

Alla scoperta di

Prima parte



Michele Guerra

Cos'è Circad?

È un programma molto potente e semplice da usare, ideale per realizzare lo schema elettrico di un circuito e, da questo, il layout del circuito stampato (PCB). Da questo mese incominciamo a scoprire questo importante software distribuito da Circad Italia, presente alle fiere di elettronica più importanti

info@circad.net



Circad può essere utilizzato anche come semplice CAD bidimensionale per disegnare, ad esempio, la serigrafia di pannelli o il piano di montaggio di un circuito. Sul sito della società produttrice, la **Holophase Incorporated**, sono disponibili due versioni del programma, una per Ms-Dos ed una per Windows (95/ 98/ NT/ ME/ 2000/ XP). La versione per Ms-Dos non possiede alcune funzioni basilari, come i comandi di "annullamento", ma comprende un autorouter per lo sbroglio dei circuiti stampati, anche se non molto efficace, visto che non dispone di funzioni di auto-posizionamento dei componenti. Invece, la versione per Windows offre diverse funzioni avanzate, ma non comprende l'autorouter, anche se è possibile ottenere rapidamente ottimi sbrogli manuali, grazie ai comandi che permettono di spostare "al volo" i componenti e che guidano l'utente durante il loro collegamento, assicurando la correttezza delle connessioni. L'autorouter ed altre funzioni speciali come, ad esempio, i filtri di importazione ed esportazione in formati speciali o l'uscita in formato Gerber, sono disponibili nella versione completa del programma.

In queste puntate vedremo le principali funzioni della versione Windows, realizzando lo schema elettrico ed il PCB di un semplice circuito elettronico. Analizzerò solo le impostazioni fondamentali dei comandi esaminati e delle maschere che incontreremo, a volte per lasciarvi

scoprire gli effetti della modifica dei parametri predefiniti, altre ancora per non generare confusione.

Leggete con attenzione ed in sequenza tutte le spiegazioni, mettendole subito in pratica. Ricordate che trascurare alcuni argomenti può portare a problemi seri come, ad esempio, il mancato collegamento o il cortocircuito di alcune piste o la realizzazione di un circuito stampato in cui non entrano i componenti.

Installazione del programma

Dal sito internet del produttore <http://www.holophase.com>, oppure dal sito italiano <http://www.circad.net> selezionate il link **"Downloads"** e scegliete di scaricare Circad per Windows. Dopo aver compilato la maschera di richiesta dati, potrete scaricare il file eseguibile **"SETUPCC.EXE"** (5.6 MB). Attualmente il file è relativo alla versione **"4.20e"** del programma, ma una versione più aggiornata sarà comunque utilizzabile, mantenendo la compatibilità con tutte le altre versioni **"4.xx"**.

Una volta avviato il programma, scegliete l'installazione **"Typical"** e come destinazione la cartella **"C:\Programmi\Circad"** o un'altra a vostra scelta. D'ora in poi farò riferimento alla cartella **"\Circad"** per indicare quella in cui avrete installato il programma. Terminata l'installazione verrà creato il gruppo **"CIRCAD'98"** ed il programma verrà eseguito automaticamente.

	Posizionare (Place)	Afferrare (Grab)	Modificare (Edit)	Cancellare (Delete)
Una linea	[PL]	[GL]	[EL]	[DL]
Un vertice	[PE]	[GE]	--	[DE]
Un pad	[PD] / [PP]	[GP]	[EP]	[DP]
Un'etichetta	[PT]	[GT]	[ET] / [EX]	[DT]
Un componente	[PC]	[GC] / [GO]	[EC]	[DC]

tabella 1 alcune scorciatoie fondamentali

Convenzioni e suggerimenti

Per usare al meglio Circad occorre impiegare le **scorciatoie** da tastiera (**tabella 1**), cioè combinazioni di uno o due tasti, quasi sempre associate alle iniziali del menu e dell'opzione da richiamare. Quindi, quando troverete un'indicazione del tipo "[**ZR**]" significa che dovrete premere in successione il tasto "**Z**" ed il tasto "**R**". Ciò equivale a selezionare il menu "**Zoom**" e l'opzione "**Redraw**", ma la scorciatoia rende tutto molto più rapido e consente di mantenere fermo il

cursore sulla posizione di riferimento, cosa che sarà molto importante in certe situazioni.

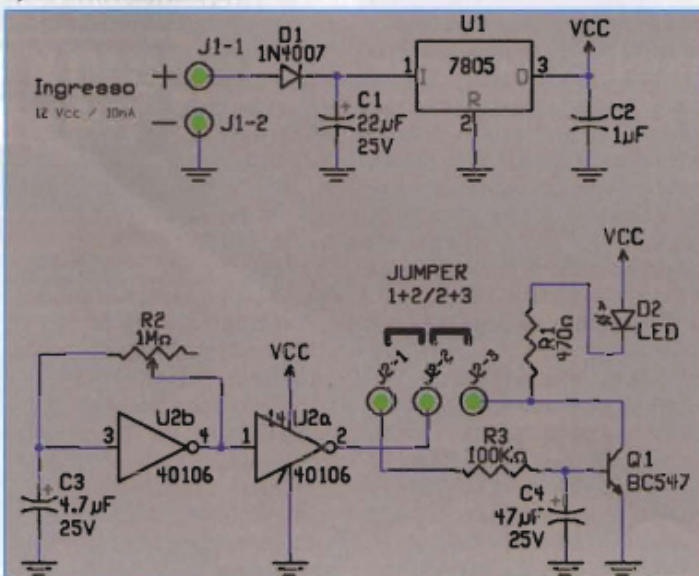
Le scorciatoie sono facili da ricordare pensando, **prima**, all'**azione** da eseguire e, **poi**, all'**oggetto** su cui si desidera agire. Ad esempio, per posizionare un nuovo componente non sarà necessario scorrere menu ed opzioni alla ricerca del comando per effettuare l'inserimento, ma basterà tradurre il proprio intento in due caratteri: **Posizionare un Componente -> Place Component -> [PC]**. Questo sistema, pur nei limiti della traduzione dall'italiano all'inglese, vi sarà utilissimo. Prima di utilizzare una scorciatoia, ricordate di posizionarvi sull'oggetto o nella zona dell'area di lavoro che vi interessa.

Inoltre, premendo il primo carattere di una scorciatoia composta da due tasti apparirà il relativo menu per aiutarvi a trovare il secondo tasto da premere, cioè il carattere sottolineato dell'opzione cercata. Quando il menu apparirà, si potrà posizionare il puntatore del mouse sull'opzione selezionata per ottenerne una breve descrizione sulla barra di stato. Digitando velocemente i due caratteri, invece, il menu non verrà visualizzato.

Invece, quando troverete un'indicazione del tipo "**Pattern = 4067**" significa che nel campo "**Pattern**" di una determinata maschera dovrete inserire il valore "**4067**" (senza virgolette!).

Infine, ricordate che il tasto **"Escape"** sarà la vostra ancora di salvezza in ogni situazione e vi permetterà di abbandonare **immediatamente** e senza ulteriori conferme qualsiasi azione non ancora conclusa. Utilizzate poi il tasto **"Inizio"** (accanto a **"Pagina Su"**) per rimuovere la selezione automatica del testo, evitando così di cancellarlo nel tentativo di modificarlo, come accade di solito le prime volte che si usa Circad.

figura 1 Il circuito che realizzeremo



Creare lo schema elettrico

Obiettivo di questa puntata è realizzare e stampare lo schema elettrico del circuito di **figura 1**. Il circuito è semplice, non è perfetto dal punto di vista elettronico, ma funziona egregiamente, facendo lampeggiare un led secondo due diverse modalità.

1. Creare il file "Schematic"

Dopo aver avviato il programma, selezionate il menu **"File"** e l'opzione **"New"**. Apparirà una maschera in cui dovrete specificare quale tipo di file state creando. Sareste potuti arrivare alla stessa maschera usando una scorciatoia da tastiera, premendo **"F"** e **"W"**, cioè **[FW]**.

Verrà chiesto di scegliere un "tem-

plate", cioè un modello contenente alcuni elementi basilari come il nome del progetto, la data, l'autore, eccetera. Visto che dovete disegnare uno schema elettrico, selezionate il template relativo al formato "A" dei file per schemi elettrici, cioè "Schematic Files = Size A". Il formato "A" ha un'area utile circa uguale ad un foglio A4, mentre gli altri formati sono via via più grandi. Per circuiti complessi non è necessario usare formati di grandi dimensioni, ma è possibile dividere lo schema in vari fogli, che verranno "riuniti" durante la realizzazione del PCB. Sarà così possibile dividere funzionalmente gli elementi di un circuito (un foglio per la sezione di alimentazione, uno per la sezione di logica, un altro per quella di potenza, eccetera) e sarà più semplice stampare lo schema elettrico, evitando microscopiche stampe in scala.

Una volta selezionato il template apparirà una finestra di salvataggio nella quale dovrete specificare la cartella di destinazione ed il nome ("Esempio.SCH") del file appena creato. Scegliete la cartella "\Circad\Flash", creandola con l'apposito pulsante della maschera di salvataggio (figura 2).

Potrete comunque salvare il file in qualsiasi altra cartella, ad esempio "\Circad\Demo", evitando quelle di sistema del programma ("Auto-save", "Backup", "Library", "Template"). In seguito, potrete

salvare le modifiche al file con [FS] o con le opzioni del menu "File", ricordando che è attivo in modo predefinito il salvataggio automatico ogni 4 minuti.

L'estensione del file creato deve rientrare in quelle previste da Circad (tabella 2) per consentire il corretto funzionamento del programma. Nel nostro caso, abbiamo usato l'estensione ".SCH" (in maiuscolo o minuscolo) poiché stiamo realizzando uno schema elettrico su un singolo foglio.

2. L'ambiente di lavoro

Sullo schermo, in alto si trova la classica barra dei menu e l'inconfondibile icona in movimento di Circad. Al centro abbiamo l'area di lavoro ed in basso la barra di stato dove appaiono, in **pollici**, le coordinate assolute del puntatore rispetto al punto di origine "0.000, 0.000", situato in basso a sinistra. È possibile passare dalla visualizzazione in coordinate assolute a quella in coordinate relative (modalità evidenziata da un asterisco) e viceversa, utilizzando ciclicamente [SP], fissando così un punto di origine diverso da quello predefinito. Tale funzione è utile per ottenere la distanza tra due componenti o la dimensione di un certo elemento del circuito.

Le coordinate non variano in modo continuo seguendo il movimento del mouse, ma cambiano solo di un certo passo, evidenziato sulla bar-

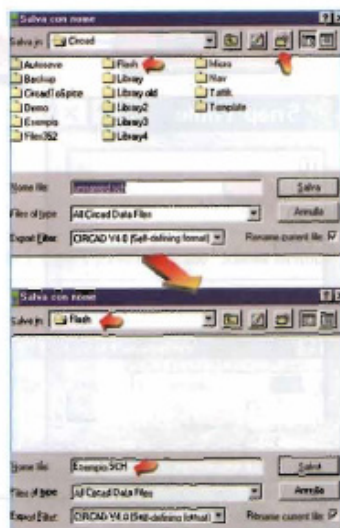


figura 2
Salvataggio del file dello schema elettrico

Estensione	Significato	Impiego	Note
SCH	Schematic	Schema elettrico su singolo foglio	Riservata al sistema Non compatibile con AutoCad®!
PCB	Printed Circuit Board	Layout circuito stampato	
NET	Netlist	Connessioni elettriche dei componenti dello schema elettrico	
DWG	Drawings	Disegni	Riservata al sistema
LOG	Log	Errori o messaggi di attenzione	
LIB	Library	Libreria componenti	Riservata al sistema
BOM	Bill Of Material	Elenco dei componenti	

Tabella 2: estensioni più comuni dei file di Circad

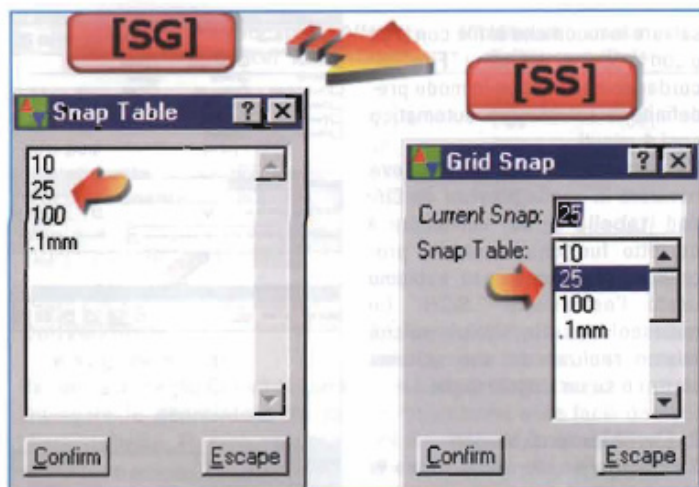


figura 3 Gestione della griglia di snap

ra di stato, a seconda dell'impostazione della griglia di "snap", inizialmente impostata a **0.100 pollici = 100 mils**. Ricordate: **0.001 pollici = 1 mils = 0.0254 millimetri**. Il "mils" è un'unità di misura fondamentale nella realizzazione dei PCB e, per questo, è meglio usare griglie in mils piuttosto che in millimetri.

Usate **[SS]** per modificare l'elenco dei valori che potrà assumere la griglia, inserendo un valore per ogni riga e ricordando di usare "Inizio" per rimuovere la selezione del testo. Ad esempio, aggiungendo "50" o "0.5mm" potremo impostare la griglia anche a **50 mils** oppure a **0.5 mm**. Per selezionare una delle griglie dall'elenco useremo **[SG]**. Aggiungete una griglia da 50 mils e selezionate una

griglia da 25 mils (figura 3).

Nell'area di lavoro, usando i tasti del mouse, è possibile zoomare in avanti (tasto sinistro) o all'indietro (tasto destro) rispetto alla posizione del mouse. La stessa funzione si ottiene con **[I]** (zoom "I"n) e con **[O]** (zoom "O"ut): provate a muovervi nelle varie zone dello schermo, zoomando avanti ed indietro.

Mantenendo premuto uno dei tasti del mouse e muovendolo, invece, ci si può spostare all'interno dell'area di lavoro. A certi livelli di zoom apparirà una griglia di punti, la cui dimensione potrà essere modificata con **[SD]**. Con "Grid Dot Spacing = 0", la griglia verrà disattivata. Consiglio di mantenere le impostazioni predefinite, anche se è sempre il lettore ad avere l'ultima parola!

Ora, usando la barra spaziatrice, passerete dalla modalità "Windows", in cui il cursore è la classica freccia, alla modalità "Circad" o "modalità progettazione". Premendo ripetutamente la barra si potrà poi passare da una modalità all'altra.

In modalità "Circad" la barra dei menu viene nascosta e la freccia del mouse diventa un preciso cursore a croce, vincolato nei movi-

menti al valore della griglia di snap impostato con **[SG]**. Inoltre, il tasto sinistro del mouse funziona come "esegui" ed il tasto destro come "annulla". Ci si può muovere all'interno dell'area di lavoro avvicinandosi ai bordi dell'area di lavoro, usando sempre **[I]** e **[O]** per zoomare.

3. Le etichette di testo

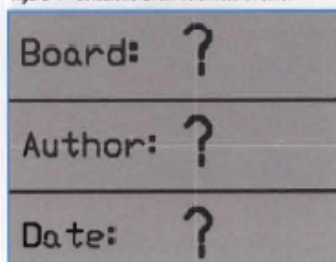
Le etichette di testo, come qualsiasi altro elemento presente in Circad, sono **oggetti** sui quali possiamo compiere **azioni**. Sostanzialmente, gli oggetti possono essere **creati**, **afferrati**, **modificati**, **cancellati** o **raggruppati** tramite le opzioni dei menu "Place", "Grab", "Edit", "Delete" o "Block".

Ora, prima di posizionare i componenti del circuito, da bravi progettisti, modificherete alcuni dati: nome del progetto e del progettista, data, revisione, eccetera. Quindi, zoomate con **[I]** e **[O]** e centrate con il cursore a croce il simbolo "?" posto accanto all'etichetta "Author:" (figura 4). Per modificare il "?" con un testo, usate la scorciatoia **[ET]**, che corrisponde a **Edit Text**, digitate il vostro nome e premete "Invio". Il simbolo "?" è stato sostituito poiché risultava già selezionato, invece, premendo prima "Inizio" avreste rimosso la selezione, mantenendo il simbolo durante l'inserimento del testo.

Il puntamento delle etichette non è critico, infatti, se Circad non dovesse riconoscere quella che volete modificare, vi avviserà con un messaggio sulla barra di stato. Dopo la modifica del testo, sulla barra di stato, saranno evidenziati il nome del menu e dell'opzione selezionata, per ricordarvi qual è l'ultimo comando utilizzato, che resterà attivo finché non ne imposterete un altro. Ora modificate le altre etichette "?" con le opportune informazioni.

Modificate anche le diciture inglesi dei campi con l'equivalente ita-

figura 4 Selezione di un'etichetta di testo



Layer	Contenuto
Master	Punti di connessione elettrica degli elementi
Symbols	Elementi "decorativi" (o serigrafici)
Signals	Linee di segnale e pad dei punti connessi indirettamente (es.: i punti di massa)
Busses	Bus (trasportano più linee di segnale)
Pin names	Nome dei pin dei componenti (es.: "RESET")
Pin numbers	Numero dei pin dei componenti (es.: "4")

tabella 3 I layers predefiniti di uno "schema elettrico"

liano, ad esempio inserendo **"Società:"** al posto di **"Co:"**. Non trovate la lettera **"à"**? Purtroppo, quando si modifica un'etichetta **direttamente** nell'area di lavoro, viene impostata la tastiera americana e bisogna accontentarsi di qualche apostrofo, anche se il problema non si presenta nelle altre maschere Windows.

Dopo aver modificato il testo dell'etichetta **"Co:"** con [ET], la farete diventare più piccola. Quindi, usate [EX] per modificare la dimensione dell'etichetta (figura 5). Indicate **"Text Size = 32"** e cliccate sul pulsante **"This Text Only"** o premete **"Invio"**.

Potete modificare la dimensione anche con le frecce a lato del relativo campo, ricordando che non è indispensabile specificare il valore come **"0.032"** poiché verrà convertito automaticamente dal programma in **"32 mils"**. Se, con [SG], fosse stata impostata una griglia in millimetri, il valore del campo **"Text Size"** apparirebbe proprio in **millimetri**.

4. I layer

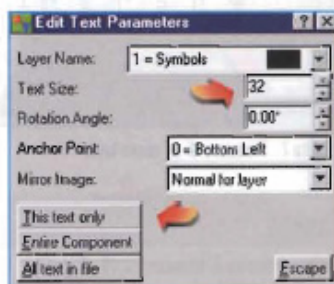
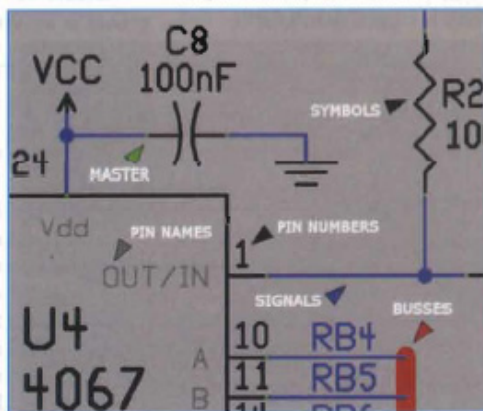
Per cambiare il colore dell'etichetta, invece, è **errato** modificarne il campo **"Layer"**. Infatti, i layer non rappresentano semplicemente i diversi colori che si possono assegnare ad un oggetto, ma sono delle vere e proprie **sezioni indipendenti** in cui è diviso ogni file di Circad. Quindi, cambiando il colore di un elemento, se ne modificherebbe il layer cui appartiene, ma anche la funzione.

Infatti, i layer **devono** contenere solo determinati elementi del circuito per consentire al programma di eseguire una serie di controlli ed automazioni. I layer predefiniti per un file di tipo **"schema elettrico"** sono visibili in **figura 6**, mentre la loro funzione è spiegata nella **tabella 3**.

Le caratteristiche dei layer predefiniti possono essere personalizzate solo in parte per non compromettere le funzionalità del programma e variano a seconda del file in uso. Ad esempio, un file PCB ha layer diversi da quelli di un file relativo ad uno schema elettrico. E' comunque possibile creare nuovi layer.

Ora usate [SL] e selezionate dall'elenco il layer **"Symbols"**, quindi, agendo sui cursori relativi ai colori, modificatene il colore a piacere, evitando un colore appartenente ad altri layer, e premete **"Confirm"**. Ora tutti gli elementi del circuito appartenenti al layer **"Symbols"** appariranno del colore impostato.

Visto che esiste un solo layer nel quale posizionare elementi decorativi o serigrafici (**"Symbols"**, appunto) si potrà avere un solo colore per gli elementi di tale layer, ma nulla vieta di creare un nuovo layer. Quindi, usate di nuovo [SL] e selezionate lo spa-

figura 5
Modifica della dimensione di un'etichettafigura 6:
I layers di un file di tipo "schema elettrico"

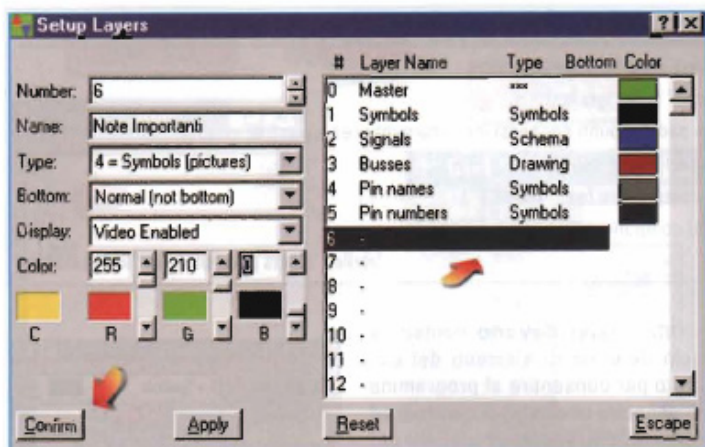


figura 7 Creazione di un nuovo layer

zio vuoto relativo al layer numero 6. Impostate i vari campi del layer: "Name = Note Importanti", "Type = Symbols", "Bottom = Normal" e "Display = Video Enabled" (figura 7).

Scegliere un colore a piacimento, ad esempio arancione ("R=255", "G=210", "B=0"), quindi premete "Confirm" per ottenere un nuovo layer di tipo "Symbols", nel quale potrete posizionare testi, sim-

boli ed altri elementi che non saranno considerati dal punto di vista elettrico e che avranno un colore diverso da quelli nel layer "Symbols".

Per visualizzare soltanto uno o più layer "spegnendone" o "accendendone" altri sarà sufficiente selezionare i layer interessati e modificarne il campo "Display" da "Video Enabled" a "Video Disabled" e viceversa oppure fare un doppio clic sul rettangolo del colore associato a quel certo layer. Fate qualche prova sul layer "Symbols" e ricordate che il layer non è stato cancellato, ma solo spento temporaneamente.

Il layer che apparirà inizialmente nella schermata dei vari comandi richiamati, detto layer **attuale**, è indicato sulla barra di stato e può essere modificato in ogni momento con i tasti "-" e "+" del tastierino numerico.

5. Ancora etichette

Posizionatevi sopra l'etichetta "Società:", al di fuori del riquadro informazioni e, usando [PT], posizionate una nuova etichetta di testo, ad esempio "Circuito di ESEMPIO", sce-

gliendo il layer appena creato ed una dimensione a piacimento, ad esempio 90 mils.

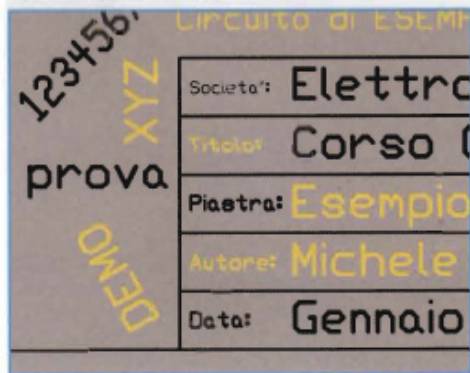
Provate a spostare l'etichetta in un'altra zona dell'area di lavoro usando [GT]. Quando il testo o altri elementi vengono afferrati (e/o spostati), è possibile usare le scorciatoie, eventualmente combinabili, [A], [M], [R], [X] e [Y] per ruotarli in vari modi, oltre alle sempre attive [I] e [O] per zoomare rapidamente nell'area di lavoro.

Ora, sempre con [PT], posizionate alcune etichette di testo in varie posizioni e con differenti dimensioni e rotazioni (impostando il campo "Rotation Angle"), ricordando di usare sempre il layer "Note Importanti" o "Symbols", così da ottenere etichette di due diversi colori. A questo punto, usate [EX] e modificate il valore del campo "Layer" da "Symbols" a "Note Importanti" di alcune etichette del riquadro informazioni (figura 8). Per cancellare le etichette appena posizionate utilizzate [DT]. Per rimediare ad eventuali "danni" utilizzate le funzioni di "Un-Do" (annulla e ripristina), accessibili dall'apposito menu. Ad esempio, usate [UU] per annullare l'ultima modifica effettuata e [UE] per ripristinarla. L'annullamento non va oltre il salvataggio del file, ma impostando l'opzione "Un-Do beyond Save to disk" dal menu di configurazione del programma, attivabile con [SO], tale limitazione viene superata.

6. Posizionare i componenti

I componenti standard per schema elettrico (componenti SCH) sono contenuti nei file di libreria (estensione ".LIB") memorizzati nella cartella "CircadLibrary". Circad viene fornito con una buona dotazione di componenti, sia per schema elettrico che per circuito stampato, permettendo comunque di crearne di nuovi, come vedremo in seguito.

figura 8 Esempi di etichette di testo



Posizionatevi circa al centro dell'area di lavoro ed usate [PC], quindi selezionate la libreria "DISCRETE.LIB" dall'elenco in basso a sinistra e, dalla lista che verrà visualizzata, il componente "RS" (figura 9), il cui simbolo apparirà nel riquadro di anteprima.

Impostate poi i campi "Ref ID = R1", "Type/value = 470ohms" e "PCB Pattern = R500". Il campo "Modifier" può essere utilizzato come campo note o per specificare ulteriori caratteristiche del componente. In questo caso indica che la resistenza è da 1/4 di Watt. Notate che la parola "ohms", inserita nel campo "Type/value", verrà trasformata automaticamente nel simbolo omega quando posizionerete il componente.

Per inserire, nei campi delle finestre Windows, caratteri speciali come il simbolo omega o il simbolo $1/4$, dovremo usare la combinazione **Alt + codice**, con il codice digitato sul tastierino numerico. Al contrario, inserendo o modificando un testo direttamente nell'area di lavoro sarà possibile utilizzare solo i simboli omega, μ , $1/2$ e $1/4$.

Nella tabella 4 sono indicati i simboli più comuni ed i relativi codici riferiti al font "Arial". Usando un font di sistema diverso dovrete impiegare l'applicativo "Mappa Caratteri", accessibile dal menu "Utilità di Sistema" di Windows, per ottenere i codici relativi ai vari simboli.

Il campo "PCB Pattern", che in alcune maschere viene indicato come "PCB Footprint" o "Footprint" e di cui parleremo ampiamente in seguito, si riferisce al componente per circuito stampato (componente PCB) associato al componente dello schema elettrico che stiamo posizionando. In pratica, indica la forma reale del componente dello schema elettrico sul circuito stampato. Ora, premete "Confirm" e posizionate il componente premendo il

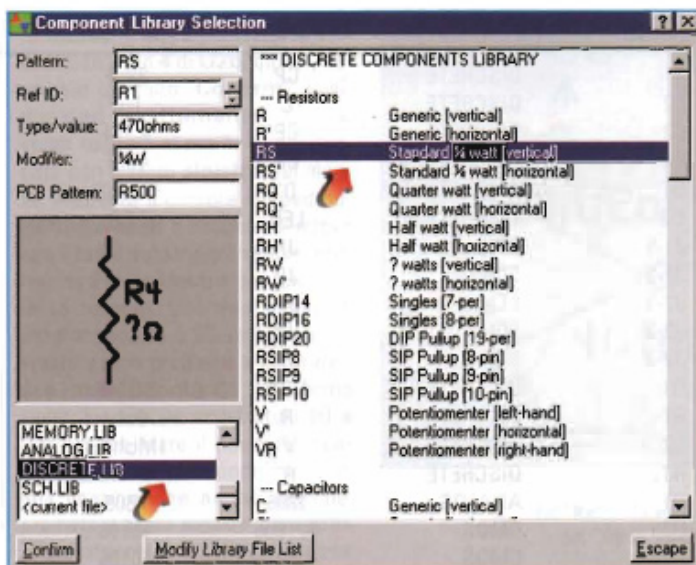


figura 9 Posizionamento di un componente

tasto sinistro del mouse. Non è necessario piazzarlo in una posizione specifica all'interno dell'area di lavoro, poiché potremo poi muoverlo usando [GC], eventualmente associato alle scorciatoie [A], [M], [R], [X] e [Y] (attive anche durante il posizionamento del componente), come già visto per le etichette.

Come vedete dallo schema elettrico del circuito, alcuni componenti hanno il proprio "Ref ID" o il proprio valore spostato o ruotato rispetto alla posizione standard im-

postata durante il posizionamento come, ad esempio, la resistenza R1. Questo perché un componente è un insieme di elementi raggruppati, su ciascuno dei quali è possibile agire esattamente come faremmo con qualsiasi altro oggetto presente nel file.

Quindi, per ruotare verticalmente l'etichetta "R1" dell'omonima resistenza, basterà posizionarsi su di essa usando [GT] e [R] per una rotazione multipla di 90° o usando le altre scorciatoie viste per le etichette di testo.

