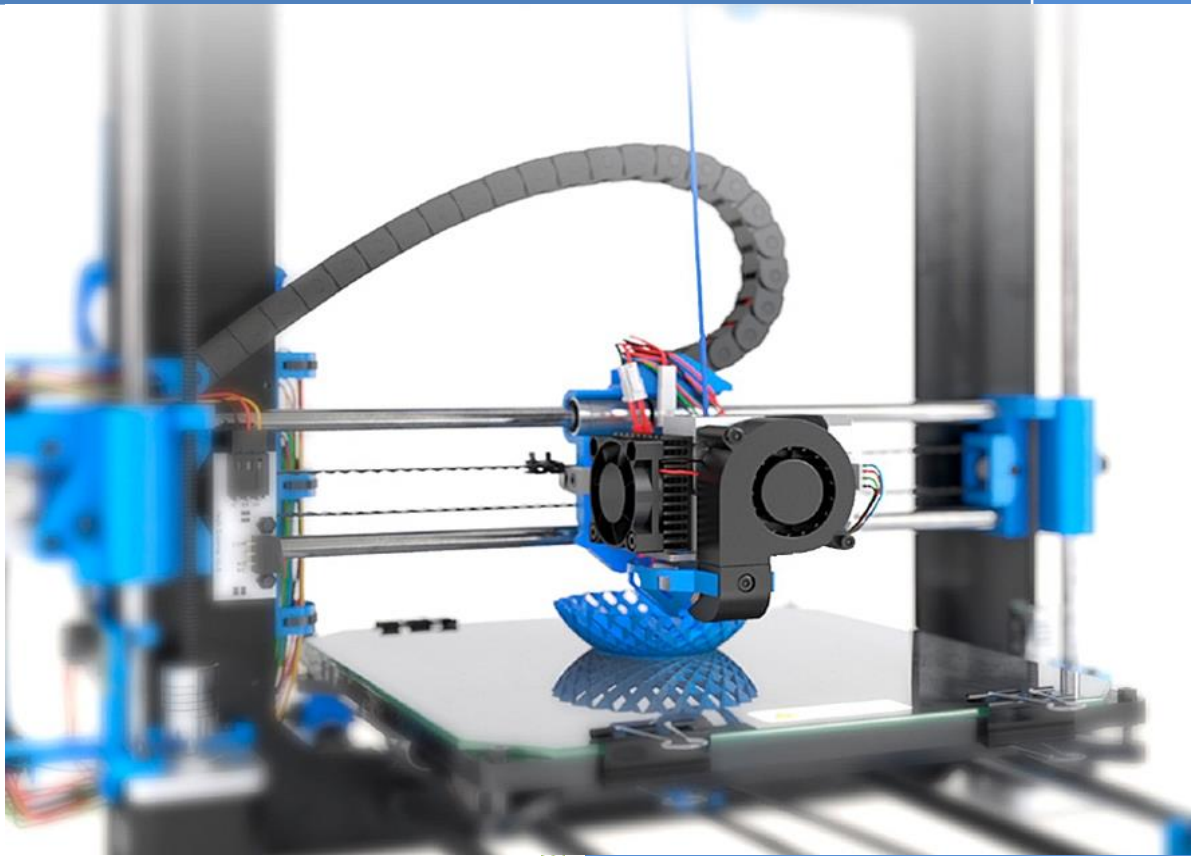


QUÈ ÉS UNA IMPRESSORA 3D?



Alumne: Marc Pané Navarro

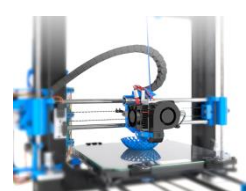
Professor: Jordi Arumí

2n Batxillerat- A

Col·legi Verge de la Salut

Sant Feliu de Llobregat

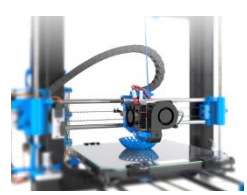
22/01/2016



Índex

Introducció

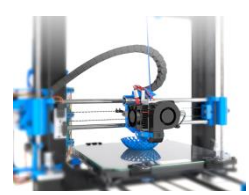
1. Que és una impressora 3D	pàg. 1
1.1 Tipus d'impressores	pàg. 1
1.2 Tipus de material utilitzats	pàg. 2
2. Aplicacions de les impressores 3D	pàg. 4
3. Extrusor	pàg. 7
3.1 Diferents formes d'extrusió	pàg. 8
3.1.1 El sistema d'extrusió directa	pàg. 9
3.1.2 Sistema d'extrusió Bowden	pàg. 10
4. La meva impressora 3D	pàg. 11
4.1 Punts a favor de la Prusa	pàg. 11
4.2 Problemes de la Prusa	pàg. 11
5. Què és Cura?	pàg. 13
5.1 Bàsic	pàg. 14
5.2 Advanced	pàg. 17



6. Factors de qualitat en impressions	pàg. 20
6.1 Consells d'impressió per a l'usuari	pàg. 20
6.1.1 La temperatura	pàg. 20
6.1.2 Combing -> Stringing o filets	pàg. 21
6.1.3 Les velocitats d'impressió	pàg. 22
6.1.4 Warping i adherència a la base	pàg. 23
6.1.5 Elecció d'altures de capa	pàg. 24
6.1.6 Tècniques per allisar i millorar l'acabat de peces impreses en 3D	pàg. 25
6.1.6.1 Llimar	pàg. 25
6.1.6.2 Perles abrasives	pàg. 25
7. El hotend	pàg. 26
7.1 Embús aparent	pàg. 26
7.2 Embús parcial	pàg. 26
7.3 Embús total	pàg. 28
8. Transferència informació ordinador → impressora	pàg. 28
9. Dissenys de peces per imprimir	pàg. 29
10. Les meves peces	pàg. 31

Conclusió

Bibliografia



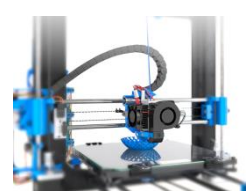
Introducció:

Aquest treball consisteix en la construcció d'un kit d'una impressora 3D, en entendre el seu funcionament, controlar un programa de disseny per crear les peces, un programa laminador per imprimir les meves creacions i donar una finalitat pràctica a aquesta impressora.

Procuraré distingir els tipus d'impressores 3D, els materials que es poden fer servir en les impressores domèstiques i els diferents tipus d'extrusió que existeixen. I també demostrar que tenen una gran utilitat en el present, però sobretot que en tenen moltíssima en el futur.

Voldria deixar constància en el treball el perquè he escollit la meua impressora 3D, la Prusa i3 Hephestos amb tots els seus avantatges, i també els seus inconvenients. Explicaré detalladament com utilitzar el Cura, un programa laminador que permetrà a la impressora imprimir correctament. D'aquesta manera qualsevol pot imprimir peces de qualitat. També explicar els diferents factors que influeixen a una impressora 3D a l'hora d'imprimir.

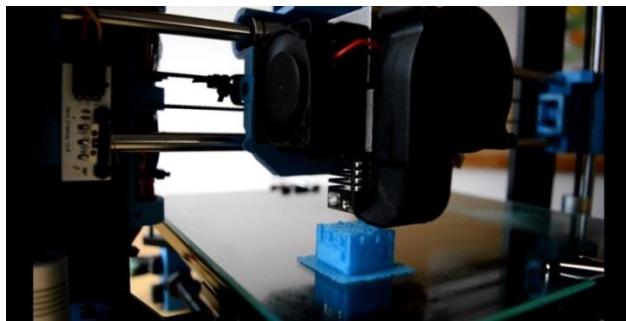
La part pràctica del projecte consistirà en el muntatge complet de la Prusa, aconseguir que funcioni i imprimir peces diverses. Ensenyaré els dissenys impresos de les meves peces. I un dels meus reptes serà la construcció d'un suport pel mòbil que servirà per millorar les meves rutes en bicicleta.



1. Què és una impressora 3D?

Per entendre el que és una impressora 3D, hem de pensar en un dispositiu que és capaç de generar cossos físics sòlids tridimensionals mitjançant l'addició capa a capa d'un material. És a dir, una impressora 3D permet crear, sense la necessitat de mecanitzar o utilitzar algun tipus de motlle, un objecte qualsevol.

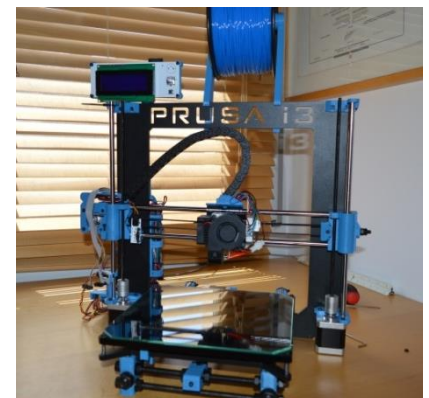
La més important diferència que podem trobar entre les formes tradicionals de construcció d'objectes i la impressió 3D és que mentre en el primer mètode l'objecte a modelar s'obté traient el material sobrant, en la impressió 3D només s'utilitza estrictament el material a utilitzar, el que produeix importants estalvis.



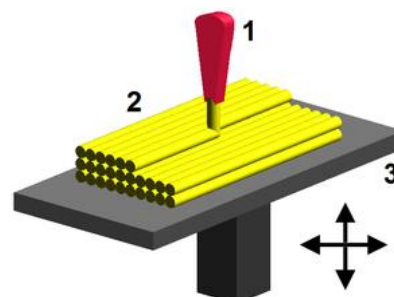
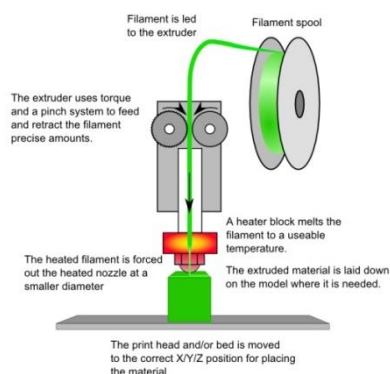
1.1 Tipus d'impressores:

-La principal diferència entre les tecnologies d'impressió 3D de l'actualitat es troba donada per com la impressora diposita les diferents capes de material per crear la peça.

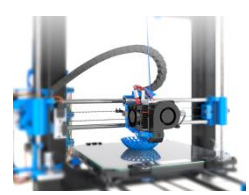
Les principals tecnologies en ús són l'anomenada Fusion Deposition Modeling (FDM). Aquest modelatge es realitza alimentat la impressora amb un rotlló de material, el qual en passar per l'extrusor, s'escalfa, fon i és dipositat capa a capa formant l'objecte. Aquest mètode és el més usat en l'àmbit de les impressores 3D domèstiques.



