ASYTOP	Undefined	0	0	0	0
ASYBOT	Undefined	0	0	0	0
DRLDWG	Round	38	38	0	0
DRILL	Round	38	38	0	0
COMMENT LAYER	Round	38	38	0	0
SPARE2	Round	38	38	0	0
SPARE3	Round	38	38	0	0

In questa finestra ci sono le proprietà del PIN T1, scorrendo troviamo gli altri PIN. Pertanto potremo avere PIN rettangolari, quadrati, ovali e circolari con forme differenti sui vari LAYERS.

Sarà sufficiente cliccare su una riga in modo da aprire la finestra delle proprietà.

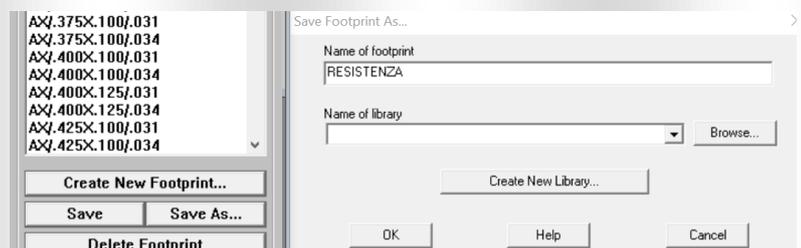
PAD SHAPE permette di scegliere la forma e con Width la dimensione in larghezza ed altezza.

Le restanti parti possono non essere modificate e lasciate senza spunta o con valore nullo (offset).

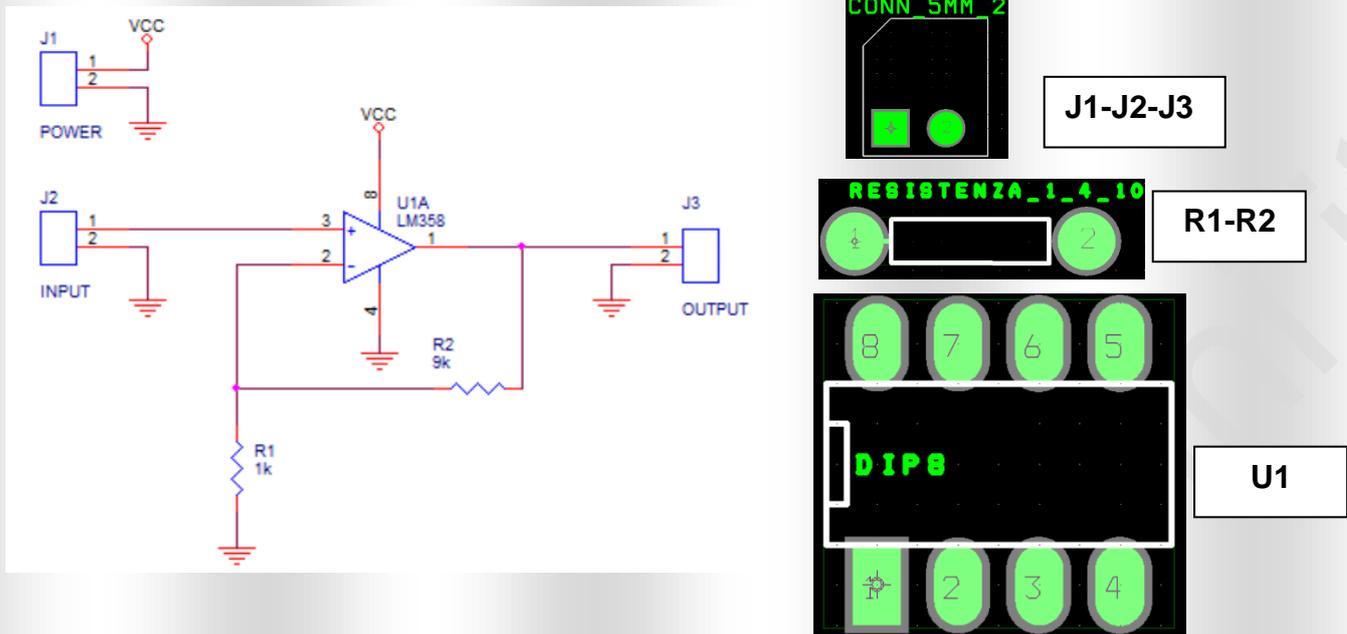


Al termine del disegno del componente occorre salvarlo con il pulsante SAVE AS, scegliendo poi la libreria dove salvarlo.

Se la libreria non è stata ancora creata, occorre creare una nuova libreria con il pulsante CREATE NEW LIBRARY.



Una volta realizzati i FOOTPRINT necessari, o scelti tra i presenti, occorre abbinare ad ogni simbolo il relativo FOOTPRINT.



I nomi dei FOOTPRINT andranno inseriti su ogni componente dello schema precedentemente realizzato. Facendo doppio click su ogni componente si dovrà inserire il nome del FOOTPRINT nella sezione **PCB Footprint**.

Part Reference	PCB Footprint
U1A	

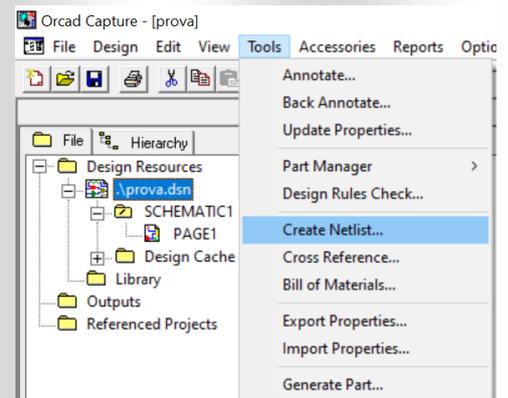
Il nome dovrà essere scritto correttamente e cosa ancor più importante il numero di pin presenti sul componente dovrà essere uguale a quello del footprint. Ad esempio l'integrato U1 LM358 che al suo interno ha 2 Amplificatori Operazionali, è composto da 8 pin (3 per ogni A.O. e due di alimentazione) il FOOTPRINT dovrà avere 8 pin numerati allo stesso modo.

Quando si hanno schemi con molti componenti uguali, è consigliabile scrivere il nome del footprint su un componente ed inserire gli altri facendo copia-incolla, in questo modo non dovremo scrivere per ogni componente il nome dello stesso footprint.

CREAZIONE DELLA NETLIST

A questo punto possiamo procedere alla creazione della netlist descritta precedentemente.

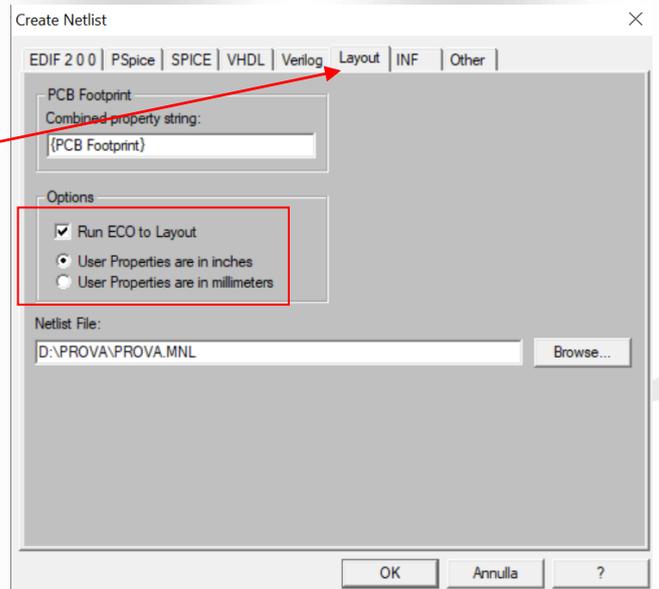
Una volta dentro allo schema di Capture clicchiamo sul progetto e tramite il menù TOOLS scegliamo CREATE NETLIST.



Apparirà una schermata dove dovremo indicare per quale programma va creata la netlist e l'unità di misura utilizzata.

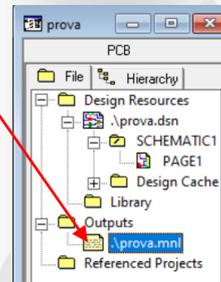
Dovremo pertanto selezionare LAYOUT e cliccare sulle spunte come nell'immagine.

Al termine si creerà un file con il nome del progetto ed estensione MNL, che verrà salvato nella cartella dello stesso progetto.



Cliccando su OK se non ci sono errori verrà creato il file che troveremo nell'esploratore del progetto.

Se ci sono errori verrà chiesto di aprire il file di LOG con l'elenco degli errori riscontrati.

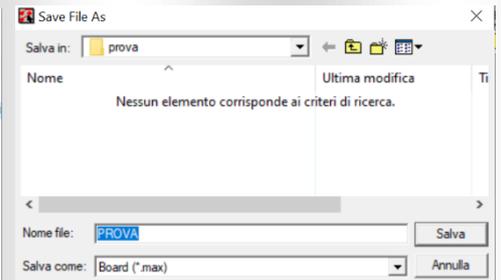
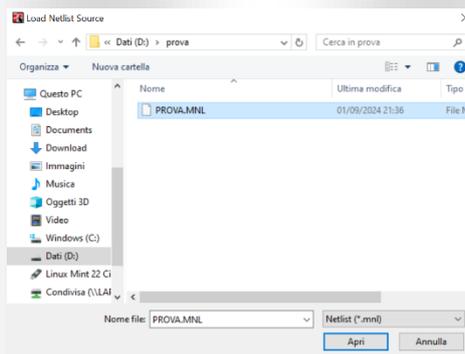
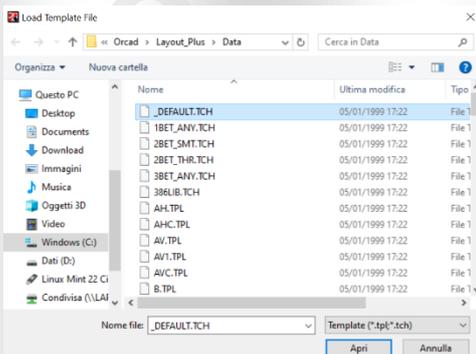


A questo punto possiamo chiudere CAPTURE e passare a LAYOUT definitivamente. Se successivamente faremo delle modifiche sullo schema di CAPTURE, rigenerando la netlist automaticamente ritroveremo le stesse modifiche sul circuito stampato di LAYOUT.

