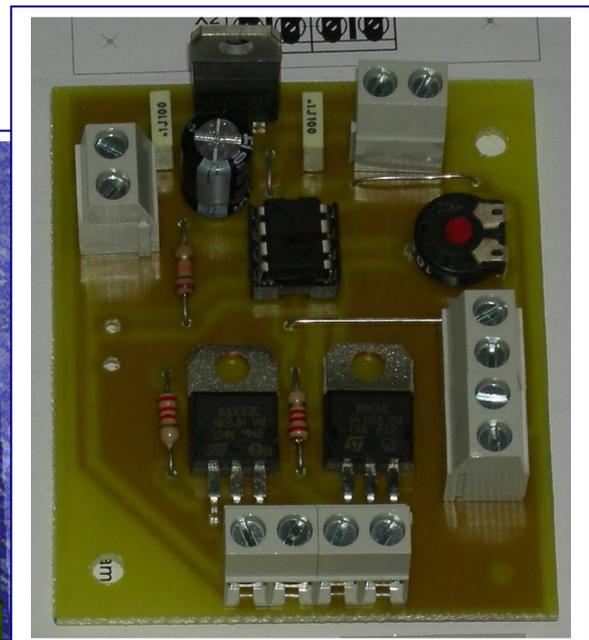
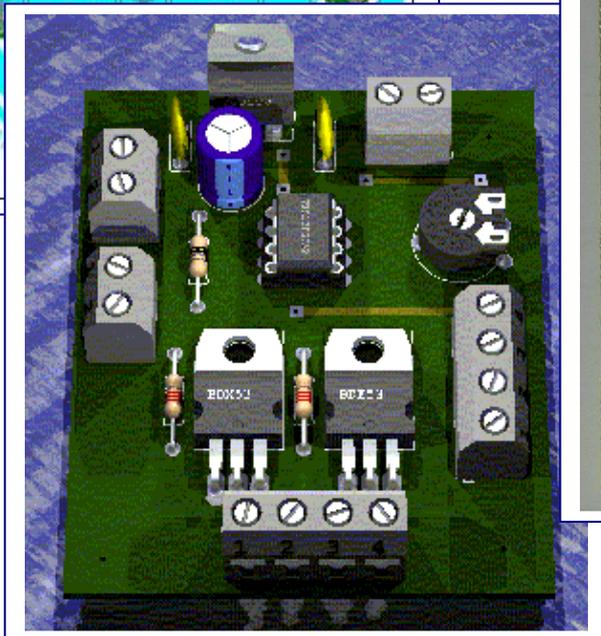
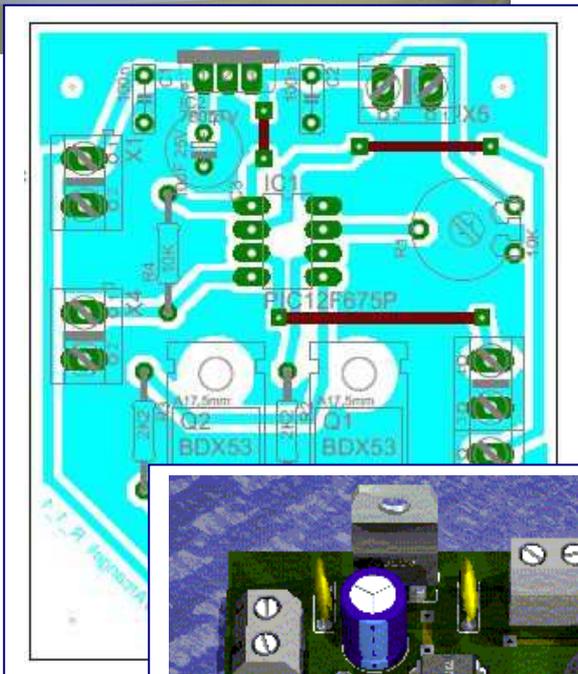
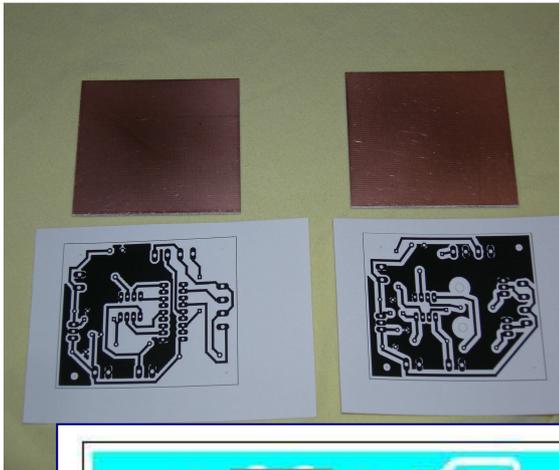


