

Le cinque regole d'oro per i vostri circuiti stampati

Un ricettario pratico

di Daniele Danieli

La realizzazione concreta dei circuiti stampati (PCB) passa obbligatoriamente per la fase di sbroglio delle piste: chiunque abbia progettato uno stampato piccolo o grande che sia ha avuto modo di rendersi conto che di sovente ci si confronta con esigenze anche molto diverse sotto tale aspetto. Il disegno del layout infatti, ovvero la disposizione delle tracce in rame, dipende non solo dal posizionamento dei componenti ma anche dalla tipologia di package impiegati per i dispositivi così come dal gradiente termico che ci attende durante il funzionamento della scheda, dall'ammontare delle correnti e tensioni coinvolte, oltre naturalmente dalla frequenza dei segnali e dalla impedenza ad essi presentata. Fattori multipli dunque che richiedono una certa attenzione quando si voglia ottenere l'obiettivo di un PCB in grado di non alterare l'operatività del circuito elettronico che è chiamato a supportare né sul breve termine né a distanza di anni. Dato che i processi di realizzazione degli stampati sono oggi a portata di ogni appassionato, dai software CAE alle aziende in grado di produrre pochi esemplari a costi più che accettabili, diviene un vero peccato rovinare un lavoro, non di raro articolato, perché si sono sottovalutati alcuni dettagli. Avendo per ragioni professionali seguito l'iter di sviluppo di varie schede riporto i principali ostacoli che ho avuto modo di incontrare e le tec-

niche che hanno permesso di superarne le problematiche nell'auspicio che siano di aiuto ai molti autocostruttori.

Regola 1, evitare il copper-peel

E' questa una delle complicazioni più serie e che, purtroppo, sono più subdole con il passare del tempo. Si tratta del distacco di una parte della traccia dal laminato della scheda, un evento che compromette seriamente l'affidabilità del circuito e che può determinare anche l'interruzione nel percorso elettrico della traccia risultando in una rottura netta. I motivi che portano a tale evento sono di natura termica, meccanica, o più di frequente dalla combinazione di questi due fattori. Si tratta in ogni caso di uno stress a carattere locale che sollecita parte della placcatura metallica con la conseguenza di portarla a distaccarsi dal materiale isolante su cui è depositata. Questo tipo di fenomeno non è certo nuovo ma l'avvento di nuovi processi di saldatura conformi alla direttiva RoHS ha reso l'inconveniente più comune in ragione della maggiore temperatura richiesta per operare con le leghe prive di piombo. La tipica saldatura eseguita con la vecchia lega stagno e piombo 60/40 avveniva infatti a 183 °C, le moderne leghe invece fanno una temperatura di fusione entro il range di 217~227 °C.

L'aumento è dunque sull'ordine dei 40 °C, un gap significativo. A questo va aggiunto che la temperatura presente sulla punta dell'utensile è ancora maggiore, 300 °C o più sono la norma. Come intuibile il processo di saldatura, soprattutto se compiuto manualmente oppure ripetuto per effettuare riparazioni o sostituzioni di componenti, genera uno stress termico elevato sulle tracce che può giungere a causare il copper-peel di una parte della pista interessata all'intervento. In prima approssimazione le tracce più sensibili al distacco dal laminato sono quelle a minore larghezza, che pertanto offrono un'area ridotta per la placcatura della superficie. I punti delicati di tali tracce sono in prossimità dei pad per i componenti e più in generale dove vi è una brusca modifica della larghezza di una pista, indice di un corrispondente passo nella resistenza termica del metallo che va a determinare un stress meccanico localizzato. Per quanto indicato è consigliabile sempre adottare misure non minime nella larghezza delle piste e protocolli adeguati durante la saldatura manuale. Ciò in realtà non è sempre possibile da tradurre in pratica. Le piste devono infatti molte volte percorrere dei tratti districandosi tra i dispositivi presenti nella scheda; linee troppo larghe possono di fatto rendere impossibile lo sbroglio dello stampato lasciando allo sviluppatore la sola opzione di tracce sottili od anche molto sot-