Il prossimo passaggio pertanto sarà la realizzazione del circuito stampato, occorre pertanto lanciare nuovamente LAYOUT.

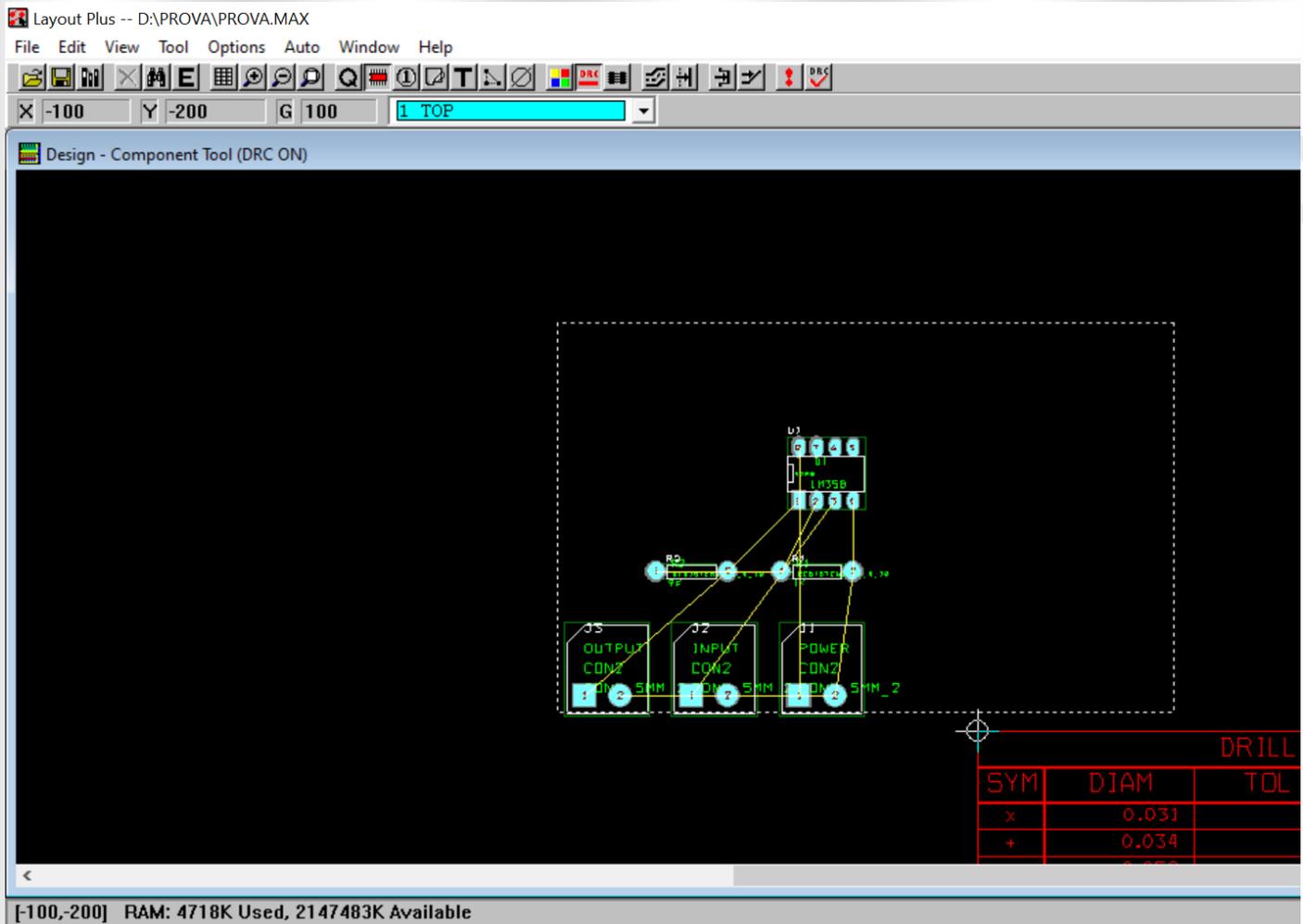
Una volta avviato il programma, con file new generiamo il nostro nuovo file. Ci verranno chieste 3 informazioni:

- la prima è il file template contenente le impostazioni del disegno, presente nella cartella DATA nel percorso C:/ PROGRAMMI / ORCAD / LAYOUT_PLUS. Per normali circuiti doppia faccia possiamo scegliere il file _DEFAULT.TCH.
- la seconda è il file della netlist presente sulla cartella del progetto, nel nostro caso PROVA.MNL.
- il terzo è il nome del file che andremo a realizzare con estensione .MAX che verrà salvato nella cartella del progetto.



REALIZZAZIONE DEL CIRCUITO STAMPATO CON LAYOUT PLUS

Dopo aver inserito i 3 file, se non ci sono errori, troveremo all'apertura di LAYOUT i footprint dei componenti disposti in maniera casuale nel foglio.



Oltre ai footprint, vedremo i NET, cioè i collegamenti tra i vari pin, sottoforma di linee gialle, che si muoveranno come degli elastici quando spostiamo i componenti.

Le operazioni da fare sono le seguenti:

1. Disegnare l'ingombro della scheda con le misure corrette.
2. Posizionare i componenti correttamente dentro all'ingombro disegnati, rispettando le norme per il posizionamento che vedremo di seguito.
3. Inserimento di fori di fissaggio.
4. Realizzare le piste di collegamento tra i vari componenti.
5. Inserimento di testi e scritte.
6. Realizzare uno o più piani di massa.
7. Creare i file Gerber necessari per la realizzazione dello stampato.

DISEGNO DELL'INGOMBRO DELLA SCHEDA

Prima di disegnare l'ingombro e procedere con le altre operazioni, consiglio di disattivare il **DRC** (Design Rule Check) cioè quella funzione che controlla la correttezza delle operazioni che faremo.

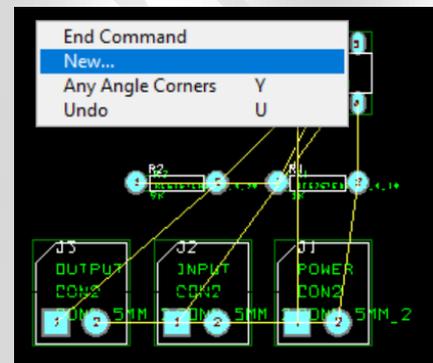
Lo strumento è molto utile, ma durante i primi passi potrebbe crearci qualche problema in più del dovuto, pertanto consiglio di disattivare questo pulsante.



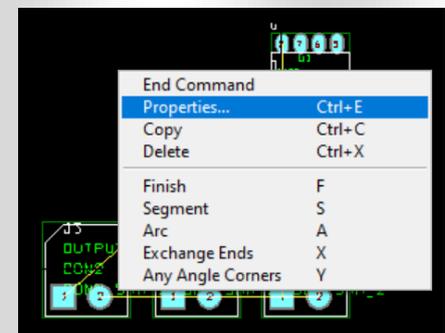
A questo punto procediamo con il disegno dell'ingombro della scheda. Per fare questa operazione occorre attivare il pulsante **OBSTACLE TOOL**.



A questo punto premendo il pulsante destro sul foglio, si sceglie NEW.



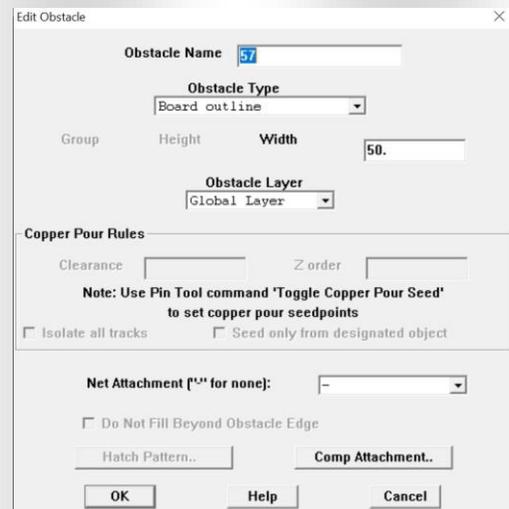
Successivamente premendo ancora il pulsante destro sul foglio scegliamo **PROPERTIES** per definire il tipo di disegno che andiamo a realizzare.



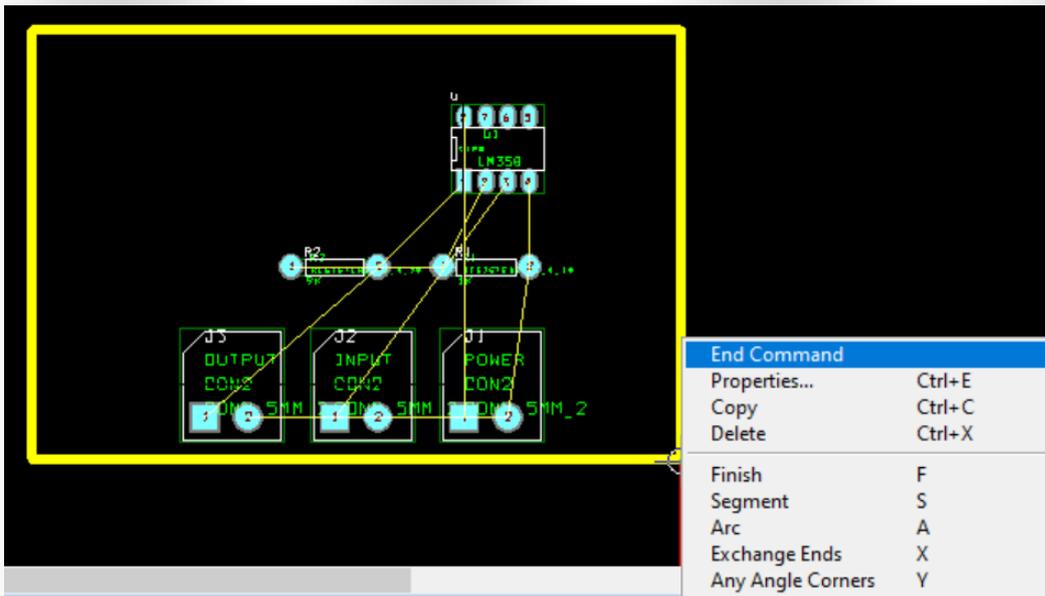
Nella finestra che seguirà dovremo inserire **BOARD OUTLINE** Cioè l'ingombro della scheda, e **GLOBAL LAYER**, per indicare che questo disegno sarà presente in ogni **LAYER**.