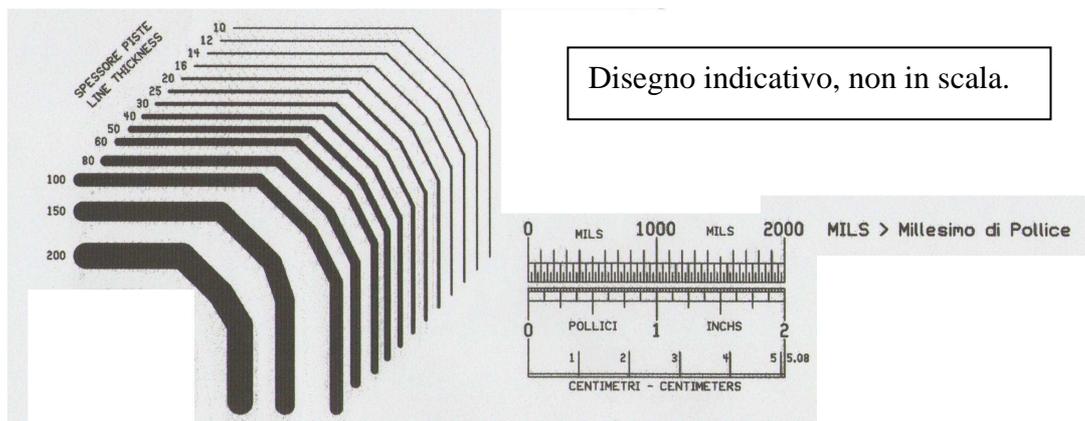
Mauro Arcangeli

# Realizzare i circuiti stampati in casa

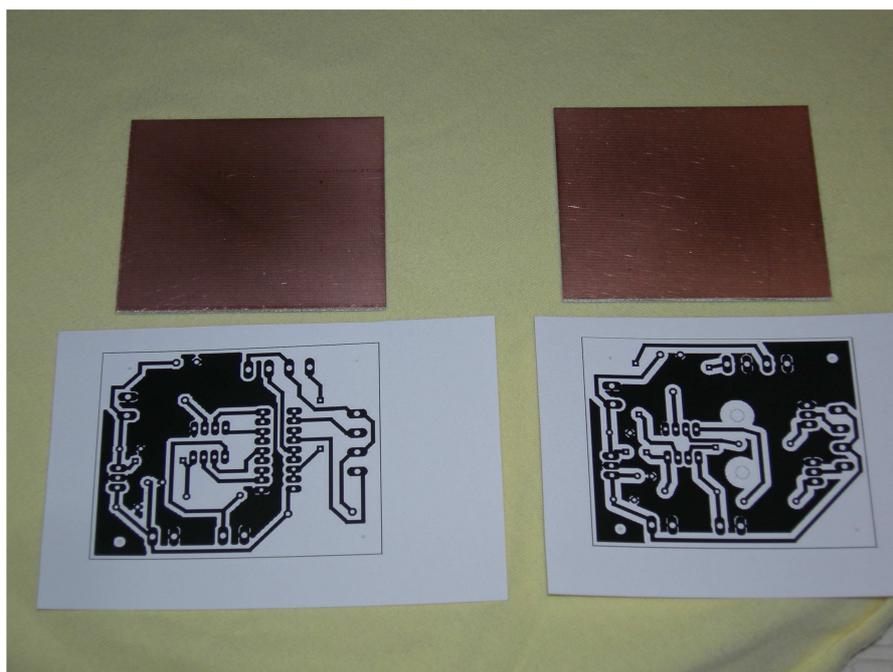


Questa guida vi fornirà le indicazioni necessarie per realizzare con successo semplici circuiti stampati come quelli necessari per costruire i moduli della Microcentralina per presepe presentata nel sito [www.presepevirtuale.it](http://www.presepevirtuale.it), o altri circuiti stampati eventualmente ricavati da riviste specialistiche, o progettati in proprio utilizzando software specifici come Eagle.

Quando parliamo di semplici circuiti stampati intendiamo circuiti che possiedono solo un lato rame e le piste non sono estremamente sottili (<20 mils), altrimenti difficilmente sarebbero realizzabili mediante la tecnica proposta, cioè quella del trasferimento di toner.



Prima operazione da fare: procurarsi delle piastre in vetronite con un lato rame tagliate delle dimensioni pari al circuito da realizzare. Queste piastre sono reperibili nei negozi di componenti elettronici, anche *on-line*.



Piastre di rame pronte per la lavorazione e stampe dei circuiti da realizzare visti dal lato componenti.

Il lato rame dovrà essere perfettamente pulito mediante una spugna abrasiva o una paglietta metallica molto fina e poi spolverato. Il rame deve risultare perfettamente pulito. Evitare di usare carta vetrata anche se con grana molto fina poiché tenderebbe a rigare troppo la superficie.

