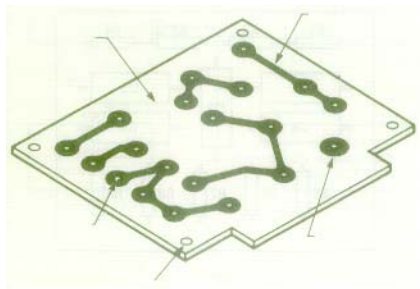


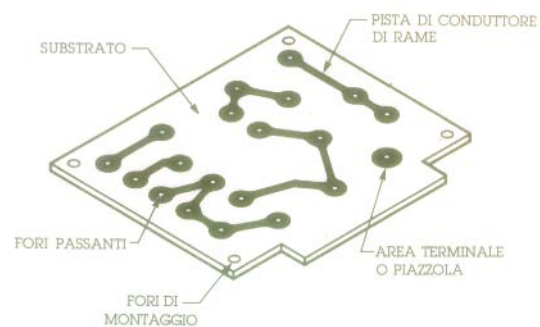
Modulo “ Circuiti Stampati”



Definizione

Un circuito stampato - printed circuit in inglese - è un disegno (pattern) di collegamenti e piazzole per i componenti realizzato con materiale conduttore su una base di materiale isolante. Si parla di piastra a circuito stampato -in inglese printed circuit board, o PCB per riferirsi al prodotto finito. Scopo della piastra è sostenere fisicamente e collegare elettricamente parti e componenti montati su di essa. Tale assemblaggio è finalizzato a qualche scopo specifico: può dover operare da solo, o far parte di un sistema o sottosistema elettronico.

La piastra a circuito stampato è parte integrante di un processo la cui conclusione è la produzione di assemblaggi elettronici. Il processo produttivo di solito è automatizzato e costituisce un avvicinamento alla produzione meccanizzata di apparecchiature. E' questo il metodo più usato per realizzare la miniaturizzazione di cui esiste una



sempre crescente domanda per la progettazione, lo sviluppo e la fabbricazione di materiali militari e di consumo. La figura mostra un circuito stampato su una base di materiale isolante. Per sviluppare e per documentare un circuito stampato occorre un certo numero di disegni. Ecco i principali:

- Lo sbroglio del circuito stampato (disposizione dei componenti e dei collegamenti)
- L'esecutivo o master
- Il piano di foratura
- Il piano serigrafico
- Il piano di montaggio (che comprende l'elenco dei materiali)

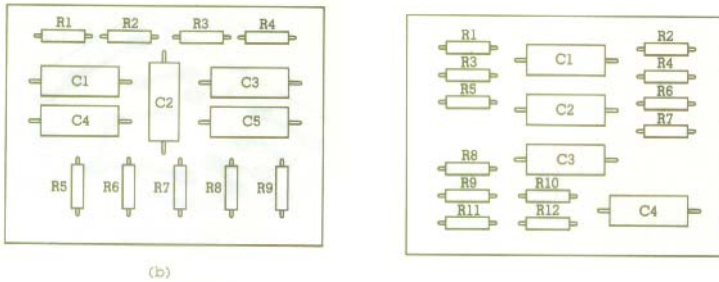
Lo sbroglio

Lo sviluppo di una piastra a circuito stampato inizia - a partire dallo schema circuitale, dalla lista dei componenti, dalla sagoma della piastra e da altre informazioni relative alle prestazioni, alle esigenze di spazio e alle limitazioni del contenitore finale - con lo sbroglio. Si tratta di una combinazione di componenti elettrici, elettronici, o elettromeccanici rappresentati in scala su una traccia di collegamenti che corrisponde allo schema circuitale. I componenti da montare sono orientati in conformità con la traccia dei collegamenti; sarebbe bene fossero tutti in una sola direzione e, comunque, non devono essere disposti in più di due direzioni (vedi figura).

Scopo dello sbroglio è stabilire con sicurezza che il progetto della piastra sia corretto e preciso in relazione a:

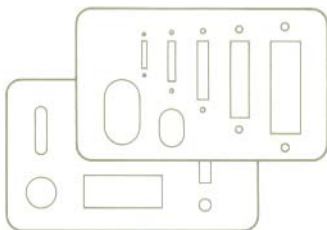
- (a) le esigenze di spazio fra i componenti,
- (b) la realizzabilità dei collegamenti,
- (c) i fori di montaggio dei componenti.

Il primo passo per il disegnatore che debba preparare tale schema è verificare che la piastra possa contenere tutti i componenti. Esistono diversi metodi per la verifica delle dimensioni.