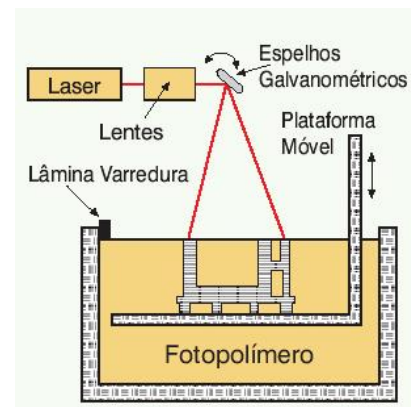
Impressora 3D FDM.



Forma de dipositar el material en una peça creada per una impressora FDM.



-Altres tecnologies actualment en ús són la Estereolitografia i Selective Laser Sintering, ambdues funcionen amb l'ajuda d'un làser. La primera d'elles modela l'objecte capa a capa, però implica l'ús d'en un bany de resina fotocurable. En aquest cas, l'objecte es modela amb resina líquida mitjançant el làser de llum ultraviolada. Per la Selective Laser Sintering, és similar a la estereolitografia, però per al modelatge es poden utilitzar diversos materials en pols com materials metàl·lics.

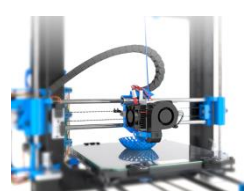


Impressores 3D per làser.

1.2 Tipus de material que pot fer servir una impressora 3d domèstica

-PLA: És un polièster termoplàstic creat a partir de recursos renovables utilitzant midó de fonts com el blat de moro. És ecològic i biodegradable. Es fon cap als 160 ° C. També és sensible a l'aigua. A més no emet gasos perjudicials en sortir de l'extrusor (a diferència de l'ABS). És el material ideal per començar en la impressió en 3D perquè permet impressions més ràpides.

-ABS: Té una superfície rugosa i similituds al plàstic en termes de textura, durabilitat i funcionalitat, es fon a aproximadament a 200 ° C. És resistent i està disponible en diversos colors. ABS s'utilitza per crear objectes d'ús diari, com ara electrodomèstics, joguines (el famós fabricant de joguines Lego, l'utilitza). I requereix que la impressora tingui un extrusor capaç d'escalfar-se a altes temperatures.



Els materials més utilitzats són els dos anteriors. Però també hi ha altres materials més rars que permeten assolir textures especials o flexibilitat, que funcionen en la majoria de les impressores:

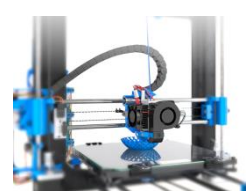
- **Laybrick:** És una barreja de guix amb plàstic que permet crear peces amb una textura semblant a la pedra, que a primera vista no semblen plàstic.

- **Laywoo-D3:** Barreja de fusta amb plàstic per imprimir objectes que realment aconsegueixin imitar la fusta. Fins i tot simula efectes com els anells de la fusta o la seva característica olor.

- **Soft PLA** (flexible PLA): Aquest filament gomós permet imprimir objectes flexibles, als quals se'ls aplica estrès i no es trenquen. Per exemple, es pot utilitzar per imprimir calçat.

- **Nylon:** És una alternativa clàssica a l'ABS i PLA, però més resistent i flexible, a més de natural i resistent a l'aigua, també és reutilitzable.

- **Bendlay:** Aquest filament és flexible (com el Soft PLA) però amb la particularitat de ser transparent. Es pot utilitzar amb l'àmbit alimentari, així que pot usar-se per a recipients o ampolles.



2. Aplicacions de les impressores 3d:

En el Saló Internacional a Chicago, Local Motors 3D ha imprès un cotxe de plàstic anomenat Strati.

No estem davant el primer vehicle imprès en 3D, però sí que estem davant el primer vehicle imprès en 3D que funciona. El Strati va ser construït en poc més de 4 dies, dedicant 44 hores a imprimir-lo i la resta en muntar-lo.

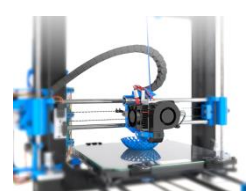
L'aplicació més apassionant de la impressió 3D domèstica és la fabricació de les teves pròpies peces de recanvis. Podries fer una còpia de qualsevol part que s'hagués de reemplaçar, utilitzant una impressora en 3D.

Local Motors ha imprès el xassís i la carrosseria del cotxe d'una sola peça.



Strati, cotxe fabricat amb una impressora 3D.





La companyia Winsun va fabricar amb tecnologia 3D la construcció d'un edifici de cinc plantes. La impressora 3D, mesura 6.6 metres d'altura, 10 d'ample i 40 de llarg. Les estructures estan reforçades amb acer i equipades amb l'aïllament per tal de complir amb les normes de construcció.

Aquest nou tipus d'estructura impresa en 3D és favorable al medi ambient i és rendible.

El material utilitzat és a partir dels residus de construcció reciclats i residus industrials. És una barreja de ciment i residus de construcció per a la construcció de les parets capa a capa.

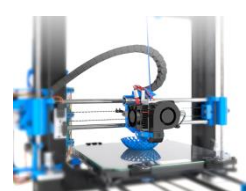
Aquest procés estalvia entre un 30% i un 60% de residus de la construcció, i pot disminuir els temps de producció entre un 50% i un 70%, així com els costos laborals entre 50% i 80%.

Rendibilitat

Amb el temps, la companyia espera utilitzar la seva tecnologia en construccions molt més importants com ponts, etc.



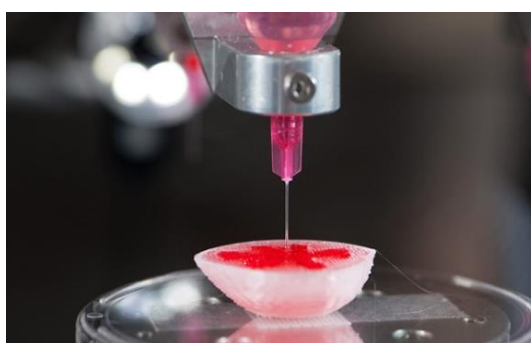
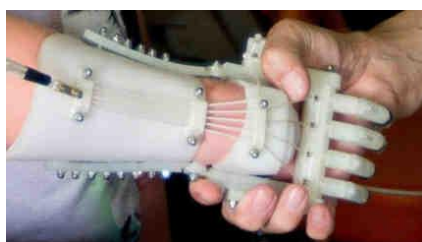
Estructures internes d'elements de construcció creades per tecnologia 3D.



La Medicina també es beneficia dels avenços tecnològics d'aquesta forma d'impressió.

Els xinesos han anunciat haver desenvolupat la primera impressora 3D capaç d'imprimir teixit viu mitjançant cèl·lules mare. La impressora "Regenovo" ja l'han utilitzat per imprimir diverses mostres, com un fetge i cartílag de l'orella.

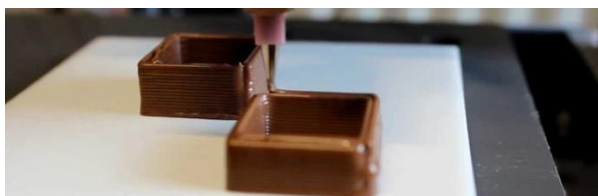
També es requereix precisió en les pròtesis i per això al món ja hi ha més de 3 milions d'audiòfons impresos en 3D; i l'ús d'impressió 3D per crear corones dentals ja és una cosa molt quotidiana per a molts odontòlegs.



Pròtesis creades per tecnologia 3D.

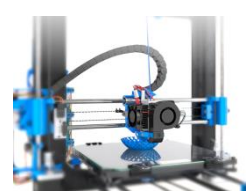
La Pastisseria és una de les primeres aplicacions en impressió al sector alimentari, perquè aquests productes solen estar fets d'un sol material, i per tant, és fàcil modificar una impressora 3D existent per adaptar-la a aquest propòsit. L'empresa catalana Natural Machines ha llançat al mercat la primera impressora 3D en el sector.

La impressora "Foodini" permet preparar menjar utilitzant la tecnologia d'impressió en tres dimensions, fent possible donar qualsevol forma als aliments que s'imprimeixen, tant dolços com salats, com hamburgueses, pans, xocolata o pasta.



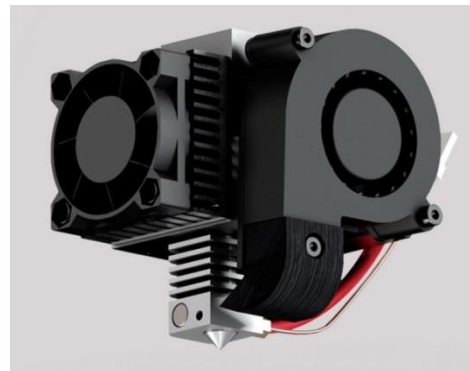
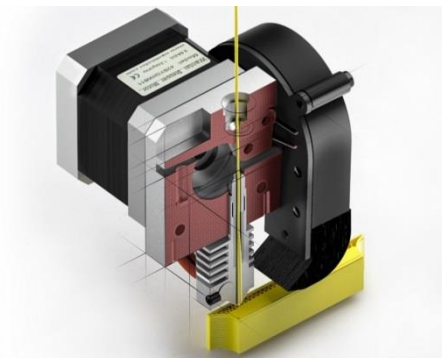
Impressores 3D amb aplicacions a la pastisseria.





3. Què és l'extrusor d'una impressora 3D?

L'extrusor d'una impressora 3D és la peça que pren el filament de la bobina i la diposita sobre la superfície d'impressió de forma totalment precisa, i d'acord amb els paràmetres d'impressió que llegeix la impressora des de l'arxiu GCODE, per generar capa a capa la peça que s'ha dissenyat amb anterioritat.

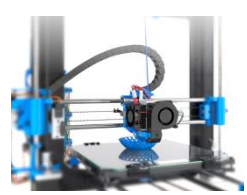


Extrusor HeatCore Unibody, de la Prusa i3 Hephestos.

L'extrusor és un element que està compost de diverses peces i pot ser molt diferent d'una impressora a una altra, però bàsicament trobem:

-Motor pas a pas: aquest motor s'utilitza per a l'empenta del filament, des de la zona per on entra fins que surt per la broquet, per ser dipositat el material d'impressió sobre la peça en construcció. Aquest motor és controlat per l'electrònica de la impressora que gira en petits passos (fraccions de gir), necessaris perquè surti la quantitat exacta de material necessari.

-Engranatge de tracció: es tracta de la peça que va sobre l'eix del motor pas a pas, com una politja, amb dents o línies longitudinals voltant de la vora exterior, la funció és fer tracció sobre el filament perquè aquest es desplaci segons el gir del motor pas a pas.