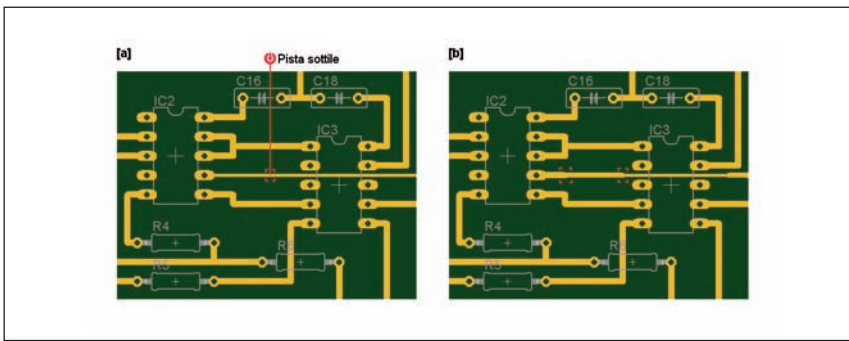
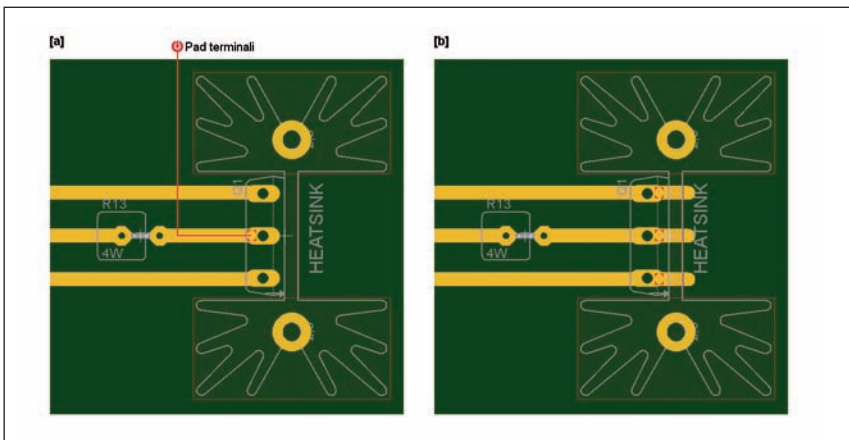


Fig. 1 - a) Particolare di una scheda con sottili tracce di connessione in rame collocate tra i pad di un circuito integrato, punto debole per il copper-peel.
b) Disegno della stessa scheda migliorato grazie all'aumento di parte della traccia di connessione eseguendo la tecnica necking.

tili. Non va dimenticato infine che dove vi sono svariati componenti in uno spazio ridotto il controllo puntuale della saldatura è assai difficile. Per tali motivi è preferibile realizzare il layout affinché incorpori degli stratagemmi che minimizzano le problematiche descritte. Consideriamo il circuito di **figura 1a** come esempio. Si noti che nel percorso che collega il pin 7 di IC2 si è obbligati ad utilizzare una traccia molto fine, l'unico mezzo per passare tra i pad dei circuito integrato IC3 mantenendo il necessario margine di guardia. Un layout di questo tipo si dimostra elettricamente corretto ma meccanicamente tutt'altro che ottimale esponendo a facili rotture. Il primo intervento per migliorare la situazione è l'adozione della tecnica nota come necking che consiste nell'usare un tratto sottile solo dove è ne-

cessario per poi aumentarne la sezione nel rimanente percorso. Si riesce così a ridurre la possibilità di rotture o distacchi per shock, l'affidabilità del PCB ne viene dunque rafforzata. Ma ad una analisi accurata si individuano ulteriori aspetti critici. I punti che segnano la transizione tra pad e traccia presentano un rapporto dimensionale ancora elevato, il calore in queste aree circoscritte per effetto della relativa alta resistenza termica può causare tensioni superficiali tra metallo e laminato. La soluzione in questo caso è di rendere la transizione meno pronunciata suddividendo il cambio di larghezza in due gradi distinti. La **figura 1b** mostra la modifica descritta. L'adozione di tali semplici misure preventive assume particolare rilevanza nelle parti dello stampato che ospitano un'elevata densità

Fig. 2 - a) Particolare di una scheda con tracce di connessione che portano ai pad di un transistor di potenza, circostanza che può originare il copper-peel.
b) Disegno della stessa scheda divenuto più affidabile aggiungendo minimi tratti di piste fittizie



tà di componenti, specialmente quando i package di questi sono SMD.

Vi è comunque un'ulteriore scenario da considerare ovvero con un componente non fissato unicamente allo stampato. È il caso ad esempio di un dispositivo, che può essere un MOSFET come un circuito integrato (IC) od altro, attaccato ad una aletta di raffreddamento. Vi sono ora due ancoraggi per un tale dispositivo, i terminali sono saldati al PCB mentre il corpo è bloccato ad una struttura metallica. Se stampato ed aletta di raffreddamento sono tra loro solidali con i cicli termici di funzionamento inevitabilmente i terminali subiscono ripetute forze di trazione essendovi pur minime modifiche dimensionali dovute al coefficiente termico dei materiali. In parole più semplici si corre il rischio che i pin del componente "strappino" via i pad in rame dove vengono saldati. La **figura 2a** propone il transistor di potenza Q1 con terminali a foro passante posizionato in verticale sul bordo di una scheda, locazione ideale per alloggiare un dissipatore soprattutto se di medie o grandi dimensioni relative. Come si osserva i pad del componente sono le tradizionali piazzole da cui dipartono le piste, una condizione critica poiché vi è una netta asimmetria nel modo in cui gli stress fisici vengono assorbiti. La soluzione, piuttosto banale ma forse proprio per questo disattesa il più delle volte, consiste nel fare proseguire per alcuni millimetri le piste oltre i pad nel modo evidenziato nella **figura 2b** con l'effetto di ridistribuire l'eventuale trazione meccanica che ora non si concentra più in un solo punto debole. Quanto può incidere questa problematica ho potuto constatarlo nella riparazione dello stadio alimentatore di un apparato radio che presentava il difetto di spegnersi dopo un periodo di funzionamento per poi riprendere a funzionare a distanza di una manciata di minuti. Apparentemente il comportamento di una protezione di qualche tipo, oramai sempre integrate negli

