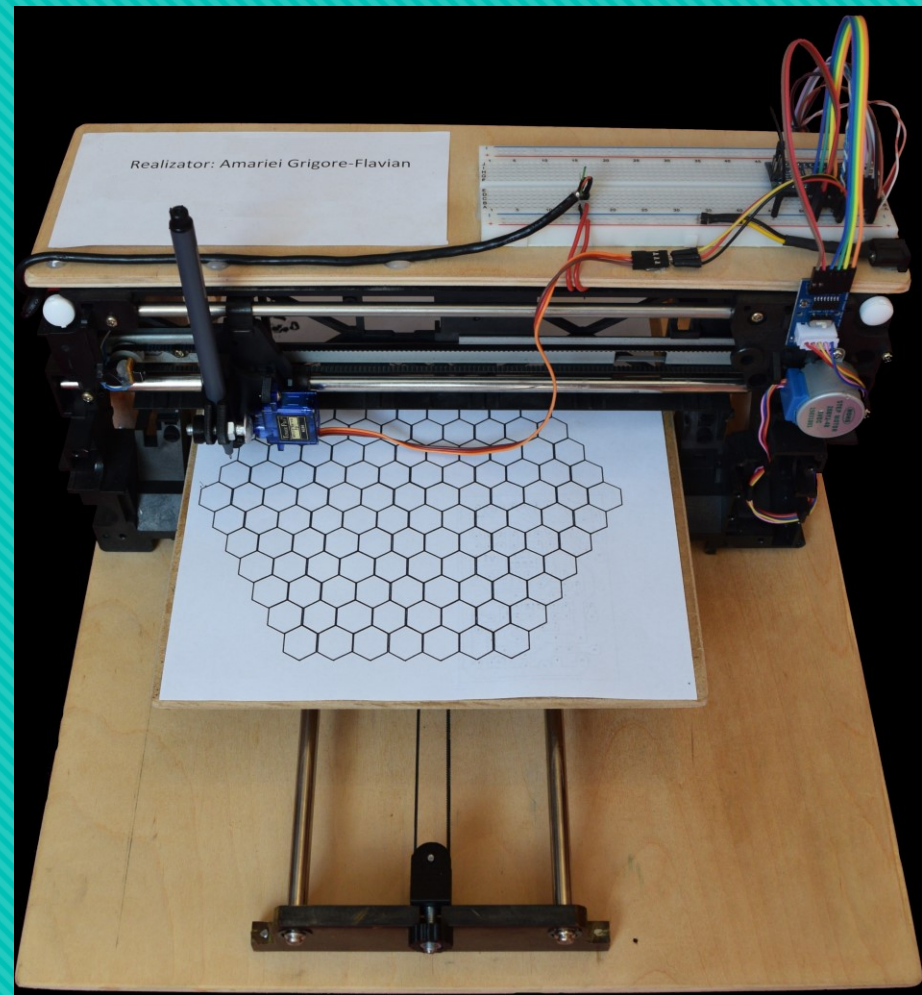


Sistem CNC

multifuncțional



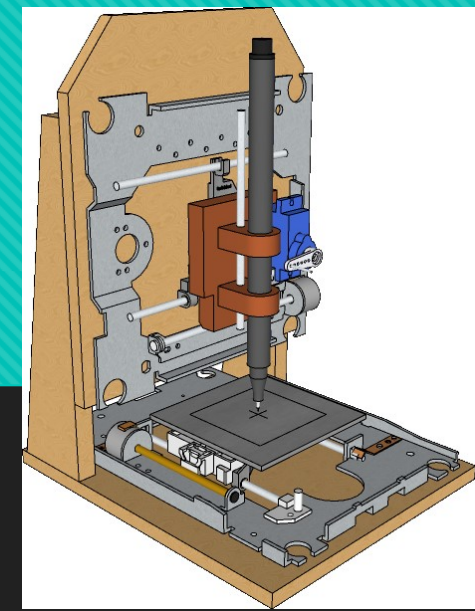
Amariei Grigore-Flavian

Sesiunea de Comunicări Științifice Studentești 2019

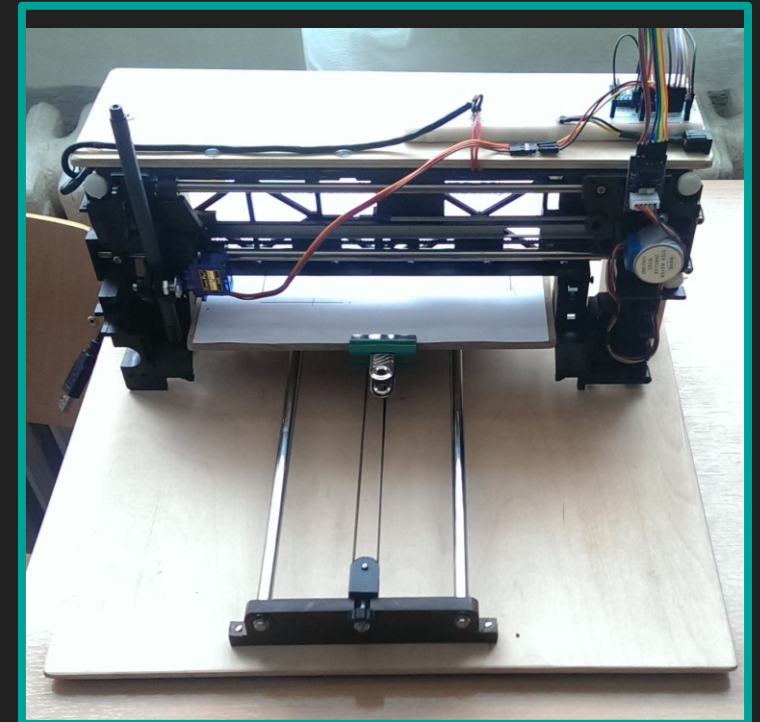
Universitatea POLITEHNICA București



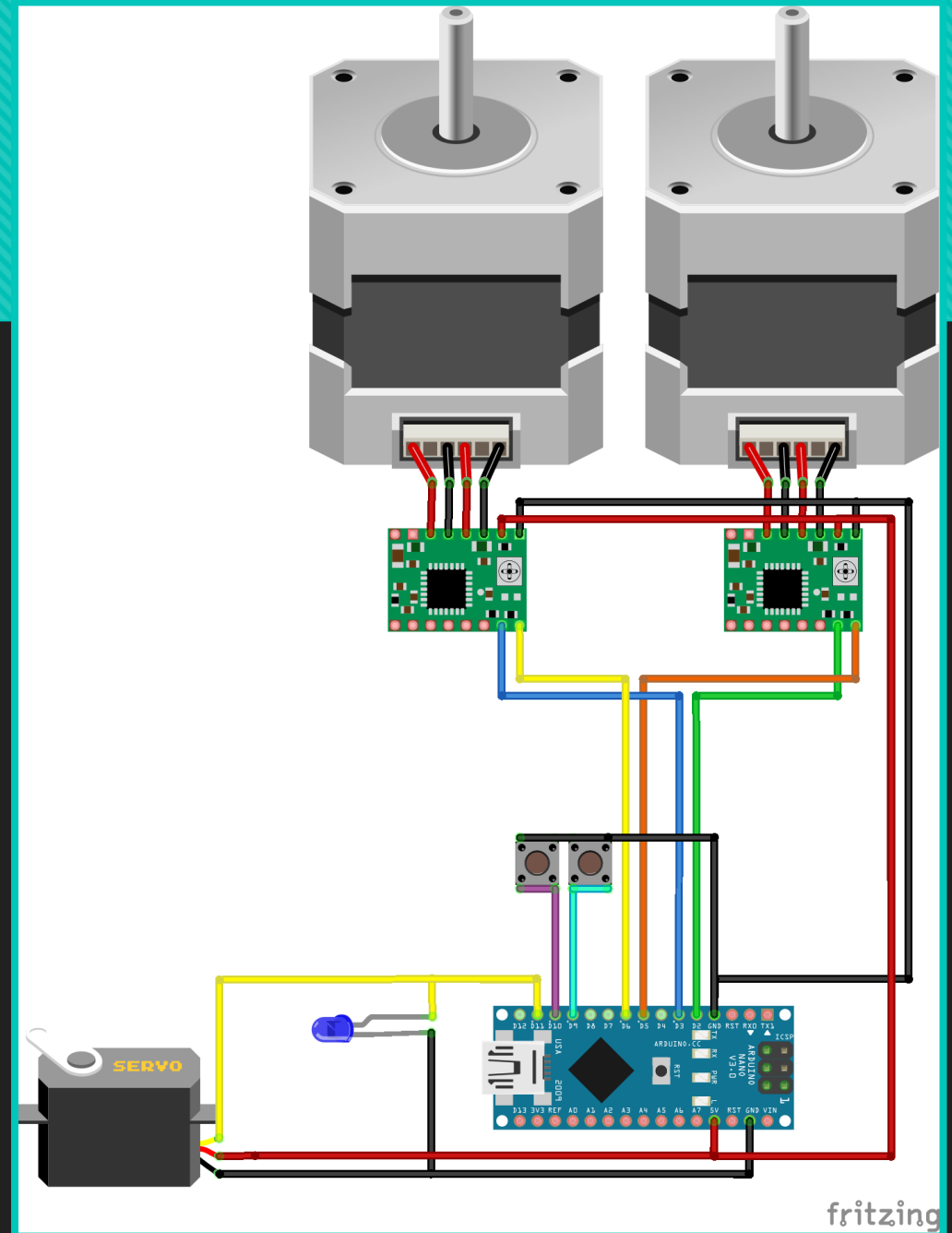
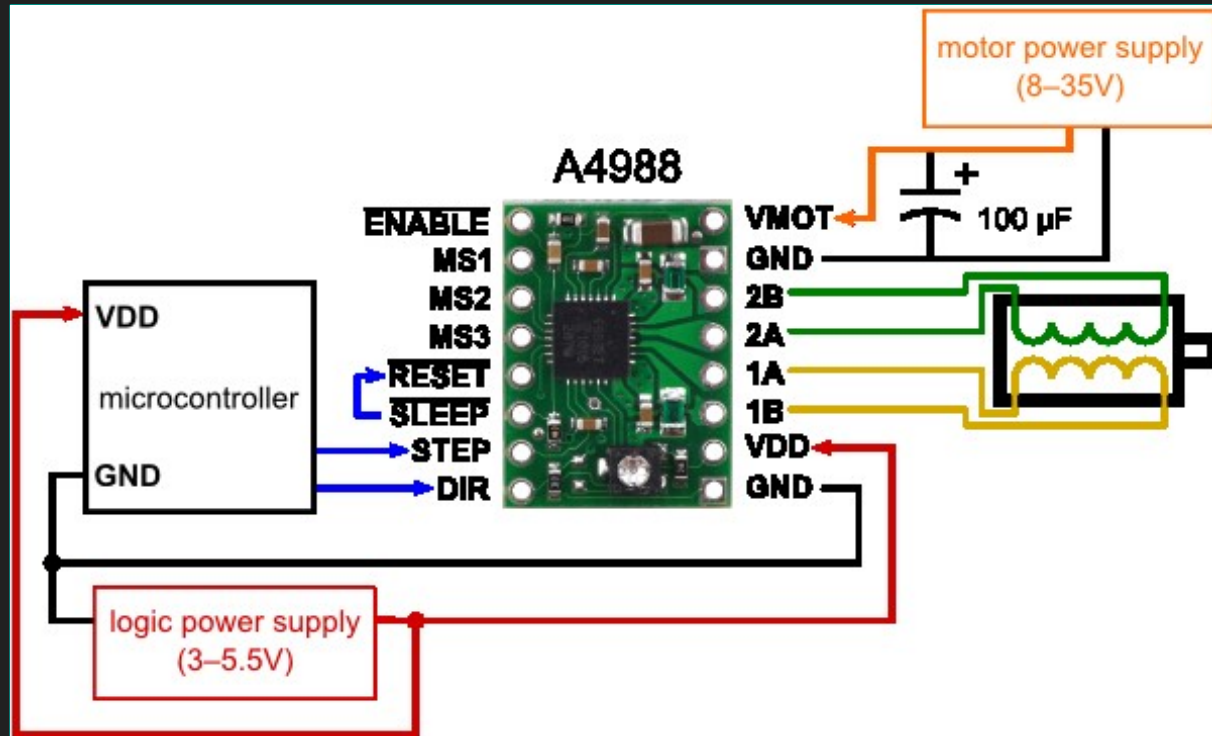
Despre proiect



- **Sistemul CNC** (control numeric computerizat) permite desenarea și gravarea unor modele, desene sau schițe pe diferite materiale (hârtie, carton, lemn, plută, plexiglas, materiale plastice, polistiren).
- Scopul principal al proiectului a fost crearea unui plotter multifuncțional din materiale reciclate.
- Sistemul interschimbabil are la bază module pentru desenare, trasare cu cerneală serigrafică a cablajelor electronice, gravare și tăiere laser pe anumite materiale precum și pirogravare pe lemn. Acestea se pot schimba cu ușurință datorită unui mecanism de prindere, ușor detașabil, realizat cu ajutorul unei imprimante 3D.
- Proiectul a trecut prin mai multe faze de experimentare care au inclus testarea mai multor motoare pas cu pas, a diferitelor circuite și adaptări ale design-ului