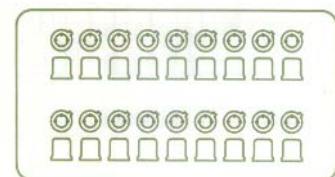
Disposizione accettabile dei componenti: (a) unica direzione; (b) doppia direzione.

• **1° metodo** Calcolare in modo approssimativo l'area di ogni componente usando le sue misure maggiori (lunghezza, larghezza, diametro, altezza), assicurandosi di lasciare abbastanza spazio per i connettori dei componenti e per prevenire punti caldi dovuti ad un'eccessiva densità. Sommare le aree di tutti i componenti e confrontare il totale con la superficie utilizzabile della piastra.



• **2° metodo** Usando mascherine come quelle della figura di fianco disegnare il profilo di tutti i componenti nella loro collocazione approssimativa. Tali mascherine sono realizzate in diverse scale, quali quelle 4 : 1, 2 : 1 e 1 : 1.

• **3° metodo** Usando profili prestampati e adesivi dei componenti, che esistono in commercio, sistemarli sulla piastra nelle loro collocazioni i provvisorie. Questi profili possono essere risistemati rapidamente e facilmente.



Ognuno dei tre metodi illustrati fornisce al disegnatore la superficie totale che può essere utilizzata per approssimare la minima area per i componenti e formarsi un'idea delle misure finali della piastra.

Una misura più precisa della piastra e l'orientamento dei componenti possono essere determinati solo con uno schema che prenda in considerazione anche la disposizione dei collegamenti.

Per lo sbroglio iniziale e per disegnare in scala 4 : 1 o 2:1 si dovrebbero usare fogli di carta millimetrata oppure con una griglia in pollici (0,050 o 0,10 pollici). Si usano scale 20 : 1 o 10 : 1 quando dimensioni o precisione sono critiche.

I componenti vengono disposti sulla piastra seguendo lo schema circuitale e le esigenze del progetto.

Ogni volta sia possibile le aree terminali, i fori di montaggio, i fori di registrazione e passanti, le aree conduttrici e il contorno della piastra, dovrebbero essere collocati sulle intersezioni delle linee.

Sebbene questo schema di solito non venga richiesto, esso risulta basilare ed essenziale nella realizzazione di tutti quelli che servono alla produzione di una piastra a circuito stampato.

La figura seguente mostra lo schema circuitale fornito da un progettista e lo sbroglio di tutti i componenti richiesti eseguito su un foglio con griglia da 0,10 pollici.

La figura successiva elenca il materiale da inserire nello sbroglio affinché il disegnatore possa identificare le dimensioni dei componenti e quindi verificare che la piastra sia sufficientemente larga.

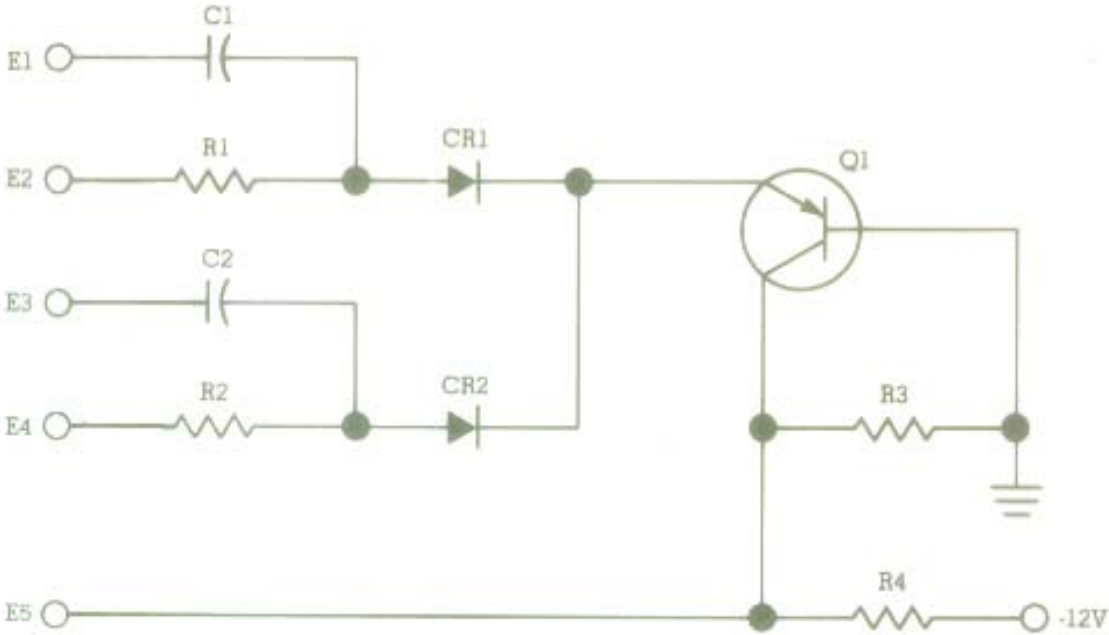
CONTROLLO DELLO SBROGLIO

Dopo aver completato lo sbroglio e prima di procedere con il master, il disegnatore dovrebbe rivedere il disegno con l'aiuto della seguente lista di controllo. E' necessaria una risposta affermativa ad ogni domanda.