-Engranatge reductor: s'utilitza un engranatge de diàmetre superior al que va en l'eix del motor amb la finalitat d'augmentar la força aplicada sobre el filament per a l'arrossegament.

-Rodament de pressió: és un rodament simple i senzill que pressiona el filament sobre l'engranatge de tracció perquè aquesta no es perdi i el filament es desplaci acord al qual la impressora ordena a l'extrusor.

-Guia del filament: és un tub simple que guia el filament de forma recta des del motor fins al hotend. Aquest tub té el diàmetre just perquè hi passi el filament sòlid en direcció al hotend. Per a la Prusa i3 Hephastos el filament és d'1,75 mm.

-Hotend: és l'element que escalfa el filament i el fon perquè surti de forma prou líquida per la broquet de l'extrusor. Es tracta d'un tub vertical pel qual passa el filament sòlid escalfant-lo fins a la temperatura necessària per fondre'l.

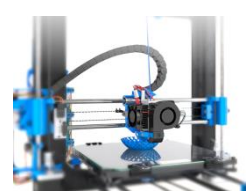
-Sensor de temperatura: s'encarrega de mesurar la temperatura, i passar-li les dades al sistema de control de la impressora. D'aquesta manera s'assegura que la temperatura a la qual surt el filament per la broquet, sigui correcte i constant.

-Broquet de sortida: és simplement un con on arriba el material calent (fos) per la seva part més ampla, s'acumula i es manté calent, i surt per un petit forat. El diàmetre d'aquesta obertura és de 0,4 mm en el cas de la Prusa i3.

Fins aquí tots els extrusors són iguals pel que fa a components, però varien molt respecte al material que utilitzen les peces internes. Les mesures poden canviar, ja que hi ha filaments d'1,75 i 3 mm de diàmetre i boquilles de sortida de 0,4 i 0,8 mm entre altres mesures.

3.1 Diferents formes d'extrusió

Existeixen diferents formes d'extrusió: directa i Bowden.



3.1.1 El sistema d'extrusió directa

El sistema d'extrusió directa és el més simple i el més efectiu, molt recomanable per a la iniciació en la impressió 3D. Aquest és el sistema que utilitza la impressora Prusa i3 Hephestos.

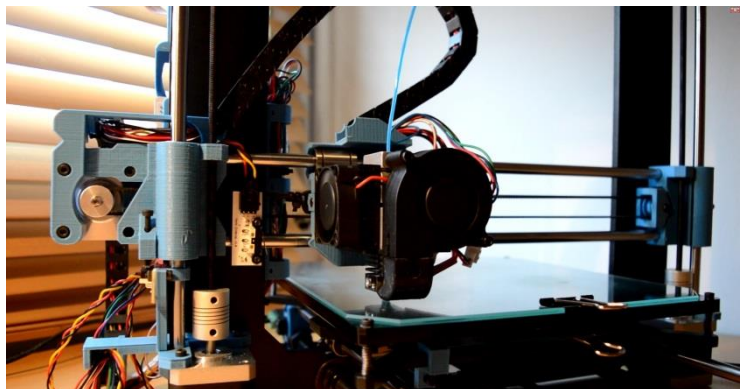
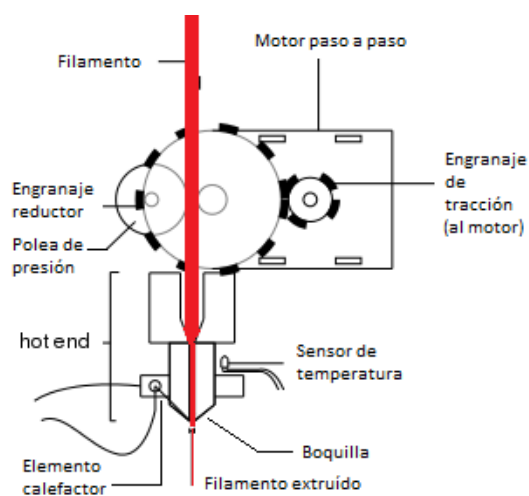
En aquesta forma d'extrusió es passa el filament de forma directa, mitjançant el motor pas a pas, de l'exterior fins a la broqueta per ser dipositat a la peça impresa, passant pel hotend prèviament. Aquí el conjunt de l'extrusor és una sola peça, compacta i senzilla.

Entre els seus avantatges es poden nomenar:

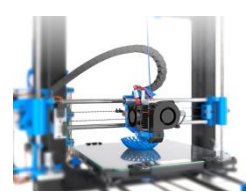
- Extrusor compacte.
- Fàcil comprovació d'avaría o resolució d'embús.
- Totalment desmuntable.

Però, com tot, també té els seus inconvenients:

- El conjunt és més pesat i això afecta el desplaçament dels eixos X i Z.



Funcionament d'un extrusor d'extrusió directa.



3.1.2 Sistema d'extrusió Bowden

L'extrusió Bowden és l'altre tipus d'extrusió existent. És similar a l'extrusió directa pel que fa a elements, ja com es porta el filament de la bobina fins a la punta de la broquet excepte en què el motor pas a pas està separat del hotend i el filament és portat fins al carro de l'eix X mitjançant una canonada flexible.

El terme Bowden es refereix a la funda dels cables de fre de les bicicletes en anglès i aquesta és precisament la característica principal d'aquest sistema.

Com a avantatges es pot esmentar que:

-A l'estar separat el motor del hotend, aquest és l'únic que està sobre el carro de l'eix X i per tant se li afegeix menys pes en aquest.

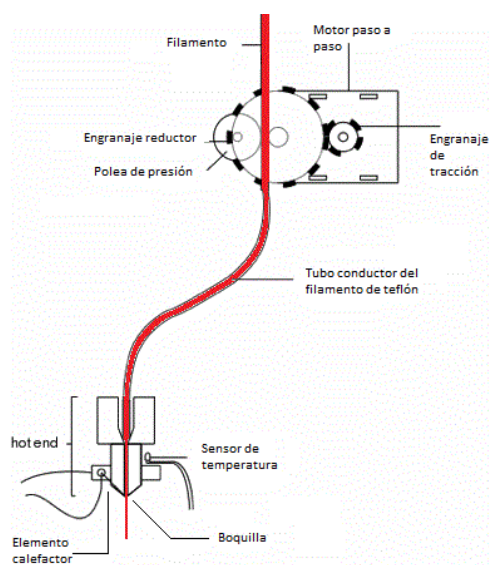
-En tenir menys pes sobre el carro de l'eix X es desplaça amb menys dificultat. Per tant, el carro al tenir només el hotend se li pot reduir la seva mida considerablement.

I entre els seus inconvenients es podria esmentar que:

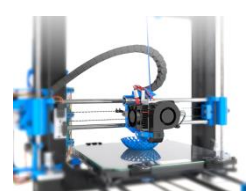
-És un sistema més complex de muntar i mantenir.

-Té més possibilitats de patir embussos.

En qualsevol dels casos, tots dos extrusors compleixen la seva funció, extrudeixen i posen el material on ho han de fer per construir la peça en qüestió. Són formes diferents de fer una mateixa feina.



Funcionament d'un extrusor d'extrusió Bowden.



4. La meva impressora 3D

He adquirit un kit d'una Prusa i3 Hephastos. Muntant-la des de zero, pas a pas. Em vaig decidir comprar aquesta impressora perquè tenia molt bones crítiques i al ser de l'empresa de bq m'asseguraven que es podia reemplaçar si tenia qualsevol problema amb l'electrònica, cosa que en les altres marques d'impressores no m'ho asseguraven. Durant el muntatge, la vaig analitzar i li vaig detectar diversos punts a favor, però també en contra. En el cd adjuntat al final del treball, estan les instruccions que vaig fer servir per construir-la, i també un vídeo amb el muntatge i la posterior modificació que li vaig fer.

4.1 Punts a favor de la Prusa

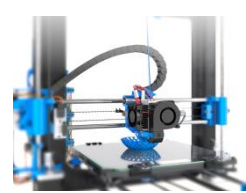
La Prusa i3 Hephastos es pot modificar i evolucionar tant com es vulgui. L'extrusor de la impressora 3D de la Prusa i3 Hephastos és el mateix que per la Witbox. El preu de la Prusa és de 500 € i el de la Witbox 1000 €. Per tant, és bastant assequible, ja que els resultats de les impressions són d'un nivell similar a les impressores suposadament superiors.

Té un Hot End de 0,4 mm, extrusor d'extrusió directa per filament d'1,75 mm. Arriba a la temperatura d'impressió molt ràpidament.

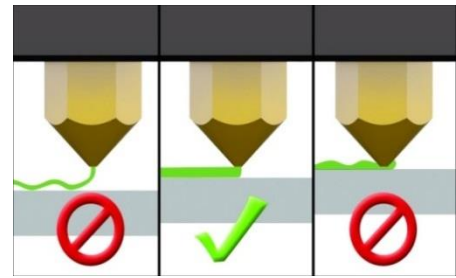
Inclou una pantalla de LCD, que permet la impressora ser totalment independent de l'ordinador i d'aquesta manera es pot controlar tota la impressora a partir d'aquesta pantalla.

4.2 Problemes de la Prusa i3

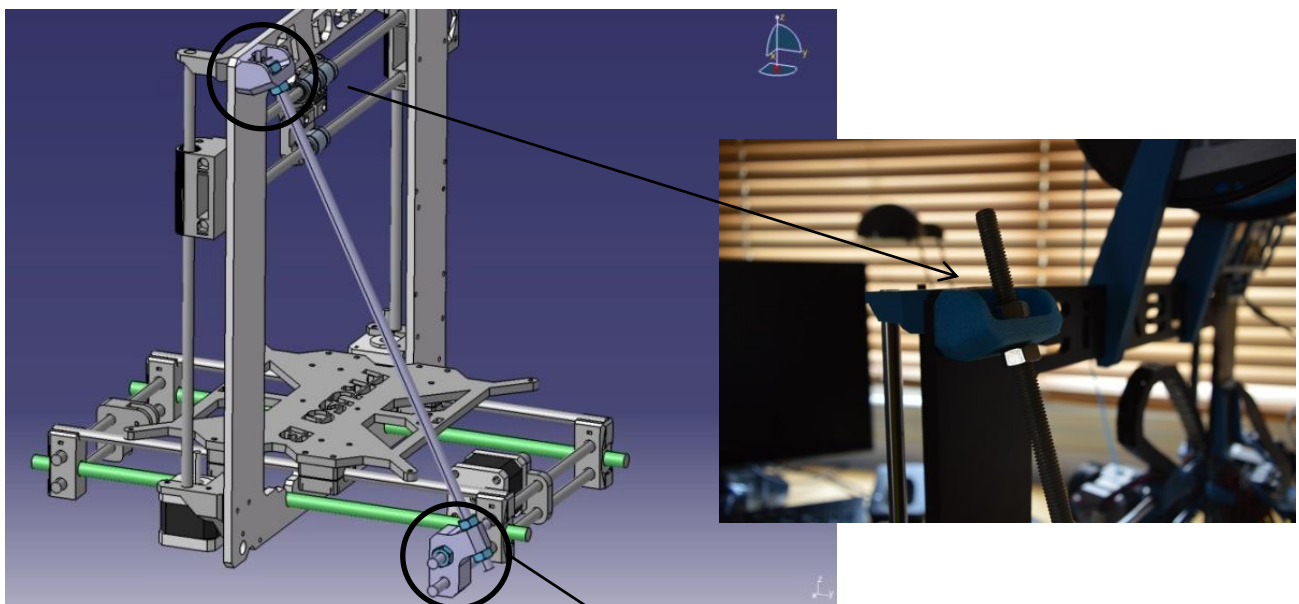
Han eliminant l'anomenada "cama caliente" i al no fer-la servir, s'estalvia un consum de 60 watts. Però llavors no es pot imprimir amb tanta diversitat de materials. La "cama caliente" manté la peça a una temperatura determinada. Això és necessari per imprimir amb ABS. En el nostre cas utilitzem una base freda de vidre de 220 x 220 x 3 mm, que permet imprimir en PLA. No suposaria cap problema perquè la "cama caliente" es pot afegir a la meva impressora.



