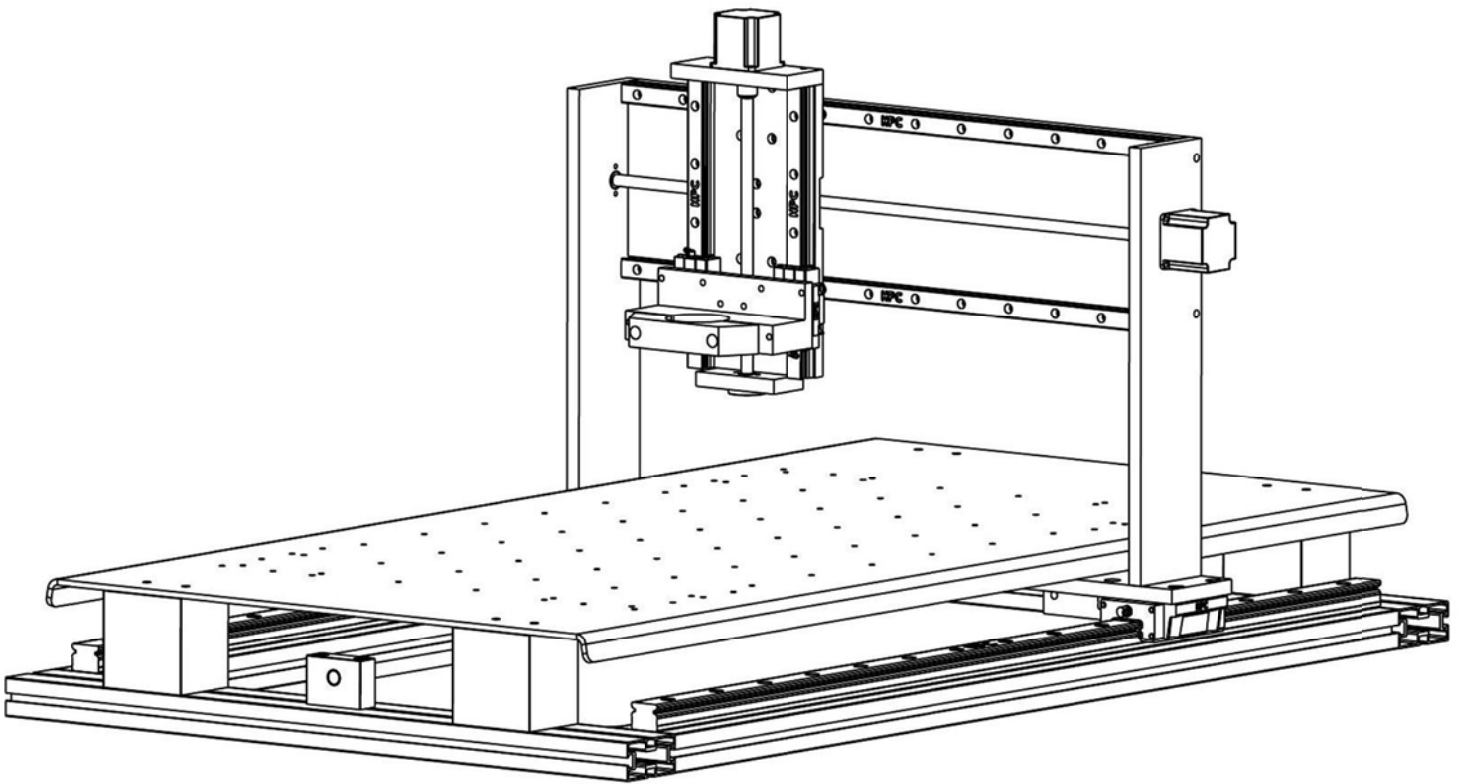


ISTITUTO SUPERIORE "A. Meucci" – CITTADELLA
ESAMI DI STATO 2014

PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE FRESATRICE CNC 3 ASSI



Alunno: **MAZZON MATTIA**
Classe 5^a sez. B INDIRIZZO MECCANICO

ESAME 2014

PRESENTAZIONE FRESATRICE A CONTROLLO NUMERICO

- Introduction to CAD-CAM and CNC (inglese)
- Norme di sicurezza macchine (normative - diritto)
- Progettazione macchina CNC (DPOI)
 - Descrizione
 - Modello 3D
- Elettronica di controllo (sistemi)
 - Componentistica
 - Controllo
- Test e funzionamento macchina CNC

Introduction to CNC
and CAD-CAM (inglese)

Norme di sicurezza
macchine (diritto)

Progettazione macchina
CNC (DPOI)

FRESATRICE A CONTROLLO
NUMERICO

Elettronica di
controllo (sistemi)

Test e funzionamento
macchina CNC

Introduction to CNC and CAD-CAM

CNC machines are widely distributed in most of the companies that allow you to optimize the time and perform accurate working.

CNC

CNC is the acronym of "Computer Numerical Control", and is to indicate the use of a computerized system typically installed on machine tools mechanically prepared. It is connected to the mechanical parts of the machine, and has the task of regulating the movement, speed, accuracy. This occurs by pulses supplied by an electrical diagram complex enough that it would be impossible to manage without the aid of a software. The CNC software (not to be confused with the CAD CAM software) is also known as the "controller", which in addition to the management of information to be sent to the mechanical components of the machine, also acts as an interface between user and CNC for small changes to be made on board the machine.

CAD-CAM

CAD is the abbreviation for Computer Aided Design, which is a class of software designed specifically for technical drawing assisted by the use of the PC. An example of CAD is PTC Creo.

CAM, always in English, is an acronym for Computer Aided Manufacturing, often used in conjunction with CAD, it indicates the transformation of the drawing made with the PC in machine understandable instructions from the controller. An example of CAD CAM is BobCAD-CAM.

So the PC is used to realize the design with CAD, which provide instructions to the CAM, which in turn will convert the information into a language understandable to the controller, through the use of a post-processor, which will provide the machine tool, the "machine code" to operate the motors, manage the movements, etc..

The CNC and CAD-CAM

The numerical control is the physical component that, through the instructions of the controller (software), operates the motors and manages the movements of the mechanical parts. The types of numerical control on the market today are numerous, but the choice of this important component is not the prerogative of the end user. In general, it is in fact the manufacturer to decide which control and hence what controller installed on your machine. It 'also true that the control system is an integral part of the machine and then you just leave it to producer responsibility for managing this component, whose sole function is to correctly interpret the information from the CAM. But right on the CAM is well to pay close attention. It happens in fact that some CNC machines possess a CNC is not listed in the instructions can be generated from the post processor of the CAM, resulting in a serious inconvenience to the user that will be ad hoc realize the post processor. therefore, it is better to inquire first integrating the control system and the CAM (and not vice versa), not to mention the possibility of opting to purchase another machine.

The machine programs

So far we have talked about mechanics, numerical controls and software. In the production stage, these are factors that must be managed by the user through the realization of machine programs suitable for the production to be carried out. A well-developed machine program must meet three basic characteristics:

- Security
- Efficiency
- Change

The security of a program is the basis of any logic of development. Although there are already some safety controllers, the developer must take into account a range of factors in order to avoid damage to both operators on the machine, the machine is the same for any unexpected or sudden movements that could compromise the use or cause excess wear.

Efficient means to create applications with adequate instructions for the realization of the process, not to exceed in the program lines, and without using parameters likely to affect the fluidity of the movements of the machinery and processes to be carried out.

Finally, the machine program must be made with an organized system that allows future modifications or parameterization of types of production also different from that for which the application has been made.

Introduzione al CAD-CAM e CNC

Le macchine a controllo numerico sono ormai diffuse in tutte le aziende consentendo di ottimizzare i tempi ed eseguire lavorazioni precise.

CNC

CNC è l'acronimo inglese di "Computer Numeric Control", e sta ad indicare l'utilizzo di un sistema computerizzato in genere installato su macchine utensili meccanicamente predisposte. Esso è collegato alle parti meccaniche della macchina, ed ha il compito di regolarne il movimento, la velocità, la precisione. Questo avviene tramite impulsi forniti da uno schema elettrico abbastanza complesso che sarebbe impossibile da gestire senza l'ausilio di un software. Il software del CNC (da non confondere con il software CAD CAM) è detto anche "controller", che oltre alla gestione delle informazioni da inviare ai componenti meccanici della macchina, funge anche da interfaccia tra utente e CNC, per le piccole modifiche da apportare a bordo macchina.

CAD-CAM

CAD è l'abbreviazione inglese di Computer Aided Design, ossia una categoria di software studiata appositamente per il disegno tecnico assistito dall'utilizzo del PC. Un esempio di CAD è PTC Creo. CAM, sempre in inglese, è l'acronimo di Computer Aided Manufacturing, spesso utilizzato in combinazione con CAD, sta ad indicare la trasformazione del disegno realizzato con il PC in istruzioni macchina comprensibili dal controller. Un esempio di CAD-CAM è BobCAD-CAM.

Quindi il Pc è utilizzato per realizzare il disegno con il CAD, il quale fornirà le istruzioni al CAM, che a sua volta convertirà le informazioni in un linguaggio comprensibile al controller, attraverso l'utilizzo di un post-processor, il quale fornirà alla macchina utensile il "codice macchina" per azionare i motori, gestire i movimenti, ecc.

