

Documentatie

Utilaj CNC în 3 axe

Niculae Alexia

Cuprins:

- Desciere
 - Sumar
 - Aplicabilitate practică
- Materiale
 - Mecanică
 - Electronică
- Design
 - Stagii
 - Model CAD
 - Modificări finale
- Construcție
 - Printare 3D
 - Alte materiale
- Software
- Retrospect
 - Provocări
 - Contribuții originale
 - Îmbunătățiri viitoare

Descriere

- Sumar

Proiectul prezentat constă dintr-o freză automată, funcțională pe 3 axe (X, Y și Z), controlată cu ajutorul comenzii numerice computerizate (CNC). Zona de lucru se deplasează de-a lungul axei Y, iar motorul (și axa Z) se deplasează de-a lungul axei X. Utilizând axa Z pentru controlul adâncimii, mașina este capabilă să prelucraze aluminiu (alături de alte materiale), funcția sa principală fiind prelucrarea prin îndepărtare de material și gravura.

Mașina funcționează cu ajutorul unui portal fix, folosind blocuri de rulmenți pentru toate cele 3 șuruburi cu bile pentru a asigura lipsa jocului axial sau radial.

Pentru a controla manual mașina, precum și pentru a executa fișiere G-code (automatizare), am

ales să folosesc software-ul Mach3, care transformă un PC standard într-un controler de CNC. PC-ul se conectează la placa de bază (BOB), folosind portul paralel pentru transmiterea datelor, care la rândul său se conectează la driverele motoarelor pas cu pas.

- Aplicabilitate practică

După cum s-a menționat mai sus, funcția primară a proiectului este prelucrarea aluminiului, însă acesta este capabil să lucreze cu un număr mare de materiale alternative, cum ar fi:

- lemn
- placaj
- fibră de carbon
- plastic

În funcție de tipul de motor de frezare și de puterea de ieșire, mașina poate fi capabilă să prelucreze o serie de alte metale dure, cum ar fi oțelul sau alama. Cu toate acestea, având în vedere limitările motorului, prototipul actual poate prelucra doar aluminiu.

Mașina este capabilă să producă orice piesă funcțională care poate fi fabricată prin prelucrare de material sau gravură. Câteva exemple includ:

- pinioane
- blocuri de rulmenți
- placă “gantry”
- bijuterii

Materiale

- Mecanică
 - profil de aluminiu
 - placă de aluminiu
 - tuburi ușoare de aluminiu
 - colțar aluminiu
 - bloc pentru rulment (nefixat)
 - PLA (pentru printarea 3D)
 - ghidaje liniare THK
 - șuruburi cu bile Kuroda
 - rulmenți
 - șuruburi metrice (M3, M4, M5 și M6)
 - piulițe HEX (M3, M4, M5 și M6)
 - șaibe (M6)
 - piulițe T pentru profil de aluminiu (M3, M4, și M5)
 - cuplaje pentru motor (Nema 23)
- Electronică

- motor stepper Nema 23
- placă de bază Mach3 pentru CNC (BOB)
- driver pentru motor stepper ST330-V3
- alimentare 24V, 10A DC (drive motoare stepper)
- alimentare 12V, 10A DC (motor de frezare)
- motor de frezare
- lanț portcablu
- Accesorii (fire, bandă izolatoare, comutator)

Design

- Stagii

Faza 1: Inventarul părților necesare (profile, ghidaje etc.)

Faza 2: Design și modificări model CAD

Faza 3: Printare 3D

Faza 4: Modificare manuală unde este cazul (ex: tăierea profilelor la cotă cu bomfaierul)

Faza 5: Asamblare

Faza 6: Conectări electronică + teste preliminare (motoare stepper)

Faza 7: Teste frezare

- Model CAD

La realizarea modelului CAD, au fost luate în considerare următoarele aspecte importante:

- Crearea unui design simplu, cu accent pe modulare
- Găsirea erorilor de proiectare înainte de începerea asamblării Modelului CAD
- Asigurarea faptului că modelul CAD va fi ușor de asamblat și funcțional
- Centrarea motorului, a plăcilor laterale și a șuruburilor cu bile
- Identificarea pieselor care ar putea fi printate complet 3D și a celor care necesită modificări suplimentare

Pentru a realiza modelul CAD am folosit software-ul **Rhinoceros 4.0**. Pentru piesele printate 3D am exportat fișierele în format .stl și am setat parametrii corespunzători de printare în software-ul **Prusa**.

Pentru profilele din aluminiu, șuruburile cu bile și ghidajele liniare (precum și pentru motoare) am

importat fișierele *.step* direct de pe site-ul web al producătorilor, la cotele corespunzătoare.

- În proiectul inițial, am folosit profile de aluminiu de 500 mm pentru a susține platforma de lucru. În vederea zonei de lucru limitate a imprimantei 3D, acestea au fost înlocuite cu alte 2 bucăți de profil de aluminiu de 500 mm. Raționamentul din spatele proiectului inițial a fost acela de a micșora costurile și de a utiliza piese mai ușor de înlocuit.

În plus, cotele blocului de rulment pentru șurubul cu bile au fost modificate în etapele finale ale procesului de proiectare.

În proiectul final, am optat pentru profile de aluminiu cu latura lungă de 150 mm pentru a reduce greutatea portalului și a simplifica construcția axei Z.

