

Alla scoperta di

Quinta ed ultima parte



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, piezere

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

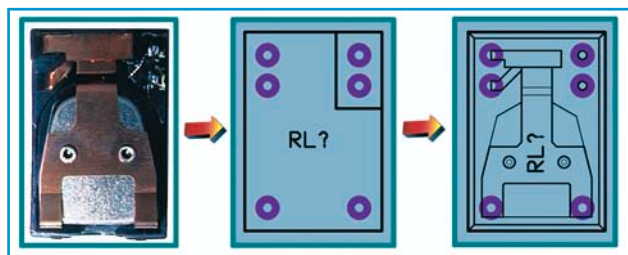


figura 1: Una serigrafia dettagliata rende più realistico un componente PCB

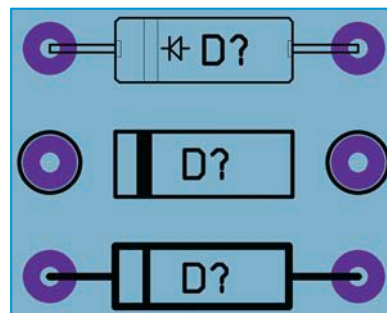


figura 2: Esempi di "stili" di serigrafie



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-

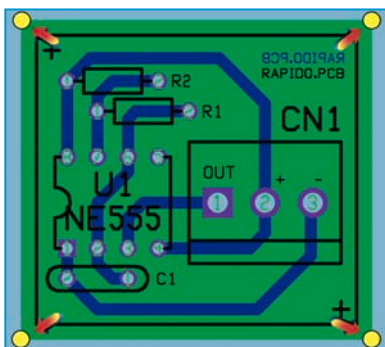


figura 4: I punti da selezionare per inserire lo sfondo a colori

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

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

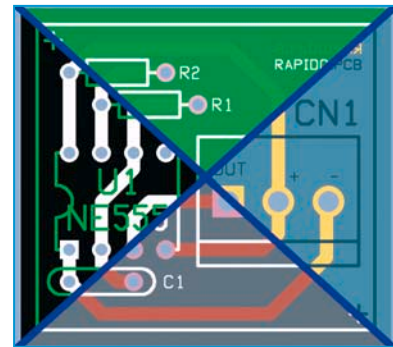


Figura 5: Alcuni esempi di colori alternativi per la stampa

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

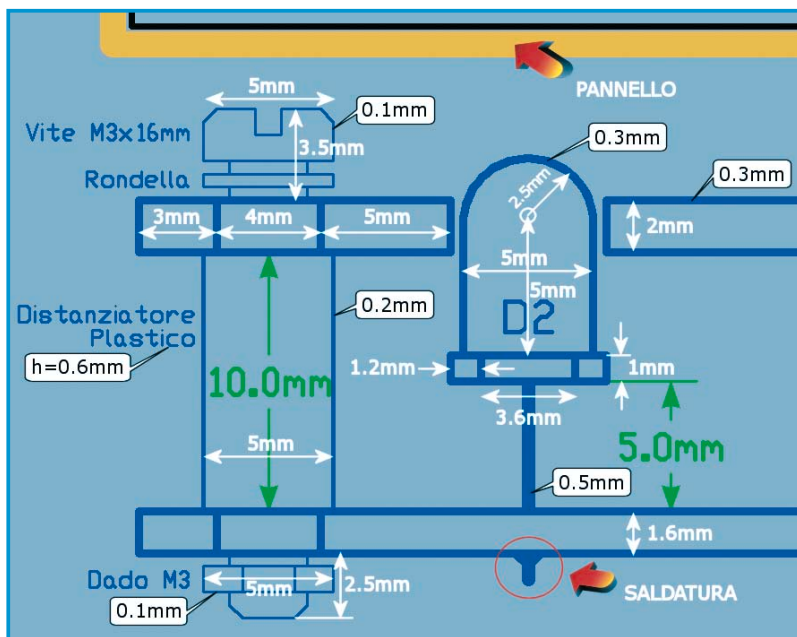


Figura 6: Il piano di montaggio. Cerchiato in rosso l'effetto "saldatura"

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-

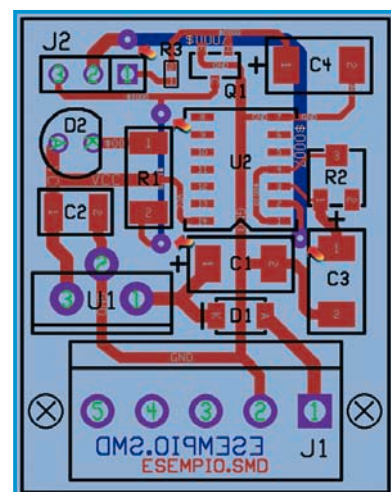


Figura 8: Un circuito SMD creato usando solo il lato componenti. In evidenza i ponticelli

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 "EsemplioSMD.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

