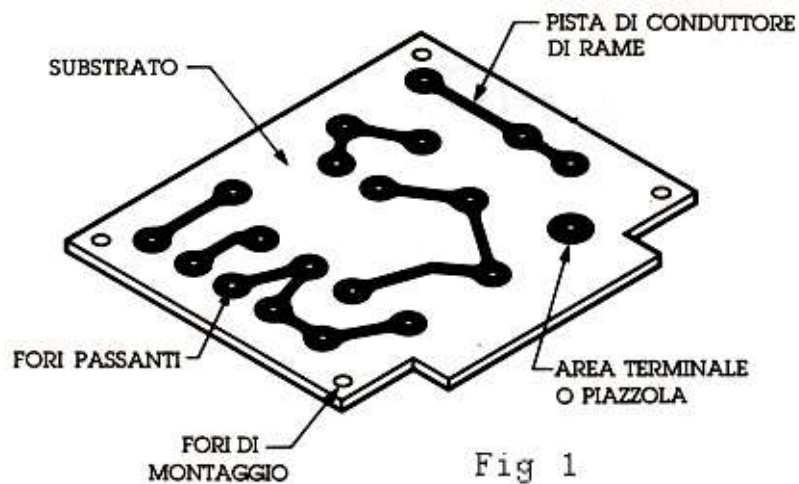


## Il circuito stampato

Un circuito stampato è un disegno di collegamenti e piazzole per i componenti realizzato con materiale conduttore su una base di materiale isolante. Si parla di piastra a circuito stampato (PCB) per riferirsi al prodotto finito. Scopo della piastra è sostenere fisicamente e collegare elettricamente parti e componenti montati su di essa.

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 pertanto in alcune fasi esso può variare a secondo dei macchinari usati e della tecnologia utilizzata. La Fig. 1 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:

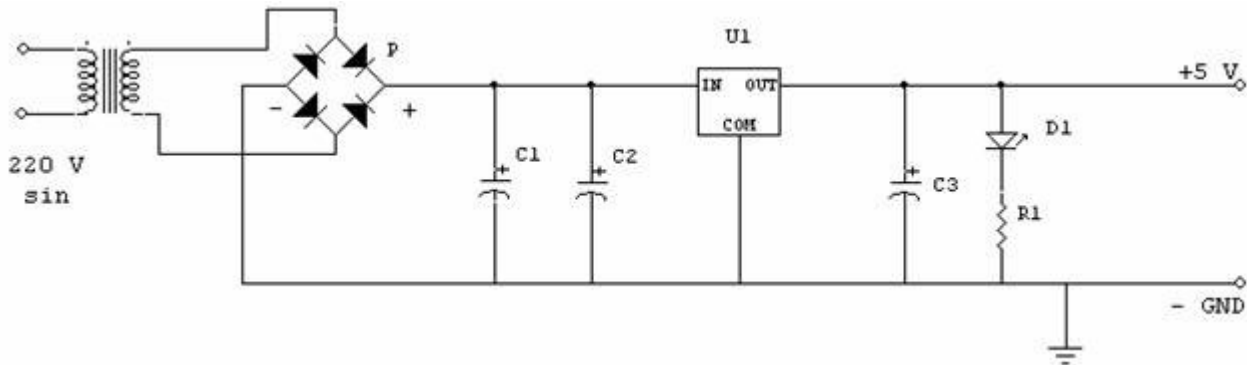
- Lo sbroglio del circuito stampato (disposizione dei componenti e dei collegamenti)
- L'esecutivo o *master*
- Il piano di foratura
- Il piano serigrafico
- Il piano di montaggio che comprende l'elenco dei materiali



## SBROGLIO DEL CIRCUITO STAMPATO

Si inizia con lo schema elettrico del circuito, della lista dei componenti che lo compongono, dalla sagoma della piastra e da altre informazioni relative alle prestazioni, alle esigenze di spazio e alle limitazioni del contenitore finale, non bisogna sottovalutare le prestazioni, infatti se il circuito ha applicazioni particolari bisognerà tenerne conto, inoltre bisognerà essere certi di rispettare le normative vigenti altrimenti il collaudo finale risulterà negativo.