Construcție

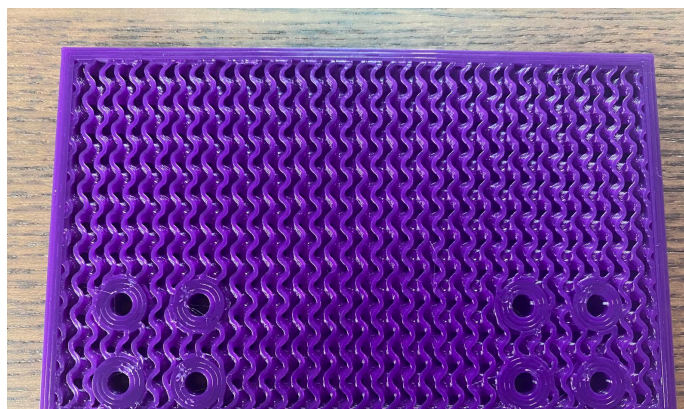
- Printare 3D

Lista pieselor imprimate 3D:

- Bloc de rulment pentru axa X
- Bloc de rulment pentru axa Y (inclus în placa de suport)
- Plăci de suport pentru axa Y
- Suport pentru axa Z

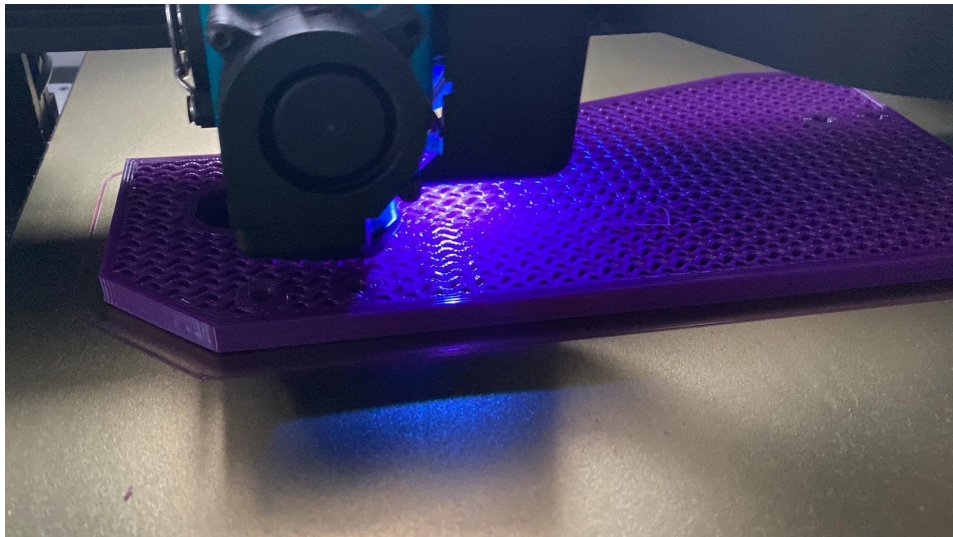
Înainte de printarea 3D a pieselor, parametrii corespunzători au fost setați cu ajutorul software-ului Prusa. Pentru a asigura o piesa funcțională, am optat pentru un infill de 40%, precum și modelul Gyroid. Am mărit grosimea de extrudare și am redus viteza de imprimare la o medie de 40%, obținând o structură mai bună și o marjă de eroare redusă. Setul de parametri menționat mai sus a fost utilizat pentru toate piesele imprimate 3D folosite în acest proiect.

La setarea temperaturii extruderului și a patului am respectat recomandările de pe site-ul producătorilor, respectiv 55 C pentru pat și 215 C pentru extruder.



- Alte materiale

Pentru a obține o bază de 500x500 mm, precum și profile de 150 mm pentru axa X, am tăiat manual profilele de aluminiu de 1 metru lungime cu un fierăstrău. În plus, din cele 6 unghiuri de aluminiu, 2 dintre ele au fost tăiate cu ajutorul banzicului pentru a se potrivi pe partea laterală a profilelor.



Software

Pentru utilizarea și automatizarea utilajului am utilizat software-ul **Mach3**. Acesta găsește și programează punctul 0 (în general colțul din stânga jos) al mașinii și reglează adâncimea axei z corespunzător. De asemenea, tot din același software se poate regla și comportamentul motoarelor (pași per rotație, accelerație etc.). Pentru crearea modelelor (fișiere G-code) am utilizat software-ul **ArtCam**. Conexiunea dintre mașină și Mach3 se face prin BOB împreună cu driverele pentru motoare.

Retrospect

- Provocări

- Conectarea BOB la software-ul Mach3 utilizând portul paralel
- Conectarea driverelor motoarelor pas cu pas la BOB (nici o schemă de conectare nu a fost disponibilă online)
- Eliminarea jocului axial și radial la șuruburile cu bile
- Utilizarea blocurilor de rulmenți, fără a sacrifica în suprafața de lucru
- Centrarea ghidajelor liniare pe profilele din aluminiu
- Masurarea cotelor corespunzătoare în timpul realizării modelului CAD și centrarea plăcilor laterale printate 3D cu motorul și șurubul cu bile

- Contribuții originale

- Încorporarea blocurilor de rulmenți în plăcile laterale ale axei Y, economisind astfel material și obținând o axă mai lungă.

- Utilizarea rulmenților motorului pas cu pas pentru stabilitatea șurubului cu bile
- Design minimalist pentru a facilita portabilitatea și modularea
- Utilizarea de piese imprimate 3D eficiente din punct de vedere al costurilor, fără a compromite în același timp viabilitatea și stabilitatea structurii

- Îmbunătățiri viitoare

- Schimbarea pieselor printate 3D cu alternative din aluminiu, reușind astfel utiliza un motor de frezare mai puternic
- Extinderea zonei de lucru la 500x500mm
- Utilizarea unor motoare pas cu pas mai puternice