Inoltre possiamo definire la larghezza della linea che andiamo a realizzare per definire l'ingombro che di default è 50 mils.

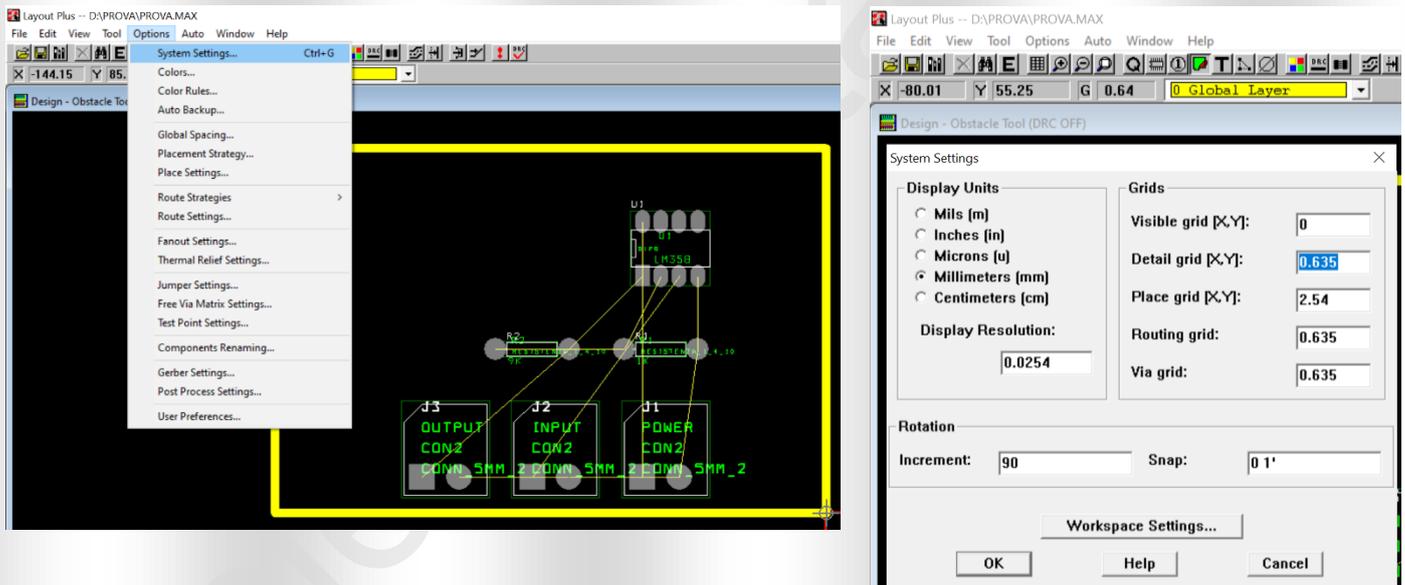
Possiamo anche indicare se questa linea dovrà essere collegata ad un **NET** della scheda, nel caso del disegno dell'ingombro non andrà ovviamente collegato con nessun **NET**. Successivamente vedremo che per il piano di massa, dovremo indicare un **NET** a cui collegarlo che sarà in genere **GND**.



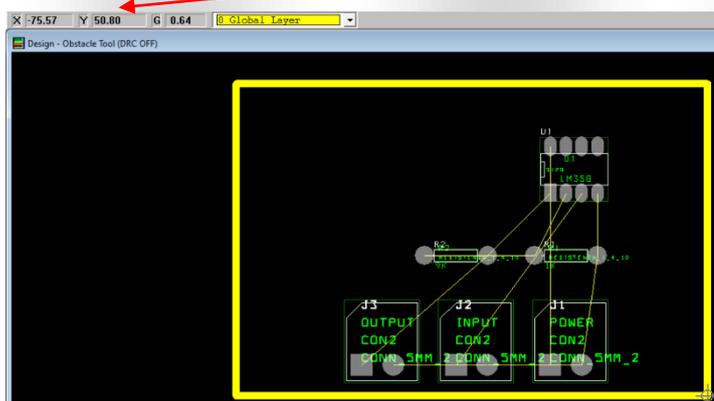
A questo punto cliccando col sinistro, possiamo tracciare un rettangolo delle dimensioni desiderate, al termine cliccando sul destro sceglieremo END COMMAND.



Per disegnare potremmo aver bisogno delle dimensioni in mm, pertanto possiamo scegliere OPTION – SYSTEM SETTINGS e poi Millimeters.



In questo modo in alto a sinistra vedremo le coordinate in mm, e partendo dall'origine punto X=0 Y=0, visibile in basso a sinistra con un cerchio ed una croce, potremo spostarci a destra o a sinistra per avere le dimensioni desiderate, nel nostro caso ci siamo spostati a sinistra ed i valori saranno negativi per l'asse X.

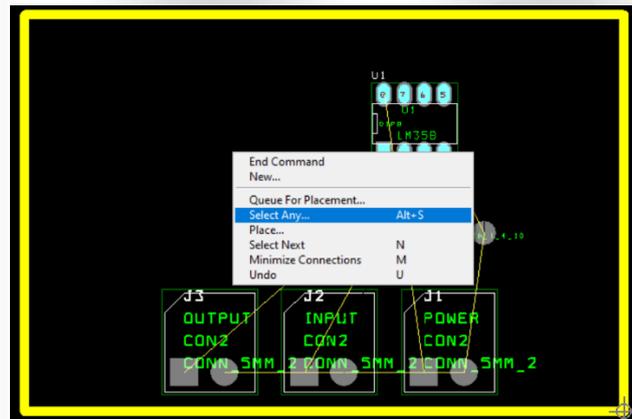
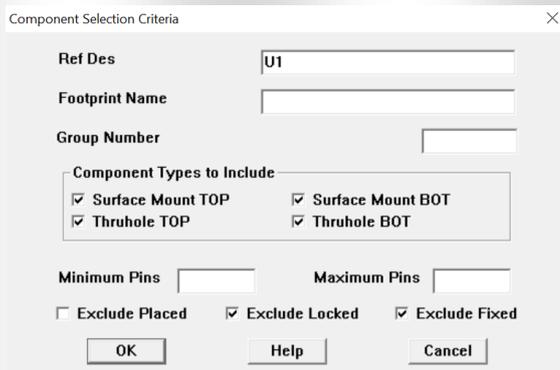


POSIZIONARE I COMPONENTI NELL'INGOMBRO DELLA SCHEDA

Per posizionare o spostare i componenti nella scheda, occorre attivare il pulsante **COMPONENT TOOL**

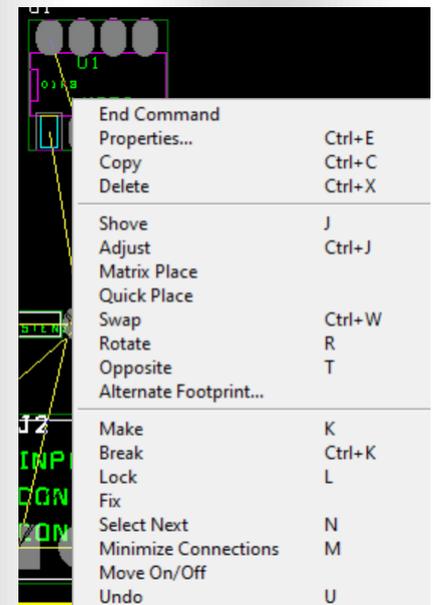


A questo punto possiamo spostare i componenti semplicemente cliccando sul componente per trascinarlo nella posizione voluta. Se abbiamo tanti componenti, risulta difficile trovare il componente da posizionare, in questo caso facendo click col destro possiamo scegliere **SELECT ANY**. Successivamente basta indicare il nome del componente sul campo REF DES.



Durante il posizionamento, facendo click sul pulsante destro, posso scegliere se ruotare il componente **ROTATE**, o se effettuare altre funzioni come ad esempio posizionarlo sul lato opposto **OPPOSITE**.

Di norma i componenti vengono posizionati sul layer indicato con **TOP**.



I componenti andranno ovviamente posizionati rispettando determinati criteri, di seguito i più importanti:

- I connettori vanno posizionati ai bordi della scheda, o comunque in posizioni accessibili.
- Eventuali trimmer o potenziometri, andranno posizionati in maniera accessibile in base alla tipologia della manopola di comando.
- I componenti andranno distribuiti nello spazio disponibile, evitando il loro raggruppamento in una parte della scheda.
- I componenti che dissipano calore andranno posizionati in modo da poter montare su di loro adeguati dissipatori, e comunque sempre lontani dai componenti più sensibili alla temperatura.
- Gli elastici dei vari NET ci indicano come andranno collegati i componenti, pertanto si consiglia di posizionare i componenti nella posizione che ci consentirà di realizzare più facilmente i collegamenti.

