

# **RELAZIONE RIASSUNTIVA DEL PROGETTO:**

## **“Macchina a controllo numerico a 3 assi”**

### **INTRODUZIONE:**

La macchina realizzata è un complesso multifunzionale che permette lo spostamento di molti tipi di utensili o comunque sistemi di incisione. Per arrivare all'attuale perfezione nel realizzare la macchina, e nell'affidamento di determinate caratteristiche, si è passato per altre tre versioni di macchine a controllo numerico da dimensioni ovviamente ridotte. Si sono accumulati all'incirca quattro anni di perpetuo perfezionamento e miglioramento delle prestazioni del sistema. La macchina materiale, è stata realizzata con componenti con un valore di mercato abbastanza basso e con tendenza sul risparmio, mantenendo comunque un alto indice di qualità e prestazioni, diventato un obbligo per lo scarso budget a disposizione. L'intero complessivo è stato ideato, seguendo alcune idee su internet, e realizzato interamente da me stesso. Ciò che ho costruito comprende tutto quello che va dalla meccanica generale all'elettronica di potenza atta a controllare i motori. Inoltre, alcuni componenti utilizzati per la realizzazione del prototipo, sono parti recuperate da apparecchiature ormai obsolete e dismesse dalla loro originale funzione. Di conseguenza, il progetto è stato realizzato ipotizzando una possibile bozza di ciò che sarebbe poi diventato il prototipo ma durante la sua realizzazione, il progetto iniziale è stato modificato man mano che si introducevano nuove parti. Per quanto riguarda la parte elettronica, la scheda che costituisce le tre uscite di potenza per i rispettivi motori, è stata modificata anch'essa per potersi adattare alle caratteristiche originariamente pensate come ad esempio l'introduzione di un laser (non di potenza per motivi di sicurezza personale e quella delle eventuali persone che vorranno ispezionare la macchina).

Le principali caratteristiche che la macchina possiede, sono le seguenti:

1. Poter lavorare con più tipi di sistemi di incisione e di disegno (plotter)
2. Possedere una velocità molto elevata per poter ridurre i tempi di lavorazione.
3. L'utilizzo di cinghie dentate sincrone per poter aumentare la velocità di movimento degli assi.

4. Avere una trasmissione del moto diretta dal motore alla cinghia, per via di pulegge, in modo tale da rinunciare ad un minimo di precisione per convertirla in possibilità di ottenere velocità elevate.

## **DESCRIZIONE DEI VARI COMPONENTI DELLA MACCHINA A CONTROLLO NUMERICO:**

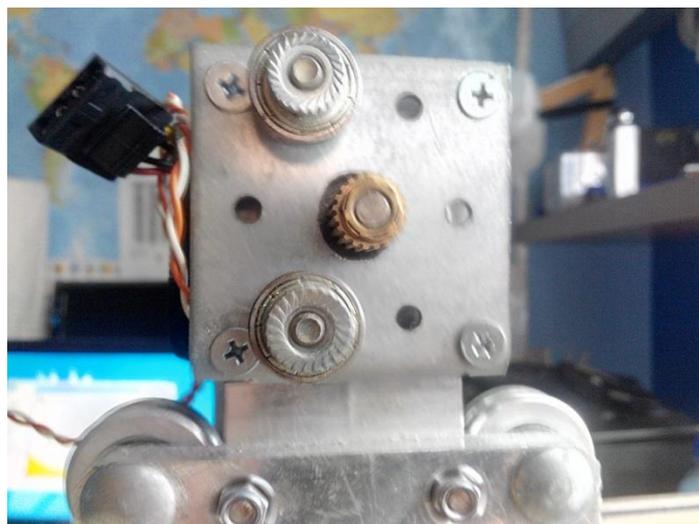
### **1. I MOTORI**

I motori utilizzati per realizzare il controllo numerico, sono di tipo passo-passo bipolare. Questi motori sono apprezzati per avere buone caratteristiche come la possibilità di avere accelerazioni e decelerazioni in un arco di tempo molto breve e di poter raggiungere velocità elevate senza perdere eventuali passi durante la rotazione.

