

AUTOMATITZACIÓ D'UNA FRESADORA



Adrià Vivas González

2ⁿ Batx A

Tecnologia, Toni Serrano

20 d'Abril del 2017

ÍNDIX

1.Introducció.....	Pàg. 2
Part teòrica	
2.Evolució de les màquines.....	Pàg. 3
2.1 Els inicis.....	Pàg. 3
2.2 Segle XVIII.....	Pàg. 4
2.3 Segle XIX.....	Pàg. 5-8
2.4 Segle XX: fins al 1940.....	Pàg. 8
2.5 Segle XX: a partir del 1941.....	Pàg. 9
3.La Fresadora.....	Pàg. 10
3.1 Elements d'una fresadora.....	Pàg.10
3.2 Treballs de la fresadora.....	Pàg. 11
4.Les fresas.....	Pàg. 11
4.1 Classes de fresas.....	Pàg. 11-12
4.2 Materials de les fresas.....	Pàg. 12
Part Pràctica	
5.Materials.....	Pàg. 13-14
6.Procediment.....	Pàg. 14-19
7.Com gravar un dibuix amb la fresadora de control numèric.....	Pàg. 20-21
Visita a Ortopèdia Soler.....	Pàg. 22
Conclusió.....	Pàg. 23
Bibliografia i webgrafia.....	Pàg. 24-26
Annexos.....	Pàg. 28-32

1.Introducció

Aquest treball de recerca de temàtica en l'àmbit informàtic-tecnològic l'he dut a terme entre el maig del 2016 i el novembre del mateix any amb l'ajuda del meu tutor i l'ajut de la eina més gran existent fins a la data d'avui, internet. El que pretenia al fer aquest treball era transformar una fresadora, màquina-eina que serveix per donar formes complexes a peces de diferents materials, que era controlada manualment, en una que es pogués controlar mitjançant un ordinador. Aquesta nova fresadora és anomenada avui dia com a fresadora CNC o de control numèric, que vol dir que es pot programar perquè funcioni sola. Un exemple seria fer un dibuix amb l'ordinador o baixar-lo d'internet, a través d'un programa fer que la fresadora pugui «llegir-lo» i amb un sol *click* deixar-la treballar sense haver de fer res més, només esperar que acabi.

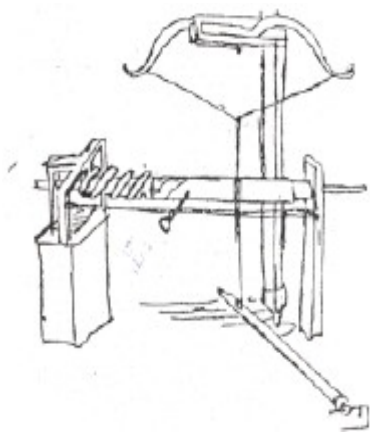
Per a el desenvolupament del treball he fet servir la fresadora de l'institut, de la marca *Proxxon* i del model *MF70*. He tingut alguns inconvenients a l'hora de trobar materials, ja que a Girona no he trobat cap botiga que vengui els motors que necessitava i he hagut de comprar-los per internet. Una de les parts on també he tingut problemes ha estat a l'hora de la programació del *Arduino*, una placa electrònica programable que funciona com a un ordinador molt reduït i a través del qual es transmeten les ordres a la fresadora, ja que era nou en la matèria i vaig haver d'aprendre a programar-lo... i haig de dir que no és gens fàcil.

Part teòrica

2. Evolució de les màquines

2.1 Els inicis (Fins al segle XVII)

Des de la prehistòria i durant segles, l'eina va ser la prolongació de la mà de l'home fins a l'aparició de les primeres màquines rudimentàries. Encara que a l'antiguitat no va haver-hi màquines que en diguem, es van trobar dos esbossos de màquines per realitzar operacions de torneigament i trepat.



En els dos casos, amb una mà, era necessari girar la peça en el torneigament i de l'eina al trepat. A causa d'aquest fet es van inventar l'“arc de violí”, una eina de manipulació giratòria alternativa creada a partir d'un arc i una corda. Aquest invent va ser tan important que es va fer servir durant centenars d'anys fins a l'actualitat en alguns països. Rondant l'any 1250 es va crear el torn de pedal i perxa flexible manejat amb el peu, el qual va ser un gran avenç, ja que permetia tenir les mans lliures per poder fer servir l'eina de torneigament.

Fig. 1 Torn accionat per un arc de violí

No va ser fins a finals del segle XV que es van produir nous avenços. *Leonardo da Vinci* va realitzar diferents esbossos de torns, però no es van poder construir per falta de mitjans. També va dedicar molt de temps a calcular relacions d'engranatges i formes ideals de les dents.

A finals de l'edat mitjana es van començar a utilitzar màquines compostes per eines, com la màquina afiladora, creada a partir de la pedra giratòria abrasiva, el trepat d'arc, el filaberquí i el torn de gir continu, creat per *da Vinci*. També es van començar a fabricar engranatges metàl·lics, però no va haver-hi un fort desenvolupament fins a finals del segle XVII. El torn de gir continu es va seguir fent servir durant molt de temps i se li van anar afegint millores, com la roda, el suport de l'eix principal, i d'altres fins a arribar al mandril.

2.2 Segle XVIII: Una nova font d'energia

En el segle XVIII es van centrar bàsicament a aconseguir una nova font d'energia. El francès *Denis Papin* va donar a conèixer el principi fonamental de la màquina de vapor, *Thomas Newcomen* va començar a construir algunes màquines de vapor rudimentàries, però va ser *James Watt* que va idear i construir màquines de vapor per usos industrials.

Watt va exposar la seva idea de màquina de vapor l'any 1765, però no era vàlida per a ús industrial. Després de molts intents fallits i pel fet que no era possible construir-la a causa de les mandrinadores, màquines que s'utilitzen per a la mecanització de forats de peces cúbiques, de l'època. *John wilkinson* el 1775 va construir una mandrinadora més avançada per encàrrec de *Watt*, qui va construir la màquina de vapor per a usos industrials el 1780.

