

## CONSTRUIREA UNEI IMPRIMANTE 3D "DO-IT-YOURSELF"

CONSTANTIN Leontin Daniel<sup>1</sup>, IPATE Valentina<sup>2</sup>

Conducător științific: Prof.dr.ing. Adriana COMĂNESCU

**REZUMAT:** Această lucrare prezintă posibilitatea realizării cu resurse și mijloace simple a unui echipament complex, cu funcționalitate și aplicații deosebite, așa cum este cunoscută a fi o imprimantă 3D. Construirea unei imprimante 3D în regim propriu (Do-It-Yourself, DIY) nu este doar o provocare de îndemănare, ci o invitație la studiu și cercetare aplicată în vederea îmbunătățirii funcționalităților și performanțelor imprimantei. Prezentarea contextului de desfășurare a acestui proces, a principalelor componente ale imprimantei 3D, precum și enumerarea direcțiilor de concentrare a eforturilor în cazul acceptării acestei invitații, este scopul pe care această lucrare și-l asumă.

**CUVINTE CHEIE:** imprimare 3D, open source, DIY, RepRap

### 1 INTRODUCERE

De la sfârșitul secolului trecut, democratizarea accesului la resurse tehnologice, în special la cele de tehnologia informației și comunicațiilor, dar și la mijloacele de producție personale, a condus la apariția unui nou mod de cercetare-dezvoltare - *open source*.

Contribuția unui mare număr de colaboratori, de cele mai multe ori adusă de la distanță, prin Internet, la realizarea unui studiu, la crearea unui produs nou sau rezolvarea unei probleme complexe, apărută și dezvoltată în special în domeniul creației software, s-a mutat la începutul secolului nostru și în zona mai palpabilă a hardware-ului.

Mutația a apărut în urma expirării unor brevete de invenție în domeniul imprimării 3D, o tehnologie cvasi-necunoscută la acea vreme, prin ideea unui matematician și inginer britanic, Adrian Bowyer, de a "porta" principiul evoluției speciilor în lumea tehnologiei. Crearea unei mașini capabile de a se replica, ușor de construit cu mijloace accesibile, precum și publicarea planurilor acesteia, a condus la lansarea proiectului RepRap, principalul "vinovat" pentru diversitatea excepțională a "speciilor" de imprimante 3D existente după o evoluție cu un ritm impresionant la mai puțin de 10 ani de la apariția primului exemplar al noului regn tehnologic al imprimantelor 3D Do-It-Yourself (vezi figura 1).

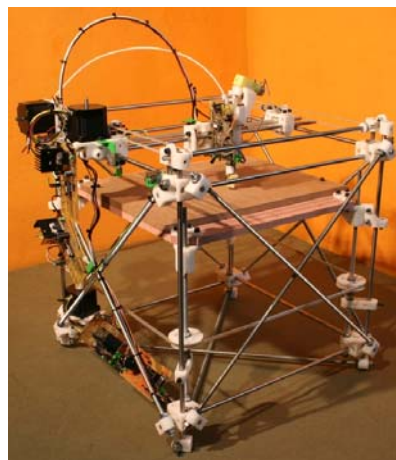


Fig. 1. RepRap versiunea 1.0 (Darwin)

Prezenta lucrare are scopul de a atrage cititorul să contribuie la ciclul evolutiv al imprimantelor 3D.

### 2 STADIUL ACTUAL

Evoluția mișcării RepRap este ilustrată cel mai bine prin diagrama următoare (vezi figura 2).

În prezent, diversitatea imprimantelor 3D, dar și a tehnologiilor specifice utilizate este extrem de mare, în fiecare săptămână apar câteva noi modele și în fiecare lună este anunțată cel puțin o inovație tehnologică în acest domeniu.

O efervescență similară se regăsește și în aria materialelor utilizabile pentru imprimarea 3D.

<sup>1</sup> Inginer, Facultatea Electronică și Telecomunicații 1986;

<sup>2</sup> Specializarea Modelarea și Simularea Sistemelor Mecanice Mobile, Facultatea IMST;