Il controllo numerico e il CAD-CAM

Il controllo numerico è il componente fisico che, attraverso le istruzioni del controller (software), aziona i motori e gestisce i movimenti della parti meccaniche. Le tipologie di controllo numerico presenti oggi sul mercato sono innumerevoli, ma la scelta di questo importante componente non è prerogativa dell'utente finale. In genere, è infatti il produttore a decidere quale controllo e di conseguenza quale controller installare sul proprio macchinario. E' anche vero che il controllo numerico è parte integrante della macchina e che quindi è giusto lasciare al produttore la responsabilità di gestire questo componente, la cui unica funzione è quella di interpretare correttamente le informazioni provenienti dal CAM. Ma proprio sul CAM è bene porre molta attenzione. Capita infatti che alcune macchine CNC possiedano un controllo numerico non presente nelle liste delle istruzioni generabili dai post processor dei CAM, comportando un serio disagio per l'utente che dovrà farsi realizzare ad hoc il post processor. quindi, è meglio informarsi prima sull'integrazione del controllo numerico con il CAM (e non viceversa), senza tralasciare l'ipotesi di optare per l'acquisto di un altro macchinario.

I programmi macchina

Sin qui abbiamo parlato di meccanica, controlli numerici e software. In fase di produzione, questi sono fattori che vanno gestiti dall'utente attraverso la realizzazione di programmi macchina idonei alla produzione da effettuare. Un programma macchina ben sviluppato deve rispondere a tre fondamentali caratteristiche:

- Sicurezza
- Efficienza

- Modificazione

La sicurezza di un programma è la base di qualsiasi logica di sviluppo. Malgrado vi siano già alcune sicurezze nei controller, lo sviluppatore dovrà tener conto di tutta una serie di fattori al fine di evitare danni sia agli operatori a bordo macchina, sia al macchinario stesso per eventuali movimenti bruschi o inattesi tali da comprometterne l'utilizzo o provocarne un'usura eccedente.

Efficienza significa creare applicazioni con istruzioni sufficienti per la realizzazione della lavorazione, senza eccedere nelle righe di programma, e senza utilizzare parametri tali da compromettere la fluidità dei movimenti del macchinario e delle lavorazioni da effettuare.

Infine il programma macchina deve essere realizzato con un sistema organizzato che consenta modifiche future o parametrizzazioni su tipologie di produzione anche diverse da quella per cui l'applicazione sia stata realizzata.

Norme di sicurezza macchine

La sicurezza è essenziale nelle macchine automatizzate per prevenire danni a persone o cose e deve essere implementata a partire dalla progettazione e deve riguardare tutto il ciclo di vita di una macchina: progettazione, costruzione, installazione, regolazione, funzionamento, manutenzione e rottamazione.

La legge che regola la sicurezza nelle macchine è la EN/ISO 12100 (Normativa Europea)

EN/ISO 12100 norma di tipo A - Sicurezza del macchinario. Concetti fondamentali di valutazione e riduzione del rischio

si suddividono in vari tipi: norme A sono le norme di base sulla sicurezza, le B e C sono specifiche e riguardano in particolare una determinata norma

EN/ISO 13850 B Arresto di emergenza - Principi di progettazione

Per esempio nella progettazione ed elettronica della macchina verrà implementato un pulsante di emergenza.

Questo darà un segnale che porterà al blocco dei motori, scheda e mandrino in caso di un non corretto funzionamento del programma o di problemi legati all'interfaccia Mach3.

Affinché una macchina (o altra apparecchiatura) possa essere ritenuta sicura è necessario valutare attentamente i rischi che potrebbero derivare dal suo utilizzo. La strategia di valutazione del rischio e riduzione dei rischi è oggetto della norma EN/ISO 12100.



Misure tecniche di sicurezza e dispositivi di protezione aggiuntivi (secondo EN/ISO 12100)

Ove non sia possibile la costruzione conforme a principi di progettazione sicura, il passo successivo è l'adozione di misure tecniche di sicurezza. Queste possono prevedere ad esempio l'installazione di ripari fissi o mobili, rilevatori di presenza per evitare avviamenti inattesi, ecc.

Le misure tecniche di sicurezza devono impedire a chiunque l'accesso o il contatto involontario con un elemento pericoloso che implica un rischio di lesione personale

Alcuni esempi sono:

- dispositivi di interblocco che rilevano e controllano la posizione dei ripari mobili
- interruttori di sicurezza con elettro serratura (bobina) per prevenire l'apertura delle protezioni mobili
- pulpito di comando a due mani e interruttori a pedale
- comando ad azione mantenuta per accesso in condizioni specifiche di rischio ridotto

Misure di protezione e dispositivi complementari: Arresti di emergenza

Malgrado i dispositivi di arresto d'emergenza siano richiesti per qualsiasi tipo di macchina (la Direttiva Macchine prevede due eccezioni specifiche) la norma li considera "apparecchiature di protezione complementari". Poiché non impediscono e non rilevano l'accesso a un pericolo, non sono considerati dispositivi di protezione primari. Sono generalmente usati per proteggere le persone e le macchine solo in caso di pericoli improvvisi ed emergenze. Nel progetto sono installati solamente questo tipo di protezione che non garantisce la sicurezza completa e l'arresto della macchina nel caso ci si avvicini al mandrino durante la lavorazione.

La norma EN/IEC 60204-1 suddivide gli arresti in tre categorie:

- Categoria 0: arresto con immediata apertura dell'alimentazione degli attuatori della macchina (arresti non controllati);
- Categoria 1: arresto con alimentazione disponibile affinché gli attuatori della macchina eseguano l'arresto; l'alimentazione viene rimossa dopo l'arresto;
- Categoria 2: arresto comandato con alimentazione disponibile per gli attuatori della macchina, anche dopo l'arresto.

La Categoria 2 non è generalmente considerata adatta ad un arresto d'emergenza.

Gli arresti d'emergenza devono essere conformi alla norma EN/IEC 60947-5-5.

La categoria utilizzata è di tipo 0 in cui viene tolta l'alimentazione nel caso di utilizzo del pulsante di emergenza arrestando la macchina. Per il nostro uso a fini non commerciali risulta sufficiente l'utilizzo esclusivo del solo pulsante di emergenza. Nell'azienda l'utilizzo di protezioni e il rispetto delle norme risulta invece obbligatorio. Ogni macchina deve disporre di una qualsiasi protezione secondo le norme affinché vengano eliminati o comunque ridotti i rischi. Le protezioni non devono essere rimosse in alcun modo dalla macchina.

Progettazione macchina CNC

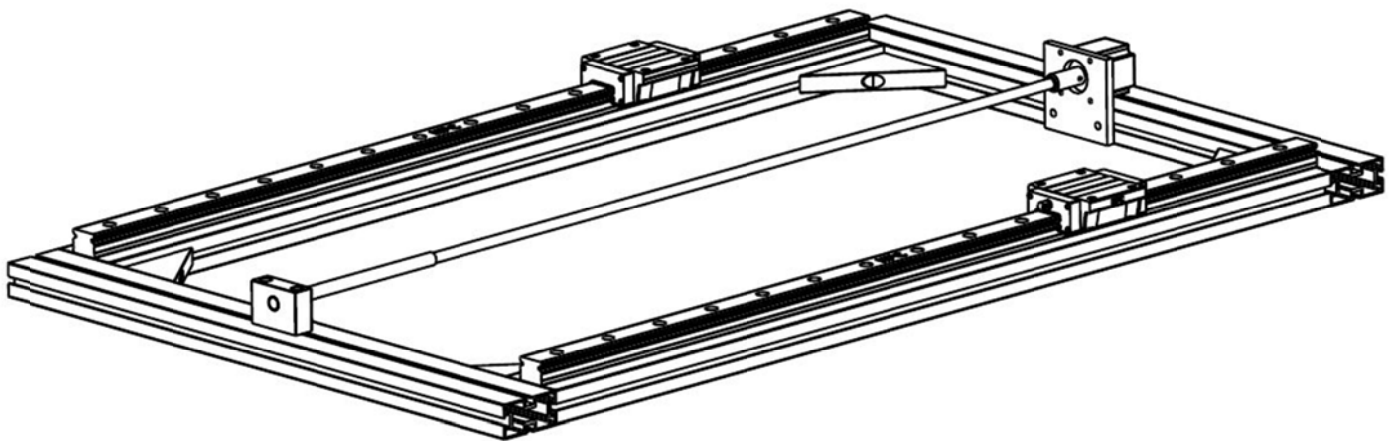
Su internet si trovano molti progetti, anche completi di particolari CAD o 3D da realizzare per costruire piccole macchine a controllo numerico. Tra questi vi sono progetti validi e corredati da foto e video della macchina in funzione. Uno di questi siti dove gli utenti condividono le proprie realizzazioni è [instructables.com](https://www.instructables.com). Il nostro progetto è costituito utilizzando parti in alluminio realizzate con macchine ad alta precisione rendendo la struttura rigida e allo stesso tempo leggera. Le guide utilizzate per la movimentazione sono guide lineari a ricircolo di sfere, permettono l'eliminazione in modo quasi definitivo degli attriti e dei giochi esistenti tra i vari assi. Il movimento degli assi viene assegnato a delle barre filettate M12. Non garantiscono un'ottima precisione, ma comunque conferiscono una movimentazione lineare e abbastanza fluida.