Si realizza una tabella come la seguente avendo cura di indicare le misure reali dei componenti



Quantità	Numero	Denominazione	Codice o numero parte	Descrizione valore	misure
1	1	R1	0011-22	Resistore 220Ω	
1	2	C1		Condensatore 1000 microF 25V	
1	3	C2		Condensatore 100 microF 25V	
1	4	C3		Condensatore 100 microF 25V	

Nella colonna Denominazione deve essere indicata la stessa sigla corrispondente allo schema nella colonna codice o numero parte quella indicata dalla casa costruttrice se in nostro possesso, utile per un eventuale sostituzione, mentre nella colonna misure deve essere disegnato il componente con le relative misure anche relative a i reofori o terminali e loro piegatura.

Si passa a collocare i componenti come da circuito (sotto forma di disegno) tenendo presente i collegamenti da effettuare e i limiti imposti dalla dimensioni della piastrina (bachelite ramata) questa fase detta sbroglio è molto complessa e viene sviluppata tutta guardando dall'altro la piastrina o il circuito per tale motivo è detta vista lato componenti, quando la si realizza spesso non ci si rende conto che nel collocare i componenti essendo necessario anche la verifica dei collegamenti la piastrine viene vista come se fosse trasparente in pratica si collocano i componenti nella parte superiore e nel disegnare i collegamenti o piste si disegna nella parte inferiore In questa fase è importante attenersi alle misure reali dei componenti (prima disegnate in tabella)I componenti da montare devono essere orientati in maniera uniforme,sarebbe bene fossero tutti in una sola direzione e, comunque, non devono essere disposti in più di due direzioni (Fig..2).

Lo scopo dello sbroglio è stabilire con sicurezza che il progetto della piastra sia corretto e preciso in relazione alle esigenze di spazio fra i componenti, alla realizzabilità dei collegamenti, ai fori di montaggio dei componenti. In questa fase ci si può avvalere anche di profili prestampati e adesivi dei componenti, che esistono in commercio, sistamarli sulla piastra nelle loro collocazioni provvisorie. Questi profili possono essere risistemati rapidamente e facilmente. Lo sbroglio può essere effettuato su carta bianca o su carta millimetrata in questo caso può essere anche realizzato in scala.

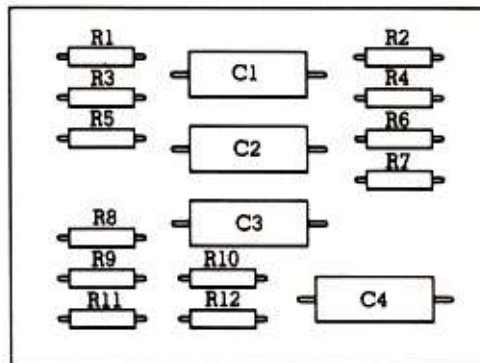
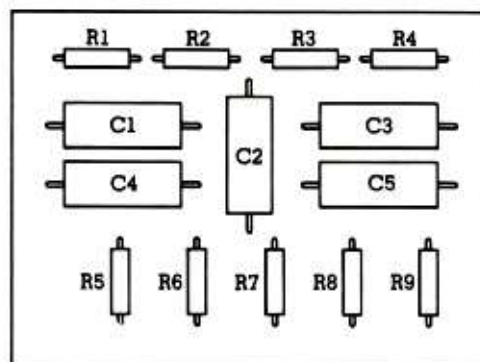


fig 2



## CONTROLLO DELLO SBROGLIO

Dopo aver completato lo sbroglio e prima di procedere con il master, è importante rivedere il disegno con e fare i seguenti controlli:

Le misure dei componenti e i fori di montaggio.

Le dimensioni di montaggio sono corrette.

I Componenti sensibili al calore sono a sufficiente distanza da quelli che disperdono calore.

La dimensioni della piastra è sufficiente.

I componenti sono montati in modo da essere accessibili per servizio.

La piastra è adeguatamente sostenuta (fori di montaggio).

I componenti regolabili e i punti di test sono facilmente accessibili.

I componenti pesanti sono adeguatamente sostenuti da morsetti, clip, o altro.

Le piste sono più brevi possibile e di dimensioni adeguate.

Le connessioni corrispondono allo schema circuitale.

E' stato tenuto in considerazione lo spazio per indicare i componenti e i punti di test per eventuali misure.