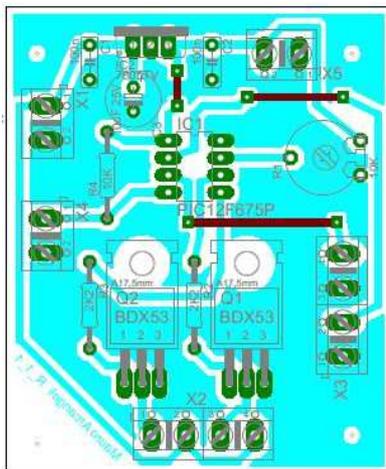
Secondo passo: stampare in scala 1:1 il disegno del lato piste utilizzando carta fotografica tipo lucido, con grammatura 150gr/mq mediante una **stampante laser** (quella inkjet non va bene).

Occorre selezionare una stampa di alta qualità in modo da trasferire più toner.

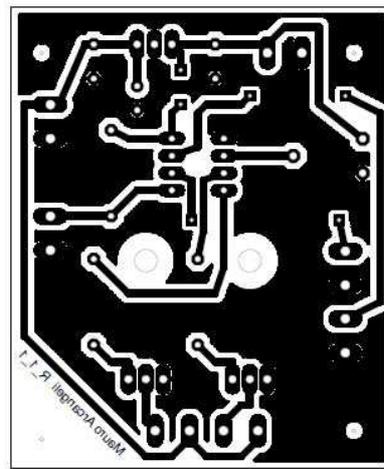
Nella fase di stampa è importante controllare il fattore di scala che sia corretto selezionando fra i comandi quello che consente di non adattare il formato alla larghezza del foglio, in modo da mantenere la stampa in scala 1:1. Comunque a stampa effettuata è meglio verificare con un righello l'esattezza delle dimensioni.

Altro errore che si può commettere è sbagliare il verso. Se il circuito stampato è preso da una rivista, di solito viene proposto il **lato piste** e quindi occorre scannerizzarlo, ribaltarlo (mirror) con un programma di grafica e ridimensionare la giusta scala. Per poter realizzare il circuito stampato con questo metodo il disegno delle piste deve essere visto dal **lato componenti**, come visibile nel disegno seguente:

Cablaggio visto dal lato componenti



Disegno piste visto dal lato componenti



I disegni proposti sono indicativi e non in scala.