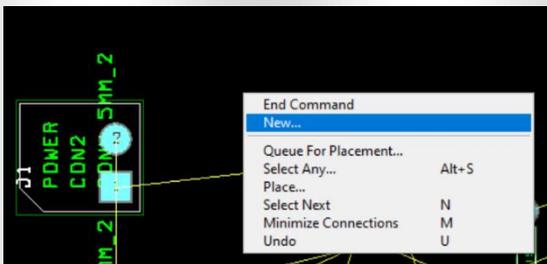
INSERIMENTO DI FORI DI FISSAGGIO – metodo manuale

In genere ogni scheda avrà bisogno di fori di fissaggio, nelle schede più semplici questi vanno inseriti ai 4 angoli.

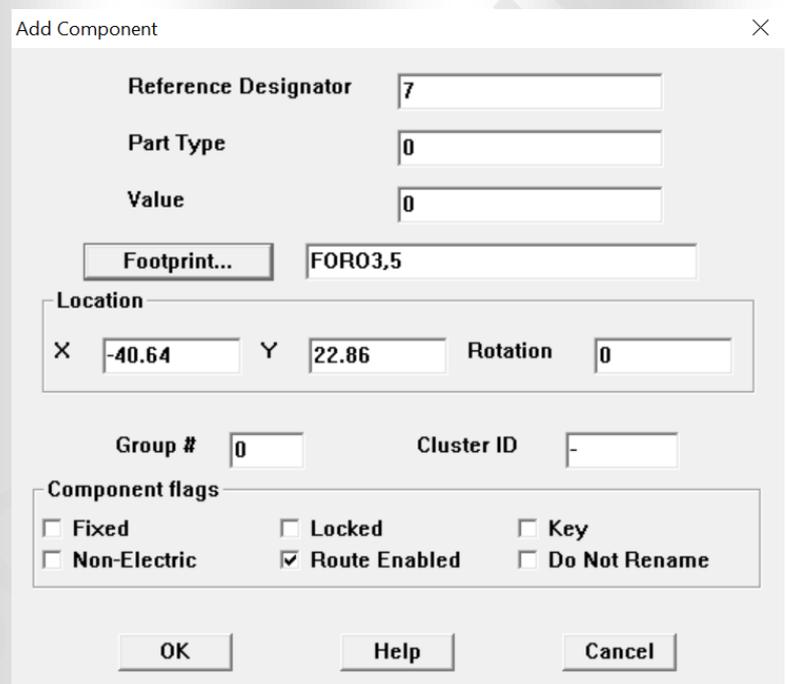
I fori sono anch'essi visti come dei componenti, e potrebbero essere già inseriti nella fase di disegno realizzando un componente con un unico pin a cui associare un FOOTPRINT composto da un unico terminale con un foro di almeno 3mm.

Se non è già presente in libreria questo componente può essere facilmente realizzato ed aggiunto come fosse un nuovo componente nella scheda.

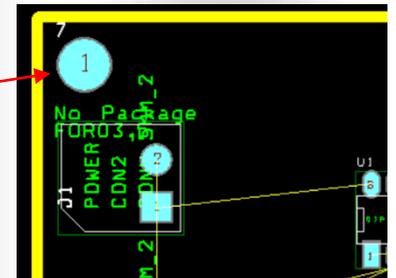
Scegliendo il pulsante COMPONENT TOOL, e cliccando con il pulsante destro, potremo scegliere NEW per inserire un nuovo componente.



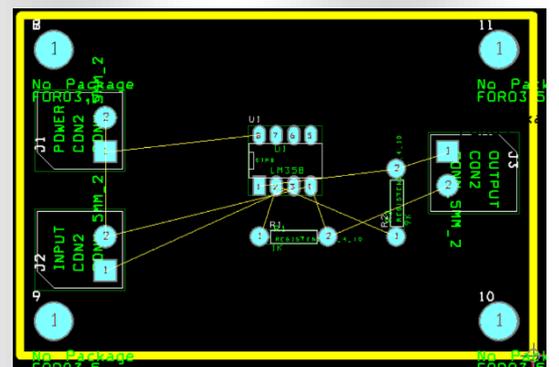
Il componente che andremo ad inserire dovrà essere già presente nella libreria, in questo caso è presente un componente chiamato FORO3,5, che rappresenta un singolo pin con dimensioni del foro di 3,5mm di diametro.



Il foro andrà inserito secondo le nostre necessità e secondo le misure di cui abbiamo bisogno, ricordiamo che le coordinate X e Y sono visibili sempre in alto a destra. Nella figura il foro è stato posizionato nell'angolo.



A questo punto possiamo fare copia incolla, selezionando il foro CTRL+C e CTRL+V (oppure click sul destro sopra al foro e poi COPY) per inserire gli altri fori di fissaggio. Inserendo i fori nei 4 angoli avremo la seguente situazione.



Ovviamente i fori non risultano collegati ad alcun NET, volendo è possibile collegarli manualmente ad un NET scelto, ad esempio GND.

Questo può avvenire nel caso in cui volessimo collegare il contenitore con la GND del circuito.

Per effettuare questa operazione occorre modificare la NETLIST aggiungendo il collegamento dei fori al net GND.

Modifica manuale della NETLIST

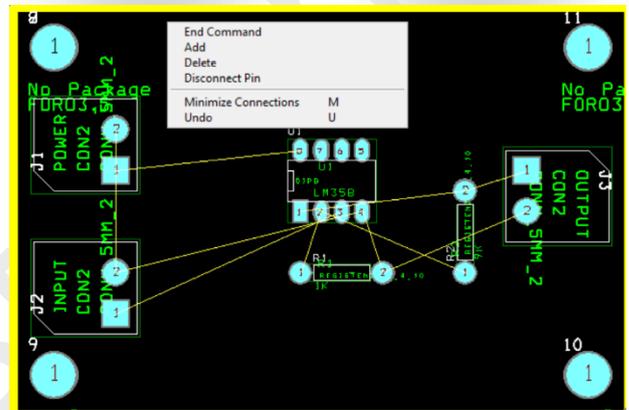
Modificare manualmente la NETLIST, significa andare a cancellare o creare gli elastici di collegamento tra i pin dei vari componenti. Per effettuare questa operazione occorre attivare il pulsante CONNECTION TOOL.



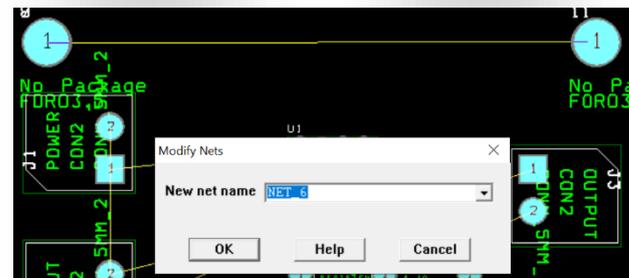
Dopo aver attivato il pulsante, facendo click con il pulsante destro, si aprirà un menù che ci consentirà di cancellare dei collegamenti o di aggiungerne di nuovi.

Con DELETE posso cancellare un elastico di collegamento.

Con ADD possiamo aggiungere un nuovo NET, cioè un nuovo elastico di collegamento tra due pin che non sono connessi, semplicemente cliccando sui due pin. In questo caso ci verrà chiesto il nome del nuovo NET.

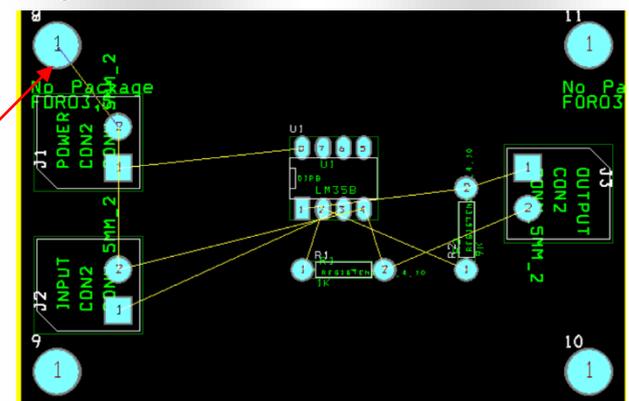


Ad esempio provando con ADD ad aggiungere un NET tra i due fori di fissaggio in alto avremo questa situazione dove ci viene proposto un nome per il NET che possiamo anche cambiare.



Sempre con ADD possiamo invece collegare un pin ad un collegamento già esistente, come ad esempio al NET GND. Se ho bisogno di sapere il nome del NET di un pin è sufficiente cliccarci sopra e leggere le informazioni che appaiono in basso. Dopo aver aggiunto il collegamento basta cliccare su END COMMAND.

Perciò volendo collegare un foro di fissaggio alla GND, posso semplicemente scegliere ADD e cliccare su un pin che è collegato a GND e successivamente al foro scelto ottenendo così un nuovo elastico di collegamento.



N.B.

Se ricarico la NETLIST modificando lo schema elettrico tutte le modifiche fatte su Layout, andranno perdute. Pertanto è consigliabile modificare sempre lo schema elettrico, aggiungendo dei pin che poi potranno essere associati ai fori, **perciò l'inserimento dei fori, o la modifica della NETLIST, sono modifiche che hanno senso solo se si è sicuri di non modificare più lo schema elettrico.**

INSERIMENTO DI FORI DI FISSAGGIO – metodo automatico

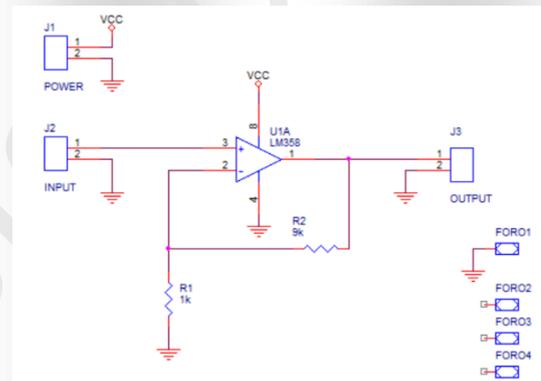
In questo caso, si andrà ad agire sullo schema elettrico, aggiungendo un componente ad un solo PIN connesso a GND. Se non abbiamo il componente in libreria dobbiamo ovviamente crearne uno.