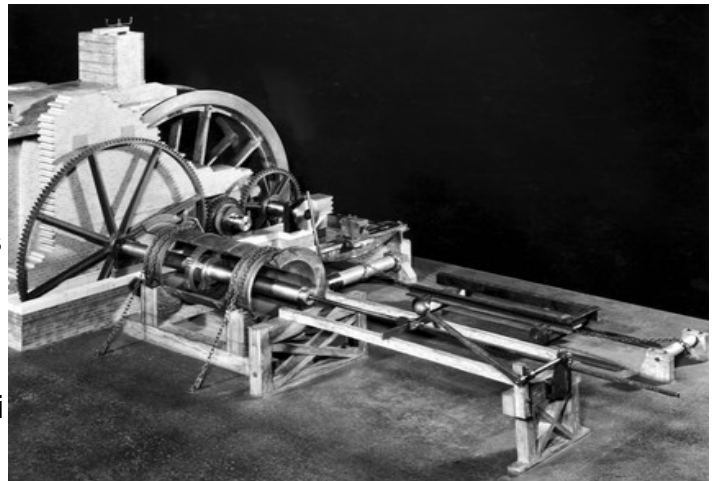


Fig. 2 Mandrinadora construïda per Jhon Wilkinson l'any 1775

La màquina de vapor va suposar l'inici de la primera revolució industrial, on es van produir canvis tecnològics, econòmics i socials, però la seva creació no hagués estat possible sense l'evolució tècnica de les màquines.

Durant les guerres napoleòniques es van adonar que era necessari fer que les peces de les màquines fossin intercanviables, ja que no hi havia uniformitat.

L'anglès *Henry Maudslay*, un dels principals constructors de màquines, va ser el primer a admetre que era necessària una millor precisió a les màquines, i va construir un torn al 1897 al qual li va afegir millores com una estructura totalment metàl·lica i va incloure guies planes per a la mobilitat del carro porta-eines.

2.3 Segle XIX: Desenvolupament industrial

Perquè les peces fossin intercanviables calia que totes tinguessin la mateixa mida, per això l'any 1805 *Maudslay* va construir un micròmetre de caragol.



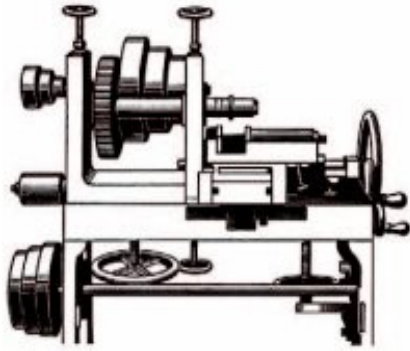
Fig. 3 Micròmetre de caragol creat per Maudslay

El desenvolupament industrial del segle XIX va ser possible gràcies al disseny i la fabricació de peces metàl·liques de tot tipus. La fabricació de les màquines de vapor, vaixells, material de ferrocarril, etc., només es poden construir a partir d'una màquina-eina, amb la particularitat que la màquina-eina és l'únic mitjà pel qual es pot construir una màquina-eina.

La influència de *Maudslay* va perdurar gran part del segle XIX gràcies als seus deixebles. Durant tot el segle XIX es van construir una gran varietat de màquines-eines per donar resposta al mecanitzat de totes les noves peces metàl·liques dels nous productes que s'anaven desenvolupant.

L'any 1817 neix la primera planejadora, màquina-eina que permet d'obtenir una o més superfícies planes i llises en una peça de fusta, metàl·lica, etc., amb arrencament de doladura (encenalls, ferritja, etc.), fabricada per *Richard Roberts*, a causa que planejaven canviar el cisellat per planxes de ferro. Aquest incorpora una guia en forma de V i una altra de plana per al desplaçament de la taula porta peces. La necessitat de substituir el treball de cisallament i llima, va ser la raó que va impulsar a *James Nasmyth* a dissenyar i construir la primera llimadora l'any 1836.

El mateix any hi va haver un avanç en l'encunyació de monedes. El mecànic alemany *Dietrich Uhlhöm* va dissenyar una premsa colzada, i diversos mecànics i enginyers la van anar modificant fins al 1870 que l'empresa americana *Blis & Williams* va fabricar i comercialitzar les primeres premses excèntriques.



Les primeres operacions de fresat abans de la construcció de màquines es duïen a terme a partir de torns accionats per pedals. L'americà *Ely Whitney* va rebre l'encàrrec de fabricar una gran quantitat de fusells per al seu país. Va estudiar la possibilitat de fabricació en sèrie i va dissenyar i construir la primera màquina de fresar el 1818.

Fig. 4 Primera màquina de fresar construïda per *Ely Whitney*

L'any 1848 el destacat enginyer americà *Howe* introdueix noves prestacions, incorporant politges de tres prestacions i desplaçaments en sentit vertical, horitzontal i transversal.

Més endavant hi va haver més avenços com la fresadora universal de *J. R. Brown* que incorporava divisor, consola de desplaçament vertical, curs transversal i avanç automàtic de la taula longitudinal amb l'aplicació de la transmissió *Cardan*.

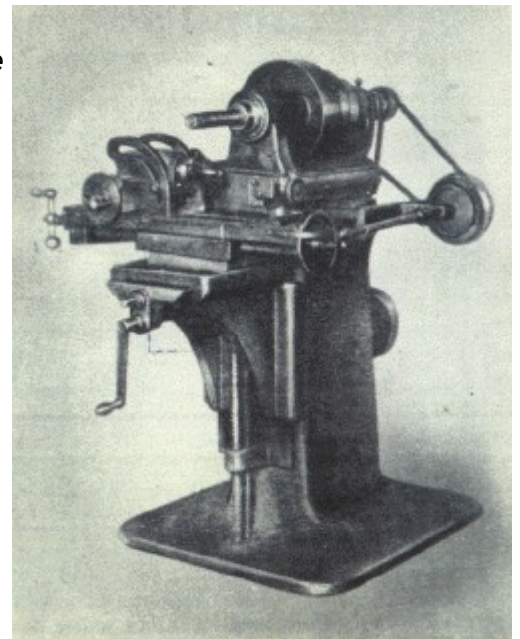


Fig. 5 Fresadora universal construïda per *J. R. Brown* al 1862

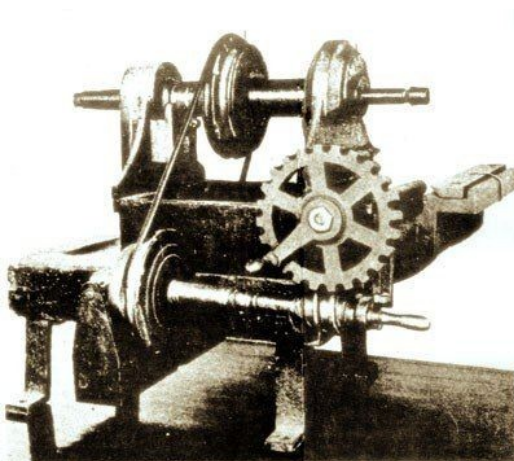
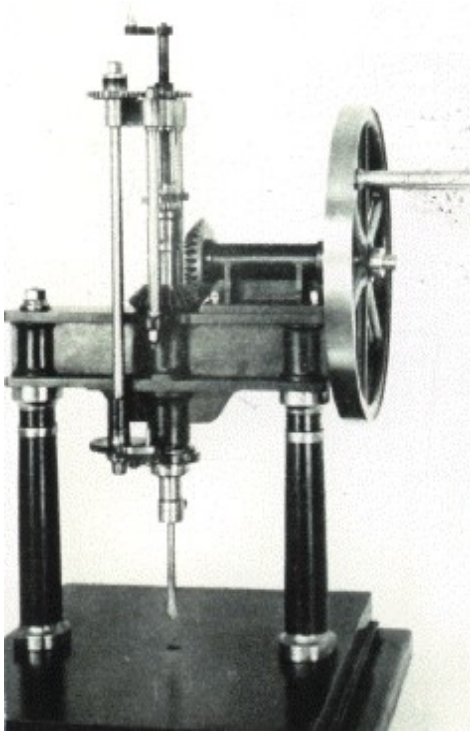