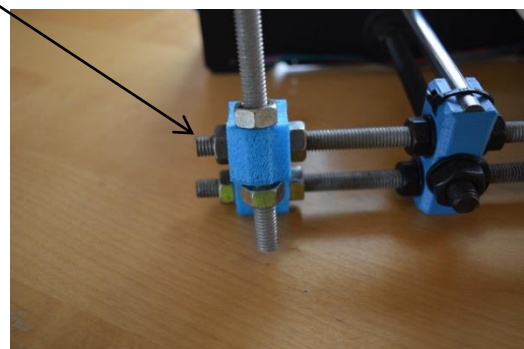
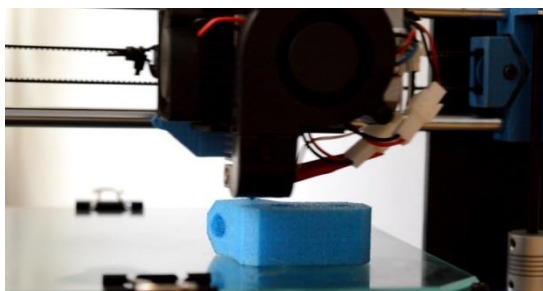
Al imprimir les primeres peces em vaig adonar que l'eix Z respecte l'eix Y es deformava. És a dir, que tenia un joc de mil·límetres, l'extrusor tenia mobilitat de mil·límetres que provocava que aquest es mogués constantment de posició i no imprimís correctament les peces, i passava el següent:



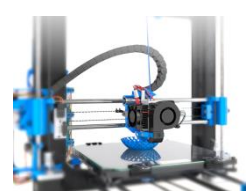
Llavors vaig aplicar-li una extensió que va permetre el fixament dels eixos, augmentant la rigidesa de la impressora. En aplicar-li l'extensió vaig dissenyar dues peces que posteriorment van ser impreses. Vaig substituir dues varetes de l'eix Y per unes més llargues i vaig passar un travessant de l'eix Z a l'eix Y tal com presenta la següent imatge.



Disseny de la meua impressora modificada en el programa Catia.

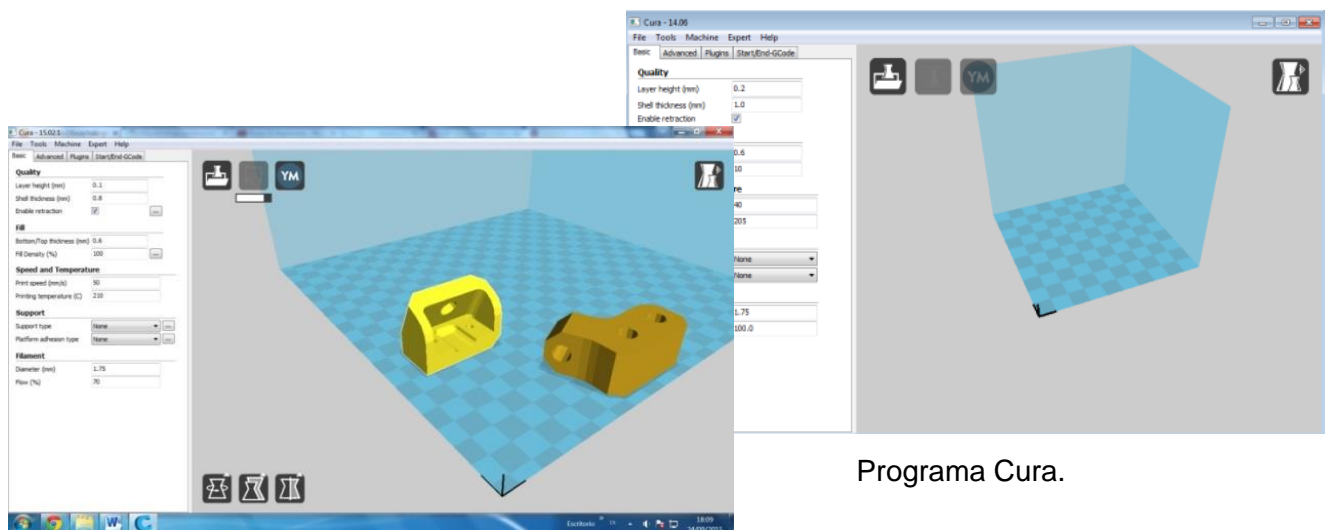


Impressió de les peces necessàries .



5. Què és Cura?

Cura el que fa és laminar el disseny 3D en capes horitzontals perquè la impressora vagi construint el model en vertical, de baix a dalt. Però el treball de Cura no acaba aquí, també t'ajuda a estalviar material, ja que les figures les pot fer buides, massisses, o establir un percentatge de farciment de material per a cada peça. Quan la figura està llesta, exporta la informació a un arxiu GCode per poder ser imprès.



Programa Cura.

A part superior trobem quatre pestanyes:

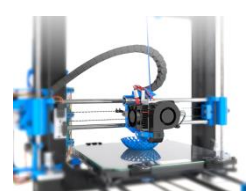
Basic: aquí hi ha els paràmetres mínims que cal configurar per establir les característiques de l'objecte.

Advanced: aquests paràmetres són més específics.

Plugins: aquí es troben els plugins que se li poden afegir a Cura per ampliar les seves funcions.

Start / End-GCode: en aquesta secció es pot retocar l'arxiu GCode, que se li passa a la impressora modificant valors destinats a accions de pre i post impressió.

En aquesta pestanya podràs configurar diversos paràmetres que faran que la teva impressió sigui de més o menys qualitat.



5.1 Basic

Quality:

Basic	Advanced	Plugins	Start/End-GCode
Quality			
Layer height (mm)	0.2		
Shell thickness (mm)	0.8		
Enable retraction	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fill			
Bottom/Top thickness (mm)	0.5		
Fill Density (%)	20		
Speed and Temperature			
Print speed (mm/s)	50		
Printing temperature (C)	220		
Support			
Support type	Everywhere		
Platform adhesion type	None		
Filament			
Diameter (mm)	1.75		
Flow (%)	100.0		

"Layer height": aquest paràmetre és el gruix de la capa de filament que l'extrusor anirà dipositant sobre la peça per anar creant alçada i està directament relacionat amb l'acabat final de la peça, i influeix en la velocitat d'impressió. Com més baix sigui, la capa més resolució tindrà, les capes seran més fines i es notaran menys els salts entre una capa i una altra. En ser més fines es necessitaran més capes per arribar a una mateixa altura i per

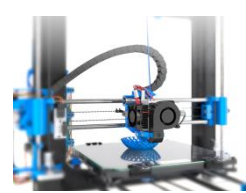
tant l'extrusor haurà de passar més vegades pel mateix lloc, amb la qual cosa la impressió trigarà més temps.

"Shell thickness": aquest és el gruix de les parets, les verticals que queden exposades a l'aire.

Aquest paràmetre també influeix en la qualitat visual, tot i que menys que l'anterior, influeix en la rigidesa de la peça i en la seva resistència mecànica. Si aquest valor és molt alt (parets molt gruixudes) la peça serà poc flexible i si, per contra, són molt primes, les parets podrien trencar-se i comprometre la integritat de la peça.

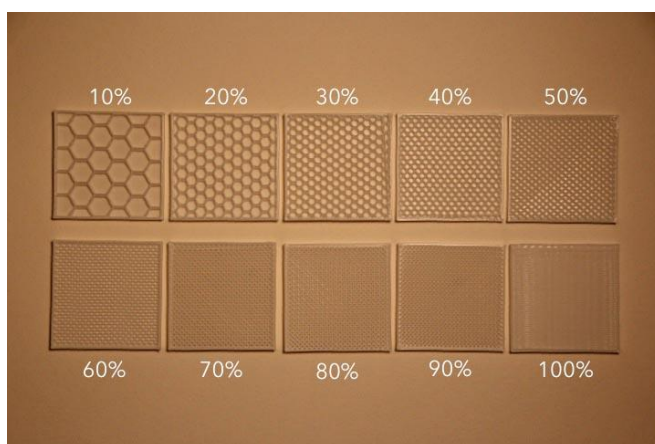
Fill:

"Bottom / Top thickness": aquest valor és similar a "Shell thickness" però es refereix a les capes exteriors inferior i superior (sòl i sostre).



"Fill Density": aquest és un camp important, es tracta del farciment de la peça.

Cura calcularà una estructura en forma de bresca d'abella dins de la peça, entre les parets verticals i horitzontals, que li donarà consistència suficient a la mateixa perquè sigui totalment sòlida, minimitzant així la despesa de material i el pes. Normalment amb un 35% de farciment la peça queda rígida. Aquest valor també afecta el temps que dura la impressió: com més farcit, més temps trigarà a acabar i més elevat serà el consum del material.



Bresca d'abella de la peça en funció del percentatge.

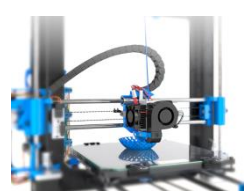
Bresca d'abella del 15%.



Speed and temperature:

"Printing speed": aquest valor es refereix a la velocitat de desplaçament que prendrà l'extrusor. Com de costum, a major velocitat la peça pot perdre qualitat de resolució o presentar imperfeccions.

"Printing temperature": aquesta és la temperatura a la qual sortirà el material de l'extrusor cap a la peça, com més calenta més líquid sortirà. La temperatura ve recomanada pel fabricant del filament.