Il progetto della macchina è stato creato tramite un programma di modellazione tridimensionale PTC Creo. Ogni particolare è stato realizzato singolarmente per poi essere inserito in un assieme per creare la prototipazione della macchina ultimata.

Base

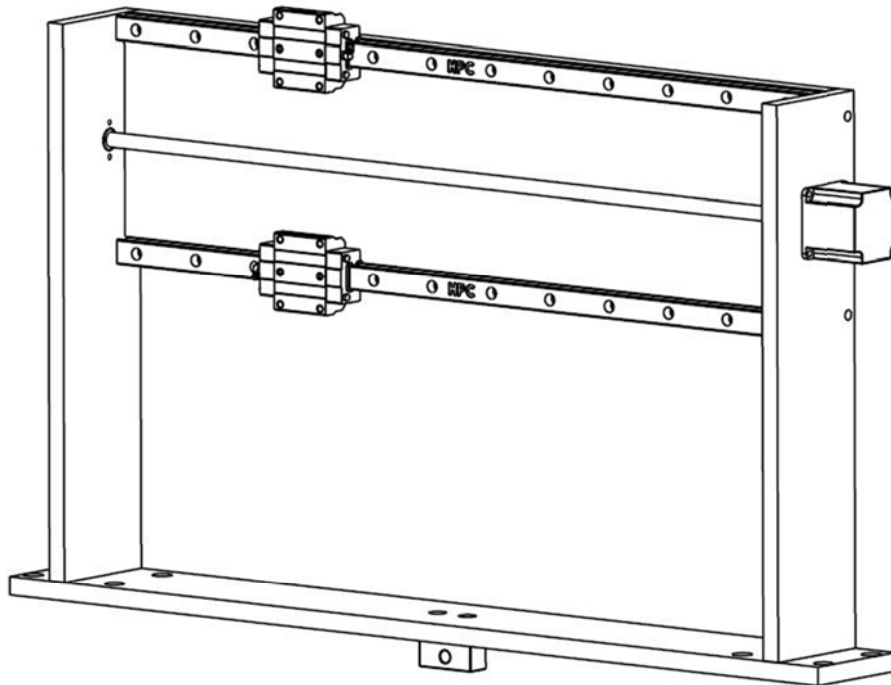
Partiamo dalla base, la parte più semplice della struttura. Utilizza quattro profili in alluminio disposti da formare un rettangolo. Realizzati gli angolari in alluminio per dare rigidità alla struttura si passa al montaggio delle guide che grazie alle scanalature dei profili permettono un fissaggio rapido.

Il motore è fissato tramite un supporto e collegato a una barra filettata per permettere la movimentazione del supporto testa.



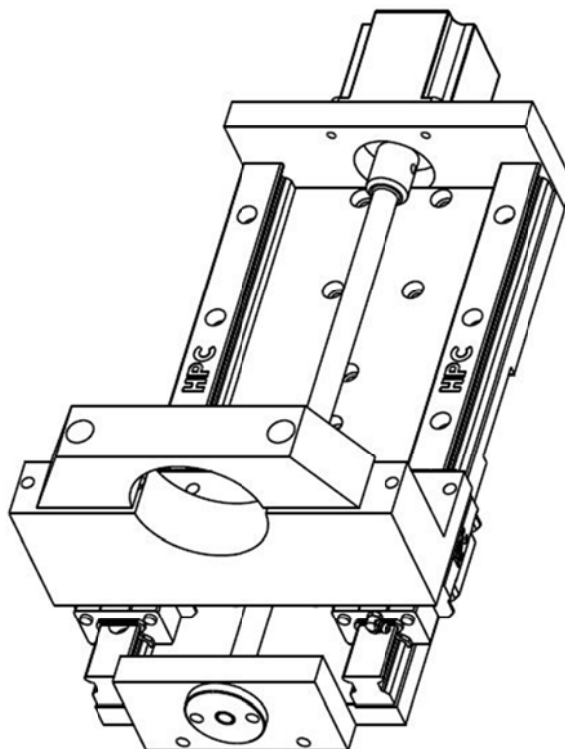
Supporto testa

La movimentazione della testa lungo gli assi x e y è affidato al supporto della testa. E' formato da quattro piatti fissati insieme. Su di un piatto vi sono fissate le guide per la traslazione della testa guidate dal motore posto su di un fianco e collegato alla barra filettata.



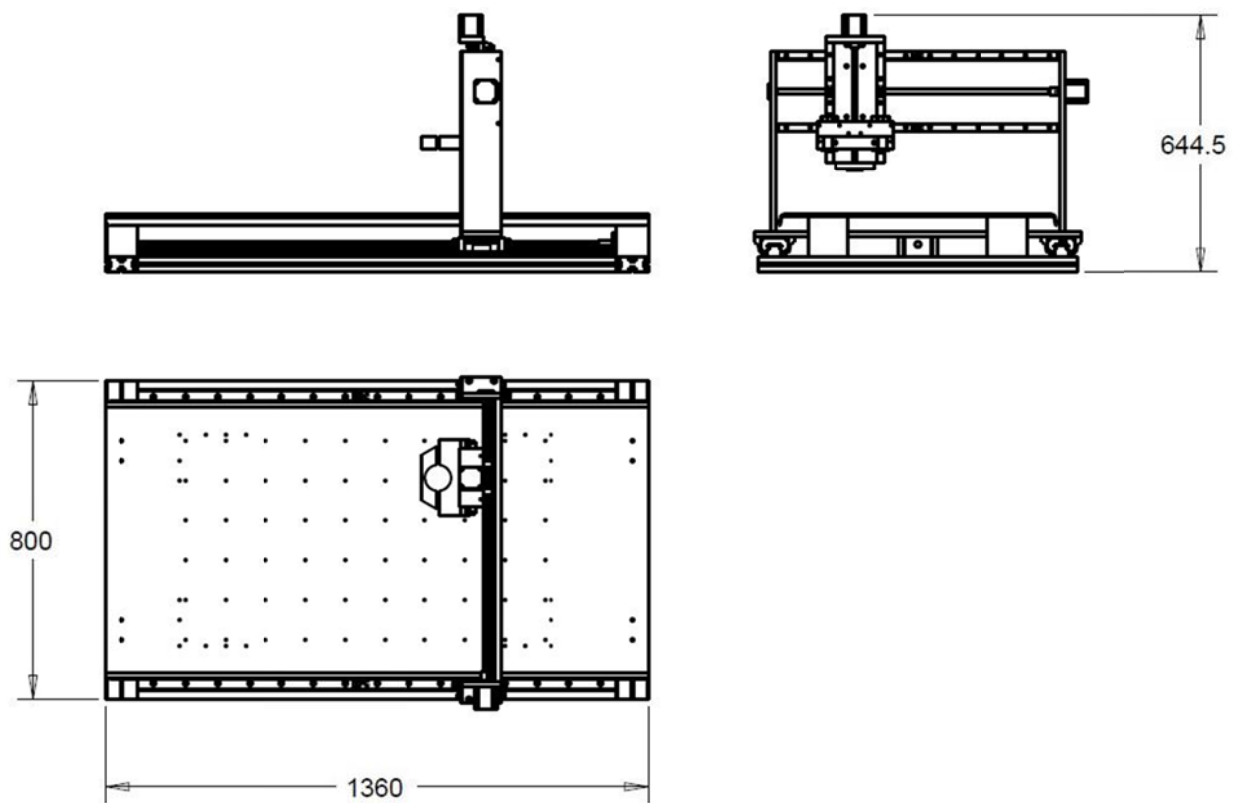
Testa

La testa è la parte nella quale viene inserito il rifilatore e permette di compiere la lavorazione. Questa parte permette la movimentazione dell'asse z di profondità. Anche qui si utilizzano guide ad alta precisione.



L'insieme di tutti i sotto assiemi costituisce la macchina. Per completarla vi si montano i piedini di supporto del piano e il piano in alluminio tagliato al laser. Il piano è forato per permettere il fissaggio dei pezzi in lavorazione.

Nel disegno sottostante vi sono le quote di massima della macchina.