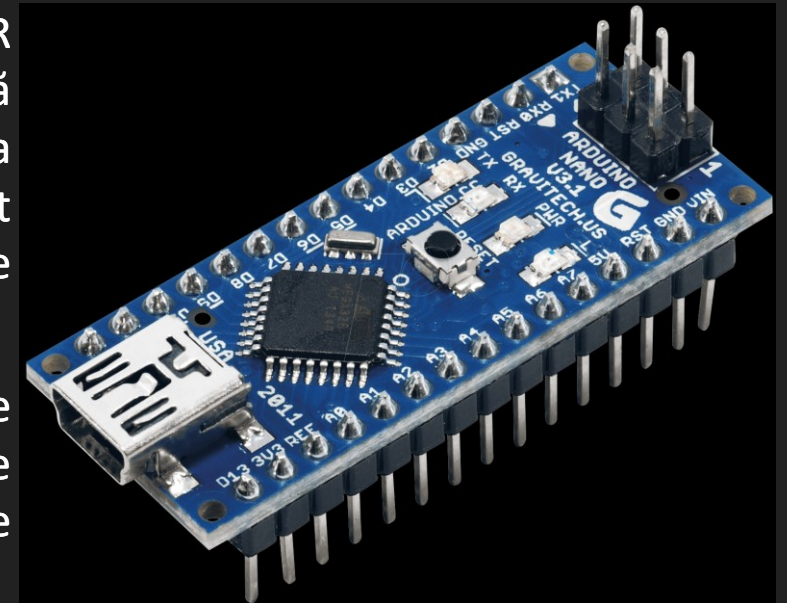
Schița conexiunilor



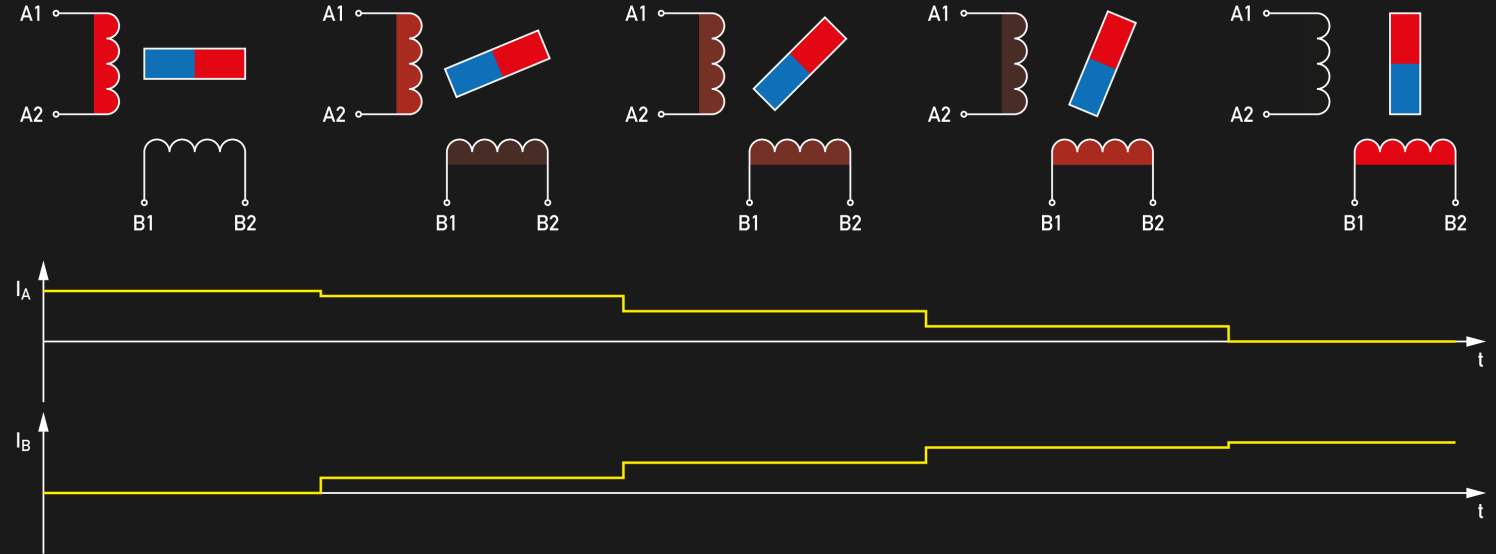
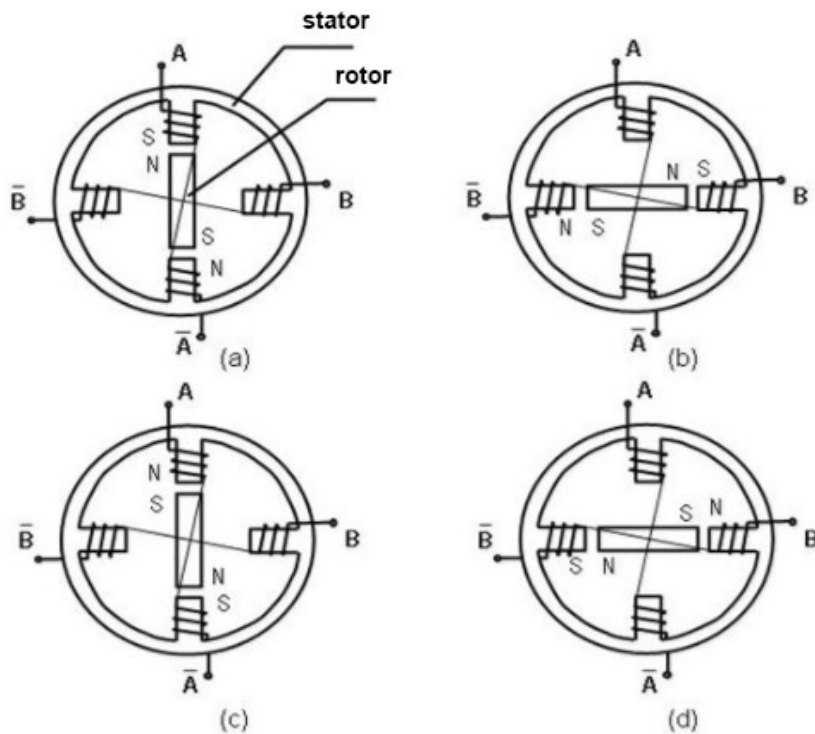
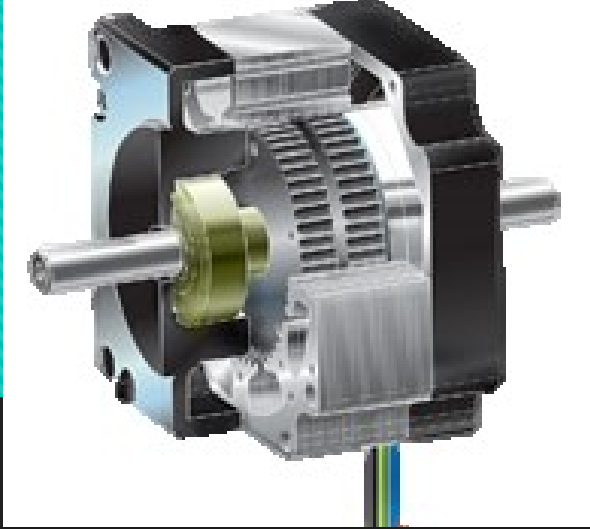
Microcontrollerul Arduino



- O plăcuță Arduino este compusă dintr-un microcontroler Atmel AVR ATmega328p de 8 biți cu componente complementare care facilitează programarea și încorporarea în alte circuite. Un aspect important la Arduino este că acesta dispune de conectori standard, care permit utilizatorului să conecteze plăcuța cu procesorul la diferite module interschimbabile numite shield-uri.
- Controlul este realizat prin intermediul unui computer care transmite instrucțiuni în limbaj Gcode către placa de control Arduino, care le interpretează și acționează motoarele pas cu pas, punând în mișcare ansamblul pe cele două axe, X și Y.



Motoarele Pas cu Pas

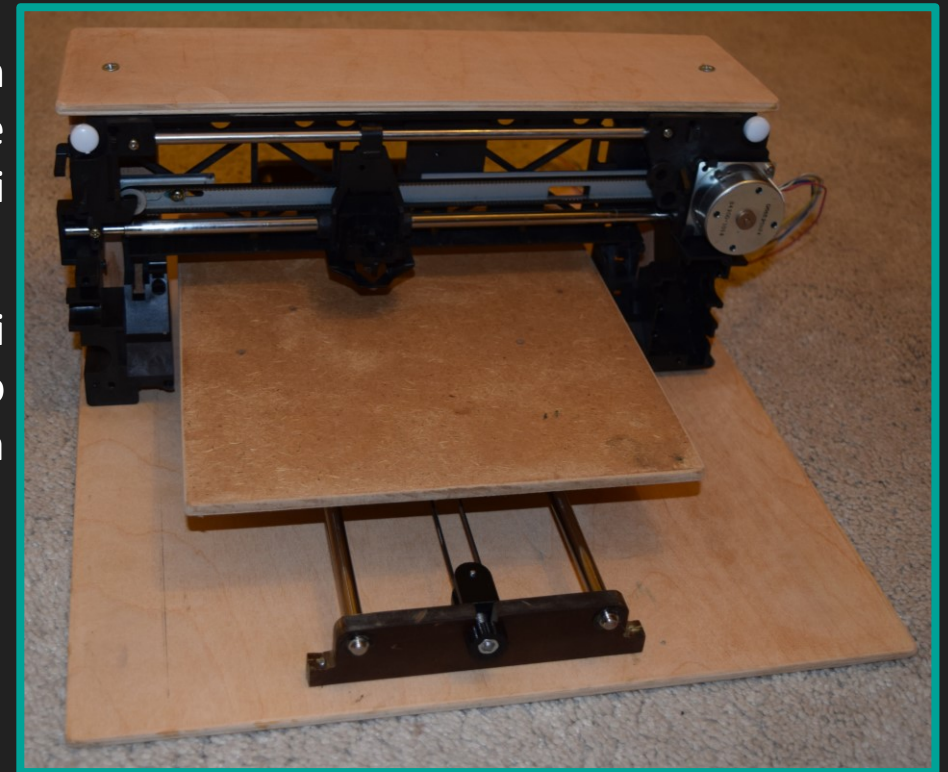
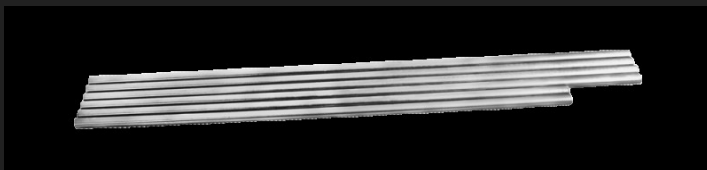


- Reprezintă “mușchii” mașinii ce deplasează cele două axe în punctele precizate
- Au la bază rotirea precisă a axului cu ajutorul unor electromagneți ce sunt energizați secvențial

Procurarea pieselor și materialelor



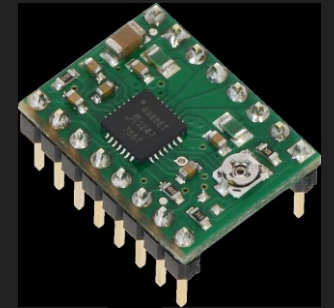
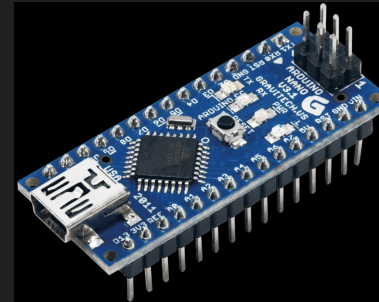
- Majoritatea componentelor folosite în proiect sunt reciclate din imprimante inkjet sau matriceale defecte (tije de ghidaj, curele de transmisie, etc) și plăci de placaj. De asemenea, a fost necesară și cumpărarea unor piese electronice esențiale.
- Procurarea și achiziția pieselor a fost făcută la un preț mult mai scăzut față de plotterele din comerț. Opțional, se poate dota și cu o diodă laser (pentru gravare laser), acesta fiind cea mai scumpă componentă.



