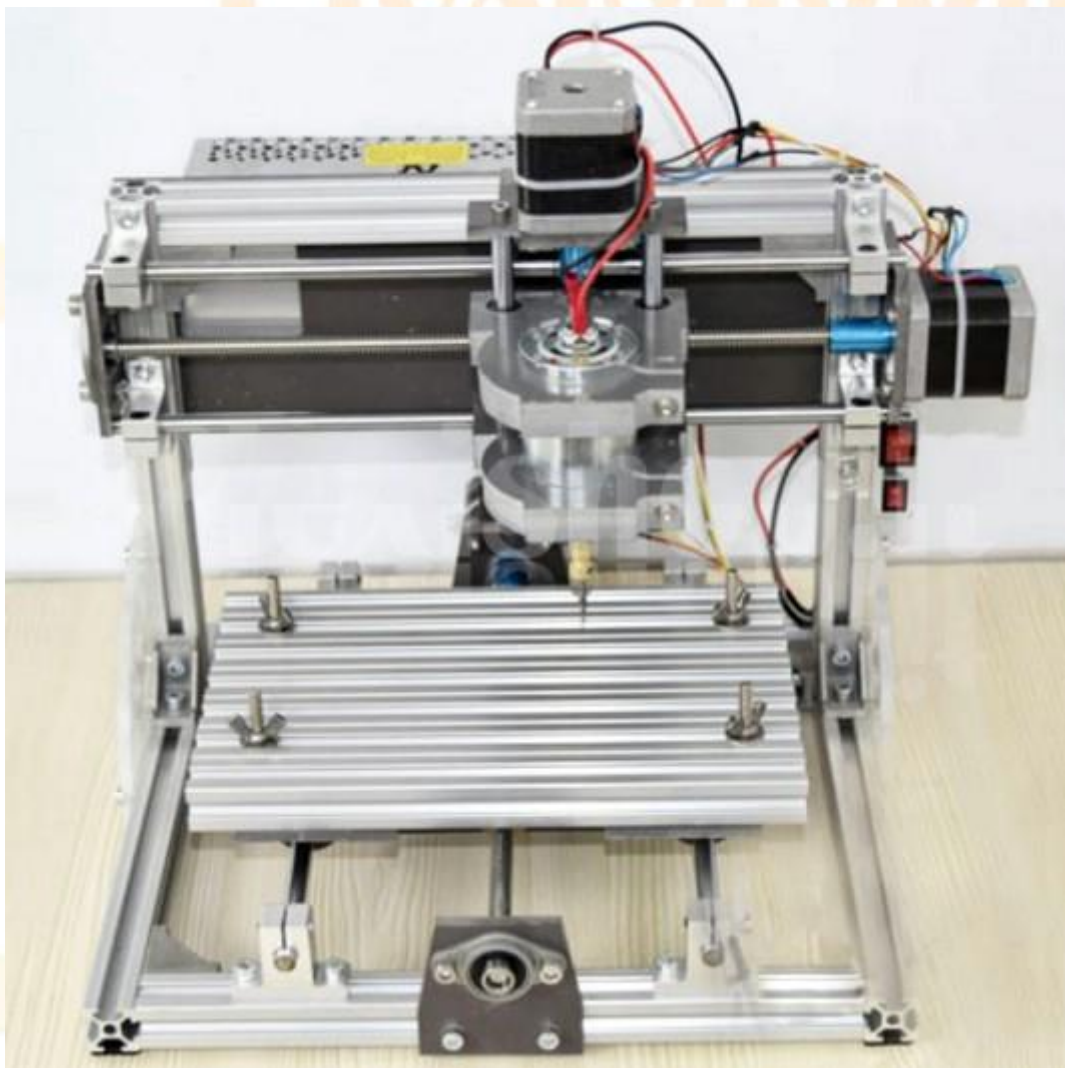


Plexishop.it

Mini fresa CNC per incisioni ad alta precisione da 240W

Come fresare un PCB



Premessa:

Il presente tutorial non è una guida al disegno dei PCB e si dà quindi per scontato che abbiate già dimestichezza in tal senso. Si farà qualche breve riferimento al software DesignSpark per l'esportazione dei file **gerber/excellon** ma le procedure di esportazione sono in genere semplici e simili in qualunque altro software (ad es. Eagle, Kikad, etc).

In questo tutorial utilizzeremo una "toolchain" (sostanzialmente traducibile come, insieme degli attrezzi necessari a completare un lavoro) tra le diverse disponibili. Utilizzeremo cioè una serie di software (tutti open source nel nostro caso) che ci permetteranno di raggiungere lo scopo prefissato, cioè la realizzazione di un PCB completo di tracce, fori e taglio del bordo.

Il presente tutorial ha solo la pertesa di aprire la strada verso il modo della prototipazione dei PCB tramite fresatura. Per questo motivo non si addentrerà nella moltitudine di opzioni presenti nei vari software utilizzati ma indicherà il percorso da seguire per superare quelli che sono spesso i quesiti più comuni... "da dove comincio?", "quali programmi devo utilizzare?".

Consiglio vivamente di tenere a portata di "mouse" le guide online di FlatCAM

<http://flatcam.org/manual/index.html>

e di bCNC

<https://github.com/vlachoudis/bCNC/wiki>

in modo che possiate scoprire il significato di ogni opzione presente nelle schermate che vedremo in seguito.

La nostra toolchain

Ecco di seguito i software che utilizzeremo e che sarà necessario installare:

1. Software CAD di disegno elettronico (Eagle, DesigSpark, Kikad, etc)
2. Software CAM per la creazione dei file **g-code** (utilizzeremo **FlatCAM**)
3. Post-processore (utilizzeremo **bCNC**)

Dando per scontato lo scopo del primo software, vediamo brevemente a cosa serviranno gli altri due.

I file **g-code** sono dei semplici file di testo contenenti sostanzialmente dei comandi (g-code appunto) che hanno lo scopo di far muovere un dispositivo a controllo numerico come la nostra mini-fresa e vengono inviati in sequenza in modo che quest'ultima completi l'intero processo di produzione. I codici g-code non sono però tutti universali, esistono pertanto codici g-code che hanno funzioni diverse in base al tipo di macchina/controllore che si sta utilizzando. Esistono cioè dei "dialetti" ed è per questo motivo che bisogna utilizzare un post-processore. Il suo compito è tradurre i g-code di partenza in comandi g-code equivalenti per il tipo di controllore utilizzato.

Per le procedure di installazione dei software fate riferimento ai relativi siti web.

FlatCAM: <http://flatcam.org/>

bCNC: <https://github.com/vlachoudis/bCNC>

Entrambi i software sono multi piattaforma perchè scritti in python e quindi come requisito base richiedono appunto l'installazione di python (meglio la versione 2.7, non la 3.5).

<http://www.python.it/download/>

Note: per bCNC ricordatevi di installare anche il plugin *pyserial* come descritto nel sito web di riferimento.

Il controller grbl

La nostra mini-fresa utilizza un controller compatibile **grbl**: <https://github.com/grbl/grbl>

grbl non è altro che un firmware (programma) che traduce i comandi g-code in movimenti sulla nostra mini-fresa. Dal punto di vista hardware non è altro che una semplice Arduino UNO (il classico ATmega328p) unita all'elettronica necessaria a comandare i motori passo-passo.

La scheda viene fornita con il firmware grbl in versione 0.8c ma consiglio vivamente il suo aggiornamento alla versione 0.9 o successive. L'aggiornamento si può fare scaricando il file .hex disponibile qui <https://github.com/grbl/grbl>

[Grbl v0.9j Atmega328p 16mhz 115200baud with generic defaults](#)

Oppure tramite l'IDE Arduino <https://github.com/grbl/grbl/wiki/Flashing-Grbl-to-an-Arduino>

Esportazione dei file gerber/excellon

Cos'è un file gerber?

Il formato di **file Gerber** è lo standard de-facto utilizzato per la produzione di circuiti stampati (PCB) per tracciare le connessioni elettriche quali piste, vias, e piazzole. In aggiunta, il file contiene informazioni per la foratura e la fresatura del circuito stampato.

Fonte Wikipedia

Cos'è un file excellon?

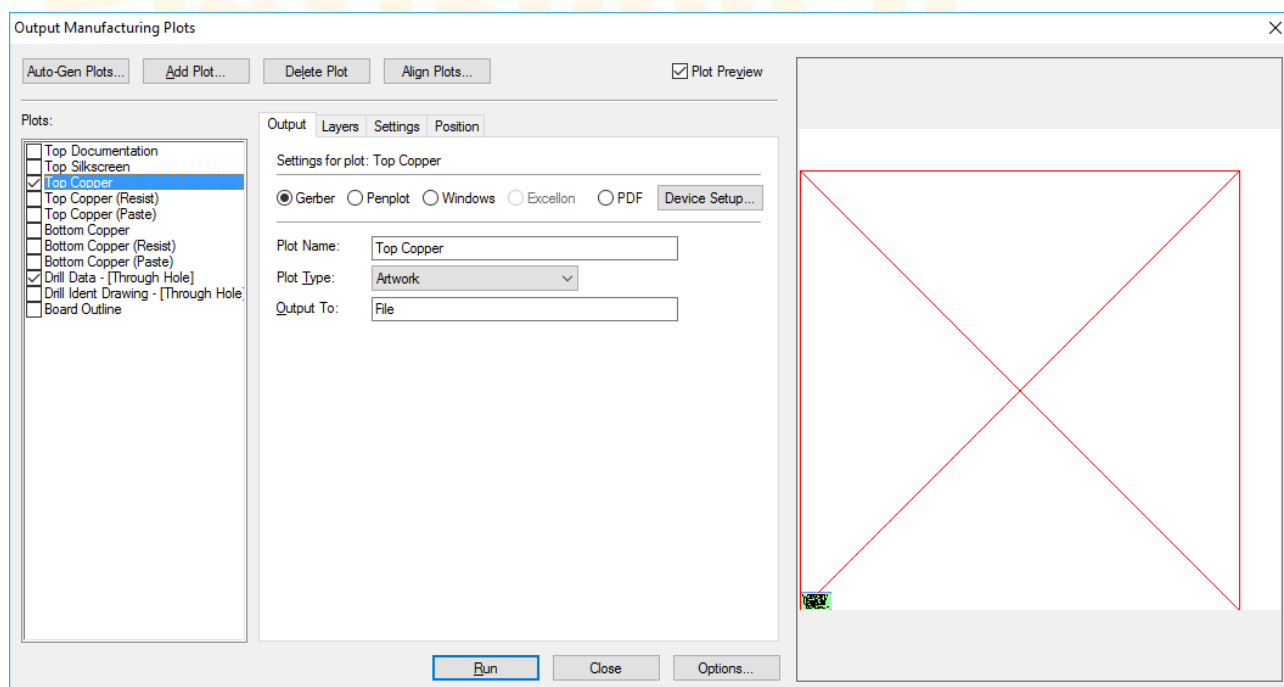
Il formato di **file Excellon** è ampiamente usato per guidare la foratura CNC dei circuiti stampati (PCB). È una variante dello standard EIA RS-274-C.