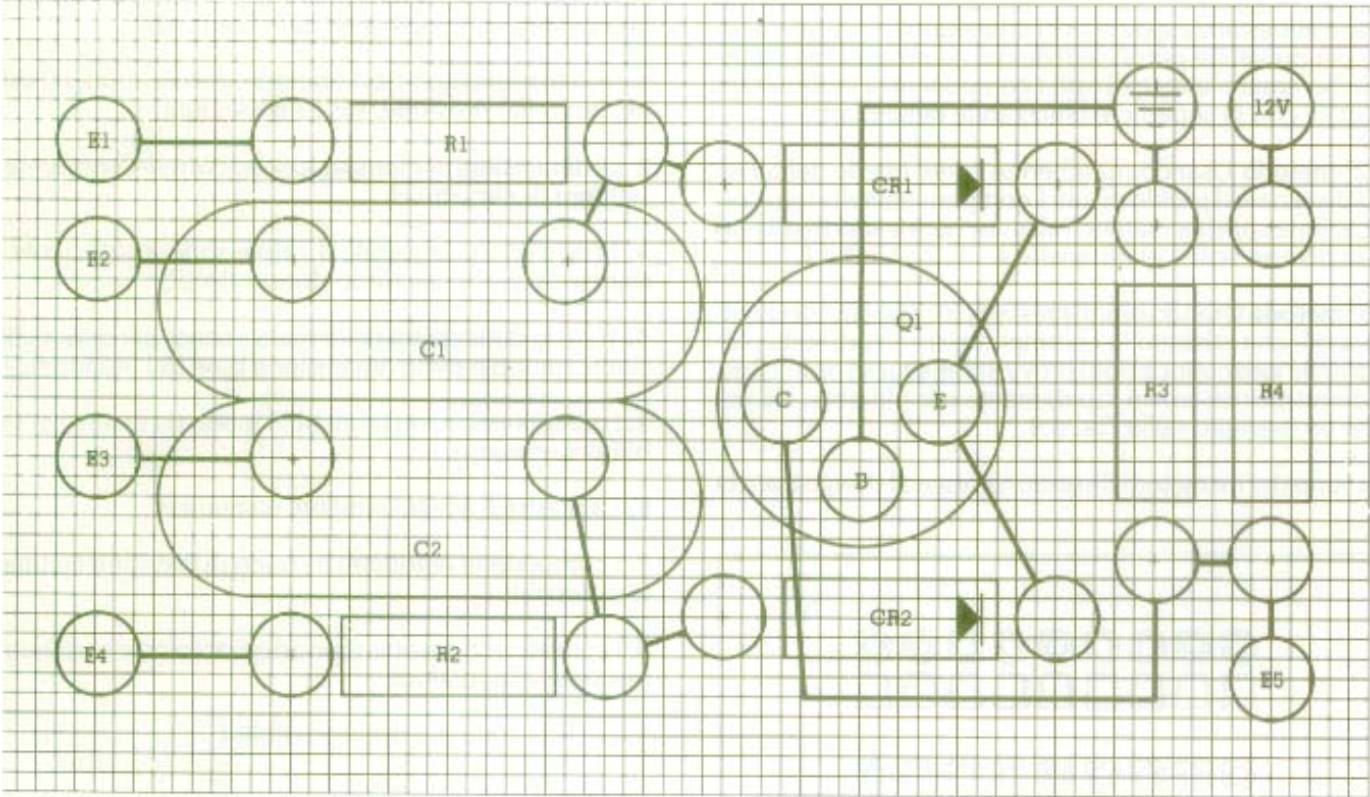
1. I fori di montaggio dei connettori dei componenti sono, nei limiti del possibile, sulle intersezioni?
2. Le dimensioni di montaggio sono corrette, compresi gli sviluppi di curvatura?
3. I componenti sensibili al calore sono a sufficiente distanza da quelli che disperdono calore?
4. Tutte le dimensioni della piastra sono, per quanto possibile, multiple della dimensione base del quadretto?
5. I componenti sono montati in modo da essere accessibili per servizio?
6. La piastra è adeguatamente sostenuta?