## MASTER O ESECUTIVO

L'esecutivo o più comunemente il "master" è il disegno 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, l'esecutivo è ricavato dallo sbroglio come secondo passo della procedura di progettazione del circuito stampato. Infatti come precedentemente detto, nel collocare i componenti è necessario effettuare i collegamenti e quindi le piste, attenzione che la vista lato componente ci fa vedere le piste ribaltate, se vogliamo ricavare da questo disegno la vista lato piste dobbiamo ribaltarla.

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 Fig. 3. Per tracciare le piste con andamento rettilineo, si ricorre ad apposite strisce adesive, nere o rosse, disponibili in forma di nastro Fig. 4. Si ricorda che per avere un buon master la lunghezza delle piste fra aree terminali deve essere ridotta al minimo. Il percorso deve essere il più possibile corto e diretto, come mostra la Fig. 5. Bisogna evitare angoli interni dei conduttori inferiori a 90° perché potrebbero verificarsi problemi in fase di realizzazione, la Fig. 6 mostra come evitare angoli minori di 90°. Le piazzole devono avere profili smussati, fatti con semplici archi come illustrato nella Fig. 7. Inoltre ne serve una per ogni punto di collegamento del connettore di un componente al circuito stampato. Il diametro minimo per le piazzole deve essere determinato tenendo conto della misura richiesta per i fori.

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. La Fig. 8 illustra il tipo di contrassegno più comune, detto anche bersaglio per la sua forma. Inoltre, sopra l'esecutivo di fianco ad esso, va posta la dimensione della riduzione fotografica. Questa misura, mostrata in Fig. 9, è importante per permettere una riduzione esatta dell'esecutivo nel caso fosse stato realizzato in scala, inoltre vanno disegnati gli indicatori del contorno della piastra, essi 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.