Fonte Wikipedia

Per iniziare il lavoro abbiamo quindi bisogno di almeno 2 file, uno per le tracce ed uno per le forature.

In DesignSpak ad esempio si procederà così:

Menù *Output* -> *Manufacturing plots...*



Selezionate "Top Copper" e "Drill Data" e cliccate su [Run].

Avrete così generato i due file, "Top Copper.gbr" e "Drill Data - [Through Hole].drl" e sarete pronti a passare a FlatCAM.

FlatCAM

Per fresare le tracce di un PCB si utilizzano generalmente frese per incisione come queste:



Ce ne sono di diverse misure e con angoli differenti. Io utilizzo generalmente frese da 0,3mm con angolo 45°.

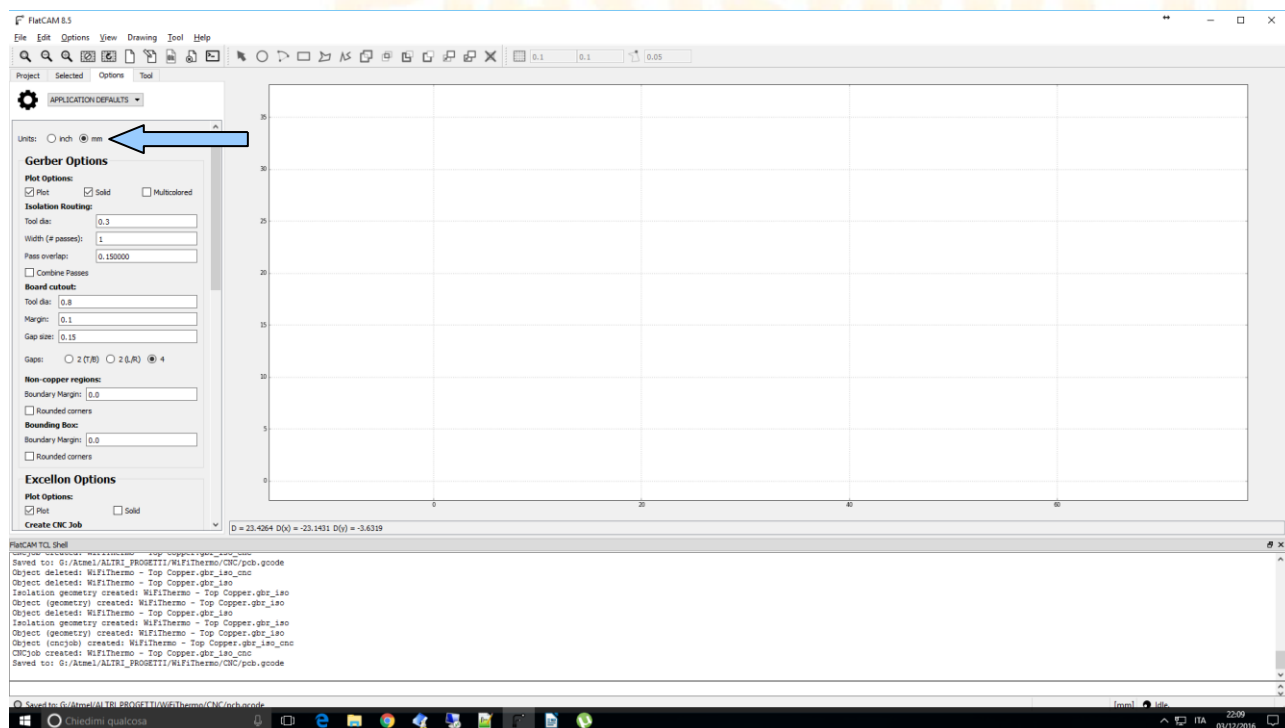
per forare si utilizzano punte come queste:



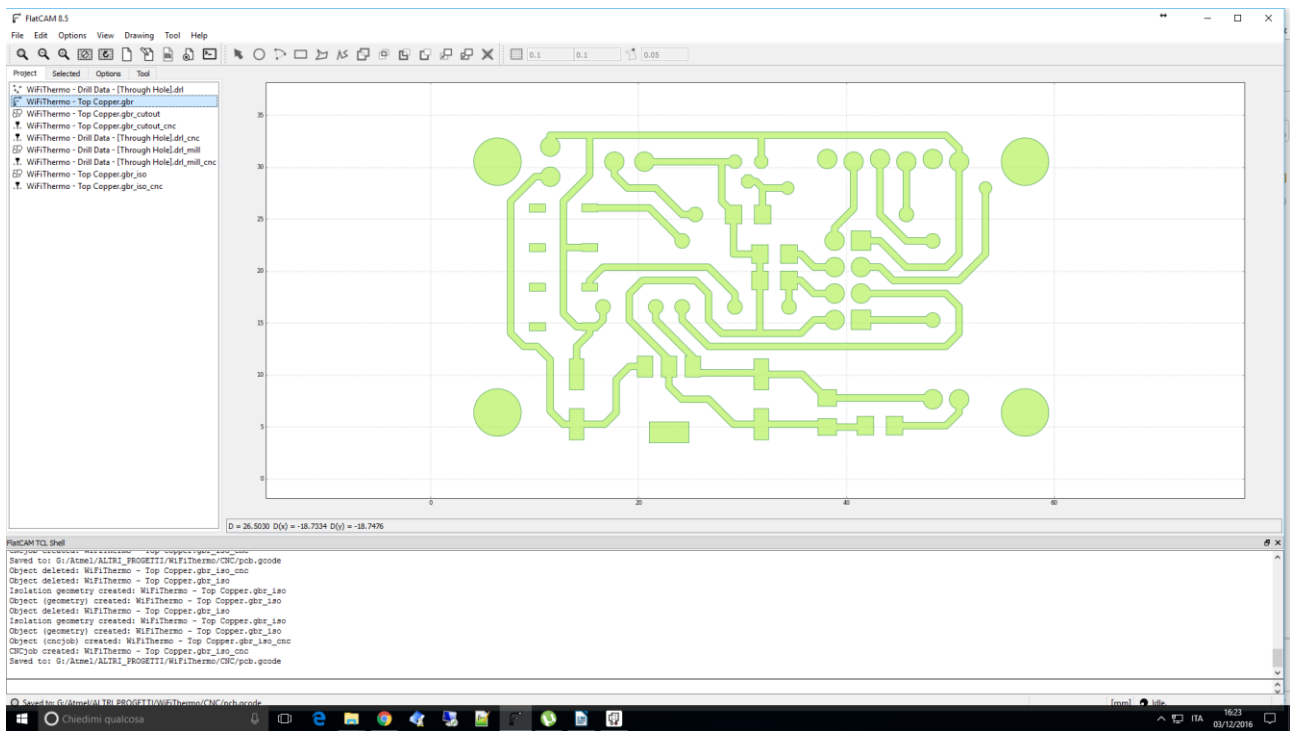
mentre per il taglio queste:



In FlatCam impostate nella scheda *Options* l'unità di misura in millimetri.



Con *File -> Open Gerber ...* aprite il vostro file Gerber per caricare le tracce del vostro PCB.



Plexishop.it

Plexishop.it

Plexishop.it

Nella scheda *Project* selezionate il file appena caricato dopodichè selezionate la scheda *Selected* e impostate questi valori:

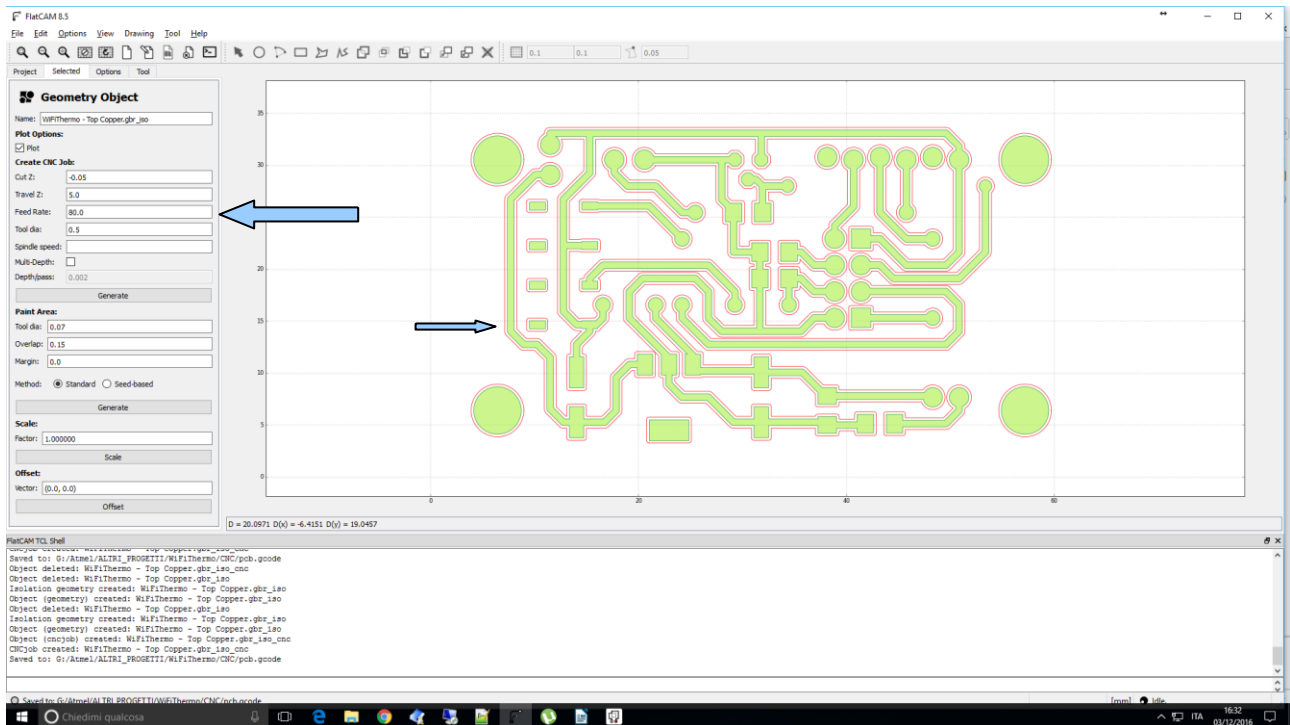
Tool dia: 0.3

Width (# passes): 1

Pass overlap: *non ha importanza*

Cliccate ora su [*Generate Geometry*].