Support:

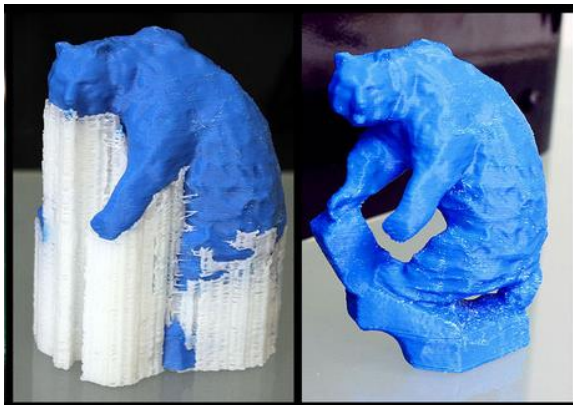
Cura és capaç de generar suports per a les zones de les peces que queden en l'aire i on no hi ha base per a dipositar la capa inicial inferior.

"**Support type**": aquí li indiqués a Cura el tipus de suport, tens tres opcions, "Everywhere", "Touching buildplate" o "None".

"Everywhere" genera suports sempre que aquests puguin recolzar-se sobre la plataforma de la impressora.

"Touching buildplate" genera suports des de qualsevol lloc on puguin ser útils per la pròpia peça. Aquests suports són febles i un cop finalitzada la peça els pots retirar amb la mà.

"None" és per no afegir suports a la peça.



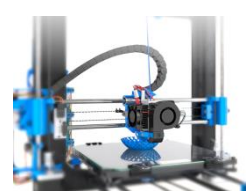
Touching buildplate.

"**Platform adhesion type**": aquesta opció afegeix una base més gran d'adhesió per la peça sobre la plataforma, perquè no es mogui durant la impressió. Aquí hi ha tres opcions, "Brim", "Raft" o "None".

"Brim" imprimeix abans una capa de material al voltant de la zona d'impressió de l'objecte perquè quan vagin arribant les primeres capes de la peça, aquestes s'enganxin bé a la base.

"Raft" genera una reixeta gruixuda a sota d'on s'anirà dipositant el material de la peça.

"None", com abans, no afegeix suport d'adherència.



Filament:

"**Diameter**": aquí has de dir-li a Cura el diàmetre del filament que estàs utilitzant. Amb això sabrà quan material ha d'arrossegar i fondre perquè surti de l'extrusor la quantitat adequada per fer les capes del gruix seleccionat.

"**Flow**": això és el flux de filament. La quantitat de filament extrudit serà multiplicat per aquest valor, així podràs deixar que surti més o menys material.

Fins aquí és la configuració bàsica d'aquest programa d'impressió 3D. Ara ens desplaçem a la segona pestanya, les configuracions avançades.

5.2 Advanced

Basic	Advanced	Plugins	Start/End-GCode
Machine			
Nozzle size (mm)	0.4		
Retraction			
Speed (mm/s)	40.0		
Distance (mm)	4.5		
Quality			
Initial layer thickness (mm)	0.3		
Initial layer line width (%)	100		
Cut off object bottom (mm)	0.0		
Dual extrusion overlap (mm)	0.15		
Speed			
Travel speed (mm/s)	150		
Bottom layer speed (mm/s)	20		
Infill speed (mm/s)	0.0		
Outer shell speed (mm/s)	0.0		
Inner shell speed (mm/s)	0.0		
Cool			
Minimal layer time (sec)	5		
Enable cooling fan	<input checked="" type="checkbox"/>		

Machine:

Nozzle size: aquest valor és únic, depenent de la broquet que fem servir, per l'extrusor de la Prusa és de 0,4 mm.

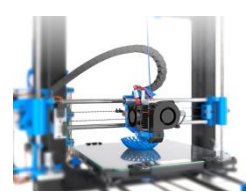
Retraction:

Speed: aquesta és la velocitat amb la qual serà retret el filament quan sigui necessari.

Distance: aquest valor serà la quantitat de filament retret cada vegada que sigui necessari fer-ho. Un valor igual a zero farà que no s'efectuï cap retracció.

Quality:

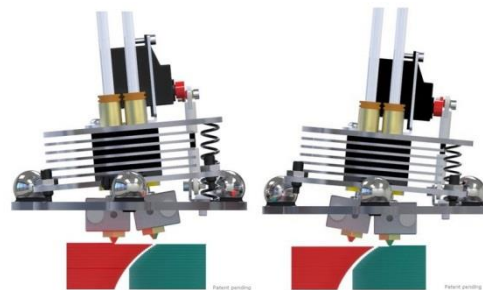
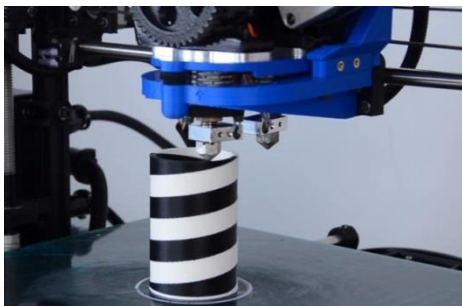
"**Initial layer thickness**": aquest valor és el gruix de la primera capa de filament extrudit, és la que estarà en contacte amb la base de la impressora. És recomanable que aquesta capa sigui una mica més gruixuda perquè s'adhereixi al vidre.



“**Initial layer line width**”: aquest és un factor d'ample extra per la primera capa. Jugant amb ell podràs afegir una base una mica més gran per a la primera capa i així augmentar l'adhesió.

“**Cut off object bottom**”: aquest paràmetre és un offset de l'objecte pel que fa a la plataforma i el que fa és "enfonsar" en ella. Això és usat en figures que no tenen un fons pla i que llavors crearien una capa inicial massa fina.

“**Dual extrusion overlap**”: afegeix una certa quantitat de superposició de material en cas de tenir dos extrusors, d'aquesta manera imprimeix els dos colors en la mateixa capa per minimitzar l'impacte visual del canvi de capa i color. A la Prusa aquest valor no té utilitat, ja que només té un extrusor.



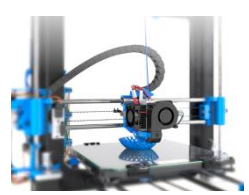
Dos extrusors per una mateixa peça.

Speed:

“**Travel speed**”: aquesta és la velocitat amb què es mou l'extrusor quan no està dipositant material, és a dir, en els desplaçaments sobre zones lliures d'impressió.

“**Bottom layer speed**”: aquí indicaràs la velocitat d'impressió de la primera capa. Aquesta és la més delicada, ja que d'ella depèn la bona adhesió i de la qualitat del sòl de la peça, és recomanable donar-li una velocitat més baixa que la d'impressió.

“**Infill speed**”: aquesta és la velocitat amb la qual es farà el farciment de la peça. En augmentar aquest valor podràs accelerar la velocitat d'impressió a costa d'afectar negativament la qualitat d'impressió.



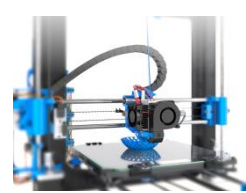
“Outer shell speed”: aquest valor és la velocitat a la qual s'imprimeixen les capes exteriors de la peça. Si el valor és baix, la qualitat de la peça serà major.

“Inner shell speed”: aquesta és la velocitat a la qual seran impreses les capes interiors del model.

Cool:

“Minimal layer time”: aquest és el temps mínim invertit en cada capa, és el temps que es dóna perquè la capa es refredi i se li posi una altra a sobre. Si una capa no està prou freda a l'hora de posar una altra sobre, ambdues es poden deformar i el resultat no seria òptim.

“Enable cooling fan”: si la impressora té ventilador de refrigeració per a les capes aquí és on s'activa. En el cas de la Prusa ha d'estar activat.



6. Factors de qualitat en impressions

Una vegada estudiats tots els paràmetres per configurar la impressió d'una impressora 3D, hem observat que depenent dels ajustos d'aquests, obtindrem una increïble diferència entre els acabats i la qualitat finals d'una mateixa peça. En la tecnologia FDM d'impressió 3D, uns altres factors de qualitat que influeixen els podríem dividir en les següents categories:

- Correcte calibratge mecànic i electrònic i de la impressora
- Qualitat del material empleat
- Correcte maneig i preparació de la impressora

6.1 Consells d'impressió per a l'usuari

En aquest apartat donaré una sèrie de recomanacions que ajudaran a conèixer alguns factors amb més profunditat i el seu efecte en les impressions, amb objectiu d'eliminar possibles errors en les peces impreses.

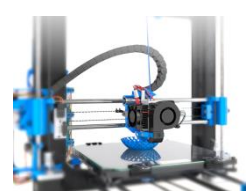
6.1.1 La temperatura

Com més ràpid s'imprimeix, el plàstic té menys temps per escalfar-se a la temperatura d'impressió correcta.

Es pot augmentar la temperatura d'impressió per evitar aquest problema?

Sí, es pot, però dins del que és raonable. Si l'elevem molt, podem provocar un altre problema. És probable que la qualitat d'impressió es vegi degradada, ja que es pot cremar el material o provocar l'augment de Stringing o filets. Veure apartat 6.1.2.

Per a cada plàstic que utilitzem, el fabricant ens dona un rang de temperatures a què el podem imprimir. Com escollir quina és l'òptima? Doncs a vegades depèn del model a imprimir.



Subir la temperatura	Bajar la temperatura
Adherencia entre capas (menor probabilidad de que se separen)	
Poca probabilidad de atasco en extrusor (plástico más fluido)	
Posibilidad de alta velocidad de impresión (plástico más fluido)	
Poco peligro de carbonización del plástico (por exceso de temperatura)	
Calidad de voladizos y puentes (peor cuanto más fluido sea el plástico)	
Piezas sin "stringing" (ver imagen adjunta, también debido a fluidez del plástico)	



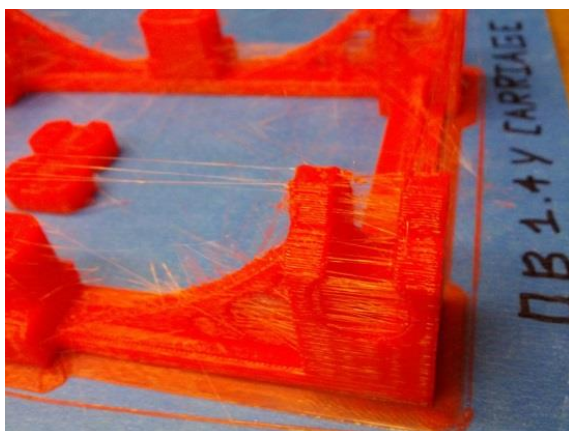
Stringing.

Taula comparativa dels efectes de les temperatures.