Nella libreria MISC.OLB è presente il componente PINPAD pertanto anziché crearne uno prendiamo questo componente e ne inseriamo 4 nello schema, di cui uno connesso a GND. Sul campo PCB Footprint di ognuno di loro, inseriamo il nome del footprint del foro che nel nostro caso è FORO3,5.

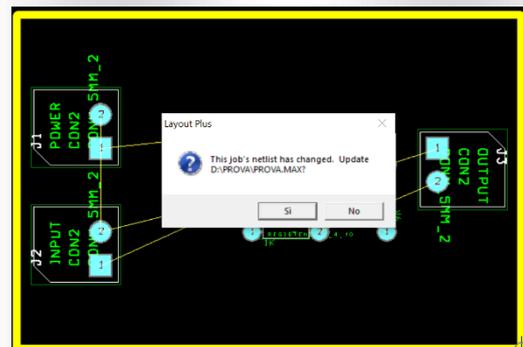


Otterremo la seguente situazione.

A questo punto procediamo come fatto precedentemente a creare nuovamente la NETLIST.

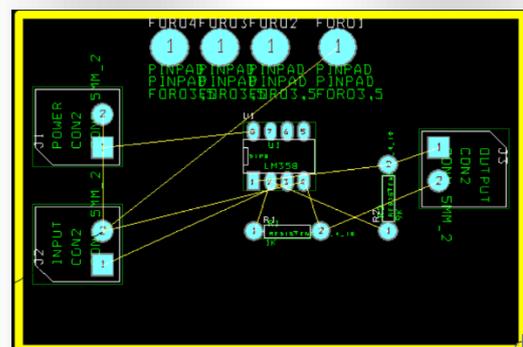


Il file con estensione MNL verrà aggiornato, e su Layout otterremo il seguente avviso. Ci verrà infatti chiesto se vogliamo aggiornare la NETLIST.



Confermando avremo che appariranno i 4 fori con il collegamento di uno di loro alla GND.

Possiamo ora spostare i 4 fori agli angoli come fatto precedentemente.

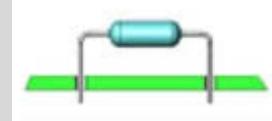


REALIZZAZIONE DELLE PISTE DI COLLEGAMENTO - SBROGLIO DEL CIRCUITO

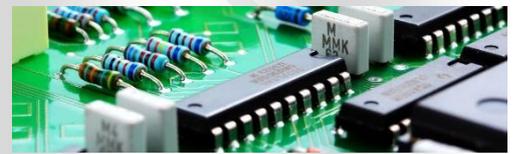
Questa è la parte più delicata e lunga dell'intero procedimento. Seguendo gli elastici di collegamento dobbiamo disegnare le piste che poi andranno a collegare i vari PIN.

Come nelle fasi precedenti seguiremo un procedimento manuale, senza affidarci alla possibilità che Layout offre dello sbroglio automatico.

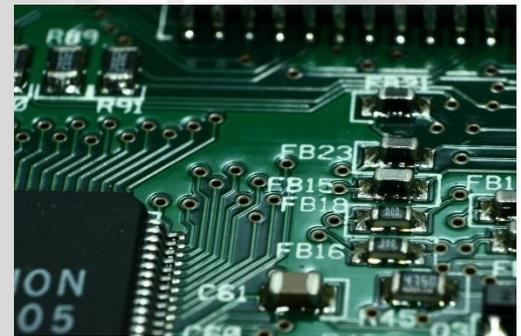
Occorre innanzitutto decidere quanti layer utilizzare, in genere la gran parte dei circuiti viene effettuata su due layer, il layer TOP, il lato in alto dove sono posizionati i componenti, ed il layer BOTTON il lato in basso dove si effettueranno le saldature. Questo se usiamo i classici componenti con foro passante, cioè quelli in cui il terminale attraversa la scheda per essere saldato dalla parte opposta.



In questo caso avremo quasi sempre i componenti disposti su un solo lato, e le saldature su quello opposto, anche se nessuno ci vieta di posizionare un componente anche nel lato saldature qualora fosse necessario.



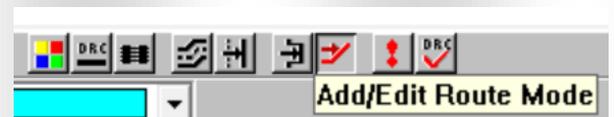
Se invece avessimo componenti a montaggio superficiale SMD (Surface Mounting Device) allora potrebbe non avere più senso parlare di lato componenti e lato saldatura in quanto la saldatura dei componenti SMD avviene nello stesso lato del componente.



Nel caso del nostro circuito, sarebbe sufficiente anche un solo layer, ma per completezza d'informazione eseguiamo lo sbroglio considerando due layer e componenti con montaggio a foro passante.

REALIZZAZIONE DI PISTE DI COLLEGAMENTO

Attivando il pulsante ADD/EDIT ROUTE MODE potremo creare nuove piste di collegamento.



Attivando il pulsante EDIT SEGMENT MODE potremo invece traslare e spostare segmenti di pista già disegnati.



Se vogliamo mantenere attivo il controllo errori, pulsante DRC, dovremo selezionare un rettangolo che contenga tutta la scheda, perché non è possibile realizzare piste di collegamento al di fuori del rettangolo DRC quando attivo. Per selezionare il rettangolo DRC occorre andare su VIEW-ZOOM DRC Route box, ma all'inizio durante i primi circuiti consiglio di mantenere il DRC disattivo, facendo attenzione a non commettere errori di sovrapposizione o contatto di piste con differenti NET.

Dopo aver attivato il pulsante ADD/EDIT ROUTE MODE, procediamo a realizzare le piste indicati dagli elastici di collegamento.

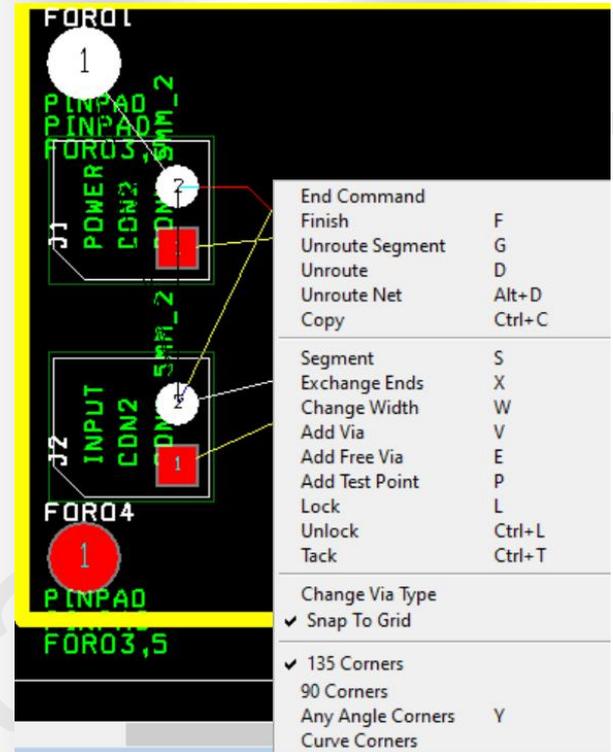
Prima di realizzare una pista, dobbiamo selezionare in quale layer TOP o BOTTOM realizzarla, pertanto premeremo il pulsante 1 se vogliamo realizzare una pista lato TOP, o il pulsante 2 se vogliamo realizzarla sul lato BOTTOM.

Dopo aver scelto il layer, cliccando su un pin possiamo muoverci disegnando la pista di collegamento, prima di fare un secondo click per definire il primo angolo della pista, occorre cliccare col destro per scegliere la larghezza della pista tramite il pulsante W (Change Width).

Sempre da questo menù potremo scegliere se scollegare il pin (UNROUTE) se cancellare tutte le piste dello stesso NET (UNROUTE NET) o cancellare solo l'ultimo segmento.

Nel menù ci sono altri comandi possibili, ma per semplicità limitiamoci per ora ad utilizzare solo quelli indispensabili.

Dal menù di help sarò possibile successivamente comprendere il funzionamento degli altri comandi.



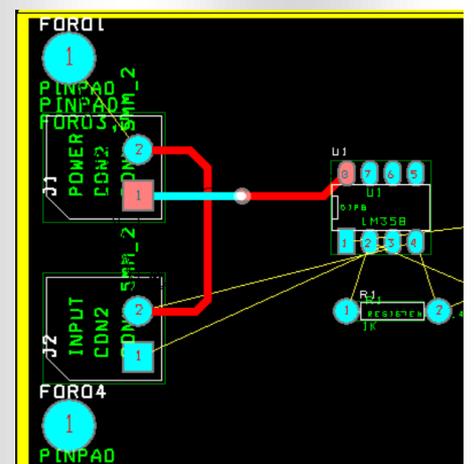
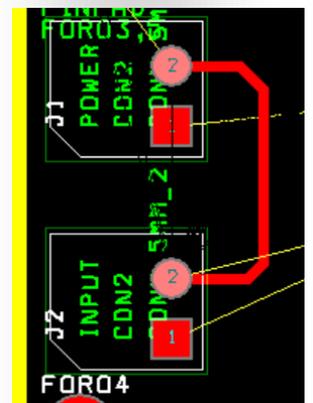
Durante il disegno della pista ad ogni click viene eseguito un segmento, fino ad arrivare al pin di destinazione, il click su questo pin disegna la pista.

La pista realizzata è tutta sul layer BOTTOM (rosso) ma potrebbe essere necessario passare sull'altro lato per evitare il contatto con una pista di un net differente.