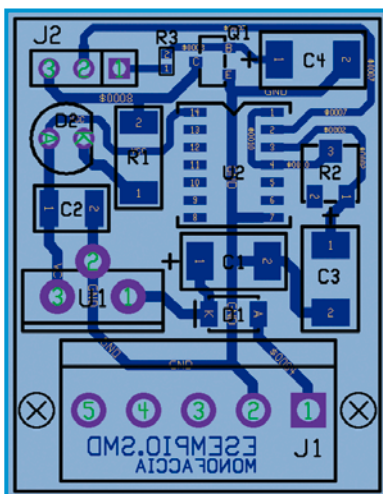


Figura 9: Un circuito SMD creato usando solo il lato saldature

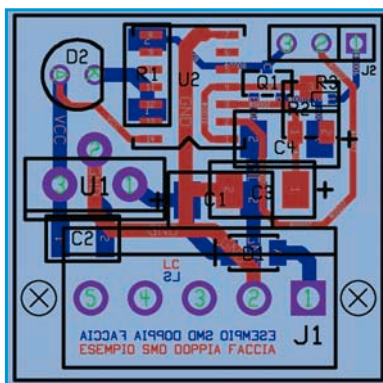


Figura 10: Esempio di circuito SMD su una piastra a doppia faccia

"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". Collegare i due pad con una linea di segnale spessa 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

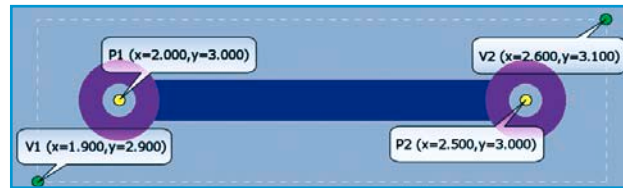


Figura 11: Il PCB di esempio per la fresatura

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-

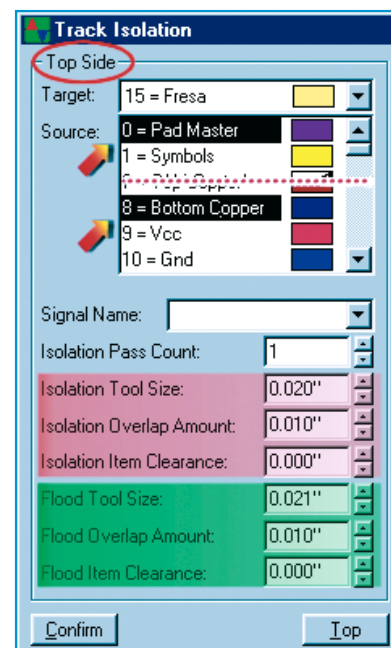


Figura 12: Una delle sezioni della maschera di isolamento

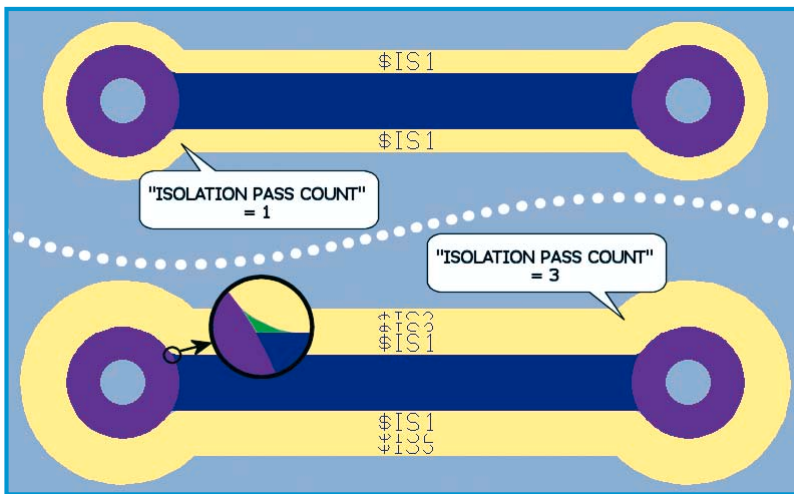


figura 13:
L'impostazione del campo "Is. Pass Count" e le aree non fresabili (in verde)

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 indicarne 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 elevato 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 "\$IS1", e le linee di pulizia, indicate con "\$FLD" (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 [BO]. 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,

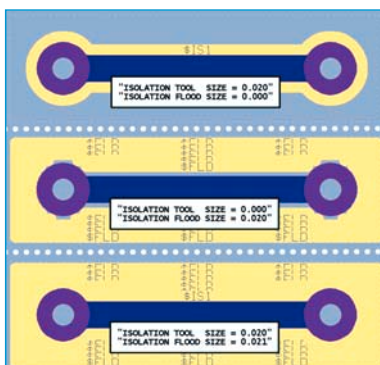


Figura 14: Effetto dell'impostazione dei campi "Is. Tool Size" e "Is. Flood Size"