Carattere	Nell'area di lavoro Alt + ...	In una finestra Alt + ...
ohm	o	-
$\pm$	-	0177
μ	u	0181
$\frac{1}{4}$	-	0182
$\frac{1}{2}$	4	0188
$\frac{3}{4}$	2	0189
$\frac{1}{8}$	-	0190
$\frac{3}{8}$	-	0216
$\frac{1}{16}$	-	0223
$\frac{1}{32}$	-	0247

tabella 4 Caratteri speciali più comuni e combinazioni di tasti

Ref ID	Libreria	Pattern	Type / Value	Modifier	PCB Pattern
C1	DISCRETE	CP	22µF	25V	E200/400
C2	DISCRETE	C	1µF	25V	C100/150
C3	DISCRETE	CP	4.7µF	25V	C100/150
C4	DISCRETE	CP	47µF	25V	C100/150
D1	DISCRETE	D'	1N4007		D600
D2	DISCRETE	LED	LED		LED
J1-1	SCH	JP			MP5
J1-2	SCH	JP			MP5
J2-1	SCH	JP			SIP3
J2-2	SCH	JP			SIP3
J2-3	SCH	JP			SIP3
Q1	DISCRETE	NPN	BC547		MIO_T092F
R1	DISCRETE	R	470ohms		R600
R2	DISCRETE	V'	1Mohms	Trimmer	RV
R3	DISCRETE	R'	100Kohms		R500
U1	ANALOG	7805	7805		TO220
U2a	CMOS	40106a	40106		DIP14
U2b	CMOS	40106b	40106		DIP14

Tabella 5 Parametri per il posizionamento dei componenti

Ora, sempre usando [PC], posizionate gli altri componenti del circuito, ricorrendo alla **tabella 5** per l'indicazione delle librerie, del nome del componente nella libreria ("Pattern"), del riferimento nello schema elettrico ("Ref ID"), del valore ("Type/value") e del componente per circuito stampato associato ("PCB Pattern").

Digitando nel campo "Pattern" il valore desiderato, ad esempio "RS", e premendo "Invio", il programma cercherà un componente con il pattern richiesto in tutte le librerie indicate nell'apposito riquadro e nel file in uso, evitando di scorrerle manualmente. Se la ricerca andrà a buon fine verrà evidenziata l'anteprima del componente, permettendo poi di completare i restanti campi. In caso contrario, resterà visualizzata l'anteprima dell'ultimo componente posizionato.

Notate come, durante il posizionamento dei componenti, venga incrementato automaticamente il "Ref ID" per i componenti di uno

stesso tipo (R1, R2...) o costituiti da sezioni (40106a, 40106b...).

7. I componenti "joint"

Gli ultimi componenti che posizionerete sono elementi particolari, detti "joint" (giunzioni), utilizzati per collegare direttamente una linea di segnale di uno schema elettrico ad uno **specifico** piedino (pin) di un **qualsiasi** componente per circuito stampato. Sono utilizzati, ad esempio, per collegare soltanto alcune linee di segnale ad alcuni pin di un tipico (ed enorme!) connettore multipolare che, se posizionato sullo schema elettrico, occuperebbe inutilmente tutta l'area di lavoro.

I joint riferiti ad uno stesso componente PCB devono appartenere allo stesso gruppo (J1, J2...), seguito da un **trattino** e dal numero del pin del componente PCB cui andrà collegato, senza usare spazi. Tutti i joint di uno stesso gruppo devono essere assegnati allo stesso componente PCB, cioè devono avere tutti lo stesso campo "PCB Pattern". Per ruotare e/o spostare l'e-

tichetta collegata ai vari joint utilizzate lo stesso metodo impiegato con la resistenza R1.

8. I punti di alimentazione

Ora posizionerete, sempre in posizioni provvisorie, i vari punti di massa e di alimentazione usando, rispettivamente, [PG] e [P+]. La scorciatoia [P+] vi chiederà di inserire il nome del segnale. Indicate "+VCC" (in **maiuscolo**) anche se potreste usare "BATT" o "-Alim" o un altro nome. L'importante è usare lo stesso nome per tutti i punti di alimentazione che si desidera vengano collegati insieme elettricamente.

Come già detto, l'ultimo comando impostato rimane attivo fino a quando non ne viene selezionato un altro, quindi, dopo aver usato [PG] ed aver posizionato un punto di massa, basterà cliccare nuovamente con il tasto sinistro del mouse per posizionarne un altro.

9. I collegamenti elettrici

Una volta posizionati i componenti dovremo collegarli **eletttricamen-**

te. Usate [I] e [O] per zoomare sul pin 1 di U2a. Con "-" e "+" del tastierino numerico selezionate il layer "Master", dove si trovano le piazzole (pad) relative alle connessioni elettriche dei componenti, coincidenti con i pin del componente PCB associato. Quindi, il pin numero 1 di U2a sarà collegato al pin 1 del componente PCB associato "DIP14" indicato nel campo "PCB Pattern" di U2a stesso.

Al contrario, zoomando su un punto di massa o di alimentazione, vedrete che comprende un pad blu, appartenente al layer "Signals" (figura 10). Entrambi i tipi di pad si riferiscono alle connessioni elettriche dei componenti, ma normalmente solo i pad appartenenti al layer "Master" saranno associati ad un componente PCB.

Infatti, come potrete verificare con [EP], i pad blu non hanno un "Pin Name" proprio perché non sono associati ad un componente PCB, mentre i pad verdi non hanno un "Signal Name", che verrà impostato automaticamente dal programma. Un componente senza pad nei layer "Master" e/o "Signals" non può essere collegato elettricamente ad altri componenti. Per unire i vari elementi occorrerà collegare tra loro solo i pad appartenenti ai layer "Master" o "Signals" con delle linee di segnale. Per farlo utilizzate [PL], impostando il layer "Signals" ed uno spessore della linea di 10 mils ("Line Thickness = 10"). Potreste scegliere uno spessore diverso, ma tutti i componenti vengono di solito realizzati con pad e linee da 10 mils, quindi, è meglio mantenere lo spessore standard. E' indispensabile impiegare il layer "Signals" per posizionare le tracce di segnale poiché, scegliendo un altro layer, ad esempio "Symbols", il programma non creerà alcun collegamento elettrico. Questo è uno degli errori tipici commessi da chi impiega per la prima volta Circad.

Ora dovrete collegare il pin 1 di U2a con il pin 4 di U2b, quindi, dopo aver premuto "Confirm", posizionatevi esattamente sul pad verde relativo al pin 1, quindi cliccate con il tasto sinistro del mouse. Muovete il cursore sul pad numero 4 di U2b e cliccate di nuovo con il tasto sinistro del mouse, premendo il tasto destro per terminare la traccia. Con una griglia di snap impostata a 25 mils non dovrete avere problemi a centrare i due pad, ricordando che sono sempre attive le scorciatoie [I] e [O] per facilitare il posizionamento. Durante il posizionamento di una linea, anche non di segnale, premete il tasto sinistro ogni volta che desiderate cambiare direzione di tracciatura.

Non è importante tracciare le linee perfettamente orizzontali o verticali, poiché le stesse hanno degli estremi (o vertici), che è possibile afferrare e muovere con [GE]. Inoltre, le linee possono essere cancellate con [DL] o spostate con [GL].

Provate la scorciatoia [GE] cliccando (e muovendo il mouse) più volte su uno dei vertici della linea appena posizionata (figura 11). In questo modo potrete allungare una linea di segnale già posizionata tra due elementi, estraendo un nuovo vertice da uno dei pad su cui termina.

Quando una linea è costituita da più segmenti, ognuno dei suoi vertici o dei suoi segmenti può essere cancellato, rispettivamente, con le scorciatoie [DE] e [DL] che dovrete usare per riottenere la linea di segnale iniziale. Per inserire nuovi vertici intermedi usate [PE] su un punto qualsiasi di una linea. A questo punto piazzate, sempre con [PL] e con le stesse impostazioni precedenti, la linea di segnale che collega il cursore di R2 con U2a e U2b. Iniziate il posizionamento da R2 e concludetelo esattamente sulla prima linea piazzata.

Il simbolo di connessione elet-

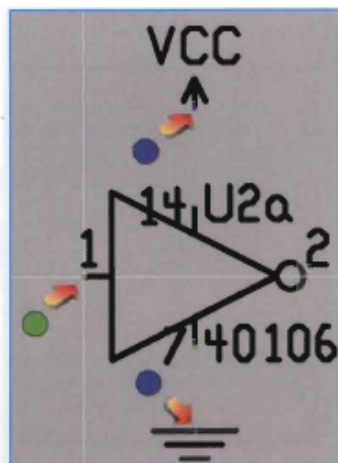


figura 10
Pad "Master" (in verde) e
pad "Signals" (in blu)

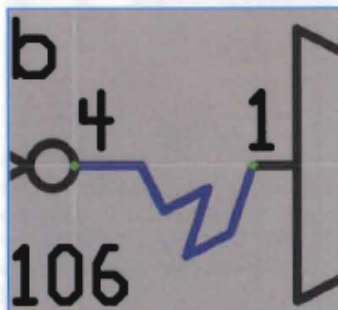


figura 11
Estrazione di nuovi vertici da una traccia

trica ("pallino") nell'intersezione tra le due linee dovrà essere piazzato con [PD], posizionandovi prima sull'intersezione delle due tracce. Così facendo collegherete il simbolo all'estremo della linea appena posizionata ed assicurerete la connessione elettrica tra i tre componenti. In questo caso il simbolo è necessario solo per chiarezza e non dal punto di vista elettrico, poiché una delle due linee di segnale termina sull'altra ed il programma presume il collegamento elettrico tra le due tracce (figura 12). Il pallino è un semplice pad, quindi può essere spostato e cancellato

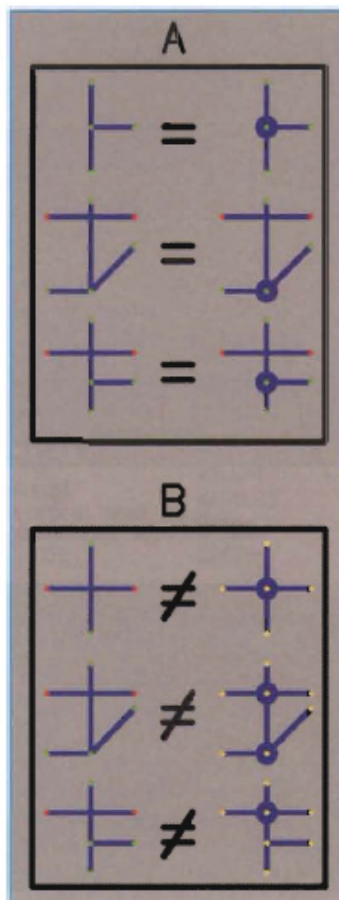


Figura 12:
Connessioni elettriche corrette (A) ed errate (B)
evidenziate con "falsi" colori

con le scorciatoie [GP] e [DP]. Usando [GE] per muovere l'estremo della linea, invece, sposterete sia il simbolo che il vertice della linea stessa.

Quando posizionerete delle tracce che si sovrappongono senza essere collegate elettricamente, come quelle che dovreste piazzare per collegare J2-2 a U2a e J2-1 a R3, non dovreste posizionare il pallino, altrimenti le linee di segnale saranno collegate insieme.

Ora piazzate le restanti tracce di segnale, collegando opportunamente i componenti, ricordando

che il collegamento dei joint deve essere fatto terminando o iniziando il posizionamento della traccia esattamente al centro del pad verde (che è un pad "Master", solo un po' più grande), mentre il collegamento ai punti di massa o di alimentazione deve essere eseguito sui relativi pad blu.

Sullo schermo potrebbero non essere evidenziati i pad verdi o blu, nascosti dalle linee "Symbols" dei componenti. Questo accade perché il layer attuale viene visualizzato in primo piano, mentre gli altri vengono visualizzati in secondo piano, restando nascosti in caso di elementi sovrapposti. Potete selezionare "Pad Master" come layer attuale ("-" e "+" del tastierino) per evidenziare i pad da collegare, di solito coincidenti con l'estremo delle linee serigrafiche del componente.

Per tracciare le linee di segnale è possibile usare, al posto di [PL], la scorciatoia [PW], che imposterà direttamente il layer "Signals" ed uno spessore delle linee di 10 mils, consentendo di tracciare linee miste verticali ed orizzontali. Creata appositamente per piazzare linee di segnale, non è un'opzione molto comoda, comunque provatela.

10. Allineare i componenti

Una volta posizionate le linee di segnale, avrete un circuito simile a quello proposto, con i componenti più distanti o non allineati, ma l'importante è aver effettuato correttamente i collegamenti elettrici. Il resto riguarda solo l'estetica del circuito che, comunque, ha la sua importanza!

Ad esempio, per muovere Q1 posizionatevi su di esso ed usate [GC] per spostarlo con le tracce di segnale collegate. Questa funzione permette di riposizionare rapidamente i componenti, senza tracciare di nuovo i vari collegamenti. Come già spiegato, quando il componente è selezionato sono attive le

scorciatoie [A], [M], [R], [X] e [Y] per ruotarlo in vari modi, nonché [I] e [O] per uno zoom rapido nell'area di lavoro. Invece, per spostare solo il componente e non le relative connessioni usate [GO] utile, ad esempio, per scambiare parti identiche di un circuito integrato (ad esempio U2a con U2b).

11. Usare i "blocchi"

Quando gli schemi sono complessi, è molto più comodo spostare i componenti e le relative connessioni in blocco, piuttosto che singolarmente. Per fare questo è sufficiente selezionare l'area di lavoro interessata, che può essere rettangolare (scorciatoia [BG]) o di qualsiasi altra forma (scorciatoia [BI]). Definendo un blocco seguite le indicazioni sulla barra di stato, che vi inviteranno a fissare gli estremi del rettangolo o il perimetro dell'area da selezionare. In questo caso, usate il tasto **destra** del mouse per concludere la selezione dell'area stessa.

Dopo aver definito l'area desiderata, sulla barra di stato apparirà il messaggio "Select source reference point", quindi, cliccate in un punto qualsiasi interno o esterno all'area selezionata per definire un punto di riferimento per le successive operazioni (figura 13). Ora il blocco è definito, come evidenziato sulla barra di stato, e potrete trattarlo come un qualsiasi oggetto dell'area di lavoro, usando poi [BE] per deselezionare l'area. Ad esempio, potrete muoverlo ([BM]) e riposizionarlo in un'altra zona dello schermo, magari dopo averlo ruotato (valgono tutte le scorciatoie già indicate per le etichette ed i componenti) oppure potrete cancellarlo ([BD]) o ancora copiarlo in un'altra zona ([BC]). In questo caso vi consiglio di mantenere l'impostazione "Component increment amount = 0", rinominando poi manualmente i nuovi componenti creati.

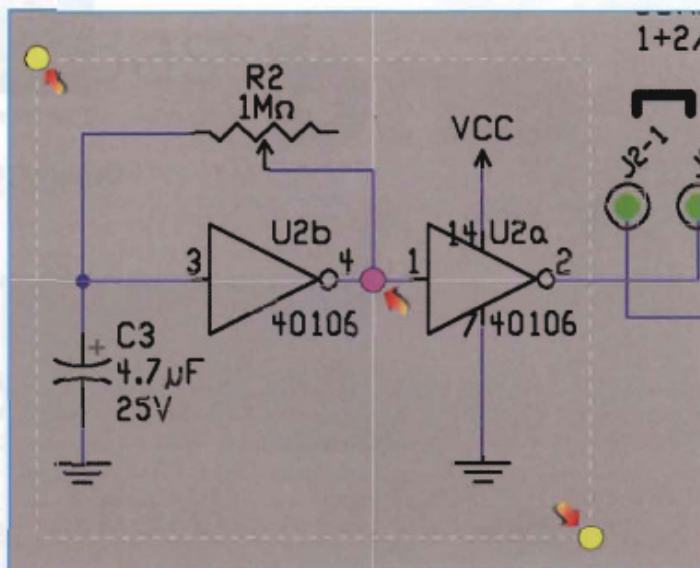
12. Controllare i collegamenti

Ora verificherete la correttezza delle connessioni elettriche utilizzando [NS] sulle linee di segnale posizionate. Ad esempio, posizionatevi su un punto qualsiasi della pista che collega **D1**, **U1** e **C1** per ottenere l'evidenziazione, in **bianco**, del collegamento elettrico. Cliccate anche sulle altre piste del circuito, verificando che i collegamenti siano corretti, cioè che **visivamente** le tracce terminino sui pad dei vari componenti. Per rimuovere l'evidenziazione usate [NC] oppure cliccate lontano dalle linee di segnale.

Cliccando sui punti massa o di alimentazione verranno evidenziate **tutte** le tracce collegate a tali punti, anche se non connesse direttamente, mentre sulla barra di stato apparirà il nome del segnale evidenziato ("**GND**" o "**+VCC**" nel nostro caso).

Il programma non può riconoscere un errore di disegno, ad esempio il posizionamento di **D1** a rovescio, ma riconosce eventuali **cortocircuiti** tra segnali, avvisandovi con il messaggio "**Two or more signals are cross-linked**" sulla barra di stato. Ad esempio, provate a collegare con una linea di segnale un punto di massa ed un punto di alimentazione, usando poi [NS] sulla linea stessa per ottenere il messaggio di errore. Per cancellare la linea, basterà utilizzare [DL]. Quindi, tutte le volte che collegherete due (o più) pad aventi nomi diversi (campo "**Signal Name**" accessibile tramite [EP]), con la scorciatoia [NS] verrete avvisati del cortocircuito. I pad dei componenti, generalmente, hanno, invece, il campo "**Signal Name**" in bianco proprio perché sia possibile collegarli a qualsiasi altro pad.

Al contrario, lo stesso campo dei pad dei punti di massa e di alimentazione contiene l'indicazione del nome del segnale ("**+VCC**" o "**GND**" nel nostro caso) proprio



per evitare che vengano collegati a pad con un "**Signal Name**" diverso, ad eccezione di quelli con il campo in bianco, evitando così cortocircuiti tra segnali.

13. Gli ultimi ritocchi

Ora, con [PT], inserite le etichette "**Ingresso**", "**12 Vcc / 10mA**", "**JUMPER**" e "**1+2/2+3**", indicando una dimensione di **38** o **60** mils (o un'altra a piacimento) e selezionando il layer "**Symbols**" o "**Note Importanti**", visto che stiamo posizionando degli elementi "decorativi".

Tracciate poi due "**U**" rovesciate vicino al jumper **J2**, usando lo stesso sistema usato per posizionare le linee di segnale, usando però il layer "**Symbols**" o "**Note Importanti**". Scegliete uno spessore di **30 mils**, notando che ciascun segmento della linea ha caratteristiche, modificabili con [EL], indipendenti da quelli cui è collegato. Infine, create i simboli "-" e "+" vicino al connettore di alimentazione **J1**, usando segmenti spessi **10 mils** posizionati sempre in un layer serigrafico.

Salvate lo schema elettrico con [FS], usando poi [FP] per stampar-

ne una copia. Torneremo ai dettagli della stampa nella prossima puntata, quando realizzeremo il PCB del circuito. Per ora lasciate inalterate le opzioni della finestra di configurazione, premendo prima il pulsante "**FASC**", per una stampa secondo i colori dello schermo (escluso lo sfondo), quindi il pulsante "**Confirm**" per avviare il processo.

Abbiamo concluso! Usate [FX] per uscire da Circad. Per riaprire il file appena creato dovreste poi usare le opzioni "**Open**" o "**Re-Open**" del menu "**File**".

michele.guerra@elflash.it

(continua)

Il software Circad è disponibile nelle versioni in lingua inglese ed italiana presso il sito www.circad.net oppure 0376.449868.

Alla scoperta di

Seconda parte



Michele Guerra

In questa puntata parleremo del file di "netlist", creeremo un nuovo componente PCB ed il layout del circuito stampato. Infine, analizzeremo in dettaglio le opzioni di stampa

info@circad.net



1. Il file di "netlist"

Per passare dallo schema elettrico al circuito stampato (PCB) è indispensabile creare un file intermedio, contenente informazioni riferite alle connessioni elettriche ("netlist") ed ai componenti. Quindi, riaprite il file dello schema elettrico con l'opzione "Open" o "Re-Open" del menu "File".

Passate alla modalità progettazione premendo "Spazio" ed usate la scorciatoia [NO] per creare il file di netlist, mantenendo le impostazioni predefinite e confermando. Potrebbe essere segnalato l'errore "Two co-linear line segments are been detected", evidenziato sulla barra di stato. Il messaggio indica che una linea di segnale, in un tratto completamente orizzontale o verticale, è costituita da più segmenti contigui che, invece, dovrebbero essere sostituiti da una sola linea (figura 1).

Il controllo evita cortocircuiti involontari nella tracciatura di linee di segnale che si intersecano, dove il

posizionamento di un vertice proprio nella loro intersezione le collegherebbe elettricamente, come se fosse stato piazzato un simbolo di interconnessione con [PD]. Per rimuovere il vertice usate [DE] nel punto in cui Circad posizionerà il cursore a croce, quindi, usate di nuovo [NO] ed ancora [DE] per eliminare altri vertici evidenziati, fino a quando il messaggio di errore non verrà più visualizzato. Al termine delle modifiche salvate il file con [FS].

Le informazioni riguardanti le connessioni elettriche, presenti nella sezione "Schematic Net List" del file di netlist "Esempio.NET" (figura 2) appena creato, sono contenute in linee del tipo "S0001 C1-1 D1-K U1-1" che indicano il numero o il nome di una traccia di segnale e l'elenco dei terminali (pin) dei componenti collegati.

Nell'esempio appena visto la traccia "S0001" collega i pin numero 1 di C1 ed U1 ed il terminale "K" di D1. Le tracce "generiche" hanno

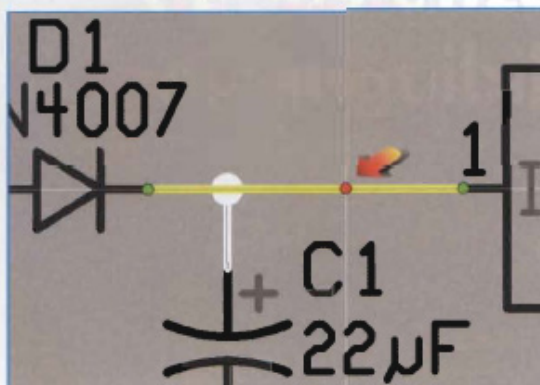


figura 1
Traccia con errore "co-linear". Il vertice in rosso deve essere eliminato

SCHEMATIC NET LIST		C:\Programmi\CIRCAD\FIASH\Esempio.SCH				01/27/04	
---	NAME	---	NODES				
S0001	C1-1	D1-K	U1-1				
S0002	C3-1	R2-1	U2-3				
S0003	C4-1	Q1-B	R3-2				
S0004	D1-A	J1-1					
S0005	D2-K	R1-1					
S0006	J2-1	R3-1					
S0007	J2-2	U2-2					
S0008	J2-3	Q1-C	R1-2				
S0009	R2-2						
S0010	R2-3	U2-1	U2-4				
GND	C1-2	C2-2	C3-2	C4-2	J1-2	Q1-E	U1-2
VCC	C2-1	D2-A	U1-3	U2-14			U2-7
END OF FILE							

figura 2
Le connessioni dello schema elettrico nella sezione "NET LIST" del file Esempio.NET

un indice progressivo ("S0002", "S0003"...), assegnato automaticamente, mentre quelle riferite a segnali mantengono il proprio nome (es.: "GND"). La traccia "S0009" è collegata solo al pin 2 di R2 per indicare tale pin che non è collegato ad altri componenti.

Per essere sicuri di aver collegato correttamente tutti gli elementi del circuito verificate le connessioni esaminando il file di netlist. L'ordine delle tracce o dei componenti potrebbe variare, ma è indispensabile che i componenti risultino collegati come indicato nel file di netlist. Eventuali differenze, escluse le inversioni dei pin nei componen-

ti non polarizzati, come ad esempio le resistenze, indicherebbero collegamenti errati. In tal caso, modificate le connessioni, salvate il file ed utilizzate di nuovo [NO] per ottenere il nuovo file di netlist, che sovrascriverà il precedente.

Il file può essere aperto dal menu "File" di Circad o con un programma di elaborazione testi, come il "Blocco Note" poiché pur avendo estensione ".NET" è in formato testo. Aprendo il file da Circad otterrete la conversione dei caratteri speciali, come "Ω" e "μ", non sempre visualizzati correttamente dagli altri programmi.

2. Una nuova libreria componenti PCB

Le librerie standard contengono buona parte dei componenti più

comuni, ma nel nostro schema elettrico è presente il transistor Q1, un BC547 in contenitore TO92F, non incluso nelle librerie standard "THD.LIB", "SMD.LIB" e "PCB.LIB", contenenti componenti per circuito stampato (componenti PCB). Quindi, dovrete creare un componente PCB con la forma e le caratteristiche di un contenitore TO92F, all'interno di una nuova libreria per componenti PCB.

Le librerie di componenti per schema elettrico (componenti SCH) o per circuito stampato devono essere salvate con estensione ".LIB", seppure create a partire da template per schema elettrico o per PCB. Per questo, per distinguere il contenuto delle librerie è consigliabile nominarle opportunamente, ad esempio, chiamando "MiaLib_SCH.LIB" una libreria che contiene componenti SCH e "MiaLib_PCB.LIB" una che contiene componenti PCB.

Per creare una nuova libreria componenti PCB dovrete seguire più o meno gli stessi passi visti per la creazione dello schema elettrico. Quindi, usate la scorciatoia [FW], selezionando però il template relativo al formato "A" dei file per circuiti stampati, cioè "PCB Files = Size A". Anche in questo caso il formato "A" equivale ad un'area utile grande circa come un foglio A4. Selezionate la cartella "CircadLibrary" in cui sono contenute tutte le librerie del programma, quindi inserite "MiaLib_PCB.LIB" come nome del file e confermate.

Il template dei file PCB è simile a quello degli schemi elettrici e sono ancora valide tutte le scorciatoie già viste relative allo zoom, alla selezione del "layer attuale", alla gestione delle etichette di testo, dei componenti, delle linee di segnale, dei blocchi, eccetera. Questo perché l'ambiente di lavoro rimane invariato, a prescindere

dal tipo di file in uso, salvo per alcune opzioni particolari come, ad esempio, quella richiamabile con [PD] che non avrebbe senso usare in un file PCB.

Anche in questo caso usate [SG] per impostare la griglia di snap a 25 mils. Non è necessario inserire, con [SS], il valore di 25 mils poiché è già presente nell'elenco delle griglie selezionabili. A questo punto, potrete usare le scorciatoie [ET] ed [EX] sulle varie etichette per modificarle. Ricordate di usare solo il layer "Symbols", qui di colore giallo, per posizionare altre etichette con la scorciatoia [PT].

3. Creare un componente PCB

Posizionatevi circa al centro dell'area di lavoro per piazzare la piazzola (pad) dell'emettitore del contenitore TO92F (figura 3) che chiameremo in seguito "MIO_TO92F". Usate [PP] per posizionare il pad, impostando "Pin Name = E", verificando che sia "Layer Name = Pad Master" e "Pad Type Code = T1". Indicate il diametro orizzontale e verticale del pad, nonché quello del foro, specificando "Pad X Size = 70", "Pad Y Size = 70" e "Drill Hole Size = 30".

Il layer "Pad Master" contiene i pad relativi alle connessioni elettriche dei componenti PCB ed è equivalente al layer "Master" dei file per schemi elettrici. I pad possono essere piazzati in un layer qualsiasi, ma normalmente vanno posizionati sul layer "Pad Master" a meno che non si tratti di componenti a montaggio superficiale (SMD), di cui parleremo in una prossima puntata.

Il campo "Pad Type Code", invece, indica il "tipo" del pad. Mantenete "T1" per un pad ovale (o circolare), usando "T2" per ottenere un pad rettangolare (o quadrato), come quello usato di solito per marcare il pad 1 dei cir-

cuiti integrati. Anche i pad sono oggetti e quindi possono essere spostati, modificati o cancellati con le opportune scorciatoie ([GP], [EP], [DP]).

Usate di nuovo [PP] per posizionare i pad della base e del collettore, impostando i campi come per l'emettitore, indicando però "B" e "C" nel campo "Pin Name". La distanza orizzontale tra il centro dei pad "C" ed "E" deve essere di 150 mils, mentre quella verticale tra il centro del pad "B" e la congiungente fra "C" ed "E" deve essere di 75 mils. Per misurare più facilmente le distanze usate la scorciatoia [SP], vista nella puntata precedente.

Ora dovrete disegnare la serigrafia del componente, coincidente con la sua forma reale vista dall'alto, cioè dal lato componenti del circuito stampato. Usate [PL] scegliendo uno spessore di 10 mils e selezionando il layer serigrafico "Top Silk". Impostando la griglia di snap a 25 mils riuscirete a riprodurre esattamente la sagoma del componente come appare nella figura di riferimento. Ricordate di usare il tasto **sinistro** del mouse per ottenere un nuovo segmento collegato al precedente, premendo il tasto **destra** per concludere la linea.

Prestate molta attenzione nella creazione di un componente PCB, controllando che la distanza tra i pad, il loro nome e la serigrafia corrispondano alla realtà. Rispettate sempre le dimensioni reali del componente nel disegno della serigrafia, magari abbondando un po' per compensare eventuali tolleranze rispetto alle dimensioni standard.

Eviterete così di trovarvi con componenti (reali!) che non entrano nel circuito stampato perché sono stati disegnati più piccoli o con pad disposti diversamente. Invece, scambiando i campi "Pin Name" di alcuni pad (es.: "C" con "E")

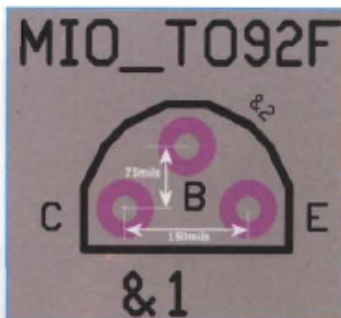


figura 3
Il nuovo componente per circuito stampato

magari perché avete creato il componente guardandolo dal basso, invece che dall'alto, rischierete di danneggiare il circuito.