Nella vostra scheda *Project* comparirà ora un nuovo file "Top Copper.gbr_iso" e comparirà una traccia rossa intorno a tutte le piste.



Ora tornate in *Project* e selezionate il file "Top Copper.gbr_iso", tornate nuovamente alla scheda *Selected* e impostate questi valori:

Cut Z: -0.1 (*occhio al segno!*)

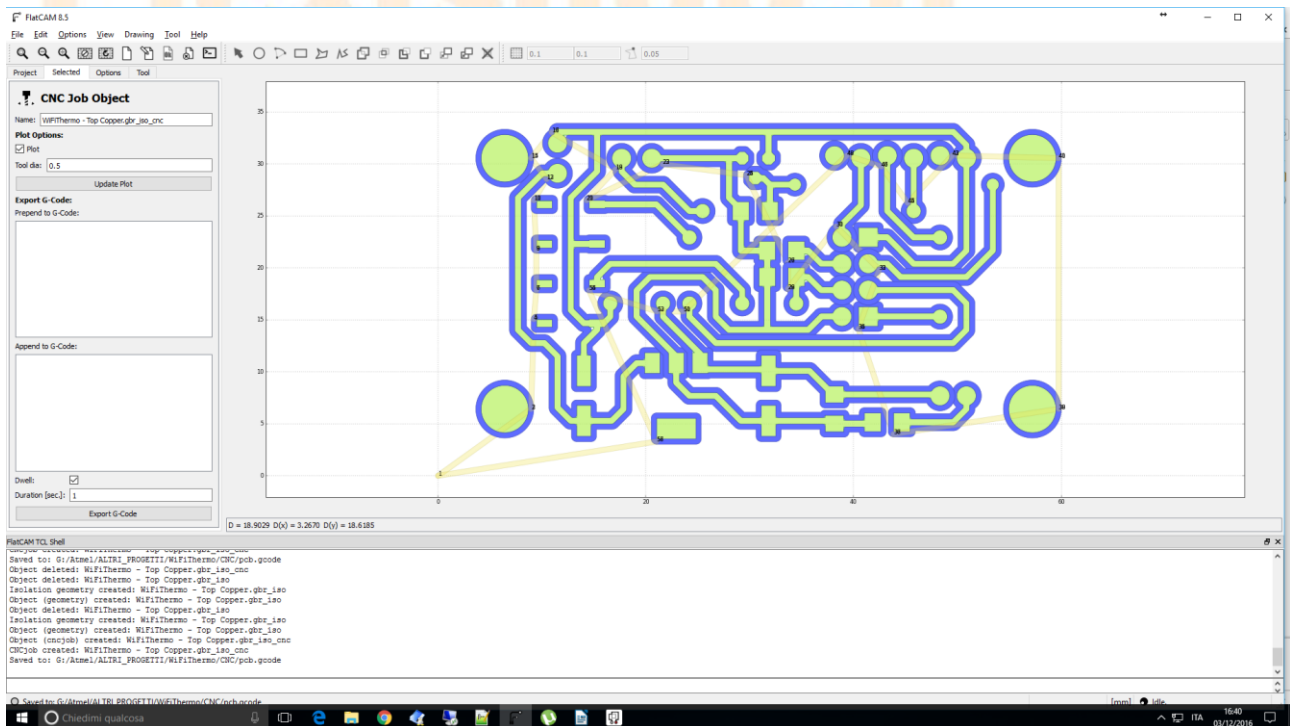
Travel Z: 5.0

Feed Rate: 80.0

Tool dia: 0.3

Cliccate ora su [Generate].

Nella vostra scheda *Project* comparirà un nuovo file "Top Copper.gbr_iso_cnc" e la traccia rossa verrà ricoperta da una blu ad indicare la zona in cui verrà rimosso lo strato di rame.



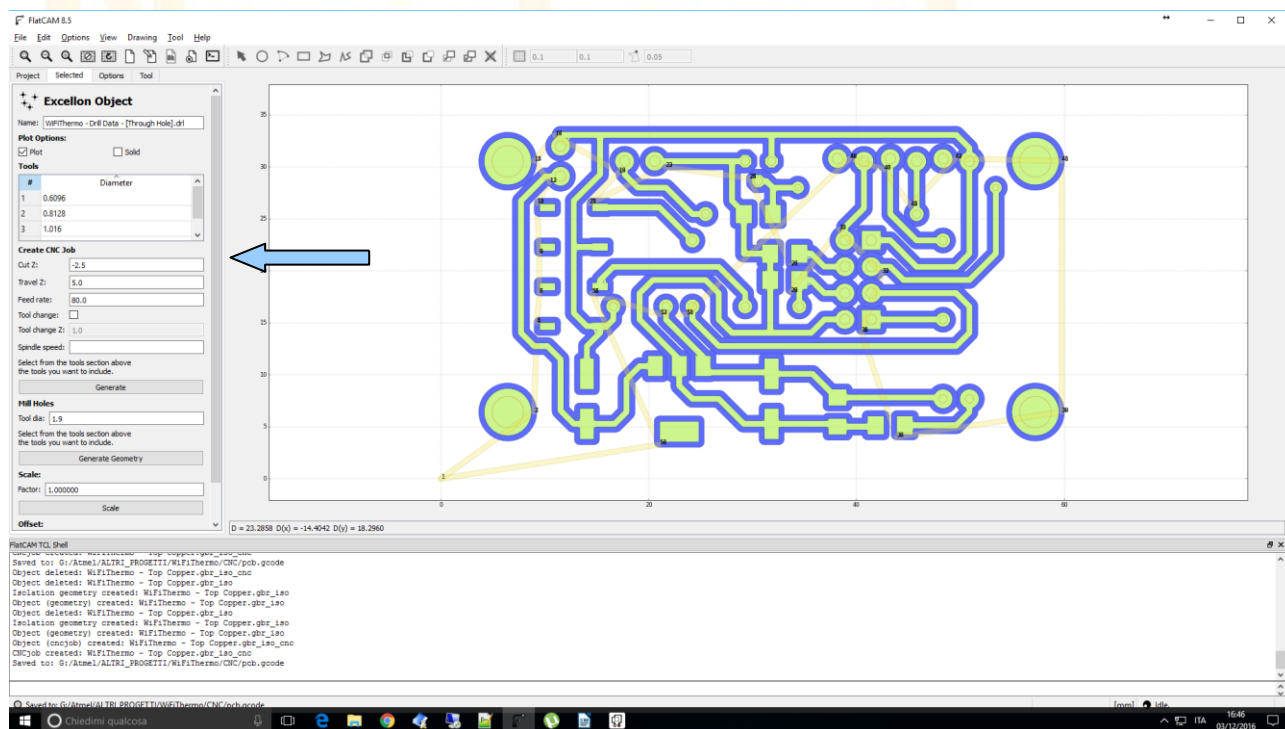
Ora tornate in *Project* e selezionate il file "Top Copper.gbr_iso_cnc", tornate nuovamente alla scheda *Selected* e impostate questi valori:

Tool dia: 0.3

Cliccate ora su [Export G-Code] per salvare il file di testo contenente tutto il g-code necessario ad incidere le tracce blu che vedete nell'immagine.

Per la foratura della scheda i passaggi sono simili.

Con **File -> Open Excellon ...** aprite il vostro file Excellon per caricare la foratura del vostro PCB.



Compariranno dei piccoli cerchi nei punti di foratura.

Nella scheda **Project** selezionate il file appena caricato dopodichè selezionate la scheda **Selected** e impostate questi valori:

Selezionate uno o più elementi in **Tools...**

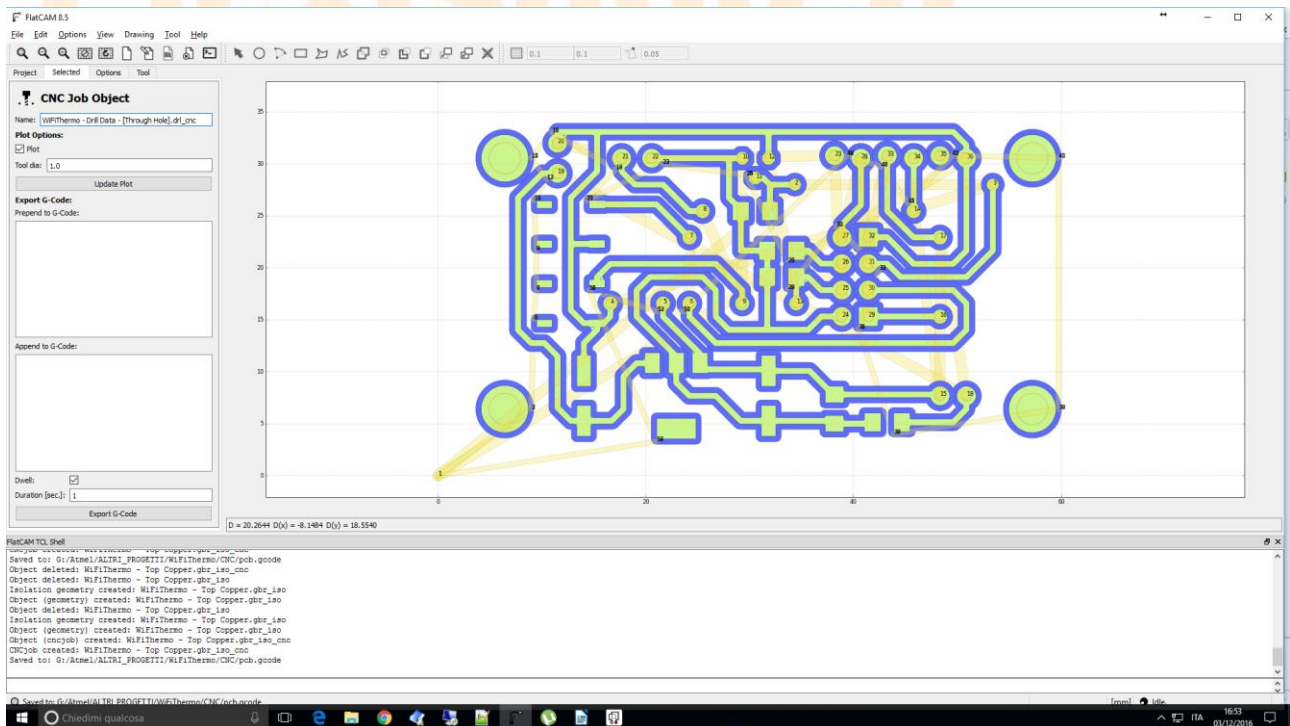
Cut Z: -2.5 (*occhio al segno!*)

Travel Z: 5.0

Feed rate: 80.0

Cliccate ora su [Generate].