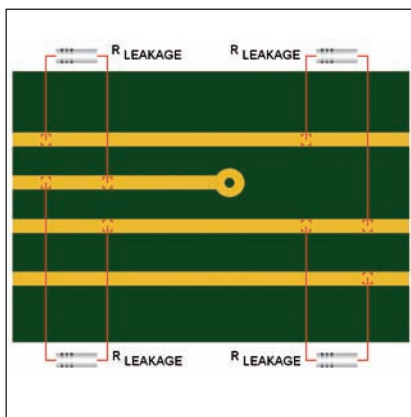


Fig. 3 - Delle piste vicine in uno stampato sono sempre connesse da una resistenza di perdita di valore elevato ma non infinito.

alimentatori di potenza, ma dopo svariate indagini si è scoperto che più semplicemente un dispositivo sottoposto all'elevato calore "allungava" i terminali portando con se anche i pad che si staccavano dallo stampato. Una volta raffreddato si ristabiliva il contatto elettrico. Senz'altro una lezione da assimilare.

Regola 2, deviare le correnti di perdita

Il materiale base che costituisce lo stampato, la classica fibra di vetro, è un isolante elettrico di buona qualità. Ciò non toglie che la resistenza superficiale assuma valori certo elevati ma non tali da essere sempre ignorati nel caso il circuito operi ad alta impedenza. In particolare tale resistenza, causa di correnti di perdita, è dipendente non solo dalle caratteristiche del laminato ma anche e soprattutto dalla contaminazione chimica della superficie dovuta a residui di trattamento, particelle ivi depositate, umidità. A tutti gli effetti dunque delle tracce fisicamente vicine nel PCB come in **figura 3** risultano connesse da resistenze, $R_{leakage}$, intrinseche alla struttura della scheda. Gli inconvenienti a livello pratico possono assumere importanza notevole sia per il valore stesso della corrente di perdita che per la sua non predicibilità. Infatti risulta impossibile quantificare a priori l'ammontare del problema. Valu-

tare questo fenomeno pensando al caso peggiore è dunque il passo migliore per affrontare la questione. Come riferimento generico si consideri il fenomeno su queste grandezze: laminati perfettamente puliti e posti in ambiente protetto con tracce tra loro vicine si possono ritenere connesse da una resistenza di perdita sull'ordine dei $G\Omega$ (1000 $M\Omega$), per laminati ben puliti ma installati in ambiente non protetto la resistenza scende sui centinaia di $M\Omega$, per finire laminati di bassa qualità oppure non adeguatamente puliti propongono una resistenza sull'ordine delle decine di $M\Omega$ od anche inferiore.

Con tali dati il progettista può compiere una stima degli errori causati dalle correnti diffuse nel PCB. Ad esempio considerando un circuito alimentato a 5 volt la linea che porta questa tensione può verosimilmente causare una corrente indesiderata sull'ordine di 5~50 nA verso tracce non protette. Valori come quelli indicati sono confrontabili direttamente con le correnti di polarizzazione di taluni dispositivi. Per rimanere tra le situazioni tipiche il punto di bias di un amplificatore operazionale, di uno stadio MOSFET o CMOS, con resistenze di alto valore ai terminali di ingresso può venire alterato sufficientemente per portare l'uscita ad un valore errato sull'ordine della frazione di volt. Situazione inaccettabile per molti sistemi. Naturalmente circuiti a bassa impedenza o che adottano nelle linee di polarizzazione partitori o reti resistive di basso valore risentiranno invece in modo del tutto trascurabile dell'effetto descritto.

Ridurre a zero le correnti di perdita non è fattibile essendo la resistenza di dispersione in certa misura intrinseca al materiale dello stampato. La soluzione parziale è comunque relativamente semplice consistendo nell'effettuare una accurata, veramente accurata, pulizia del PCB prima e dopo la saldatura dei componenti. L'adozione di solventi con minimi residui e l'uso di un prolungato lavaggio in acqua pura e deionizzata sono da ritenersi

prassi che danno ottimi risultati. Ma attenzione, questo non necessariamente si ripercuote su scale temporali estese. Se la scheda è soggetta a condizioni ambientali non ideali come polvere, contaminanti, gas, il problema degenera progressivamente ed una scheda che opera perfettamente oggi potrebbe sentire di una operatività fuori specifiche tra alcuni anni. Per questo lavorando in laboratorio su circuiti ad alta impedenza è utile verificare se ed in che modo i residui chimici sul laminato influenzano le prestazioni. Allo scopo è sufficiente confrontare delle misure prima e dopo aver passato tra le diverse linee sensibili un bastoncino cotonato imbevuto di una minima quantità di solvente neutro. Questa prova fornisce indicazioni reali sul mantenimento nel tempo delle caratteristiche funzionali delle vostre realizzazioni.