7. I componenti regolabili e i punti di test sono facilmente accessibili?
8. I componenti pesanti sono adeguatamente sostenuti da morsetti, clip, o altro?
10. Le connessioni corrispondono allo schema circuitale?
11. E' stato tenuto in considerazione lo spazio per indicare i componenti e i punti di test?
12. L'area della sezione trasversale dei conduttori è sufficiente per le correnti elettriche richieste?

Esempio di sbroglio da schema circuitale



LATO COMPONENTI



(b)

.....

Esempio di documentazione

ELENCO DEI MATERIALI					
TITOLO		DISEGNATO DA	DATA	DIS. N°	FOGLIO
ASSEMBLAGGIO DEL CIRCUITO				3-001100	1 DI 1
QUANT.	NUM.	DENOM.	NUMERO DELLA PARTE	DESCRIZIONE	
1	1	R1	3-001120	RESISTORE - 220 Ω	
1	2	R2	3-002120	RESISTORE - 10 KΩ	
1	3	R3	3-003120	RESISTORE 1 MΩ	
1	4	R4	3-004120	RESISTORE - 330 Ω	
1	5	C1	4-001120	CONDENSATORE - 47μF	
1	6	C2	4-002120	CONDENSATORE 22μF	
1	7	D1	5-001120	DIODO - 1N100	
1	8	D2	5-002120	DIODO - 1N200	
1	9	Q1	6-001120	TRANSISTORE - 2N1304	



Esempio di adesivi

MASTER O ESECUTIVO

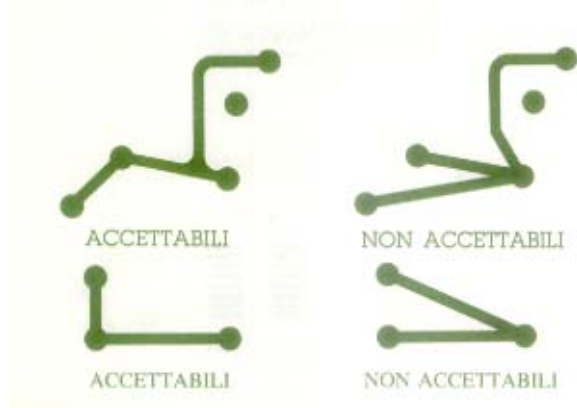
L'esecutivo o più comunemente il "master" - in inglese artwork o master pattern - è il disegno, perfettamente in scala, usato per produrre circuiti stampati. Occorre la massima cura per produrre un buon esecutivo, perché - in larga misura - la sua qualità influisce direttamente sulla qualità della piastra.

Disegnato normalmente in scala 2 : 1 o 4 : 1, l'esecutivo è ricavato dallo sbroglio come secondo passo della procedura di progettazione del circuito stampato.

Lo schema di piazzole e piste può essere realizzato per mezzo di profili neri adesivi, presenti in commercio in diverse forme, che possono essere eventualmente ulteriormente sagomati. Esempi delle più comuni forme usate e del loro uso sono illustrati nella figura seguente.

Per tracciare le piste con andamento rettilineo, si ricorre ad apposite strisce adesive, nere o rosse, disponibili in forma di nastro.

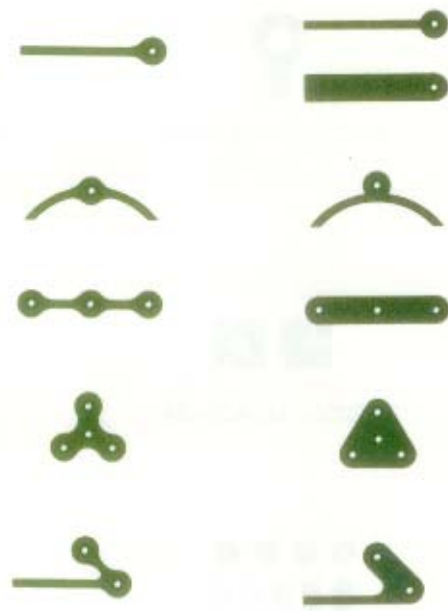
La larghezza di tali nastri può essere in millimetri o in pollici. I più usati, in Italia, sono quelli da 0.8, da 1 e da 2 millimetri.



La lunghezza delle piste fra aree terminali dovrebbe essere ridotta al minimo. Il percorso dovrebbe essere il più possibile corto e diretto, come mostrato a fianco. Bisogna evitare angoli interni dei conduttori inferiori a 90°, perché potrebbe verificarsi una delaminazione del foglio. La figura successiva mostra come evitare angoli minori di 90°.