A questo punto, posizionate accanto ai rispettivi pad, le etichette "C", "B" ed "E" usando la scorciatoia [PT], impostando "Text Size = 30" e "Layer Name = Top Silk". Potete indicare una dicitura qualsiasi, ad esempio "EMET" per l'emettitore o "BS" per la base in quanto le etichette sono dicitura serigrafiche che potrete anche non posizionare o posizionare solo in parte.

Ora sempre sul layer "Top Silk" piazzate le etichette "&1" e "&2", impostando i campi "Text Size" e "Rotation Angle" a 48 mils e 0° per la prima ed a 18 mils e 315° per la seconda. Queste particolari etichette, che potrete inserire con una diversa dimensione o con un

figura 4
Le etichette "&1" e "&2" sono collegate ai campi dei componenti

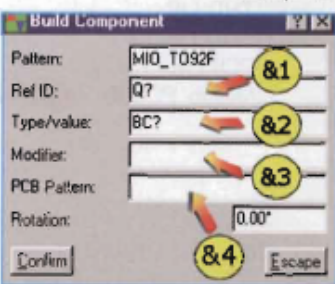




figura 5
Punti di selezione (in giallo) e punto di riferimento (in verde) del blocco

differenti angoli o ancora in una diversa posizione, verranno aggiornate quando i vari elementi piazzati verranno raggruppati per creare il componente PCB.

Infatti, l'etichetta "&1" sarà collegata al campo "Ref ID" del componente (figura 4) e l'etichetta "&2" al campo "Type/value". Sarebbe possibile piazzare anche le etichette "&3" e "&4" collegate ai campi "Modifier" e "PCB Pattern", mentre etichette "&5" o simili rimarrebbero tali. A questo punto, posizionate sopra il componente l'etichetta "MIO_T092F" per ricordare il nome che avrà il

componente, impostando "Text Size = 48" e "Layer Name = Top Silk". Ora, usate [BG] per creare un blocco e raggruppare gli elementi posizionati, evidenziando un'area che li contenga tutti, tranne l'etichetta "MIO_T092F", scegliendo come punto di riferimento il centro del pad "collettore" (figura 5).

È importante selezionare accuratamente il punto di riferimento, poiché è il punto rispetto al quale il componente sarà posizionato, spostato, ruotato, eccetera. Ora, usate [BB] per creare il componente a partire dagli elementi selezionati. Nei campi della maschera che apparirà indicate "Pattern = MIO_T092F", "Ref ID = Q?" e "Type/value = BC?". Lasciate in bianco i campi "Modifier" e "PCB Pattern". Quest'ultimo, verrà utilizzato solo per associare un componente PCB predefinito ad un componente SCH, come vedremo nella prossima puntata.

Dopo la conferma, il blocco verrà deselezionato e le etichette "&1" e "&2" verranno trasformate in "Q?" e "BC?". Il componente "MIO_T092F" ora può essere associato a qualsiasi componente

per schema elettrico che abbia tre pin "E", "B" e "C", proprio come il componente dello schema elettrico "NPN" relativo a Q1. Eventualmente, per "dissolvere" il componente e ritornare ai singoli elementi posizionati, dovrete usare in sequenza le scorciatoie [GC] e [EK], premendo "OK" alla richiesta di conferma, usando di nuovo il procedimento appena visto per ricreare il componente. Salvate il file con [FS], usando

eventualmente [FC] per chiuderlo. Il file può comunque restare aperto, infatti, è possibile mantenere aperti più file allo stesso tempo. Per spostarvi tra i file aperti usate la scorciatoia [FN] poiché non esiste il menu "Finestra", tipico dei programmi Windows.

4. Creare il file "Printed Circuit Board"

Per creare il file del PCB seguite le spiegazioni viste per la creazione della libreria "MiaLib_PCB.LIB", selezionando però la cartella "CircadFlash", dove è stato salvato il file "Esempio.SCH" ed inserendo "Esempio.PCB" come nome del file. Quindi, usate [SG] per impostare la griglia di snap a 25 mils e le opportune scorciatoie per modificare o creare nuove etichette di testo, posizionandole sul layer "Symbols".

Per i PCB occorre usare formati proporzionati alla grandezza del circuito stampato da realizzare, in questo caso il formato "A", anche se non sarà necessario disporre di stampanti di grande formato per ottenerne una copia, grazie alle funzioni di stampa in scala.

5. Importare il file di netlist

Le informazioni riguardanti i componenti, contenute nella sezione "Schematic Parts List" del file di netlist (es.: "U2a DIP14 (...)"), verranno utilizzate per inserire nel file PCB i componenti associati a quelli dello schema elettrico, importandoli, cioè copiandoli, dalle librerie componenti per circuito stampato. Per indicare dove cercare i componenti PCB da importare usate la scorciatoia [SF].

In fondo all'elenco inserite "MiaLib_PCB.LIB" (figura 6) o premete il pulsante "Browse" in basso e selezionate la libreria dall'elenco che apparirà, quindi confermate. In questo modo, il programma cercherà i vari componenti PCB oltre

figura 6
Aggiungiamo la nuova libreria all'elenco



che nelle librerie standard anche nella nostra libreria dove si trova il componente "MIO_TO92F" associato a Q1.

Ora usate [NI] per importare la netlist, mantenendo le impostazioni predefinite e confermando. Otterrete così, nell'angolo a sinistra sotto il bordo giallo, il posizionamento automatico di tutti i componenti PCB, **visti dall'alto** (figura 7), nell'ordine in cui appaiono nel file di netlist. I pad dei componenti PCB collegati elettricamente ad altri elementi saranno evidenziati in giallo.

In base allo zoom impostato potreste non aver notato questa funzionalità. Quindi, zoomate inquadrando tutti i componenti ed usate di nuovo [NI]. L'evidenziazione dei pad verrà rimossa aggiornando lo schermo con [ZR]. In una finestra separata verrà aperto il file "Esempio.pcb.LOG", creato automaticamente durante l'importazione della netlist e contenente eventuali errori e/o messaggi di "attenzione". Anche questo file è in formato testo e può essere aperto come il file di netlist.

Nel nostro caso il file di LOG conterrà solo dei messaggi di "attenzione", che avviseranno l'utente che determinati pin di alcuni componenti PCB importati non sono collegati ad altri elementi del circuito (figura 8). È difficile fornire una guida esaustiva per eliminare eventuali errori presenti nel file di LOG (es.: "Pattern non found", "Component not found", "Unused Component", "Type/value mismatch", "Modifier mismatch") poiché potrebbero derivare da più errori commessi nella messa in pratica delle varie spiegazioni seguite in questa puntata o nella precedente.

Quindi, accertatevi di aver posizionato correttamente i componenti dello schema elettrico, rispettando i parametri indicati nella relativa tabella e controllando

le connessioni presenti nel file di netlist. Inoltre, assicuratevi di aver creato correttamente il componente "MIO_TO92F" e di aver salvato la libreria "MiaLib_PCB.LIB" inserendola, con [SF], nell'elenco librerie del file "Esempio.PCB".



figura 7
Alcuni dei componenti importati. In giallo i pad collegati ad altri elementi

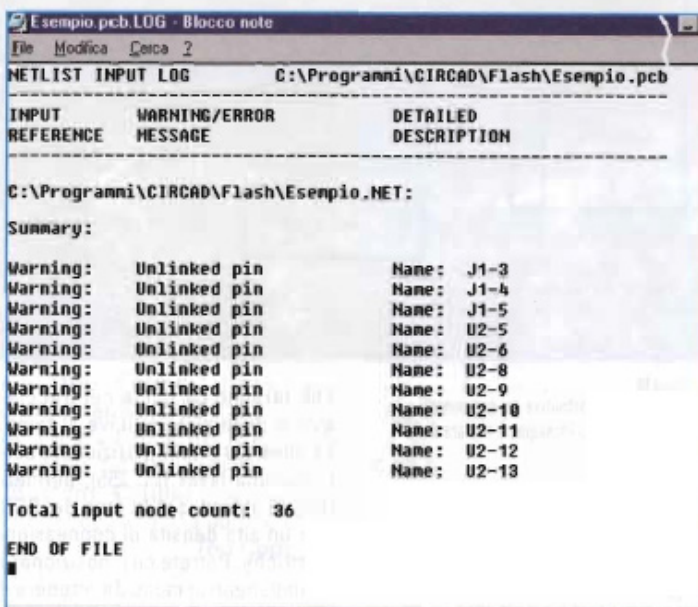
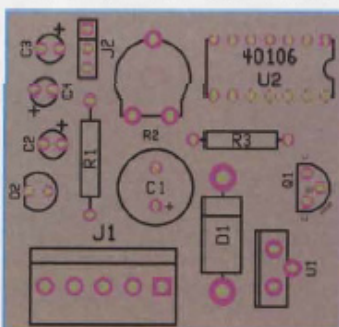


figura 8
Il file di LOG deve contenere solo messaggi di "attenzione"

6. Le linee di "ratnest"

Dopo aver importato il file di netlist usate la scorciatoia [GC], già vista nella realizzazione dello schema elettrico, per spostare temporaneamente i componenti circa al centro dell'area di lavoro (figura 9), ruotandoli eventualmente con le scorciatoie [A] e [R]. Fate molta attenzione nell'utilizzare anche la scorciatoia [M], [X] e [Y] poiché ruotano il componente in modo **speculare rispetto al circuito stampato**. Per questo, usatele **solo** per i componenti che devono essere posizionati sul lato saldature. Ora, usate [NR] per evidenziare i collegamenti, importati dal file di netlist, tramite linee di "ratnest"

figura 9
Una prima disposizione dei componenti sul PCB



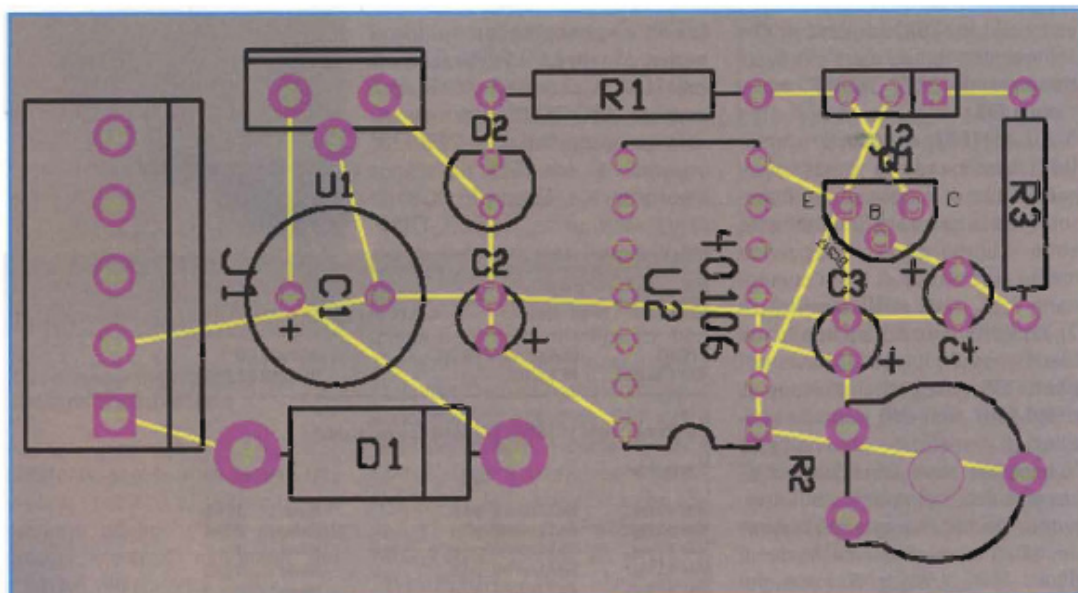
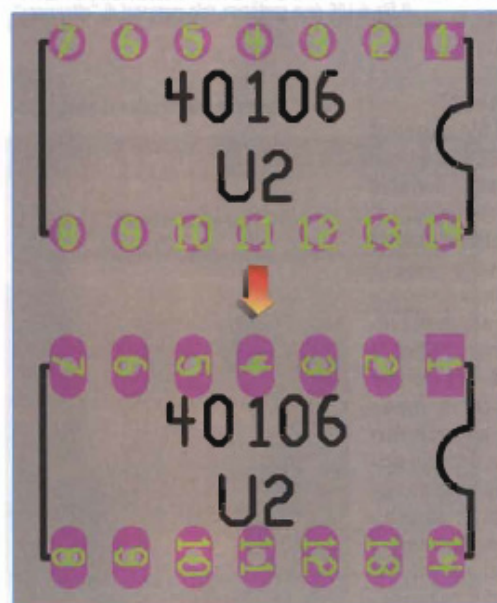


figura 10
La disposizione definitiva dei componenti e le
linee di ratnest (l'immagine è ruotata di 90°)

figura 11
Un componente standard può essere modificato
direttamente nel file PCB



che faranno da guida nel tracciamento delle piste relative al rame. Le linee di ratnest, posizionate sull'omonimo layer (nr. 255), permettono di individuare le aree del PCB con un'alta densità di connessioni elettriche. Potrete così posizionare i componenti in modo da ottenere il minor numero di intersezioni tra le connessioni in rame. Le linee di ratnest possono essere rimosse completamente con [NU]. All'interno dei pad è evidenziato il loro numero (o nome) mentre, all'interno delle linee di ratnest, è indicato il nome della traccia che li collega (es.: "S0001"), come visibile zoomando con [I] su di esse. Tali funzionalità sono modificabili usando [SM] ed agendo sulle opzioni "Pad pin numbers" e "Track signal names". Inol-

tre, selezionando l'opzione "Pad signal names" otterrete, nei pad, anche l'indicazione del segnale connesso.

Ora, riutilizzate [GC] per posizionare i componenti circa come visibile in figura 10, così da avere il minor numero di intrecci tra le piste. Potrete comunque disporre diversamente i componenti, senza però sovrapporre mai la serigrafia oppure i pad. Mantenete sempre una certa distanza tra i componenti, così da facilitare il piazzamento delle tracce. Potrete comunque spostare i componenti, anche dopo il collegamento con le tracce relative al rame, usando [GC] o [GO] e le eventuali scorciatoie per la rotazione.

7. Modificare i componenti PCB

I componenti PCB, esattamente come quelli dello schema elettrico, sono costituiti da oggetti raggruppati, modificabili singolarmente usando le scorciatoie opportune. Ad esempio, aumentate la dimensioni dei pad di U2, usando [EP] su uno dei pad circolari, selezionando "Pad Y Si-

ze = 100", "Drill Hole Size = 30" e premendo il pulsante **"Entire Component"**. In questo modo tutti i pad dello stesso tipo del componente selezionato verranno modificati. Ripetete l'operazione sul pad numero 1 quadrato (figura 11).

8. Collegare i componenti

Per creare le connessioni tra i componenti PCB dovreste usare la scorciatoia **[PL]**, selezionando opportunamente dimensione e layer delle tracce relative al rame del circuito stampato che sostituiranno le linee di ratnest.

I layer di un file PCB (figura 12 e tabella 1) sono molto diversi da quelli di un file per schema elettrico. Infatti, un file PCB contiene più layer relativi alle connessioni elettriche, alla serigrafia dei componenti, alla maschera di protezione da saldatura, eccetera. Inoltre, alcuni layer sono presenti nel PCB a coppie (es.: **"Top Copper"** e **"Bottom Copper"**) poiché riferiti al lato componenti o al lato saldature del PCB.

Notate che per visualizzare le aree circolari create automaticamente sui pad e riferite proprio alla maschera di protezione per la saldatura, dovrete attivare con **[SL]** il layer **"Top Mask"** e/o **"Bottom Mask"**, selezionando poi l'opzione

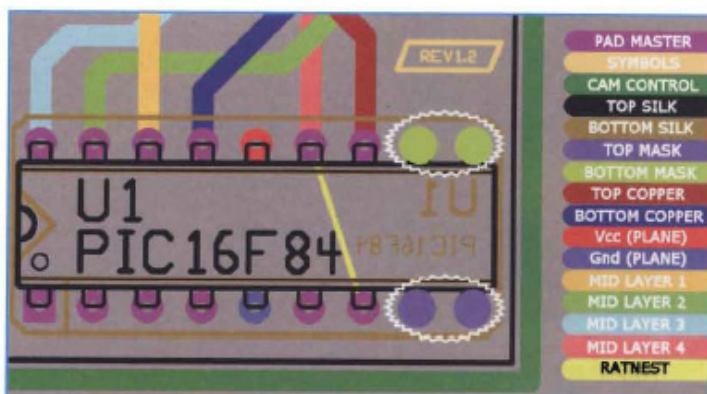


figura 12

I layer di un file di tipo "PCB". I colori sono diversi da quelli standard

"Pad mask/paste" dalla maschera che apparirà usando la scorciatoia **[SM]**.

Per collegare i componenti, normalmente userete i layer **"Bottom Copper"** (rame lato saldature) e/o **"Top Copper"** (rame lato componenti). Quindi, per piazzare la prima traccia del nostro PCB a singola faccia scegliete il layer **"Bottom Copper"**, mentre nei PCB a doppia faccia potrete utilizzare anche il layer **"Top Copper"**. Per lo spessore della pista, quando possibile scegliete **30, 40, 60** o più mils, impostando **15 mils** per le piste tracciate tra i pad di un circuito integrato, evitando sempre il valore predefinito di soli **10 mils (0.25 mm)**. Lo spessore deve essere adeguato alla corrente che circolerà nelle piste e deve evitare pro-

blemi nella realizzazione del PCB. Infatti, se industrialmente è possibile ottenere PCB con tracce spesse meno di **7 mils (0.18 mm)**, un hobbista dovrà accontentarsi di piste spesse minimo **15-20 mils (0.38-0.50 mm)**.

Comunque, utilizzate sempre piste spesse "il più possibile", sempre che non si tratti di PCB particolari, limitando le tracce sottili ai soli punti critici del circuito. Per la prima traccia del nostro PCB impostate uno spessore di **70 mils**, quindi posizionatevi

Tabella 1

I layer predefiniti di un file per circuito stampato

Layer	Contenuto
Pad Master	Punti di connessione elettrica degli elementi
Symbols	Elementi decorativi, etichette, simboli, eccetera
CAM Controls	Linee, archi, eccetera, per pilotare una fresa a controllo numerico
Top / Bottom Silk	Serigrafia dei componenti sul lato componenti / saldature
Top / Bottom Mask	Maschera per saldatura sul lato componenti / saldature
Top / Bottom Copper	Rame sul lato componenti / saldature
Vcc	Piano per il segnale "Vcc" (diverso da "VCC")
Gnd	Piano per il segnale "Gnd" (diverso da "GND")
Mid Layer 1/4	Rame piano interno 1/4 dei circuiti multistrato
Ratnest	Linee guida per le connessioni elettriche

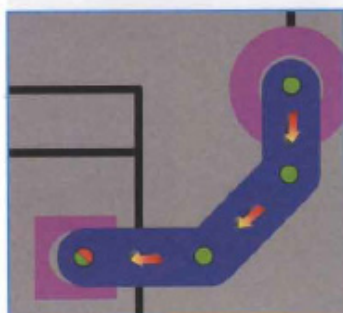


figura 13
Tasto sinistro del mouse (verde) per piazzare una traccia e tasto destro (rosso) per terminarla

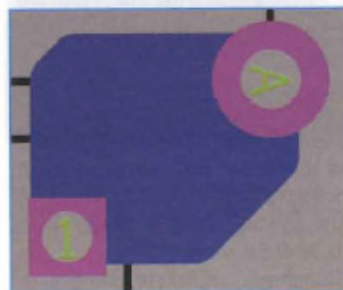
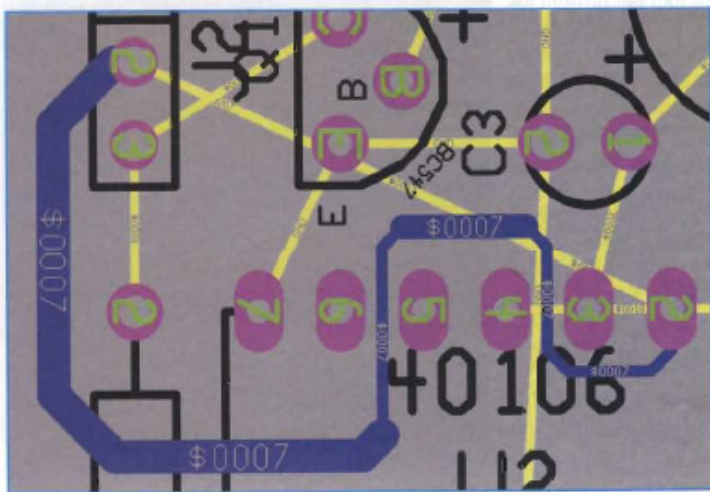


figura 14
Per ispessire le tracce basta posizionarne altre vicine o sovrapposte

figura 15
Una pista può avere segmenti di diverso spessore



nel centro del pad relativo all'anodo di **D1** e premete il pulsante **sinistro** del mouse.

Trascinate verticalmente la traccia fino a metà della distanza con il pad **1** di **J1** e premete di nuovo il tasto sinistro. Muovete il mouse in modo da creare un segmento a **45°** diretto verso **J1**, quindi premete ancora il pulsante sinistro. Infine, trascinate la pista nel centro del pad **1** di **J1**, premendo di nuovo il tasto sinistro per posizionare l'ultimo vertice della traccia ed il tasto **destro** per terminarla (figura 13).

Usando **[GE]** sull'anodo di **D1** potrete estrarre nuovi vertici dalla pista per allungarla a piacimento, utilizzando **[DL]** o **[GL]** per cancellare o muovere i vari segmenti della linea e **[DE]** oppure **[GE]** per cancellarne o muoverne i vertici. Invece, impiegando **[PE]** su un segmento creterete un nuovo vertice intermedio.

Utilizzando **[GE]** sul pad **1** di **J1** noterete che la pista non viene allungata, ma semplicemente spostata. Questo accade perché la griglia in uso non ha permesso di concludere la traccia nel centro esatto del pad. Infatti, i pad del connettore Molex® "MP5" associato a **J1** hanno un passo multiplo

di **156 mils (4 mm)**. L'unico pad di **J1** centrabile è il numero **3** poiché è il punto di riferimento del componente, secondo il quale è stato posizionato usando la griglia da **25 mils** in uso.

Non è indispensabile centrare perfettamente un pad, in quanto il contatto con piste relative al rame viene interpretato come connessione elettrica, anche per un **solo mils**. Eventualmente, per centrare le piste sui pad di **J1** dovreste impostare una griglia opportuna, ad esempio da **1 mils**, usando **[GE]** per muovere l'estremità della traccia già piazzata.

Dopo aver collegato i pad sarà comunque possibile posizionare ulteriori tracce, anche parzialmente sovrapposte alla traccia principale, così da aumentarne lo spessore (figura 14). Non usate questo metodo per realizzare piani di massa o simili poiché esistono funzioni apposite di cui parleremo nella prossima puntata.

Ora posizionerete, seguendo un percorso "ad ostacoli" (figura 15), una pista che colleghi i pad numero **2** di **J2** ed **U2** costituita da segmenti di diverso spessore, in modo da passare tra i pad di **U2** senza creare cortocircuiti. Quindi, usate **[PL]**, indicate uno spessore di **40 mils** e scegliete il layer "Bottom Copper". Completate la traccia usando **sempre** uno spessore di **40 mils**, usando poi **[EL]** sui segmenti troppo spessi per assottigliarli a **15 mils**.

Tracciando una pista molto vicina ad un pad o ad un'altra traccia, dopo l'incisione con il percloruro ferrico si potrebbe ottenere un PCB con alcuni segnali in cortocircuito. Per evitare questo tipo di problemi, Circad controlla le distanze tra pad e linee, come vedremo tra poco, basandosi sui valori di riferimento indicati nelle opzioni "Net Scan" accessibili con **[SC]** (figura 16). Di solito, non è necessario modificare i valori pre-

definiti, già ben dimensionati. Agendo sul campo **"Ratnest Line Size"** potrete cambiare lo spessore delle linee di ratnest create dopo la modifica del valore predefinito, pari a **11 mils**.

A questo punto, posizionate le tracce rimanenti (figura 17), usando **[NR]** dopo averne tracciato un certo numero per rimuovere le relative linee di ratnest. Se tracciando una pista vi accorgete di aver intralciato il percorso di un'altra serie di connessioni, cancellatela usando **[DL]** sui vari segmenti ed utilizzate **[NR]** per ricreare le linee di ratnest.

9. Creare i ponticelli

Invece di collegare **J2** ed **U2** con una pista che può essere di difficile realizzazione, è possibile creare un ponticello, sul lato componenti del PCB, che realizzerete con uno spezzone di filo. Per creare il ponticello userete i **"via"**, normalmente impiegati per collegare, tramite fori metallizzati, piste tracciate su layer diversi in un PCB a doppia faccia o multistrato. Innanzitutto, con **[SV]** stabilite le caratteristiche del via, impostando **"Via Pad Size = 70"** e **"Via Hole Size = 30"**.

Ora, usate **[PL]** selezionando il layer **"Bottom Copper"** ed uno spessore di **40 mils**. Posizionatevi sul pad numero 2 di **J2**, premete il tasto sinistro del mouse (figura 18) e tracciate la pista verticalmente fino alla metà della distanza tra **J2** e **R1**. Quindi, **senza premere alcun tasto del mouse**, spostatevi orizzontalmente fino ad essere sulla verticale del pad 2 di **U2**. Ora, con il tasto **"-"** del tastierino numerico, selezionate il layer **"Top Copper"** come layer attuale, quindi premete il tasto sinistro del mouse.

A questo punto portatevi sul centro del pad 2 di **U2** e, sempre senza premere alcun tasto del mouse, premete il tasto **"+"** del tastierino numerico per selezionare il layer

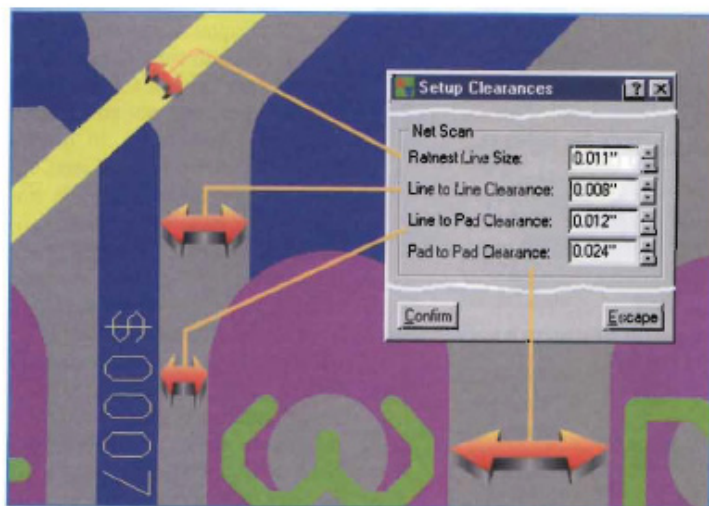


figura 16
I parametri per controllare le distanze (in tutte le direzioni) e per lo spessore delle linee di ratnest

figura 17
Il PCB con tutte le tracce posizionate (l'immagine è ruotata di 90°)

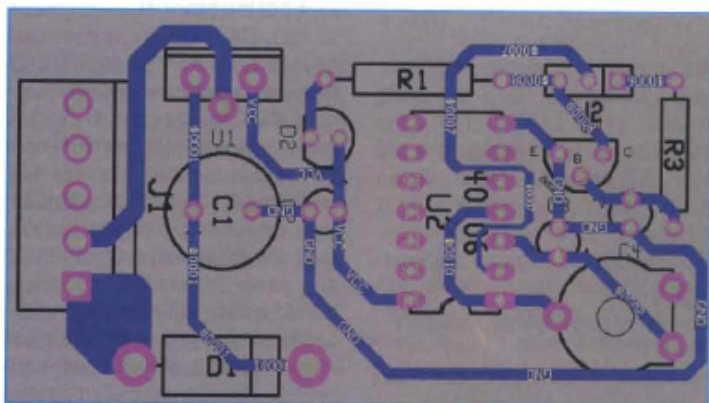
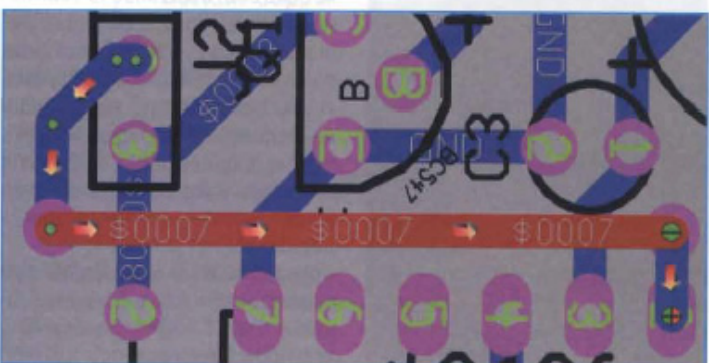


figura 18
Creare un ponticello. I simboli richiamano le operazioni da eseguire (vedere testo)



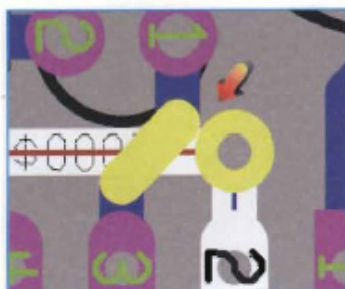


figura 19
Un problema di distanza tra le linee collegate ai pad 2 e 3 di U2

"Bottom Copper", quindi premete di nuovo il tasto sinistro del mouse per piazzare l'ultimo estremo della traccia, cliccando poi con il tasto destro per terminarla. In questo modo, utilizzando il layer "Top Copper" pur avendo un circuito a singola faccia, sarà garantita la connessione elettrica tra i pad.