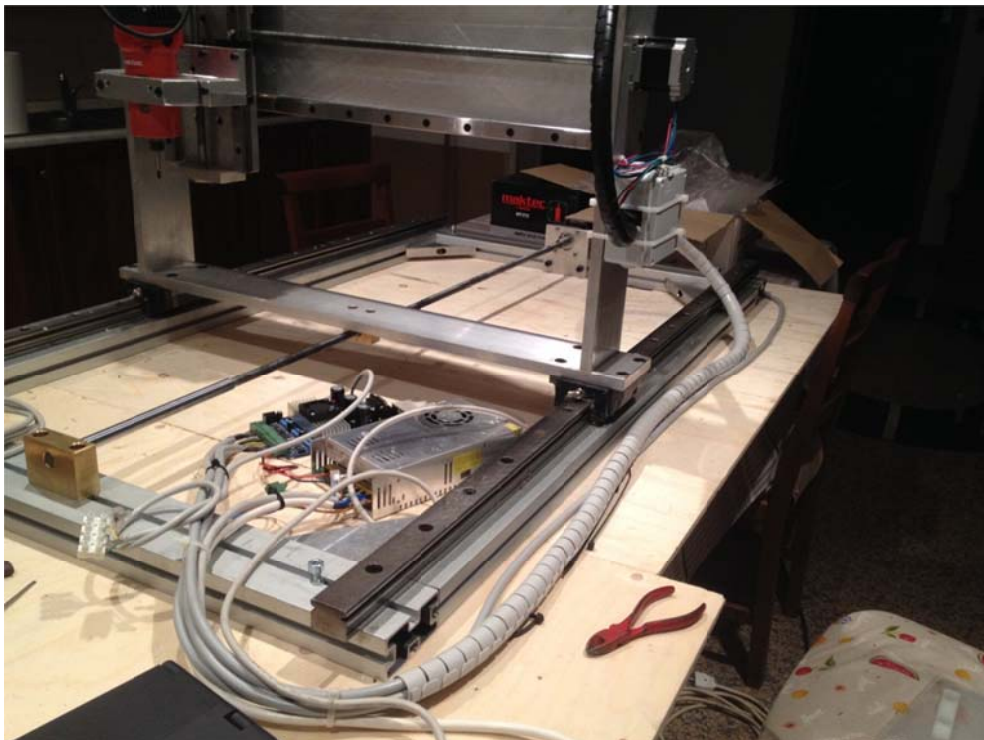
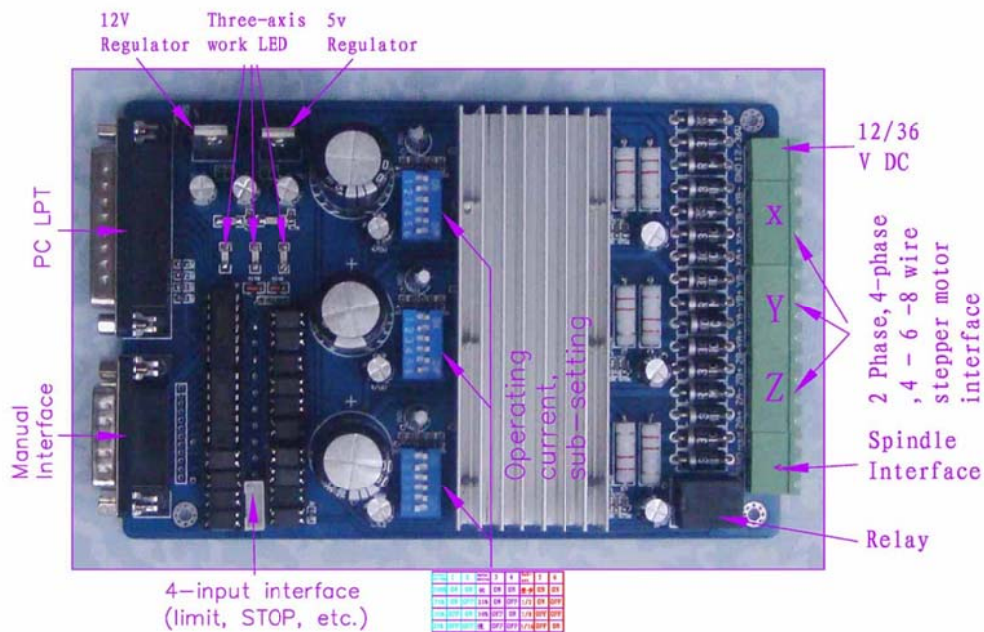
Elettronica di controllo

- Componentistica

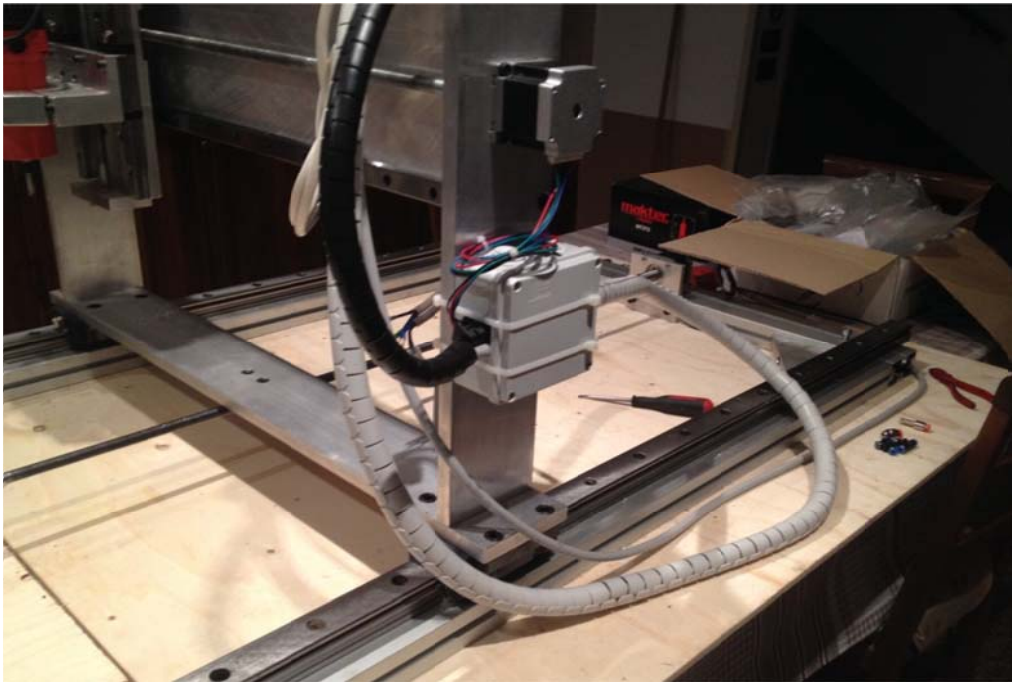
Esistono molte piattaforme per il controllo e tipologie diverse di motori. In questo progetto viene utilizzata una scheda tb6560 e tre motori passo-passo NEMA23.

L'utilizzo dei motori passo-passo o anche stepper hanno il vantaggio di avere un basso costo e una manutenzione limitata. Per scopi didattici e hobbistici è la miglior soluzione anche se la velocità e il torque sono limitati, da notare che fornisce un controllo aperto senza feedback della posizione in quanto funziona tramite impulsi ciò non permette di rilevare la posizione nel caso vi sia una perdita di "passi".

La scheda



I motori



I motori passo passo sono motori elettrici sincroni che mantengono con precisione la propria velocità di rotazione e posizione senza l'ausilio di trasduttori di feedback (come ad esempio encoder o dinamo tachimetriche).

A differenza di altri tipi di motore, come ad esempio il diffusissimo motore a corrente continua, il motore passo-passo non modifica la velocità di rotazione in funzione del carico, ma la mantiene costante. Se lo sforzo richiesto al motore supera la coppia massima erogabile il motore semplicemente si ferma.

Per ruotare i motori passo-passo necessitano di un'elettronica di controllo chiamata azionamento o drive, in questo caso si utilizza una scheda tb6560. Non è possibile utilizzare il motore passo-passo semplicemente fornendo tensione come si fa con un motore CC.

La costruzione semplice e robusta ed il basso costo di produzione hanno favorito la diffusione del motore passo-passo in ogni settore. Sono largamente impiegati sia nelle applicazioni consumer che in quelle industriali.