Fig. 6 Fresadora de *P. Huré*

Cal destacar la fresadora del francès *P. Huré* construïda el 1894, ja que és la que més influència ha tingut sobre les fresadores CNC d'avui dia.



Cada cop havien de trepar peces d'acer més grosses, i *Nasmyth* va ser el primer a construir un trepant de sobretaula totalment metàl·lic, a partir del qual es van anar fent millores. L'any 1860 el suís *Martignon* va inventar la broca helicoidal, la qual va ser molt revolucionaria perquè suposava un gran avenç en la producció i duració de l'eina.

Fig. 7 Trepant de sobretaula mecànic construït per Nasmyth al 1938

L'anglès *Joseph Whitworth* va perfeccionar el torn paral·lel, que encara es fa servir avui dia, i va ser fabricant de moltes eines i màquines. Va ser també qui va solucionar l'anarquia de les rosques i va dissenyar el seu propi sistema.

L'any 1854 es van afegir torretes-revòlver als torns convencionals per fabricar cargols i petites peces de revolució a causa de la necessitat de realitzar diferents operacions en un mateix amarratge de peça. El 1858 *H.D. Stone* va dissenyar el primer torn-revòlver i a partir del 1860 es van comercialitzar.

Al voltant del 1870 es van construir diferents torns automàtics per a poder produir petites peces de revolució en grans sèries. *Pratt & Whitney* va construir el primer torn automàtic amb carregador de peces i *The National Acme* el primer torn multi-cargol.

L'any 1843, a París, es construeix la primera mola artificial, i per al rectificat de peces cilíndriques al principi s'afegeix un capçal porta-moles al carro longitudinal del torn. El 1870 *Brown Sharpe* fabrica la primera rectificadora universal, i al 1880 se li afegeix un dispositiu de pal rectificat interior.

L'any 1891 *Edward Goodrich Acheson* va descobrir el carbur de silici. Aquest va permetre construir potents eines que desenvolupaven grans velocitats de tall, proporcionant la construcció de màquines més potents i precises. Gràcies al descobriment de l'acer ràpid per part de *Taylor i White*, a partir del 1898 es fabriquen noves eines que tripliquen la velocitat perifèrica de tall.

2.4 Segle XX: Fins al 1940

A partir del segle XX es comencen a substituir les turbines i les màquines de vapor que feien funcionar els tallers industrials per motors, i més endavant de manera lenta i progressiva es comencen a implantar motors a les màquines-eines. També es comença a exigir una major precisió, i és per això que el suís *Prenond Jacot* dissenya i fabrica una puntejadora vertical amb una taula de coordenades polars, on s'aconsegueix una precisió mai aconseguida fins llavors.

Les màquines, des de principis del segle XX fins al naixement del control numèric i fins i tot després, es mantenen les formes arquitectòniques que van adquirir a finals del segle XIX. Els materials són pràcticament l'únic que canvia, fent les màquines més potents, rígides, precises, etc.

L'enginyer americà *Janney* l'any 1906 va fabricar una bomba de pistons de cabal variable, i l'anglès *Hele Shaw* va construir el 1912 una bomba giratòria a pistons radials i caudal variable. Això va permetre l'aplicació d'accionaments hidràulics a rectificadores, torns copiadors, etc.

Fins a aquest moment la electrònica no va fer acte de presència, però a partir d'ara tindrà molta importància.

2.5 Segle XX: des del 1941 fins ara

L'electrònica i la informàtica van provocar una nova revolució industrial. Tot va començar el 1945, quan *John W. Manclhy* i *J. Presper Ecker* van inventar el primer ordinador del món.

L'any 1948 *Jhon Parson* va començar a aplicar el control numèric a la màquina-eina, amb l'objectiu de resoldre el problema que tenia l'aeronàutica a l'hora de fresar superfícies complexes tridimensionals. El 1952 feien experiments amb una fresadora *Cincinnati*. Aquesta programació feia servir un codi binari sobre una superfície perforada, i la màquina ho llegia i es movia simultàniament sobre els tres eixos. Tot i això, els models dels anys cinquanta i seixanta no eren gaire eficaços i eren molt cars.

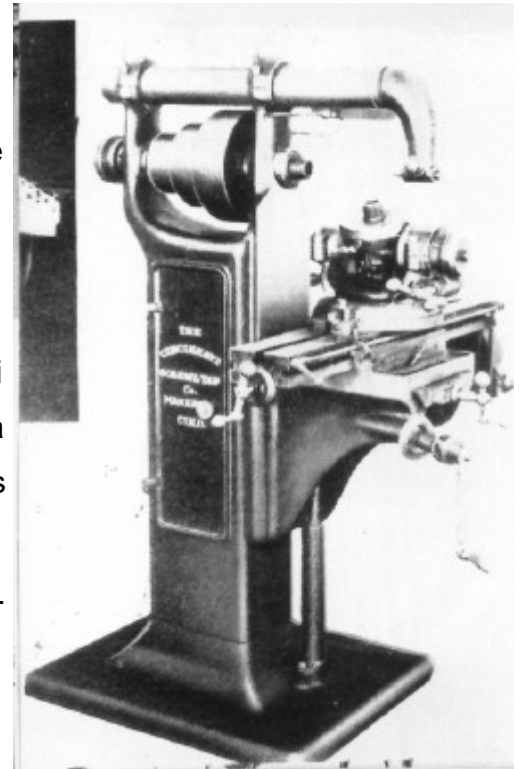


Fig. 8 Fresadora Cincinnati

A partir dels anys setanta, amb el desenvolupament de la microelectrònica, el control numèric passa a ser per ordinador, però als anys vuitanta és quan es produeix la seva aplicació generalitzada a causa del desenvolupament de l'electrònica i la informàtica.