Componente

○ Electronice:

- 1 microcontroler Arduino Nano
- 2 drivere cu punte H dublă A4988
- 2 motoare pas cu pas Nema 14 (14HY006)
- 1 servo motor 9g
- 1 modul laser de 2.5W
- 2 întrerupătoare pentru limite (push-button)
- 1 breadboard pentru conectarea ușoară a firelor
- fire de conexiune



Componente

○ Mecanice:

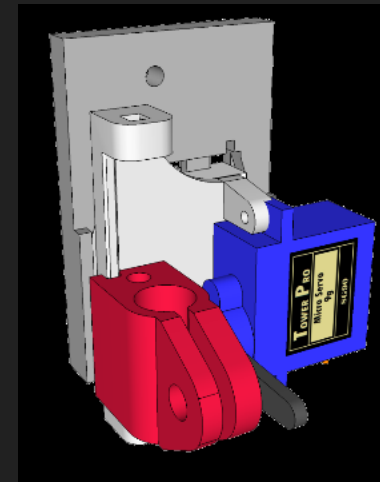
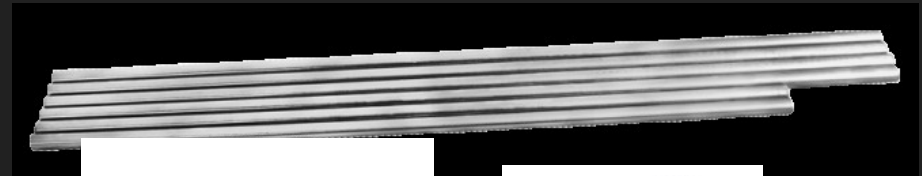
- 4 tije cu diametrul de 8mm
- 2 curele de transmisie
- 4 fulii dintre care 2 zimțate

○ Structurale:

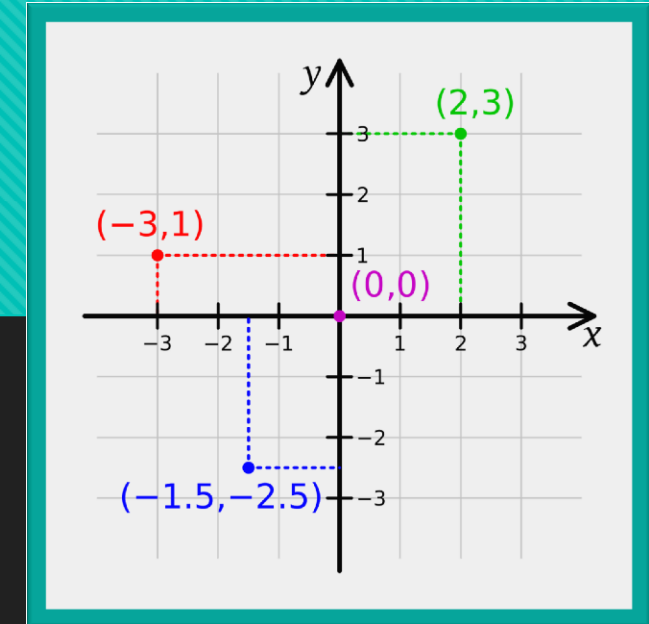
- placaj din lemn stratificat, MDF și plastic

○ Printate cu imprimantă 3D:

- sistemul interschimbabil al imprimantei (suport pix, laser, etc)
- mecanism de întindere a curelelor de transmisie
- diferite piese pentru montarea motoarelor și de suport



Principiu de funcționare



- Mașina este bazată pe coordonarea precisă într-un reper cartezian.
- Aceasta este controlată prin intermediul unui computer care transmite instrucțiuni de poziționare sau acționare în limbaj **Gcode** către placa de control **Arduino**, care le interpretează și acționează motoarele pas cu pas, punând în mișcare ansamblul central pe cele două axe, X și Y.
- Motoarele pas cu pas asigură o mișcare foarte precisă în planul XY, fapt esențial pentru astfel de mașini.
- Software-ul care rulează pe microcontroler este bazat pe **grbl**, un cod de control open-source, ce a fost configurat pentru a satisface scopurile proiectului. Acesta interpretează instrucțiuni standard g-code, putând astfel fi controlat cu diferite programe compatibile g-code.



Exemplu g-code

G28 X0 Y0

- Inițializare axe (la origine)

G1 X60 Y50

- Deplasare la poziția X Y

M03

- Activare laser

G1 X165 Y30.5

- Deplasare activă (gravare)