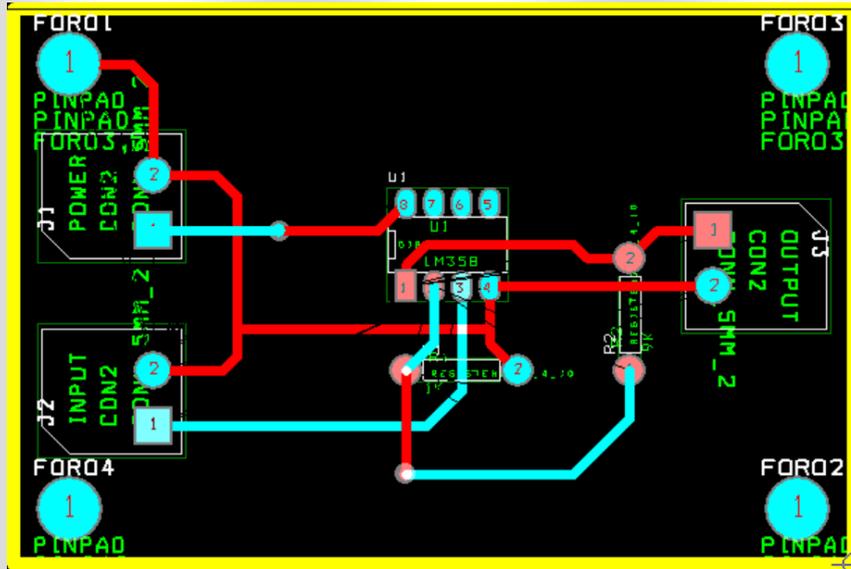
Ad esempio volendo fare il collegamento del pin quadrato in alto nella figura, seguendo l'elastico, dovrò attraversare la pista rossa, pertanto dovrò passare sull'altro layer il TOP (blue).

In questo caso possiamo partire dal pin dal lato TOP e successivamente se vogliamo tornare al lato BOTTOM. Per cambiare lato, è sufficiente premere il pulsante 1 o 2 a seconda del layer dopo aver cliccato col sinistro nel punto in cui si vuol cambiare lato. Verrà inserito un VIA, cioè un foro metallizzato che collega insieme le piste nei due layer in quel punto.

Ogni volta che si cambia il layer, occorre definire nuovamente la larghezza della pista.



Dopo aver realizzato tutte le piste di collegamento, potremo ad esempio avere la seguente situazione.



A questo punto prima di procedere, consiglio di sistemare le scritte dei componenti per rendere meno caotico il disegno. L'operazione potrebbe essere eseguita anche prima dello sbroglio, ma potrebbe esserci l'esigenza di spostare i componenti durante la realizzazione delle piste, pertanto potrebbe essere conveniente farlo in questo momento.

Attivando il pulsante TEXT TOOL, è possibile spostare le scritte e cancellare quelle che potrebbero essere inutili.



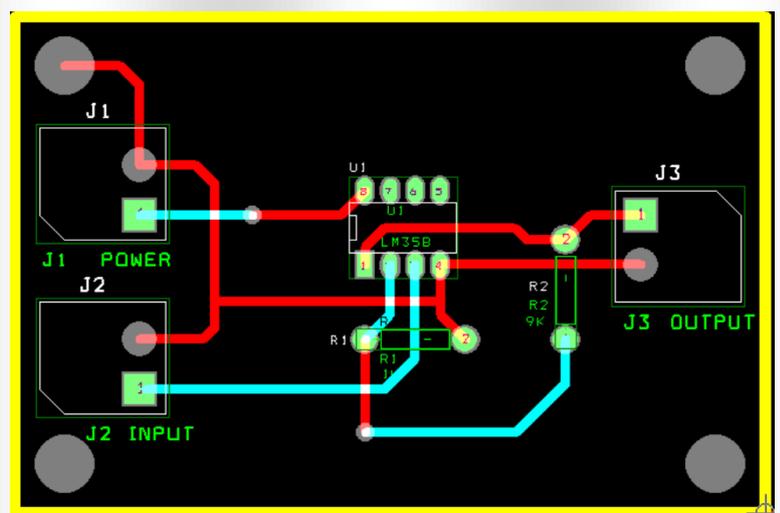
Dopo aver selezionato una scritta la si può cancellare con CANC o ruotare con R.

Ricordiamoci che il layer verde AST è il lato componenti che riporterà l'ingombro il reference ed il valore, invece il layer bianco SST è l'eventuale serigrafia che potrà essere stampata sulla scheda.

Togliendo le scritte inutili, ad esempio quelle che riportano il nome del footprint, avremo la seguente situazione.

Durante l'esecuzione dello sbroglio occorre comunque ricordarsi le seguenti regole:

- Non realizzare spigoli di 90°.
- Evitare angoli acuti inferiori ai 90°.
- La larghezza della pista deve sempre essere adeguata alla corrente che la percorrerà. Esistono dei tool per calcolare la corretta dimensione.
- Le piste non devono essere troppo vicine tra di loro, o troppo vicine ad altri PIN o Via.



La distanza tra le piste o tra pista e pin, dipende dal tipo di circuito realizzato, seguendo le indicazioni fornite dallo standard IPC-2221 per i circuiti in bassa tensione <15Volt, la distanza minima è di 4 mils cioè 0,1mm.

Per altre applicazioni occorre seguire le indicazioni previste dalle regole emanate dall'organismo IPC.

<https://www.ipc.org/ipc-standards>

INSERIMENTO DI EVENTUALI TESTI

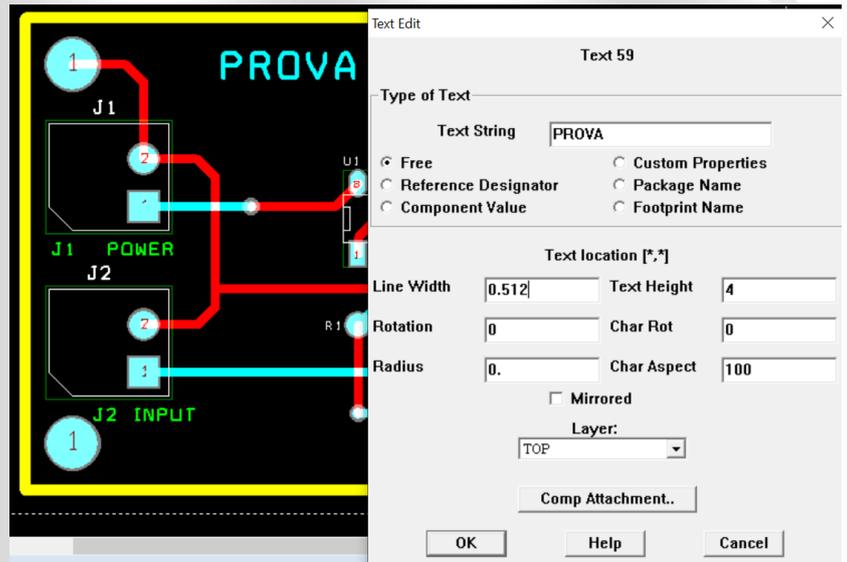
E' buona norma inserire dei testi sul circuito, come ad esempio il suo codice, o la data di progettazione, o altre indicazioni come ad esempio il lato saldatura. Il testo verrà inserito come fosse una pista, pertanto con lo stesso rame della piastra.

Per inserire dei testi, si deve attivare il pulsante TEXT TOOL.



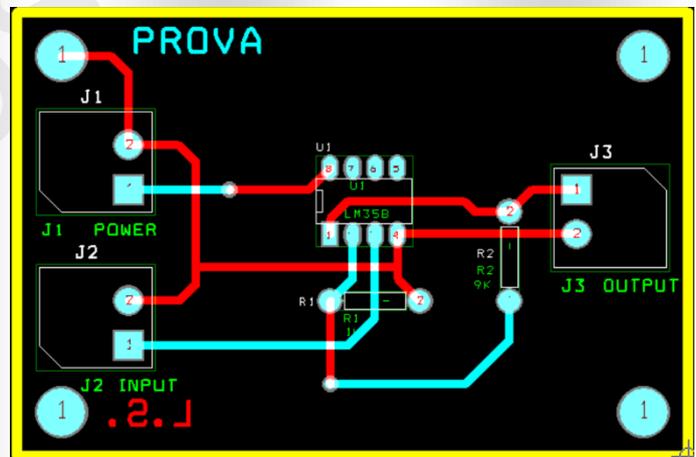
Successivamente cliccando col destro e scegliendo NEW potremo digitare il testo e definire le sue caratteristiche.

Ad esempio nell'immagine è stato inserito il testo PROVA sul layer TOP, con l'altezza del carattere di 4mm e lo spessore della linea di 0,512mm.

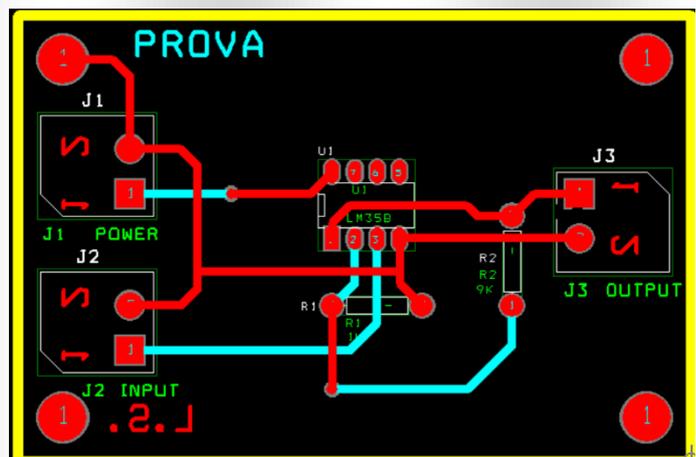


Bisogna ricordarsi che se inseriamo scritte nel layer BOTTOM queste per essere leggibili dovranno essere specchiate mettendo la spunta su MIRRORED.

Al termine potremmo avere la seguente situazione.



Oppure volendo inserire ad esempio l'informazione del numero dei pin dei connettori sul lato BOTTOM, potremo inserire il numero 1 e 2 specchiato.