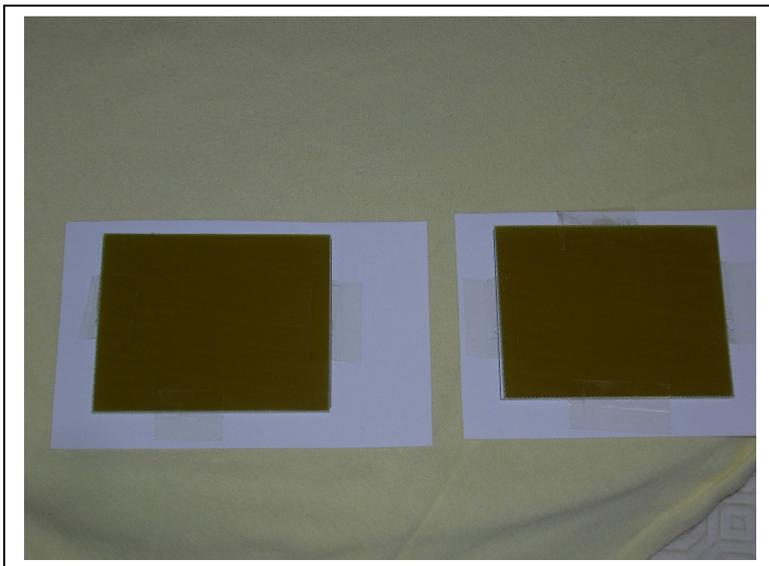
Ulteriore chiarimento si può avere analizzando le immagini di copertina.

A questo punto occorre predisporre una superficie di appoggio stabile per effettuare il trasferimento del toner sul rame mediante un ferro da stiro. Come base può andare bene anche un tagliere di legno, dove poi verrà appoggiato uno straccio (foto seguente). La superficie deve essere stabile perché occorre fare molta pressione con il ferro da stiro. Il ferro deve essere regolato alla massima temperatura, di solito corrispondente al "Lino" e si deve escludere il vapore. La scheda pulita va appoggiata con il lato rame al foglio stampato e fissati i lati con della carta gommata. Il ferro caldo va appoggiato e premuto forte sulla scheda senza muoverlo per almeno 30

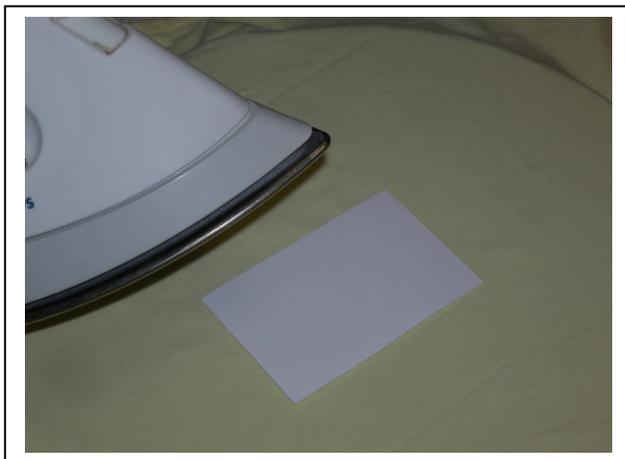
secondi, poi con leggeri movimenti si cercherà di trasferire il calore anche ai bordi del circuito.



Tagliere predisposto sul tavolo stabile pronto per eseguire il lavoro.



Schede pronte per essere “stirate” il lato rame è stato rivolto verso il disegno e fissato con dei pezzi di nastro adesivo, la scelta migliore è la carta gommata che non fonde con il calore.



Operazione di stiratura per far trasferire il toner sul rame.

Occorre fare molta pressione!!

