

## Tecnologia disegno e progettazione - febbraio 2011

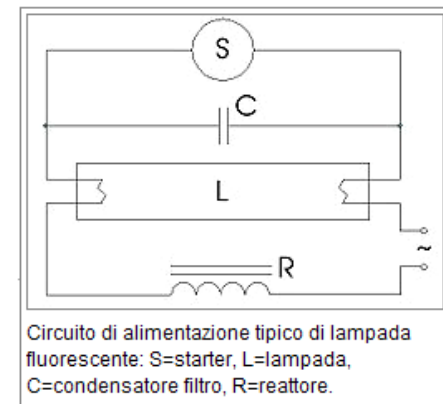
Prof. Pugliesi Salvatore

### *Sviluppo e costruzione di circuiti stampati.*

Per iniziare è opportuno munirsi del seguente materiale:

- un barattolo di idrossido di sodio ( comunemente chiamato soda caustica ) reperibile presso un negozio specializzato nella vendita di detersivi.
- Un litro di cloruro ferrico per la corrosione dei metalli. Reperibile nei negozi di elettronica.
- una lampada ad emissione ultra violetta completa di starter e reattore ( reperibile in un negozio di elettronica oppure smontando un vecchio cancellatore di eeprom).
- Delle vaschette in plastica ( non devono essere metalliche ) per procedere allo sviluppo e alla corrosione, sono molto adatte allo scopo le vaschette ad uso alimentare per la conservazione degli affettati , misura tipica in grado di contenere con qualche centimetro di lasco le basette standard di misura 160 x 100 millimetri. La vaschetta del cloruro ferrico deve avere la capacità di circa un litro.
- Procurarsi un software per lo sviluppo dei circuiti stampati quali, FidoCAD, Orcad o Circad, gli ultimi sono a sbroglio automatico.

Una volta procurato questo materiale bisogna costruire una cassetta di legno ( simile a una cassetta da pesca ) nel cui coperchio apribile ( incernierato) viene fissata la lampada U.V. con il suo retattore e starter, è bene munire la lampada di un interruttore e per chi volesse impegnare qualcosa in più anche un timer per lo spegnimento automatico, il fotoincisore che stiamo costruendo andrà munito di superfici interne a fondo specchiante ( fatte di specchio) e di due superfici di supporto che sosterranno la basetta a metà della sua profondità. tali superfici saranno costituite da due vetri tagliati all'opportuna misura, l'esempio di fotoincisore realizzato monta una lampada U.V. Philips da 8 W che richiede un'esposizione di circa 20 minuti.



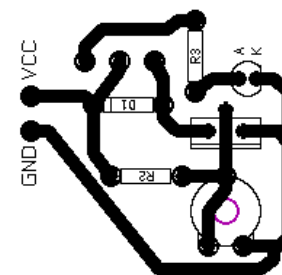
## ***Bromografo Istruzioni per l'uso***

### **Occorrente:**

- Soluzione acquosa di Cloruro ferrico (60% di acqua, 40% di cloruro);
- Soda caustica diluita con acqua tiepida (1 litro di H<sub>2</sub>O a temperatura compresa tra 22 e 30 °C, con 7g di soda caustica);

### **Procedura di fotoincisione.**

Si suppone che siate già in possesso di un master (Lucido) creato con uno dei software già citati che rappresentano il circuito stampato da realizzare, si appoggia il master in modo che le scritte identificative ( che il disegnatore dovrebbe avere riportato si leggano dalla parte corretta quindi non rovesce sopra alla superficie sensibile della basetta alla quale avete appena tolto la pellicola protettiva, questa operazione va fatta in fretta perchè una volta tolta la pellicola la luce presente nella stanza per quanto poca inizia il processo e potrebbe rovinarvi il prodotto, dopo aver appoggiato il mater sulla superficie sensibile, bloccare il tutto con la lastra di vetro in modo da impedire che si formino ombre dovute a inevitabili ondulature del master, (lasciare in esposizione 20 minuti).



**esempio di master da porre sulla basetta**

### **Riepilogo fasi:**

- Inserire la basetta nel bromografo con il circuito su carta rivolto verso quest'ultima, ben allineato, togliendo la pellicola protettiva su di essa;
- Accendere le lampade e impostare il tempo di esposizione a 6 minuti;
- Allo scadere del tempo impostato, rimuovere la basetta dal bromografo e diluirla nella soluzione di soda caustica preparata precedentemente fino al comparire del proprio circuito
- Sciacquare la basetta con acqua fresca
- Diluire la basetta all'interno della soluzione acquosa di Cloruro ferrico fino alla scomparsa delle parti non impresse
- Sciacquare nuovamente la basetta con acqua fresca

**NON GUARDARE DIRETTAMENTE LA LAMPADA PERCHE' E' FORTEMENTE IRRITANTE AGLI OCCHI.**

## ***Procedura di sviluppo.***

Dopo aver esposto la basetta sensibile all'esposizione U.V. per 20 minuti (ovviamente con sopra il Master) possiamo spegnere il fotoincisore e effettuare lo sviluppo fotografico il quale avviene nella soluzione di idrossido di sodio (soda caustica).