Le piazzole dovrebbero avere profili smussati, fatti con semplici archi come mostrato di seguito. Ne serve una per ogni punto di collegamento del connettore di un componente al circuito stampato. Il diametro minimo per le piazzole è determinato dalla misura richiesta per i fori di montaggio e dal tipo di connessione.

La produzione di un master è una prova di capacità professionali: precisione e uniformità delle linee, spaziatura uniforme, regolarità delle curve; nessun vuoto visibile, né discontinuità, né altre imperfezioni.



ACCETTABILE

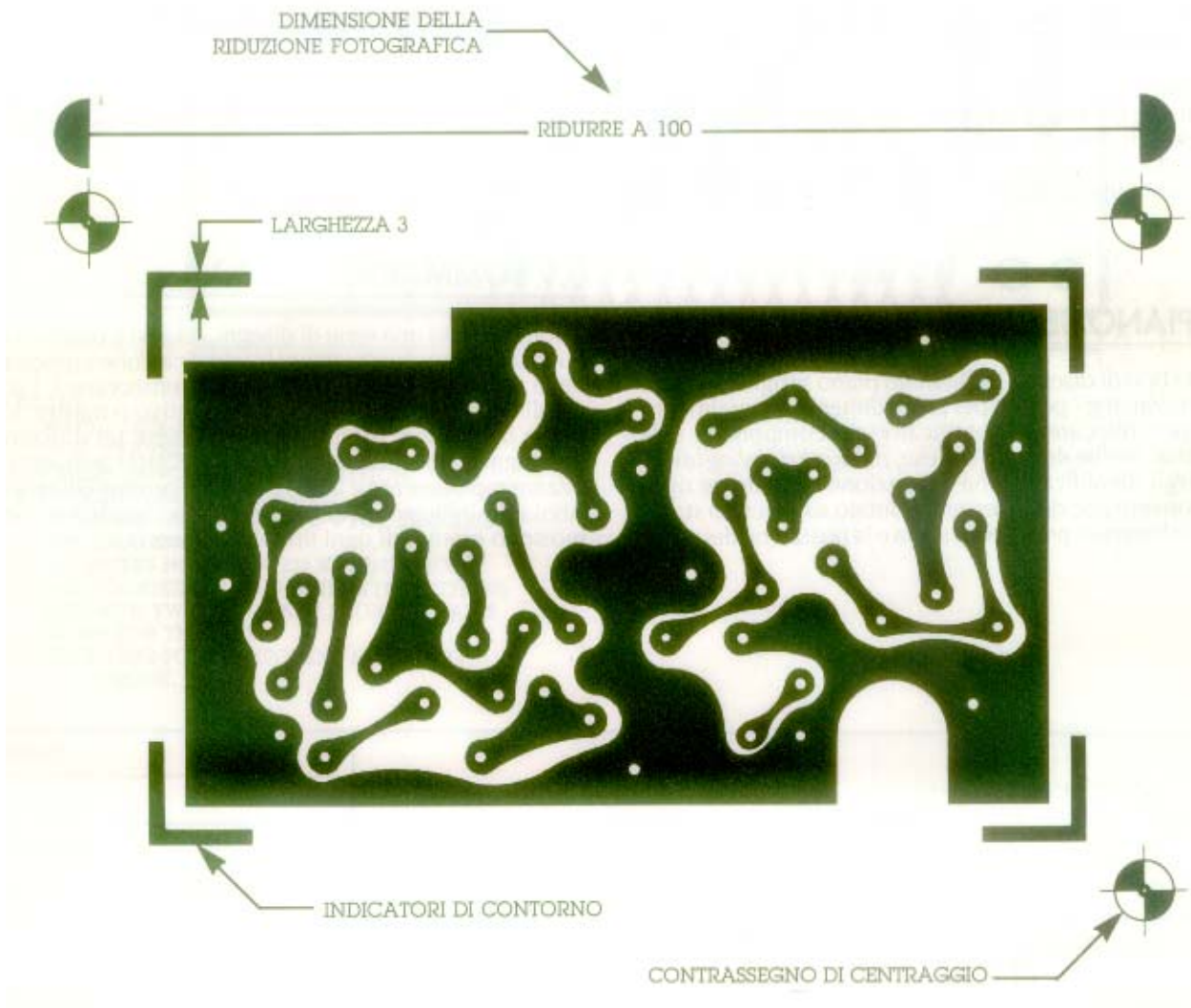
NON ACCETTABILE

Di solito sull'esecutivo si devono disporre ad angolo retto tre contrassegni di centraggio, il cui scopo è quello di allineare i diversi disegni in modo che, quando vengono sovrapposti, siano precisi un foglio sull'altro. Il disegno illustra il tipo di contrassegno più comune, detto anche bersaglio per la sua forma.