Nella vostra scheda *Project* comparirà un nuovo file "Drill Data - [Through Hole].drl_cnc" e sullo schermo compariranno le tracce gialle dei movimenti che eseguirà la mini-fresa per la foratura.



Ora tornate in *Project* e selezionate il file "Drill Data - [Through Hole].drl_cnc", tornate nuovamente alla scheda *Selected* e impostate questi valori:

Tool dia: 1

Cliccate ora su [Export G-Code] per salvare il file di testo contenente tutto il g-code necessario a forare la scheda.

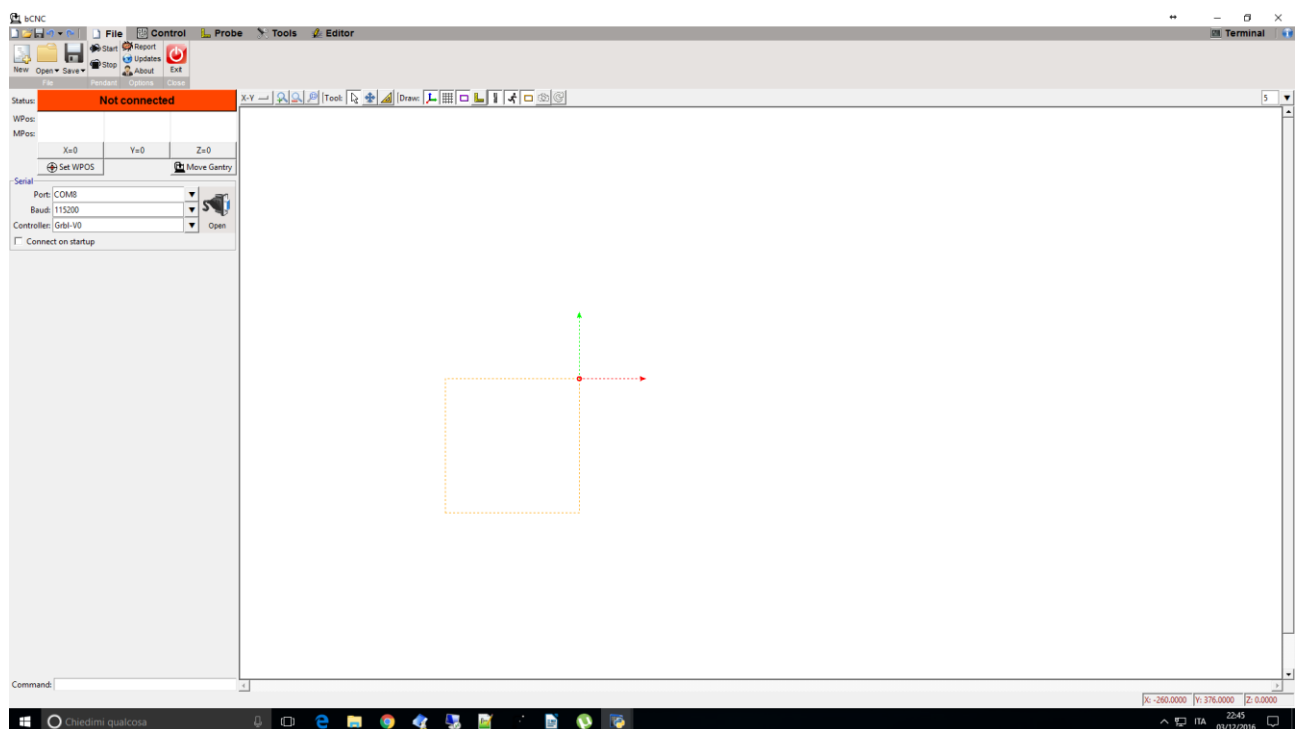
bCNC

Eccoci giunti ora alla parte più delicata del processo di produzione del nostro PCB.

Fate bene attenzione a ciò che fate in bCNC mentre la vostra mini-fresa è collegata ed in ascolto di nuovi comandi perchè muovere la testa della mini-fresa contro un ostacolo rigido è un errore che potrebbe costarvi caro!

Prima di tutto collegate il cavo USB e succesivamente lanciate bCNC.

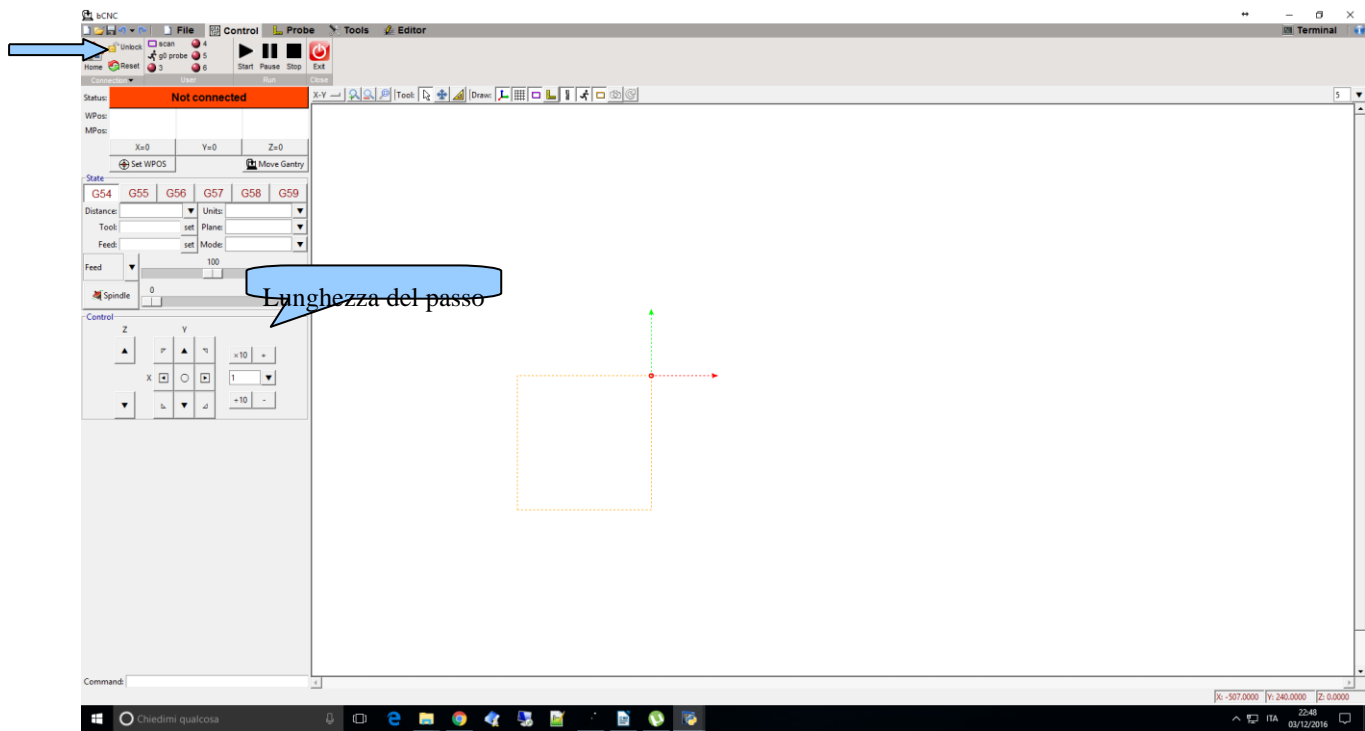
Cliccando su *File*, aprirete il pannello di connessione seriale al controllore della mini-fresa.