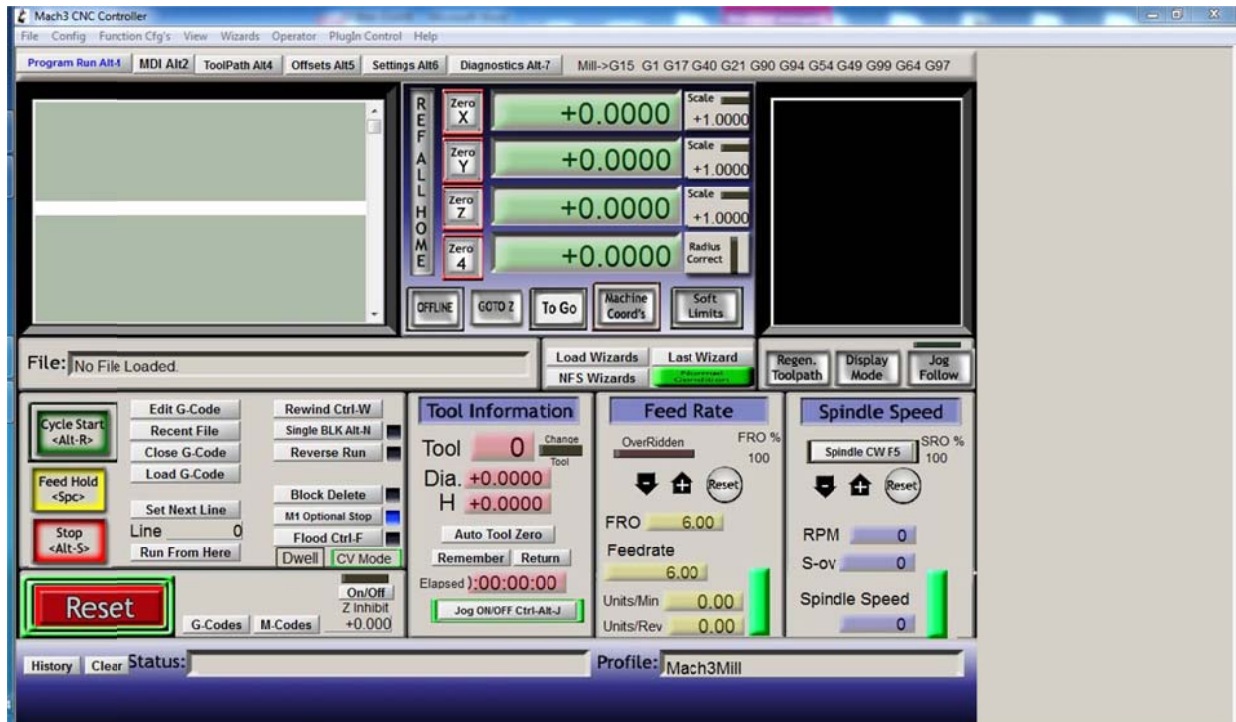
Nelle macchine da ufficio, come ad esempio stampanti, fax, scanner, ecc. il motore passo-passo è impiegato per l'avanzamento della carta e per la movimentazione delle testine di stampa. L'industria utilizza il motore passo-passo nelle etichettatrici, nelle macchine automatiche di riempimento e confezionamento, nei centri di lavoro CNC, nelle roccatrici, nei telai, ecc. Gli impianti fotovoltaici di ultima generazione ne fanno uso per realizzare l'inseguimento solare. Il motore passo-passo è in grado di erogare una coppia molto elevata a basso numero di giri ed è in grado di mantenere il carico fermo in posizione senza vibrazioni o pendolamento. Queste caratteristiche lo rendono l'alternativa ottimale al classico gruppo motore + riduttore, con il vantaggio di migliorare il rendimento del sistema, eliminare i giochi meccanici, semplificare il montaggio ed abbattere i costi. Le applicazioni che richiedono accelerazioni e frenate repentine traggono vantaggio dall'elevato rapporto coppia/inerzia del rotore.

La totale assenza di componenti delicati all'interno del motore (come resolver o encoder) o soggetti a rapida usura (ad esempio non esistono contatti striscianti) rende il motore passo-passo privo di manutenzione ed un'ottima scelta in tutte le applicazioni ostili dove è richiesto un funzionamento continuo ed affidabile.

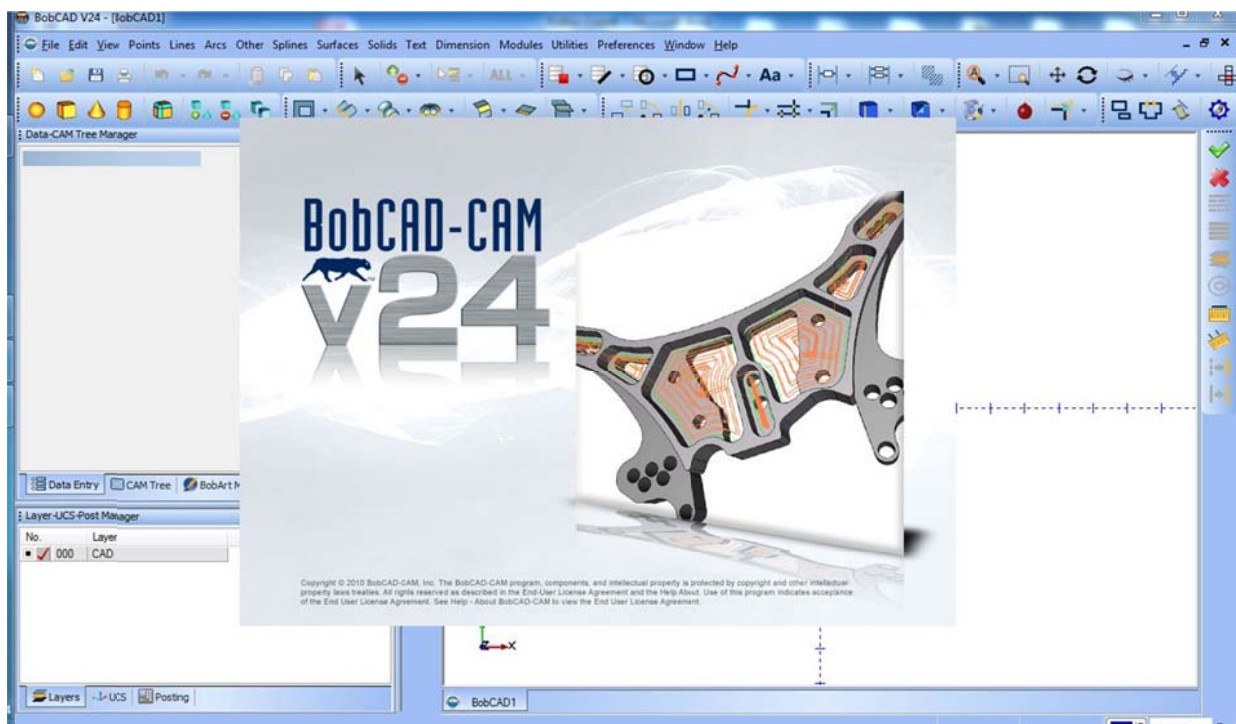
- Controllo

Il controllo viene affidato a Mach3 uno dei programmi più utilizzati in questo ambito, semplice ed intuitivo interfacciandosi con la maggior parte delle piattaforme di controllo. Per creare programmi di lavorazione si utilizza il CAD/CAM per la creazione del Gcode. Viene utilizzato Bob CAD/CAM programma completo e ricco di funzioni con parametri di controllo base ai più avanzati.