G1 X120 Y180

G1 X20 Y140

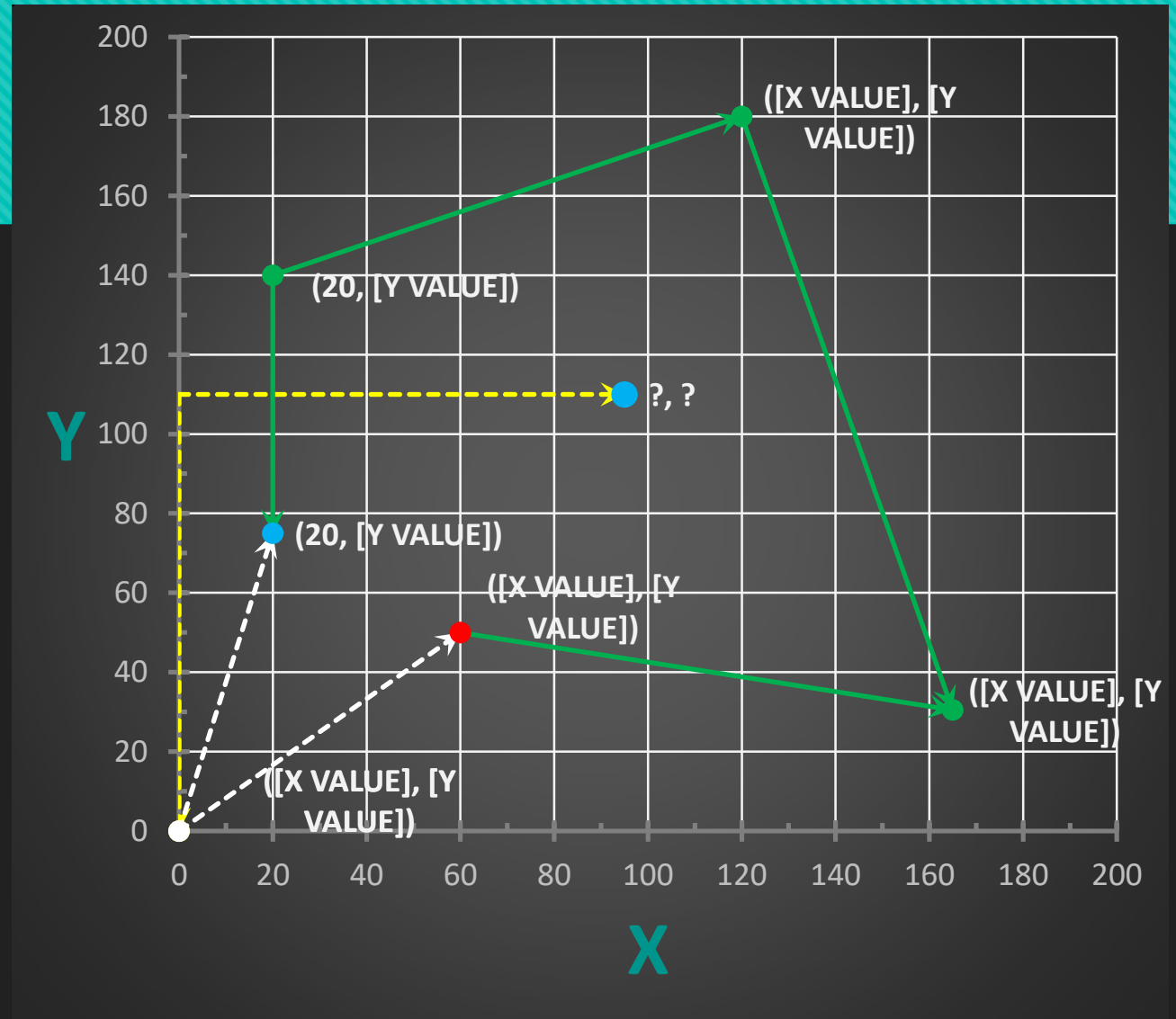
G1 X20 Y75

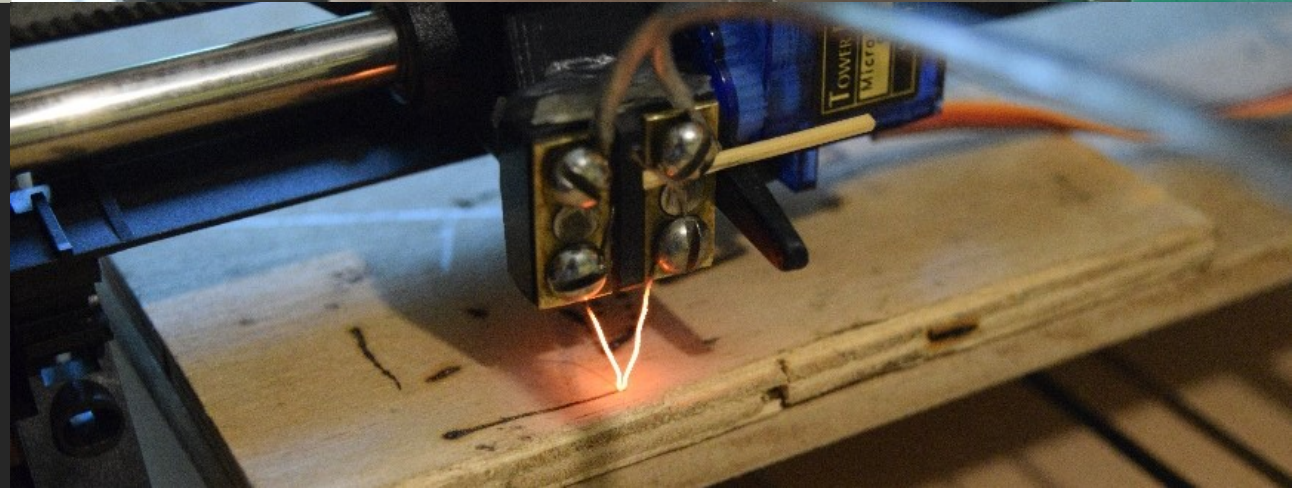