E-mail: <mailto:valentina.constantin.me@gmail>

# Construirea unei imprimante 3D "Do-It-Yourself"

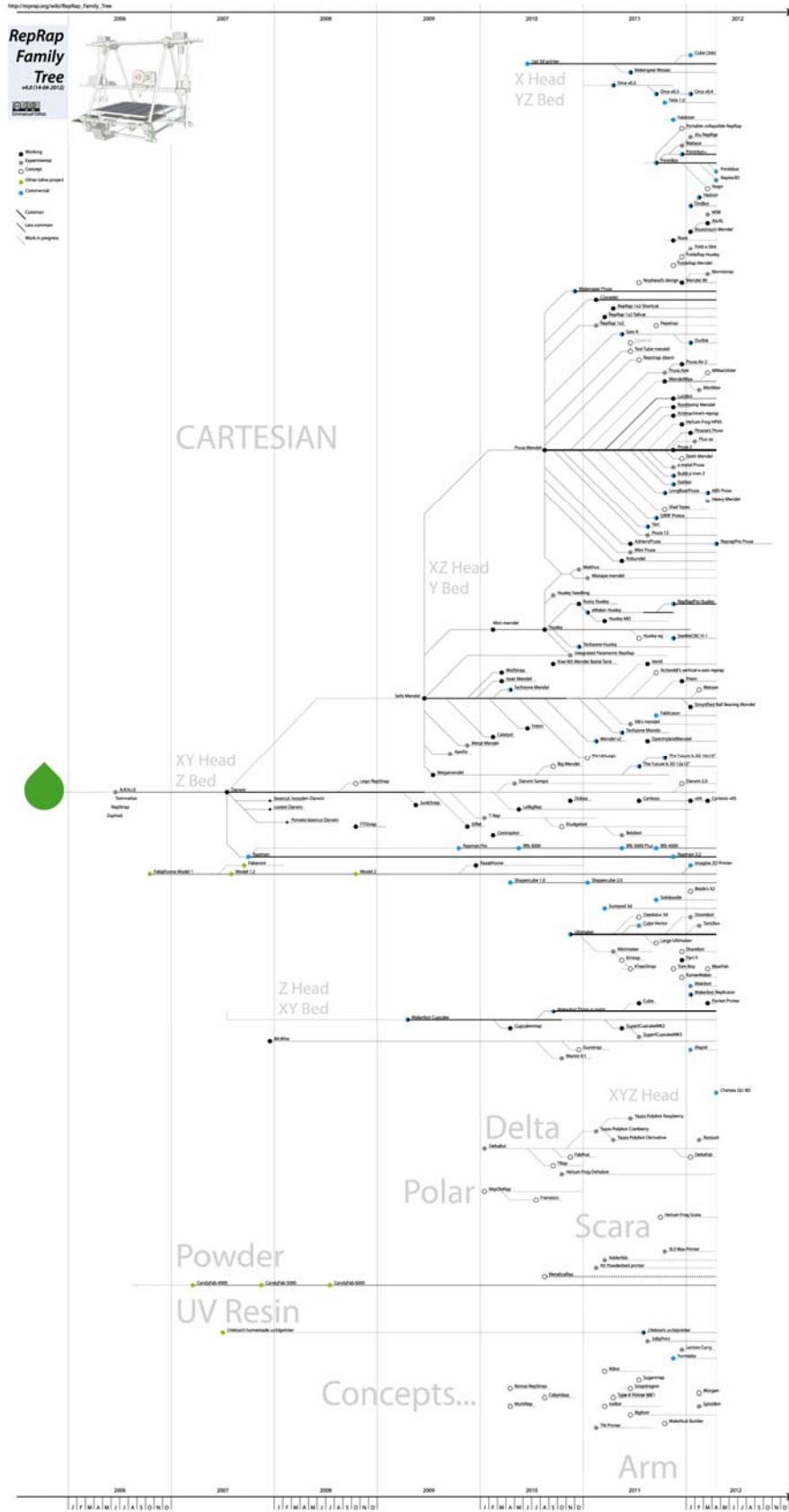


Fig. 2. Evoluție RepRap

### 3 IMPRIMANTA 3D DIY HUXY

Imprimanta propusă pentru construire și referință este modelul Huxy (vezi figura 3), o subspecie a ramurii imprimantelor 3D de mici dimensiuni care a debutat cu modelul Huxley în 2007.

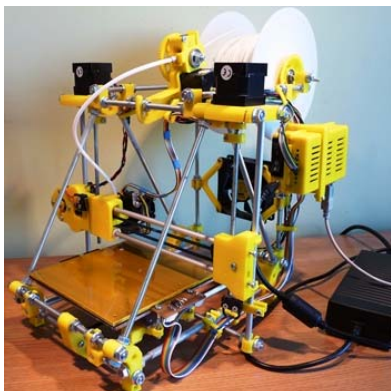


Fig. 3. Modelul Huxy

#### 3.1 Specificații tehnice

Caracteristicile imprimantei 3D Huxy sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Huxy - Specificații tehnice