Mach 3



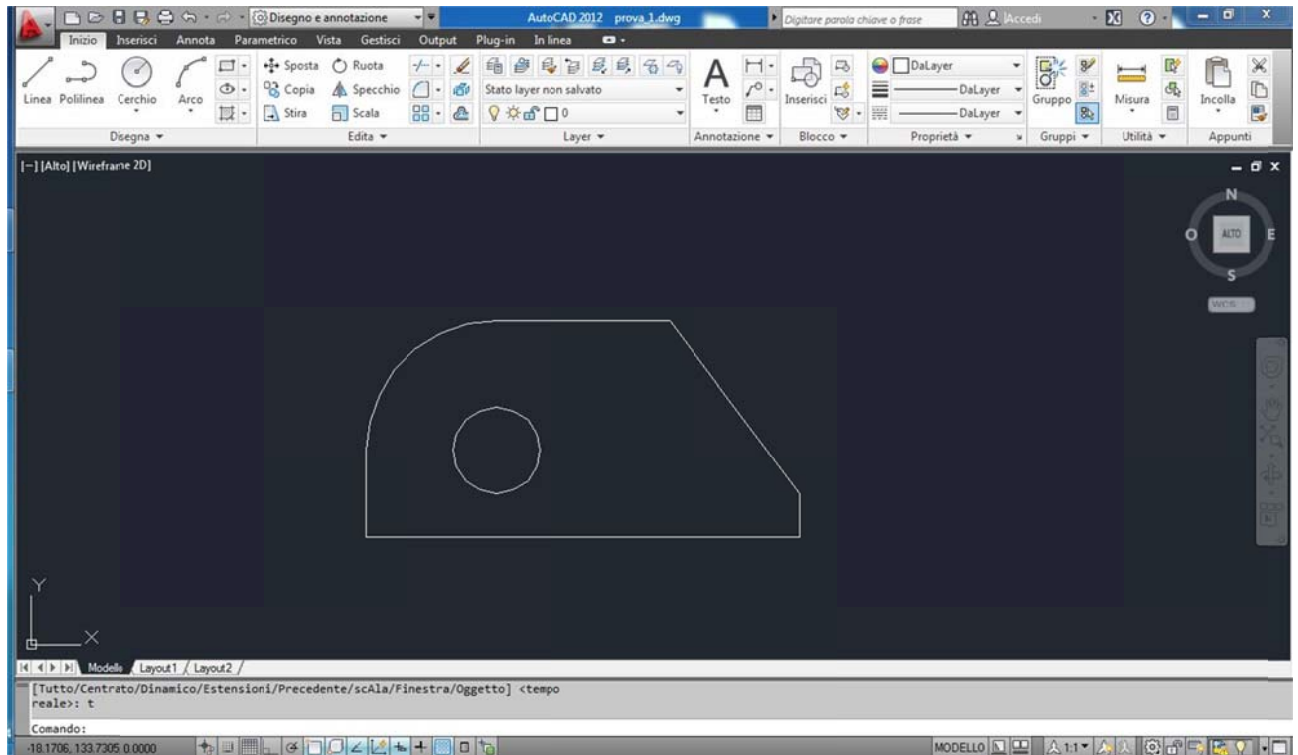
CAD/CAM



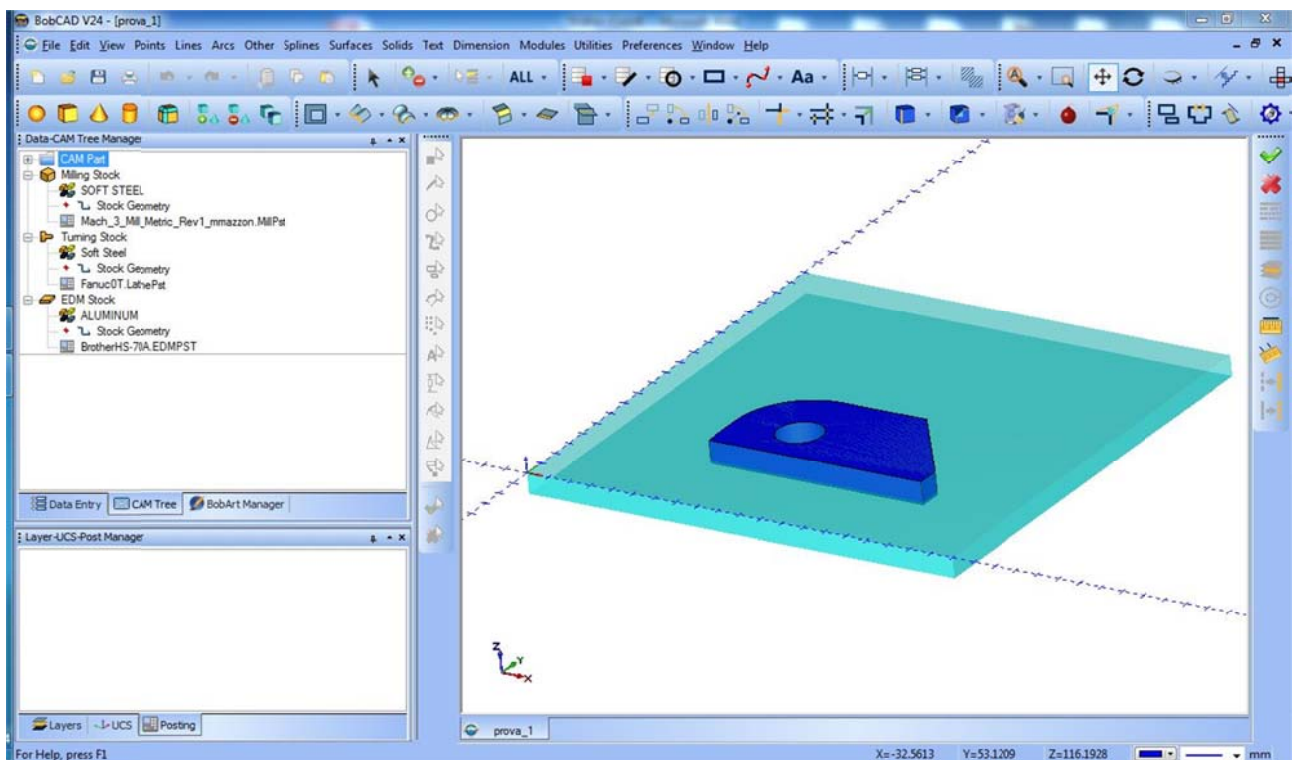
Test e funzionamento

Primo test di un particolare in compensato

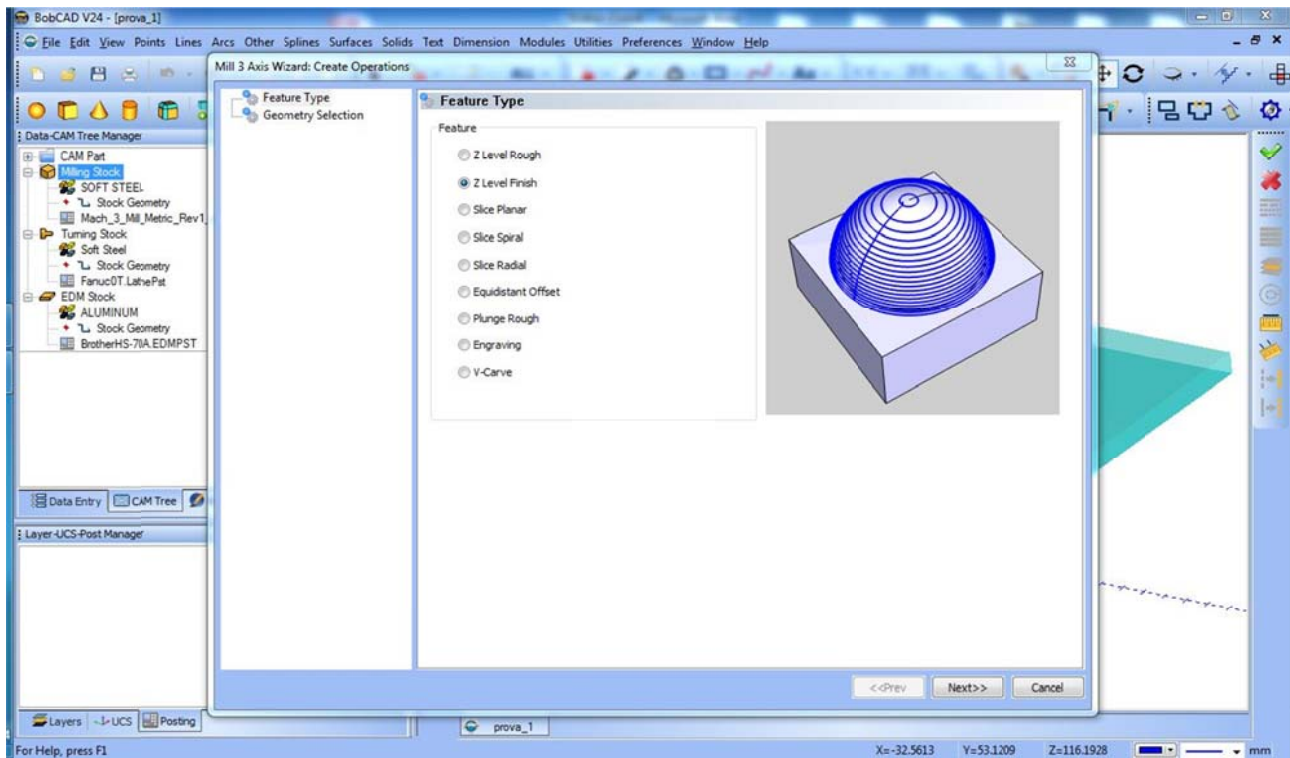
Si parte dal disegno in 2D di AutoCAD o da qualsiasi altra piattaforma CAD



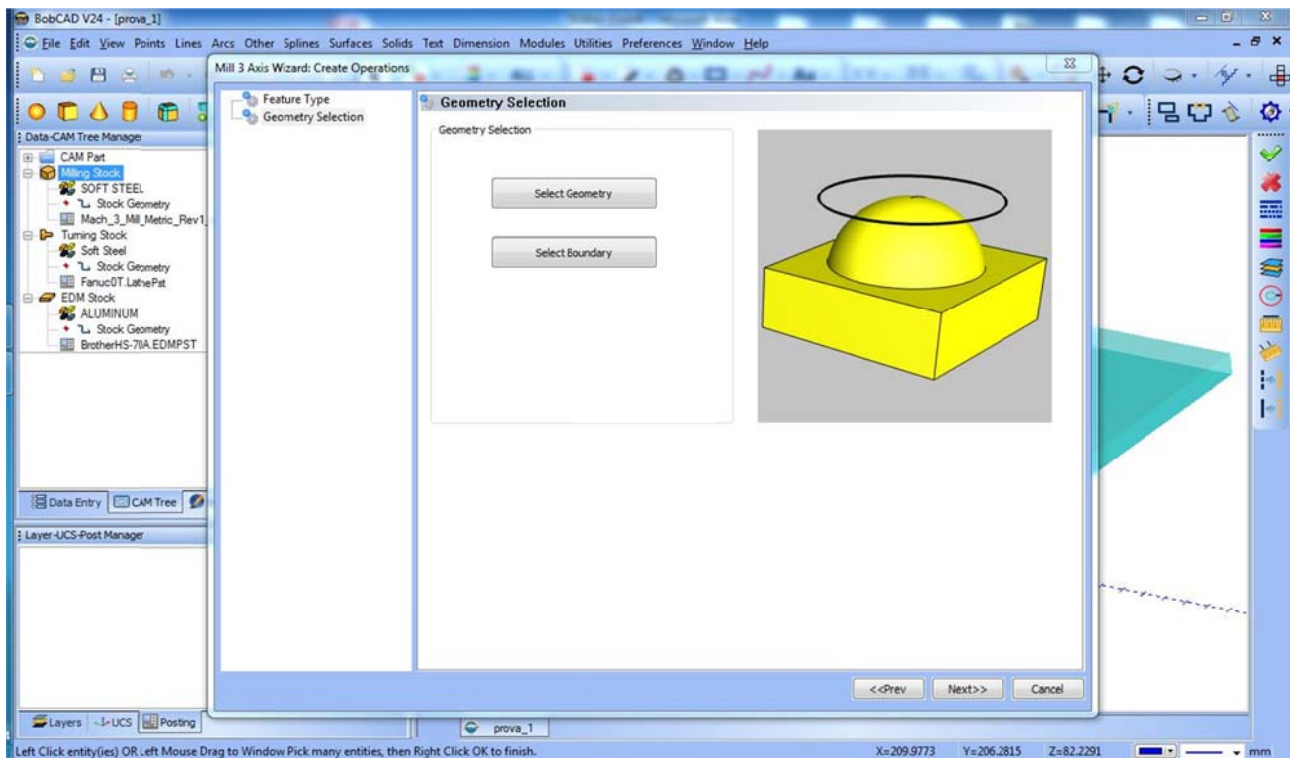
Il disegno viene importato nel CAD/CAM dove viene estruso dandogli la terza dimensione