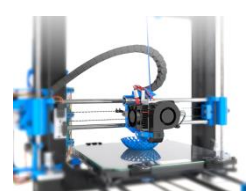
En aquesta taula s'observen diferents efectes en les peces i la seva relació amb l'augment o disminució de la temperatura. Com es pot veure, pujar o baixar la temperatura té tant avantatges com inconvenients. La tonalitat vermella representa els efectes negatius que tindria sobre la peça impresa si pugem o baixem la temperatura d'impressió.

6.1.2 Combing -> Stringing o filets

El programari Cura utilitza un mètode anomenat pentinat per prevenir el Stringing o filets entre parets o objectes. Quan l'extrusor s'ha de moure d'una part a una altra, i hi ha un buit entre els dos llocs. Això fa que qualsevol degoteig de material de la broquet es dipositi en llocs buits de la peça.



Stringing o filets en les peces.



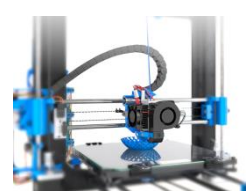
6.1.3 Les velocitats d'impressió

Tot bon programa laminador permet escollir diferents velocitats d'impressió per a diferents parts del model. Hi haurà l'opció d'imprimir ràpid en zones com el farciment intern per accelerar la impressió, i més lent altres zones com els perímetres externs per assegurar una qualitat exterior òptima. Com hem vist anteriorment.

On podem pujar la velocitat sense perjudici de la qualitat? El nostre objectiu és una peça de bon acabat impresa en el menor temps possible.

En la taula es pot observar un resum dels llocs on podem optimitzar.

Zona	¿Velocidad?
Perímetros externos	Siempre muy lenta (15-20 mm/s)
Perímetros pequeños (agujeros...)	Siempre muy lenta (15-20 mm/s)
Perímetros internos	Podemos subir la velocidad, sin exagerar (<60mm/s)
Relleno interno	Aquí no hay problema en subir la velocidad al máximo que admita nuestra impresora sin atascarse el extrusor ni tener problemas mecánicos (60-120 mm/s)
Capa sólida superior (externa)	Siempre muy lenta (20-25 mm/s)
Capas sólidas no externas	Podemos subir la velocidad, sin exagerar (<50-60 mm/s)
Puentes	La velocidad debe ser media. Una muy lenta causará que el puente se caiga por su propio peso, y una más rápida puede ocasionar que no salga plástico de lado a lado completamente. (aprox. 50 mm/s)



6.1.4 Warping i adherència a la base

El warping és el resultat d'una característica bàsica de molts materials. Les tensions internes que pateixen mentre es refreden. Això provoca unes contraccions que tendeixen a aixecar la peça de la base.

Per evitar-ho, és important comptar amb un bon mètode d'adherència de la peça a la base d'impressió. No obstant això, també cal que el posterior enretirament de la base sigui senzill per no destrossar la peça. És molt recomanable una "cama caliente" que la base pugui escalfar fins a una certa temperatura permetent alleugerir aquestes tensions internes en materials.

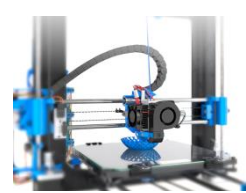


Peça amb 'warping'.

Existeixen diverses solucions més o menys satisfactòries per al problema de l'adherència, jo utilitzo laques de perruqueria perquè la meua impressora 3D no té una "cama caliente". I les laques són una solució barata que permet l'adherència amb més o menys força (segons marca i tipus) a bases de vidre. Un desavantatge és la quasi impossibilitat d'aconseguir alhora una bona adherència i un fàcil enretirament de la peça. Però és una bona solució al problema que presenten alguns materials respecte del warping.



Casos clars de 'warping'.



6.1.5 Elecció d'altures de capa

El gruix de cada capa (o altura de capa) és el paràmetre que estrictament, defineix la qualitat de la peça en l'eix Z (vertical) però no defineix el nivell de detall horitzontal (eixos X i Y).

-Escriure capes més fines implica major temps d'impressió, de vegades el doble o el triple.

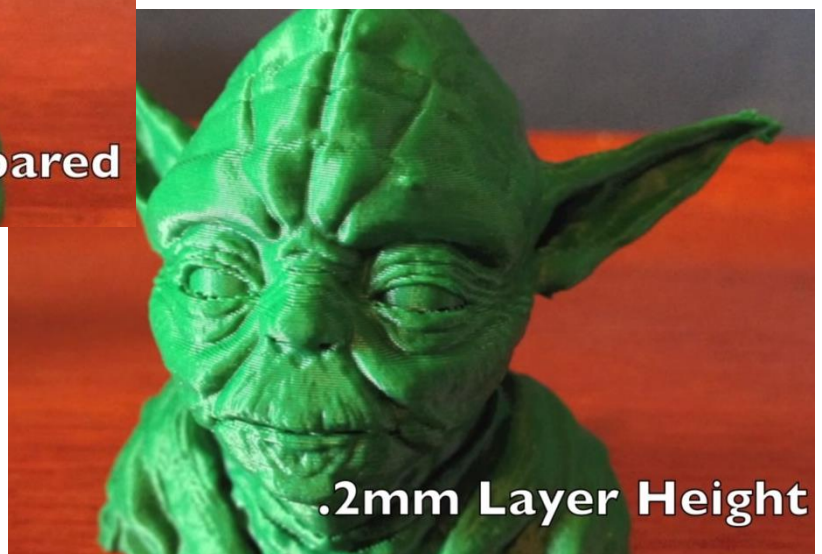
-Amb capes més fines, el filtre està més a prop de la capa anterior durant la impressió, la qual cosa millora l'adherència entre capes.

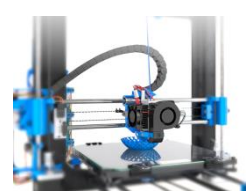
-L'altura de capa ha de ser menor al 80% del diàmetre del filtre del nozzle, de manera que l'elecció d'aquesta embocadura ens limita les opcions.

Nozzle ('broquet') de 0,4 mm de diàmetre <-> No superar 0,32 mm d'altura de capa.



Comparació de l'acabat entre 1mm i 2mm d'altura de capa.





6.1.6 Tècniques per allisar i millorar l'acabat de peces impreses en 3D

La impressió 3D no es poden aconseguir peces molt llises i polides, com amb els mètodes de fabricació tradicionals. No obstant això, hi ha certes tècniques d'acabat que ho poden fer possible. Utilitza una tècnica o l'altra depèn, en gran mesura, de la geometria de la peça i el material.

Si volem obtenir un acabat molt professional en la peça impresa es preferible un acabat per perles abrasives, però si volem dissimular imperfeccions puntuals en la peça podem optar per llimar-la i igualment millorem l'acabat d'aquesta.

6.1.6.1 Llimar

Tot i que els sistemes FDM han estat dissenyats per produir peces d'alta qualitat, algunes capes de línies poden ser visibles, la qual cosa altera la seva estètica visual.

El procés de poliment és exactament tal com sona. Les peces poden polir a mà o amb llimadora de banda. El polit és un mètode barat, eficaç i aconseguix un acabat llis. És la tècnica d'acabat més utilitzada per a peces impreses en 3D.



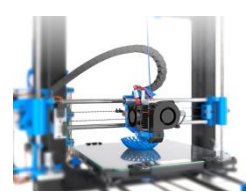
Llimat d'una peça.

6.1.6.2 Perles abrasives

El segon procés d'acabat més utilitzat són les perles abrasives. Es tracta d'un aparell amb un filtre que polvoritza a pressió diminutes boletes de plàstic que van erosionant les línies de capa. És ràpid, en tan sols uns 5 o 10 minuts deixa un acabat llis, mat i uniforme.



Acabat per perles abrasives.

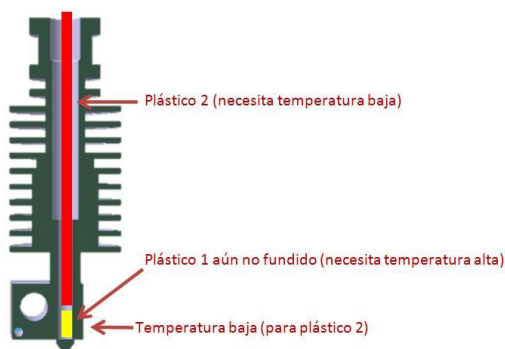


7. El hotend

El hotend és una peça crítica del funcionament de les impressores 3D de tecnologia FDM. És una zona complicada, ja que treballa a altes temperatures i constantment té material fos passant-ne a través. Això provoca que, encara que no sigui l'habitual, hi hagi una possibilitat que s'encalli, impedit el correcte pas de plàstic i la seva sortida en forma de fil.

7.1 Embús aparent

El plàstic surt pel filtre amb dificultat, necessitant una pressió excessiva. Si la causa són restes de plàstic d'un altre material anterior es necessita una temperatura superior a l'actual per estovar, de manera que simplement caldrà pujar la temperatura per treure el tap que ha format l'anterior material.

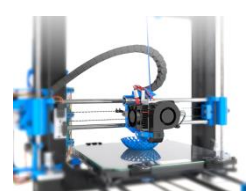


Cas d'embús aparent.

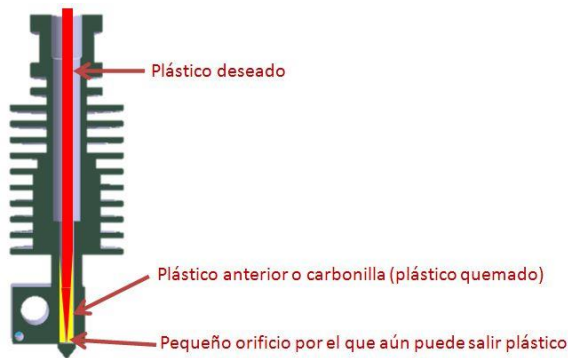
7.2 Embús parcial

Embús parcial es produeix quan el plàstic surt pel filtre només si s'aplica una pressió molt alta, superior a l'habitual. El motor normalment no és capaç d'empènyer amb tanta força, o bé ho aconsegueix només de vegades i el fil que surt és més fi que l'habitual.

Eines necessàries: Vareta metàl·lica rígida de diàmetre menor al del filament, perquè entri pel forat superior del hot-end.



En aquest cas l'obstrucció taponava en part el filtre, però deixant un petit forat pel qual pot sortir plàstic. Esquema simplificat d'un possible embús parcial:



Cas d'embús parcial.

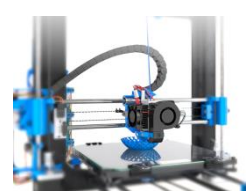
Com es pot observar a la imatge anterior, han quedat restes de plàstic per les parets del hot-end, de manera que no n'hi ha prou amb escalfar fins a la temperatura més alta dels plàstics utilitzats.