Caracteristică	Specificație
Tehnologie	Fabricație cu filament topit (FFF - <i>Fused Filament Fabrication</i> )
Filament	1,75 mm
Extrudare	1
Diametru extrudor	0,5 mm
Lățime extruziune	0,4 - 0,8 mm
Înălțime strat	max. 0,4 mm
Volum imprimare	140 x 140 x 85 mm
Viteză imprimare	max. 100 mm/s
Viteză deplasare (X, Y)	max 200 mm/s
Temperatură extruziune	max. 270 °C
Temperatură masă	max. 120 °C
Alimentare	19 V c.c.
Consum	max. 100 W
Dimensiuni (L/l/h)	350x350x300 mm fără rolă de filament
Greutate	circa 3 kg fără rolă de filament

#### 3.2 Elemente constructive

Construirea imprimantei 3D se face în două etape. În prima etapă, elementele constructive de bază se constituie în ansambluri și subansambluri funcționale. În cea de-a doua etapă, acestea din urmă vor fi montate și interconectate împreună pentru a forma imprimanta 3D.

#### 3.2.1 Elemente constructive de bază

Construcția mecanică a imprimantei 3D Huxy este bazată în principal prin componente de plastic realizate prin imprimare 3D (vezi figura 4) și componente metalice achiziționabile direct din magazinele de bricolaj, prelucrate eventual prin procedee simple (tăiere, fasonare, filetare, etc.).



Fig. 4. Componente imprimate 3D

Pe lângă acestea, mai este nevoie de o serie de componente electronice și electrice, cum ar fi: dispozitivul de control, motoare pas-cu-pas, microîntrerupătoare, sau ventilatoare.

#### 3.2.2 Cadrul de bază (jos)

Este ansamblul de "temelie" al imprimantei 3D, care pe lângă faptul că înglobează elementele structurale ale cadrului din partea inferioară a imprimantei 3D, conține și o axa Y complet funcțională, împreună cu masa de imprimare (vezi figura 5).



Fig. 5. Cadrul de bază (jos)

Cerințe principale pentru cadrul imprimantei

- rigiditate mecanică
- acuratețe dimensională
- conformitate geometrică

Cerințe principale pentru axele imprimantei

- mișcare rectilinie
- frecări reduse
- acționare precisă

## Construirea unei imprimante 3D "Do-It-Yourself"

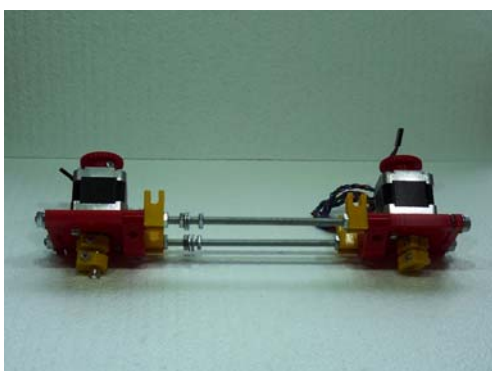
- Cerințe principale pentru masa de imprimare
- adeziune obiecte imprimate
  - reglarea planului de imprimare

### Direcții de îmbunătățire

- principiul structural de construcție a cadrului
- tehnologia de culisare a axei Y
- accesibilitatea reglajelor mesei de imprimare
- creșterea ariei mesei de imprimare
- materiale pentru acoperirea mesei de imprimare

### 3.2.3 Cadrul de bază (sus)

Este ansamblul care înglobează componente structurale ale cadrului imprimantei, precum și elementele de acționare ale axei Z (vezi figura 6).



**Fig. 6. Cadrul de bază (sus)**

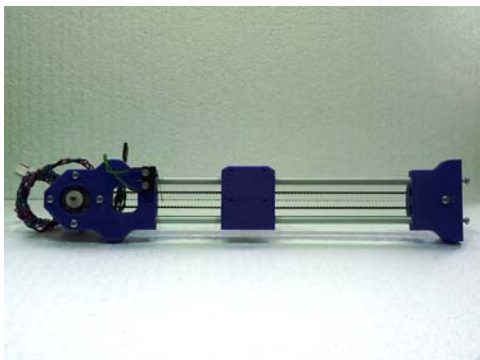
Pentru acest ansamblu se aplică cerințele pentru cadrul și axele imprimantei, prezentate anterior.

### Direcții de îmbunătățire

- cuplaj elastic
- arhitectură axa Z

### 3.2.4 Axa X

Este ansamblul care materializează axa X complet funcțională (vezi figura 7).



**Fig. 7. Axa X**

Pentru acest ansamblu se aplică cerințele pentru axele imprimantei, prezentate anterior.