CNC, o també anomenat control numèric, significa un ordinador que controla la posició i la velocitat dels motors que accionen els eixos d'una màquina.

El llenguatge de programació mitjançant el qual l'ordinador controla els eixos és anomenat Gcode.

El CNC s'aplica a fresadores, mandrinadores, torns i trepants. Es descobreix que té molt de potencial i construeixen una màquina capaç de trepar, fresar, mandrinar, etc. controlada per CNC.

La fresadora

Les fresadores són màquines-eines de diferents formes i aplicacions. La seva característica principal és que el seu tall el formen discs o cilindres d'acer, anomenats feses, formats per dents tallants.

Hi ha tres tipus principals de fresadores caracteritzades per la posició del seu eix: les horitzontals, les verticals i les mixtes.

Elements principals d'una fresadora

Els elements principals d'una fresadora són:

- El bastidor o base (1) és una peça rectangular d'un material anomenat fosa, i és la que suporta les altres parts. També és la que absorbeix les vibracions produïdes pel fresatge i a sobre la qual hi ha l'arbre principal, és a dir, el cos de la fresadora.
- L'arbre principal (2) és l'element que suporta la fresa, la que fa les operacions de ranurar, foradar, etc.
- La mènsula (3) controla el moviment de pujada i baixada de la taula de treball. Està feta de fosa amb l'objectiu que absorbeix-hi les vibracions per a un bon acabat de la peça.
- El carro transversal (4) es desplaça sobre la guia de la mènsula per permetre que la taula es pugui desplaçar frontalment. La seva funció és guiar i suportar la taula.
- La caixa de velocitats (5), ubicada sobre del bastidor, permet controlar la velocitat de rotació de l'eina.
- La taula (6) és l'òrgan de la màquina que suporta les peces que s'han de mecanitzar. El seu moviment pot ser manual o automàtic (CNC).
- Les feses tenen una gran quantitat d'accessoris, però els més importants són el porta-feses, que subjecta la peça a l'arbre principal, i la mordassa, que subjecta les peces que s'han de mecanitzar.



Fig. 9 Parts de la fresadora

Treballs de la fresadora

La fresadora es pot usar per a un gran nombre de diferents operacions, però les principals són:

- Planejar: És el procés que es duu a terme per aplanar la superfície d'una peça per tal que quedi paral·lela a la taula.
- Ranurar: Consisteix a fer-hi un canal.
- Escairar: Quan fem que un vèrtex formi un angle de 90 graus.
- Foradar: Procediment dut a terme per a formar una obertura circular a la peça mecanitzada.
- Aixamfrantar: Consisteix a planejar una peça però en aquest cas la superfície no queda paral·lela a la taula.
- Engrandir forats: Moltes peces de màquines necessiten amagar la cabota del caragol. Quan aquests forats són de precisió es fa servir la fresadora.
- Fer caixes: Consisteix a fer un buidatge en una superfície.

Les freses

Són eines de talls múltiples que giren al voltant d'un eix al efectuar un moviment de tall.

Classes de freses

Hi ha un gran nombre de freses segons la forma que tenen o l'ús que se'ls hi dona, però segons les seves dents es classifiquen en tres grups:

- Freses amb dents fresades: El seu perfil és gairebé triangular i s'afila normalment per bd . A mesura que es va afilant, les dimensions de les seves dents va disminuint. El seu ús principal és per a l'elaboració de superfícies planes.

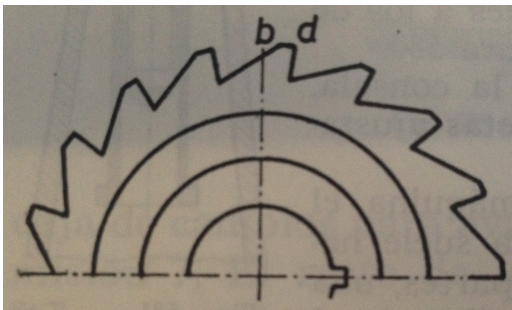


Fig. 10 Fresa amb dents fresats.

- Freses amb dents destalonades: El perfil d'aquestes s'apropa més a un rectangle i s'afila per la seva cara frontal. A diferència de les anteriors, aquestes sempre tenen les mateixes dimensions fins al seu desgast complet.



Fig. 11 Fresa amb dents destalonats

- Freses de dents postisses: Aquestes tenen les dents soldades a la massa i el seu ús principal és per a grans produccions.

Material de les freses

El material de la fresa, lògicament, ha de ser més dur que el material del que està feta la peça que es vol mecanitzar. Normalment, si la fresa es fa servir de tant en tant, es fan d'acer al carboni, ja que és més econòmic, però, si es fan servir molt sovint, llavors són fetes d'acer ràpid. Les dents postisses de les freses poden ser d'acer ràpid o de metalls durs com la *widia*.

Part Pràctica

Aquesta part del meu treball consisteix bàsicament en l'adaptació del control numèric a la fresadora, és a dir, adaptació de la fresadora per a la seva transformació, fabricació i fixació de les peces que suporten els motors, programació de l'*Arduino*, connexions de els elements electrònics, etc.

Materials

He començat amb la recerca de materials per a adaptar la fresadora *Proxxon MF 70* al CNC. El meu professor del treball de recerca em va facilitar unes impressores velles que ja no es feien servir amb l'objectiu de desmuntar-les i poder treure'n els motors que tenia a dintre per aprofitar-los. Malgrat haver-les desmuntat, els motors no els vaig poder reutilitzar, i he hagut de comprar-ne uns per internet del tipus *Nema 17*, mitjançant una aplicació anomenada *Wallapop*. També he comprat una placa *Arduino MEGA 2560 R3*, una font d'alimentació perquè funcioni, una placa *RAMPS 1.4* i uns *drivers Pololu A4988*.

Arduino és una companyia, d'origen als Estats Units, de *hardware* i *software* lliures i basats en el concepte que sigui fàcil de fer servir. El *hardware* són el conjunt de peces físiques que constitueixen un sistema informàtic i el *software* són un conjunt de programes que permeten al sistema informàtic realitzar diferents feines. El terme lliures fa referència al fet que qualsevol usuari de la xarxa té accés gratuït a ells, amb la possibilitat de donar diners per al desenvolupament del sistema. *Arduino* fa servir un llenguatge de programació propi basat en un anomenat *Wiring*. Aquesta empresa es va crear per a l'àmbit de la impressió en 3d, robòtica, i coses d'aquest estil, però una de les principals característiques és que les plaques *Arduino* on es fan les connexions són barates comparades amb les altres plaques micro-controladores. En el meu cas vaig comprar la *Arduino MEGA 2560 R3*, una placa capaç de fer projectes importants.