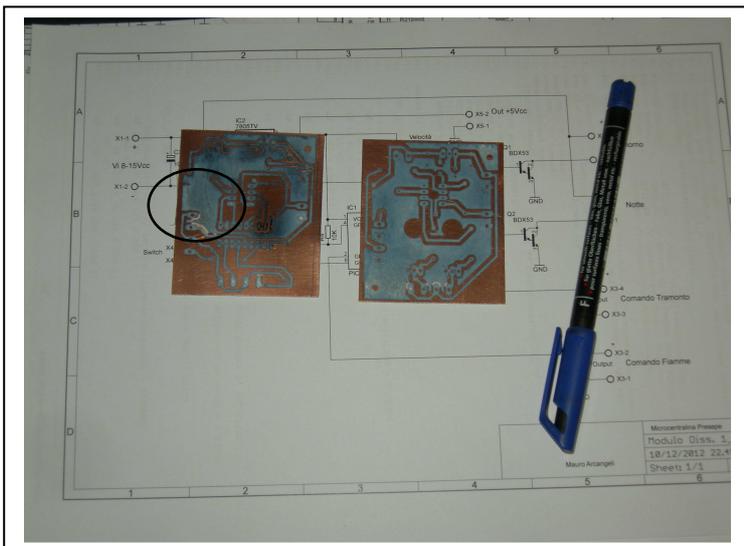
Il ferro dopo una pressione statica di circa 30” va mosso con leggeri movimenti in modo da distribuire meglio il calore ai bordi del circuito.

Effettuata la stiratura le piastre vanno fatte raffreddare per poi procedere a togliere lentamente la carta partendo dai vari lati. Può capitare che la carta venga via con facilità e che il toner non sia completamente trasferito, questo problema può essere dovuto a poco calore del ferro da stiro, poco tempo e poca pressione di stiratura o dal tipo di carta utilizzato, in questo caso serve provarne di marche e tipi diversi per valutare quella che offra il miglior risultato. Si trovano in commercio dei fogli di carta di colore blu fatti a posta per questo lavoro, ma sono più costosi. Se mancano solo alcune piste si può rimediare con un pennarello indelebile a punta fine. Se le piste mancanti sono molte, conviene ripulire la piastra con del diluente nitro o benzina (*operazione da fare all'aperto*) e ritentare.



Nella foto a fianco, invece, si può notare il caso opposto, cioè quando un eccessivo calore fa aderire bene il toner ma anche uno strato di carta.

In questo caso si può facilmente rimediare mettendo a bagno la piastra in acqua tiepida per alcune ore e poi procedere a rimuovere la carta rimasta semplicemente sfregando con le mani.



Nella foto a fianco, si vedono le piastre dal lato rame una volta tolte dall'acqua ed asciugate.

A questo punto si controlla il disegno che sia completo, con il pennarello indelebile si effettuano i ritocchi necessari e con un ago da lana si toglie la carta rimasta tra le piste, riconoscibile dalla patina bianca, come visibile nella foto di sinistra all'interno del cerchio.

Una volta verificata l'integrità del disegno si deve procedere alla rimozione del rame non protetto dal toner tramite l'immersione nel **cloruro ferrico**, volgarmente chiamato acido per circuiti stampati. Si tratta di un liquido di colore scuro reperibile presso i rivenditori di materiale elettronico e conservato in bottiglie o taniche di plastica.

L'operazione di incisione dei circuiti stampati deve essere effettuata all'aperto o sotto una cappa aspirante anche se apparentemente non vengono generati fumi o gas tossici. I contenitori utilizzati devono essere rigorosamente in plastica e delle dimensioni adeguate alla quantità di acido a disposizione perché le schede devono essere completamente ricoperte.

**Prima di iniziare le operazioni leggere attentamente le informazioni di sicurezza riportate nel contenitore.**



Si deve fare un foro su un angolo della piastra a cui si lega un filo di rame ricoperto che permetterà di muovere il circuito all'interno della vaschetta in modo da accelerare il processo di corrosione. Anche l'esposizione al sole, e quindi il riscaldamento, accelera questo processo.