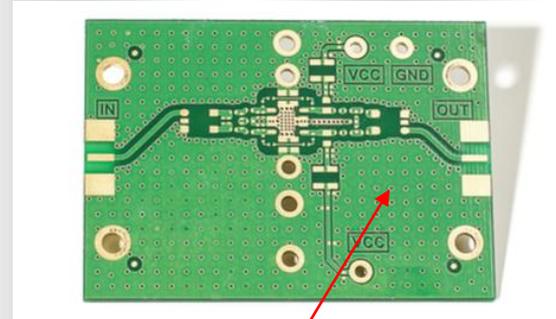


REALIZZAZIONE DEI PIANI DI MASSA

Il piano di massa è un'area di rame nel circuito stampato (PCB) collegata al riferimento di terra del circuito GND.

Se possibile è importante realizzare il piano di massa su ogni circuito per ottenere i seguenti vantaggi:

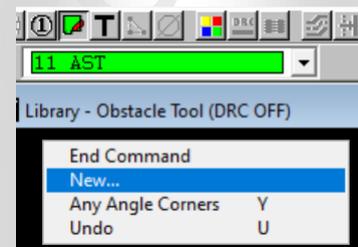
- protezione dai disturbi elettromagnetici e conseguente riduzione del rumore nei segnali,
- aumento dei possibili circuiti di ritorno delle correnti elettriche presenti nel circuito. Con un piano di massa aumentano i percorsi di ritorno delle correnti verso il potenziale di riferimento GND, evitando in questo modo possibili loop che potrebbero generare disturbi.
- Incremento della dissipazione del calore del circuito.



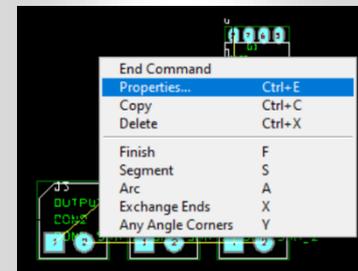
Piano di massa collegato a GND

Il piano di massa può essere realizzato su tutti i layer, con la stessa modalità, vediamo come procedere.

Attivare il pulsante OBSTACLE TOOL, fare click col destro e scegliere NEW.



Cliccare ancora col destro e scegliere è PROPERTIES.



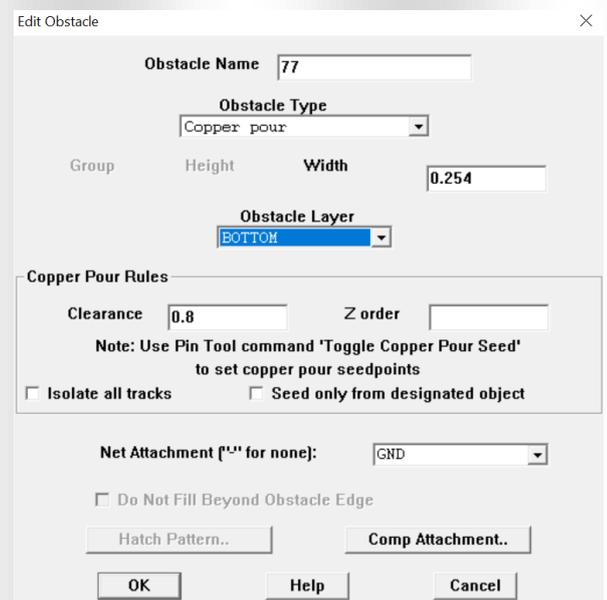
Successivamente scegliere COPPER POUR, e come NET ATTACHMENT inserire il NET a cui collegarsi, cioè GND.

Inserire anche il layer dove effettuare il piano di massa TOP o BOTTOM.

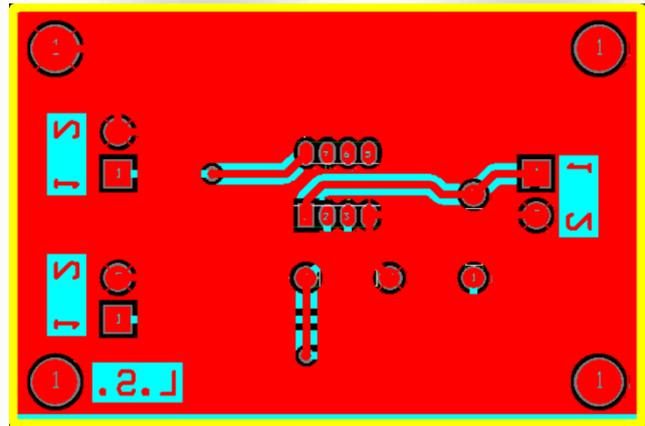
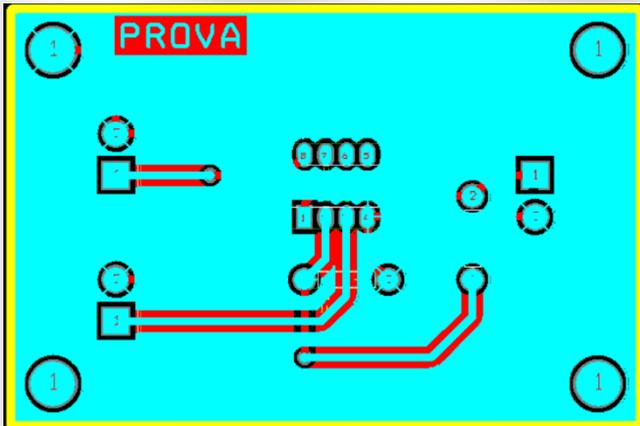
Poi possiamo scegliere la dimensione delle linee per realizzare il piano di massa che in realtà è un reticolo di piste e non un'area continua. Consiglio il valore in figura di 0,254mm pari a 10mils.

Ed infine la distanza che il piano di massa deve avere dalle piste e dagli altri pin, il valore di CLEARANCE, impostato in questo caso a 0.8mm.

Al termine dopo aver confermato cliccando con OK, facendo rettangolo dentro alla nostra scheda, al termine clicchiamo col destro e scegliamo END COMMAND per terminare.



Ripetendo il procedimento per il layer TOP avremo che il risultato evidenziato i due layer sarà il seguente:



Per visualizzare uno dei due layer è sufficiente cliccare sul numero 1 o 2 della tastiera.

GENERAZIONE DEI FILE GERBER E DEI FILE DA STAMPARE

Il disegno del circuito stampato realizzato potrà essere stampato su carta o esportato come file GERBER per poi essere inviato ai produttori di circuiti stampati, o realizzato con gli appositi macchinari.

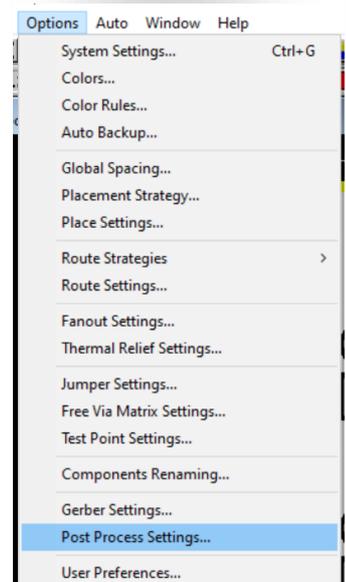
I file gerber, contengono descrizioni dettagliate delle connessioni, delle piste di ogni via e di ogni pad. Sono documenti vettoriali costituiti da un insieme di comandi che consentono di ricreare l'intero circuito. Contengono anche le istruzioni per la realizzazione dei fori. Tutti i produttori di circuiti stampati accettano oggi i files gerber che possono essere realizzati con qualsiasi programma di disegno.

Oltre ai files gerber dovremo generare anche il file che contiene le informazioni del posizionamento dei componenti sulla scheda.

Per scegliere quali file generare ed in che maniera farlo dobbiamo andare sul menù OPTION – POST PROCESS SETTINGS.

Nella schermata che si aprirà potremo selezionare i layer da stampare o da esportare in formato gerber.

Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot Title
*.GND	No	EXTENDED GERBER	No shift	Ground Layer
*.PWR	No	EXTENDED GERBER	No shift	Power Layer
*.IN1	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 2
*.IN3	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 3
*.IN4	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 4
*.IN5	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 5
*.IN6	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 6
*.IN7	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 7
*.IN8	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 8
*.IN9	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 9
*.I10	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 10
*.I11	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 11
*.I12	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 12
*.SMT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask Top
*.SMB	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask Bottom
*.SPT	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste Top
*.SPB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste Bottom
*.SST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Top
*.SSB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Bottom
*.AST	Yes	PRINT MANAGER	No shift	Assembly Top
*.ASB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Bottom
*.DRD	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Drill Drawing



In questo caso abbiamo scelto di esportare in gerber il layers TOP, BOTTOM, SMT, SMB, SST e DRD.

Il file AST verrà invece stampato.

Vediamo cosa contengono i layers scelti.

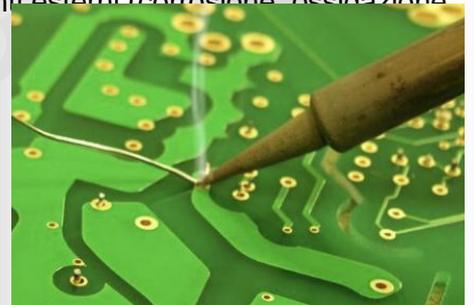
- **TOP** E' il layer alto della scheda, visto dal lato componenti, e contiene le piste ed i pads realizzati su quel lato.
- **BOTTOM** E' il layer alto della scheda, visto dal lato componenti, e contiene le piste ed i pads realizzati su quel lato.
- **SMT** **S**older **M**ask **T**op, è il layer che contiene la mascheratura per lo strato protettivo del Solder dal lato TOP.
- **SMB** **S**older **M**ask **B**ottom, è il layer che contiene la mascheratura per lo strato protettivo del Solder dal lato Bottom.
- **AST** **A**Ssembly **T**op, è il layer che contiene la forma dei componenti, i loro nomi ed i loro valori.
- **SST** Layer con la serigrafia da stampare sul PCB.
- **DRD** Layer contenente le informazioni su tutti i fori della scheda.

Ma cos'è il SOLDER nominato nei layers SMT e SMB?