Ricordate che le linee ed i via sono sempre oggetti e quindi possono essere modificati, cancellati o spostati con le opportune scorciatoie. I ponticelli possono essere creati anche posizionando manualmente via e linee con [PV] e [PL], usando i layer appena visti. Le linee, su entrambi i layer, possono avere qualsiasi forma e dimensione e passare più volte da un layer all'altro.

10. Controllare i collegamenti

Usando [NS] su pad non ancora collegati verranno evidenziati quelli cui dovranno essere connessi e le relative linee di ratnest. Invece, impiegando la scorciatoia su pad appartenenti a tracce parzialmente completate sarà evidenziata sia la parte di pista già realizzata che le linee di ratnest riferite alla parte da completare. In entrambi i casi, sulla barra di stato apparirà il messaggio "Signal <xxx> is not completely routed" per ricordarvi che non tutti i pad della traccia evidenziata sono stati collegati.

Al contrario, utilizzando la scorciatoia su una linea che colleghi completamente e correttamente diversi pad verrà inserito all'interno della stessa e sulla barra di stato il nome del segnale, ad esempio "S0004". Inoltre, la traccia verrà evidenziata insieme a tutte quelle collegate elettricamente, comprese quelle posizionate per ispessirla.

Collegando erroneamente dei pad appartenenti a linee di segnale diverse (es.: "S0004" e "GND") provocherete un cortocircuito ed

usando [NS] otterrete sulla barra di stato un messaggio del tipo "Signal <S0004> is crosslinked to signal <GND>". In tal caso, rimuovete con [DL] le tracce cortocircuitate, usando eventualmente [EP] sui relativi pad per sapere a quale segnale appartengono (campo "Signal Name").

Invece di verificare singolarmente ogni traccia del circuito con [NS], usate [N+] ("+" digitato sulla tastiera e non sul tastierino numerico) per controllare automaticamente ed in sequenza tutte le piste. Il controllo si interromperà solo se verranno rilevati errori.

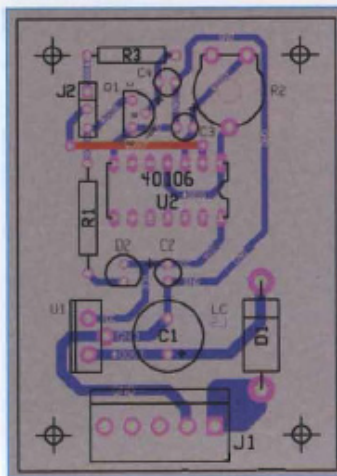
Usando [N+] su un circuito senza errori vedrete, a seconda della velocità del PC e della complessità del circuito stampato, solo una rapida evidenziazione delle piste con l'indicazione del loro nome sulla barra di stato, dove verrà visualizzato il nome dell'ultima traccia controllata. Il controllo sui collegamenti elettrici è affidabile poiché si basa sui dati contenuti nel file di netlist.

Circad segnalerà anche i problemi di distanza tra linee e pad, rispetto ai valori impostati con [SC], evidenziando sulla barra di stato un errore "<Spacing/clearance violation>" (figura 19) e portando il cursore dove è stato rilevato il problema. In tal caso, dovreste spostare la traccia o il componente evidenziato.

11. Gli ultimi ritocchi

Ora dovreste completare il circuito con alcuni elementi (figura 20), prima però sposterete e ruoterete le etichette dei componenti per renderle più leggibili. Quindi, scegliete il layer "Top Silk" come layer attuale ed usate [GT] per spostare le etichette, usando eventualmente le scorciatoie di rotazione. Per evitare confusione, durante lo spostamento delle etichette verrà evidenziato il componente cui appartengono. Per spostare il simbolo "+" dei condensa-

figura 20
Il circuito stampato completato (l'immagine è ruotata di 90°)



tori elettrolitici, formato da due linee, dovrete invece usare la scorciatoia [GL].

A questo punto usate [PL], selezionando il layer **"Bottom Copper"** ed uno spessore di **10 mils** per creare il bordo serigrafico del circuito. Usando il layer indicato, quando realizzerete il PCB otterrete sul lato rame anche il contorno del circuito. Le linee posizionate non dovranno intersecare altre tracce dello stesso tipo, altrimenti potrebbero provocare dei cortocircuiti.

Per ottenere il bordo del PCB anche sul layer relativo alla serigrafia tracciate nuovamente il bordo, selezionando però il layer **"Top Silk"** e sovrapponendo le linee a quelle già tracciate sul layer **"Bottom Copper"**. La sovrapposizione delle linee e di altri elementi è sempre possibile, eccetto per i pad ed i via di tipo passante, cioè che attraversano e collegano tutti i layer (pad di tipo **"T1"**, **"T2"** e **"T3"**).

Ora utilizzate [PT], impostando di nuovo il layer **"Bottom Copper"** ed un'altezza di **48 mils**, per piazzare la scritta **"LS"** (**"Lato Saldature"**) tra **C1** e **D1**. La scritta **"LS"** apparirà a rovescio poiché usando [PT] è stata lasciata l'impostazione **"Mirror Image = Normal for layer"** ed il layer **"Bottom Copper"** è riferito al lato inferiore del PCB (rame lato saldature), quindi viene trattato "a specchio" dal programma. Appartengono al lato inferiore del PCB tutti i layer con l'impostazione **"Bottom = Bottom side"**, modificabile dall'elenco dei layer accessibile usando [SL].

Utilizzate di nuovo la scorciatoia [PT], impostando il layer **"Top Silk"**, per posizionare l'etichetta **"LC"** (**"Lato Componenti"**) sempre tra **C1** e **D1**. Le etichette **"LS"** e **"LC"** permettono di capire a quale lato del PCB si riferiscono gli elementi di un layer. Ciò sarà utile durante la fotoincisione del PCB, dove uno degli errori tipici è quello di posizionare in modo sbagliato la

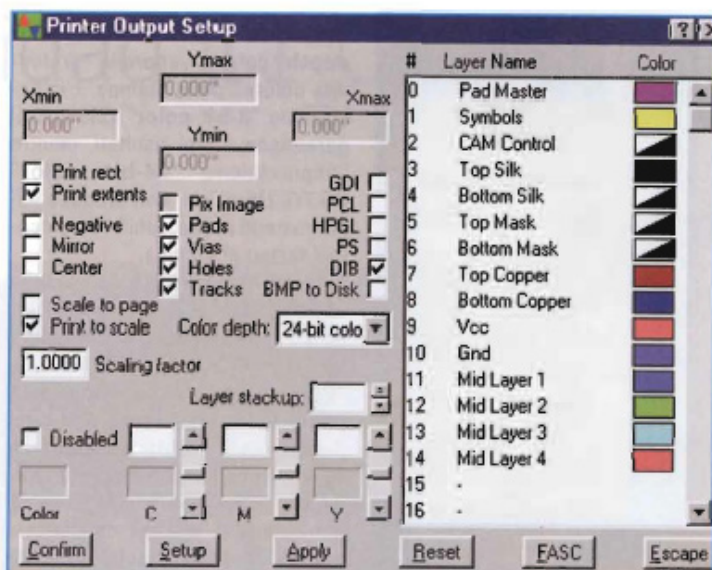


figura 21
La maschera di configurazione per la stampa

pellicola. Infatti, dopo aver realizzato il PCB ed osservandolo dal lato saldature, la scritta **"LS"** apparirà correttamente.

Completate il PCB posizionando due indicatori per i fori di fissaggio, usando la scorciatoia [PA] che permette di inserire archi e cerchi. Specificate uno spessore di **10 mils**, un raggio (**"Radius"**) di **50 mils** ed anche in questo caso scegliete il layer **"Bottom Copper"**. Posizionatevi a circa **200 mils** dai bordi del circuito e premete il tasto sinistro del mouse per ognuno dei cerchi da piazzare, premendo poi il destro per terminare il posizionamento.

Quindi, usate [PL], selezionando di nuovo il layer **"Bottom Copper"** ed uno spessore di **10 mils**, per tracciare i segmenti a croce all'interno dei riferimenti di foratura. Come per il bordo del circuito, ripetete le ultime operazioni sul layer **"Top Silk"** per ottenere i cerchi e le linee anche sul layer serigrafico del PCB.

12. Stampare il PCB

Le istruzioni seguenti sono valide per qualsiasi tipo di file Circad. Usate la scorciatoia [FP] per acce-

dere alla maschera di stampa (figura 21) dove, premendo il pulsante **"FASC"** (**"Fetch Actual Screen Colors"**), verrà utilizzato per la stampa il colore dei layer sullo schermo. Per modificare il colore di stampa di un layer selezionatelo ed agite sui cursori **"C"**, **"M"** e **"Y"**, riferiti alle componenti **"Cyan"**, **"Magenta"** e **"Yellow"**, diverse dalle componenti **"RGB"** e più adatte alle esigenze di stampa. Verranno stampati solo i layer attivi, cioè quelli che nell'elenco avranno il rettangolo accanto completamente colorato. Per modificare lo stato dei layer basterà cliccare due volte sul relativo rettangolo o agire sulla casella **"Disabled"**. Per stampare il **"lato rame"** del PCB attivate solo i layer **"Pad Master"** e **"Bottom Copper"**. Invece, per stampare il **"lato serigrafico"** attivate solo i layer **"Pad Master"**, **"Top Silk"**, **"Top Copper"** (per i ponticelli) ed eventualmente **"Symbols"**. Comunque, provate varie combinazioni per trovare quella che fa al caso vostro.

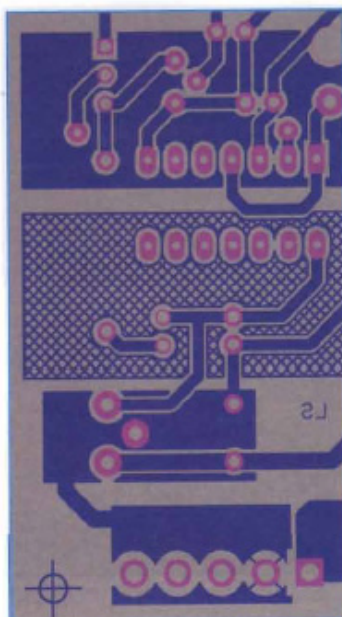


figura 22
Alcuni tipi di riempimenti realizzabili. Notate, in basso, il pad "termico"

È possibile escludere alcuni particolari elementi dalla stampa, come pad, via, aree di foratura dei pad e tracce, deselezionando le caselle "Pads", "Vias", "Holes" e "Tracks". Inoltre, è possibile stampare il PCB in scala modificando il campo "Scaling Factor". Ad esempio, indicando 2.0000 si otterrà una stampa in scala 2:1, mentre con 0.5000 si avrà una stampa ridotta in scala 1:2. Invece, selezionando "Scale to page", la scala verrà impostata a seconda del formato della pagina.

Le opzioni di stampa consentono anche di stampare in negativo (attenzione all'inchiostro!), specularmente o nel centro della pagina, attivando le opzioni "Negative", "Mirror" e "Center". Inoltre, è possibile stampare solo un'area del PCB. Per farlo, prima di usare [FP], definite un blocco con la scorciatoia [BG] e selezionate l'area da stampare. In questo caso il punto di riferimento è indifferente.

Agendo sul menu a tendina "Color depth" potrete variare la "profondità colore" della stampa. L'impostazione "8-bit color" (256 colori) garantisce ottimi risultati, mentre l'impostazione "24-bit color" (16.777.216 colori) non produce miglioramenti apprezzabili ed aumenta il tempo di stampa.

Lasciate selezionata la casella "DIB" ("Device Independent Bitmap"), scegliendo uno degli altri formati ("GDI", "PCL", "HPGL", "PS") solo se la vostra stampante non supporta il formato predefinito. Selezionando "BMP to Disk" la stampa verrà fatta su disco nel formato grafico "BMP". Indicate la risoluzione di stampa del file nel campo "Dots per inch" (es.: 300 o 600) che sostituirà il campo "Scaling factor". Le dimensioni del file saranno proporzionate ai parametri impostati: un file PCB stampato a 600 punti per pollice con una profondità colore di 24 bit occuperà circa 80 Mbyte.

Se nel circuito si dovessero sovrapporre due piste tracciate sui layer "Bottom Copper" e "Top Copper", come nel caso del ponticello tra J2 e U2, nella stampa vedrete una delle piste nascondere l'altra a seconda dell'impostazione del campo "Layer stackup" che indica il layer che sarà stampato per primo, cioè sotto tutti gli altri. Selezionando il layer "Bottom Copper" (nr. 8) dall'elenco nella maschera di stampa verrà aggiornato il campo "Layer stackup", il cui valore predefinito è zero. Quindi, i layer saranno stampati nella sequenza: 8, 9, ..., 255, 0, 1, ..., 7. Il layer nr. 7 sarà quindi stampato per ultimo, cioè sopra il layer nr. 8, nascondendolo. Invece, selezionando il layer nr. 7, la sequenza di stampa (7, 8, ..., 255, 0, 1, ..., 6) lo porterà in secondo piano rispetto al layer nr. 8 che, però, sarà nascosto dagli altri layer. I tal caso sarà il layer nr. 6 ad essere stampato sopra tutti gli altri.

Ora premete "Setup". Ignorate le informazioni della maschera che apparirà e premete "Change" per accedere alle opzioni di stampa, che modificherete opportunamente. A questo punto vi sarà chiesto se volete salvare le impostazioni per tutte le successive stampe con Circad, comprese le stampe di altri tipi di file, senza però modificare le impostazioni degli altri programmi Windows. Rispondete "No", solo se le modifiche che avete effettuato sono temporanee. A questo punto, premete "Confirm" per avviare la stampa.

13. La lista dei componenti!
Per ottenere l'elenco dei componenti che serviranno per realizzare il PCB utilizzate la scorciatoia [FB]. Prima di confermare le impostazioni predefinite attivate l'opzione "Convert from PCB (...) to ANSI". Ora, aprite il file "Esempio.BOM" usando lo stesso metodo impiegato per i file di netlist e di LOG.

Nel file troverete l'elenco dei componenti del circuito e la loro posizione sul PCB. Non vi resta che procedere con la fotoincisione, forare, saldare e dare tensione al circuito. Anche questa puntata è terminata! Nella prossima vedremo, ad esempio, come realizzare i piani di massa (figura 22) o come creare nuovi componenti per schema elettrico. Inoltre, vedremo come realizzare un semplice PCB o una scheda sperimentale senza passare per lo schema elettrico.

michele.guerra@elflash.it

Il software Circad è disponibile nelle versioni in lingua inglese ed italiana presso il sito www.circad.net oppure 0376.449868.

Alla scoperta di CIRCAD

Terza parte

Michele Guerra

Parleremo dei piani di segnale, disegneremo un circuito stampato senza passare per lo schema elettrico e creeremo una comoda scheda sperimentale. Infine vedremo come si realizza un nuovo componente per schema elettrico

info@circad-net



1. I piani

Come già accennato nella puntata precedente, ora vedremo come creare i piani riferiti ad un qualsiasi segnale del circuito stampato (PCB). Quindi, riaprite il file del circuito stampato "Esempio.PCB" usando l'opzione "Open" o "Re-Open" del menu "File". Usando l'opzione "Open" e lasciando spuntata la casella "Open Entire Project", presente nella maschera visualizzata, verrà aperto in secondo piano anche il file dello schema elettrico "Esempio.SCH". Qualora la casella non fosse visibile, premete "Preview" nella stessa maschera. Dopo l'apertura del file, usate eventualmente [FN] per muovervi tra i file aperti. Passate alla modalità progettazione premendo "Spazio" ed usate [BG] per definire un blocco che abbia i vertici circa nelle posizioni di figura 1. La definizione dell'area non è critica e Circad creerà il piano solo all'interno dell'area evidenziata, che potrà avere qualsiasi forma.

Per definire un'area racchiusa da un poligono dovreste utilizzare [BI] al posto di [BG]. In entrambi i casi anche la posizione del punto di riferimento non è problematica, quindi scegliete un punto qualsiasi interno all'area selezionata. A questo punto, usate la scorciatoia [BF] per accedere alla maschera di configurazione per la creazione del piano, impostando i vari parametri come in figura 2.

Il campo "Target Layer" indica il layer su cui verrà creato il piano. È possibile utilizzare qualsiasi layer come "Target Layer", ma è consigliabile sceglierne uno relativo alle connessioni elettriche per consentire il successivo controllo sulle connessioni. Di norma, evitate di selezionare un piano tra quelli evidenziati nel campo "Source Layers", per non mescolare gli elementi del piano con quelli tracciati precedentemente. Quindi, scegliete il layer "Mid Layer 2", invece del layer "Bottom Copper" su cui sono state

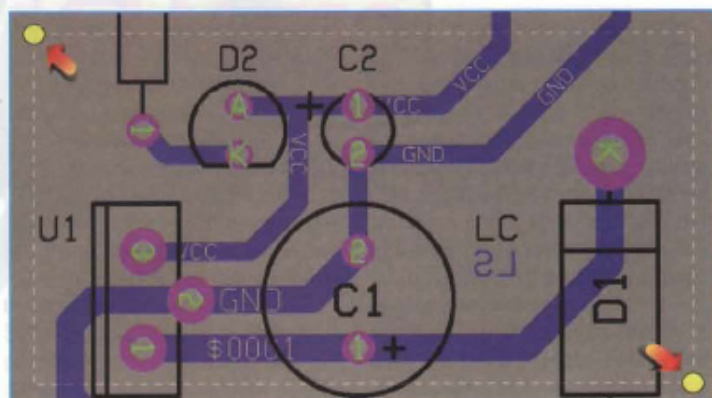


figura 1 I punti in giallo delimitano l'area indicativa dove creare il piano

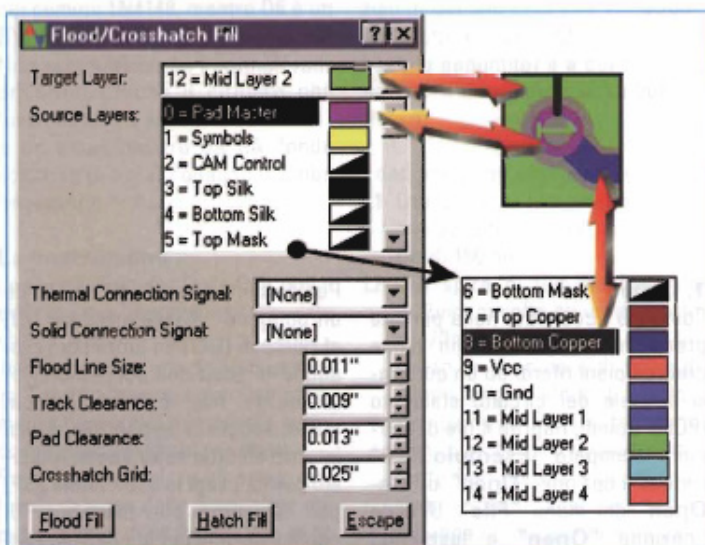


figura 2 La selezione dei layer prima di realizzare il piano

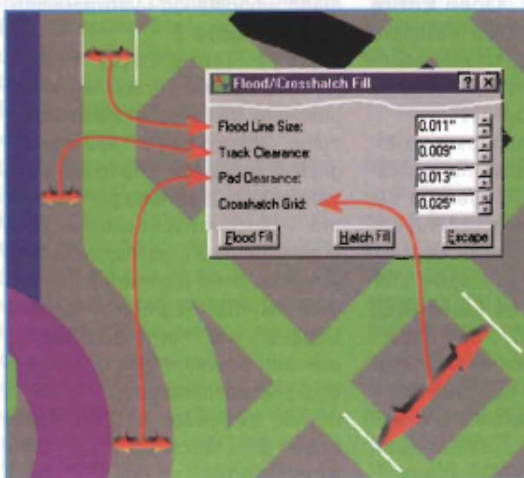


figura 3 Le impostazioni per realizzare un piano

tracciate le piste, così sarà possibile collegare elettricamente il piano al circuito, mantenendolo però separato dal resto del PCB. Inoltre, usando un layer separato, potrete stampare il PCB con o senza i vari piani creati, attivando o meno i relativi layer.

Variando l'impostazione del campo **"Target Layer"** potrete ottenere più piani indipendenti, magari in aree diverse o con diverse impostazioni, eventualmente su nuovi layer relativi al rame del PCB creati appositamente. Dopo aver realizzato i vari piani, utilizzate la scorciatoia **[N+]** per verificare lo stato dei segnali e delle distanze minime tra gli elementi, modificabili con **[SC]**.

Il campo **"Source Layers"** indica i layer da aggirare durante la creazione del piano. Nel nostro esempio, evidenziando (cliccandoci sopra) solo i layer **"Pad Master"** e **"Bottom Copper"**, si otterrà un piano che eviterà tutti gli elementi presenti nei layer indicati, ad eccezione delle etichette di testo, per le quali dovrete utilizzare un sistema che vedremo tra poco. La selezione del layer **"Pad Master"** è indispensabile per evitare che i pad del PCB vengano "riempiti" dal piano. Se dimenticherete di selezionare tale layer otterrete una finestra di errore in cui dovrete premere il pulsante **"Termina"** per abbandonare la creazione del piano.

Dopo aver impostato i campi di cui sopra, modificate eventualmente quelli relativi alle varie dimensioni (figura 3), notando che il valore del campo **"Flood Line Size"** stabilisce lo spessore delle tracce e degli archi utilizzati per creare il piano nelle due modalità disponibili. Ora, premete il pulsante **"Flood Fill"** per ottenere il piano in modo "pieno" oppure **"Hatch Fill"** per ottenerlo mediante linee disposte a griglia (figura 4).

Dopo aver creato il piano in modo

"Hatch Fill" la griglia in uso verrà impostata secondo il valore del campo "Crosshatch Grid". Quindi, se modificherete il campo, dovreste poi utilizzare [SG] per ripristinare il valore precedente della griglia. Per eliminare il piano, utilizzate la scorciatoia [UU], usando di nuovo [BF] per ricrearlo con una diversa impostazione. Una volta ottenuto il piano come desiderato, utilizzate [BE] per deselegnare l'area evidenziata.

Il campo "Solid Connection Signal" stabilisce che i pad appartenenti al segnale impostato verranno collegati direttamente al piano. In tal caso, le linee del piano conterranno al proprio interno il nome del segnale poiché risulteranno connesse elettricamente ad esso, come gli archi attorno ai pad (figura 5). Invece, selezionando un segnale dal campo "Thermal Connection Signal", tutti i pad che appartengono al segnale stesso verranno collegati al piano tramite pad termici (figura 6). Occorre, però, procedere in due modi diversi a seconda del "Target Layer" su cui si vogliono realizzare le connessioni termiche.

Per esempio, cercando di collegare con pad termici quelli appartenenti al segnale "GND" e lasciando selezionato il "Mid Layer 2" come "Target Layer", otterrete una serie di richieste di conferma (figura 7) che vi informeranno che non è possibile collegare con un pad termico una certa piazzola. Questo accade perché sul pad termina (o passa) una traccia relativa al rame del PCB, anche se la stessa non è collegata ad altri pad. Nel nostro caso, i pad sono già collegati tra loro con le linee precedentemente posizionate sul layer "Bottom Copper".

Rispondendo "OK" a tutte gli avvisi, otterrete solo un piano completamente isolato da tutti i segnali (usate [ZR] per aggiornare lo schermo e visualizzare il piano).

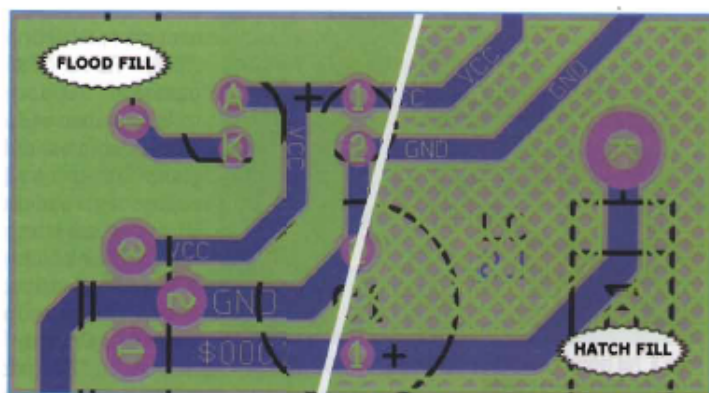


figura 4 I due modi in cui è possibile realizzare un piano

figura 5
Il campo indicato determina quale segnale sarà collegato elettricamente al piano

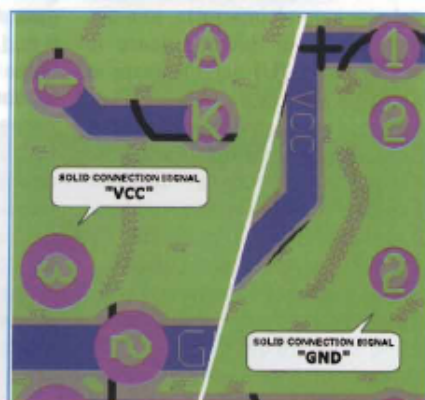


figura 6
Alcuni pad "termici" (in giallo). La linea rossa indica la traccia che li collegava precedentemente

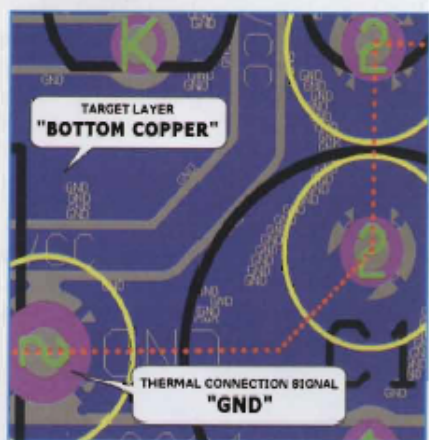


figura 7
Non sempre è immediato realizzare pad termici su un piano indipendente. Per ora è meglio annullare

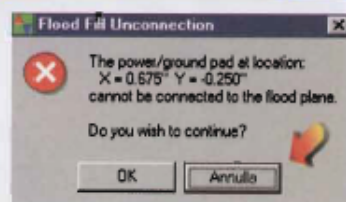




figura 8 Pad termici su un piano indipendente, isolati dal segnale. Servirà un collegamento manuale

Premendo **"Annulla"** la creazione del piano verrà interrotta, non annullata, quindi dovete usare la scorciatoia **[UU]** per eliminare la parte già realizzata.

Invece, cancellando, solo nell'area dove sarà realizzato il piano, le linee posizionate sul layer **"Bottom Copper"** che collegano i pad appartenenti al segnale **"GND"** (figura 8), potrete lasciare impostato come layer destinazione il **"Mid Layer 2"**, conservandolo come piano separato dalle altre connessioni elettriche ed ottenendo su di esso i relativi pad termici.

Notate che il piano realizzato solo in una certa area del PCB, come nel nostro esempio, non è connesso elettricamente al segnale impostato (**"GND"**). Infatti, i pad sono collegati tra loro, ma il piano è isolato dal resto del PCB. Quindi, dovete collegare il piano ed il segna-

le con un pad di tipo **"T1"**, **"T2"** o **"T3"** passante oppure tracciare una linea relativa al rame, dal piano ad un pad collegato al segnale o viceversa, assicurandone così il collegamento elettrico. Invece, impostando **"Bottom Copper"** come **"Target Layer"** non dovete

preoccuparvi di eliminare i collegamenti creati per connettere i vari pad, ma non potrete ottenere un piano indipendente che contenga le connessioni termiche, con le conseguenze che ne deriverebbero qualora volesse cancellarlo e non fosse più disponibile la scorciatoia **[UU]**.

Se realizzando un circuito pensate di ricorrere sicuramente ad un piano per collegare determinati pad vi suggerisco di unirli comunque prima con linee appartenenti al layer rame del circuito, in modo da assicurarvi che le linee del piano possano essere tracciate dal programma correttamente e con uno spessore adeguato, cancellandole solo dopo aver realizzato il piano desiderato.

Ricordate che ad un piano non possono essere connessi più segnali, poiché così si creerebbe un

cortocircuito tra le piste. Quindi, impostate uno solo dei campi **"Solid (...)"** e **"Thermal (...)"**, lasciando su **"[None]"** o in bianco quello non utilizzato. Notate che lasciando in bianco entrambi i campi il piano verrà realizzato, ma resterà isolato da tutti i segnali del PCB.

Quando il blocco

viene deselezionato e non è più attiva la scorciatoia **[UU]**, magari perché il file viene riaperto dopo diversi giorni, è possibile modificare o cancellare il piano in vari modi. Ad esempio, poiché ogni piano è costituito da linee ed archi, è possibile modificare o cancellare pazientemente tali elementi, usando le opportune scorciatoie.

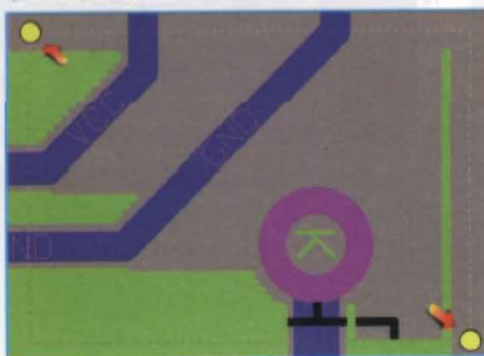
Non utilizzate la scorciatoia **[DI]** perché cancellerà immediatamente tutti gli elementi del PCB, escluse le etichette di testo, posizionati in qualsiasi layer e non collegati elettricamente ad altri pad. Nel nostro circuito, ad esempio, verrebbero cancellati il bordo ed i riferimenti di foratura piazzati sul layer **"Bottom Copper"**, oltre ad eventuali piani isolati elettricamente dai segnali del circuito. La scorciatoia, inoltre, non permette di agire su una specifica area del PCB, magari selezionandola prima con **[BG]** o **[BI]**.

Quindi, per eliminare in tutto o in parte un piano, è preferibile usare prima la scorciatoia **[BG]** o **[BI]** per delimitare l'area interessata, utilizzando **[BL]** per scegliere il layer dove è stato realizzato il piano e cancellando gli elementi selezionati con **[BD]**. Nel nostro esempio, dopo aver scelto con **[BG]** una porzione del piano (figura 9), premete **"All/None"** per deselezionare tutti i layer, quindi cliccate sul layer **"Mid Layer 2"** e confermate.