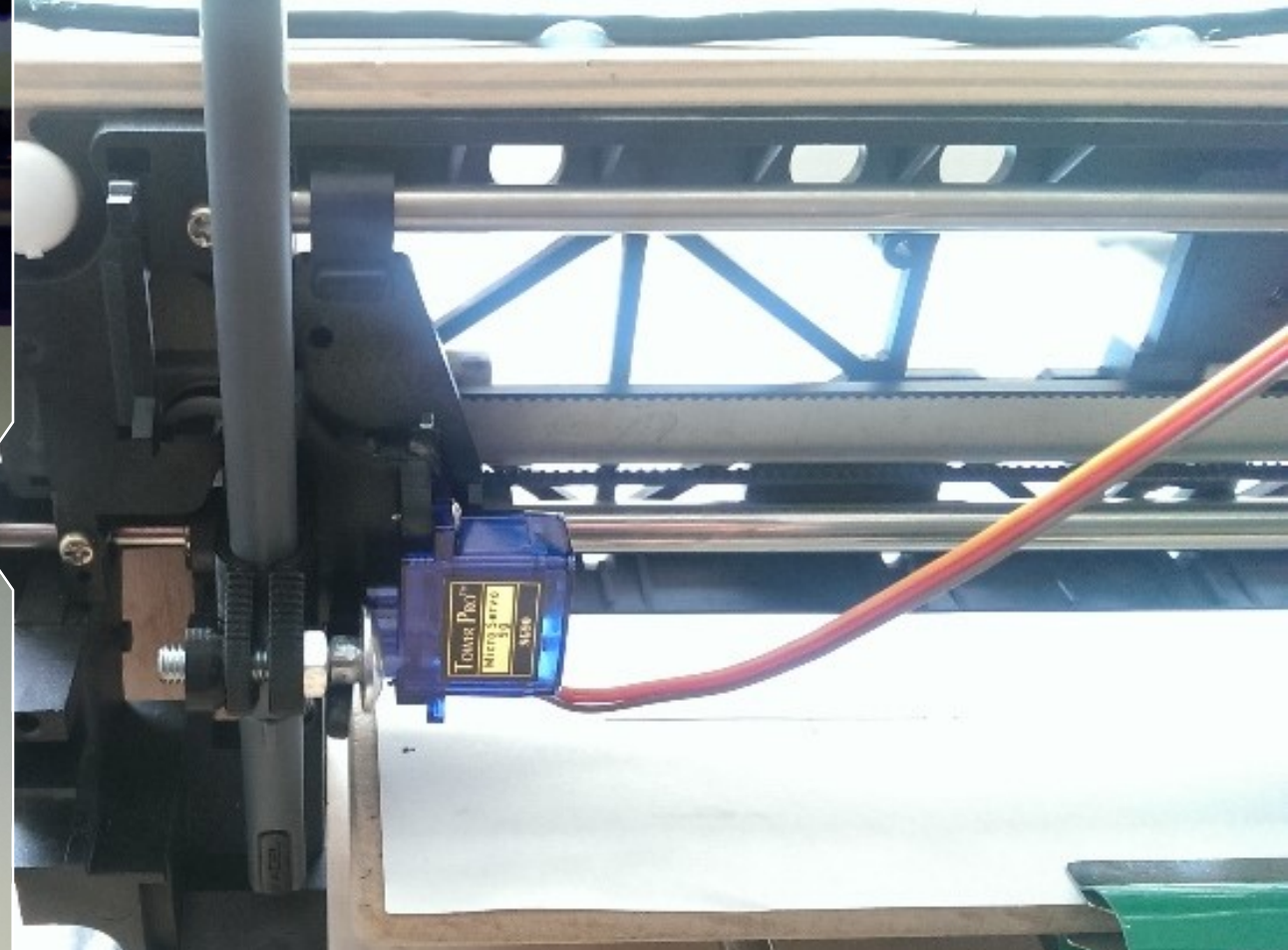
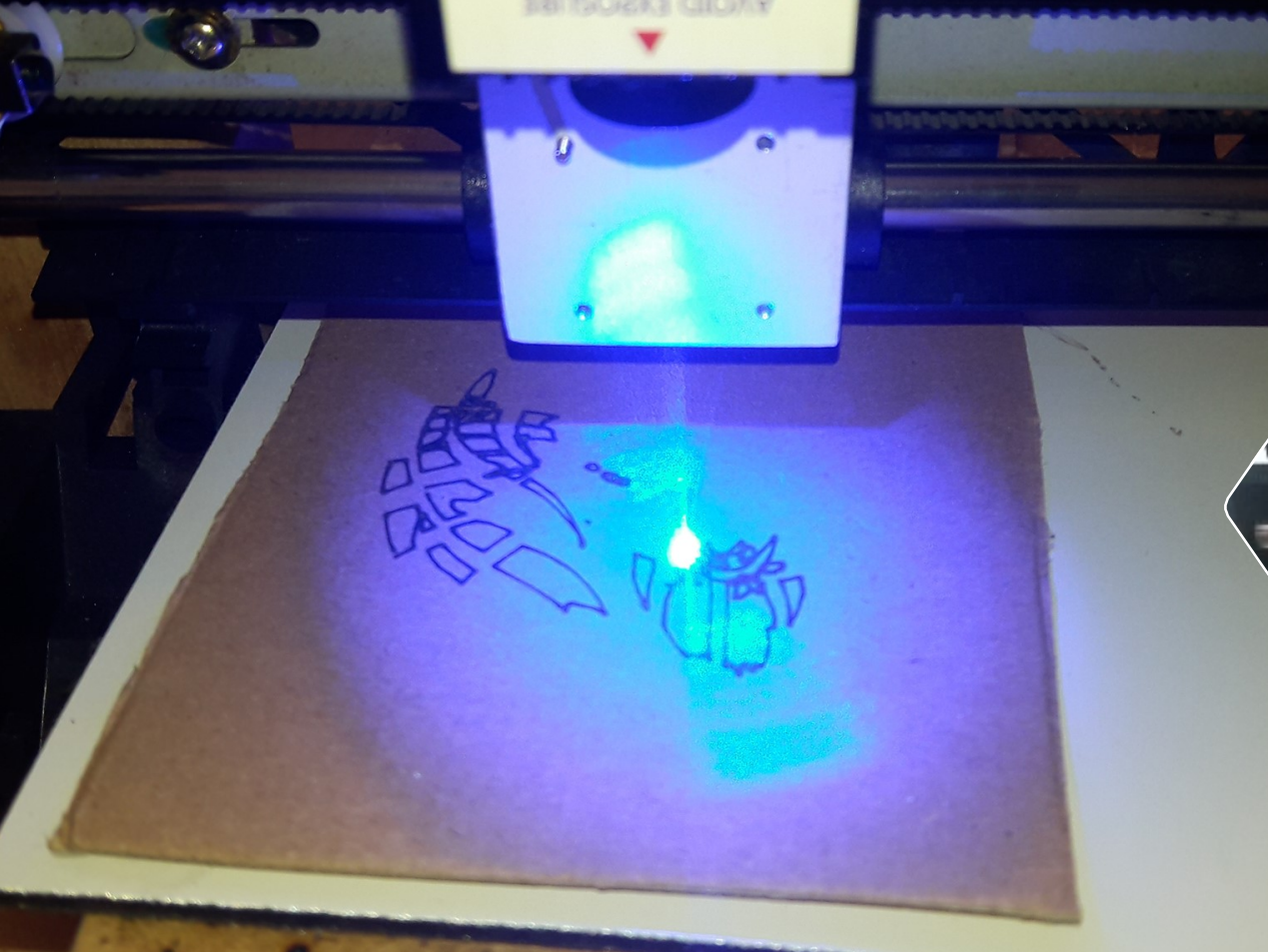
M05