Il SOLDER più precisamente il PCB SOLDER RESIST o MASCHERA DI SALDATURA, è uno strato colorato posto sopra alle piste, per proteggere le piste di rame dagli effetti degli agenti esterni (corrosione, ossidazione ecc...) e per agevolare nelle operazioni di saldatura dei pin.

Essendo uno strato protettivo, impedisce la saldatura, pertanto non potrà ricoprire i PAD (anche detti in gergo piazzole) visto che su ogni PAD dovrà essere effettuata la saldatura del terminale.

Pertanto il disegno del SOLDER non riporterà altro che i PADS previsti sui due layer, che durante la realizzazione dello strato protettivo, lasciati liberi per poter poi essere saldati.



Tornando ai layers scelti, per ognuno di essi potremo impostare come stamparlo con un semplice doppio click sulla precedente schermata del POST PROCESS SETTINGS.

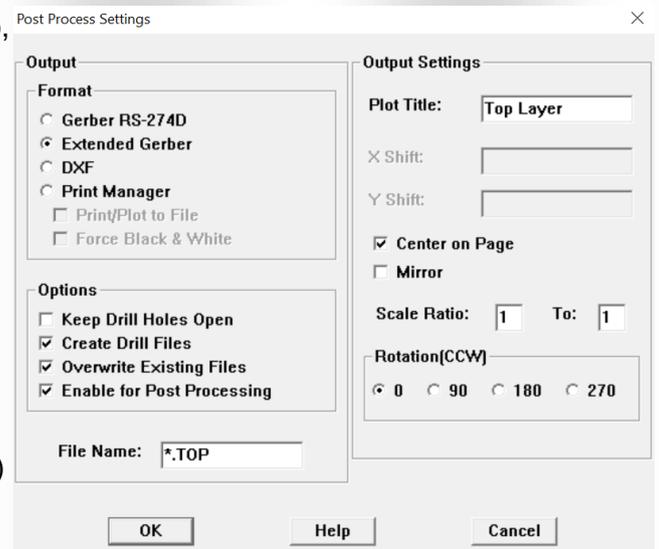
Se vogliamo che per quel layer venga creato il file gerber dobbiamo selezionare EXTENDED GERBER.

Se invece vogliamo mandare in stampa (o stampare un pdf) del layer, dobbiamo selezionare PRINT MANAGER.

In ogni caso verranno elaborati solo i layer che hanno la spunta attiva su ENABLE FOR POST PROCESSING.

Le altre impostazioni possono rimanere come nell'immagine. Per generare i files gerber occorre poi eseguire il comando AUTO-RUN POST PROCESSOR.

Tutti i files verranno creati nella cartella del progetto.



I files generati nel nostro caso sono i seguenti:

- PROVA.TOP File gerber del lato TOP.
- PROVA.BOT File gerber del lato BOTTOM.
- PROVA.SMT File gerber della mascheratura per il solder lato TOP.
- PROVA.SMB File gerber della mascheratura per il solder lato BOTTOM.
- PROVA.AST File da stampare contenente i componenti, le loro sigle ed i loro valori.
- PROVA.SST File gerber della serigrafia delle scritte.
- PROVA.DRD File gerber con le informazioni su tutti i fori.
- THRUHOLE.TAP File di testo generato solamente in caso di scheda con i fori passanti, contenente informazioni sulle forature.

I file da inviare al produttore di circuiti stampati sono tutti i file elencati sopra, tranne il file PROVA.AST, utile a chi effettuerà poi il montaggio della scheda.

Si consiglia sempre di verificare la correttezza dei layer creati con un visualizzatore di files gerber, operazione questa effettuabile anche durante l'invio dei files ai produttori online.

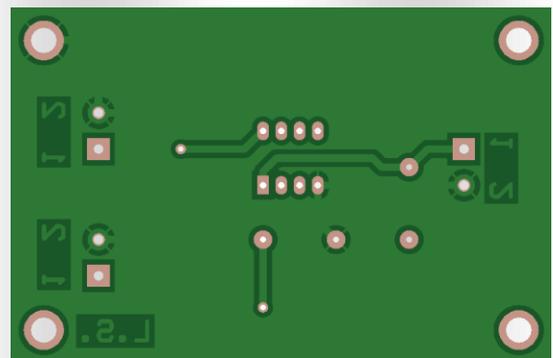
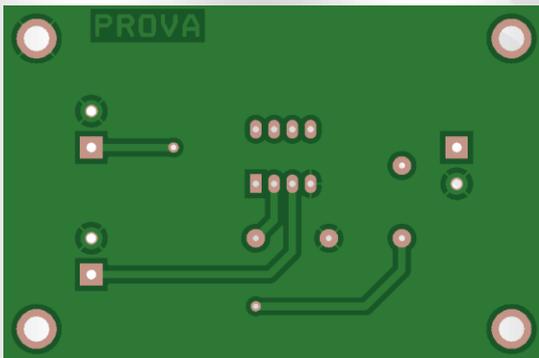
ESEMPIO DI INVIO DI FILE GERBER AL PRODUTTORE

Tra i tanti produttori di circuiti stampati, prendiamo uno dei più noti produttori online, il sito www.ilcpcb.com.

Una volta entrati nel sito occorre registrarsi e successivamente si potrà caricare un file compresso (file .zip) contenente i files gerber descritti sopra.

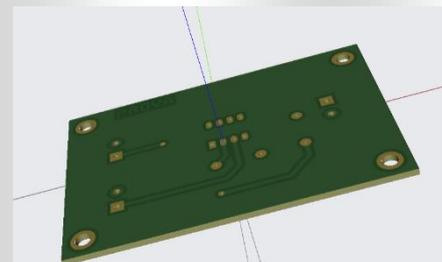
Per caricare i files, occorre procedere con il pulsante ORDER NOW, come se si dovesse effettuare l'ordine.

A questo punto avremo la possibilità di visualizzare i due layer del circuito.



Il sito in questione mette anche a disposizione un utilissimo tool, per la visualizzazione tridimensionale della scheda, scegliendo GERBER VIEWER - 3D.

Una volta verificata l'assenza di errori, si potrà procedere all'ordine del circuito stampato.



ALTRI COMANDI

Sulla barra in alto troviamo altri due comandi utili,



QUERY per avere informazioni su una pista un pad o un qualsiasi elemento del circuito.



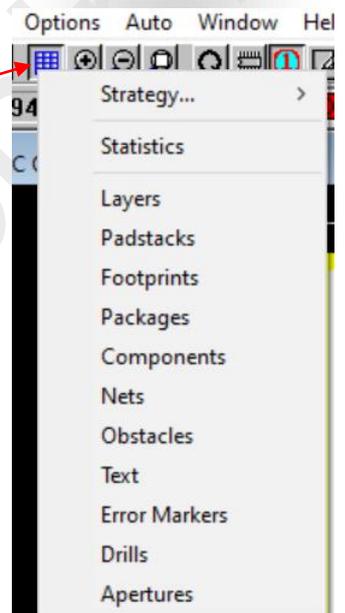
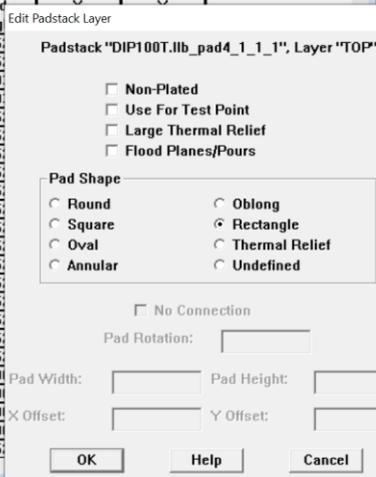
PIN per selezionare un pin ed avere informazioni in merito alle sue caratteristiche.

Durante la realizzazione dello stampato può inoltre essere utile dover cambiare delle caratteristiche di un PAD, come ad esempio la sua forma, le sue dimensioni o la grandezza del suo foro.

Per fare questo occorre cliccare su un PAD di un componente e successivamente premere ESC e cliccare poi sul pulsante VIEW SPREADSHEET selezionando PADSTACKS.

Si aprirà una finestra dove poter modificare tutte le caratteristiche del PAD cliccato precedentemente.

Padstack or Layer Name	Pad Shape	Pad Width	Pad Height
TOP	Rectangle	2.54	1.5
BOTTOM	Rectangle	2.54	1.5
GND	Rectangle	3.05	2.0
POWER	Rectangle	3.05	2.0
INNER1	Rectangle	2.54	1.5
INNER2	Rectangle	2.54	1.5
INNER3	Rectangle	2.54	1.5
INNER4	Rectangle	2.54	1.5
INNER5	Rectangle	2.54	1.5
INNER6	Rectangle	2.54	1.5
INNER7	Rectangle	2.54	1.5
INNER8	Rectangle	2.54	1.5
INNER9	Rectangle	2.54	1.5
INNER10	Rectangle	2.54	1.5
INNER11	Rectangle	2.54	1.5
INNER12	Rectangle	2.54	1.5
SMTOP	Rectangle	2.54	1.5
SMBOT	Rectangle	2.54	1.5
SPTOP	Undefined	0.00	0.00
SPBOT	Undefined	0.00	0.00
SSTOP	Undefined	0.00	0.00
SSBOT	Undefined	0.00	0.00
ASSTOP	Rectangle	2.54	1.5



Potremo impostare forma del PAD dimensioni esterne e dimensioni del foro, le modifiche avranno effetto sul PAD selezionato e su tutti i PIN associati allo stesso tipo di PAD. Nell'esempio sopra il PAD selezionato ha il seguente nome "DIP100T.lib_pad4_1_1_1", ed è sicuramente associato ad altri PIN presenti sulla scheda. Volendo modificare solo un pin, nella finestra SPREADSHEET aperta occorre creare un altro PAD da abbinare al PIN desiderato.

CONCLUSIONI

Quanto detto sopra può servire per muovere i primi passi con ORCAD, in quanto ci sono molti altri comandi. Per chi volesse approfondire si può utilizzare l'help online o la guida di Capture e Layout.