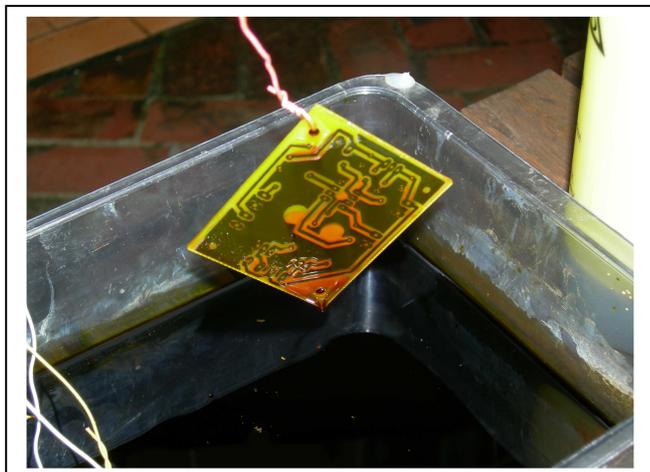
Il cloruro ferrico deve essere maneggiato con prudenza, evitando il contatto con la pelle, ed i vestiti, poiché produce delle macchie color ruggine praticamente indelebili! Anche il lavello deve essere pulito altrimenti rimarrà macchiato.

Una volta terminato il processo di incisione, il prodotto deve essere rimesso nella bottiglia e riposto in un **luogo sicuro, non raggiungibile dai bambini**. Potrà essere riutilizzato diverse volte fino a quando non perderà di efficacia. Una volta esaurito, il cloruro ferrico dovrà essere smaltito a norma di legge. Altre informazioni sono disponibili nella **scheda di sicurezza** scaricabile da internet presso siti di produttori.

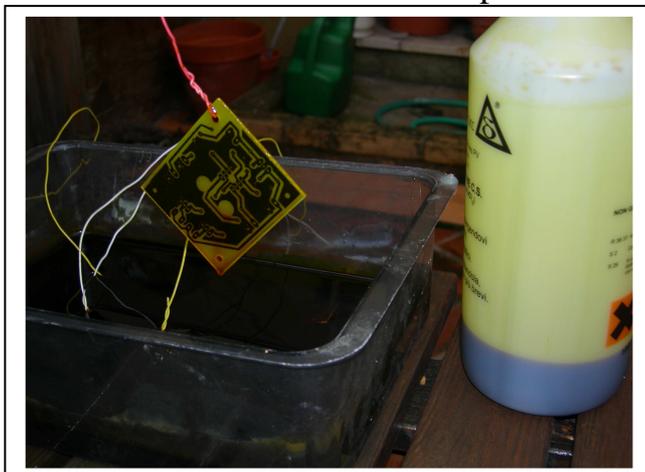
Valida alternativa al **cloruro ferrico** è il **persolfato di sodio** risolvendo i problemi legati ad odore e macchie, è una soluzione più costosa e richiede comunque delle precauzioni nell'uso, il rispetto delle avvertenze riportate nella confezione e nella **scheda di sicurezza**.

Una volta immersi nel cloruro ferrico i circuiti stampati vanno mossi per agitare la soluzione e dopo circa 10' si inizia a controllare lo stato di incisione, il controllo prosegue ogni 5' fino a completamento.