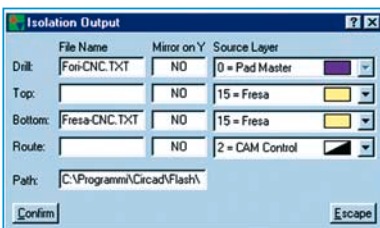


Figura 15: Impostazione della maschera per la creazione dei file HPGL

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). Suggerisco di eseguire i fori solo dopo aver fresato il PCB. Potrete così controllarne 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 c a m p i

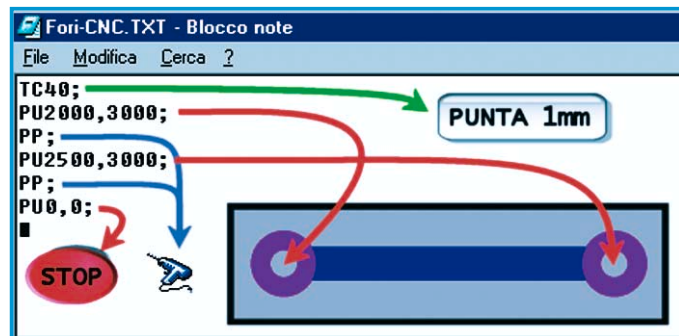


Figura 16: Le istruzioni per la foratura del PCB

"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,

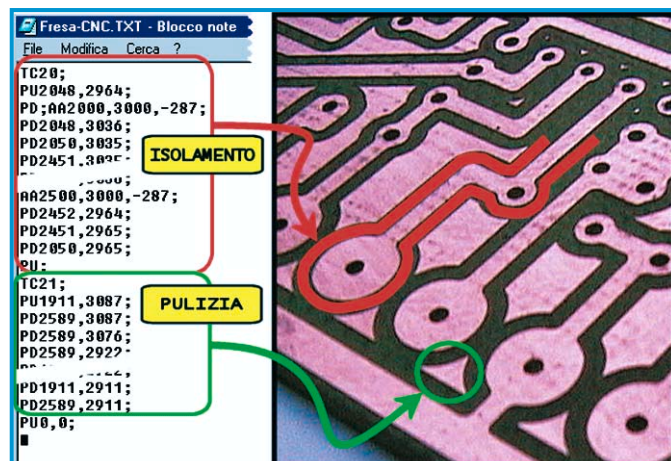


Figura 17: Le istruzioni per la fresatura del PCB (foto di esempio)

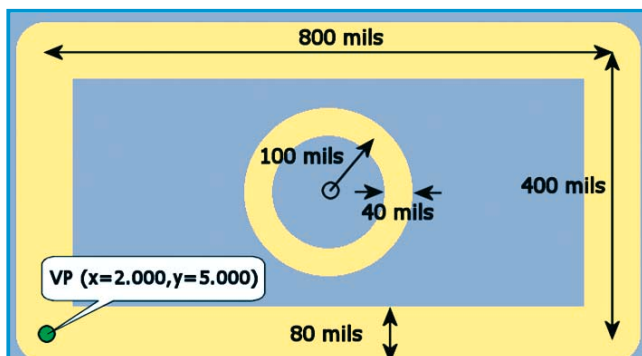


Figura 18: Esempio di pannello da realizzare mediante fresatura

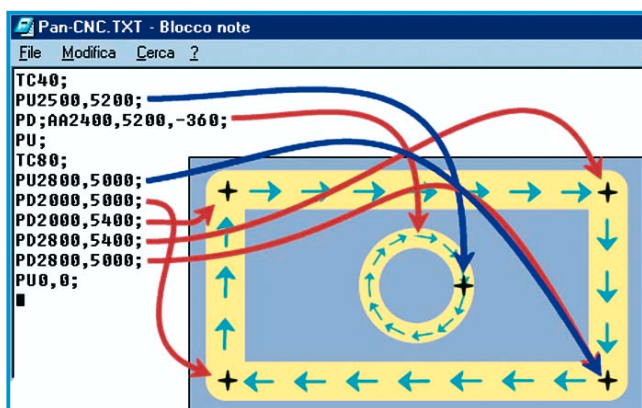


Figura 19: Le istruzioni per la fresatura del pannello

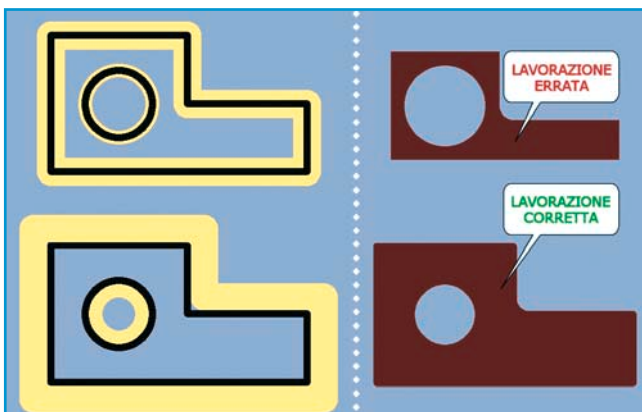


Figura 20: La posizione degli elementi di fresatura di un pannello

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