És possible fins i tot que aquestes restes s'hagin cremat o carbonitzat lleugerament, amb la qual cosa ja han deixat de ser material plàstic i la seva retirada serà lleugerament més difícil.

Extracció de les restes amb vareta metàl·lica

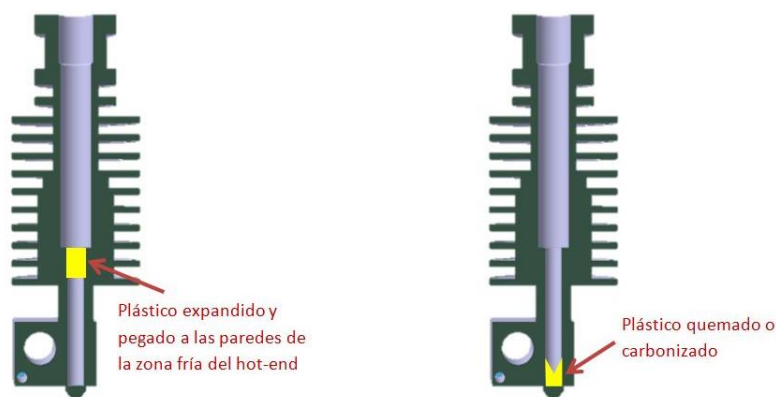
Aquest mètode és senzill i efectiu.

- 1) Es calenta el hot-end a una temperatura alta. Es retira tot el filament que queda dintre de l'extrusor excepte les parts carbonitzades que no seran extruïdes.
- 2) S'introdueix la vareta metàl·lica per l'orifici destinat al plàstic.
- 3) Es fa moure la vareta cap avall en successives ocasions, per extreure la quantitat més gran de plàstic possible a través del filtre inferior.
- 4) Es prova d'extrudir de nou amb un tros de filament. No s'ha de disminuir la temperatura encara que es provi amb un material que la necessita més baixa.
- 5) Quan extrudeixi correctament uns centímetres, ja pot acomodar la temperatura a la del nou material si cal.



7.3 Embús total

És el menys habitual. Consisteix en una impossibilitat total de retirar el plàstic. El filtre està totalment obstruït. Les solucions a aquest problema segueixen les mateixes pautes que les dels embussos parcials. El mètode de la vareta metàl·lica és més recomanable. En casos extrems pot ser necessari un desmuntatge total del hot-end.



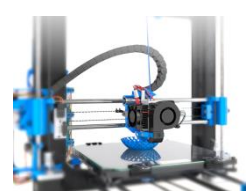
Casos d'embús total.

8. Transferència informació ordinador → impressora

Per passar informació de l'ordinador a la impressora 3D es pot fer servir un cable USB que es connecti a la placa controladora de la impressora. La comunicació és continua entre l'ordinador i la impressora. Per tant, la impressora sempre depèn d'un ordinador per imprimir.

Una altra opció és que la impressora disposi d'una pantalla LCD amb possibilitat d'inserir una targeta sd. La impressora és totalment independent i no necessita el constant canvi d'informació amb l'ordinador.

La meua impressora ja disposava en el kit de muntatge una pantalla LCD amb la capacitat d'inserir targetes sd.



9. Dissenys de peces per imprimir

Una impressora 3D ofereix la possibilitat d'imprimir una gran varietat de peces.

Per dissenyar una peça i imprimir-la és necessari un programa de disseny en tres dimensions i que generi un fitxer en format stl.

En el meu cas, el programa utilitzat ha sigut el Catia, versió 5.

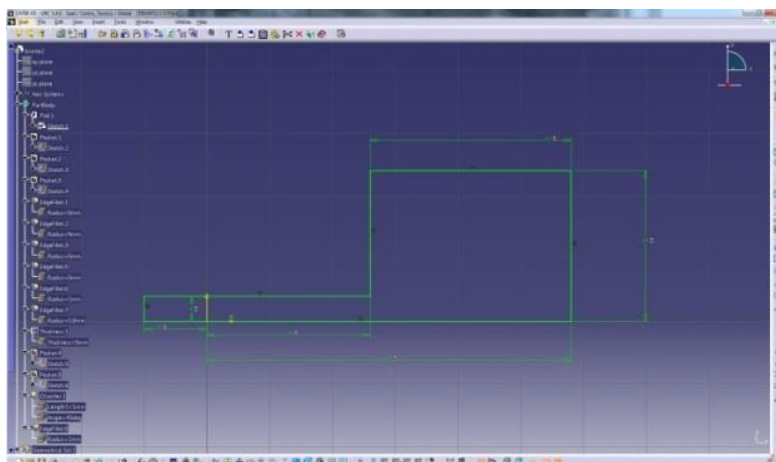


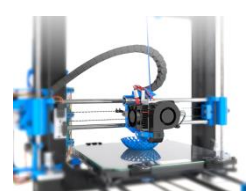
Es pot fer servir qualsevol altre programa que tingui l'opció que permeti guardar l'arxiu en format STL. Aquest format permetrà al programa laminador utilitzat, en el nostre cas el Cura, obrir l'arxiu. Una vegada li especifiquem a Cura els paràmetres que volem per a la nostra peça, es guardarà a la targeta sd en format GCODE. Format que llegirà la impressora 3D i que posteriorment imprimirà.

Per tant els passos a seguir són els següents:

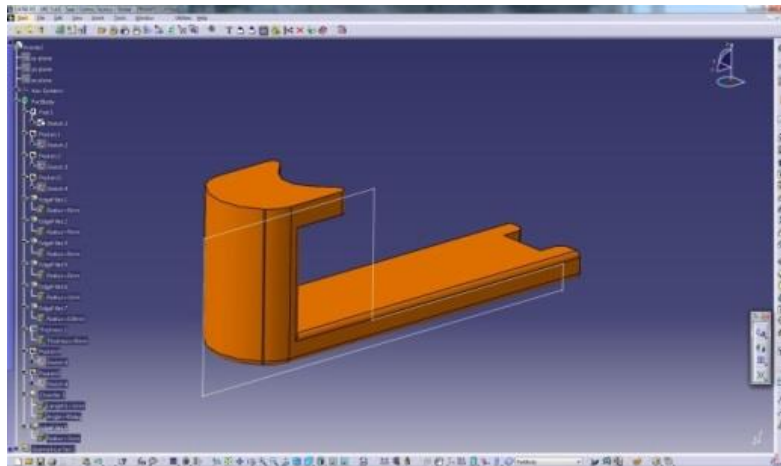
- 1) Dissenyar i dibuixaren 3D la peça a imprimir.

Es dibuixa en 2D en un pla que s'anomena sketch.

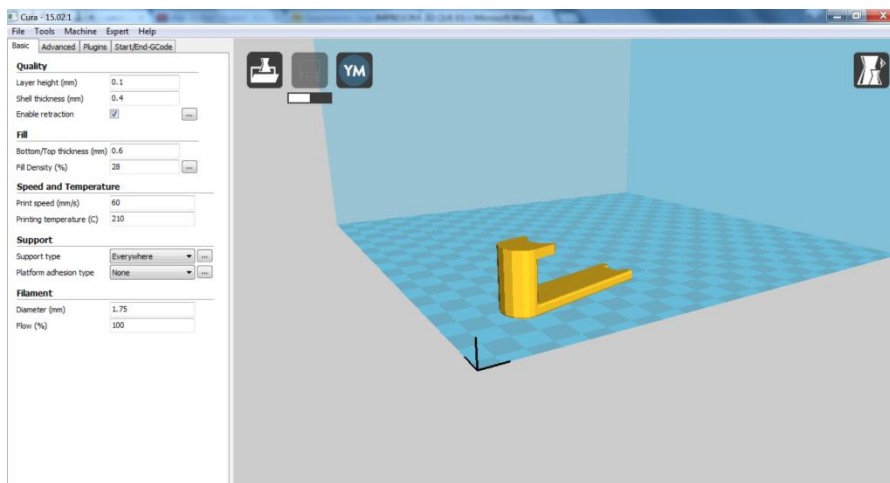




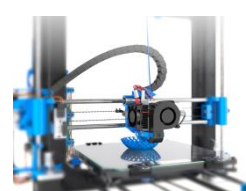
S'extrudeix per crear un 3D i s'apliquen operacions per acabar de definir la peça.



- 2) Exportar a un fitxer stl.
- 3) Obrir el fitxer stl amb Cura.



- 4) Guardar en format GCODE a la sd i passar-ho a la impressora.



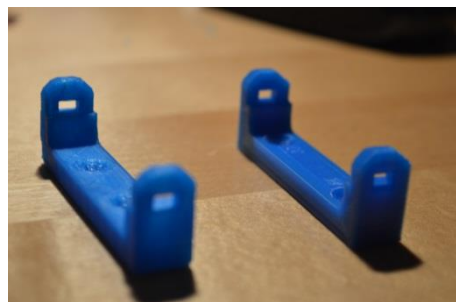
Existeixen moltes pàgines web on creadors pengen els seus dissenys i els altres usuaris només han de descarregar el fitxer en STL i obrir-lo amb el programa laminador per indicar els paràmetres i imprimir-la directament sense dissenyar-la. Una d'aquestes pàgines, una és; <http://www.thingiverse.com/>

Aquesta pàgina web ofereix molts dissenys, com suports per càmeres esportives gopro fins figures d'una pel·lícula d'acció.

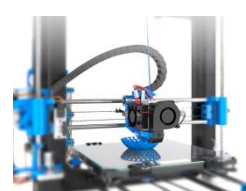


10. Les meves peces

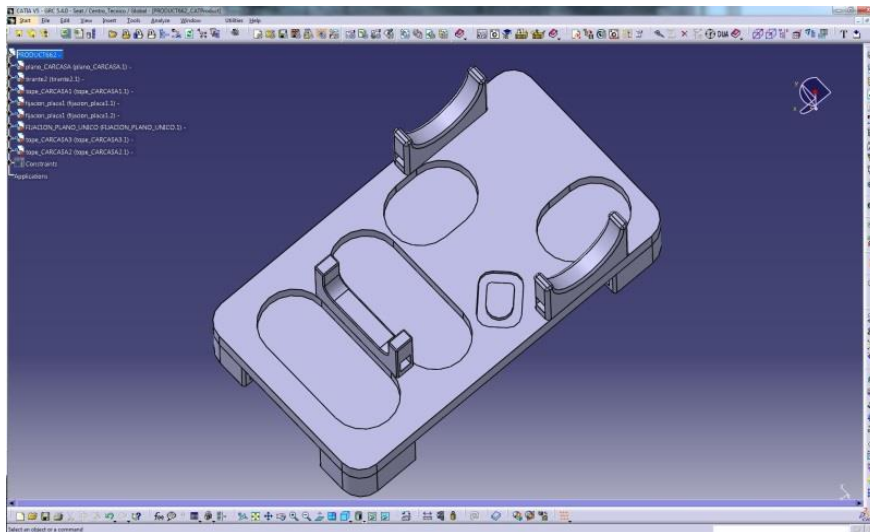
He dissenyat uns difusors d'aigua per l'aixeta, per posar a prova la precisió de la meva impressora, ja que el difusor tenia petites obertures per deixar passar l'aigua. Dos suports per una regleta...