Inoltre, sopra l'esecutivo o di fianco ad esso, va posta la dimensione della riduzione fotografica. Questa misura, come mostrata in figura, è importante per permettere al fotografo una riduzione esatta dell'esecutivo. Gli indicatori del contorno della piastra- in inglese boundary markers, o anche trim marks - sono larghi all'incirca 3 millimetri. Il loro bordo interno indica le



misure di larghezza e lunghezza della piastra. Sono posti agli angoli e realizzati con nastro.



CONTROLLO DEL MASTER

Quando l'esecutivo sia completo il disegnatore dovrebbe controllarlo ponendosi le seguenti domande. Per poter proseguire esse devono ricevere una risposta positiva.

1. La spaziatura fra le piste risponde ai requisiti minimi?
2. Le tracce di conduzione, i numeri, le lettere e i caratteri sono nere e colorate in modo uniforme? Hanno bordi regolari?
3. Sono stati evitati angoli acuti?
4. Filetti e raccordi sono stati utilizzati correttamente?

5. Compaiono sull'esecutivo, collocati con precisione, tutti i contrassegni per l'esecuzione?

6. Il prodotto è stata realizzato con abilità e accuratezza?

7. Sono state rispettate specifiche esigenze del progetto?

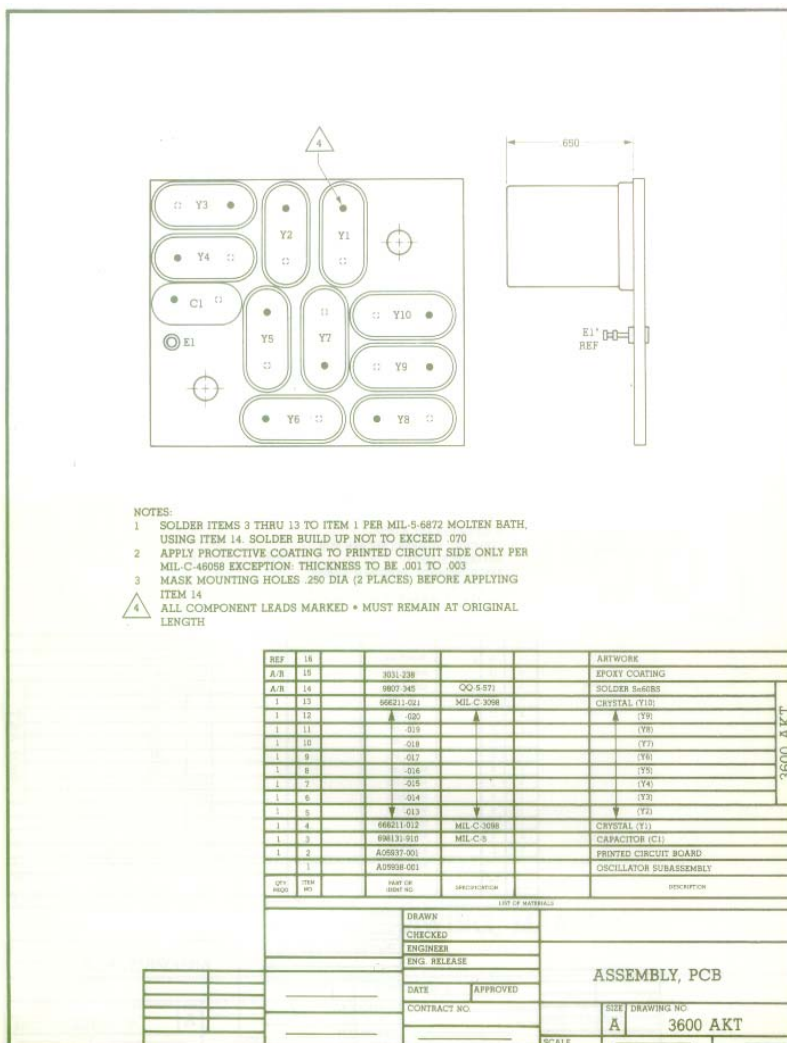
Piano di foratura

Questo disegno - in inglese board detail drawing o anche master drawing - è riprodotto dall'esecutivo. Contiene le informazioni che servono al reparto di ingegneria per verificare il circuito e controllarne la fabbricazione. Per questa ragione è anche chiamato disegno di ingegneria (engineering drawing) o di fabbricazione (fabrication drawing). Il disegno, una volta completato, indica la forma e le dimensioni della piastra, la posizione e le dimensioni di tutti i fori, la posizione, se ve ne sono, delle scanalature, e la forma o l'assetto delle zone conduttrici e non. Tutti gli aspetti non contenuti sull'esecutivo sono indicati tramite quote e note che comprendono i requisiti relativi a materiale e placcatura e ogni informazione per la realizzazione e il montaggio. Un esempio di piano di foratura è quello del disegno seguente.