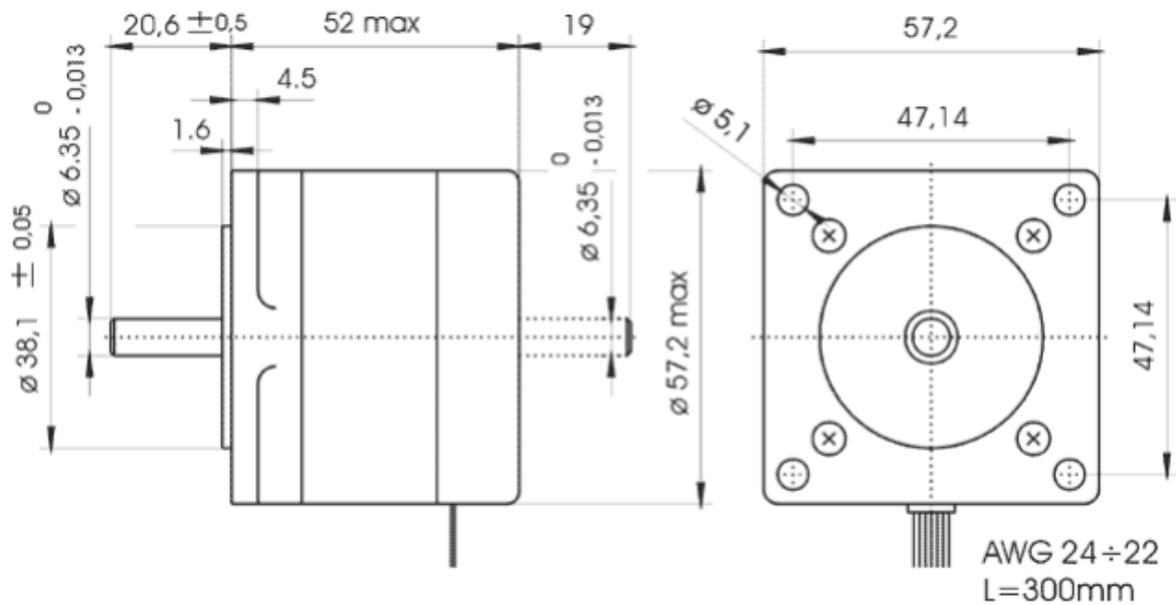
I motori sono stati reperiti in un lotto venduto all'asta su internet e sono sembrati da subito i migliori componenti per l'applicazione che dovevano ricoprire. I due motivi fondamentali per i quali sono stati scelti questi motori sono:

- La presenza di pignoni premontati sull'asse di rotazione.
- La notevole corrente assorbita da ogni fase (circa 2A).
- Le piccole dimensioni.
- La capacità di mantenere la propria temperatura prossima a quella ambiente nonostante il tempo durante il quale questo viene lasciato alimentato.
- La bassa inerzia generata dal motore.

Ecco alcune foto rappresentative:



Di seguito sono riportate le caratteristiche del motore con le proprie dimensioni:

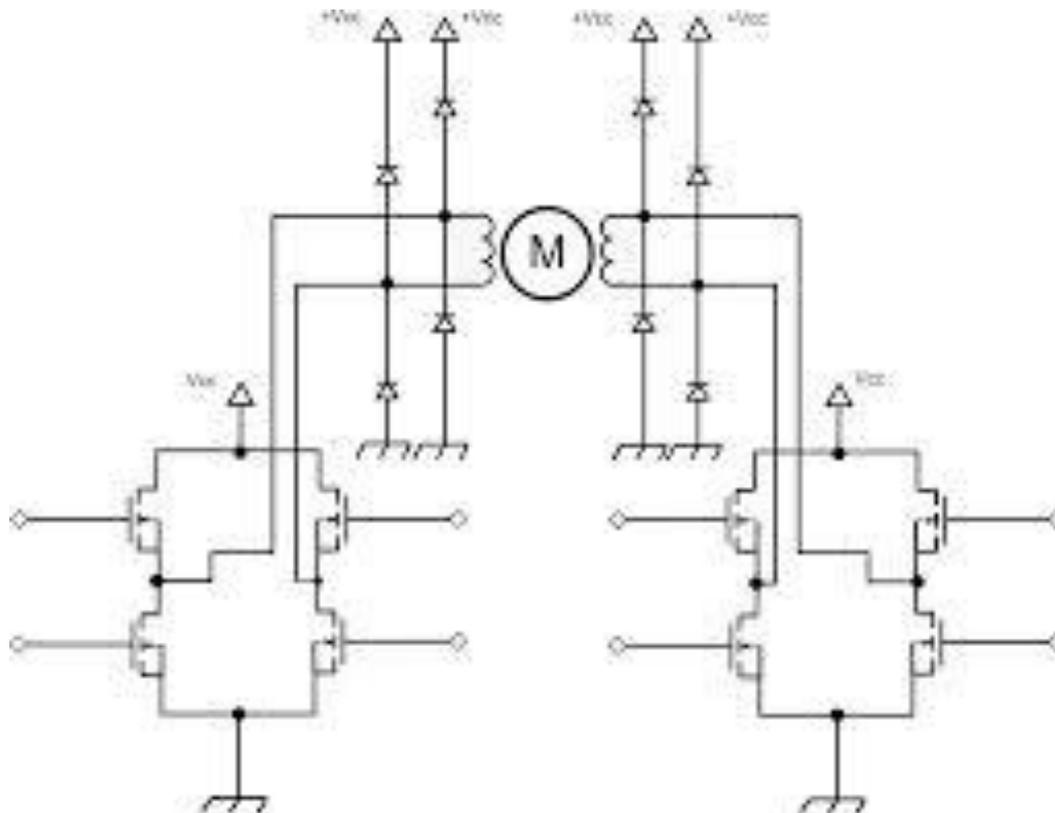


Dimensioni in mm

Specifiche	0100 AX 08 0100 BX 08	0210 AX 08
angolo di passo	1.8°	1.8°
precisione dell'angolo di passo (%)	5	5
corrente di fase nominale (A)	1.0	2.1
resistenza di fase ( $\Omega$ )	5	1.1
induttanza di fase (mH)	8	1.7
coppia di mantenimento unipolare* (Ncm)	53	52
coppia di mantenimento bipolare* (Ncm)	69	64
coppia residua (Ncm)	5.3	5.3
inerzia del rotore ( $g\ cm^2$ )	124	124
massa (kg)	0.5	0.5
tensione max applicabile (V)	75	75
classe di isolamento	B	B

\* Eccitazione a due fasi

I motori presentano come uscita, la presenza di quattro fili che sono abbinati a coppie ai due avvolgimenti indipendenti fra di loro. Lo figura che schematizza il circuito elettrico posto all'interno del motore stesso e quello che potrebbe essere una sintesi della parte che lo comanda potrebbe essere la seguente:



## IL CONTROLLO NUMERICO:

Un punto fondamentale del CNC è la parte che lo gestisce e quella che comanda gli assi comunicandoli il numero di passi da eseguire e quanto tempo deve passare tra un passo e l'altro. Il controllo è rappresentato da un computer (PC) che mediante un'interfaccia posta sul retro del case (porta parallela) riesce ad inviare i tre segnali necessari a gestire ogni singolo asse. I segnali sono:

1. STEP: ogni fronte di salita di questo segnale comunica al motore quando passare al passo successivo.
2. DIR: questo segnale permette il cambio di direzione nella quale il motore deve ruotare.
3. ENABLE: questo è il segnale che permette di abilitare e disabilitare l'alimentazione delle fasi.

Ogni motore possiede questi tre segnali ma ce ne possono essere di altri che accomunano una funzione generale per tutti i motori come ad esempio il segnale HALF STEP che permette di raddoppiare i passi possibilmente attivabili dal motore.

Il controllo ha come software di gestione MACH3 ver. 3.0 che calcola tutti i percorsi in base al disegno caricato come input.

## L'ELETTRONICA DI POTENZA:

Tutta l'elettronica necessaria a comandare i tre assi è racchiusa dentro un piccolo case di metallo. L'elettronica è costituita dalla classica coppia di integrati L297/L298 che riescono a convertire i segnali in entrata (molto deboli) ad un'adeguata potenza per comandare i motori. Il primo integrato elabora le informazioni mentre il secondo porta a potenza giusta. È capitato un accoppiamento integrati-motori molto buono per via della corrente in circolazione: il ponte H fornisce una corrente di massimo 2 Ampere per fase, esattamente come descritto sul motore. Il case presenta sul retro due porte: una è per l'ingrasso del segnale del PC mentre l'altra è per interfacciare l'elettronica di potenza con i motori. Per alimentare il sistema, si utilizza un alimentatore da PC fisso per il fatto di avere molti voltaggi in uscita su diverse linee con una elevata corrente in uscita. Nella parte frontale invece presenta quattro interruttori che servono rispettivamente a:

1. Accensione del CNC
2. Abilitazione dei motori
3. Abilitazione del laser ( il laser non si accende quando questo interruttore viene premuto ma viene messo in attesa per il segnale proveniente dal PC)
4. Abilitazione di un eventuale motore che permetterà la rotazione di un utensile e quindi l'incisione sulle superfici.

Sul lato destro del fronte, sono presenti anche dei led per verificare lo stato dei fincorsa, i passi dei motori, l'accensione della macchina, l'attesa e il lavoro del laser. Lo schema elettrico della scheda di controllo è stata reperita su internet e successivamente modificato in base alle mie necessità. Lo schema è stato chiamato dal proprio inventore, Chimera.



## LA PARTE MECCANICA (LE CINGHIE):

Per rendere gli assi veloci si è optato per una trasmissione a cinghie dentate o sincrone. Le cinghie sono composte da una gomma sintetica (poliuretano) che permette una flessibilità della cinghia. All'interno della cinghia sono presenti delle fibre di vetro che eliminano l'elasticità della cinghia stessa ottenendo così lo scarico delle forze sulle fibre e non sulla gomma. Le cinghie sono state anch'esse recuperate da vecchi stampati. Si è deciso inoltre di utilizzare un passo abbastanza piccolo da permettere la massima precisione nei movimenti. I motori presentano dei cuscinetti che servono al rinvio delle cinghie per permettere di aderire in modo corretto alla puleggia del motore.

Di seguito sono riportate delle immagini indicative di ciò che fa parte del sistema delle cinghie:

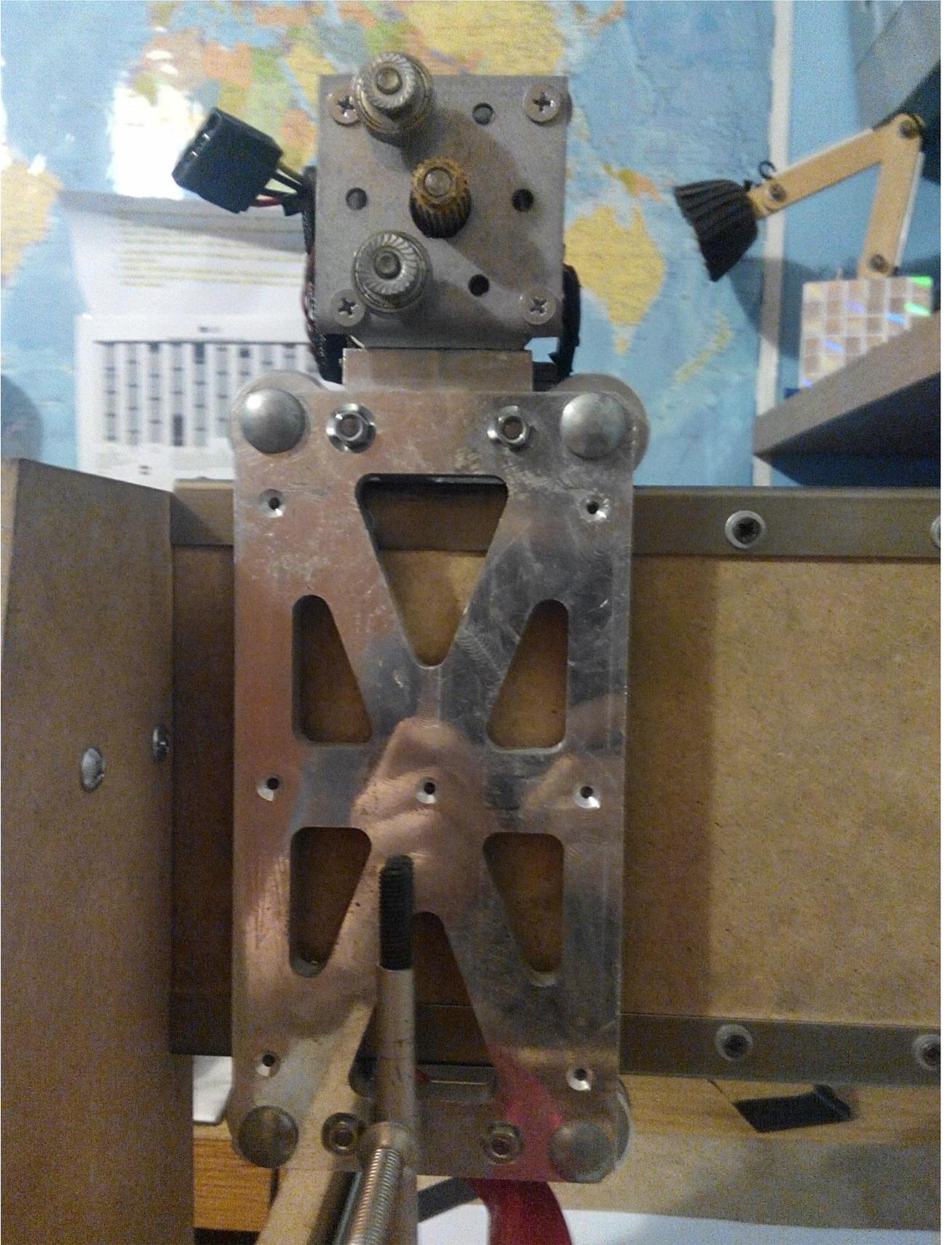


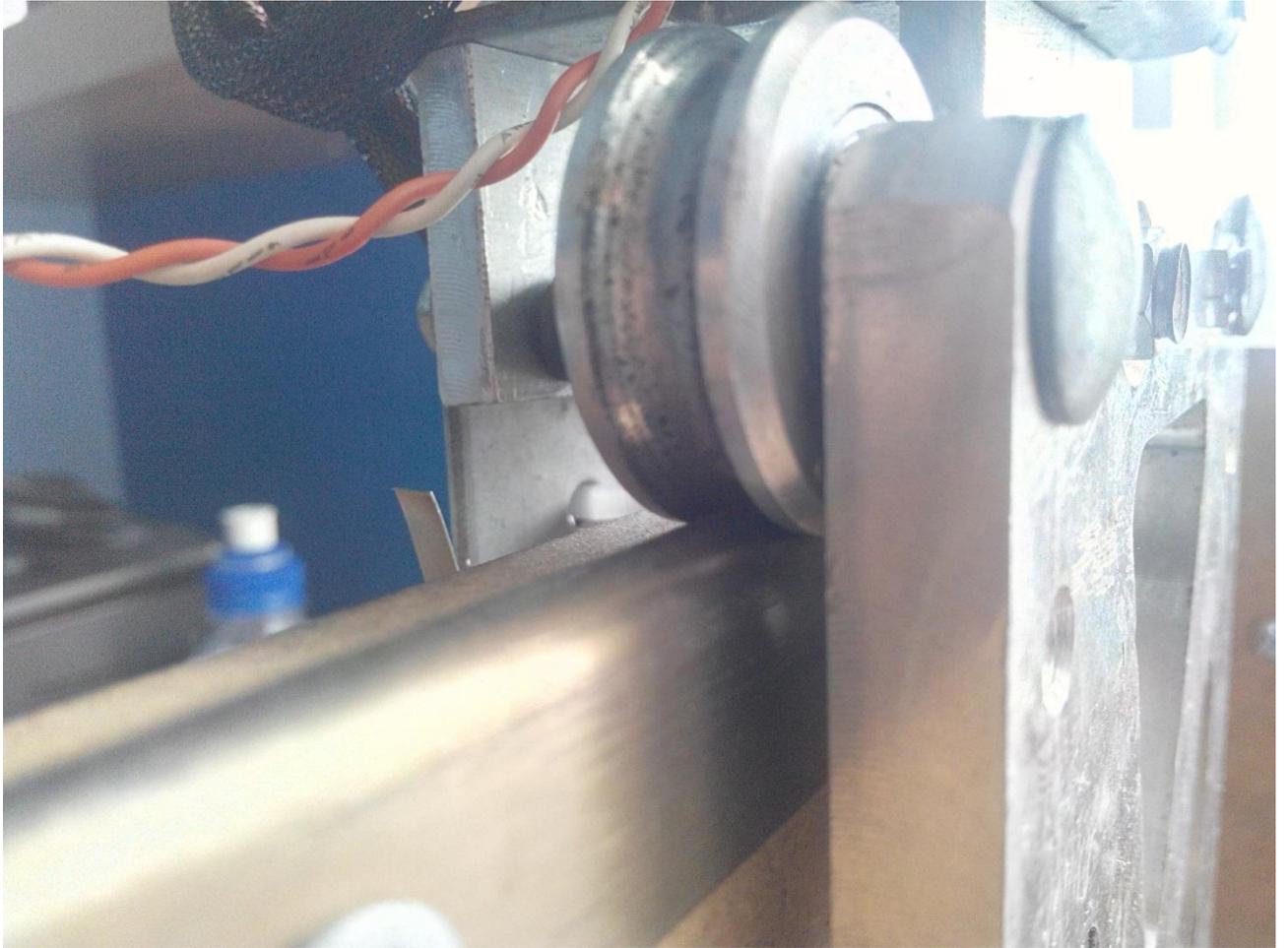




## **LE GUIDE DEGLI ASSI:**

Le guide, per motivi pratici, sono state acquistate in negozio ma non avevano lo scopo preciso per questa applicazione. Queste guide originariamente erano gli scorrimenti del cassetto ma ho realizzato che potevano essere benissimo utilizzate per lo spostamento degli assi. Le guide sono composte da due corpi in acciaio che scorrono parallelamente tra di loro per mezzo di una catena di sfere (guide senza ricircolo di sfere). Le guide si sono rivelate molto precise e veramente resistenti a flessione. Non è detto che le guide dovranno sostenere carichi (taglio laser) ma è necessario progettare il CNC pensando alle situazioni più critiche. Per sicurezza sono state installate quattro guide dello stesso tipo con orientamenti leggermente diversi (due coppie poste su piani differenti). Questo tipo di scorrimento è stato pensato per l'asse longitudinale, mentre per quello trasversale, si è pensato di mettere un sistema con quattro ruote che scorrono su un binario appositamente costruito. Questa scelta è stata fatta per l'inapplicabilità delle guide prima descritte in uno spazio così ristretto. Ecco alcune immagini del binario e delle ruote (asse X):





Mentre qui sono rappresentate le guide per l'asse longitudinale (asse Y)



Per quanto riguarda l'asse Z, il progetto prevede l'impiego di guide lineari senza ricircolo di sfere, come quelle utilizzate per l'asse Y, ma questa volta, con una larghezza inferiore, arrivando ad utilizzare persino delle guide larghe la metà di quelle usate prima. Per adesso, l'asse Z non è stato ancora realizzato ma a breve lo sarà.