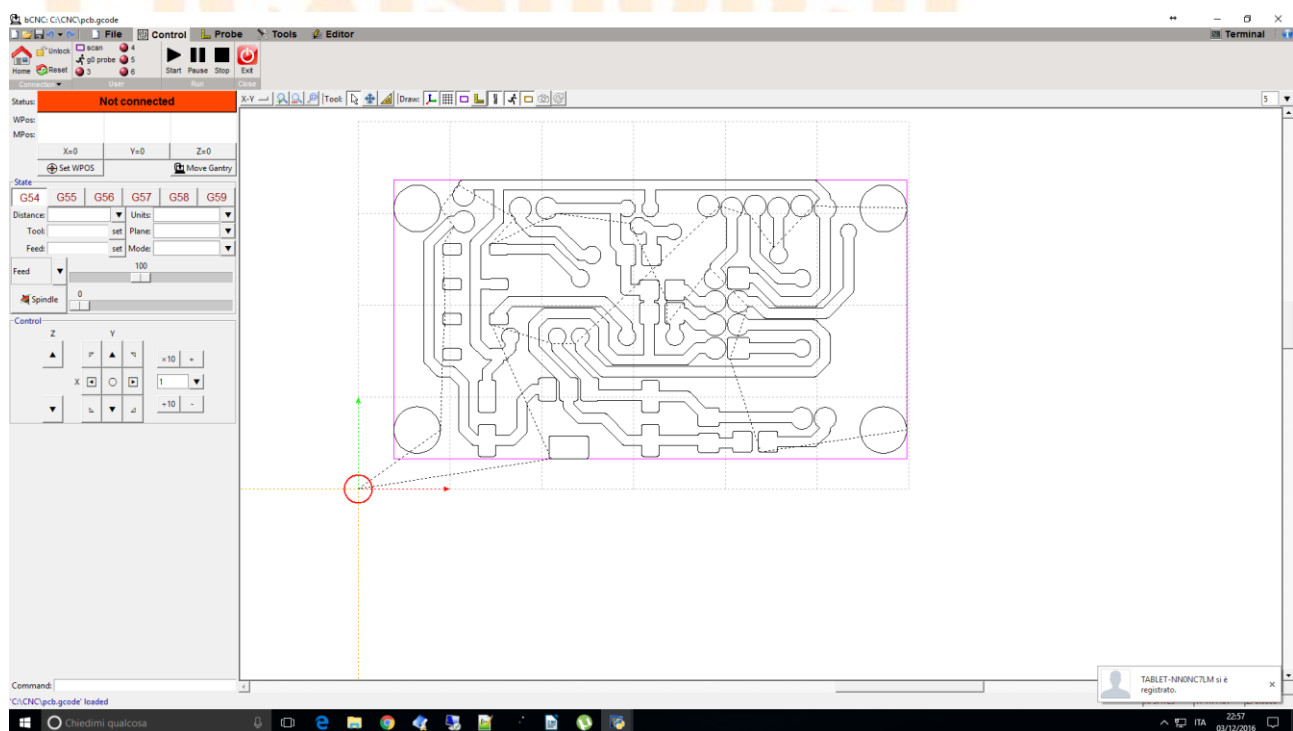
Selezionate la porta di comunicazione, la velocità e cliccate su [Open] e a questo punto lo status dovrebbe cambiare in "Connected".

Siete pronti a vedere la vostra mini-fresa muoversi, cliccate su *Control* e verificate il movimento sia del piano che della testa agendo sui pulsanti "freccia" che trovate nella parte bassa.

Fate a questo punto un po' di pratica mantenendo i passi "piccoli" cioè impostati a 1 o 5mm.



Ora cliccate sull'iconcina a forma di cartella per aprire il vostro file contenente il g-code delle tracce.



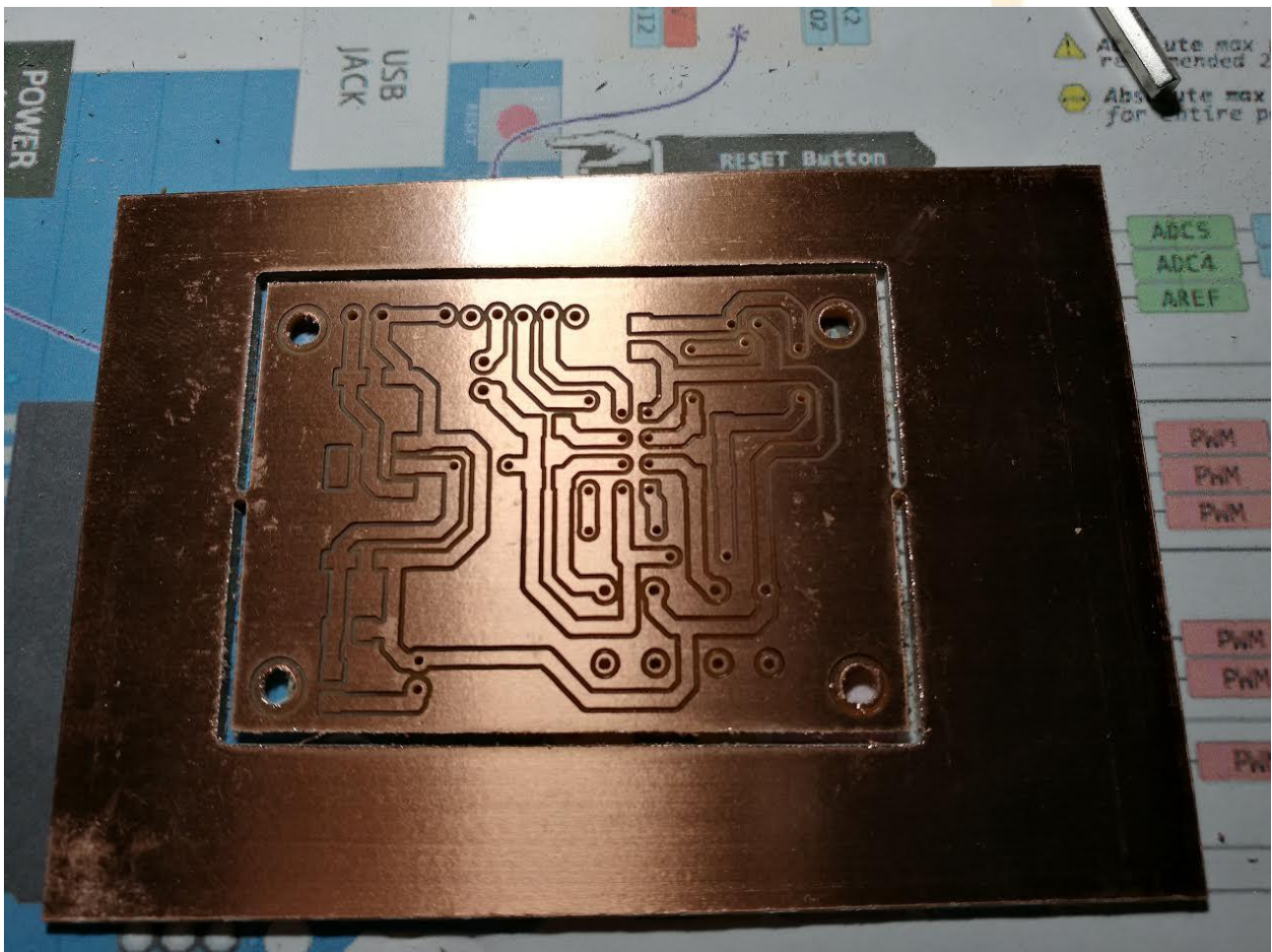
Fissate con del nastro bi-adesivo il PCB al piano della mini-fresa e inserite la punta da incisione nel mandrino. Posizionate la testa della mini-fresa in basso a sinistra con la punta appoggiata allo strato di rame del vostro PCB (muovetevi con cautela), avviate il motore della punta e poi il processo di

fresatura cliccando sul pulsante "Start".

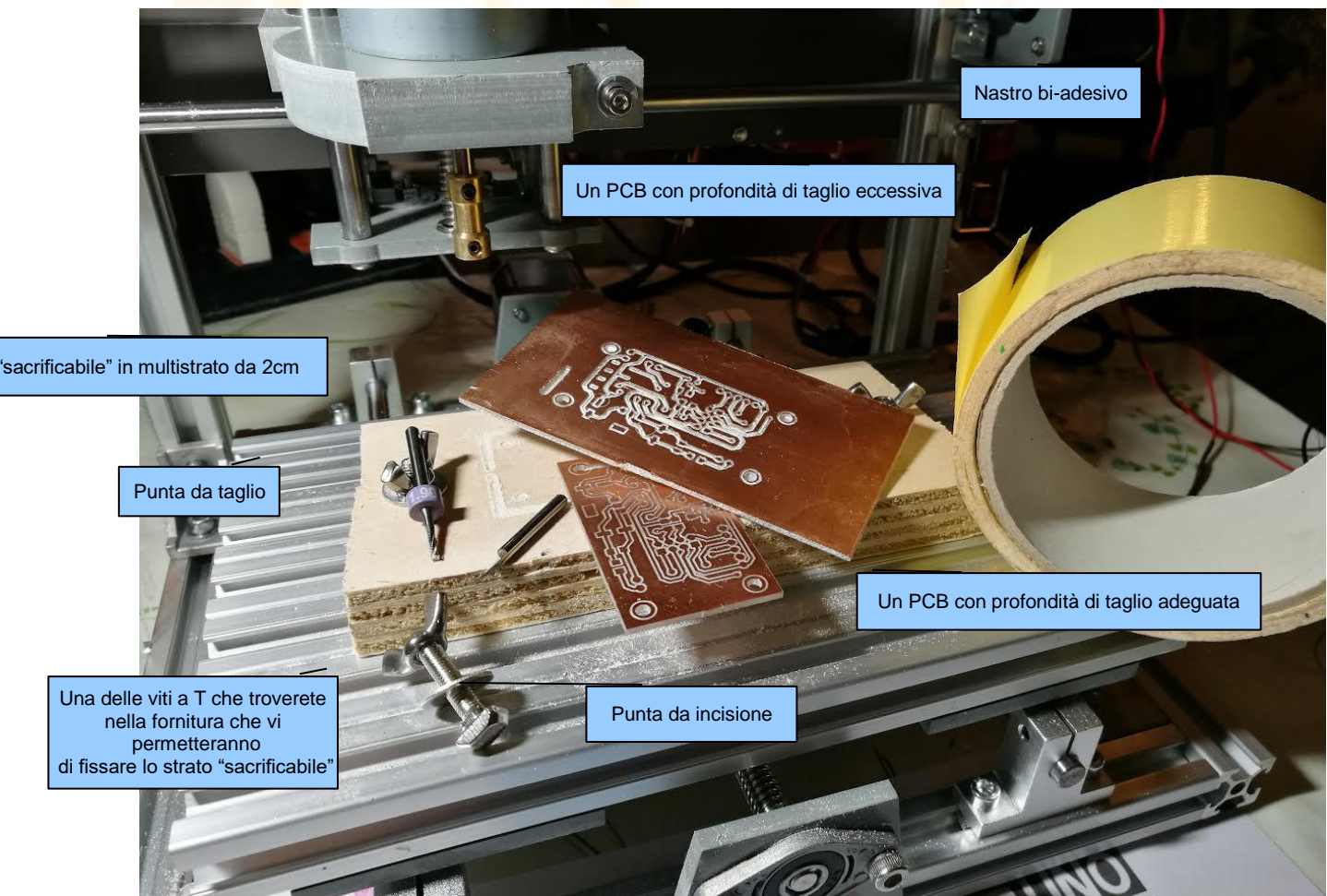
Come ulteriore consiglio vi suggerisco di provare l'intero processo senza montare la punta sul mandrino verificando che i movimenti della testa sull'asse Z siano quelli attesi insieme agli spostamenti lungo l'asse X e Y.