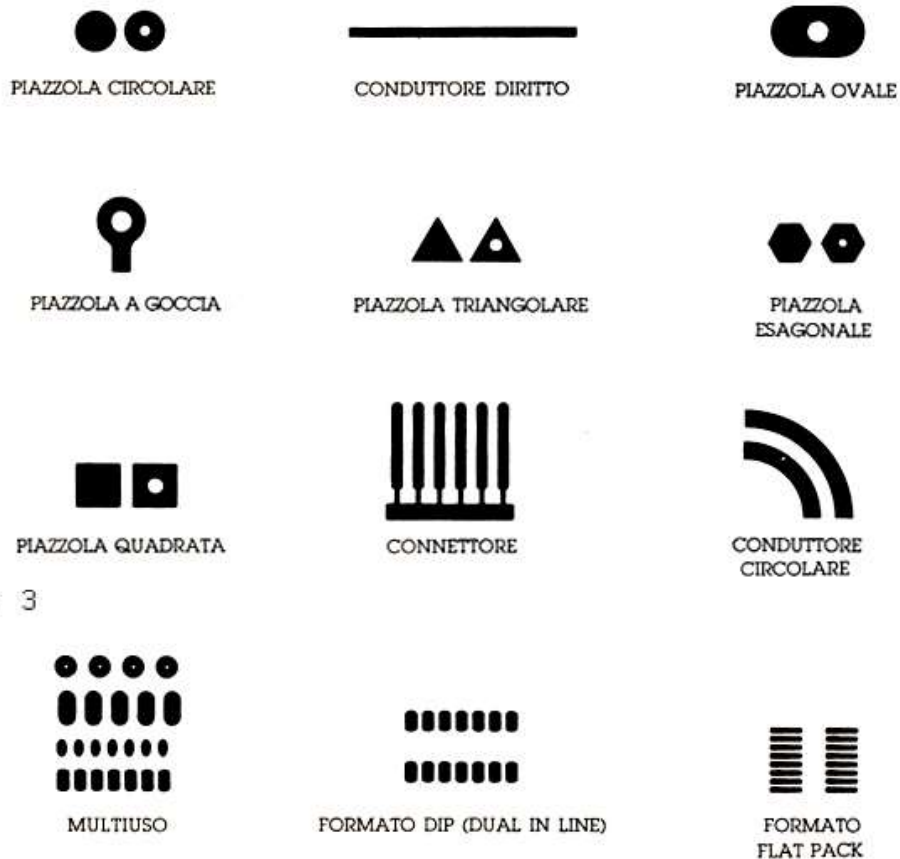


fig 3

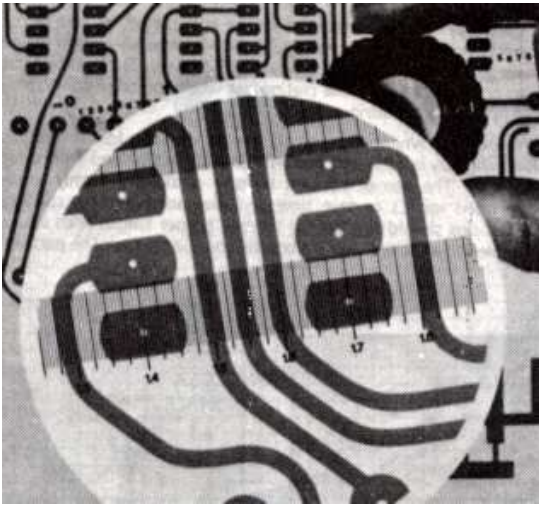
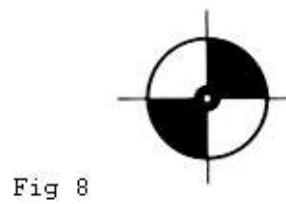
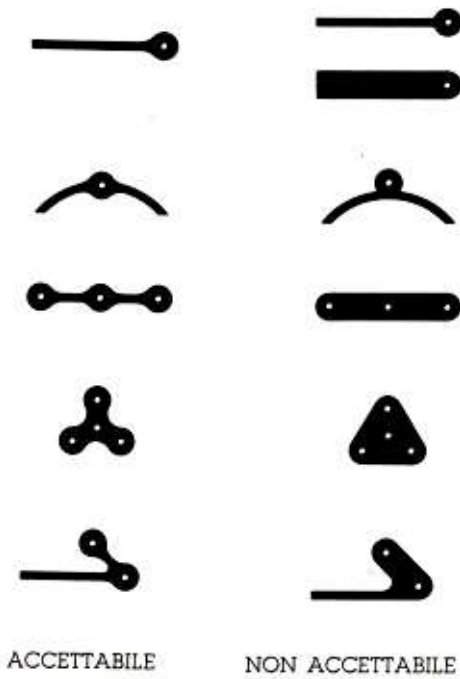
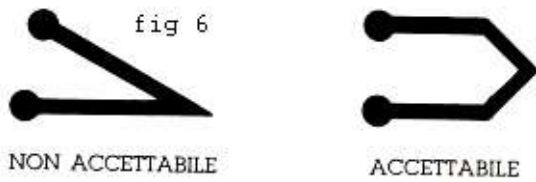
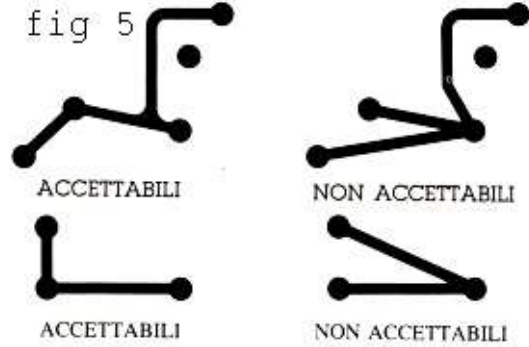