Ma dato che portare a zero le correnti di perdita non è fattibile esistono strategie di contrasto? Fortunatamente sì, in un circuito dove sono coinvolte impedenze molto elevate, come ad esempio negli stadi di condizionamento per l'elaborazione di segnali provenienti da fotodiodi e sensori strain-gauge, è possibile progettare la scheda integrando specifici accorgimenti al fine di schermare i terminali sensibili da derive e rumori (Pickup-noise) captati dall'ambiente elettrico circostante a causa del non perfetto isolamento del laminato impiegato. Le tecniche costruttive che attuano le protezioni dalle correnti di perdita nei PCB sono dette guarding. Per illustrare nel concreto tale concetto prendiamo ad esempio gli schemi che utilizzano gli amplificatori operazionali (OP), ovvero dispositivi caratterizzati da terminali di ingresso ad elevatissima impedenza. Le correnti di dispersione che attraversano la superficie di uno stampato possono facilmente eccedere le piccole correnti di polarizzazione dei dispositivi attuali, un fattore non trascurabile pertanto. Al fine di evitare questo inconveniente si deve disegnare

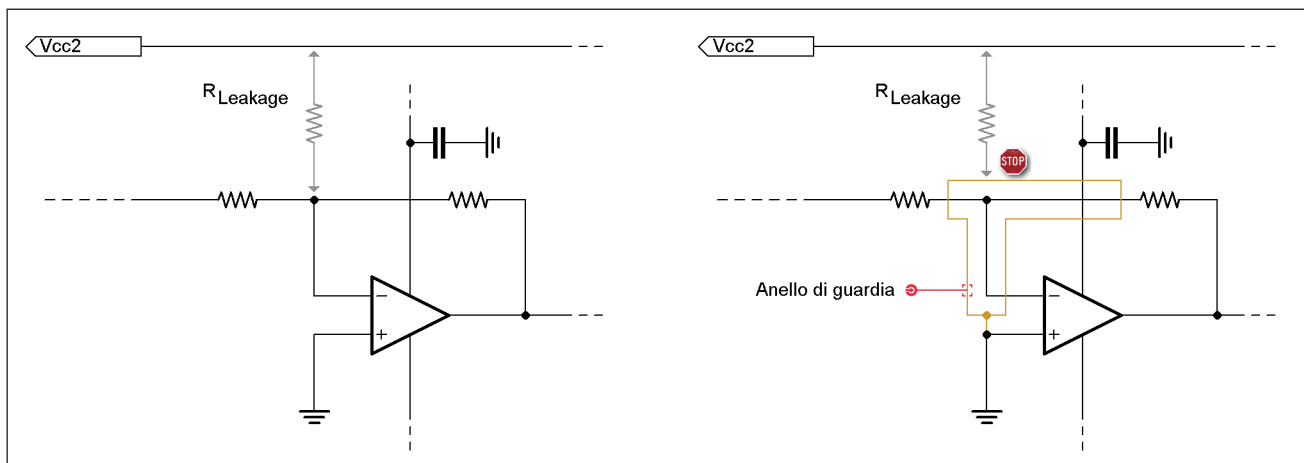


Fig. 4 - Configurazione invertente di un amplificatore operazionale senza e con anello di guardia sul terminale sensibile.

con molta attenzione le tracce di collegamento in modo che si venga a creare un anello in rame che circondi completamente i terminali d'ingresso del componente alla stregua di una protezione perimetrale. Si deve poi avere cura di collegare questo anello di guardia ad un punto a bassa impedenza che si trovi al medesimo potenziale elettrico del segnale di ingresso, una linea equipotenziale in altre termini che intercetti le correnti parassite senza farle giungere ai terminali sensibili. Per rimanere all'esempio in relazione alla principale tipologia di utilizzo degli OP, la configurazione invertente, gli schemi di **figura 4** mostrano la collocazione dell'anello di guardia citato poc'anzi e la sua azione nei confronti dell'ambiente circostante qui reso da una traccia (VCC2) vettore di una tensione di disturbo.

Come si osserva la corrente di perdita causata da una linea vicina nell'attraversare il PCB può giungere al terminale di ingresso (-IN) dell'amplificatore, ciò causa un spostamento (Bias-drift) nella polarizzazione oppure un segnale spurio a livello BF in relazione alla tensione di disturbo ed alla variabilità nel tempo della resistenza parassita nel laminato. Il rimedio consiste nell'aggiungere un anello chiuso attorno al nodo