Tenete presente che la fresa per incidere il rame scende di soli 0,05mm rispetto al punto di appoggio iniziale. Tenendo conto che lo spessore di rame standard di un PCB è 0,035mm la fresatura porterà via con se anche qualche decimo di mm di supporto. Questo garantirà un sufficiente isolamento tra le tracce.

Con le giuste impostazioni della mini-fresa e con un po' di pratica si potranno ottenere PCB come questo



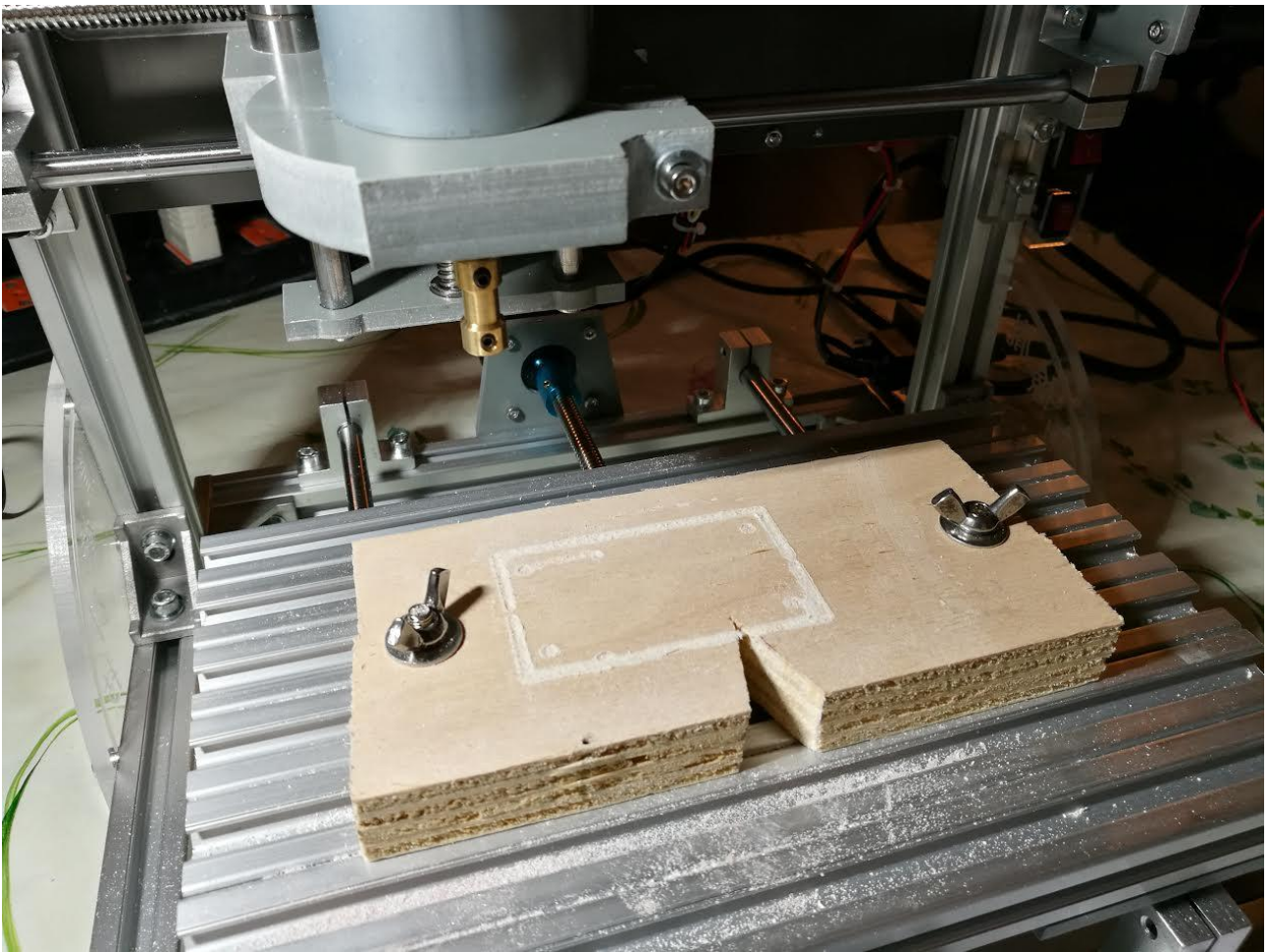
In questa foto si possono vedere una serie di elementi utili per la produzione del PCB.



Plexishop.it

Plexishop.it

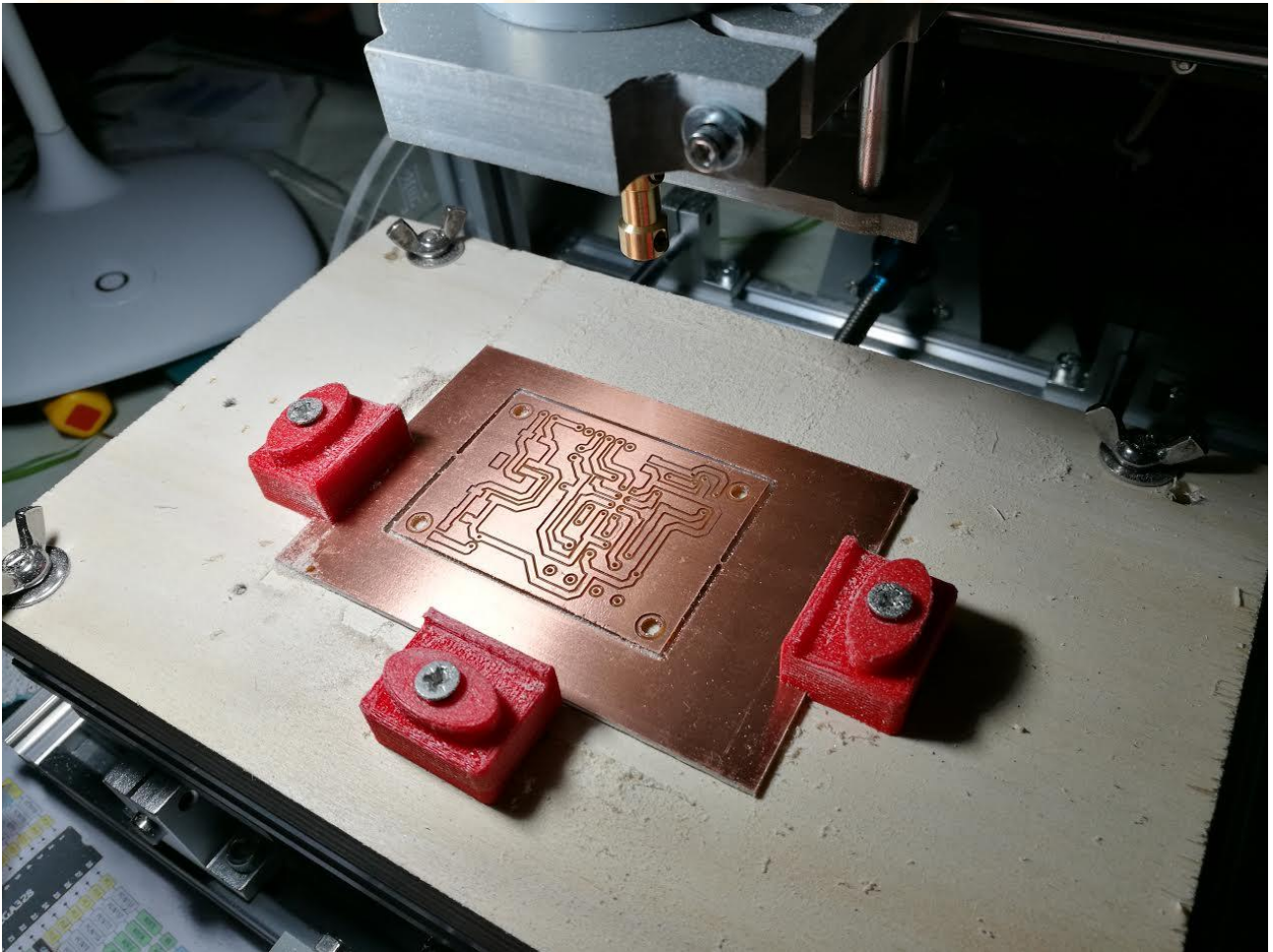
Lo strato "sacrificabile" in multistrato da 2cm di spessore.



Fate attenzione al fatto che il distacco del PCB dal multistrato solleva minuscole fibre di legno. Queste fibre creano un pessima zona di fissaggio quando andrete a posizionare il PCB successivo. Quest'ultimo tenderà molto probabilmente a muoversi nonostante il bi-adesivo, durante le fasi più intense come il taglio del bordo. Per evitare questo comportamento sarà sufficiente levigare con della carta abrasiva abbastanza fine (grana 120 o più) la superficie per riportarla al suo stato iniziale.