Quanta soda caustica occorre diluire in acqua?: (vedi pagina precedente sono stati inseriti i dati approssimativi) tornando al quesito è alquanto privo di senso perché le variabili che influiscono per una corretta esecuzione sono molte, temperatura dell'acqua di soluzione, percentuale di soluto nell'acqua, tempi di sviluppo, perciò tutto quello che si può riportare è solo una serie di buoni consigli dovuti all'esperienza,

**Personalmente con il fotoincisore che come abbiamo detto monta una lampada U.V. da 8 watt, imprimo correttamente le basette in 20 minuti ed adoperando acqua a temperatura ambiente (Temperatura 16°C) e sciogliendo per un litro circa due cucchiaini di soda caustica ottengo un corretto sviluppo anche se i tempi si allungano per oltre 10 minuti. Quando la basetta viene estratta dal fotoincisore può sembrare priva di ogni impressione (senza la stampa del circuito in essa) ma le piste cominceranno a comparire lentamente una volta iniziato lo sviluppo nella soda.**

**Perché avviene lo sviluppo?** Le basette sono ricoperte (sotto la pellicola protettiva) di una vernice sensibile detta fotoresist, quando questa è colpita dai raggi U.V. disgrega le sue molecole rendendole più solubili nell'idrossido di sodio (soda caustica) quindi una volta immersa nella vaschetta di sviluppo dovremmo vedersi sciogliere per primo il fotoresist che non risultava coperto dalle piste del mater.

La soluzione comincia a sporcarsi perché in essa si dissocia il fotoresist.

Con un pennello morbido possiamo accarezzare (con molta cautela) la basetta per accelerare il processo di scioglimento del fotoresist in più, e quindi si dovrebbe vedere comparire il rame sottostante.

Si raccomanda attenzione e maturità nell'utilizzo di queste sostanze perché sono corrosive e quindi pericolose, l'insegnante deve quindi valutare prima a quale allievo può essere dato l'incarico e quali no.

**Attenzione:** se l'acqua è calda o caldissima delle volte la reazione è troppo rapida e vi toglie tutto il fotoresist rovinando il lavoro, in questo caso la basetta diventa inservibile a meno che non si usi lo spray per desensibilizzarla. Lo stesso problema si ha per concentrazioni troppo elevate di soda caustica. Piccole correzioni si potranno comunque fare con dei pennarelli indelebili a punta fina.

Quando il rame tra una pista e l'altra ha un colore brillante (ovvero senza residui sottili di fotoresist che potrebbero impedire la corrosione) possiamo fermare, anzi dobbiamo fermare lo sviluppo estraendo la basetta e semplicemente lavandola in acqua.

E' bene ora asciugare la basetta con un Phon oppure semplicemente lasciandola sopra al termosifone o esposta al sole in modo che il fotoresist rimasto (rispecchia la forma delle piste) si fissi meglio al rame; quando la basetta è asciutta possiamo avanzare con il processo successivo.

### ***Foratura preliminare.***

Lo sviluppatore del master sicuramente avrà predisposto dei fori di fissaggio della basetta al contenitore in cui verrà alloggiato il circuito, è bene eseguire almeno quei fori ora in modo da poter inserire dei fili utili per poter agitare la scheda all'interno della vaschetta del cloruro ferrino, senza questi fori non si hanno punti di appiglio e agitare la basetta nell'acido è complicato nonché pericoloso.

### ***Procedura di corrosione.***

Una volta assicurati gli angoli della basetta a dei fili ricoperti ( in modo di poterla afferrare senza sporcarsi le mani) la possiamo immergere nella soluzione di cloruro ferrico.

Non esiste un tempo standard di immersione perchè esso dipende da molte variabili:

- Temperatura della soluzione.
- Presenza di più o meno acqua nella soluzione.
- Stato di saturazione della soluzione dovuto al rame disciolto di lavorazioni precedenti.
- Agitazione meccanica della soluzione in modo che colpisca con più tenacia il rame da disciogliere.

Nella pratica il processo di corrosione termina quando a vista si ritiene che tutto il rame in più sia stato asportato, mediamente con un litro di cloruro ferrico possiamo produrre un centinaio di schede di lato 100 x 160 a patto che queste sia stato disegnate con le tecniche insegnate in questo trattato, ovvero con il basilare concetto di minimizzare il rame da asportare ingrossando le piste al massimo e creando ampie superfici di massa retinate.

Una volta terminato il processo di corrosione estraiamo la basetta e la laviamo in acqua, **attenzione** il cloruro ferrico è fortemente inquinante e soggetto a speciali normative per la salvaguardia dell'ambiente, è quindi vietato gettarlo nello scarico dopo l'uso ( esistono appositi centri di raccolta o va restituito al fornitore ).