fig 4



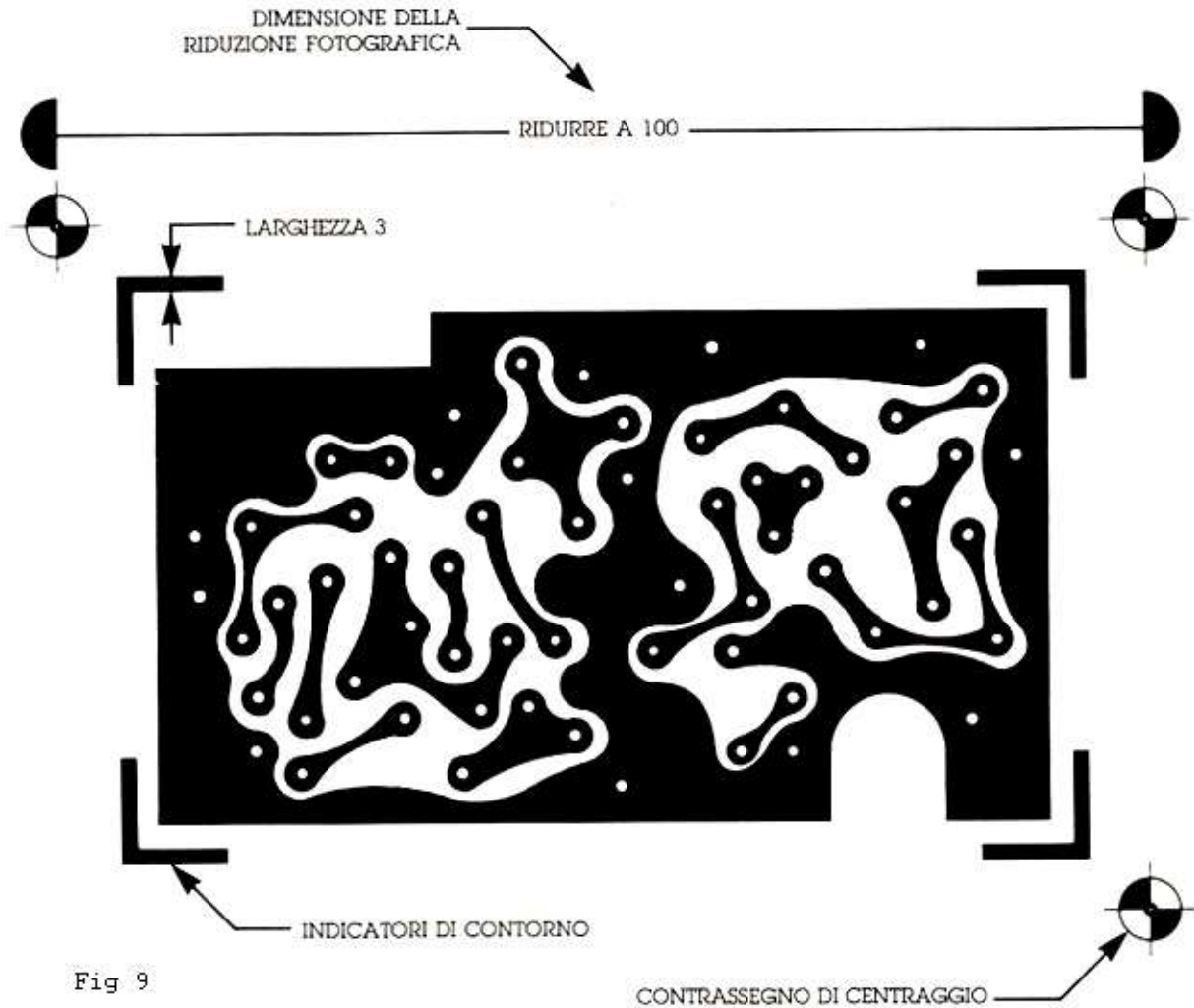


Fig 9

CONTRASSEGNO DI CENTRAGGIO

## CONTROLLO DEL MASTER

Quando l'esecutivo è completo e opportuno fare i seguenti dei controlli:  
 Verificare la spaziatura fra le piste.

- L'uniformità delle tracce di conduzione, i numeri, le lettere e i caratteri
- La regolarità dei bordi
- Non sono presenti angoli acuti
- Compaiono sull'esecutivo, collocati con precisione, tutti i contrassegni per l'esecuzione
- Sono state rispettate specifiche esigenze del progetto

In alcuni casi viene disegnato il profilo del componente, in altri viene usata solo una sigla identificatrice, identificatori, e inoltre numeri del connettore, informazioni particolari, nome del sottoassemblaggio. Spesso il disegno viene sviluppato su foglio trasparente in modo da avere le viste lato componenti e lato rame entrambi disponibili.

## PIANO DI FORATURA

Questo disegno 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 o di fabbricazione. 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.



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>

## **PIANO SERIGRAFICO**

Questo tipo di disegno è chiamato piano serigrafico per via del procedimento normalmente usato per collocare gli identificatori dei componenti sulla piastra. Anche detto degli identificatori ha la funzione di indicare ogni componente che dovrà essere montato sul circuito stampato.

## **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, o 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.

Al termine di tutta questa fase di progettazione si passa alla realizzazione dello stampato che come precedentemente accennato ha procedure che variano a seconda delle tecnologie usate o dal quantitativo prodotto, quest'argomento verrà trattato in un apposita lezione



<http://www.marrazzoantonio.altervista.org>