Plexishop.it

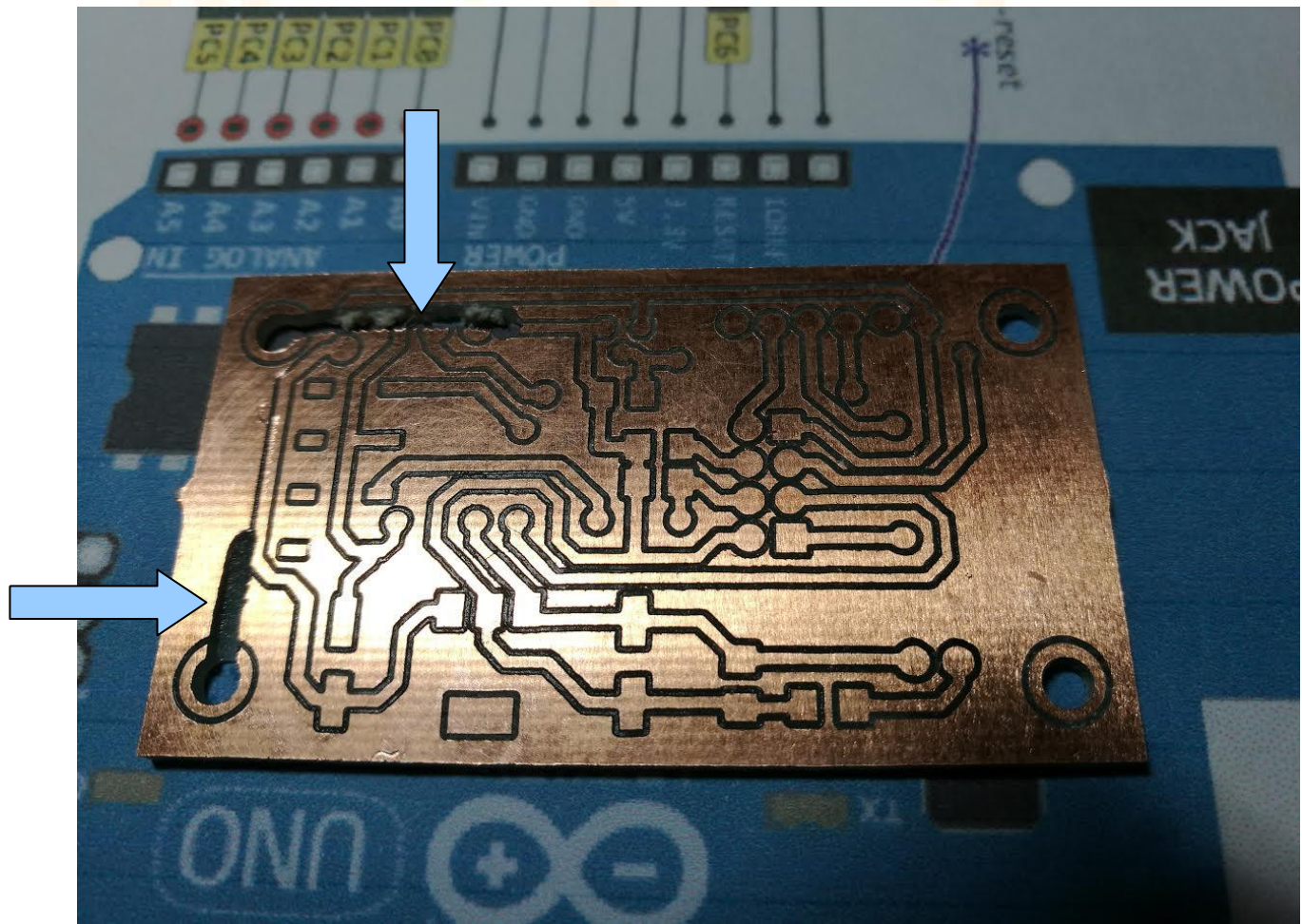
Esistono altri modi per fissare il PCB, oltre al quello del bi-adesvio, e cioè usare un fissaggio di tipo meccanico.



I blocchetti rossi della foto sono un esempio (disegnati con un CAD e poi realizzati con una stampante 3D). Potete escogitare qualsiasi soluzione purchè siate certi che il PCB rimanga saldamente bloccato al suo posto durante tutta la lavorazione.

Plexishop.it

Serrate bene le vostre punte sul mandrino se non volete incappare in spiacevoli inconvenienti come questo:



Plexishop.it

Plexishop.it

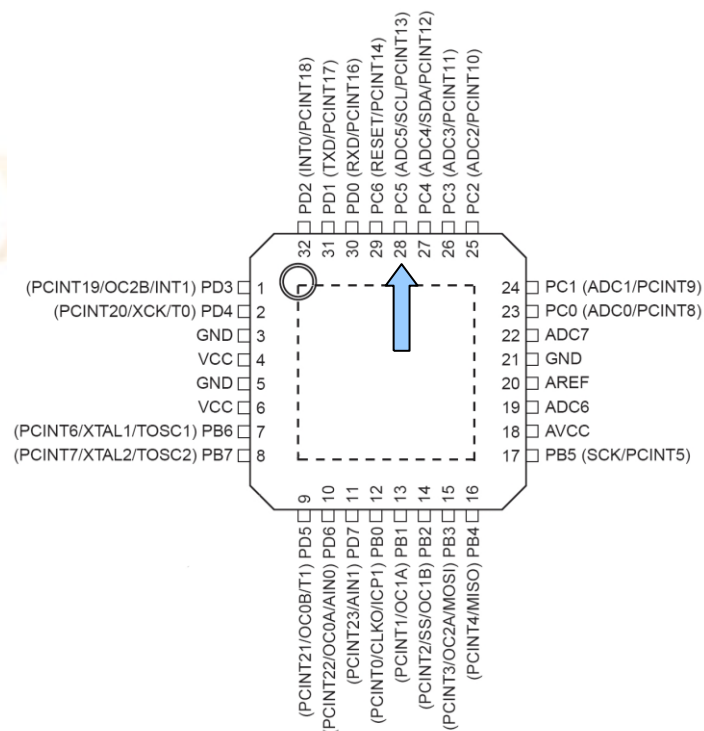
Autolivellamento

Un problema che si riscontra abbastanza spesso è il fatto che la superficie da incidere non risulta perfettamente piana. Questo è ancora più vero quando si introducono tra il piano e la punta materiali che ne alterano la planarità come lo strato "sacrificabile" in compensato e il PCB, che spesso risulta imbarcato anche in modo impercettibile in alcune sue zone.

Vi rammento che l'incisione porta via 5 decimi di millimetro e quindi basta poco per avere delle zone del PCB in cui la punta non tocca il PCB o addirittura scava un solco più profondo di quello voluto.

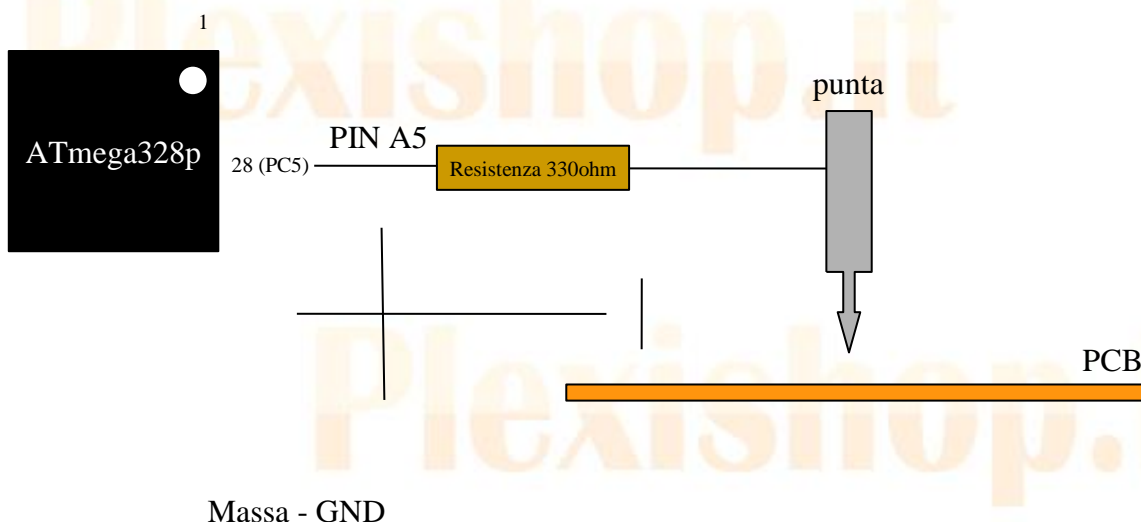
L'autolivellamento è una funzione offerta da chi ha scritto **grbl** e che conviene prendere in considerazione, ma che ci costerà un piccolo sforzo perché il controllore grbl a bordo della mini-fresa non espone il PIN A5 di Arduino necessario ad implementare questa funzione. Chi ha dimestichezza con Arduino e con il suo IDE potrebbe abbastanza facilmente dirottare la funzione del PIN A5 su uno dei PIN disponibili e liberi sul nostro controllore ma onestamente ho preferito fare una saldatura in più per non dovermi ricordare di fare questa modifica ogni volta che una nuova versione del firmware grbl sarà disponibile. Inoltre usare uno degli altri PIN significa rinunciare alla funzione che attualmente gli è stata assegnata, anche se in questo momento probabilmente non la stiamo utilizzando.

Dovremo saldare un piccolo filo sul pin 28 del nostro Atmega328p. Il pin 28 è il pin PC5 ovvero il PIN chiamato A5 su Arduino.