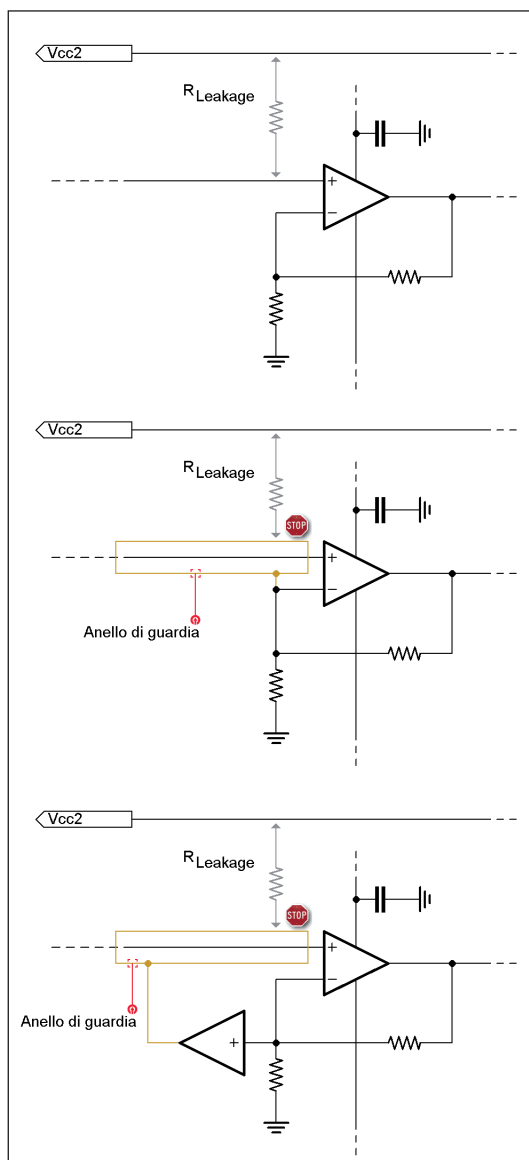


Fig. 5 - Configurazione non invertente di un amplificatore operazionale senza e con anello di guardia sul terminale sensibile. L'ultimo schema concerne un miglioramento del circuito con un buffer per pilotare l'anello di protezione con una bassa impedenza.

che porta al terminale dell'operazionale oltre ai componenti ad esso relativi e nel collegare questo al potenziale dell'ingresso non invertente, un punto a bassa impedenza essendo collegato a massa. La protezione garantisce che le correnti di dispersione sul PCB vengano intercettate senza che possano interagire con la parte attiva del circuito. Per la tipologia non invertente di utilizzo degli OP la situazione è analoga ma non esattamente uguale. Gli schemi di **figura 5** mostrano la collocazione di principio dell'anello di guardia in questo specifico caso. Di nuovo la corrente di perdita causata da una linea vicina nell'attraversare lo stampato può giungere al terminale di ingresso dell'amplificatore ed il rimedio consiste nell'aggiungere un anello chiuso attorno al nodo sensibile oltre ai componenti ad esso relativi. Tuttavia la tipologia non invertente ha peculiarità specifiche. Se infatti il potenziale sul terminale invertente è adatto per creare l'anello di protezione non altrettanto è l'impedenza locale e soprattutto quando le tracce sul PCB sono di significativa lunghezza si preferisce aggiungere un buffer dedicato che piloti la traccia di guardia con una impedenza molto bassa. Ciò complica naturalmente il circuito che

si avvantaggia però di un controllo ben più efficace verso possibili sorgenti di disturbo. La **figura 5** nel terzo schema mostra questa variante, spesso usata in ambito professionale ma disattesa immotivatamente nei progetti amatoriali.

Quale dimostrazione concreta della tecnica consideriamo uno stampato dove è presente un dispositivo LTC6241, si tratta di un amplificatore CMOS a basso rumore in package SMD caratterizzato da una corrente di bias agli ingressi che tipicamente è di soli 0.2 pA e dunque ben due ordini di grandezza inferiore rispetto una corrente di perdita che si venga a creare sul laminato a causa, ad esempio, delle linee di alimentazione prospicienti. Il circuito implementa uno stadio a guadagno unitario di tipo non invertente, l'anello di protezione va dunque pilotato direttamente dal terminale di uscita (pin 1) che ha uguale potenziale. La **figura 6** ne mostra la realizzazione di principio mettendo in luce l'estrema facilità nel tradurre in pratica la strategia di sicurezza descritta; per fornire ulteriore chiarezza alla parte qui rilevante dello stampato è stato aggiunto il simbolo elettrico che da nozione circa la connessione interna del dispositivo IC4. Un paio di specificità legate alle tracce di guarding sono inoltre da rammentare: qualora i componenti siano a montaggio tradizionale l'anello di protezione va creato su entrambi i lati della scheda ed interconnesso tramite una o più vias, ciò naturalmente non è necessario qualora si faccia uso di

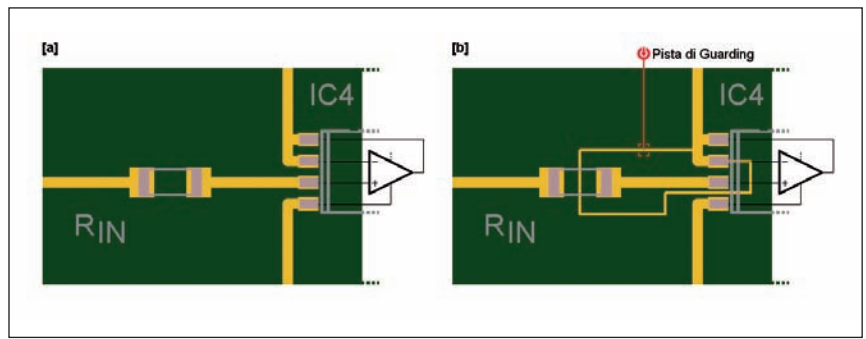


Fig. 6 - a) Particolare di una scheda con amplificatore operazionale connesso a guadagno unitario. **b)** Disegno della stessa scheda che implementa la protezione dalle correnti di perdita parassite tramite la presenza di un anello di guardia.

componenti SMD. Inoltre in ogni caso l'area in rame destinata al guarding non deve essere coperta con il solder mask, questo aspetto è tassativo.