La placa *RAMPS 1.4* és una placa que controla els motors, tot i que és l'*Arduino* qui li dóna l'ordre. Els motors que fan girar els eixos de la fresadora van connectats a aquesta placa mitjançant els *drivers Pololu A4988*, que són imprescindibles perquè s'entenguin motors i placa.

El *kit* de peces CNC són un conjunt de peces que han de ser muntades a la fresadora per al suport dels motors. El disseny de les peces l'he tret d'una pàgina web anomenada *Thingiverse*, una web on pots obtenir dissenys d'una gran quantitat de peces per imprimir amb una impressora 3D. En el meu cas he fet servir la de l'institut, però vaig tenir un problema a l'hora d'imprimir-les.

Procediment

El primer pas que s'ha de fer per a la transformació de la nostra fresadora en control numèric és desmuntar-ne la base. Necessitarem un tornavís de punta d'estrella i una clau anglesa del nombre deu. Per a desmuntar-la hem de treure un tap negre que hi ha entre dos cargols, tant en l'eix X com en l'eix Y. Un cop tenim el tap fora veurem una femella, la qual descargolem amb la clau anglesa i un cop l'hem tret fem girar la manovella fins que traiem la vareta roscada i quan ja és fora amb un punxó traiem el passador i la separem. A continuació treiem els cargols del costat on teníem la vareta, on més endavant anirà la peça del *kit* CNC. És pràcticament el mateix als dos eixos.

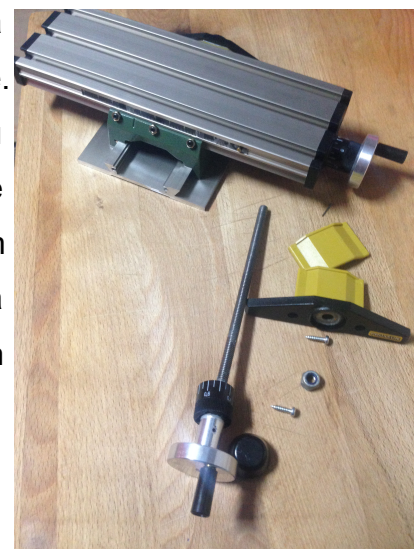


Fig. 12 Eix X (desmuntat) i eix Y

L'eix Z és diferent als altres dos eixos, ja que és el que fa pujar i baixar la fresadora. Per a desmuntar aquest hem de treure la tapa superior, descargolant els cargols i traient el tap negre com els altres dos eixos. Un cop fora només hem de fer girar la manovella, treure-la fora i amb un punxó treure el passador. Per a desmuntar els tres eixos he seguit uns vídeos d'una xarxa social anomenada *Youtube*. Aquests són d'un altre *kit* CNC per a transformar la mateixa fresadora, però per a desmuntar els eixos m'han servit perquè és el mateix procediment. Els vídeos són en anglès, però si no saps l'idioma pots seguir-los molt bé només observant-los. El dels eixos X/Y és el vídeo 1 de la webgrafia i el de l'eix Z és el 2.

Ara hem de fer o descarregar el disseny de les peces del *kit*. Les del meu treball són tretes de la xarxa, hi ha l'enllaç a la webgrafia on diu *Kit CNC*. Cada impressora té el seu programa, però l'objectiu de tots és passar-ho a *Gcode* perquè ho entengui la impressora. Jo he fet servir el *Cura* per a la impressora *BCN3D+*, que el podeu descarregar seleccionant el vostre sistema operatiu des de l'enllaç *Cura BCN3D+* de la webgrafia. Un cop obert el programa, anem a *File, Load model file* i busquem els arxius que hem descarregat. Un cop carregat el programa hauria de quedar una cosa semblant a la figura 13.

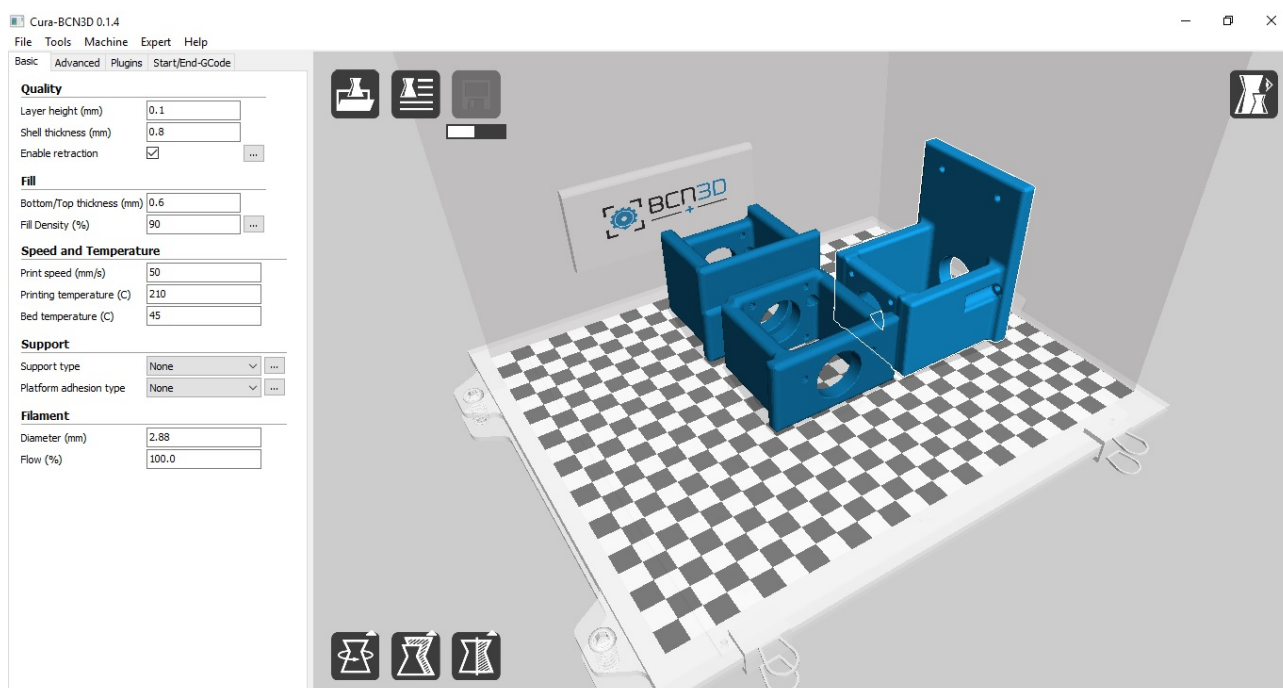


Fig. 13 Cura BCN3D+

El següent pas és muntar-les. Per fer-ho necessitarem cargols, podem reutilitzar-los de quan hem desmuntat els eixos, i un tornavís. Hi ha una peça dissenyada específicament per a cada eix, molt fàcils de muntar. Per als eixos X i Y la peça l'ajustem a sobre d'on hem tret els cargols abans, i la fixem amb cargols altre cop. Un cop la tenim ensamblada a la base, passem la vareta roscada amb l'acoblador, que serveix per ajuntar la vareta amb el motor pas a pas, i la fem girar. Un cop la vareta és a dins, enganxem el motor a la peça amb cargols de femella. Per a l'eix Z fem el mateix, d'allà on havíem tret els cargols ajustem la peça i li'n fem passar altre cop per ajuntar-la a la fresa.