A questo punto, utilizzate **[BD]** per cancellare gli elementi del piano compresi all'interno del blocco. Solo gli elementi che iniziano e terminano nell'area scelta verranno rimossi, mentre gli altri dovranno essere eliminati manualmente. Per questo, è sempre meglio cancellare completamente un piano, ricreandolo in un secondo tempo.

Come visibile in figura 4, il piano realizzato nasconde l'etichetta **"LS"** posta sul lato saldature. Per renderla visibile, prima di creare il piano, selezionate **"Symbols"** come layer attuale ed utilizzate la

figura 9 La rimozione parziale di un piano (area delimitata dai punti gialli) non produce buoni risultati.



scorciatoia [PF] per delimitare un'area che includa l'etichetta "LS". Premete il tasto sinistro del mouse per ogni nuovo vertice del poligono, che potrà avere qualsiasi forma, usando il tasto destro per terminarne la creazione. L'etichetta verrà nascosta dal riempimento dell'area piazzata che potrete eventualmente cancellare con la scorciatoia [DF].

Dopo aver selezionato l'area dove creare il piano utilizzate [BF], evidenziando anche il layer "Symbols" tra i "Source Layers", per escludere l'etichetta dal riempimento del piano (figura 10). L'accorgimento è valido per qualsiasi altro elemento del circuito.

2. Un PCB senza schema elettrico

Se dovete realizzare un circuito stampato molto semplice, potrete crearlo direttamente senza disegnarne prima lo schema elettrico, partendo da un modello (template) per file PCB ed inserendo manualmente i componenti contenuti nelle librerie per circuito stampato.

Con questo sistema non sarà possibile ottenere le linee di ratnest per visualizzare le connessioni tra i componenti, poiché non esiste alcun file di netlist in cui siano state memorizzate. Tutto sarà affidato all'abilità del progettista nel non commettere errori durante il posizionamento dei componenti e delle connessioni. Per questo, la creazione diretta di un PCB dovrebbe essere limitata a circuiti molto semplici.

Ad esempio, per realizzare il circuito di figura 11, aprite Circad e create un nuovo file per circuito stampato, usando [FW] ed impostando "PCB Files = Size A". Selezionate la cartella "\Circad\Flash" e chiamate il file con un nome a piacere, ad esempio "Rapido.PCB", quindi confermate. Ora, con [PC] posizionate i vari componenti, utilizzando i riferimen-

ti indicati nella tabella 1 ed usando lo stesso metodo impiegato per piazzare i componenti nel file "Esempio.SCH", lasciando in bianco il campo "SCH Pattern". Scegliendo la libreria "PCB.LIB", sotto l'elenco dei componenti apparirà il pulsante "Graphics". Premendolo, il contenuto della libreria verrà visualizzato in formato grafico e potrete selezionare il componente direttamente dalla finestra, cliccando sulla sua serigrafia. Premendo il pulsante sinistro o destro del mouse all'interno della stessa finestra, inoltre, potrete zoomare "in avanti" o "all'indietro", così sarà più facile selezionare il componente cercato. Dopo aver scelto



figura 10
Un'area "Symbols" evita che l'etichetta "LS" sia nascosta dal piano

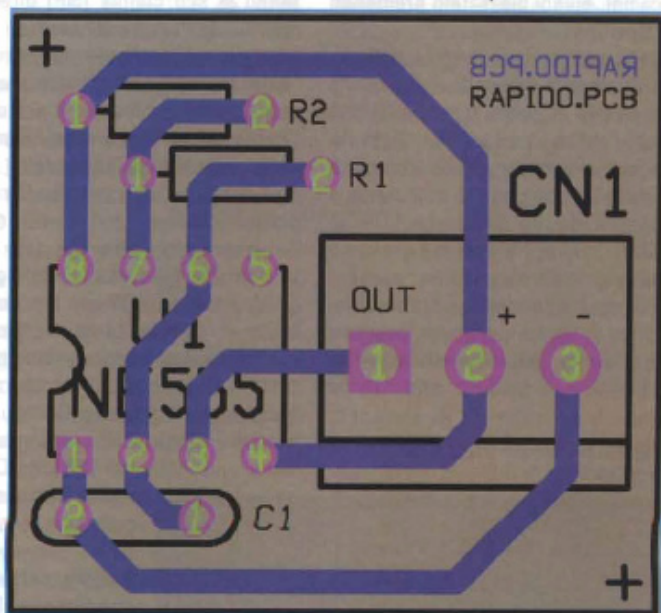


figura 11
Un semplice PCB realizzato senza disegnarne prima lo schema elettrico

Tabella 1
Elenco componenti del circuito stampato "Rapido.PCB"

Ref ID	Libreria	Pattern	Type / Value	Modifier
C1	THD	CD200P60	100nF	-
CN1	THD	MP3	-	-
R1	PCB	R300s	100Kohms	1/8W
R2	PCB	R300s	100Kohms	1/8W
U1	THD o PCB	DIP8	NE555	-

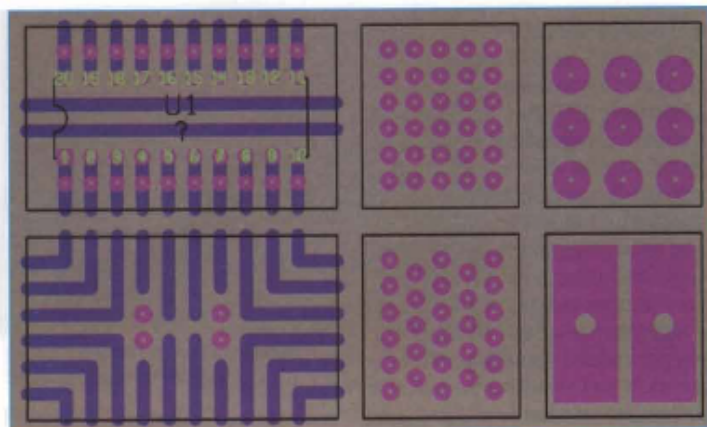


figura 12 Le sezioni base di una scheda sperimentale modulare

il componente completate i vari campi, quindi piazzatelo premendo "Confirm".

La visualizzazione grafica delle librerie non è disponibile per quelle create in modalità testuale (si può fare anche questo con Circad!), come alcune di quelle standard. Per le librerie definite dall'utente a partire da un template PCB (o SCH), invece, l'anteprima grafica è normalmente disponibile.

Per aggiungere altre librerie all'elenco di quelle disponibili, premete il pulsante "Modify Library File List" per accedere alla stessa

schermata che apparirebbe utilizzando la scorciatoia [SF] direttamente dall'area di lavoro. Ad esempio, aggiungete la libreria "MiaLib_PCB.LIB" creata precedentemente, premendo il pulsante "Browse" in basso e selezionandola, oppure aggiungendola manualmente all'elenco delle librerie predefinite.

A questo punto, come già visto nella puntata precedente, collegate gli elementi del PCB con tracce relative al rame del circuito stampato. Potrete poi inserire etichette di testo, riferimenti di foratura e quant'altro necessario. Quindi, salvate il file con [FS] e stampatelo con [FP]. Il PCB è pronto per essere realizzato.

3. Una scheda sperimentale componibile

Spesso si realizzano PCB di prototipi abbastanza complessi che devono subire ancora molte modifiche, per i quali non c'è motivo di realizzare un circuito stampato definitivo, ma che

allo stesso tempo non potrebbero essere testati efficacemente se restassero sulle classiche piastre "bread board".

In questi casi si può ricorrere alle schede sperimentali in commercio che, però, devono comunque essere riadattate con tagli o ricostruzioni delle piste e che, a seconda delle caratteristiche, possono avere un costo rilevante. Per realizzare un PCB che sia una via di mezzo tra una scheda sperimentale ed un prototipo possiamo creare un PCB facilmente adattabile alle nostre esigenze.

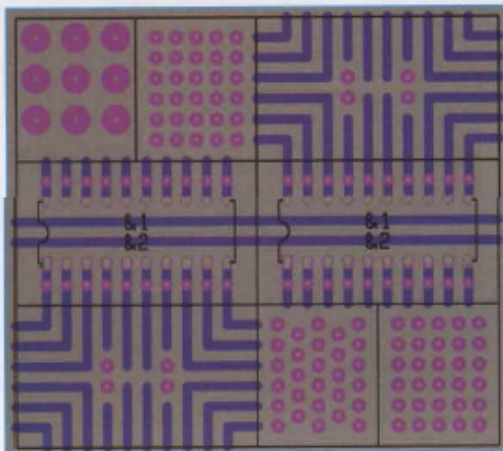
Create un nuovo file per circuito stampato, usando [FW] ed impostando "PCB Files = Size A". Selezionate la cartella "CircadFlash" e date al file un nome a piacere, per esempio "Sperimentale.PCB", quindi confermate.

L'idea è quella di realizzare un PCB componibile, ricreando diverse sezioni di altrettante schede sperimentali in commercio, in modo da poterle combinare a seconda delle esigenze. Quindi, posizionate i vari elementi circa come visibile in figura 12, utilizzando le opportune scorciatoie per piazzare i pad, lo zoccolo (componente "DIP20" incluso nella libreria "PCB.LIB"), le linee relative al rame e quelle riferite al bordo serigrafico delle singole sezioni.

Nel circuito stampato in figura sono state utilizzate linee riferite al rame ed altre relative alla serigrafia, spesse rispettivamente 50 e 10 mils, posizionate sui layer "Bottom Copper" e "Top Silk". I pad circolari hanno un diametro di 70 o 150 mils ed i pad rettangolari giganti misurano 250x600 mils. Le sezioni piccole hanno una dimensione di 600x700 mils, mentre le due grandi di 1200x700 mils. Potrete comunque scegliere liberamente le dimensioni e gli elementi delle singole sezioni.

Dopo aver posizionato i vari elementi usate la scorciatoia [BG]

figura 13 Un esempio di scheda sperimentale modulare



per selezionare un'area che includa tutti quelli della prima sezione, scegliendo come punto di riferimento il centro dell'area evidenziata. Ora, usate [BB] per creare un nuovo componente a partire dagli elementi selezionati. Apparirà una maschera che vi informerà che procedendo oltre il componente "DIP20" verrà "dissolto" per essere inglobato nel nuovo componente in fase di creazione.

Premete "OK", quindi compilate la maschera che apparirà indicando "Pattern = B1" e lasciando in bianco tutti gli altri campi. Ripetete le operazioni per tutte le altre sezioni del circuito, indicando come pattern i valori da "B2" a "B6". A questo punto i blocchi sono stati trasformati in componenti PCB e possono essere utilizzati per creare un circuito stampato componibile. Ad esempio, per posizionare altre sezioni come quelle del componente "B1" usate la scorciatoia [PC] e selezionate come libreria sorgente "<current file>". Scegliete "B1" dall'elenco che apparirà e premete "Confirm". Così facendo potrete posizionare diverse copie dei componenti base, utilizzando come libreria sorgente proprio il file in uso. Il risultato finale potrebbe essere, ad esempio, quello di figura 13.

Questo sistema, rispetto alla selezione e copia delle singole sezioni, con la scorciatoia [BG] e successivamente [BC], permette di agire sulle singole parti del PCB, anche quando sono disposte in modo da avere i bordi sovrapposti, utilizzando le scorciatoie per la gestione dei componenti (es.: [GC] e [DC]). Infatti, in tale situazione, la copia o lo spostamento di un'area del PCB con le opzioni del menu "Block", potrebbe produrre risultati non corretti.

4. Un nuovo componente "SCH"

Nella puntata precedente abbiamo

creato un nuovo componente per circuito stampato (componente PCB), salvandolo nella libreria "MiaLib_PCB.LIB". Allo stesso modo è possibile realizzare componenti per schema elettrico (componenti SCH). Per esempio, ora realizzeremo il componente SCH di un classico NE555. Innanzitutto, create la libreria dove dovrà essere memorizzato il componente, usando la scorciatoia [FW], scegliendo il modello "Schematic Files = Size A" e selezionando la cartella "CircadLibrary". Inserite "MiaLib_SCH.LIB" come nome della libreria e confermate. Usate le scorciatoie [SS] e successivamente [SG] per aggiungere e selezionare una griglia da 25 mils, quindi, modificate eventualmente le etichette di testo del riquadro informazioni.

Ora posizionate il cursore circa al centro dell'area di lavoro e con [PL] tracciate il contorno del componente disegnando un quadrato di 800 mils di lato, usando una linea spessa 10 mils posizionata sul layer "Symbols" (figura 14). Con le stesse impostazioni usate per il perimetro, tracciate dei segmenti lunghi 50 mils verticali o orizzontali, partendo dal bordo verso l'esterno, posizionandoli dove il componente verrà collegato agli altri elementi del circuito. Piazzatene uno verso l'alto ed uno verso il basso per i punti di alimentazione, tracciando i sei segmenti rimanenti sui due lati verticali del componente.

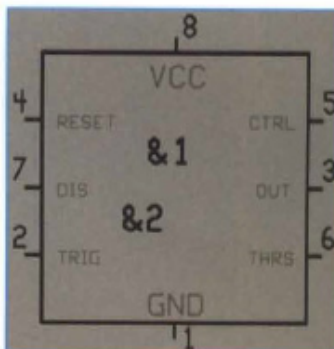


figura 14
Il componente SCH di un NE555

Il disegno della serigrafia non è importante come per i componenti PCB, infatti i componenti SCH possono avere qualsiasi forma e dimensione. Per questo, considerate indicative le impostazioni che troverete, rispettando comunque quelle riguardanti i layer da utilizzare.

Utilizzate la scorciatoia [PT] per piazzare l'etichetta "GND" all'interno del componente, vicino al punto di connessione elettrica (pin) associato. L'etichetta deve essere posizionata sul layer "Pin names" con una dimensione di 60 mils. Ripetete la stessa operazione per l'etichetta "VCC" e per le altre etichette dei pin, per le quali vi consiglio di impostare una dimensione di 36 mils. La dicitura delle etichette di testo può essere scelta liberamente, in minuscolo o in maiuscolo. Nell'esempio, le etichette sono in maiuscolo.

figura 15
Il punto (croce) dove piazzare il pin. Il campo "Pin Name" ne contiene il numero

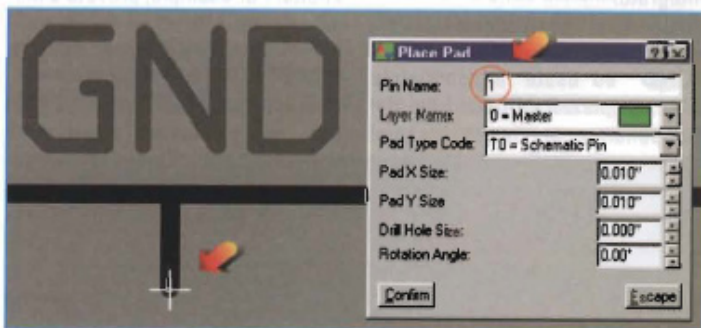




figura 16 Migliorare la serigrafia con linee (in alto) e cerchi di negazione (in basso)

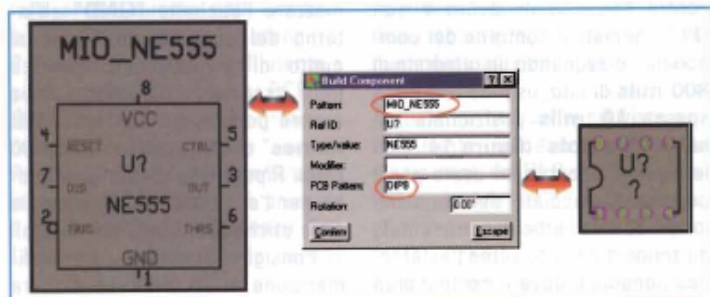


figura 17 Il campo "PCB Pattern" stabilisce il componente PCB associato predefinito

chette richiamano in modo abbreviato le funzioni dei pin del circuito integrato.

Posizionatevi esattamente sul vertice libero del segmento riferito a "GND" ed usate la scorciatoia [PP] per piazzare il primo pin del componente. Impostate i campi come visibile in figura 15 e confermate. Ripetete la stessa operazione per tutti gli altri pin, sostituendo il valore "1" con il numero del relativo pin, ad esempio "3" per il pin "OUT" e "8" per il pin "VCC".

Il campo "Signal Name" deve essere lasciato in bianco. Infatti, impostandolo con il nome del relativo pin, ad esempio "VCC" per il pin 8, quando posizionerete il componente in uno schema elettrico e creerete il file di netlist, il valore del campo verrà automaticamente modificato a seconda della linea di segnale collegata. Quindi, potrebbe essere modificato, per esempio, in "S0010" oppure "+VCC".

Ora, usate la scorciatoia [PT], scegliete il layer "Pin numbers" ed impostate una dimensione di 60 mils per inserire l'etichetta "1", posizionandola distante al massimo 50 mils dal relativo pin. Scegliendo il layer indicato e piazzando l'etichetta vicina al pin, modificando il campo "Pin Name" del pin stesso con [EP], anche l'etichetta cambierà automaticamente

il proprio valore. Allo stesso modo, modificando il valore dell'etichetta di testo con [ET], verrà modificato anche il valore del campo "Pin Name" del pin più vicino all'etichetta. Per esempio, provate a modificare da 1 a 99 e viceversa, il numero del pin associato a "GND".

A questo punto, utilizzando [EP] su tutti i pin, verificate l'impostazione del campo "Pin Name". Ad esempio, controllate che il pin numero 3 sia posizionato in corrispondenza del terminale "OUT". Utilizzate di nuovo [PT], impostando il layer "Symbols" ed una dimensione del testo di 72 mils, per piazzare le

etichette speciali "&1" e "&2", già viste nella puntata precedente, all'interno (o all'esterno) del componente. Quindi, inserite l'etichetta "MIO_NE555" sopra gli elementi posizionati, selezionando lo stesso layer ed impostando una dimensione di 96 mils.

Con le operazioni appena viste abbiamo realizzato la serigrafia basilare di un componente SCH, anche se le uniche parti veramente indispensabili sono i pin per il collegamento elettrico. Gli altri elementi possono essere considerati complementari e quindi totalmente personalizzabili, magari per rappresentare meglio la funzione di determinati pin o il funzionamento interno del componente.

Ad esempio, per indicare che un pin è attivo a livello logico zero, come i segnali "RESET" e "TRIG" (trigger) dell'NE555, inserite una linea sopra il nome del segnale o un cerchio di negazione prima del perimetro serigrafico (figura 16). Per realizzare la linea usate la scorciatoia [PL], selezionate il layer "Pin names" ed impostate uno spessore proporzionato al tratto dell'etichetta, ad esempio 5 mils. È stato scelto il layer indicato per fare in modo che modificandone il colore o lo stato (acceso o spento), anche le linee di negazione vengano modificate di conseguenza.

Cancellate la linea uscente riferita al pin "TRIG" con [DL] ed usate [PA] per piazzare il cerchio sul layer "Symbols", specificando un raggio di 25 mils. Ora, usate [BG] per selezionare tutti gli elementi posizionati, esclusa l'etichetta del nome del componente, scegliendo come punto di riferimento il centro del componente stesso. Infine, utilizzate la scorciatoia [BB] per creare il componente, impostando i vari campi come in figura 17. L'impostazione "PCB Pattern = DIP8" indica il componente PCB predefinito associato al nostro "MIO_NE555" ovvero uno zocco-

lo ad 8 pin, contenuto nelle librerie componenti per circuito stampato "THD.LIB" e "PCB.LIB".

Dopo aver salvato il file, potrete inserire il componente in qualsiasi schema elettrico. Prima di posizionarlo, però, dovrete modificare l'elenco delle librerie del file in cui dovrà essere piazzato, usando la scorciatoia [SF] oppure, come già visto, premendo il pulsante "Modify Library File List" nella schermata di posizionamento dei componenti.

Spesso, i componenti da realizzare non sono costituiti da un unico modulo funzionale, ma sono divisi in sezioni. In questo caso, il disegno del componente ricalca le fasi appena viste, ma i singoli passi devono essere eseguiti, fino alla creazione con [BB], per ogni singola sezione. Ad esempio, per realizzare un classico 7400, costituito da quattro porte logiche Nand dovete creare, sempre all'interno della libreria "MiaLib_SCH.LIB", le quattro sezioni che lo compongono. Quindi, posizionatevi abbastanza distanti dal componente "MIO_NE555" appena creato e utilizzate [PL] per realizzare la serigrafia della prima porta logica del componente, indicando uno spessore di 10 mils ed impostando il layer "Symbols" per il posizionamento. Scegliete le dimensioni che ritenete opportune, basandovi eventualmente su quelle indicate in figura 18.

Per tracciare il semicerchio della porta logica utilizzate la scorciatoia [PA], scegliete ancora il layer "Symbols", quindi impostate uno spessore di 10 mils ed indicate "Start Angle = 270°" e "Sweep Angle = 180°". Scegliete il raggio in funzione della dimensione della porta logica. Usate di nuovo la scorciatoia per creare il cerchio di negazione, come già fatto precedentemente, quindi tracciate i due segmenti riferiti ai pin d'ingresso. Ora, usate le scorciatoie [PP] e [PT], come già spiegato per il

componente "MIO_NE555", per piazzare i tre pin riferiti alle connessioni elettriche e le loro etichette numeriche (dimensione 60 mils), facendo attenzione alla esattezza dei numeri dei pin inseriti per i terminali. Quindi, inserite le etichette speciali "&1" e "&2". Per questo componente, non sarà necessario inserire le etichette riferite al nome dei segnali.

Dopo aver completato il disegno della prima porta logica dovete realizzare le restanti tre, ripetendo i passi appena visti oppure copiando in un'area libera gli elementi creati. Per farlo usate [BG], selezionate gli elementi appena piazzati e scegliete come punto di riferimento una posizione che vi permetta di copiare il blocco allineandolo agli elementi iniziali, per esempio il centro di un pin.

A questo punto, usate la scorciatoia [BC] per copiare gli elementi evidenziati accanto a quelli esistenti, riutilizzando la scorciatoia ancora due volte per posizionare le restanti sezioni del componente. Quindi, utilizzate [BE] per rimuovere la selezione dell'area evidenziata ed usate [EP] sui pin delle sezioni copiate per modificarne opportunamente il campo "Pin Name". Non resta che piazzare i punti di alimentazione del componente. Posizionatevi sulla prima sezione ed utilizzate [PL] per tracciare, in corrispondenza del bordo della porta e sul layer "Symbols", due segmenti verticali lunghi 50 mils. Anche in questo caso, utilizzate le scorciatoie [PP] e [PT] per inserire i due pin riferiti ai terminali di alimentazione e le loro etichette numeriche. Sopra ciascuna porta, posizionate

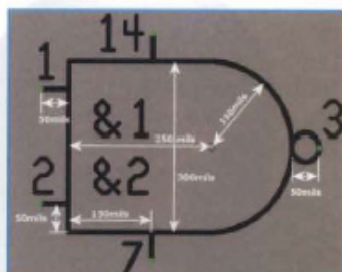


figura 18
Dimensioni suggerite per realizzare una porta Nand

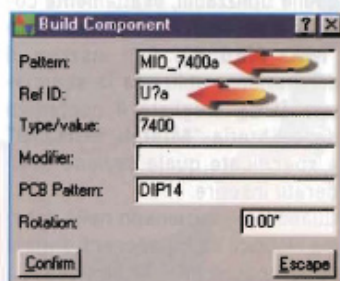
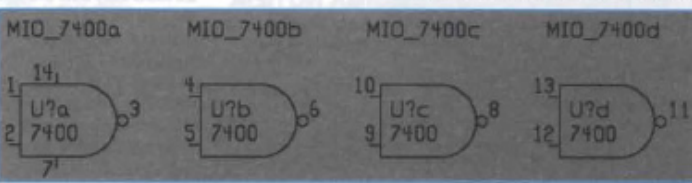


figura 19
La creazione di un componente SCH diviso in sezioni. La lettera indica il numero della sezione

sul layer "Symbols" e con una dimensione di 60 mils le etichette da "MIO_7400a" a "MIO_7400d", per ricordare il nome dei componenti sottostanti. Utilizzate ora la scorciatoia [BG] per selezionare la prima sezione del circuito integrato, escludendo l'etichetta riferita al nome e scegliendo come punto di riferimento il centro della porta logica. Quindi, con [BB] create il componente "MIO_7400a", impostando i campi come in figura 19. Ripetete l'operazione per le altre porte logiche, cambiando soltanto la lettera finale dei campi "Pattern" e "Ref

figura 20
Il risultato finale di un componente multi-sezione: quattro componenti indipendenti



ID" da "a" in "b", "c" oppure "d". Lasciate l'impostazione del campo "PCB Pattern = DIP14" poiché tutti gli elementi confluiranno nello stesso componente PCB, cioè un contenitore a 14 pin per circuito integrato.

Le varie sezioni realizzate (figura 20) potranno ora essere posizionate in un qualsiasi schema elettrico, dopo aver incluso la libreria "MiaLib_SCH.LIB" nell'elenco di quelle utilizzabili, esattamente come visto per il componente "MIO_NE555". Per inserire il componente utilizzate la scorciatoia [PC], sfogliate il contenuto della libreria "MiaLib_SCH.LIB" e specificate quale sezione desiderate inserire.

Quando si posizionano nello schema elettrico dei componenti divisi in sezioni contenuti nelle librerie standard, come il 40106 del file "Esempio.SCH", il programma suggerirà l'inserimento della sezione "a" e, al

successivo piazzamento, quello della sezione "b" e così via.

Tale funzionalità non è implementabile per le librerie definite dall'utente, in quanto solo nelle librerie standard, realizzate in modalità testuale, sono contenute apposite istruzioni per il posizionamento automatico delle sezioni, nonché per riconoscere integrati equivalenti per funzione e piedinatura (es.: 7400 = 74LS00), in modo da ridurre le dimensioni della libreria stessa.

5. Alla prossima!

Come avrete notato, il corso è un percorso sempre in salita, anche se la pendenza è molto lieve. Incrementando costantemente il grado di difficoltà, evitando di spiegare nuovamente concetti ed operazioni già viste, cerco di portare il lettore ad applicare le conoscenze acquisite, rendendolo così sempre più indipendente e competente. Per questo, raccomando ancora

una volta di non saltare mai una sezione o un paragrafo, perché potrebbe contenere la spiegazione di un argomento importante!

Anche questa puntata è terminata! Nella prossima vedremo come realizzare un progetto dividendo lo schema elettrico in più fogli, come si utilizzano i "bus" ed in che modo si sostituisce un componente sul circuito stampato, quando ci si accorge che le sue dimensioni non sono adatte alla realizzazione del PCB. Infine, vedremo come realizzare la serigrafia di un pannello per il circuito "Esempio.PCB".

michele.guerra@elflash.it

Il software Circad è disponibile
nelle versioni in lingua inglese
ed italiana presso il sito
www.circad.net
oppure 0376.449868.

Alla scoperta di CIRCAD

Quarta parte

Michele Guerra

In questa puntata vedremo come si utilizzano i "bus", come si realizza un progetto dividendo lo schema elettrico in più fogli e come si sostituisce un componente sul circuito stampato. Infine, vedremo come disegnare la serigrafia di un pannello

info@circad.net



1. I Bus

Nella realizzazione di uno schema elettrico complesso, in cui vi siano segnali che si muovono da una parte all'altra del disegno, come accade per esempio nei circuiti a microprocessore, la presenza di decine di linee di segnale che si intrecciano può rendere lo schema incomprensibile, complicando inoltre la modifica del circuito.

In questi casi è conveniente usare una particolare linea serigrafica detta "bus", per trasportare contemporaneamente diversi segnali che verranno poi prelevati tramite apposite porte. Per capirne il funzionamento create un file di tipo "Schematic" di dimensione "A", chiamandolo "Bus.SCH" e salvandolo nella directory "\Circad\Flash". Impostate e selezionate una griglia da 25 mils, come già visto per il file "Esempio.SCH", trattato nella prima puntata.

Posizionatevi circa al centro dell'area di lavoro ed utilizzate la scorciatoia [PC] per piazzare tre componenti 74HCT374 come visibile in figura 1. Il componente è memorizzato nella libreria "TTL-hct.LIB" ed è denominato "HCT374". Non è necessario impostare i vari parametri dei componenti oltre all'identificativo U1-U3, poiché da questo schema non ricaveremo un circuito stampato.

Di norma, per collegare le uscite del primo componente agli ingressi del secondo e del terzo, ipotizzando che gli stessi facciano parte di un circuito più complesso, dovrete utilizzare la scorciatoia [PL], impostando il layer "Signals" ed uno spessore di 10 mils, piazzando poi i simboli di interconnessione con [PD], come già visto in figura 1.

Però, se il circuito dovesse diventare più complesso e vi fossero molti altri componenti collegati ad U1 oltre ad U2 ed U3, ripetere la stessa serie di operazioni porterebbe ad una notevole perdita di tempo. Inoltre, ciò complicherebbe l'eventuale riposizionamento dei componenti, visto che si dovrebbero spostare le tracce ed i simboli di interconnessione.