Regola 3, attenzione alle tensioni tra le piste

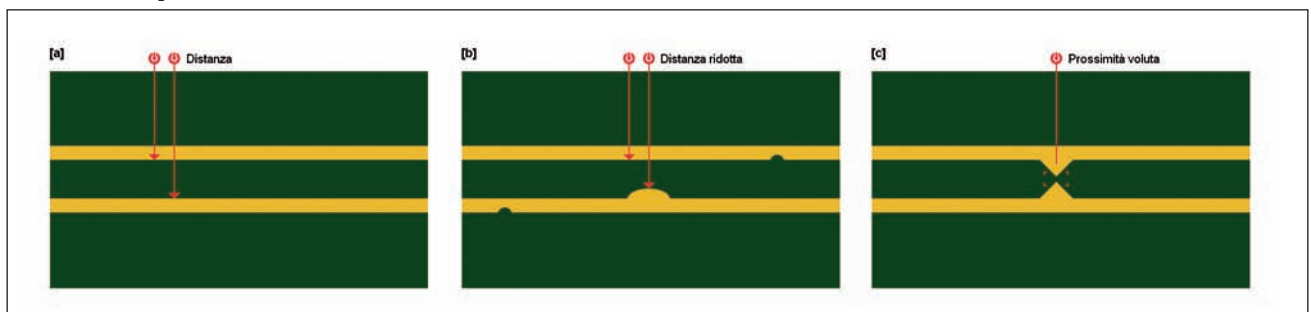
Gli stampati cui sono applicate anche solo medie tensioni, dalle decine di volt a salire, richiedono una attenta cura nello sbroglio delle tracce. Questo sia che le linee vengano coinvolte direttamente da tali potenziali oppure siano vicine ai punti maggiormente critici. Nel definire per i progetti che stiamo sviluppando la distanza minima tra due o più tracce sul PCB, come generalizzato in **figura 7a**, non ci si può infatti permettere di trascurare la massima differenza di tensione che vi verrà applicata. Tale considerazione è certo banale, si comprende immediatamente che linee più distanziate consentono di trattare tensioni più elevate con la dovuta sicurezza, ma

non è scontato rendere concretamente questo principio stante le differenti variabili e tra queste, per noi molto importanti, la pulizia superficiale della scheda e la precisione di taglio delle aree in rame – dettaglio quest'ultimo su cui ritorneremo più avanti. In **tabella 1** riporto i limiti che gli standard ingegneristici pongono come valore di picco per tensioni continue (DC) ed alternate a frequenze basse (AC) in funzione della separazione tra le piste sullo stampato. Si tratta di informazioni guida di carattere universale, valide per le piste presenti sugli strati esterni del PCB. Diverso

Tabella 1

Distanza tra le piste	Massima tensione applicabile
0.1 mm	30 volt DC/AC
0.2 mm	55 volt DC/AC
0.5 mm	120 volt DC/AC
1.0 mm	180 volt DC/AC
1.5 mm	320 volt DC/AC
2.0 mm	410 volt DC/AC
2.5 mm	500 volt DC/AC

Fig. 7 - a) Tra due piste in uno stampato si possono applicare differenze di potenziale fino ad un valore massimo in relazione alla distanza fisica tra i bordi prospicienti. **b)** La distanza efficace viene a ridursi, in termini pratici, dalla presenza di sbavature e/o imperfezioni sullo strato in rame. **c)** Implementare aree ravvicinate tra le piste realizza la funzione di scaricatore da extratensioni di picco.



è infatti il caso per le schede multistrato con piani conduttori interni al laminato: qui le tensioni possono essere significativamente maggiori in virtù del migliore isolamento ma per fornire cifre complete e coerenti si dovrebbe allargare l'analisi ad aspetti tecnici che vanno oltre la sintetica descrizione di questo articolo.

Si intende che i valori indicati in **tabella 1** devono reputarsi come estreme condizioni elettriche. Per assicurare l'affidabilità anche in presenza di possibili difetti di fabbricazione e di situazioni d'uso non ideali è senz'altro preferibile adottare un ampio margine di sicurezza rivedendo verso il basso le tensioni massime. Questo suggerimento in ambito hobbistico è pressante e date le molte tecniche a disposizione per ottenere i PCB, dall'asportazione meccanica del rame tramite macchine CNC al trasferimento da fogli press-n-peel, i processi coinvolti non potrebbero essere più disomogenei. Ogni soluzione espone a particolarità che possono coinvolgere imperfezioni superficiali, si veda l'esempio di **figura 7b**, con sbavature e/o alterazioni rispetto il disegno teorico del layout. Ecco che in tali circostanze la distanza reale, dunque efficace, tra le piste può essere appena una frazione di quanto abbiamo impostato da progetto. Se operando a 5 volt questo non si traduce automaticamente in un problema qualora la scheda funzioni a 50, 100 volt od oltre l'eventualità di un guasto diviene tutt'altro che remota. E' utile fare un inciso, non sempre avvicinare oltre misura delle tracce sullo stampato è frutto di un errore involontario. Un esempio notevole lo si incontra nella costruzione di una sonda attiva per strumenti di misura della HP (ora Keysight Technologies) che incorpora nel primo stadio delle aree a punta, molto ravvicinate similmente alla **figura 7c**, con la funzione di scaricatore ad arco per basse tensioni – un espediente questo che può affiancare, od anche sostituire, l'impiego di tradizionali componenti a gas garantendo una protezione extra