Piano serigrafico

Questo tipo di disegno é chiamato piano serigrafico - silk screen drawing - per via del

procedimento normalmente usato per collocare gli identificatori dei componenti sulla piastra. Anche detto, in inglese, marking drawing (disegno degli identificatori) ha la funzione di indicare ogni componente che dovrà essere montato sul circuito stampato. Il disegno è prodotto in scala e la posizione dei componenti deve essere precisa. In alcuni casi viene disegnato il profilo del componente, in altri viene usata solo una sigla identificatrice. Nel disegno seguente potete vedere una combinazione di profili dei componenti, identificatori, e inoltre numeri del connettore,

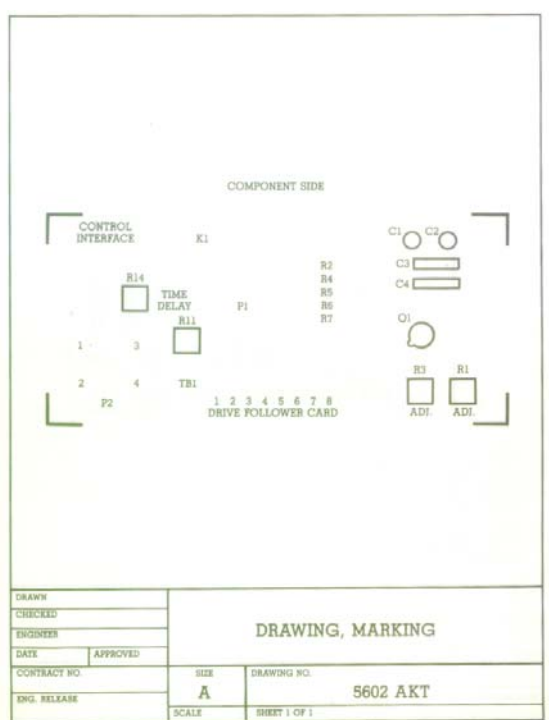
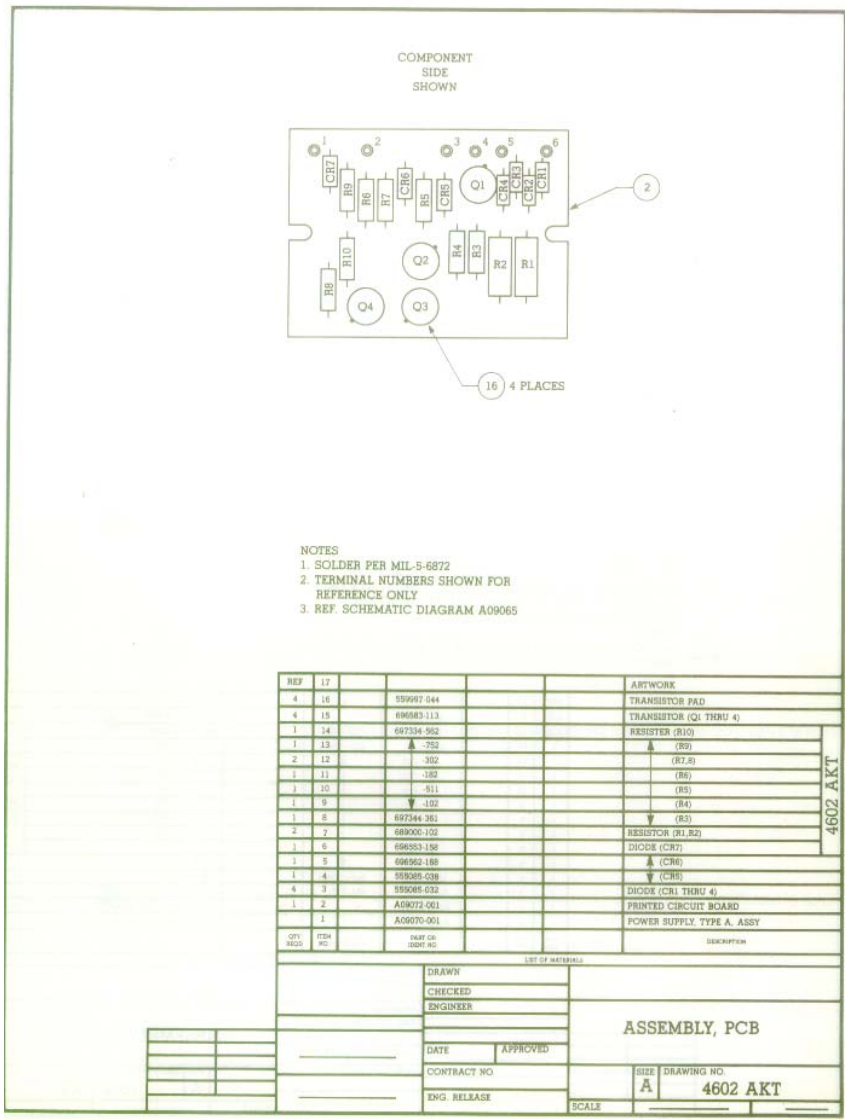