Processo di incisione iniziato



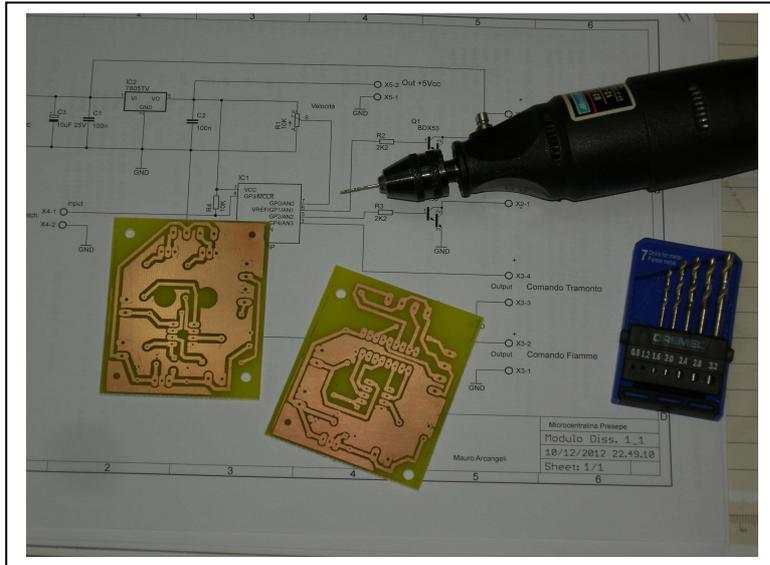
Processo di incisione completato



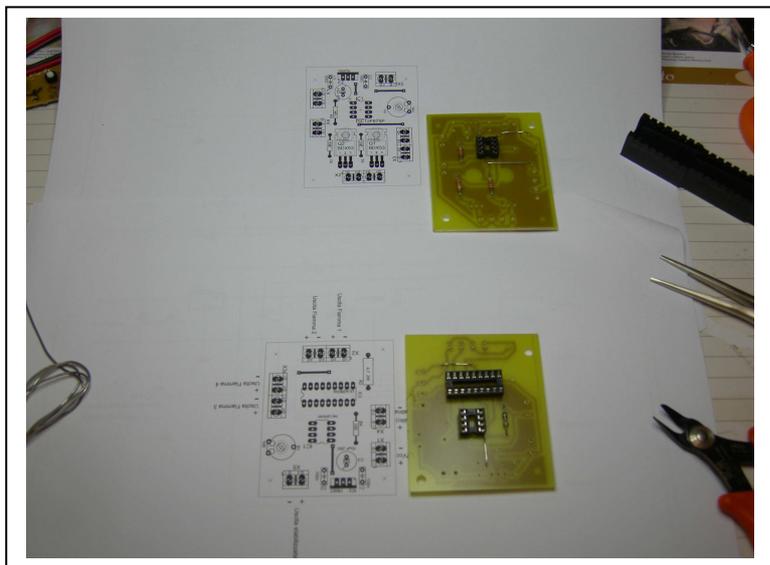
Una volta terminato il processo d'incisione le schede vanno lavate ed il toner va rimosso con diluente nitro o benzina. In questo caso, essendo piccoli circuiti conviene mettere del diluente in un barattolo di vetro ed immergere il circuito nel diluente per alcuni minuti.



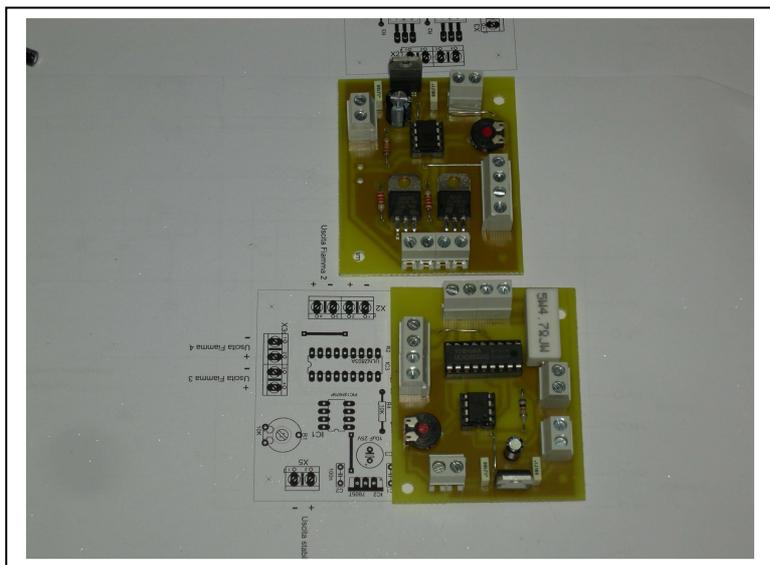
Il processo è terminato, i circuiti stampati vanno lavati nuovamente, questa volta anche con del detersivo ed asciugati. Ora non rimane che forarli ed iniziare la fase di assemblaggio dei componenti. Per la foratura è consigliabile usare un trapano a colonna con punta da 0,8 mm, poi alcuni fori dovranno essere ripassati con la punta da 1mm, 1,2 mm o 1,5 mm ( connettori, trimmer ecc.). In mancanza del trapano a colonna si può utilizzare un trapanino apposito a bassa tensione reperibile presso i rivenditori di materiale elettronico.