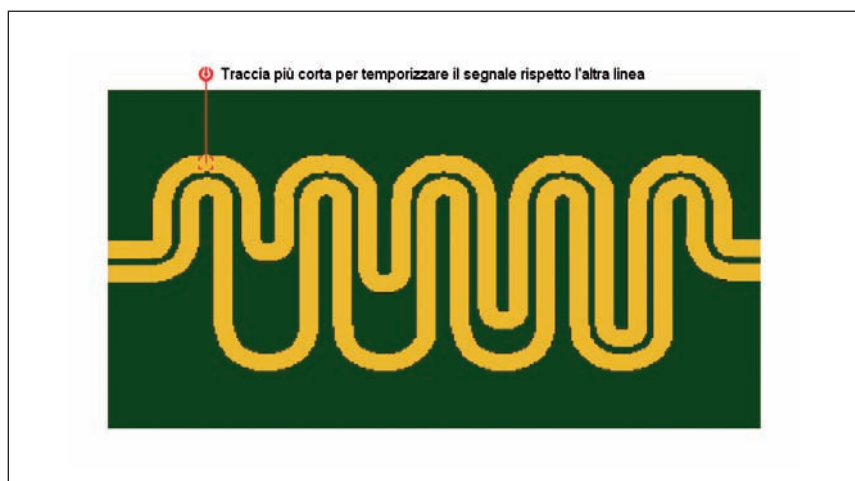


Fig. 8 – Esempio di linee con serpeggiamento di specificata lunghezza al fine di gestire precise temporizzazioni nei segnali.

da eventuali manovre errate da parte dell'utilizzatore. Se desiderate sperimentare questa metodologia tenete presente che richiede una elevata risoluzione nel definire forma e gap delle punte oltre che sollecitare una ispezione visuale ad alto ingrandimento per verificarne la conformità.

Regola 4, sfruttare la tracciatura meander

I software che ci permettono di disegnare uno schema elettrico e di seguito derivarne il layout per lo stampato sono una risorsa estremamente utile, si pensi ad Eagle oppure a Pads per citare solo un paio di ambienti CAE largamente diffusi, evitandoci molti errori ed automatizzando talune fasi altrimenti tediose da compiere manualmente. Come spesso accade però l'abitudine ad operare con programmi di tale livello nasconde la negativa consuetudine, segno dei tempi, che vede alcuni utenti evitare di studiarli adeguatamente il manuale e la guida d'uso per andare subito a "pigiare" una icona anziché l'altra. Questo non solo è sbagliato ma rende invisibili delle funzioni ausiliarie che si dimostrerebbero vantaggiose nel migliorare la qualità di una scheda. Tra queste una delle più interessanti riguarda la gestione di tracce tra loro legate dall'operatività sul circui-

to. Per fare degli esempi a riguardo si pensi ai segnali digitali complementari, come sono a volte i clock ad alta frequenza, oppure i segnali paralleli single-ended o differenziali con elevato slew-rate, come le linee di ingresso e uscita dai convertitori analogico / digitali (ADC). In queste ed in altre simili circostanze si rivela prioritario assicurare che due o più linee abbiano un percorso uguale in lunghezza così da garantire che i segnali si propaghino mantenendo la corretta temporizzazione. Il comando meander risponde all'esigenza esposta in quanto può essere richiamato per bilanciare l'estensione delle linee che formano un gruppo. Con tale opzione attivata è il programma che si prende carico di rilevare una eventuale differenza in lunghezza tra le linee creando, autonomamente, una forma serpeggiante su una o più tracce similmente a quanto mostrato nella **figura 8** in modo da pareggiare le misure del percorso totale sul PCB oppure specificare in termini assoluti l'estensione che deve contraddistinguere un gruppo di linee, un mezzo semplice per determinare specifici ritardi temporali nella propagazione dei segnali. Fare la stessa cosa esclusivamente in manuale sarebbe certamente complicato, ecco quindi un incentivo a sfruttare fino in fondo le potenzialità dei tool software oggi disponibili.