- Oprește laser

G1 X0 Y0

- Deplasare la origine (0, 0)

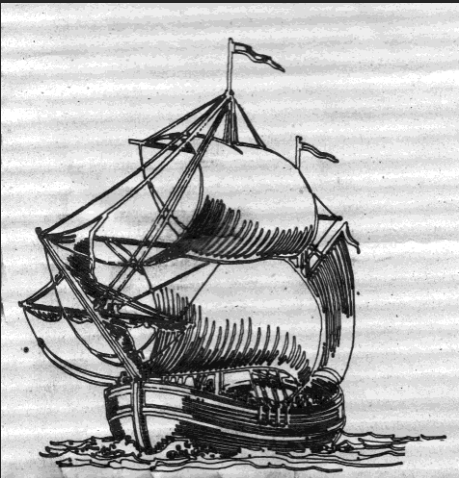




Utilizări

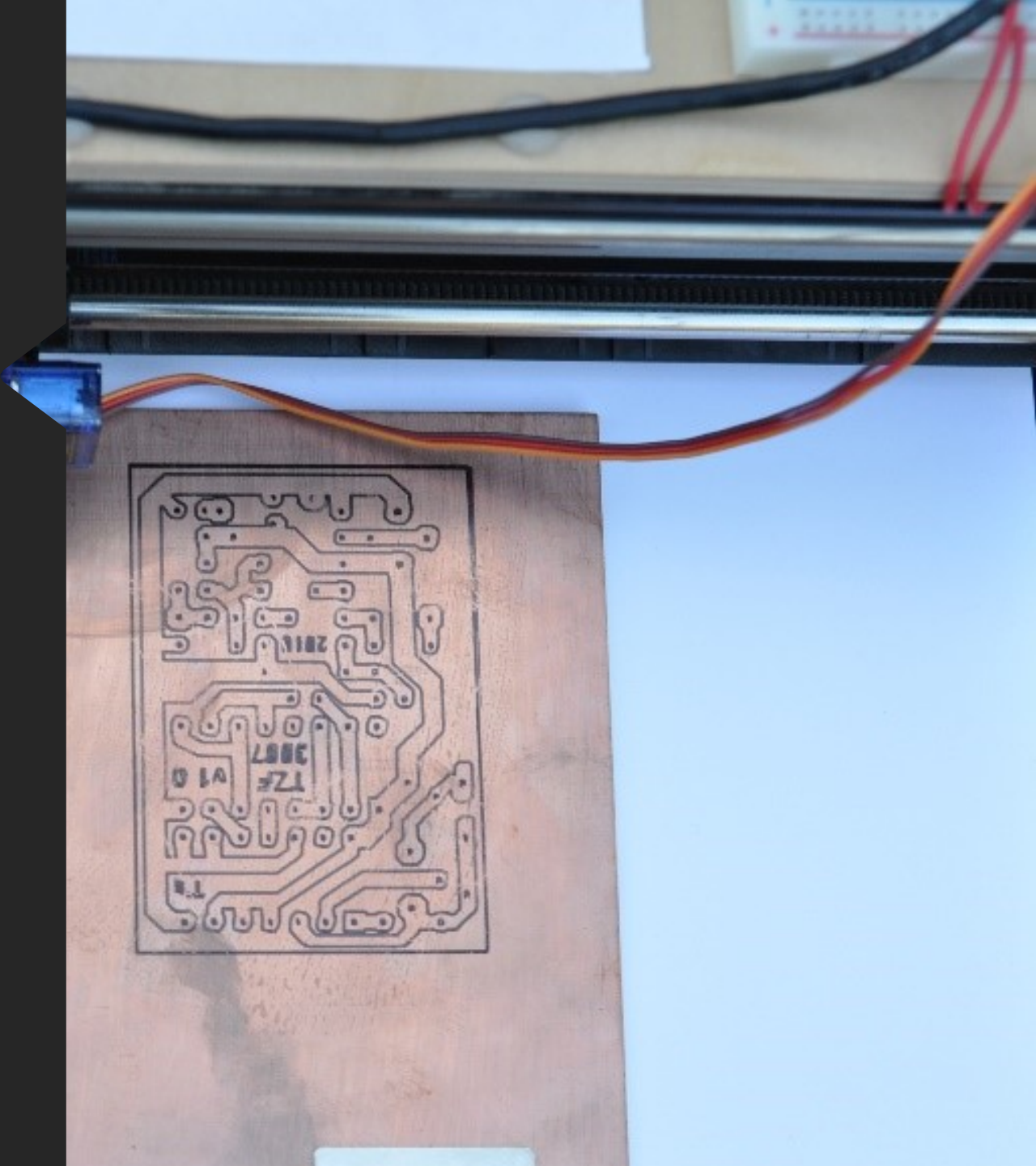
1) Gravare laser

- Modulul de gravare este echipat cu o diodă laser cu puterea de 2.5W, alimentat la 12V și controlat logic de Arduino prin intermediul unui controller laser.
- Puterea acestuia permite gravarea pe materiale opace precum lemn, plastic, piele, carton, plexiglass, etc și chiar decuparea anumitor materiale mai subțiri.



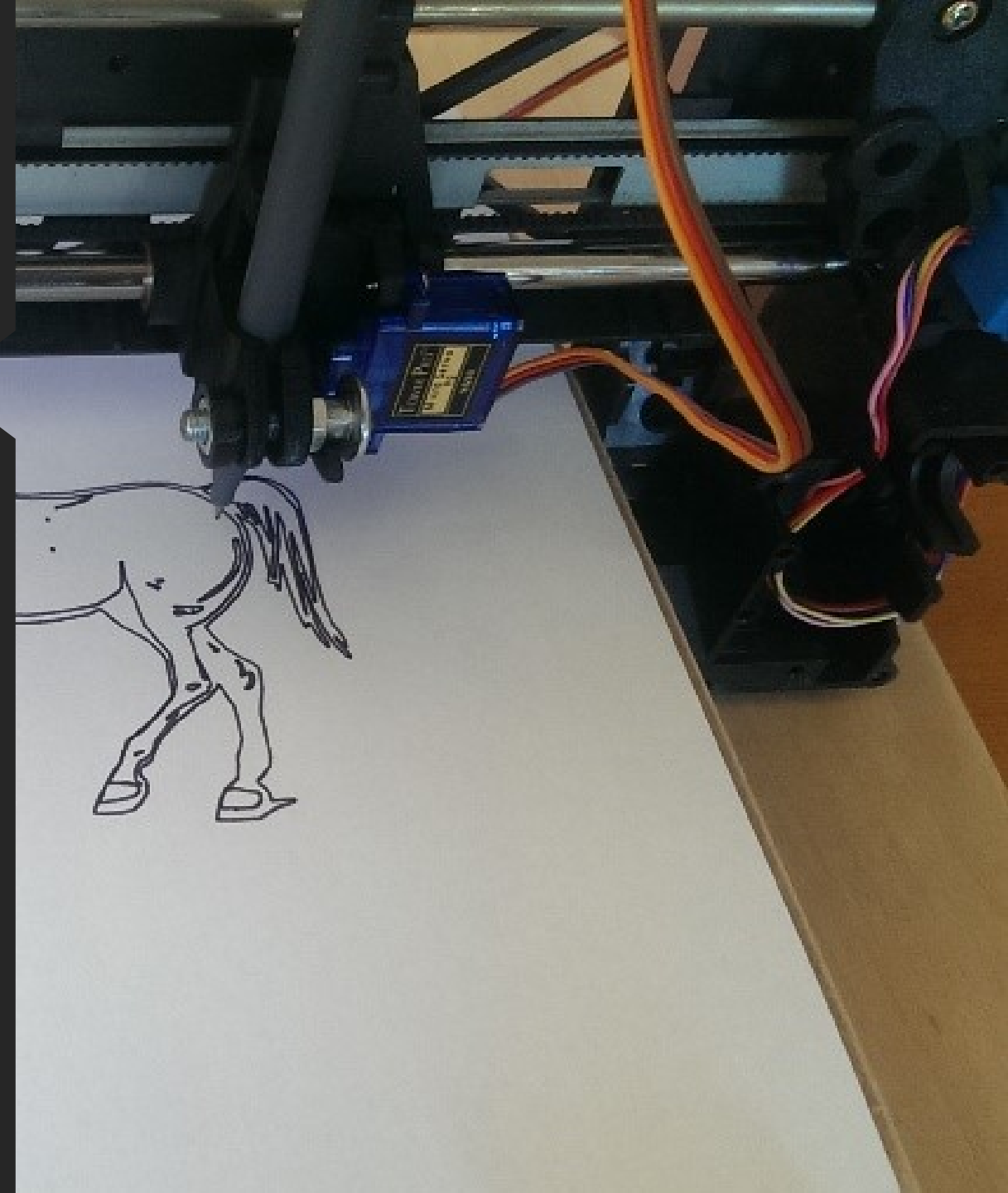
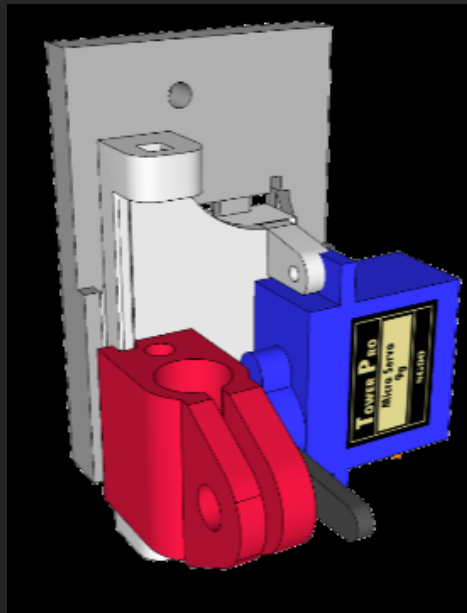
2) Trasarea cablajelor electronice