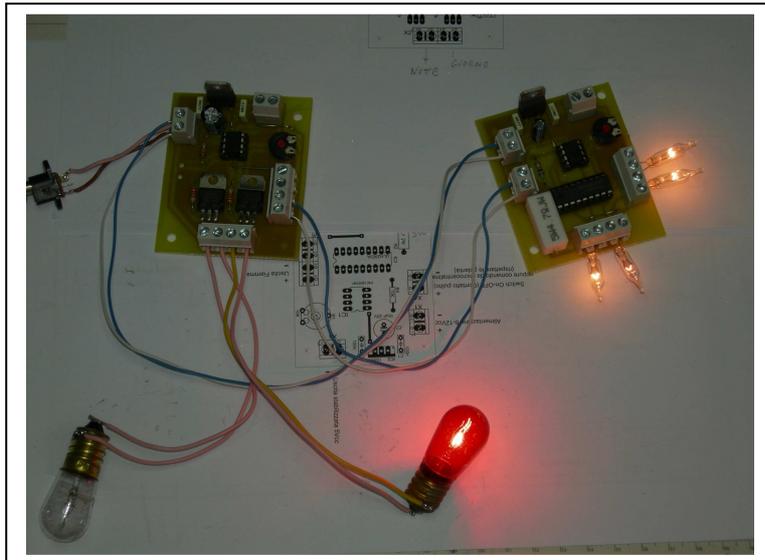
Fase di foratura.



Fase di assemblaggio: si inizia montando i componenti più bassi, zoccoli per i circuiti integrati, resistenze e pontifilo.



Assemblaggio terminato.



Fase di collaudo.

*L'assemblaggio elettronico non rientra nello scopo di questa guida, questo argomento necessita di un approfondimento a parte.*

*L'autore, pur cercando di fornire tutte le informazioni necessarie o utili al caso, non si ritiene in alcun modo responsabile per danni, di qualsiasi natura, derivanti o riconducibili alle informazioni riportate in questa guida. Chi si appresta a svolgere il lavoro proposto in questo tutorial lo fa liberamente e sotto la propria responsabilità. E' compito di chi esegue il lavoro operare in sicurezza e nel rispetto delle norme in termini di antinfortunistica e rispetto dell'ambiente.*

*Mauro Arcangeli – 2013*

Tutorial distribuito gratuitamente tramite il sito [www.presepevirtuale.it](http://www.presepevirtuale.it)



**Mauro Arcangeli**, nato nel 1965, diploma di Tecnico delle Industrie Elettriche ed Elettroniche, dal 1988 al 1992 ha prestato servizio come collaudatore, addetto al controllo di qualità, presso i laboratori del gruppo Bontempi-Farfisa. Dal 1992, docente di Laboratorio di Elettronica in diversi Istituti Professionali della provincia di Macerata. Dal 2006 titolare di cattedra presso l'Istituto di Istruzione Superiore " E. Mattei " di Recanati.