Aquestes peces són els difusors d'aigua, on es poden apreciar els forats per deixar passar l'aigua. Les dues altres són suports per una regleta on les ranures superiors serveixen per fer passar una brida i els inferiors fer passar un cargol poder collar la regleta al moble.

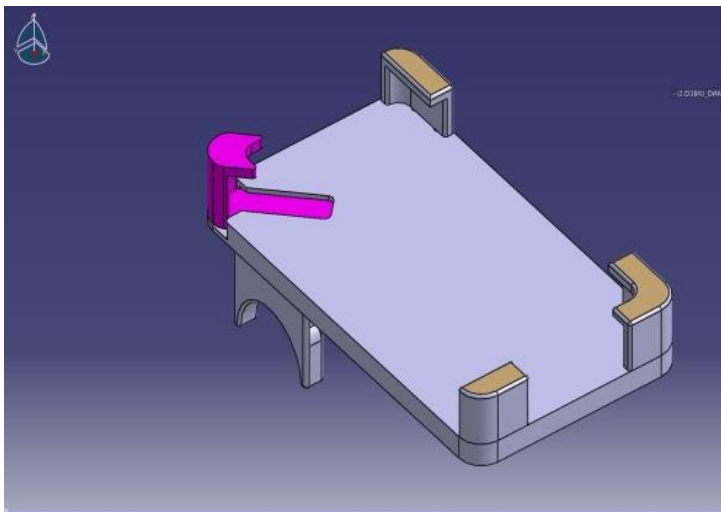


Però la peça que volia fer des d'un principi per la seva complexitat però
ahora per la seva gran utilitat va ser un suport pel mòbil i posar-lo a la bicicleta,
ja que et permet tenir el mòbil en constnat contacte mentre es va en bicicleta.

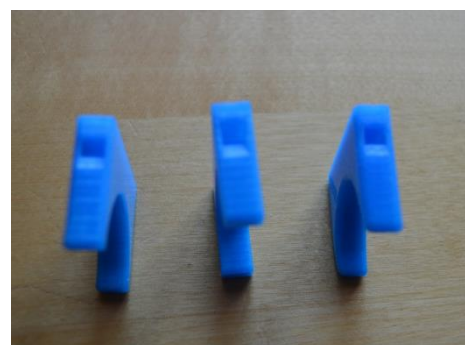


Part inferior, on es pot veure la peça que es recolza a la potencia i manillar de la bici.

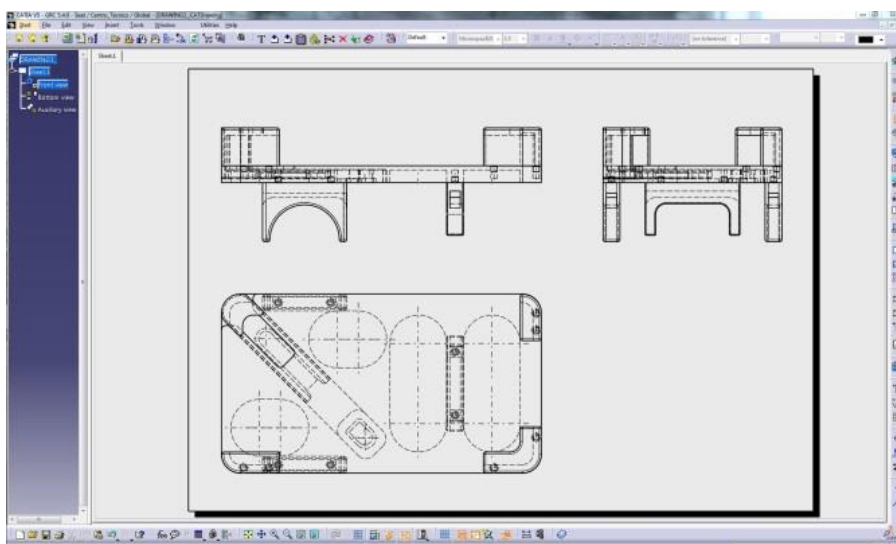
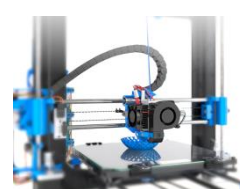
Els forats que es veuen en la part inferior son forats per estalviar material d'impressió i temps.



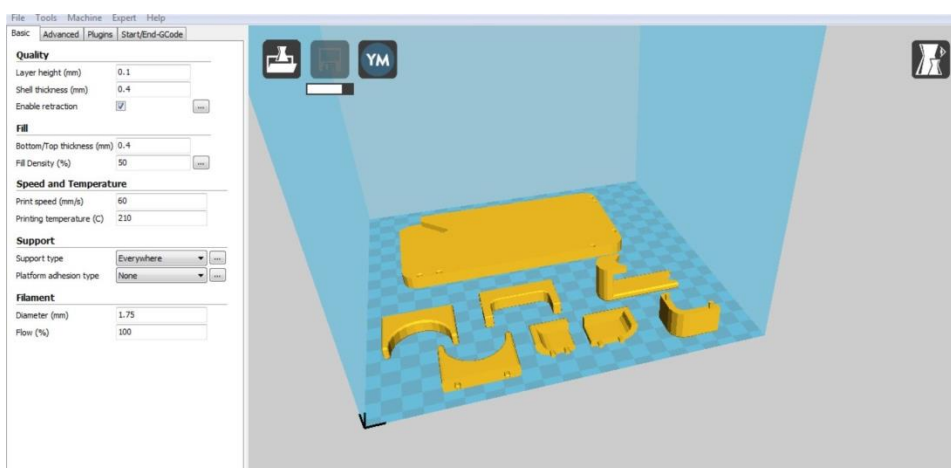
La part morada és la peça que farà força contra el mòbil perquè no tingui moviment dintre de la peça.



Aquesta peça està ranurada en tota la seva longitud, per poder passar una brida de plàstic perquè quedi fixa en el manillar i la potència de la bici.



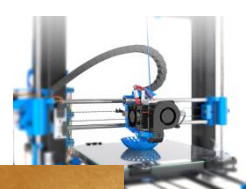
Perfil, alçat i planta de la peça.



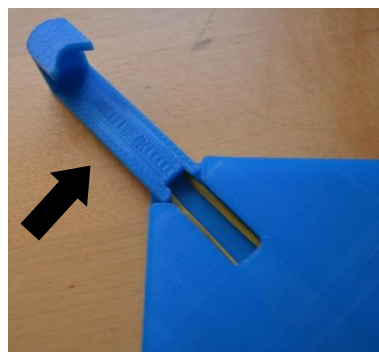
El programari Cura, preparant a imprimir totes les parts de la peça.



Impressió per separat de cada peça, perquè posteriorment s'ajunten totes i format una sola peça.

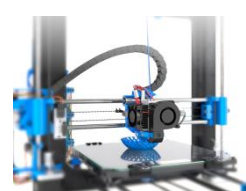


Resultat de la impressió de la peça.



Les peces marcades tenen la possibilitat d'inserir una goma per fer força contra el mòbil per mantenir-lo fixat.



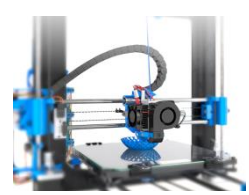


Aquestes peces ranurades permeten fer passar una brida de plàstic per fixar-la al manillar. D'aquesta manera em permet anar per muntanya amb la bicicleta sense preocupar-me pel mòbil.



Utilitat de la peça impresa.

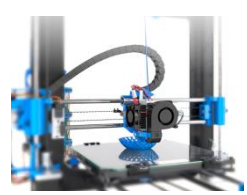




Conclusió

Vaig escollir de realitzar aquest projecte, perquè m'empenyia la curiositat provocada pel desconeixement en el món de les impressores 3D. He pogut muntar la impressora des de zero, peça a peça, fet que m'ha permès conèixer a fons el seu funcionament. He dedicat moltes hores en el muntatge, que encara que no es vegin reflectides en el dossier escrit, es pot apreciar en l'evolució del muntatge en el vídeo del cd adjunt. He realitzat muntatges mecànics, elèctrics, connexions com els de la placa, detectors, motors, etc. Tot per aconseguir que aquesta màquina funcioni perfectament. He hagut d'aprendre controlar programes que eren totalment desconeguts per mi. Em costava molt al principi controlar-los però mitjançant error encert i tutorials d'internet, he après a controlar-los perfectament, cosa que és de gran utilitat, ja que podré dissenyar qualsevol objecte i després tenir-lo físicament.

Aquest projecte per mi no acaba aquí, ja que continuaré per millorar la meua impressora i no descarto la possibilitat de fer-me una més gran amb peces fabricades per aquesta impressora. Una idea seria canviar l'extrusor per un dremel i que mecanitzes materials tous, alumini, etc.



Bibliografía

<http://www.bq.com/es/prusa?gclid=CPDM4M-oucoCFUsOwwodPisCYw>

<http://www.teknlife.com/practico/como-montar-una-impresora-3d-parte-1-primeros-pasos/>

http://reprap.org/wiki/Prusa_i3_Hephestos/es

http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-08-18/un-nino-frances-sin-mano-recibe-una-protesis-hecha-con-una-impresora-3d_974537/

<http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html>

<http://www.3dimpresoras3d.com/que-es-una-impresora-3d/>

<http://www.impresora3d.com/>

http://www.informaticamoderna.com/Impresora_3d.htm

<http://www.xataka.com/tag/impresoras-3d>

<http://www.informatica-hoy.com.ar/hardware-perifericos/Que-son-Impresoras-3D.php>

<http://impresiontresde.com/blog/9-aplicaciones-medicas-de-la-impresion-3d/>

http://www.reprap.org/wiki/Clone_wars:_Glosario/es

<http://polaridad.es/que-es-g-code/>

http://www.mibqyyo.com/articulos/2013/09/30/bienvenido-al-mundo-de-la-impresion-3d-domestica/#/vanilla/discussion/embed/?vanilla_discussion_id=0

<http://www.3dilla.com/3d-printer/definition/>

<http://www.educoteca.com/cura.html>

<http://www.imprimalia3d.com/noticias/2015/01/20/004146/una-empresa-china-imprime-3d-edificio-cinco-plantas>

<https://localmotors.com/3d-printed-car/>