Quan la peça està fixada, fem passar la vareta roscada amb l'acoblador fins que estigui a dins, ajuntem el motor i el fixem a la peça.

A continuació venen les connexions. El primer que hem de fer és connectar les plaques electròniques *Arduino MEGA 2560 R3* i la *RAMPS 1.4* amb els *drivers Pololu A4988*. La connexió d'aquests elements és molt senzilla, i s'entén simplement amb aquesta fotografia. Es tracta de col·locar la placa *RAMPS 1.4* a sobre de l'*Arduino* i els *drivers Pololu* a sobre de la placa *RAMPS*, un al cantó de cada pin on van els motors que faran girar la fresadora. La meua placa té cinc *drivers* perquè està ja muntada per si es vol fer servir per a una impressora 3d. La següent i darrera connexió és la de la font d'alimentació.

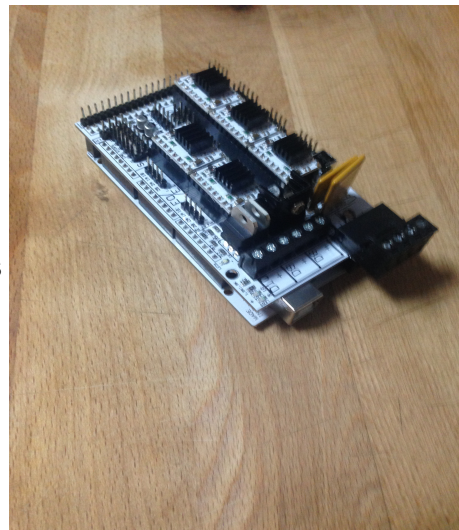


Fig. 14 *Arduino Mega 2560R3 + Ramps1.4 + drivers Pololu*

La font d'alimentació estàndard no està dissenyada per a alimentar plaques del tipus que s'usen en projectes com el meu, per això s'ha de modificar. A causa de la complexitat i la cura que s'ha de tenir a l'hora de manipular aquest element i que s'ha de saber què es fa vaig decidir comprar-la ja modificada, però si algú prefereix modificar-la el vídeo 3 de la webgrafia mostra com modificar-la i com connectar-la a la nostra placa. Per a connectar la font només necessitem quatre cables, que són dos positius i dos negatius. Segons el color de cada cable es determina si és positiu o negatiu, en el cas de la meua font tenia dos cables negres, els positius, i dos grocs, els negatius.



Fig. 15 *Font d'alimentació*

Per a connectar la font a la nostra placa es fa a través de la petita peça de la dreta de la figura 14, que és on hem d'entrar els cables i cargolar els cargols que es veuen en la fotografia perquè se subjectin bé, per això en aquesta part necessitarem un tornavís de punta plana.

Tot seguit hem de programar l' *Arduino* perquè ens entengui quan li enviem les ordres. Per a programar-lo necessitem el programa que es pot obtenir en la pàgina web de la webgrafia que diu *Arduino Software*, oficial de l'empresa *Arduino*.

Un cop a la pàgina fem *click* en el nostre sistema operatiu i instal·lem el programa. Ara podem programar el nostre *Arduino* perquè faci el que nosaltres li ordenem, i com que el que nosaltres volem és controlar-lo des d'una aplicació de l'ordinador, l'hem de programar perquè obeeixi el programa. Normalment cada programa té ja una plantilla a la que has de modificar molt poques coses segons els motors que fas servir. En el meu cas he fet servir una aplicació lliure que ja hi venia. L'aplicació i la programació de l' *Arduino* es troben en la pàgina web de la webgrafia que diu *CNC Control*. Accedim a la pàgina i descarreguem el programa, amb el qual controlarem els eixos de la fresadora, i el *firmware*, que és la plantilla de la qual he parlat. El programa és molt gràfic i és molt fàcil de fer servir, però en el cas que no s'entengui podem descarregar el manual, que explica com funciona. Connectem l' *Arduino* a l'ordinador mitjançant un cable especial per a *Arduinos*, s'obrirà el programa, anem a l'apartat *Herramientas, Tarjeta* i seleccionem la nostra placa.

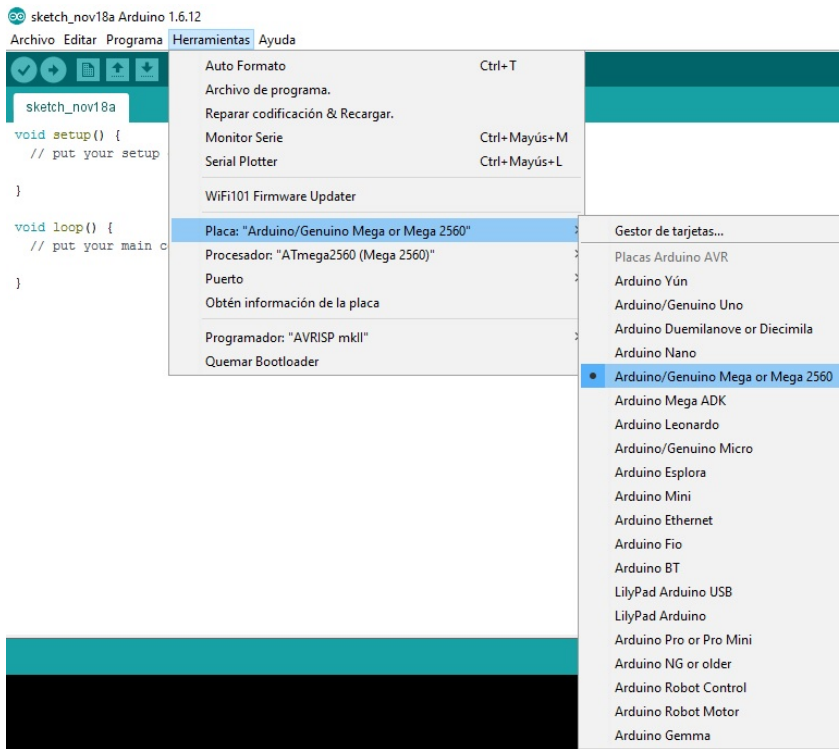


Fig. 16 Captura de pantalla Arduino. Selecció de targeta.