## **IL CORPO:**

Il corpo è stato realizzato principalmente in MDF cioè un compensato di media densità reperibile in un qualsiasi supermercato adibito al fai da te. Per la realizzazione della macchina si è optato di utilizzare una lastra spessa 19mm per avere anche una comoda possibilità di montare il tutto. Tutti i componenti sono stati fissati mediante viti lunghe mediamente 40mm per l'assemblaggio dei componenti in legno mentre per assemblare le guide e i binari si sono utilizzate viti lunghe circa 15mm.

## **IL LASER:**

Il laser utilizzato per dimostrare il corretto funzionamento del CNC è uno di tipo molto debole e facile da utilizzare. Il laser è stato prelevato da un masterizzatore DVD che emette un raggio rosso in grado di scalfire in modo permanente alcune superfici. Essendo di una potenza così bassa, il laser incide molto bene su superfici scure come possibilmente plastiche o gomme ma tende a riflettere la luce su superfici chiare come fogli di carta. Si è optato per un laser di questo tipo anche perché è molto facile da comandare visto che basta alimentare il diodo con una fonte di corrente in continuo fornendogli un voltaggio costante di 3,3V fornito dal alimentatore. La logica per attivare e disattivare il laser è stata ideata personalmente e consiste semplicemente nel sfruttare il comando DIR dell'asse Z. Quando il comando è nello stato HIGH (simulazione dell'asse che scende verso il basso), il laser si attiva mentre quando è LOW(simulazione dell'asse che sale verso l'alto), il laser si disattiva.