### Direcții de îmbunătățire

- tehnologia de culisare a axei
- ergonomia montării curelei

### 3.2.5 Alimentatorul cu filament

Este un subansamblu al axei E, având rolul de a asigura antrenarea cu precizie a filamentului în sensul extruziunii sau retracției (vezi figura 8).



**Fig. 8. Alimentatorul cu filament**

Pentru acest subansamblu se aplică cerințele pentru axele imprimantei, prezentate anterior și următoarele cerințe specifice:

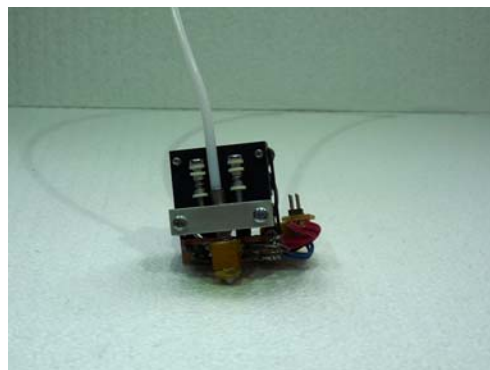
- posibilitatea manevrării filamentului
- adaptarea la variațiile diametrului filamentului

### Direcții de îmbunătățire

- reducerea dimensiunilor
- ergonomia manevrării filamentului

### 3.2.6 Extrudorul

Este subansamblul axei E, care are rolul de a asigura extrudarea cu precizie a materialului (vezi figura 9).



**Fig. 9. Extrudorul**

Acest subansamblu are un rol deosebit în funcționarea imprimantei 3D și prin urmare cerințe specifice, după cum urmează:

- eficacitate termică pentru încălzire și răcire
- profil optimizat pentru vârful de imprimare
- masă redusă
- montare/demontare facilă

- Direcții de îmbunătățire
- reducerea dimensiunilor și a masei
  - modularitate

### 3.2.7 Dispozitiv de control

Este ansamblul care asigură controlul și comanda tuturor componentelor electrice ale imprimantei: motoare, ventilatoare, senzori, rezistențe de încălzire (vezi figura 10).

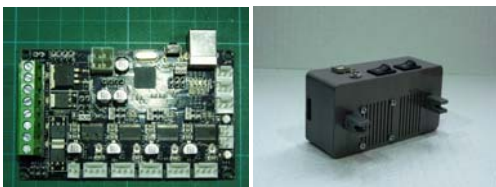


Fig. 10. Dispozitivul de control

Are la bază un circuit bazat pe Arduino, permițând și comunicarea cu un calculator personal în vederea transmiterii fișierelor de instrucțiuni.

- Cerințe principale pentru dispozitivul de control
- comanda tuturor celor 4 axe: X, Y, Z și E
  - comanda extrudorului
  - comanda mesei de încălzire
  - comanda ventilatorului de răcire
  - comunicația cu calculatorul
  - control local (opțional)
  - stocare locală a fișierelor de instrucțiuni (opțional)

- Direcții de îmbunătățire
- interfață WiFi
  - interfață web

### 3.2.8 Alte componente

Pe lângă ansamblurile prezentate anterior, mai sunt necesare o serie de componente care, fie asigură alte funcționalități ale imprimantei 3D, fie permit asamblarea finală a acesteia (vezi figura 11).

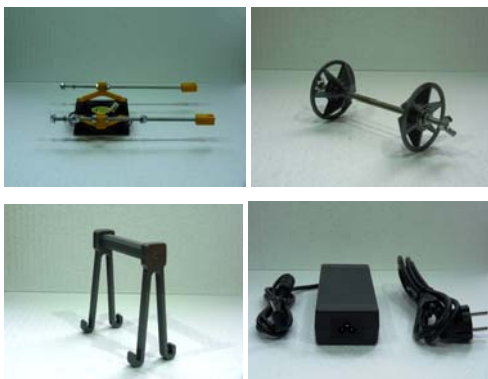


Fig. 11. Alte componente

- Acestea sunt:
- ventilatorul pentru răcire
  - suportul rolei cu filament

- mânerul de transport
- alimentatorul electric
- elemente mecanice de asamblare
- cabluri pentru interconectare
- accesorii

### 3.3 Asamblarea imprimantei

Procesul de asamblare a imprimantei este unul relativ simplu și se poate desfășura utilizând instrumente și unelte uzuale (vezi figura 12).



Fig. 12. Instrumente și unelte

Rațiunea pentru simplitatea operațiilor și resurselor este tocmai posibilitatea ca imprimanta 3D să poată fi asamblată de oricine, cu cunoștințe și deprinderi minime.