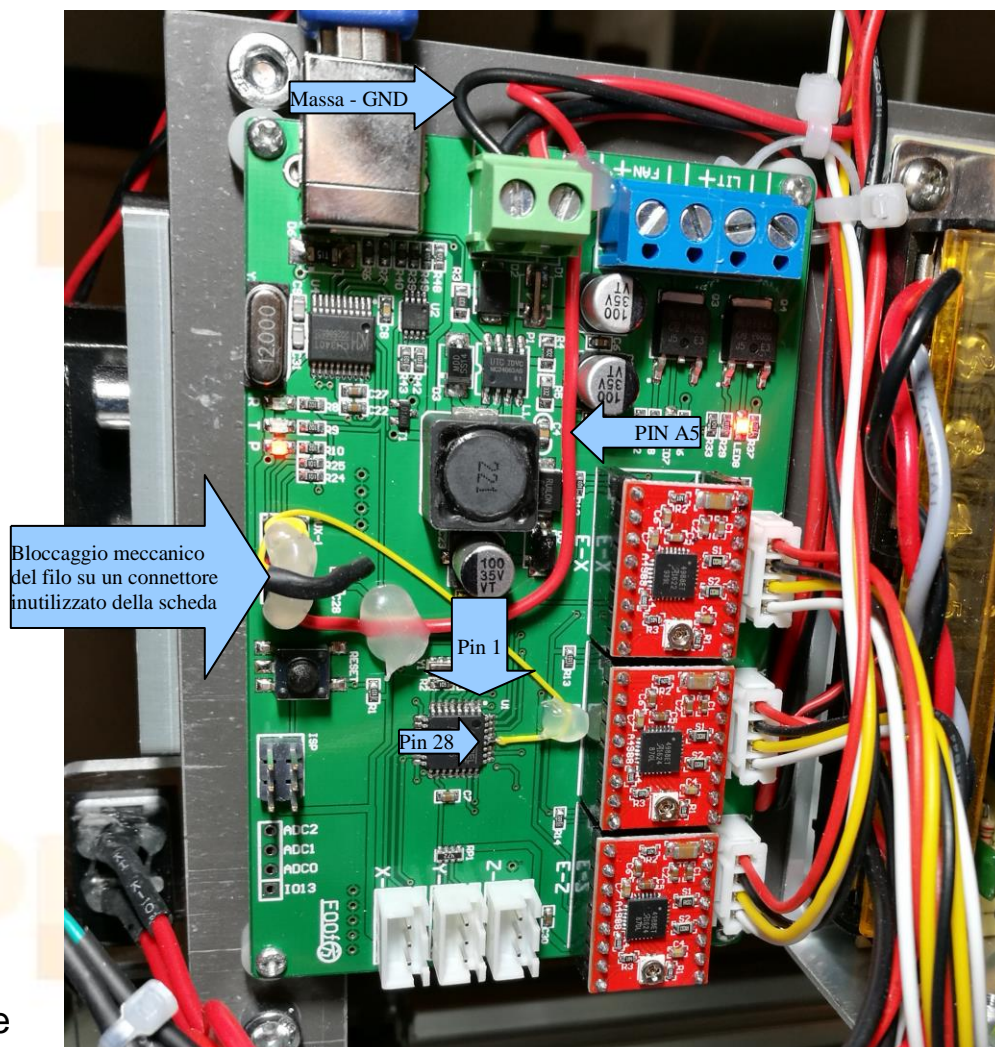


Ecco

schematicamente come risultano i collegamenti tra il controllore/MCU e la mini-fresa. Fate attenzione a dove si trova il puntino di riferimento del PIN 1.



Terminata la saldatura controllate con un multimetro che non ci siano cortocircuiti con i pin adiacenti dell'MCU. La resistenza da 330ohm è stata messa solo per sicurezza ed evita cortocircuiti nel caso in cui la porta A5 non dovesse essere per qualche motivo impostata come ingresso nel firmware grbl.

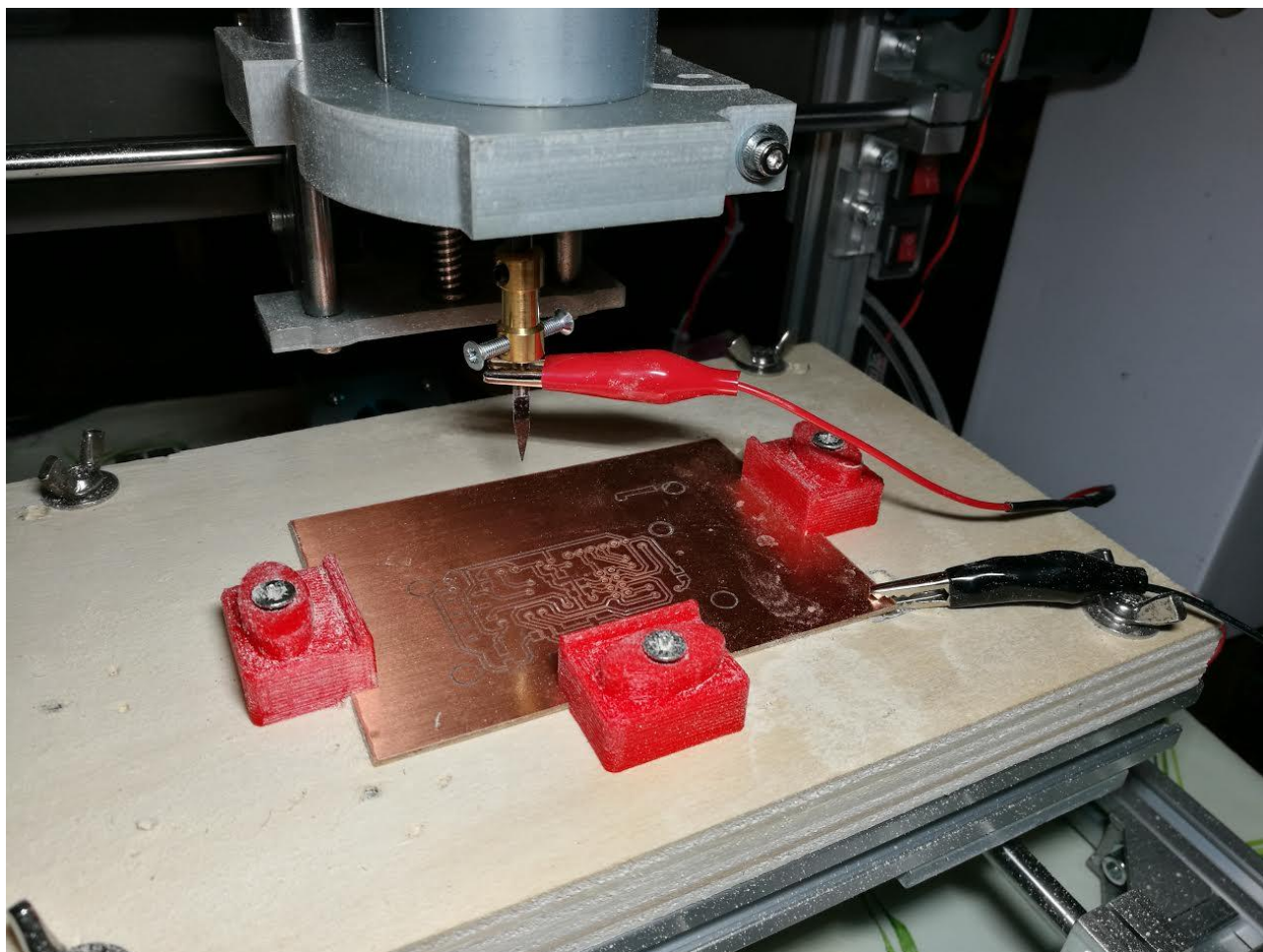


Il filo
giallo e
quello

rosso sono in pratica lo stesso collegamento. Ho usato quello giallo più sottile per il fissaggio al pin 28 del Atmega328p e poi ho saldato al filo giallo quello rosso di diametro maggiore.

In questo modo si maneggeranno due fili di spessore adeguato (rosso e nero) durante la fase di autoallineamento invece del "fragile" filo giallo.

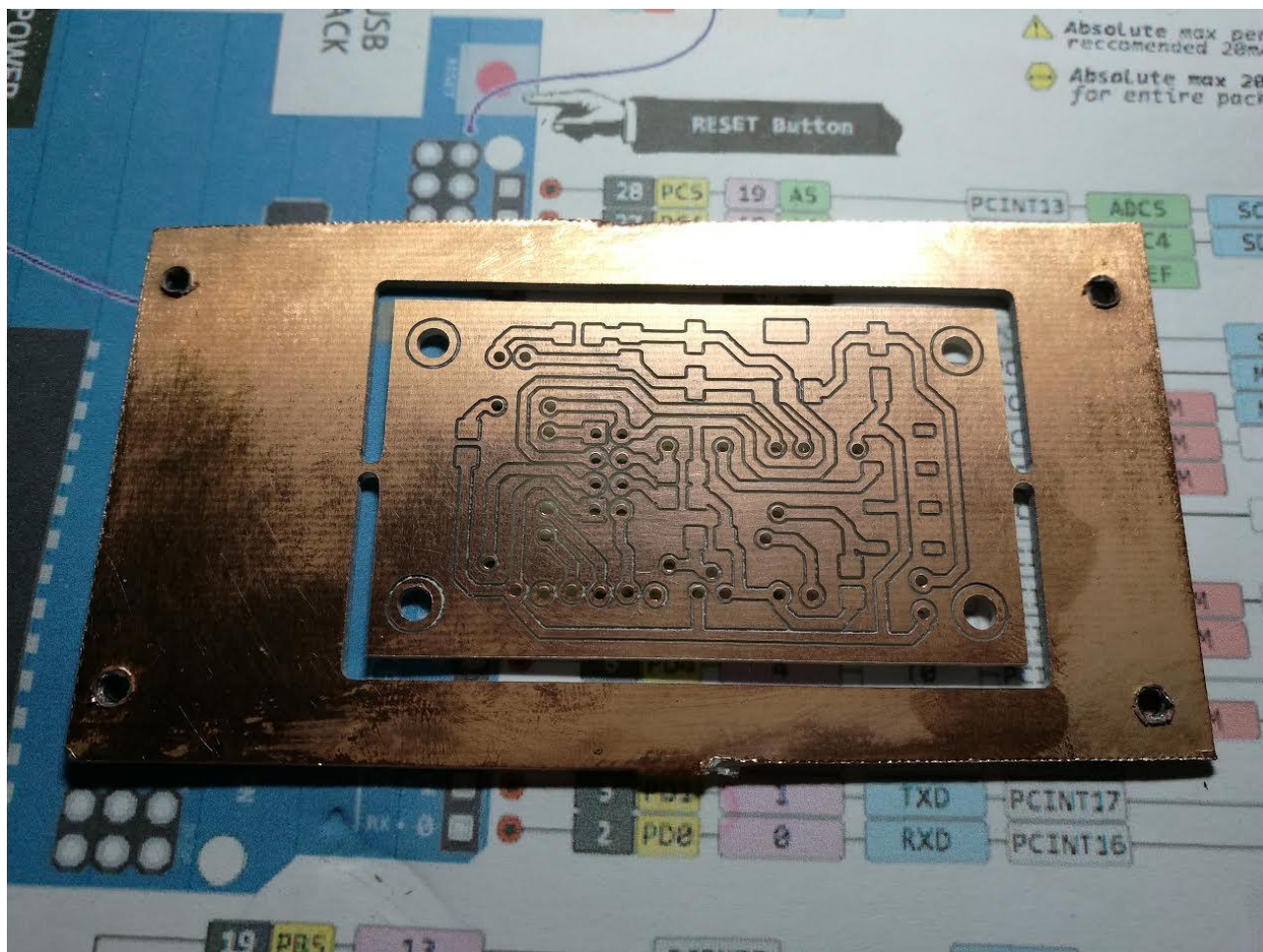
Alle estremità opposte dei fili rosso e nero andranno collegate delle clip a coccodrillo per poterli collegare come in foto.



Plexishop.it

Plexishop.it

Con un buon livellamento si otterranno tracce perfette!



Plexishop.it

Plexishop.it