Utilizzando i bus, invece, il collegamento ed il riposizionamento dei componenti diventa più rapido e si ottiene uno schema dall'aspetto più professionale. Quindi, usate la scorciatoia [PB] per posizionare un componente di tipo "Bus Port". Apparirà una maschera in cui vi verrà chiesto di specificare il nome del segnale da associare alla porta bus. Indicate "S1" e confermate, quindi posizionatevi vicino all'uscita Q1 di U1 e premete il tasto sinistro del mouse per piazzare la porta (figura 2). Premete di nuovo il tasto sinistro per posizionare le altre porte,

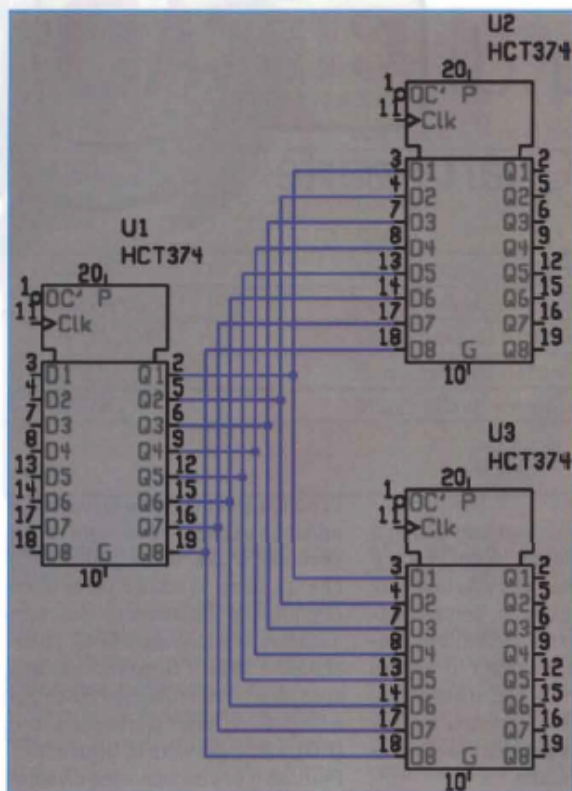
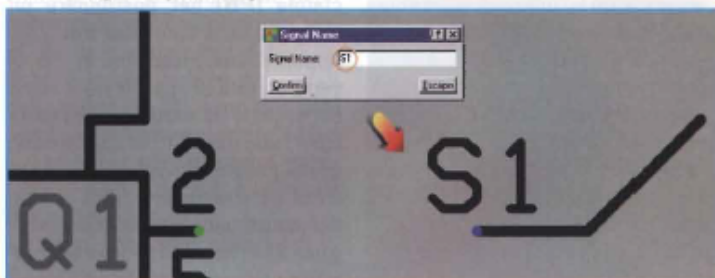


figura 1
Il metodo tradizionale
per collegare i componenti

figura 2
Una "porta bus".
Il nome corrisponde a quello del segnale



fino alla "S8" notando che il numero della porta viene incrementato automaticamente, anche se può comunque essere modificato inserendo il valore desiderato.

Ripetete la stessa operazione per piazzare le porte vicino agli ingressi di U2 ed U3, utilizzando le scorciatoie [X] e/o [Y] durante il posizionamento della porta per

orientarla correttamente. L'estremo libero orizzontale dovrà essere collegato al componente, mentre il segmento obliquo verrà connesso al bus. Per ogni nuova serie di porte bus da collegare ad un circuito integrato modificate il valore predefinito "S9", che verrà suggerito automaticamente, con il valore "S1". La porta bus, come detto, è un componente a tutti gli effetti, poiché possiede un punto di connessione elettrica ed una serigrafia, per quanto essenziale. Per questo usa-

te le scorciatoie già viste nel posizionamento dei componenti per muoverle e ruotarle ([GC]) o cancellarle ([DC]). Ora collegate le uscite di U1 e gli ingressi di U2 ed U3 alle rispettive porte bus con delle linee di segnale, utilizzando la scorciatoia specifica [PW] oppure quella generica [PL], selezionando il layer "Signals" ed uno spessore di 10 mils.

A questo punto, tracciate il bus vero e proprio usando l'apposita scorciatoia [PI] oppure utilizzando [PL], scegliendo però in questo caso uno spessore di 50 mils ed il layer "Busses". Il bus dovrà indicativamente toccare tutti gli estremi liberi delle porte bus (figura 3), ma la sua stesura non è critica poiché si tratta di un elemento serigrafico, senza alcuna funzione relativa alla connessione elettrica degli elementi. In pratica, sebbene non sia consigliato per rispettare le convenzioni del disegno elettronico, potrete anche non tracciarlo.

Infatti, il punto di connessione elettrica della porta bus è un pin posizionato sul layer "Signals", quindi, come già visto nella prima puntata, risulterà collegato elettricamente a tutti quei pin con lo stesso "Signal Name", cioè alle porte bus o agli altri pin del circuito con lo stesso nome. In questo modo i pin risulteranno collegati elettricamente anche se non lo saranno fisicamente, esattamente come i punti di massa e di alimentazione.

Per questo, ripeto, il bus può essere tracciato in un modo qualsiasi, proprio perché la connessione elettrica è garantita solo dal nome del segnale associato alle porte bus. Per verificare la connessione elettrica delle stesse, utilizzate la scorciatoia [NS] sulle linee che collegano le porte bus ad U1.

Se avrete posizionato e collegato correttamente le porte bus ai circuiti integrati, verranno evidenziate le linee di segnale connesse a tutte le porte bus del circuito con lo

stesso nome, comprese quelle collegate ad U2 ed U3, mentre sulla barra di stato verrà visualizzato il nome del segnale evidenziato. Al termine della verifica, cliccate lontano dalle linee di segnale per rimuovere l'evidenziazione.

2. Le porte di segnale

Un altro metodo che si può impiegare per collegare diversi elementi del circuito, senza ricorrere ai bus, è quello di usare le porte di segnale, molto simili alle porte bus, in quanto posseggono un solo pin per la connessione elettrica ed una serigrafia essenziale. Di solito, vengono utilizzate nei progetti divisi in più schemi elettrici, come vedremo tra breve, ma possono essere impiegate anche all'interno di un singolo schema per collegare elettricamente solo alcuni segnali, magari situati alle estremità del circuito, senza dover tracciare anche un bus.

Ad esempio, supponiamo che nel circuito "Bus.SCH" tutti i pin di clock di U1-U3 debbano essere collegati alla stessa uscita dell'ipotetico microprocessore che controlla il circuito. In questo caso, invece di posizionare le porte bus sui vari pin di clock, tracciando poi il bus fino al microprocessore, dove dovrà essere piazzata un'altra porta da connettere al bus, si potrà collegare una porta di segnale a ciascuno dei pin "Clk" dei circuiti integrati.

Utilizzate, quindi, la scorciatoia [PS] per piazzare una porta di segnale. Anche in questo caso, apparirà una maschera in cui verrà richiesto il nome del segnale da associare alla porta. Indicate "MEMO" e confermate, quindi posizionatevi vicino al pin "Clk" di U1 e premete il tasto sinistro del mouse per piazzare la porta.

Premete di nuovo il tasto sinistro per posizionare le altre porte in corrispondenza degli stessi pin di U2 ed U3 (figura 4). In questo caso il nome della porta non verrà modificato, come invece già visto per le

porte bus, poiché non termina con un numero. Anche in questo caso collegate le porte ed i pin dei circuiti integrati mediante delle linee di segnale da 10 mils, utilizzando la scorciatoia specifica [PW] oppure quella generica [PL] ed impostando il layer "Signals".

In questo modo i pin "Clk" di U1-U3 risulteranno collegati elettricamente tra loro ed a qualsiasi altro elemento del circuito collegato al segnale "MEMO", come l'ulteriore porta di segnale che dovrà essere collegata al pin dell'ipotetico microprocessore che dovrà gestire il segnale di memorizzazione. Per verificare la connessione elettrica dei pin utilizzate la scorciatoia [NS] su una delle linee collegate alle porte di segnale. Anche in questo caso, se la connessione risulterà corretta, verranno evidenziate tutte le linee connesse alle porte di segnale con lo stesso identificativo, mentre sulla barra di stato ne verrà visualizzato il nome.

3. Attenzione ai nomi!

Nel posizionare le porte bus o quelle di segnale, occorre prestare attenzione ai nomi assegnati, poiché elementi con lo stesso "Signal Name" risulteranno collegati elettricamente insieme, anche se appartenenti a componenti di diverso tipo.

Infatti, entrambi i componenti posseggono un pin appartenente al layer "Signals" il cui campo "Signal Name" corrisponde al nome scelto durante il loro posizionamento e, come abbiamo già visto, quando due pin hanno lo stesso nome risultano collegati elettricamente anche se non lo sono fisicamente, ovvero mediante una linea di segnale. Quindi, se ad una porta bus o di segnale venisse assegnato lo stesso nome di un punto di alimentazione o di massa, gli elementi risulterebbero collegati elettricamente insieme. Per verificarlo, sempre nel file "Bus.SCH", utilizzate le scorcia-

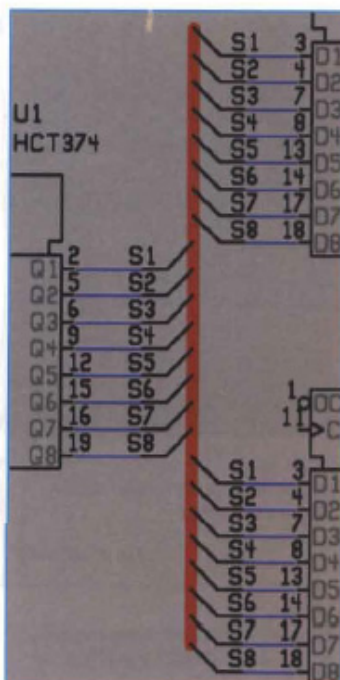


figura 3
Componenti collegati mediante un "bus"

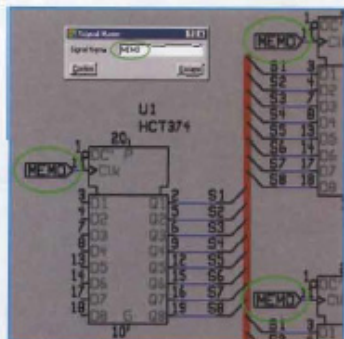


figura 4
Le porte di segnale sono un'alternativa ai "bus"

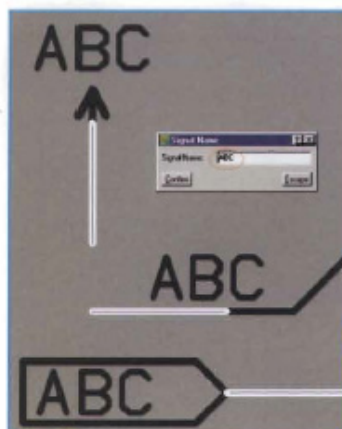


figura 5
I componenti con lo stesso nome risultano collegati elettricamente

figura 6
Dividere un progetto in più schemi elettrici utilizzando le porte di segnale

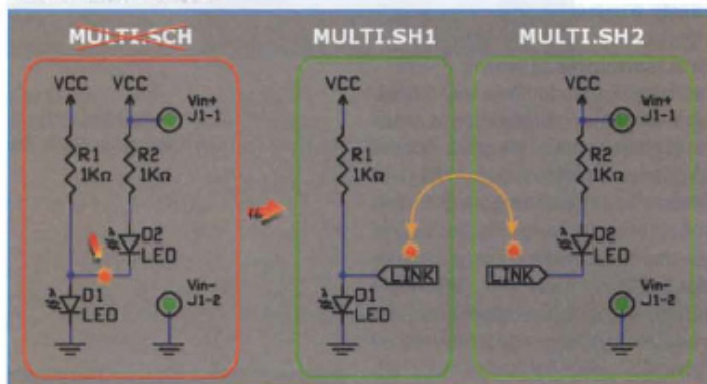


tabella 1
Elenco componenti per i file
"Multi.SH1" e "Multi.SH2"

Schema	Ref ID	Libreria	Pattern	Type / Value	Modifier	PCB Pattern
Multi.SH1	R1	DISCRETE.LIB	R	1 k Ω	-	R300P60
Multi.SH1	D1	DISCRETE.LIB	LED	LED	-	LED
Multi.SH2	R2	DISCRETE.LIB	R	1 k Ω	-	R400P70
Multi.SH2	D2	DISCRETE.LIB	LED	LED	-	LED
Multi.SH2	J1-1	SCH.LIB	JP	-	-	MP2
Multi.SH2	J1-2	SCH.LIB	JP	-	-	MP2

toie [P+], [PB] e [PS] per piazzare un punto di alimentazione, una porta bus ed una di segnale, indicando per tutti gli elementi lo stesso nome, ad esempio "ABC".

Tracciate una breve linea di segnale, collegandone un estremo a ciascun componente e lasciando libero l'altro, utilizzando sempre la scorciatoia specifica [PW] oppure quella generica [PL], selezionando il layer "Signals" ed impostando uno spessore di 10 mils. Impiegate la scorciatoia [NS] su una delle linee e vedrete come tutti i componenti siano collegati insieme elettricamente (figura 5), anche se fisicamente separati.

Quindi, visto che la connessione elettrica è comunque garantita anche usando componenti di diverso tipo, è possibile scegliere come collegare gli elementi di un circuito. Ad esempio, per le tensioni di alimentazione spesso si utilizzano le porte

lizzano i bus e le relative porte, per rendere più evidente il percorso dei segnali, invece di varie porte di segnale sparse nel circuito.

Come vedremo tra poco, analizzando il file di netlist di uno schema elettrico contenente porte bus o di segnale, noterete come le tracce che identificano i collegamenti a tali componenti non abbiano un nome generico (es.: "S0001"), ma come per i punti di massa e di alimentazione, lo stesso corrisponda al nome assegnato alla porta, ad esempio "S1".

4. Più schemi, un solo PCB

Ora realizzerete un progetto basilare, con solo cinque componenti (figura 6), utile solo didatticamente ("Con quale tensione minima d'ingresso Vin si accendono entrambi i led?"), dividendo volutamente lo schema del circuito, che potrebbe essere disegnato in un solo file ".SCH", in due schemi elettrici. Vedremo così come dividere un progetto in diversi schemi elettrici, ciascuno contenente solo alcuni componenti del circuito, eventualmente raggruppati secondo la loro funzione.

Quindi, create un nuovo file di tipo "Schematic" di dimensione "A", utilizzando la scorciatoia [FW]. Salvatelo nella cartella "CircadFlash" e chiamatelo "Multi.SH1". L'estensione, rispetto alla convenzionale ".SCH", indica che si sta realizzando il primo di una serie di file contenenti gli schemi elettrici parziali di uno schema elettrico più complesso.

Le estensioni utilizzabili vanno da "SH1" fino a "SH9" per i progetti divisi in un massimo di 9 schemi elettrici, oppure da "S01" fino a "S19" per quelli costituiti da un massimo di 19 schemi elettrici. Fino a 9 file è quindi possibile utilizzare il primo o il secondo tipo di estensione. Anche se sembrerebbe supportato solo un massimo di 19 schemi elettrici, in effetti è possibile creare

progetti divisi in un massimo di 99 schemi ("S01" - "S99").

Una volta creato il file, ripetete le operazioni già viste nella creazione del file "Esempio.SCH", impostando e selezionando una griglia da 25 mils, modificando eventualmente le etichette del riquadro informazioni. Quindi, posizionate la resistenza R1, il diodo D1, il punto di massa, la porta di alimentazione e, utilizzando la scorciatoia [PS], la porta di segnale "LINK". Seguite la tabella 1 per i parametri da specificare durante il posizionamento dei componenti, inserendo solo quelli previsti per lo schema "Multi.SH1".

A questo punto, collegate opportunamente i componenti, utilizzando la scorciatoia specifica [PW] oppure quella generica [PL], selezionando il layer "Signals" ed uno spessore di 10 mils. Per posizionare il "pallino" o punto di interconnessione ricordate di usare la scorciatoia [PD]. Ora, create il file di netlist con la scorciatoia [NO], lasciando inalterate le impostazioni predefinite, con le quali verrà creato il file di netlist "Multi.NT1".

Ora, realizzate il secondo schema elettrico parziale, ripetendo le operazioni appena viste, ma indicando come nome del file "Multi.SH2" e piazzando i componenti R2, D2 ed i joint J1-1 e J1-2. Anche in questo caso piazzate i punti di massa e di alimentazione nonché la porta di segnale, collegando quindi opportunamente i vari elementi. Dopo aver posizionato e collegato i componenti, utilizzate la scorciatoia [NO], lasciando inalterate le impostazioni predefinite, con le quali verrà creato il file di netlist "Multi.NT2".

Prestate particolare attenzione alla numerazione dei componenti, ricordando che non devono esistere componenti con lo stesso identificativo, ad esempio una resistenza R1 sul primo schema ed un'altra R1 sul secondo. Questo perché ognuno degli schemi è solo una parte

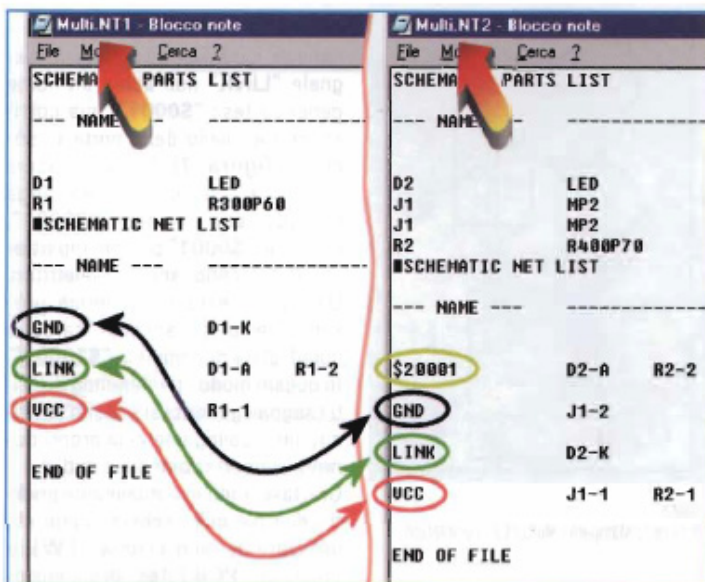


figura 7

I segnali con lo stesso nome verranno uniti nel PCB dopo l'importazione delle netlist

dello schema elettrico complessivo dove non avrebbero senso due o più componenti con lo stesso identificativo.

Al contrario, le porte bus e di segnale, i punti di alimentazione e di massa, nonché qualsiasi altro componente che abbia un pin posizionato sul layer "Signals" con uno stesso "Signal Name", risulteranno collegati insieme elettricamente tra i vari schemi del progetto. Quindi, se si vuole che un segnale presente in uno schema elettrico del progetto, come il segnale "LINK" del nostro esempio, possa essere "agganciato" all'interno dello stesso schema o in un altro qualsiasi del progetto, occorre utilizzare un componente con lo stesso nome.

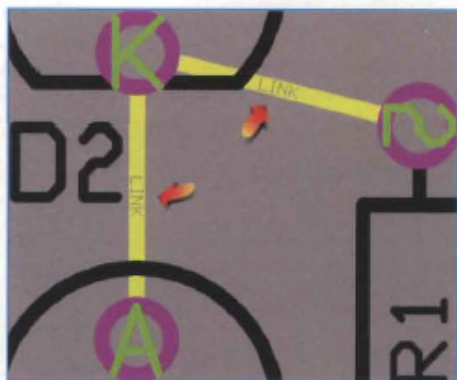
Per evitare errori nell'inserimento degli identificativi dei componenti, si possono usare due sistemi diversi. Nel primo, impiegato nel nostro progetto, occorre numerare i componenti esattamente come se si trovasse

idealmente nello stesso schema. Quindi, se avessimo 50 resistenze piazzate tra i vari schemi, ognuna avrebbe un numero univoco compreso tra R1 e R50.

Nel secondo metodo, utilizzato di norma nei progetti ad alta complessità, l'identificativo di ciascun com-

figura 8

Il segnale indicato collega componenti prima presenti in schemi diversi



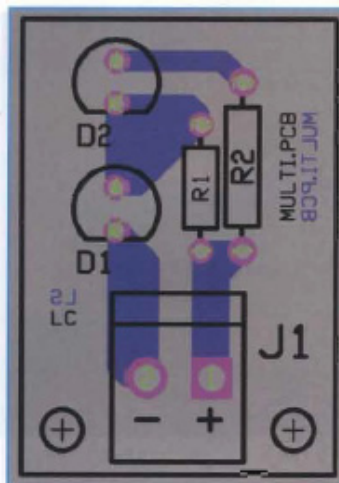


figura 9
Il circuito stampato "Multi.PCB" completato

ponente è preceduto dal numero del foglio cui appartiene. Quindi, nel nostro esempio, R1 si dovrebbe chiamare R11 o R101, a seconda del sistema impiegato per numerare i componenti, cioè partendo da 1 o da 01, mentre R2 si chiamerebbe R21 o R201. In tal modo, sarà impossibile avere due componenti identici su due fogli distinti. Inoltre, quando verrà realizzato il PCB, sarà subito evidente a quale sezione dello schema elettrico appartiene un certo elemento, facilitando le operazioni di posizionamento dei componenti. Analizzando i file di netlist "Multi.NT1" e "Multi.NT2", noterete

come la traccia che collega i componenti connessi alla porta di segnale "LINK" non abbia un nome generico (es.: "\$0001"), ma corrisponda a quello della porta di segnale (figura 7). L'unica traccia "generica", cioè quella che collega R2 e D2, viene chiamata "\$20001", invece di "\$0001" poiché appartiene al secondo schema elettrico. Un'eventuale traccia generica, presente nel primo schema, sarebbe quindi stata denominata "\$10001". In questo modo, mantenendo distinti i segnali generici si evitano cortocircuiti o collegamenti impropri durante l'importazione delle netlist.

Ora, lasciando eventualmente aperti i due file dello schema elettrico, utilizzate la scorciatoia [FW] e create un "PCB Files" di dimensione "A", chiamandolo "Multi.PCB" e salvandolo nella cartella "CircadFlash". Anche in questo caso, modificate eventualmente le etichette del riquadro informazioni. Utilizzate la scorciatoia [NI], lasciando le importazioni predefinite, così da importare tutti i file di netlist che abbiamo un nome compatibile con "Multi.N??", nel nostro caso "Multi.NT1" e "Multi.NT2".

Al termine dell'importazione, come già visto nella seconda puntata per il file "Esempio.PCB", troverete i componenti dei due schemi elettrici posizionati in sequenza a partire dall'angolo in basso a sinistra del riquadro giallo. A questo punto, seguendo le istruzioni già viste per realizzare il PCB del file "Esempio.PCB", completate il circuito stampato.

In breve, dovrete utilizzare la scorciatoia [GC] per posizionare opportunamente i componenti circa al centro dell'area di lavoro. Quindi, con la scorciatoia [NR] create le linee di ratnest, all'interno delle quali sarà evidenziato il nome della traccia di segnale che collega i com-

ponenti. In particolare, il segnale "LINK" prima presente separatamente nei due schemi, collega ora componenti del primo e del secondo schema elettrico (figura 8).

Collegate i componenti con linee appartenenti al layer "Bottom Copper", scegliendo uno spessore adeguato, ad esempio 50 mils, utilizzando di tanto in tanto la scorciatoia [NR] per rimuovere le linee di ratnest riferite a tracce già posizionate.

Dopo aver eseguito i collegamenti, utilizzate la scorciatoia [NS] per controllare le connessioni e verificare anche l'assenza di cortocircuiti ed il rispetto delle distanze minime tra gli elementi del circuito. Per concludere, create un perimetro serigrafico attorno al PCB, inserendo eventualmente altri dettagli opzionali, come i riferimenti di foratura o l'indicazione della polarità sul connettore di alimentazione (figura 9).

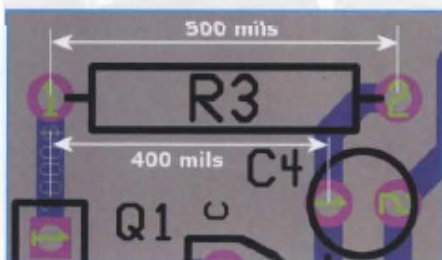
5. Sostituire un componente PCB

Quando si realizza un circuito stampato, la dimensione e la forma dei componenti vengono decisi durante il disegno dello schema elettrico, specificando il nome del componente PCB nel campo "PCB Pattern" dei vari elementi dello schema elettrico.

A volte, però, i componenti scelti inizialmente non sono adatti alla realizzazione del circuito stampato. Per resistenze, condensatori e diodi, infatti, spesso sorge la necessità di montarli verticalmente piuttosto che orizzontalmente per ridurre le dimensioni del PCB, oppure si vorrebbe che avessero i pad più distanti, magari per fare spazio ad un certo numero di tracce.

La funzione che permette di sostituire i componenti PCB con altri più adatti, aggiornando anche il file di netlist ed i dati inseriti nello schema elettrico è presente nella maggior parte dei programmi per disegno

figura 10 La distanza ottimale tra i pad di R3 è di 400 mils



elettronico e viene chiamata "back annotate", "re-synchronize" o simili, termini che possono essere tradotti con "sincronizzazione all'indietro".

Questa funzione, però, non è presente in Circad, neppure nella versione completa, ma può essere realizzata manualmente eseguendo in successione determinate operazioni. Ad esempio, nello schema elettrico "Esempio.SCH", per la resistenza R3 è stato scelto un componente PCB chiamato "R500", corrispondente ad una resistenza con i pad distanti 500 mils.

Durante la realizzazione del PCB, però, si può notare (figura 10) come R3 sia forse un po' troppo grande, quindi sarebbe il caso di sostituirla con un componente più piccolo. La distanza di 400 mils tra R3 e C4 suggerisce di utilizzare una resistenza con pad distanti 400 mils. Dopo aver aperto il file "Esempio.PCB", utilizzando la scorciatoia [PC] e sfogliando il contenuto delle varie librerie, si trova un componente R400 nella libreria "PCB.LIB" ed un altro componente R400P70 nella libreria "THD.LIB". Anche se i componenti hanno un nome diverso e sono memorizzati in due differenti librerie, sono identici, quindi decidiamo di utilizzare il componente R400. Per cambiare la forma della resistenza R3 passando dal componente R500 al nuovo R400, non è sufficiente cancellarla, riposizionando R3 con la scorciatoia [PC], scegliendo il componente R400 ed impostando gli stessi parametri della resistenza rimossa. Infatti, in questo modo si creerebbe una differenza tra i dati presenti nel file di netlist "Esempio.NET", in cui è indicato che R3 deve avere la forma del componente R500 ed il circuito stampato, dove invece avrebbe la forma del componente R400. Questa incoerenza pone ulteriori problemi nel momento in cui si procede alla stesura delle tracce relati-

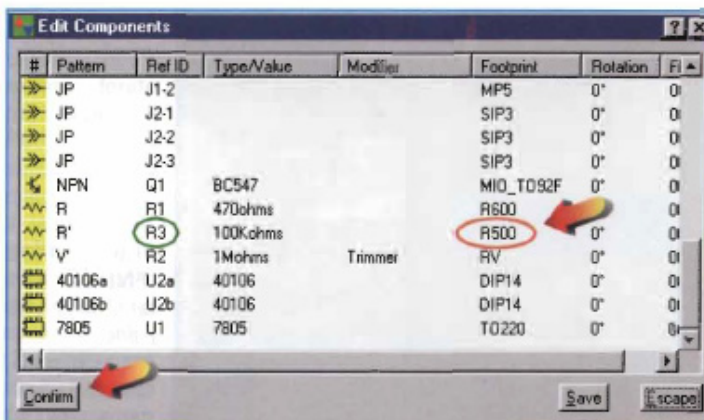


figura 11

Come sostituire il componente PCB di R3

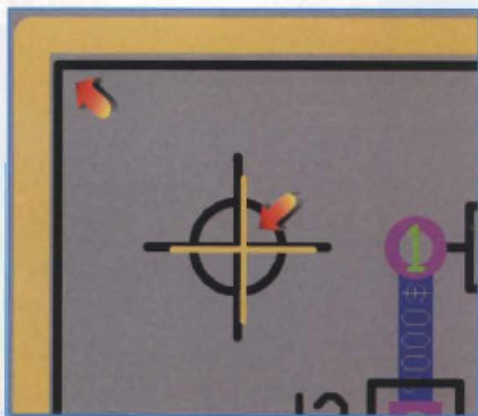
ve al rame e si utilizza la scorciatoia [N+] per verificare la correttezza delle connessioni eseguite. Sostituendo, infatti, la resistenza R3 come appena visto, non sarà possibile ottenere le linee di ratnest e quindi sapere a quali componenti dovrà essere collegata la nuova resistenza. Inoltre, collegando la nuova resistenza agli stessi elementi cui era connessa la precedente, utilizzando la scorciatoia [N+] per verificare la correttezza delle connessioni elettriche, si otterrà sulla barra di stato una serie di messaggi del tipo "Signal <XXXX> is linked to unknown pins", per indicare che il segnale evidenziato risulta collegato a pad non presenti nel file di netlist.

Per far riconoscere i pad del nuovo componente si dovrebbe quindi usare la scorciatoia [EP] sui pad di volta in volta evidenziati da Circad, inserendo nel campo "Signal Name", il nome del segnale indicato sulla barra di stato. Ad esempio, se fosse visualizzato il messaggio "Signal <S0003> is linked to unknown pins", occorrerebbe inserire il valore "S0003" nel campo appena visto.

Al contrario, per sostituire correttamente un componente PCB ed evitare il procedimento appena visto, dopo aver cancellato il componente da sostituire e trovato il nome del nuovo elemento PCB da posizionare, occorre ritornare al file dello schema elettrico. Quindi, aprite il file "Esempio.SCH" oppure, se è stato aperto automaticamente quando è stato caricato il file "Esempio.PCB", utilizzate la

figura 12

I disallineamenti dipendono dalle diverse scale utilizzate



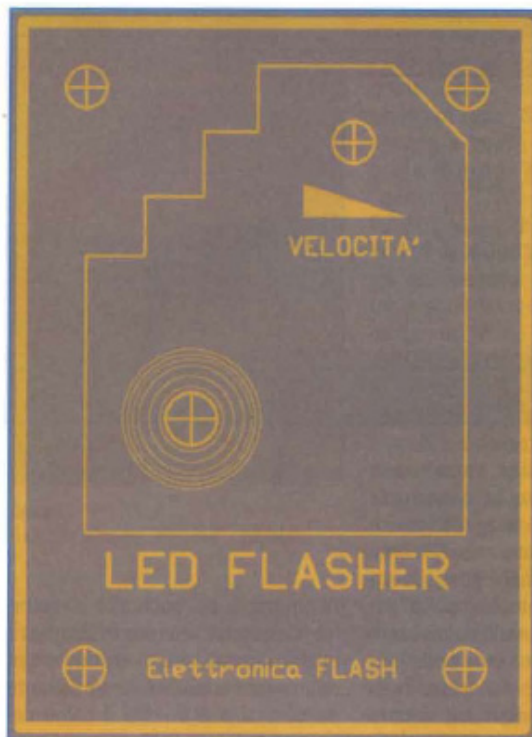


figura 13
Il pannello completato

scorciatoia [FN] per portarlo in primo piano.