Després anem a *Archivo, Abrir* i busquem el *firmware*. Un cop el trobem obrim el que diu *regrap_new_firmware.ino* i l'obrim. Abans de passar la informació a l' *Arduino* hem d'assegurar-nos que el port connectat és l'adient, i si no és així canviar-lo. Per fer-ho anem a *Herramientas, Puerto* i seleccionem el port COM i un número, al costat del qual hi ha el model del nostre Arduino.

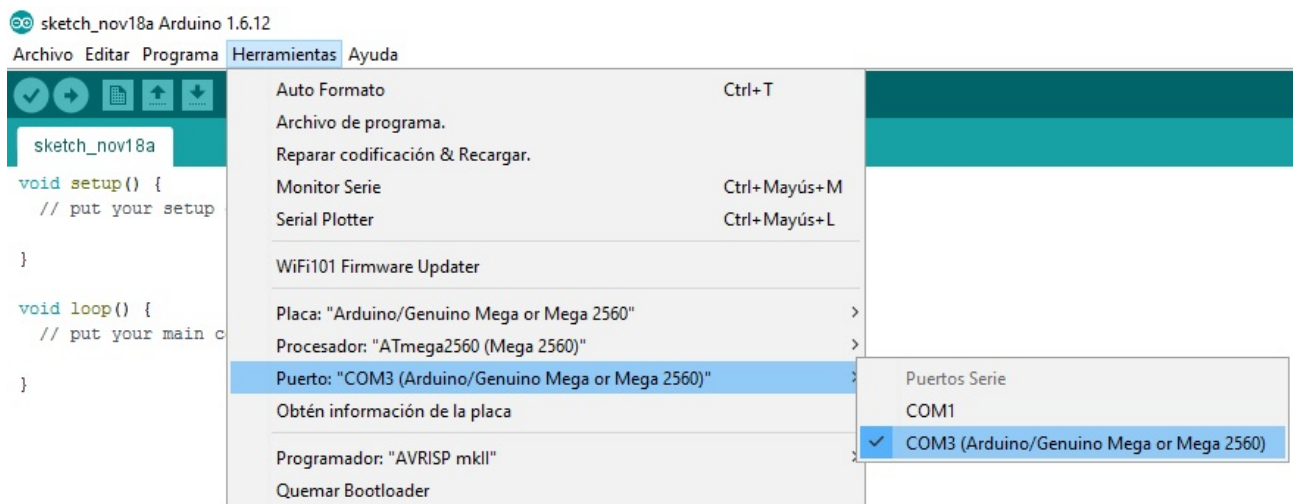


Fig. 17 Captura de pantalla Arduino. Selecció de port.

Un cop obert fem *click* a la fletxa de sota de *Archivo* que apunta cap a la dreta i automàticament s'instal·la al nostre *Arduino*.

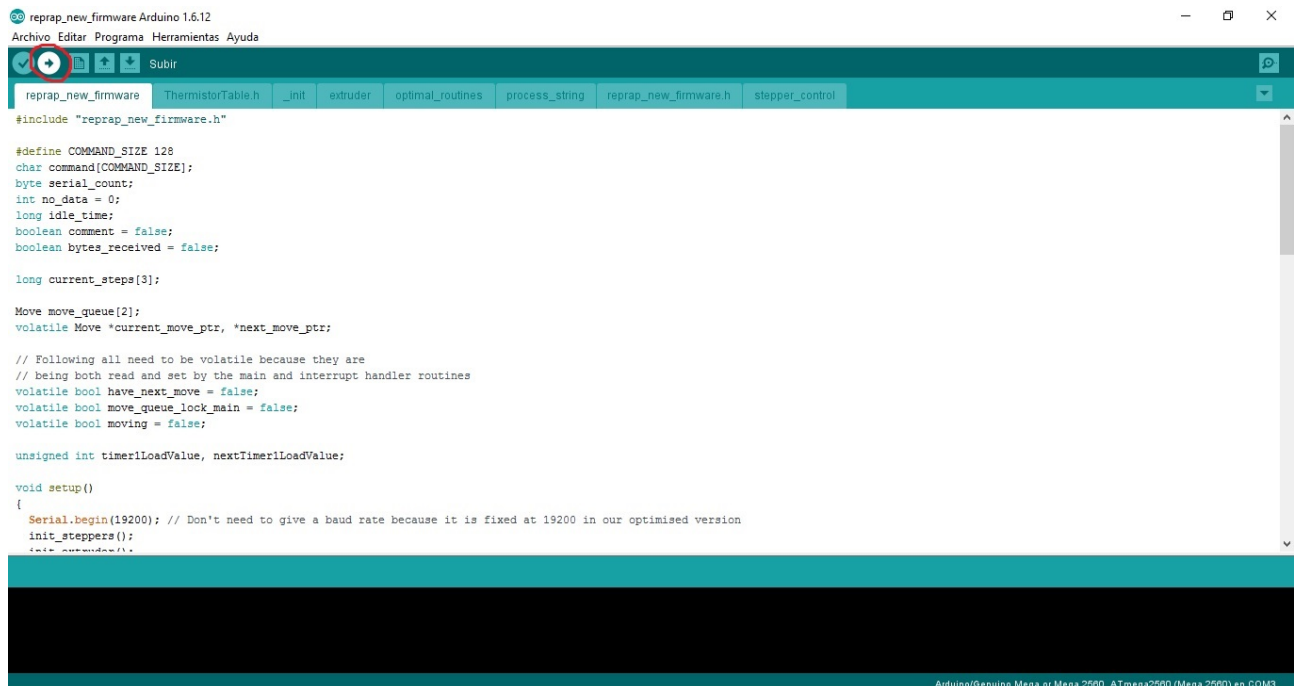


Fig. 18 Captura de pantalla Arduino. Instal·lació a l'Arduino

Un cop instal·lat obrim l' aplicació i definim els pins als quals connectarem els motors amb l'*Arduino*. Per a fer això des de l'apartat de configuració anem a *Firmware* i definim els definim. En el meu cas, per Als eixos X,Y,Z els pins són: *Step*: A0,A6,46; *Dir*: A1,A7,48; *Final de carrera superior*: 3,14,18; *Final de carrera superior*: 0,0,0; i *Activar*: 38,A2,A8 respectivament.

Un cop definits fem *click* a *Modificar firmware* i la nostra fresadora ja estarà llesta per a funcionar.