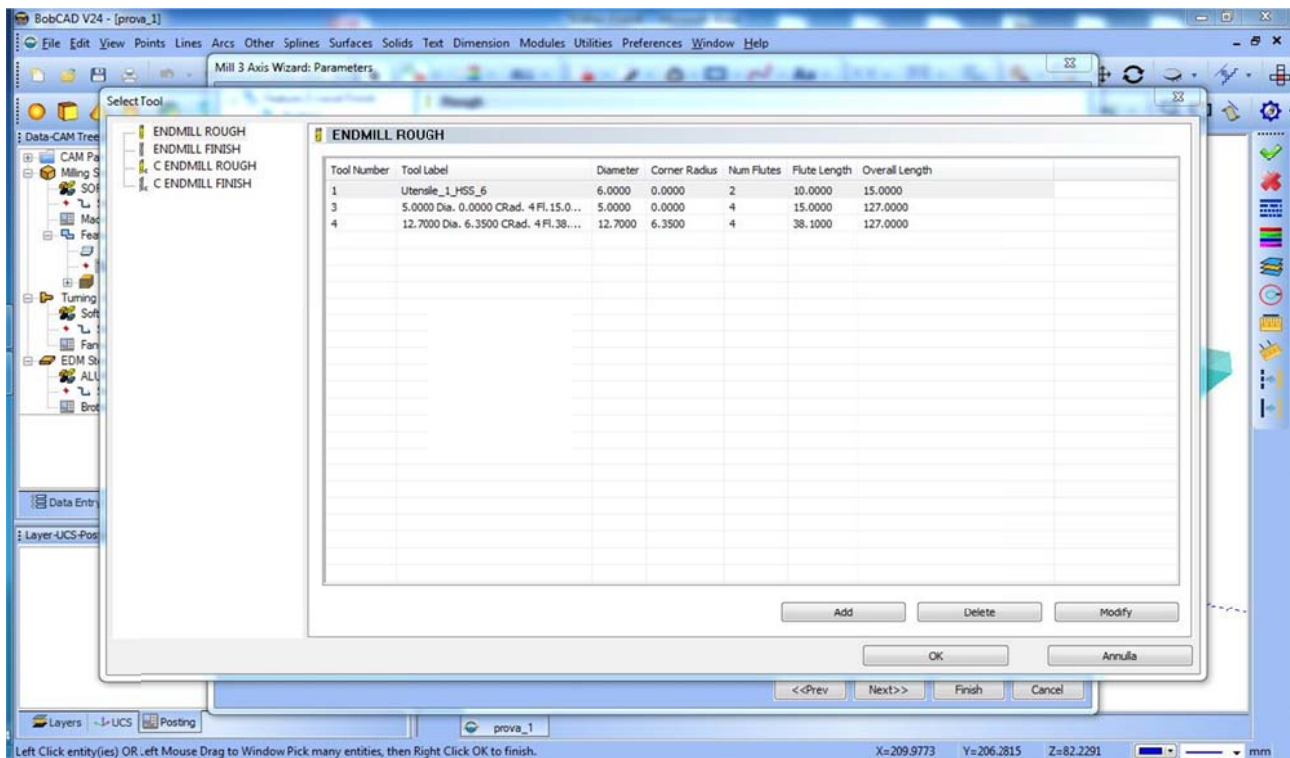
Viene definita la lavorazione da eseguire, nel nostro caso a 3 assi e fresatura finale.



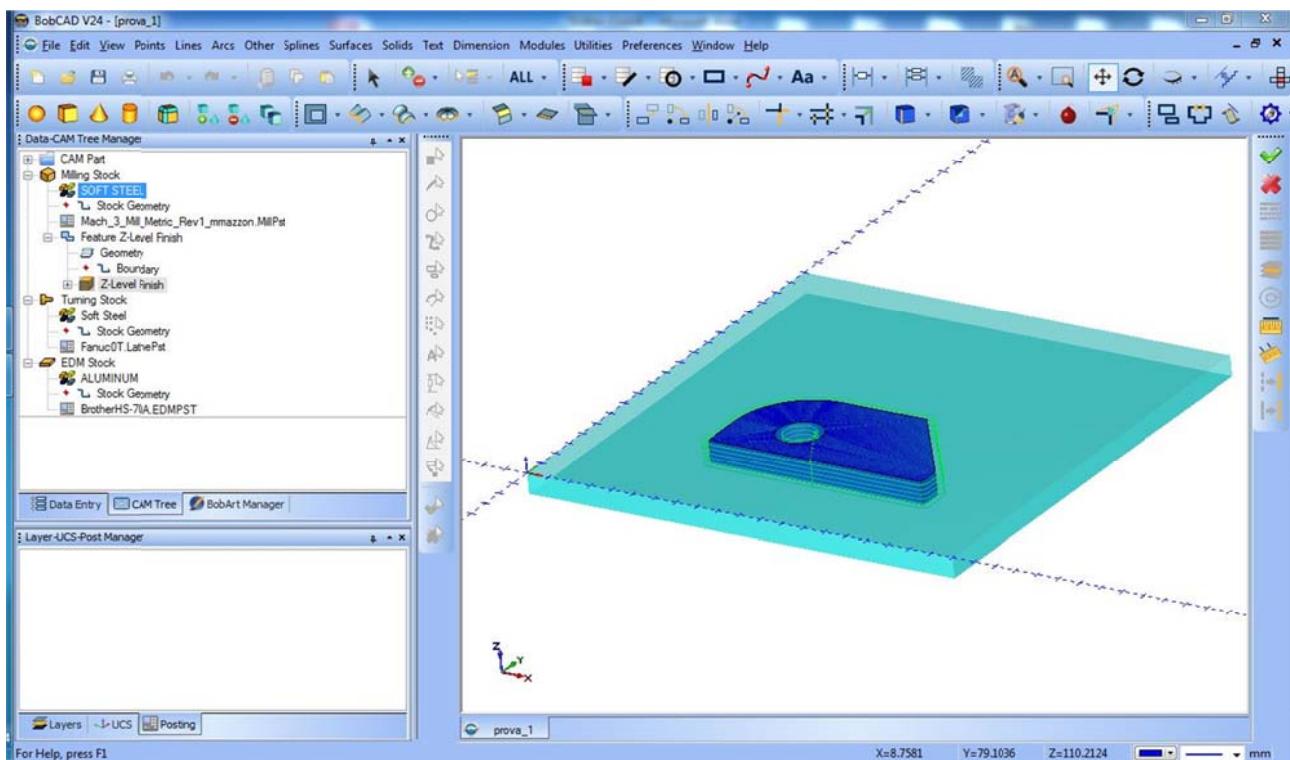
Si definisce la geometria della figura



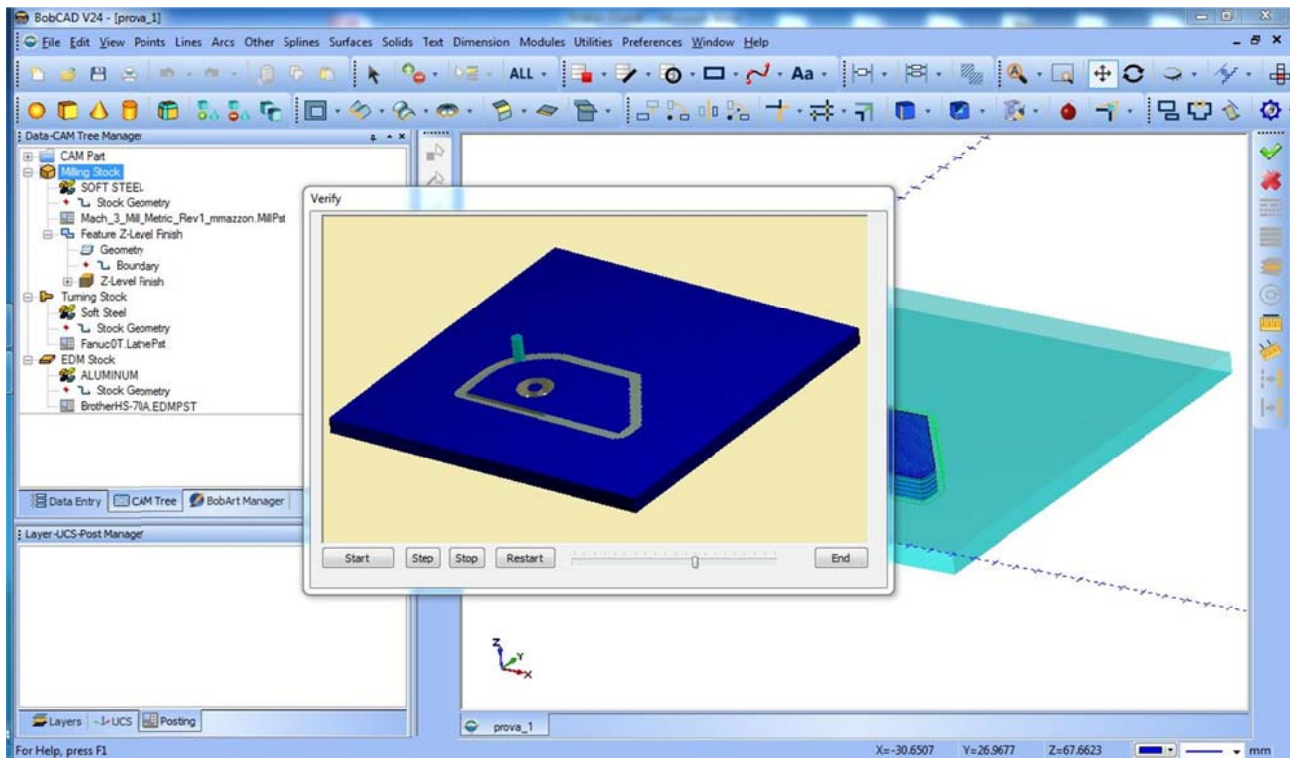
Si definisce il tipo di utensile da utilizzare con tutti i suoi parametri, nel nostro caso un utensile in HSS da 6 mm di diametro. Vengono inserite le corrette velocità di avanzamento.