A questo punto, centrate la resistenza R3 ed usate la scorciatoia [EC], modificando il valore del campo "PCB Pattern", che nell'elenco dei componenti appare denominato "Footprint", sostituendo il valore "R500" con "R400" e con-

fermando (figura 11).

Ora utilizzate la scorciatoia [NO], lasciando le impostazioni predefinite, per creare un nuovo file di netlist che sostituirà il precedente. Salvate il file "Esempio.SCH" e riportate in primo piano il file del PCB, sempre utilizzando la scorciatoia [FN]. A questo punto, cancellate la resistenza

R3, se non l'avete già fatto prima, quindi importate con [NI] il nuovo file di netlist, lasciando sempre le impostazioni predefinite.

In questo caso, a differenza della prima importazione nella quale in basso a sinistra del riquadro giallo

venivano inseriti tutti i componenti PCB, verrà visualizzata solo la resistenza R3, poiché è l'unico componente non presente nel circuito stampato. Dopo l'importazione completa il PCB come già visto nella seconda puntata.

6. Disegnare un pannello

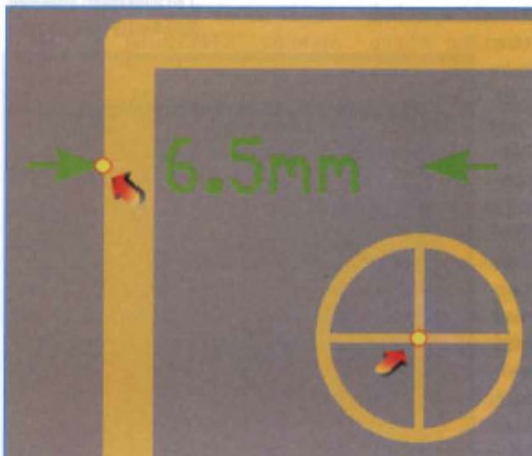
Molti dei circuiti realizzati dagli appassionati di elettronica vengono racchiusi in un contenitore plastico o in un mobile. Vedremo ora come creare e stampare la serigrafia di un pannello, lasciandone la realizzazione all'abilità dei lettori.

Riaprite il file "Esempio.PCB", quindi utilizzate la scorciatoia [SL] per creare un nuovo layer sul quale posizionerete gli elementi relativi al pannello. Chiamate il layer "Pannello", impostando i campi "Type = Silk", "Bottom = Normal" e "Display = Video Enabled". Scegliete un colore a piacere, ad esempio marrone ("R = 230", "G = 180", "B = 70"), evitando i colori già impostati per gli altri layer.

Allo stesso modo create un layer dal nome "Misure", utilizzando le impostazioni appena viste e scegliendo anche in questo caso un colore a piacere, per esempio verde scuro ("R = 90", "G = 200", "B = 10"). Utilizzate la scorciatoia [SS] per aggiungere una griglia da "0.5mm" all'elenco di quelle selezionabili, quindi impostatela con la scorciatoia [SG]. Da questo momento tutte le operazioni di posizionamento verranno fatte usando una scala millimetrica e non più in millesimi di pollice.

In questo modo, quando realizzerete fisicamente il pannello, non avrete problemi nel convertire o arrotondare le misure, cosa che sarete costretti a fare a meno che non possediate punte per trapano, righe ed altri strumenti di lavoro graduati in pollici. A questo punto, disegnate la serigrafia del bordo del pannello, utilizzando la scorciatoia [PL] e selezionando il layer "Pan-

figura 14
Come quotare una distanza



nello" appena creato. Scegliete uno spessore a piacere, ad esempio 1.0 mm.

Non sempre riuscirete a fare combaciare perfettamente il bordo del pannello e quello del PCB, infatti, l'uso di due diverse scale, in mils per realizzare il PCB ed in millimetri per disegnare il pannello, porterà a lievi disallineamenti tra gli elementi del file posizionati utilizzando scale diverse.

Questo non si verificherebbe utilizzando una scala in mils anche per realizzare il pannello, ma come già evidenziato, si potrebbero avere dei problemi durante la sua realizzazione. Sarà comunque l'utente a scegliere quale tipo di scala impiegare e, di conseguenza, quale problema affrontare, cioè i disallineamenti tra gli elementi o le difficoltà di realizzazione.

Se il disegno del pannello dovesse risultare difficoltoso a causa degli altri elementi del PCB sottostanti, ricordate che è possibile "spegnere" temporaneamente uno o più layer utilizzando la scorciatoia [SL] ed impostando il campo "Display = Video Disabled" per quei layer che si desidera disattivare.

Pensando di fissare il circuito stampato direttamente al pannello, tracciate due segmenti a croce in corrispondenza dei riferimenti di foratura piazzati durante la realizzazione del PCB (figura 12), nel punto in cui il

pannello dovrà essere forato per fissarvi il PCB. Utilizzate sempre la scorciatoia [PL] ed il layer "Pannello", scegliendo in questo caso uno spessore inferiore, ad esempio 0.2 mm, così da rendere più netto il punto d'incrocio tra le linee.

Per rappresentare esattamente la dimensione dei fori che praticherete sul pannello, usate la scorciatoia [PA] per piazzare dei cerchi con un raggio pari alla metà del diametro della punta che utilizzerete. Ad esempio, per una punta da 4.0 mm scegliete un raggio di 2.0 mm, impostando uno spessore del cerchio a piacere, ad esempio 0.3 mm e selezionando di nuovo il layer "Pannello". Ripetete le operazioni appena viste per gli altri punti di fissaggio del PCB, nonché in corrispondenza del led D2 e del trimmer R2, scegliendo opportunamente lo spessore delle linee ed il raggio dei cerchi. A questo punto, potrete completare il

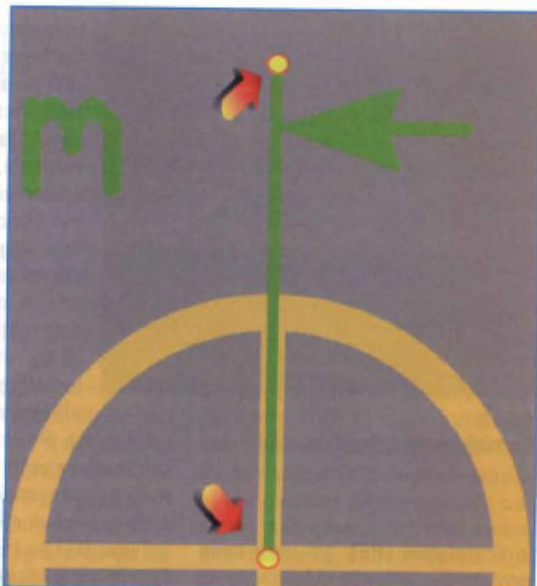
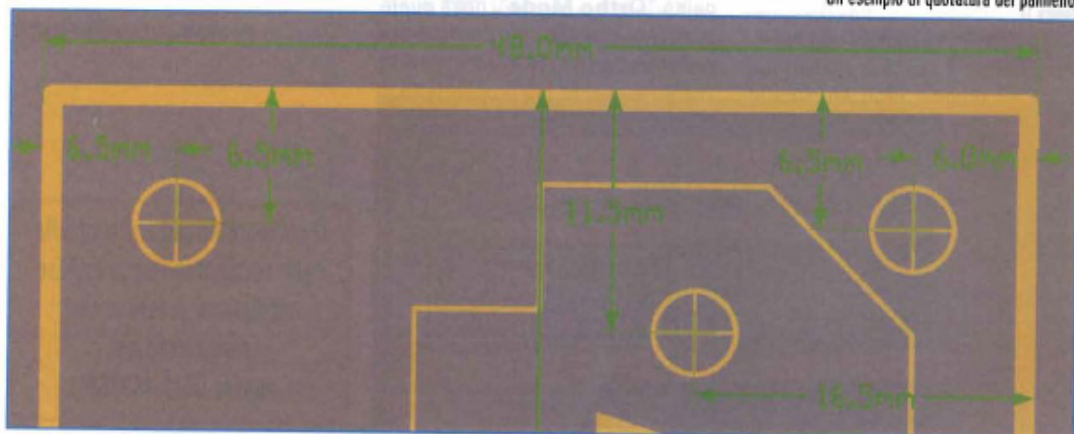


figura 15
Completare una quota con una linea serigrafica

pannello con etichette di testo, linee, cerchi ed altri elementi serigrafici per renderlo più professionale, posizionandoli sempre sul layer "Pannello" (figura 13). Per piazzare delle aree piene, utilizzate

figura 16

Un esempio di quotatura del pannello



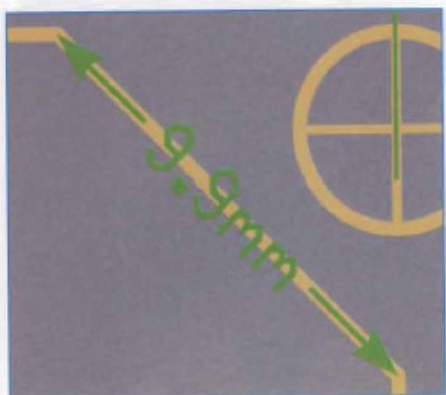
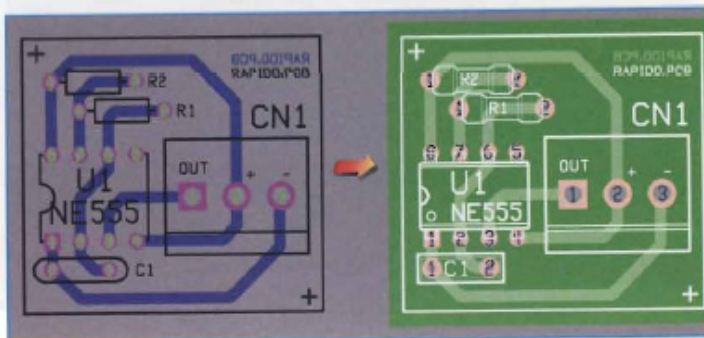


figura 17
È possibile quotare anche distanze oblique

la scorciatoia [PF], già vista nella puntata precedente, ricordando di scegliere il layer "Pannello" come layer attuale prima di utilizzare la scorciatoia.

Per facilitare la realizzazione del pannello potrete quotarne gli elementi, come per esempio il centro dei fori od il loro diametro. Innanzitutto, con [SX] stabilite la dimensione delle etichette di quotatura, specificando un valore a piacere, ad esempio 1.0 o 2.0 mm. Posizionatevi a filo del bordo laterale sinistro del pannello, nella parte superiore dello stesso, per quotare la distanza orizzontale di uno dei fori di fissaggio del PCB.

figura 17
Colori e serigrafie possono rendere un circuito molto professionale



Scegliete "Misure" come layer attuale ed utilizzate la scorciatoia [PX]. Trascinate il mouse nel centro del foro o sulla sua verticale, quindi premete il tasto sinistro del mouse per concludere la quotatura (figura 14). A seconda della distanza quotata e della dimensione del testo, stabilita con [SX], l'etichetta verrà automaticamente piazzata all'interno o all'esterno

della quota. Potrete poi modificare successivamente le caratteristiche dell'etichetta impiegando le scorciatoie relative alle etichette di testo (es.: [GT] e [EX]).

Per inserire delle linee di riferimento fino al punto esatto cui si riferisce la quota (figura 15), utilizzate la scorciatoia [PL], scegliendo il layer "Misure" ed uno spessore adeguato della linea, ad esempio 0.1 o 0.2 mm. A questo punto, dopo aver quotato gli elementi che desiderate, dovrete ottenere un risultato simile a quello di figura 16.

Le quote sono un particolare tipo di componente, quindi possono essere spostate, ruotate e cancellate utilizzando le scorciatoie relative ai componenti (es.: [GC] e [DC]). Durante il posizionamento di una quota viene attivata la modalità "Ortho Mode", nella quale vengono quotate solo le distanze verticali o orizzontali. La modalità

si può attivare o disattivare in qualsiasi momento utilizzando ciclicamente la scorciatoia [T] e, se attiva, sulla barra di stato apparirà il simbolo "+" accanto al valore della griglia. Premendo [T] durante il piazzamento di una quota sarà così possibile misurare anche distanze oblique (figura 17).

Dopo aver completato il pannello potrete stamparlo, utilizzando la scorciatoia [FP] e seguendo le indicazioni riportate nella seconda puntata, disattivando tutti i layer ad eccezione di quelli "Pannello" ed eventualmente "Misure", scegliendo quindi un colore opportuno per la stampa.

7. Alla prossima!

Anche questa puntata è terminata! Nella prossima, ed ultima, puntata vedremo come, modificando i colori dei layer e ricorrendo a serigrafie dettagliate (figura 18), si possa trasformare la stampa di un anonimo PCB in una realizzazione decisamente professionale. Inoltre, scopriremo come realizzare un semplice piano di montaggio e vedremo come ottenere un file per pilotare una macchina a controllo numerico, per realizzare circuiti stampati o pannelli di qualsiasi tipo. Infine, impareremo ad utilizzare correttamente i componenti a montaggio superficiale.

michele.guerra@elflash.it

Il software Circad è disponibile nelle versioni in lingua inglese ed italiana presso il sito www.circad.net oppure 0376.449868.

Alla scoperta di

Quinta ed ultima parte

CIRCAD
World's Greatest CAD Package™

Michele Guerra

In questa ultima puntata vedremo come rendere professionale un PCB e come realizzare un piano di montaggio. Inoltre, daremo uno sguardo ai componenti SMD e creeremo un file per pilotare una macchina CNC

1. Un PCB professionale

La stampa del layout di un PCB dovrebbe assomigliare il più possibile al circuito che verrà realizzato, così da dare un tocco di professionalità alle proprie costruzioni elettroniche. Per raggiungere questo risultato è necessario agire sulla serigrafia dei componenti PCB e sui colori assegnati ai diversi layer. Nella seconda puntata abbiamo visto come realizzare un componente PCB, disegnando una serigrafia molto essenziale, limitata al contorno del componente. La differenza tra un componente dall'aspetto anonimo ed uno professionale sta proprio nella serigrafia. Infatti, disegnandola utilizzando archi, cerchi e linee di opportuno spessore, è possibile restituire fedelmente l'aspetto tridimensionale del componente reale (figura 1). Per ottenere una serigrafia realistica, dovrete misurare accuratamente le varie parti del componente vero e proprio. Se ciò non fosse possibile, piazzerete gli

elementi serigrafici a distanze proporzionate a quelle del componente reale. Misurando il componente con un calibro

usate l'approssimazione 1 mm = 40 mils per piazzare i vari elementi della serigrafia, ricorrendo eventualmente anche alle piastre "millefori", in cui la distanza standard tra il centro di due pad allineati è 100 mils (2.54 mm), come riferimento. Se la serigrafia dei componenti viene utilizzata per rendere l'aspetto del circuito più professionale, dovrà essere posta la massima cura ai dettagli dei componenti, mentre se è utilizzata come guida per il posizionamento dei componenti, si dovranno invece evidenziare i pad degli elementi ed il loro corretto posizionamento (figura 2). Esistono diversi metodi per realizzare la serigrafia di un circuito stampato, ma non essendo alla portata di tutti la realizzazione di un telaio serigrafico esistono in commercio, seppure difficilmente reperibili, PCB monofaccia con il lato componenti rivestito da uno strato di materiale fotosensibile

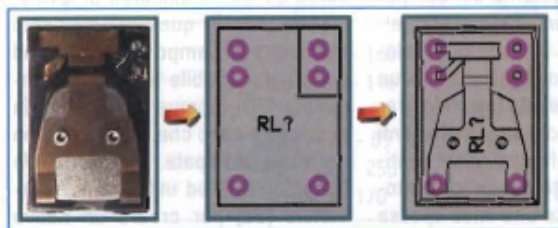


figura 1: Una serigrafia dettagliata rende più realistico un componente PCB

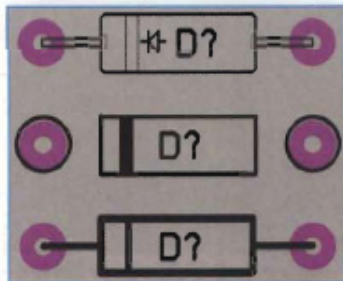


figura 2: Esempi di "stili" di serigrafie

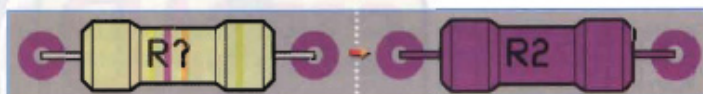


figura 3: Una serigrafia a colori non importata correttamente

che, esposto ai raggi ultravioletti allo stesso modo del lato rame, permette di ottenere sul PCB una serigrafia di colore bluastro di qualità accettabile. Si possono poi utilizzare i fogli "press-n-peel", più facili da reperire ma abbastanza costosi, normalmente utilizzati per realizzare i circuiti stampati come metodo alternativo alla fotoincisione. Per posizionare le linee serigrafiche dovrete usare uno spessore adeguato all'elemento ed al modo in cui dovrà essere evidenziato, utilizzando sempre il layer "Top Silk" o un altro opportuno layer serigrafico. Ad esempio, si potrebbero creare dei layer di tipo "Silk" di colore diverso per ottenere delle serigrafie a colori, impiegando eventualmente la scorciatoia [PF], già vista nella puntata precedente, per riempire determinate aree della serigrafia stessa. Utilizzando dei componenti con una serigrafia a colori, però, nel file PCB in cui saranno importati dovranno esistere gli stessi layer usati per implementare la serigrafia. Quindi, se nel file di libreria fosse presente un layer chiamato "Azzurro" di tipo "Silk", anche sul file PCB dovrà essere presente un layer identico. In caso contrario, durante l'importazione gli elementi serigrafici saranno assegnati al layer "Pad Master" generando così una serie di cortocircuiti, visto che si tratta di un layer elettricamente conduttivo (figura 3). Per il bordo esterno del componente utilizzate una linea spessa almeno 10 mils se si tratta di un elemento molto ingombrante o con un'altezza considerevole (es.: relè, trasformatori). Invece, per gli elementi con un'altezza inferiore ad un centimetro (es.: resistenze, condensatori, diodi), utilizzate una linea spessa 5 mils. Per rendere la serigrafia rea-

listica, lo spessore delle linee di contorno dovrebbe comunque essere proporzionato all'ingombro degli elementi. Per il dettaglio interno, invece, usate delle linee più sottili di quelle impiegate per il bordo, anche se non esiste un metodo esatto per scegliere lo spessore delle linee interne della serigrafia. Comunque, da diverse prove ho constatato che lo spessore deve essere proporzionato a quanto è evidente il dettaglio che si vuole rappresentare. Ad esempio, per il relè di figura 1, sono state inserite delle coppie di linee parallele spesse solo 1 mils per evidenziare che, nella realtà, le lamine in rame dello scambio sono leggermente piegate. La realizzazione di una serigrafia molto dettagliata richiede tempo e pazienza, quindi, vi consiglio di realizzare i componenti solo all'occorrenza, salvandoli in una libreria per componenti PCB, come già visto nella seconda puntata. Evitate di sostituire direttamente i componenti di un PCB con altri aventi una serigrafia dettagliata, poiché così facendo otterreste gli stessi problemi già trattati nella puntata precedente, riguardanti il mancato riconoscimento dei nuovi elementi, in quanto non inclusi nel file di netlist.

2. Colore!

Per modificare i colori di un PCB in modo da ottenere una stampa così professionale da essere simile al circuito reale, occorre innanzitutto creare un nuovo layer che farà da "sfondo" al circuito quando verrà stampato. In tal modo si potrà utilizzare un colore di sfondo del PCB diverso da quello dell'area di lavoro, modificabile in qualsiasi momento agendo sul campo "Background color", accessibile tramite la scorciatoia [SD], oppure una serigrafia di colore bianco che, altrimenti, non verrebbe stampata. Riaprite il file "Rapido.PCB" ed utilizzate la scorciatoia [SL] per creare un nuovo layer (numero 15) che userete per

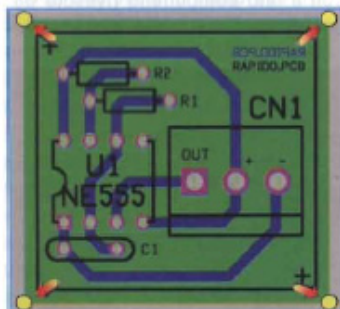


figura 4: I punti da selezionare per inserire lo sfondo a colori

piazzare lo sfondo del circuito. Chiamate il layer "Sfondo", impostando i campi "Type = Silk", "Bottom = Bottom Side" e "Display = Video Enabled". Scegliete un colore a piacere, ad esempio verde brillante ("R=0", "G=180", "B=0"), evitando comunque i colori assegnati agli altri layer. A meno che non venga modificato nella maschera di configurazione della stampa, il colore impostato sarà utilizzato come sfondo nella stampa del PCB. Ora, scegliete come layer attuale quello appena creato ed utilizzate la scorciatoia [PF] per piazzare un'area piena che racchiuda il perimetro del circuito stampato (figura 4), premendo il tasto sinistro del mouse su ognuno dei vertici del poligono pieno che si intende inserire ed usando il tasto destro per concluderne il posizionamento. Ricordo che le aree così posizionate non possono essere modificate, ma solo cancellate con la scorciatoia [DF] e posizionate nuovamente con [PF]. Dopo aver posizionato l'area piena di sfondo, il PCB verrà nascosto dall'area stessa, quindi premete il tasto "-" del tastierino numerico per selezionare "Pad Master" come layer attuale e visualizzare così tutti gli elementi del PCB. Ora, utilizzando la scorciatoia [SL] potrete modificare il colore dei vari layer, assegnando loro il colore che desiderate abbiano una volta stampati (es.: figura 5 e tabella 1).

3. Il piano di montaggio

Utilizzando lo stesso sistema visto nella puntata precedente per realizzare il pannello, è possibile creare un piano di montaggio dei componenti "critici" del circuito stampato. Infatti, di norma, un piano di montaggio dovrebbe essere utilizzato solo per evidenziare come devono essere posizionati alcuni particolari elementi del progetto compresi, oltre a determinati componenti del PCB, distanziatori, viti ed altre minuterie. Aprite il file "Esempio.PCB", nel quale nella puntata precedente erano stati creati due nuovi layer ("Pannello" e "Misure"), quindi utilizzate la scorciatoia [SL] per creare un ulteriore nuovo layer che userete per disegnare il piano di montaggio. Chiamate il layer "Montaggio", impostando i campi "Type = Silk", "Bottom = Bottom Side" e "Display = Video Enabled". Scegliete un colore a piacere, ad esempio blu-turchese ("R=0", "G=106", "B=174"), evitando anche in questo caso di specificare un colore già assegnato ad un altro layer. Utilizzate la scorciatoia [SS] per aggiungere una griglia da 0.1mm all'elenco, quindi selezionatela con [SG]. Da questo momento le operazioni di posizionamento verranno fatte usando una scala millimetrica e non più in millesimi di pollice. Per facilitare il disegno del piano di montaggio, usate eventualmente [SL] per disabilitare determinati layer del PCB, ad eccezione di quelli "Pannello", "Misure" e "Montaggio". Per disegnare un piano di montaggio non esistono

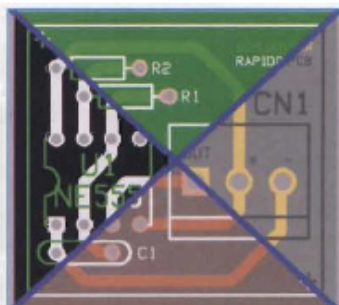


Figura 5: Alcuni esempi di colori alternativi per la stampa

Combinazione	Layer Pad Master R - G - B	Layer Top Silk R - G - B	Layer Bottom Copper R - G - B	Layer Sfondo R - G - B
Verde	255 - 188 - 160	255 - 255 - 255	0 - 230 - 0	0 - 180 - 0
Rame	225 - 165 - 146	255 - 255 - 255	200 - 120 - 85	140 - 125 - 110
Grigio	255 - 200 - 90	100 - 100 - 100	255 - 200 - 90	150 - 150 - 150
Rosso	200 - 120 - 85	150 - 60 - 60	240 - 175 - 90	200 - 175 - 160
Nero	255 - 255 - 255	0 - 200 - 0	255 - 255 - 255	255 - 255 - 255
Classico	170 - 0 - 170	0 - 0 - 0	0 - 0 - 170	200 - 175 - 160

Tabella 1 - Alcune combinazioni di colori

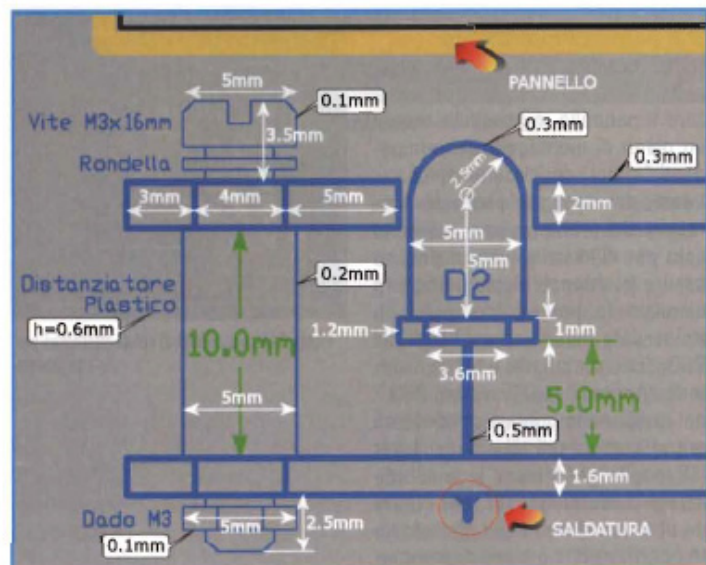


Figura 6: Il piano di montaggio. Cerchiato in rosso l'effetto "saldatura"

particolari specifiche da seguire, infatti, tutto dipende dagli elementi che devono essere evidenziati e dal modo in cui questo deve essere fatto. Ad esempio, nel PCB appena aperto occorre evidenziare che il led D2 andrà saldato a 5 mm dal circuito stampato, sporgendo così dal pannello, e che quest'ultimo dovrà essere fissato al PCB mediante dei distanziatori da 10 mm e delle viti M3. Il piano di montaggio verrà disegnato nel lato inferiore del PCB, proprio perché è il lato da cui sarà visto il circuito stampato. In pratica, si potrebbe realizzare un piano di montaggio diverso per ognuno dei lati del PCB. Per inserire i vari elementi utilizzate le scorciatoie già viste per realizzare la serigrafia dei componenti. Quindi, con [PL] piazzate le varie linee del piano di montaggio, scegliendo uno spessore adeguato e selezionando sempre il layer "Montaggio", utilizzando come guida per gli elementi critici le distanze e gli spessori indicati in **figura 6**. Eventualmente, si potrebbe creare una libreria di componenti PCB, costituiti solo dal profilo (o dai

profili, a seconda del lato da cui vengono guardati) degli stessi, piazzandoli, con la scorciatoia [PC], all'interno dei file PCB per i quali è necessario un piano di montaggio. Questa scelta è vantaggiosa solo se si realizzano molti piani di montaggio, altrimenti si rischia di perdere tempo per realizzare profili di componenti che, però, verranno utilizzati raramente. A questo punto, piazzate il bordo del circuito stampato che, visto di lato, sarà alto solo 1.6 mm, utilizzando come riferimento il bordo del pannello superiore (figura 7). In questo modo potrete allineare rapidamente i vari elementi del piano di montaggio con quelli del pannello del PCB. Per disegnare il profilo del led utilizzate le scorciatoie [PL] e [PA] per piazzare le linee di contorno, il terminale da saldare ed il semicerchio superiore. La tacca che identifica il catodo del led è vista di fronte, e non di lato, poiché il piano di montaggio è realizzato, come già detto, guardando il PCB dal lato in cui si trova il connettore J1. Per rendere più realistico il piano di montaggio è possibile simulare l'effetto della saldatura piazzando due linee a "V", uscenti dal terminale del led. Per evitare di tracciare il profilo del pannello ad una distanza, rispetto al lato superiore del PCB, diversa dai 10 mm stabiliti, piazzatevi nella parte sinistra del bordo superiore del profilo del circuito stampato e, dopo aver scelto "Misure" come layer attuale, usate la scorciatoia [PX] per quotare una distanza di 10 mm verso l'alto (figura 6). Nello stesso modo, quotate la distanza tra il profilo superiore del PCB e la base del led, ricordando che le quote sono un particolare tipo di componente, quindi possono essere spostate o rimosse con le scorciatoie [GC] o [DC]. A questo punto, come visto per il profilo del PCB, disegnate il pannello visto di lato, scegliendone l'altezza in base allo spessore, nell'esempio pari a 2 mm. Fate riferimento alla



Figura 7: Allineare gli elementi grazie al cursore a croce

quota da 10 mm per iniziare a tracciare la base del pannello, creando due rettangoli separati per evidenziare il foro da cui sposterà il led. Lo spazio tra i due rettangoli corrisponderà al diametro del foro praticato sul pannello, che utilizzerete come riferimento. Ora, disegnate la testa della vite, la rondella, il distanziatore ed il dado utilizzando lo stesso metodo impiegato per realizzare il profilo del led. In questo caso, lo spessore delle linee è diverso da quello utilizzato per gli altri elementi del piano di montaggio per evidenziare che si tratta di elementi distinti. Dopo aver completato il piano di montaggio utilizzate la scorciatoia [PT] per piazzare, come guida, delle etichette di testo accanto agli elementi, scegliendone liberamente dimensione e posizione, ma ricordando di selezionare il layer "Montaggio". Per stampare il piano di montaggio, dopo aver utilizzato la scorciatoia [FP], attivate il layer "Montaggio" ed eventualmente "Misure", modificando se necessario i colori di stampa e selezionando anche altri layer se desiderate la stampa di ulteriori elementi del PCB.