- Modulul pentru cablaje are la bază un pix cu cerneală serigrafică.
- Aceasta cerneală prezintă o aderență ridicată, rezistență la alcool și derivați petrolieri.
- Pixul este coborât și ridicat de către motorul servo pentru a trasa pe o placă de cupru design-ul circuitului. Aceasta urmează a fi dezvoltată mai apoi într-o soluție corozivă (cu alcool).



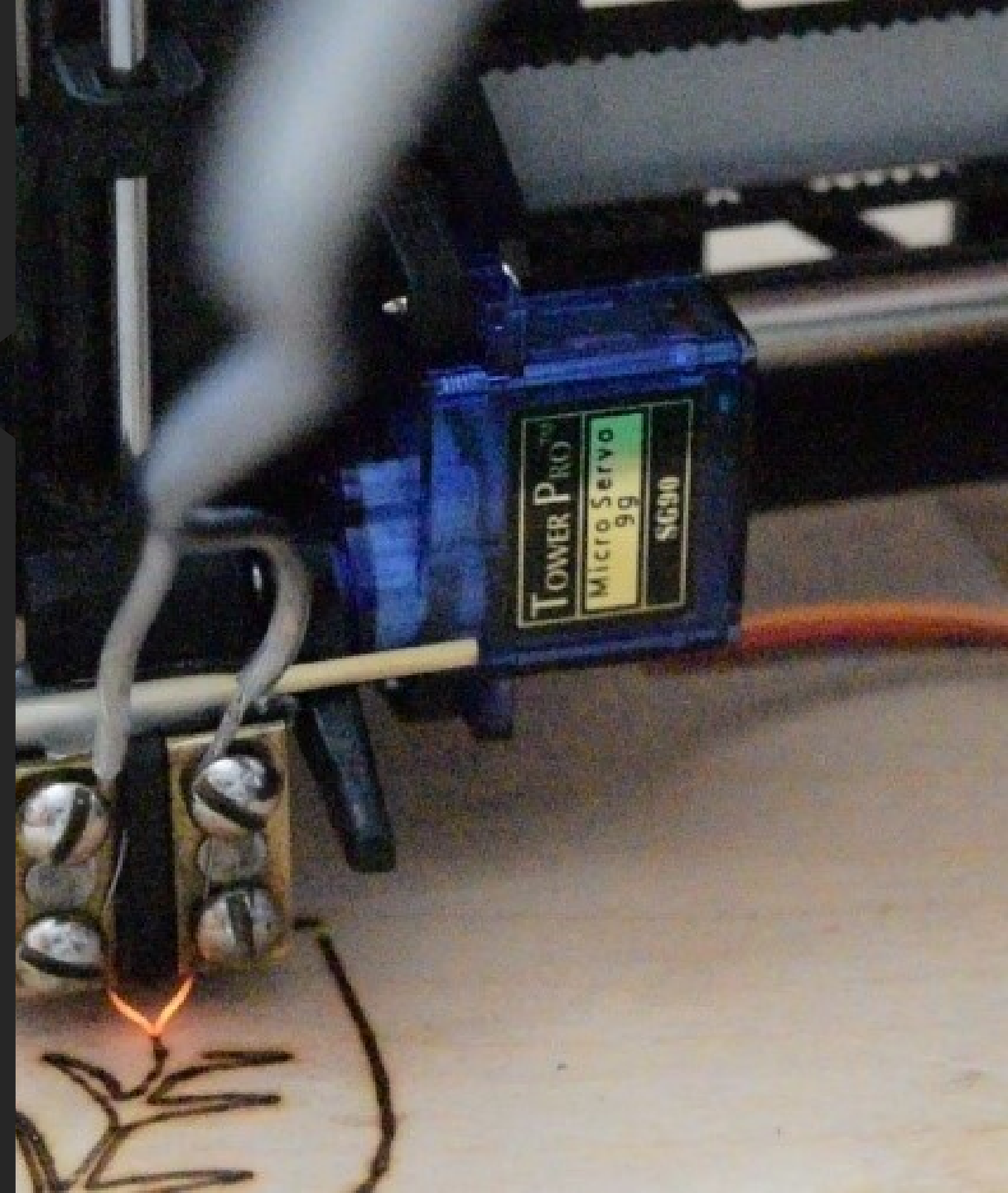
3) Desenarea diferitor modele / schițe

- Prin schimbarea pixului seriegrafic cu un liner, cariocă, stilou, etc. se pot realiza diferite desene decorative pe materiale precum hârtie, carton,