informazioni particolari, nome del sottoassemblaggio. Notate che questo disegno è sempre visto dal lato dei componenti.

Per eseguirlo si usa in genere, come mascherina, l'esecutivo con il lato dei componenti in alto. E' così possibile collocare i necessari identificatori dei componenti nella posizione voluta.

Piano di montaggio

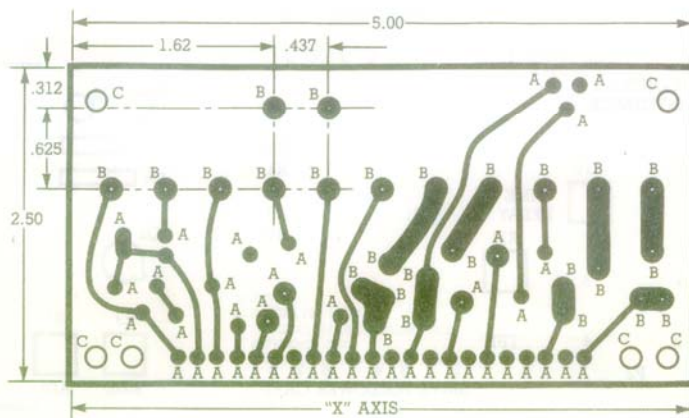
Il piano di montaggio illustra la piastra completa e la posizione e il montaggio di tutti i componenti elettronici, elettromeccanici e meccanici, compresi morsetti, clip, e altri dispositivi di fissaggio dei componenti. Questo disegno è eseguito con la stessa scala del piano di foratura ed è anch'esso visto dal lato dei componenti. Ne fanno parte anche l'elenco dei componenti e qualsiasi istruzione utile per l'assemblaggio. A volte occorrono viste o sezioni supplementari per mostrare altre dimensioni, collocazione o orientamento di parti, o sequenze di montaggio. Un esempio tipico è quello riportato nel disegno seguente. La figura successiva mostra un piano di montaggio in cui si sono rese necessarie ulteriori informazioni.



Conclusion

Abbiamo visto una serie di disegni, relativi a piastre a circuito stampato, necessari per la fabbricazione e produzione di assemblaggi elettronici ed elettromeccanici. I principali sono: (a) lo sbroglio; (b) l'esecutivo o master; (c) il piano di foratura; (d) il piano serigrafico; (e) il piano di montaggio. Con l'aiuto di materiali adatti si possono realizzare rapidamente e accuratamente prodotti di qualità.

HOLE CHART		
HOLE	DESCRIPTION	QTY
A	.070	42
B	.086	26
C	.188	6



NOTES:

- MATL. - .054 TO .071 THICK G-10 WITH 2 OZ. COPPER ON ONE SIDE ONLY.
- FINISH - 60/40 TIN-LEAD IMMERSION.
- PACKING - SEAL IN PLASTIC.
- ARTWORK - SEE SHEETS 3 & 4 FOR TOOLING INFORMATION.
- ALL HOLES NOT LOCATED BY DIMENSIONS ARE LOCATED ON 0.010 GRID INTERSECTIONS.
- MAXIMUM TWIST OR WARP ALONG "X" AXIS IS .090 FOR THIS AREA.
- SEE E-49912 FOR COMPONENT MOUNTING DIMENSIONS.

DRAWN		<p>DETAIL, BOARD</p> <p>6602 AKT</p>	
CHECKED			
ENGINEER			
DATE	APPROVED		
CONTRACT NO.		SIZE	DRAWING NO.
ENG. RELEASE		A	6602 AKT
		SCALE FULL	SHEET 1 OF 1