4. I componenti SMD

Per capire come utilizzare i componenti a montaggio superficiale (SMD) trasformeremo il circuito stampato "Esempio.PCB", sostituendo la maggior parte dei componenti a montaggio tradizionale, cioè "THD" ("Through Hole Device"), con componenti SMD. Come visto nella puntata precedente, per cambiare la forma dei componenti PCB di un circuito stampato è necessario modificare il campo "PCB Pattern" dei componenti presenti nello schema elettrico. Quindi, riaprite il file "Esempio.SCH", salvandolo subito con il nome "EsempioSMD.SCH" nella stessa cartella. Utilizzate la scorciatoia [EC] per modificare il valore dei vari campi "PCB Pattern" (nella maschera il campo viene chiamato

"Footprint") come indicato nella **tabella 2**, quindi salvate il file. Sono stati scelti componenti SMD già presenti nella libreria standard a r d "SMD.LIB", anche se in commercio esistono molti altri tipi di contenitori. Utilizzate la scorciatoia [NO], lasciando le impostazioni predefinite, per creare il file di netlist

"EsempioSMD.NET", quindi salvate nuovamente il file dello schema elettrico con la scorciatoia [FS]. Ora, lasciando eventualmente aperto il file, utilizzate la scorciatoia [FW] e create un "PCB Files" di dimensione "A", chiamandolo "EsempioSMD.PCB" e salvandolo nella cartella "\Circad\Flash", quindi, se necessario modificate le etichette del riquadro informazioni. Utilizzate la scorciatoia [NI], lasciando le impostazioni predefinite, per importare il file di netlist appena creato. Al termine dell'importazione, come già visto nella stessa puntata per il file "Esempio.PCB", troverete i componenti PCB posizionati in sequenza a partire dall'angolo in basso a sinistra del riquadro giallo. Seguendo le istruzioni già viste sempre nella seconda puntata, completate il circuito stampato (**figura 8**). In questo caso, vista la precisione con cui devono essere piazzati i componenti SMD, consiglio di utilizzare una griglia da 5 mils. Innanzitutto, usate la scorciatoia [NR] per ottenere le linee di ratnest e con [GC] muovete i componenti nelle zone più opportune del PCB, in modo da limitare al

Componente	PCB Pattern "Esempio.SCH"	PCB Pattern "EsempioSMD.SCH"
R1	R600	SM2010
R2	RV	ST3
R3	R500	SM0402
C1	E200/400	SMC2215
C2	C100/150	SMC1210
C3	C100/150	SMC2215
C4	C100/150	SMC2215
D1	D600	DL35
D2 (*)	LED	LED
Q1	MIO_T092F	SC59ebc
U1 (*)	T0220	T0220
U2	DIP14	S014
J1 (*)	MP5	MP5
J2 (*)	SIP3	SIP3
* non viene sostituito da un SMD		

Tabella 2 - Sostituzione dei componenti nel file "Esempio.SCH"

minimo gli intrecci tra le linee guida, anche se nel nostro esempio si presuppone di utilizzare un PCB a doppia faccia. Quindi, gli eventuali incroci tra le linee di ratnest potranno essere risolti utilizzando sia il rame del lato saldature ("Bottom Copper") che quello del lato componenti ("Top Copper"). Per passare da un layer all'altro dovrete inserire dei pad sul layer "Pad Master", come già visto nella seconda puntata per la realizzazione dei ponticelli, utiliz-

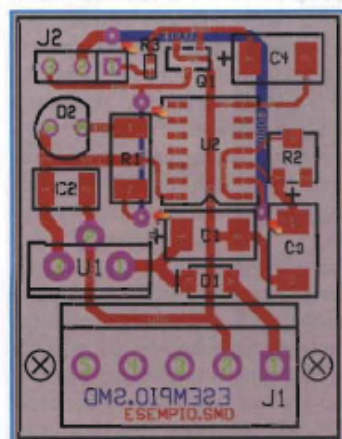


Figura 8: Un circuito SMD creato usando solo il lato componenti. In evidenza i ponticelli

zando la scorciatoia [PP] ed impostando opportunamente dimensioni e caratteristiche del pad stesso che dovrà essere "passante", cioè di tipo "T1", "T2" o "T3". Potrete anche utilizzare la scorciatoia [PV] per piazzare dei "via" (pad di tipo "T3"), le cui caratteristiche possono essere modificate con [SV]. I pad dei componenti SMD di norma appartengono al layer "Top Copper", come è possibile verificare utilizzando la scorciatoia [EP] sugli stessi, quindi è su tale layer che devono essere piazzate le tracce che li collegano agli altri elementi del PCB. In caso contrario, non sarebbe presente alcuna connessione elettrica.

Per realizzare un circuito stampato con componenti SMD utilizzando un circuito stampato a singola faccia, si possono seguire diverse soluzioni, in base alla eventuale presenza di componenti di tipo tradizionale. Se sono presenti solo componenti SMD, gli stessi andranno posizionati come di consueto ed i collegamenti elettrici dovranno essere realizzati mediante linee tracciate sul layer "Top Copper". In questo modo, i pad dei componenti SMD e le tracce riferite alle connessioni si troveranno sul layer "Top Copper" che, una volta stampato su pellicola, potrà essere utilizzato direttamente per procedere alla fotoincisione. Il layer "Bottom Copper", invece, dovrà essere impiegato solo per realizzare eventuali ponticelli, associati a pad di dimensioni opportune piazzati sul layer "Pad Master". Al contrario, utilizzando sia componenti tradizionali che SMD in un circuito stampato a singola faccia, come nel nostro file "EsempioSMD.PCB", occorre ruotare "a specchio" tutti i componenti di tipo SMD, cambiandone inoltre il layer di appartenenza dei pad da "Top Copper" a "Bottom Copper". Ad esempio, utilizzate le scorciatoie [GC] e [X] su U2 per ruotarlo specularmente. Ora, usate [EP] sul pad numero 1 di U2, quindi impostate

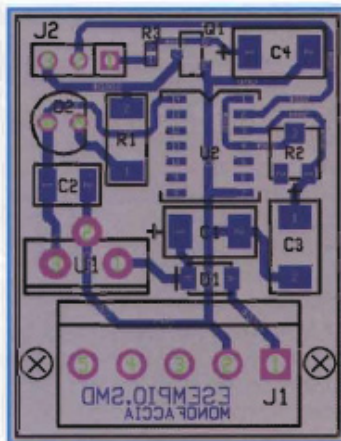


Figura 9: Un circuito SMD creato usando solo il lato saldature

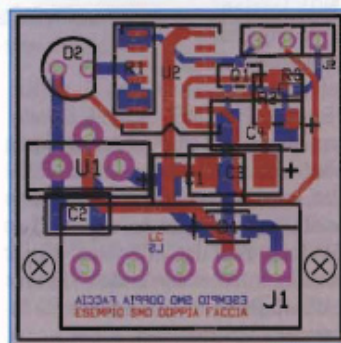


Figura 10: Esempio di circuito SMD su una piastra a doppia faccia

"Layer Name = Bottom Copper" e premete il pulsante "Entire Component". Ripetete le operazioni per tutti gli altri componenti SMD. Come già spiegato nella seconda puntata, prestate molta attenzione nell'uso della scorciatoia [X] sui componenti PCB, poiché la stessa ruota il componente rispetto al circuito stampato, determinando così il lato del PCB su cui dovrà essere saldato. Con le operazioni appena viste è stato scelto di posizionare i componenti SMD sul lato rame del circuito stampato ed il cambio di layer dei pad ci ricorderà, appunto, il lato del PCB su cui dovranno essere saldati. A questo punto, i componenti do-

vranno essere collegati con tracce posizionate sul layer "Bottom Copper", visto che i pad ora appartengono a tale layer (figura 9). Un metodo alternativo consiste nel ruotare specularmente solo i componenti di tipo tradizionale, anche se così non è possibile distinguere immediatamente se gli stessi risultano o meno ruotati. Quindi, avendo a disposizione un circuito stampato a doppia faccia e ruotando specularmente solo una parte dei componenti SMD sarà possibile sovrapporli sui due lati del PCB (figura 10), riducendo ulteriormente le dimensioni del circuito.

5. Circad e le macchine CNC

Circad può produrre file contenenti istruzioni in linguaggio HPGL (Hewlett Packard Graphics Language), compatibili con i programmi di gestione delle macchine a controllo numerico, dette "CNC" ("Computerized Numerical Control"). Quindi, chi ha accesso ad una macchina CNC oppure ne ha costruita una artigianalmente, potrà realizzare in modo automatico i propri circuiti stampati ed i propri pannelli, sempre che la macchina sia sufficientemente precisa. Non mi soffermerò molto sul discorso delle macchine CNC, poiché si tratta di un argomento molto complesso che, per chi volesse cimentarsi in una realizzazione del genere, implica conoscenze approfondite di elettronica, meccanica ed informatica, mentre per l'acquisto di un'apparecchiatura pronta all'uso è necessaria una somma superiore a 2000,00 euro. Per questo motivo, potendo essere applicato solo da una piccola parte dei lettori, il discorso relativo alle macchine CNC viene affrontato analizzando solo le procedure per la realizzazione dei file HPGL, tralasciando i programmi di gestione delle macchine stesse. Le macchine CNC, per chi non ne conosca il funzionamento, realizzano i circuiti stampati partendo da piastre rama-

te sulle quali le tracce vengono realizzate scontornando il rame grazie ad una fresa ad alta velocità. Pertanto, le tracce e gli archi che vedremo tra poco, andranno visti come zone in cui la fresa rimuoverà il rame, creando così il circuito stampato. Vedremo come creare i file HPGL partendo da un circuito stampato essenziale. Utilizzate la scorciatoia [FW] e create un "PCB Files" di dimensione "A", chiamandolo "Fresa.PCB" e salvandolo nella cartella "\Circad\Flash". Lasciate impostata la griglia da 100 mils, quindi, con la scorciatoia [PP] piazzate sul layer "Pad Master" due pad aventi un diametro di 100 mils ed un foro di 40 mils, posizionandoli (figura 11), rispettivamente, alle coordinate assolute $P1(x=2.000, y=3.000)$ e $P2(x=2.500, y=3.000)$. Rispettate le impostazioni specificate, ricordando che le coordinate sono "assolute" se sulla barra di stato non sono seguite da un asterisco. In caso contrario, utilizzate la scorciatoia [SP] per passare ciclicamente dalla modalità in coordinate "assolute" a quella in coordinate "relative". Collegate i due pad con una linea di segnale spesso 50 mils, piazzata sul layer "Bottom Copper", quindi con la scorciatoia [SL] create un nuovo layer chiamato "Fresa", impostando i campi "Type = Silk", "Bottom = Bottom Side" e "Display = Video Enabled". Scegliete un colore a piacere, ad esempio giallo-vaniglia ("R=255", "G=228", "B=134"), evitando colori già assegnati ad altri layer. A questo punto, utilizzate la scorciatoia [BG] per selezionare un'area che abbia come vertici i punti $V1(x=1.900, y=2.900)$ e $V2(x=2.600, y=3.100)$, indicando come punto di riferimento un punto qualsiasi, interno o esterno all'area. La selezione dell'area non è critica, ma visto che rappresenta l'area che dovrà essere fresata dalla macchina CNC è bene mantenerla abbastanza piccola, in modo che anche il file HPGL, contenendo un numero

inferiore di istruzioni, sia più facilmente leggibile. Normalmente, invece, l'area selezionata dovrà essere estesa quanto il PCB. Ora, utilizzate la scorciatoia [BT] per accedere alla funzione di "Track Isolation" che creerà una serie di elementi (archi e linee) che contorneranno i pad e le tracce del circuito stampato. Le etichette di testo, invece, verranno ignorate. La maschera di configurazione (figura 12) è divisa in due sezioni identiche ed indipendenti, denominate "Top Side" e "Bottom Side" che, possono essere configurate separatamente facilitando la gestione dei circuiti a doppia faccia, impiegando di norma la sezione "Top" per il lato componenti e quella "Bottom" per il lato saldature. Nel nostro caso, utilizzando un PCB a singola faccia, dovrete configurare solo una delle due sezioni, ad esempio quella "Top". Nella maschera, i campi "Target" e "Source" hanno la stessa funzione dei campi "Target Layer" e "Source Layers" già visti nella terza puntata relativamente ai piani di segnale. Infatti, anche in questo caso, il campo "Target" indica il layer su cui verranno inseriti gli elementi creati dalla funzione, quindi indicate il layer "Fresa". Il campo "Source Layers", invece, indica i layer da aggirare durante la creazione degli elementi di isolamento. Nel nostro esempio, accertatevi che siano evidenziati solo i layer "Pad Master" e "Bottom Copper". Lasciate in bianco il campo "Signal Name", che potrete utilizzare per ottenere gli elementi di isolamento di un determinato segnale del PCB. Impostate ad "1" il campo "Isolation Pass Count" che indica il numero di ripetizioni concentriche degli elementi di isolamento verso l'esterno (figura 13). Aumentando il valore del campo si otterrà un isolamento

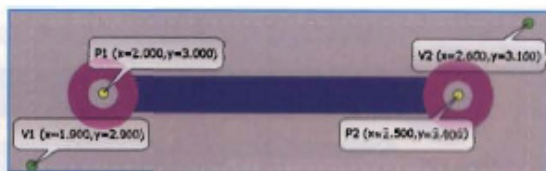


Figura 11: Il PCB di esempio per la fresatura

più marcato degli elementi del PCB, ma anche un aumento dei tempi di realizzazione del circuito. Quindi, consiglio di mantenere il valore "1" visto che, impostando correttamente i restanti campi della maschera, si otterrà comunque un PCB fresato perfettamente. I campi successivi riguardano l'isolamento delle tracce e dei pad del circuito stampato (campi "Isolation...") e la rimozione del rame nelle aree del PCB in cui non sono presenti tracce o pad da scontornare (campi "Flood..."). Tale fase viene detta di "pulizia". I campi "Isolation Tool Size" e "Flood Tool Size" indicano, rispettivamente, il diametro della fresa impiegata nelle fasi di isolamento e di pulizia. Di norma viene utilizzata la stessa fresa, quindi impostate lo stesso valore per entrambi i campi. Supponen-

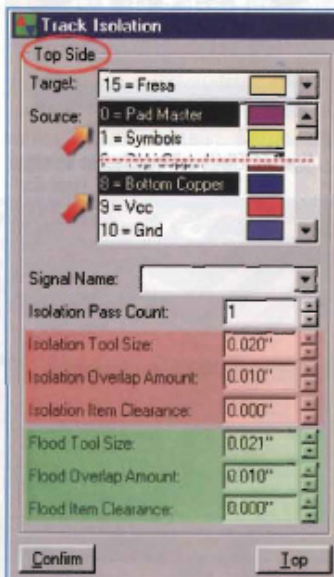


Figura 12: Una delle sezioni della maschera di isolamento

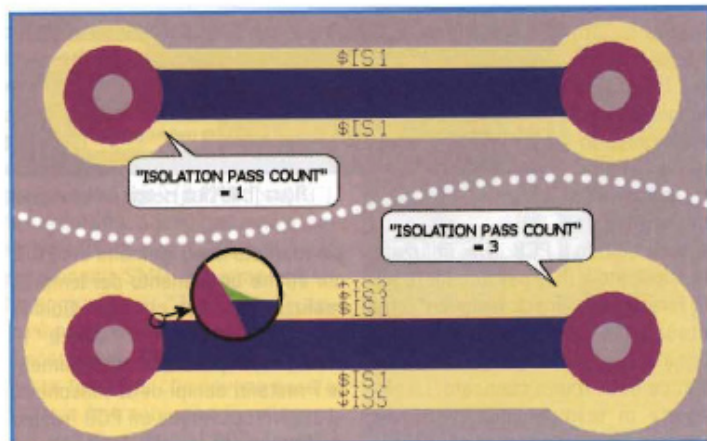


Figura 13:
L'impostazione del campo "Is. Pass Count"
e le aree non fresabili (in verde)

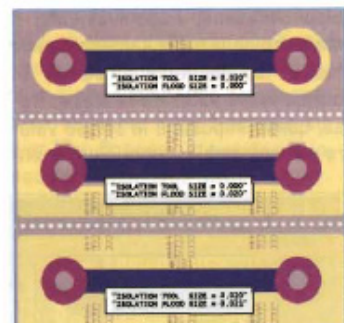


Figura 14: Effetto dell'impostazione dei campi
"Is. Tool Size" e "Is. Flood Size"

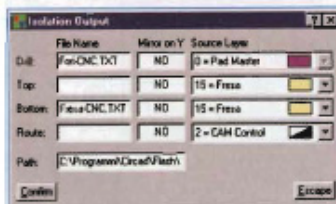


Figura 15: Impostazione della maschera per la
creazione dei file HPGL

do di utilizzare una fresa da 0.5 mm, indicate il valore "0.020" (20 mils) nel campo "Isolation Tool Size" ed il valore "0.021" (21 mils) nel campo "Flood Tool Size". Questa minima ed artificiosa differenza tra i due valori permetterà di distinguere, nel file HPGL che creeremo successivamente, la fresatura di "isolamento" da quella di "pulizia". Al contrario, utilizzando frese diverse basterà indicare correttamente il diametro nei relativi campi. Lasciando a zero uno dei due campi, invece, non verrà eseguita la fase di isolamento o quella di pulizia del PCB ed il diametro della fresa dovrà essere indicato correttamente (figura 13). Utilizzando frese di diametro elevata la realizzazione del PCB potrebbe diventare critica, fino a non essere completamente eseguita. Inoltre, tra l'area teorica da fresare e quella effettivamente asportata vi sarà una differenza proporzionale al diametro della fresa, che impedirà di effettuare incisioni in diverse zone del PCB (dettaglio di figura 13). I campi "...Overlap Amount" indicano la sovrapposizione tra due serie di linee di isolamento o di pulizia. Per garantire una buona fresatura, dovrebbero essere impostati ad un valore pari al 25-50% del valore indicato nei rispettivi campi "...Tool Size". Lasciando il valore zero si correrebbe il rischio di lasciare sul

PCB dei residui di rame, potenziali fonti di cortocircuito. Nel nostro caso inserite, ad esempio, il valore "0.010" in entrambi i campi. I campi "...Item Clearance", dovranno invece essere lasciati a zero, in quanto rappresentano la distanza alla quale deve iniziare il piazzamento degli elementi di isolamento e pulizia rispetto a quelli del circuito stampato. Quindi, un valore diverso da zero allontanerebbe le linee di fresatura dagli elementi del PCB. Ora, premete "Confirm" per creare gli elementi di isolamento, denominati "SIS1", e le linee di pulizia, indicate con "SFLD" (figura 14). Considerando la quantità di parametri configurabili, vi consiglio di fare diverse prove, impiegando la scorciatoia [UU] subito dopo aver premuto "Confirm" per eliminare gli elementi creati, utilizzando di nuovo [BT] per effettuare ulteriori modifiche dei parametri. Gli elementi creati, potrebbero comunque essere inclusi in un PCB soltanto per evidenziare particolari tracce, magari ad alta tensione. Invece, per creare i file HPGL contenenti i dati per la fresatura, lasciate selezionata l'area del PCB evidenziata ed utilizzate la scorciatoia [B0]. Nella maschera che apparirà inserite innanzitutto nel campo "Path" il valore "C:\Programmi\Circad\Flash\' o indicate una qualsiasi altra cartella che esista già sul vostro computer poiché, in questo caso, Circad non è in grado di creare automaticamente una cartella dove memorizzare i file di fresatura. Impostate tutti i campi "Mirror Y" su "NO", anche se a seconda del programma di controllo della macchina CNC potrebbe essere necessario impostarli su "YES". Cancellate il "File Name" delle righe "Top" e "Route", indicando invece "Fori-CNC.TXT" e "Fresa-CNC.TXT" negli stessi campi delle righe "Drill" e "Bottom" (figura 15). L'estensione ".TXT", rispetto a quella ".PLT" predefinita, permetterà di aprire immediatamente i file,

che sono in formato testo, con il "Blocco Note" di Windows. Per le righe "Top" e "Bottom" valgono le stesse considerazioni fatte per le omonime sezioni della maschera dell'opzione "Track Isolation", pertanto, è possibile impostare una qualsiasi o entrambe le righe. Impiegando un PCB a singola faccia, come nel nostro esempio, utilizzate la riga "Bottom", impostando il layer "Fresa" nel relativo campo "Source Layer". Notate che il layer della riga "Drill" è bloccato sul valore "Pad Master", poiché è su questo layer che, di norma, sono piazzati i pad del PCB, cioè gli unici elementi che devono essere forati. A questo punto, confermate per creare i file di foratura e fresatura del PCB. Come già detto, i file contengono istruzioni in formato HPGL, con comandi particolari propri del formato T-Tech®. In particolare, il file "Fori-CNC.TXT" contiene i comandi per la foratura del circuito stampato e deve essere eventualmente passato alla macchina CNC per eseguire automaticamente tale operazione. I comandi presenti nel file indicano alla macchina CNC le operazioni da compiere (figura 16). In particolare, le istruzioni "PU" ordinano alla fresa di spostarsi nella posizione indicata (in mils) mantenendosi "up" cioè lontano dalla piastra, mentre il comando "PP" indica di eseguire il foro. Infine, l'istruzione "TC" richiede di montare un certo tipo di punta. Nel nostro caso, i pad hanno un foro con un diametro di 40 mils, quindi verrà richiesto di inserire una punta di tipo "40" (circa 1 mm). Suggestivo di eseguire i fori solo dopo aver fresato il PCB. Potrete così controllare l'effettiva posizione rispetto ai pad creati con la fresatura, eventualmente eseguendo delle piccole correzioni, grazie alle funzioni di compensazione e di antepima presenti nella maggior parte dei programmi per la gestione delle macchine CNC. Invece, eseguendo pri-

ma i fori e poi la fresatura si potrebbero avere dei disallineamenti tra il centro dei pad scontornati ed i fori già eseguiti. Il file "Fresa-CNC.TXT", invece, contiene i comandi HPGL per la fresatura dei pad e delle tracce del circuito stampato (figura 17). Anche in questo caso le istruzioni indicano quali azioni dovrà compiere la macchina CNC. Sono presenti, infatti, i comandi "TC" e "PU" già visti nel file di foratura, mentre troviamo per la prima volta le istruzioni "PD" e "AA". Il comando "PD" ha lo stesso significato di "PU", ma in questo caso il movimento della fresa avviene quando la stessa si trova "down", cioè a contatto con la piastra, asportando il rame. Il comando "AA", invece, esegue un arco di circonferenza a partire dal punto in cui si trova la fresa, che terminerà alle coordinate indicate nel comando stesso, ruotando di un certo numero di gradi. Analizzando il file troverete un comando "TC21", che richiede di montare una fresa di tipo "21" e rappresenta l'inizio della fase di pulizia del PCB. Se aveste lasciato lo stesso valore nei

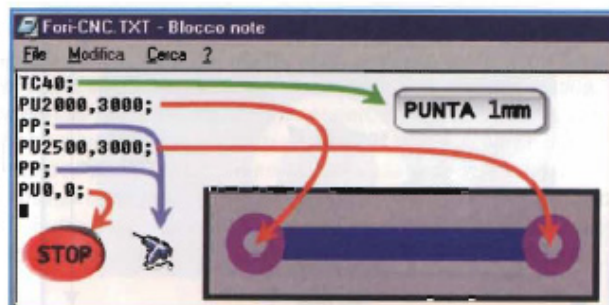


Figura 16: Le istruzioni per la foratura del PCB

"Isolation Tool Size" e "Flood Tool Size", non sareste riusciti a distinguere la fase di isolamento da quella di pulizia, poiché non sarebbe stato inserito alcun comando "TC". Tale divisione è molto utile quando il programma di gestione della macchina CNC permette di associare a ciascuna fresa una diversa velocità di movimento. Nel nostro esempio, occorrerebbe impostare una velocità più bassa per la fresa di tipo "20" utilizzata durante la fase più critica, cioè quella di isolamento. Come avete visto, l'opzione "Isolation Output" ha trasformato le linee e gli archi contenuti nel layer "Fresa" in comandi HPGL. Allo stesso modo è possibile ottenere le istruzioni per eseguire qualsiasi altro tipo di fresatura per realizzare, ad esempio, un pannello od un elemento meccanico. Ad esempio,

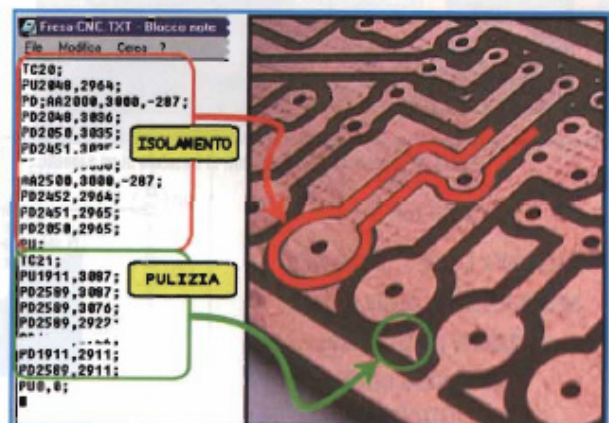


Figura 17: Le istruzioni per la fresatura del PCB (foto di esempio)

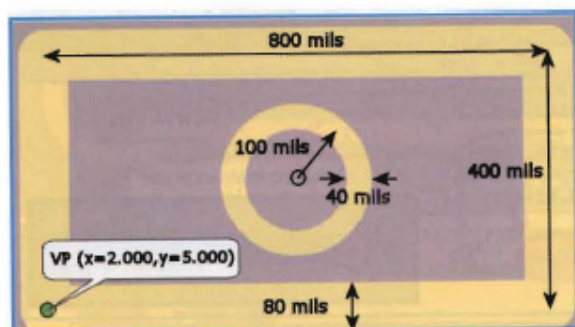


Figura 18: Esempio di pannello da realizzare mediante fresatura

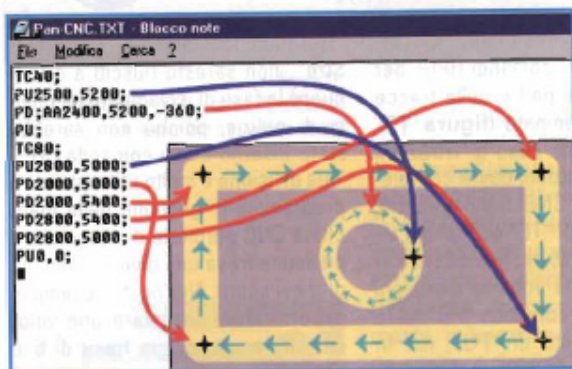


Figura 19: Le istruzioni per la fresatura del pannello

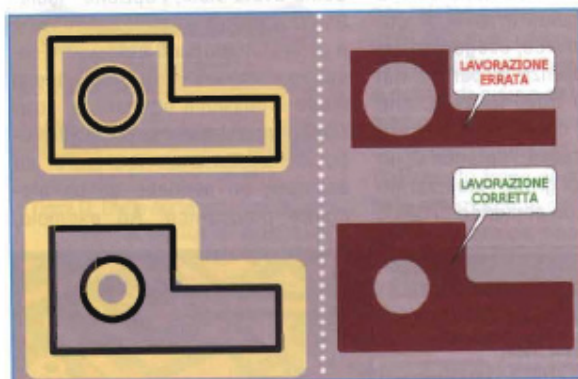


Figura 20: La posizione degli elementi di fresatura di un pannello

Il software Circad è disponibile nelle versioni in lingua inglese ed italiana presso il sito www.circad.net oppure 0376.449868.

sempre nel file "Fresa.PCB", utilizzate la scorciatoia [PL] per tracciare (figura 18) sul layer "Fresa" un rettangolo di 800x400 mils, spesso 80 mils, con il vertice inferiore sinistro posto alle coordinate $VP(x=2.000, y=5.000)$. Quindi, con [PA] posizionate nel centro del rettangolo e sempre sullo stesso layer, un cerchio con un raggio di 100 mils, spesso 40 mils. Ora, con [BG] evidenziate un'area che racchiuda il rettangolo, scegliendo come punto di riferimento un punto qualsiasi, quindi utilizzate di nuovo la scorciatoia [BO], impostando i campi come visto in precedenza, cambiando il nome del file "Bottom" in "Pan-CNC.TXT" ed eliminando il nome del file "Drill", poiché in questo caso non sono presenti elementi sul layer "Pad Master". Confermate, quindi aprite il file "Pan-CNC.TXT" appena creato. Le istruzioni contenute (figura 19), anche in questo caso indicano di muoversi lungo gli elementi appartenenti al layer "Fresa". Quindi, posizionando sul piano di lavoro della macchina CNC un pannello in alluminio, al termine della lavorazione lo stesso risulterà scontornato e forato. Il foro non verrà praticato mediante perforazione, come visto per il PCB, ma fresando il pannello lungo circonferenza del cerchio. Quindi, nel posizionare linee e cerchi come percorso di fresatura per la realizzazione di un pannello va considerato il diametro della fresa impiegata, altrimenti si otterrebbe una lavorazione errata (figura 20).

6. È veramente tutto!

Per trattare in modo dettagliato tutti gli aspetti di Circad non basterebbe un libro, ma in queste puntate spero di avere toccato gli argomenti più interessanti, suscitando curiosità ed interesse verso questo programma semplice ed intuitivo, dotato di grandi potenzialità, assolutamente affidabile e straordinariamente flessibile. Per qualsiasi problema, informazione o semplice curiosità, non esitate a contattarmi.

michele.guerra@elflash.it