4) Pirogravarea pe lemn

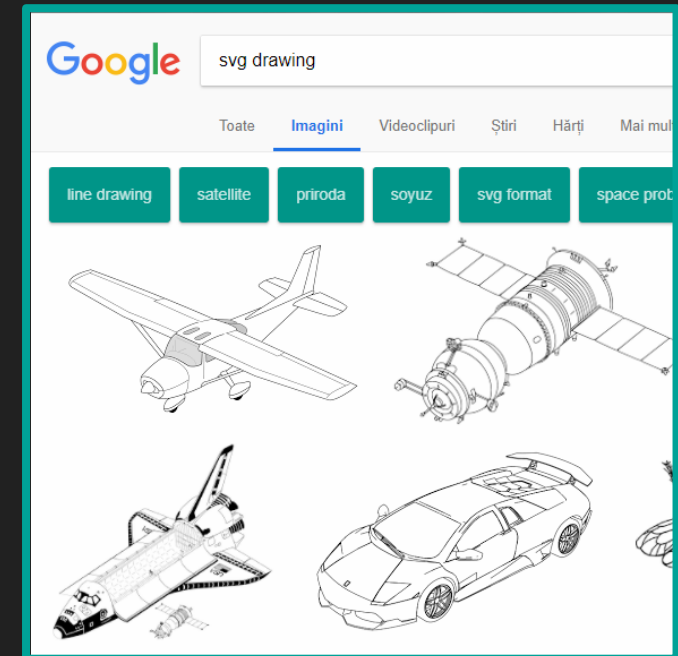
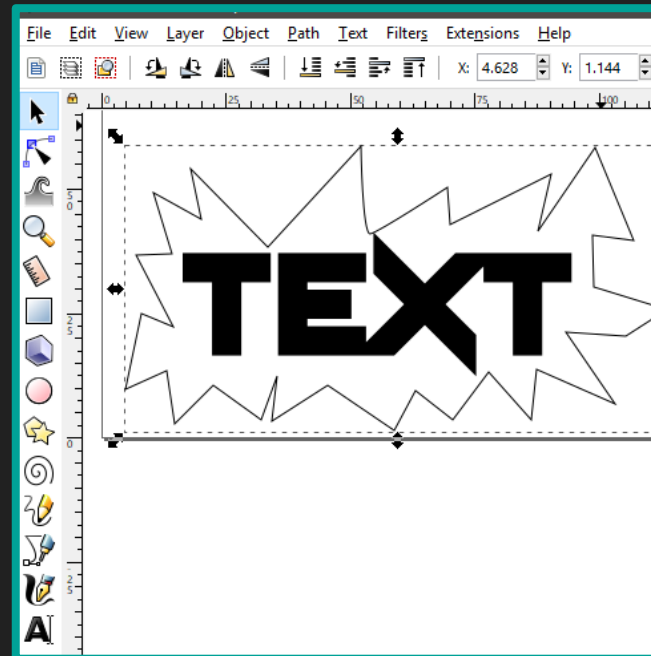
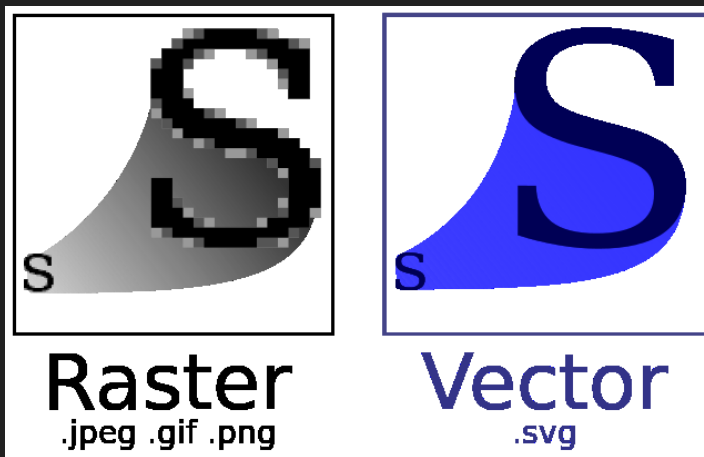
- Constă în desenarea pe plăci de lemn cu ajutorul unui vârf din sârmă de nichel. Aceasta este alimentată la 6v, încălzindu-se la temperaturi ce permit arderea pe suprafață a lemnului.
- Pirogravarea a fost una din primele încercări (prototip) pentru gravarea pe lemn. Ulterior am trecut la gravarea cu ajutorul laserului.



Pregătirea unui model

1) Alegerea unui desen, schiță sau model pentru imprimare

- Imaginile ce urmează a fi imprimate trebuie să fie într-un **format vectorial (DXF, DWG, SVG)**. Acestea pot fi create în programe speciale, descărcate de pe internet, sau convertite din imagini de tip raster.

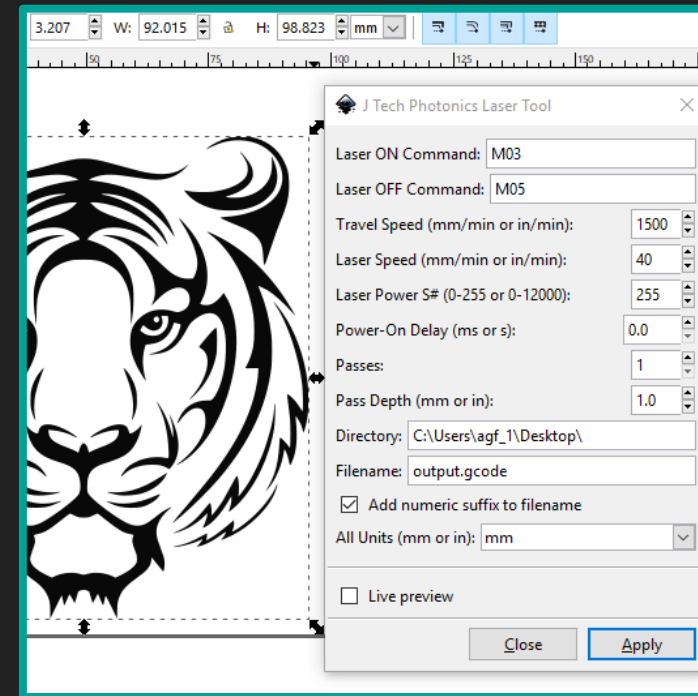


2) Importarea modelului într-un program CAM

- Programele CAM sunt speciale pentru generarea traiectoriilor de mișcare pentru mașinile CNC.

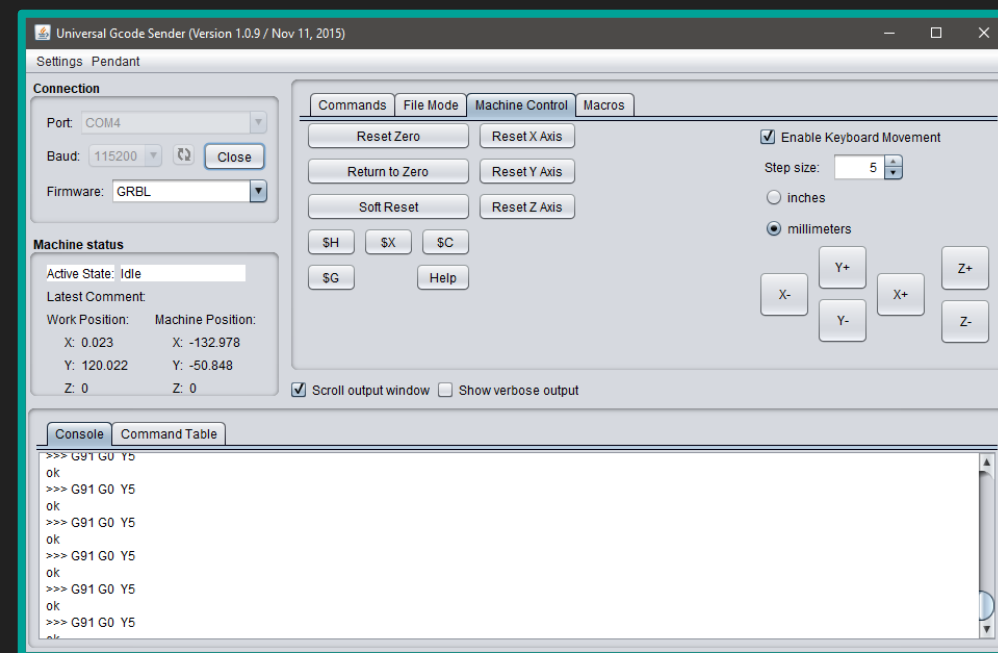
3) Setarea parametrilor și conversia în g-code

- Parametrii precum viteza de gravare / tăiere diferă de la material la material sau în funcție de preferințe. Astfel, pentru gravarea laser pe materiale mai dure este necesară folosirea unei viteze reduse, iar vitezele mari se pot folosi pentru gravarea ușoară.



4) Trimiterea instrucțiunilor g-code

- Transmiterea datelor se realizează cu ajutorul unui program de control, prin intermediul unui cablu USB conectat la computer.
- Programul de control (Universal Gcode Sender) poate fi folosit și pentru setarea parametrilor plotterului cum ar fi dimensiunea maximă de desenare, viteza maximă de deplasare, numărul de pași per milimetru, etc.



Concluzii

- Mașinile CNC joacă un rol foarte important în industrie și sunt esențiale în fabricarea unor multitudini de produse sau piese. Proiectul este unul destul de complex, dar destul de accesibil, fiind construit în majoritate din materiale și componente reciclate.
- Chiar dacă acesta are dimensiuni și o complexitate redusă față de mașinile CNC industriale, fiind o mașină hobby, principiul de funcționare este același, iar modul de lucru este similar. Din această cauză, reprezintă un bun punct de început în lumea automatizării și roboticii.
- Programele de control CNC precum Universal Gcode Sender sunt ușor de operat și destul de accesibile, platforma Arduino este una foarte versatilă și interactivă, iar componentele electronice sunt și ele din ce în ce mai accesibile și în țara noastră.

Bibliografie & link-uri utile

- Grbl <https://github.com/grbl/grbl>
- Inkscape <https://inkscape.org/>
- Plugin conversie gcode https://jtechphotonics.com/?page_id=2012
- Universal Gcode sender https://winder.github.io/ugs_website/
- Sistemul Cartezian: https://ro.wikipedia.org/wiki/Coordonate_carteziene
- Arduino <https://ro.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- Motoare pas cu pas https://en.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor
- Control Numeric Computerizat https://ro.wikipedia.org/wiki/Mașină-unealtă_cu_comandă_numerică
- Laser <https://ro.wikipedia.org/wiki/Laser>
- Sisteme CNC <http://www.meproutilaje.ro/blog/despre-mepro-utilaje/>