Una volta asciugata la scheda si deve togliere il fotoresist residuo dalle piste, alcune persone ( tecnicamente impreparate ) confondono il fotoresist con la vernice verde (sholder) che solitamente ricopre le schede elettroniche, è importantissimo rimuovere il fotoresist e non saldarci sopra perchè si formerebbe una mistura bruciata tra la piazzola e il componente che spesso non permette la conduzione elettrica. la rimozione del fotoresist può avvenire facilmente tramite un battufolo di cotone idrofilo imbevuto con alcol denaturato, la rimozione può anche avvenire tramite una soluzione a più alta concentrazione di soda caustica rispetto a quella usata per lo sviluppo.

## ***Procedura di foratura.***

I fori per l'alloggiamento dei componenti hanno misure standardizzate, in linea di massima tutti componenti discreti ed integrati non di potenza hanno reofori inseribili in fori del diametro di 1mm, alcuni altri, quali ad esempio i morsetti a vite, i ponti di diodi e altri possono essere inseriti in fori da 1,5 mm ed addirittura in 2 mm, l'attrezzatura da usare dovrà essere munita di punte da trapano di queste sezioni, tra le più usate sicuramente sarà quella da 1 mm.

E' bene che il laboratorio sia attrezzato con un trapano a colonna ( va bene anche in versione mini ) che garantisca una elevata assialità di rotazione. Per impedire che la colonna, e di conseguenza la centratura dei fori vada rovinata è bene evitare gli usi impropri del trapano come ad esempio lo sfruttare il mandrino come tornio ed eseguire sforzi laterali con una lima sul pezzo in rotazione.

In commercio esistono anche degli ottimi minitrapani sia in continua che in alternata che pur essendo usati manualmente ( senza la colonna ) danno ottimi risultati finali, all'atto dell'acquisto l'unica cosa da tenere presente è che il mandrino deve essere in grado di ospitare una punta da 1mm.

## ***Tecniche di saldatura – Procedura di montaggio.***

Innanzitutto è indispensabile capire che un saldatore molto caldo non è migliore di un altro più freddo, anzi spesso le piste e i componenti vengono danneggiati dalle temperature troppo elevate, le basette sono costruite in un materiale chiamato vetronite alle quali viene letteralmente incollato un foglio di rame in una oppure entrambe le facce, la colla che fissa le piste alla vetronite si distrugge per temperature superiori a circa 400 gradi centigradi con l'effetto che queste si staccano completamente rendendo inservibile il circuito stampato ( PCB ).

Ovviamente se la temperatura è in grado di distruggere le piste è sicuramente in grado di distruggere un circuito integrato, quindi la prima fondamentale regola è quella di eseguire saldature “veloci”.

La punta del saldatore deve essere dritta e non ricurva e terminare non a spillo ma a scalpello sottile, i migliori saldatori sono quelli termostatati ad una temperatura di circa 360 gradi che corrisponde a liquefazione della lega piombo/stagno 40/60 che normalmente utilizziamo, lo stagno è bene che sia di spessore sottile, circa 1mm di sezione, tale composto contiene anche una speciale pasta disossidante che aiuta a pulire le superfici di contatto, non serve più acquistare come si faceva un tempo il barattolino di pasta disossidante comunemente detta “pasta salda”.

Al contrario di quello che si pensa i saldatori migliori sono quelli a bassa potenza purché siano termostati, dei valori validi sono ad esempio 18 watt o 24 watt. Esistono saldatori anche in continua ed esistono stazioni saldanti aspirate.

### ***Per saldare correttamente***

Bisogna fare sì che la forma della saldatura sia conica e questa si ottiene se si segue una particolare tecnica, innanzitutto portare a temperatura la piazzola senza toccare il reoforo ( filo terminale ) del componente, per circa un secondo, dopodiché scaldare per un altro secondo solo il reoforo ed infine portare rapidamente a fusione lo stagno non sulla punta del saldatore ma sotto di essa, ovvero direttamente sul reoforo lo stagno il qual non incontrando superfici fredde scivolerà giù riempiendo il foro ed adagiandosi sulla piazzola formando il cono, se la saldatura non è conica ma a goccia sarà destinata a staccarsi dalla pista in breve tempo causando malfunzionamenti del circuito, saldature troppo calde e lente distruggono i componenti e le piste, mentre troppo rapide alla vista risulteranno opache ed è bene rifarle.

### ***La procedura di montaggio***

Corretta consiste nel eseguire prima la saldatura dei componenti a basso profilo in modo che risultino più stabili durante la fase di saldatura, quindi per primi gli eventuali ponticelli ( ricavabili da spezzoni di reoforo tagliati da resistenze ), poi fissiamo i diodi e le resistenze, poi i condensatori ed infine i componenti verticali come i condensatori elettrolitici ed i morsetti da stampato.

Nel caso si volesse eliminare una saldatura fatta per errore e un cortocircuito che fortuitamente è avvenuto tra due componenti vicine l'esperienza consiglia non di usare l'assurda e spesso dannosa polpetta ma di sciogliere lo stagno e dare un colpetto a tutta la scheda sul tavolino di lavoro, il materiale di saldatura trovandosi nello stato liquido cadrà tutto sul tavolino liberando il foro e il componente.

Ovviamente questa procedura va fatta con cautela e il colpetto dovrà essere di una onesta intensità per danneggiare la scheda elettronica.