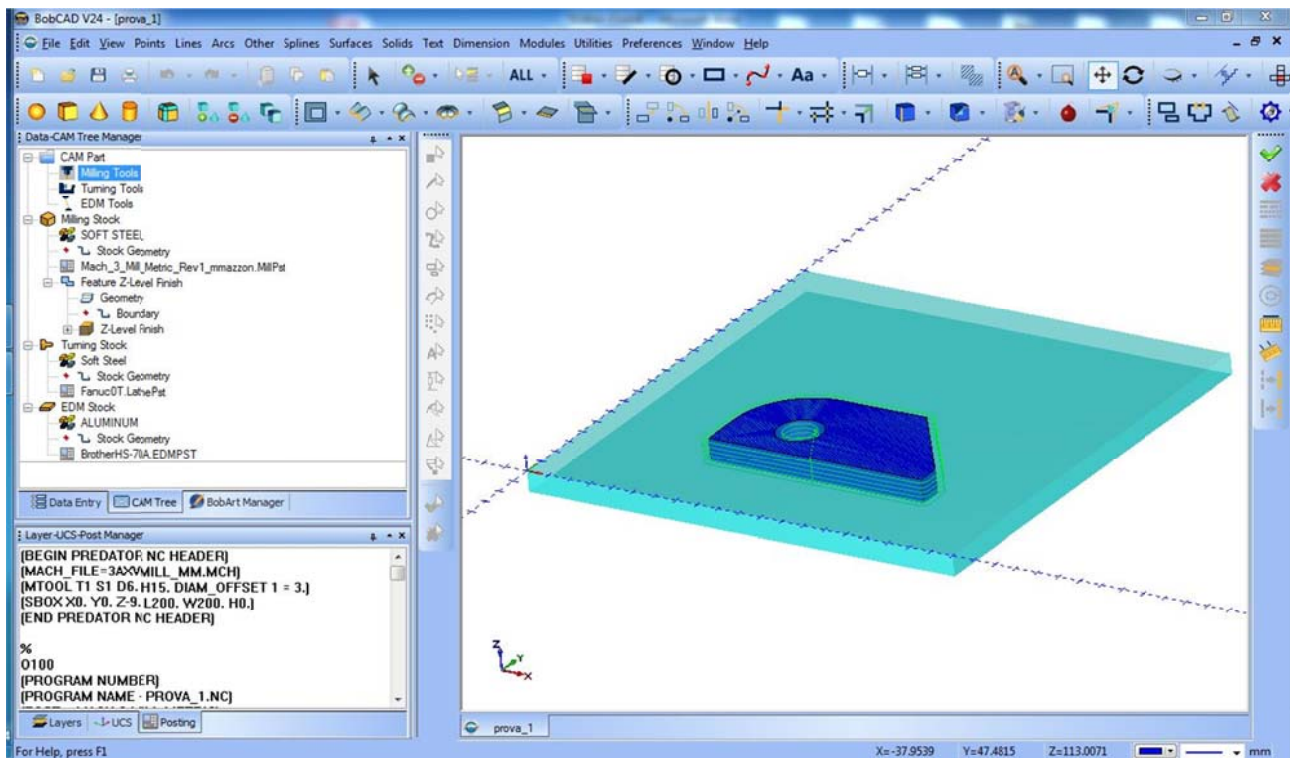
Si generano le linee di lavorazione colorate in verde da poter vedere il percorso utensile



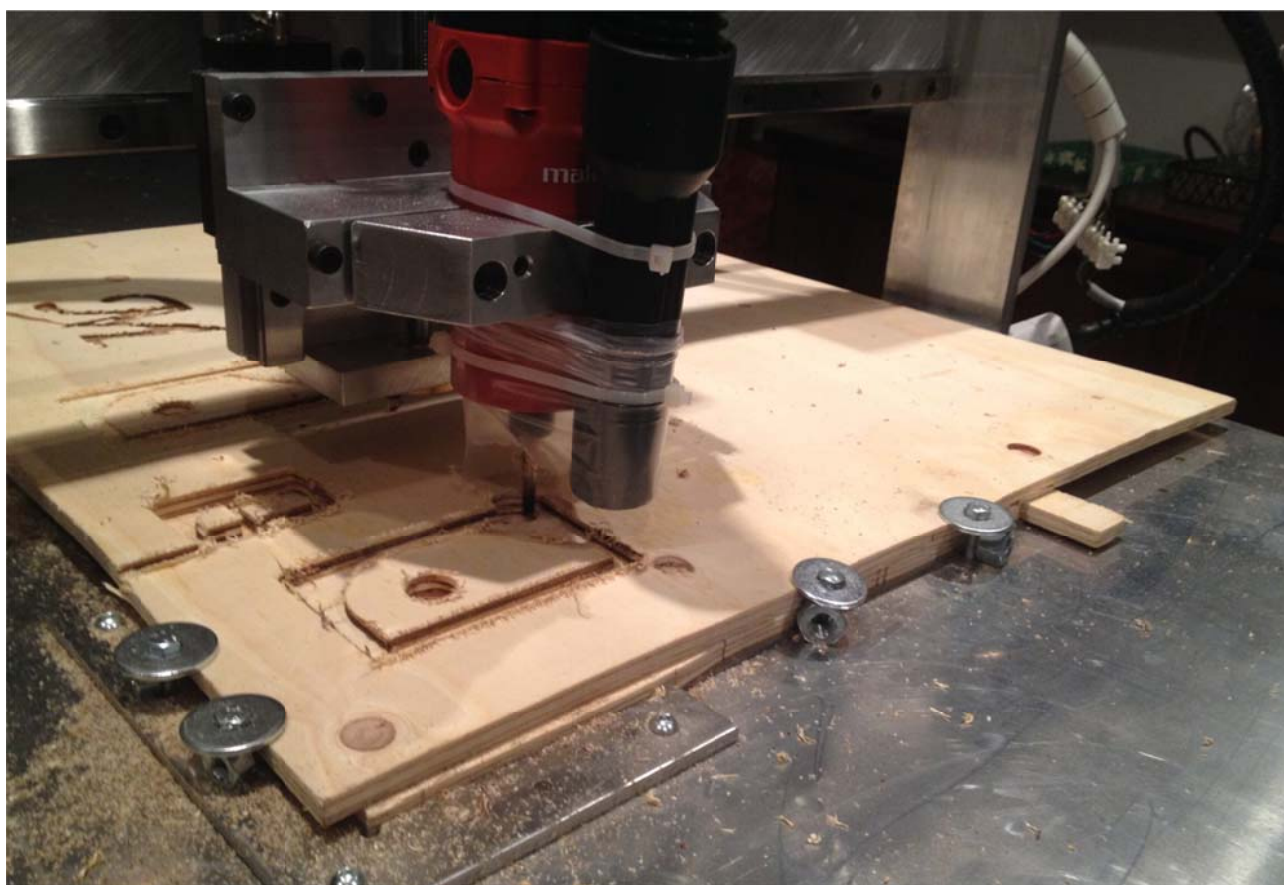
Si può verificare il programma macchina tramite un simulatore presente all'interno



Se tutto è andato a buon fine si genera il programma che verrà visualizzato in basso a sinistra



Il programma in esecuzione in macchina.



Il pezzo finito



I programmi utilizzati nella realizzazione sono stati:

PTC Creo 2.0 per la progettazione e realizzazione del modello 3D

AutoCAD 2012 per la realizzazione del particolare

BobCAD-CAM per la creazione del programma macchina

Mach3 interfaccia macchina

Fonti

www.schneider-electric.com

EN/ISO 12100 Sicurezza del macchinario. Principi generali di progettazione

EN/IEC 60204-1 Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine.

Regole generali

EN/IEC 13850 Sicurezza del macchinario. Arresti d'emergenza. Principi di progettazione