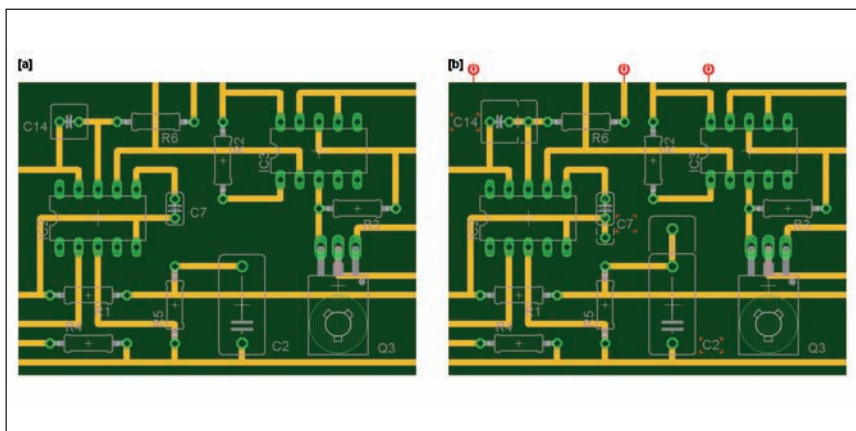


Fig. 9 – a) Particolare di una scheda con tracce, pad, fori e serigrafica per i componenti come individuati in sede di sviluppo dello schema elettrico. b) Disegno della stessa scheda che aggiunge per alcuni elementi una doppia impronta così da permettere un facile inserimento di parti alternative per dimensioni e spazio di piedinatura.

Regola 5, gestire le varianti nei componenti

A livello industriale è la norma procedere all'acquisizione dei componenti passivi non solamente per il loro valore ma anche per determinati produttori e serie omogenee. In altre parole avendo bisogno, ipotizzando, di una certa quantità di condensatori da 100nF, una delle parti più comuni in assoluto in elettronica, non ci si limiterà a comunicare ai distributori questo parametro ma si andrà a specificare che dovrà trattarsi di condensatori di fabbricazione Wima con codice MK-S2ABC corrispondenti ad un package (contenitore) a foro passante C5B2-5 con passo tra i terminali di 5,08 millimetri.

Nell'esempio qui considerato lo stampato prevederà naturalmente un posizionamento delle piazzole e spazio libero adeguato all'inserimento di questi elementi. Nel mondo delle costruzioni amatoriali non accade la stessa cosa, anzi spesso si riscontra il contrario. I componenti vengono tirati fuori dal proverbiale cassetto, altre volte comprati in un negozio, oppure rintracciati da un sito di e-commerce, se non regalati dal solito amico che ne aveva fatto scorta.

Risultato, avremmo in mano componenti diversi per dimensioni e spaziatura tra i pin. Progettare un PCB senza tenere conto di tale

dettaglio potrebbe significare avere poi difficoltà nell'inserire i dispositivi, dover esercitare uno stress nel piegare i reofori, mancare infine di garantire stabilità meccanica.

Se moltiplicate quanto esposto per tutte le parti che verosimilmente potremmo reperire in più varianti ed ecco che l'inconveniente diviene serio. Rimediare a questa circostanza è del tutto indolore se si ha l'accortezza di agire in termini preventivi. Già in fase di sviluppo della scheda andranno messe in opera poche ma importanti regole quali individuare a priori gli elementi sensibili, di solito i passivi - ma vi sono significative eccezioni, e prevedere di conseguenza una doppia impronta nel PCB così da rendere compatibile l'inserimento con piedinature differenti.

La figura 9 fornisce un esempio a riferimento. Lo stratagemma descritto salva da molte seccature e può essere portato a termine in modi distinti. Nella forma più semplice ci vengono in aiuto i software CAE di maggior pregio che nelle proprie librerie incorporano allo scopo la descrizione fisica di package multi-dimensioni (fate una ricerca nella guida d'uso per "Alternative placement") mentre in mancanza di tale opzione è sempre possibile manualmente aggiungere un pad/foro nella descrizione della scheda da affiancare alla termi-

nazione standard del componente prescelto.

Conclusioni

Le regole descritte in queste pagine non esauriscono certamente l'argomento. Molto altro vi sarebbe da aggiungere sebbene, nella mia limitata esperienza si intende, sono queste cinque situazioni che più di frequente incidono nel qualificare il progetto di uno stampato.

Cercando on-line troverete una miriade di ulteriori riferimenti sulla realizzazione dei PCB, taluni di eccellente valore tecnico, ma vi invito a proposito di porre cautela nell'estrapolare dati e procedimenti poiché ogni presentazione è legata strettamente alla singola tipologia di costruzione presa in esame e non va assolutamente generalizzata.



SM Technology
By Salvo Mangano IW9GZS
PRODOTTI PER RADIOAMATORI
ACCESSORI - ANTENNA - RICETRASMITTENTI
Il primo sito in DropShipping d'Italia
A prezzi super convenienti
VISITA IL NOSTRO NEGOZIO ON LINE
www.sstechnology.it

www.DGOVE.de
Componenti RF e microonde
da 10MHz a 24GHz
Telefono +49 (0)3578 31 47 31

VENDITA ED ASSISTENZA
C.B. CENTER
C.B. CENTER di Rossetto Giuseppe
RICETRASMITTENTI E ACCESSORI
USO CIVILE E AMATORIALE
Piazza Mons. Ciffo, 15 - 36027 ROSÀ (VI)
Tel./Fax 0424.858467 - info@cbcenter.it