#### 3.3.1 Asamblarea cadrului imprimantei 3D

Presupune articularea celor două ansambluri ale cadrului de bază, partea de jos și partea de sus, precum și a câtorva componente suplimentare care alcătuiesc cadrul auxiliar (vezi figura 13).



Fig. 13. Cadrul imprimantei 3D

#### 3.3.2 Asamblarea axelor X și Z

Presupune montarea ansamblului axei X, precum și a câtorva componente pentru completarea axei Z (vezi figura 14).

## Construirea unei imprimante 3D "Do-It-Yourself"

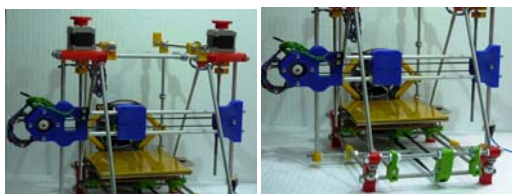


Fig. 14. Axele X, Y și Z

### 3.3.3 Asamblarea axei E

Presupune montarea subansamblurilor extrudorului, alimentatorului cu filament și suportului rolei cu filament (vezi figura 15).



Fig. 15. Axa E

### 3.3.4 Asamblarea electrică

Presupune montarea dispozitivului de control și cablarea electrică (vezi figura 16).

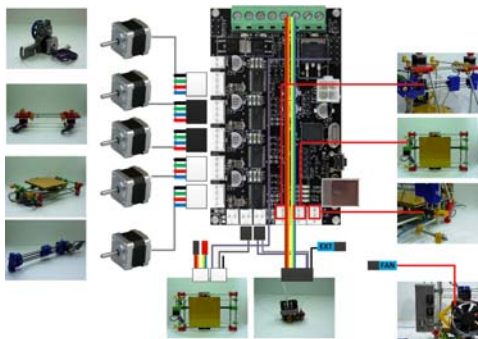


Fig. 16. Schema electrică de interconectare

### 3.4 Punere în funcțiune și reglare

Înainte de utilizarea efectivă a imprimantei 3D construite se vor parcurge o serie de pași pentru a verifica faptul că imprimanta 3D este construită corect și se vor efectua unele reglaje mecanice și electrice, astfel:

- verificarea și reglarea ortogonalității cadrului
- verificarea și reglarea alinierii axelor
- verificarea strângerii tuturor îmbinărilor
- reglarea întinderii curelei pe axele X și Y
- reglarea alinierii mesei de imprimare
- verificarea calibrării axelor

Unele din operațiile de mai sus se pot face fără a pune imprimanta în funcțiune, în timp ce altele presupun conectarea imprimantei la calculatorul personal și alimentarea cu energie electrică (vezi figura 17).



Fig. 17. Conectarea și alimentarea imprimantei 3D

## 3.5 Legături utile

### 3.5.1 Noutăți în imprimarea 3D

[3Ders \(www.3ders.org\)](http://www.3ders.org)

[3DPI \(www.3dprintingindustry.com/\)](http://www.3dprintingindustry.com/)

### 3.5.2 Biblioteci de modele 3D

[Thingiverse \(www.thingiverse.com\)](http://www.thingiverse.com)

[Youmagine \(www.youmagine.com\)](http://www.youmagine.com)

### 3.5.3 Utilitare 3D

[MeshLab \(meshlab.sourceforge.net\)](http://meshlab.sourceforge.net)

[NetFabb \(www.netfabb.com\)](http://www.netfabb.com)

### 3.5.4 Utilitare imprimare 3D

[Slic3r \(www.slic3r.org\)](http://www.slic3r.org)

[Printrun/Pronterface \(github.com/kliment/printrun\)](https://github.com/kliment/printrun)

## 4 CONCLUZII

O imprimantă 3D se poate construi utilizând componente și materiale ușor de achiziționat și accesibile ca preț. Procesul de asamblare este simplu și necesită nu atât cunoștințe aprofundate, ci mai degrabă atenție și puțină îndemânare.

Odată construită, imprimanta 3D este atât un mijloc de producție pentru diverse obiecte, cât și un stimul pentru cercetare și inovare, în vederea diversificării funcționalităților și a creșterii performanțelor acestora sau crearea unor modele noi.

## 5 BIBLIOGRAFIE

- [1]. RepRap (site web), disponibil la <http://reprap.org>, Accesat la data: 10.05.2015
- [2]. Wikipedia (site web), disponibil la <http://en.wikipedia.org>, Accesat la data: 10.05.2015
- [3]. 3Dmaker4U (site web), disponibil la <http://3dmaker4u.com>, Accesat la data: 10.05.2015
- [3]. RepRapPro (site web), disponibil la <http://reprappro.com>, Accesat la data: 10.05.2015