Com gravar un dibuix amb la fresadora de control numèric

Ara que ja tenim la fresadora transformada al control numèric podem fer una gran quantitat d'operacions, però la més bàsica és ranurar o gravar un dibuix. El primer que hem de fer és tenir un dibuix escanejat o buscar un dibuix o fotografia per internet. Un cop tenim el que volem hem de descarregar un programa lliure anomenat *Inkscape*, que podem trobar en el enllaç de la webgrafia que diu *Inkscape*. Anem a *Descargas* i seleccionem el nostre sistema operatiu. Un cop tenim el programa instal·lat l'obrim, i a dins del programa inserim la fotografia anant a *Archivo*, *Importar* i la seleccionem. A continuació anem a *Trayecto*, *Vectorizador de mapas de bits* i quan se'ns obri la pestanya fem *click* a *Corte de velocidad* i *Aceptar*.

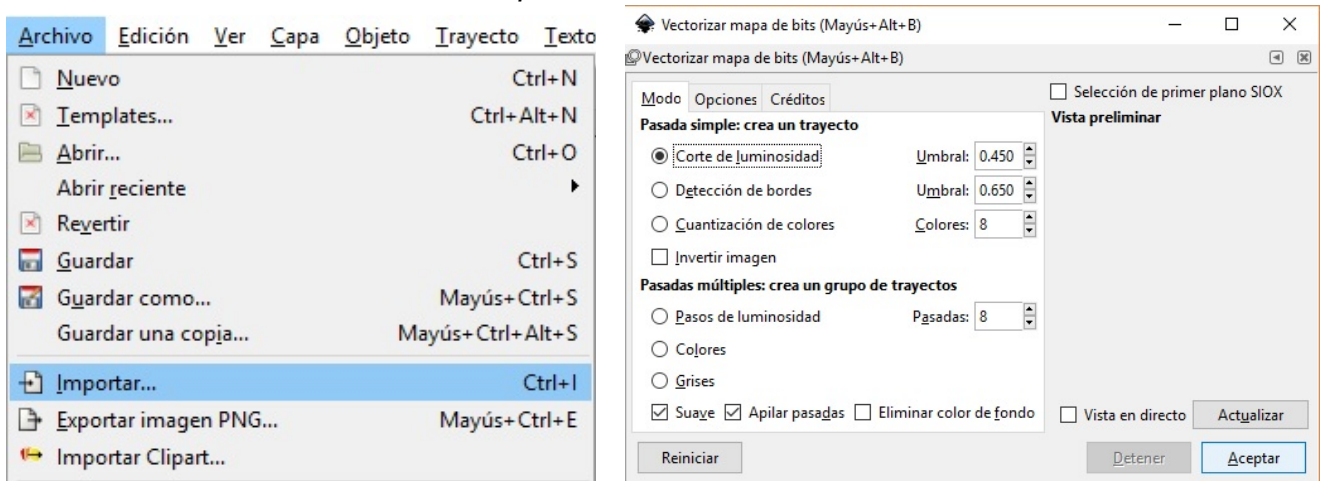


Fig. 19 Captura de pantalla Inkscape. Importació de la imatge.

Fig. 20 Captura de pantalla Inkscape. Vectoritzar mapa de bits.

Ens sortirà una nova imatge a sobre de l'antiga, desplaçem la nova el més avall a l'esquerra possible, perquè és el punt zero dels eixos, i esborrem l'antiga. Tot seguit, amb la imatge seleccionada, anem de nou a *Trayecto* i a *Desvío dinámico*.

Després anem a *Extensiones, Gcodetools* i *Puntos de orientación*.

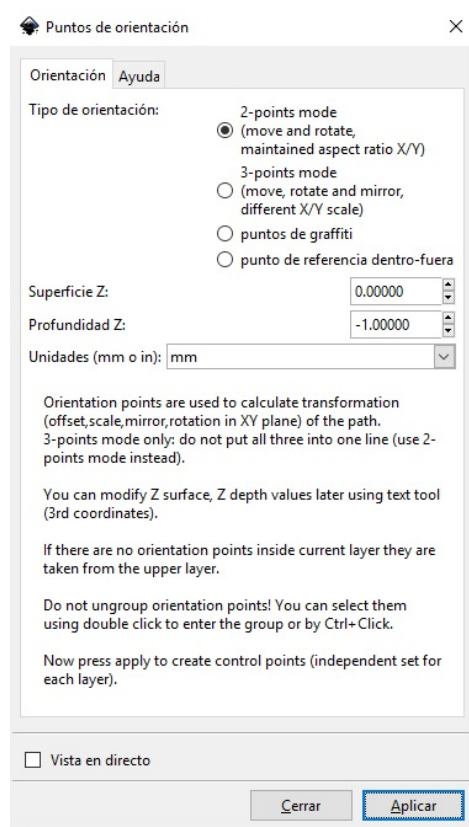


Fig. 21 Captura de pantalla Inkscape. Punts d'orientació.

Ens assegurem que on diu *Superficie Z* estigui a 0,001 i les unitats en mil·límetres i fem *click* a *Aplicar*. Tornem a seleccionar la fotografia i anem de nou a *Extensiones, Gcodetools* i aquest cop seleccionem *Biblioteca de herramientas* i seleccionem predeterminada. Se'ns obrirà un quadre verd en el qual hem de canviar les dades, això depèn de cada fresadora i dels motors que porti. Per últim anem a *Extensiones, Gcodetools* i *Trajecto a Gcode*, que és com la fresadora llegirà el dibuix. Li posem el nom que volem a l'arxiu i a on volem desar-lo i fem *click* a *Aceptar*. Ja tindriem el dibuix en *Gcode* i podríem passar-lo a la fresadora perquè el dibuixi.

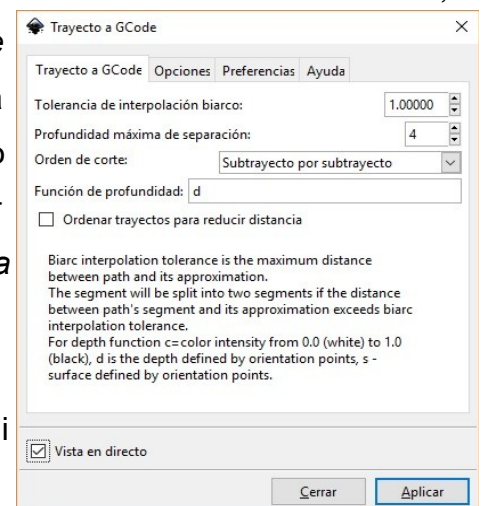


Fig. 22 Captura de pantalla Inkscape. Trajecte a Gcode.

Visita a Ortopèdia Soler

Ja que el meu treball està basat en les fresadores de control numèric vaig decidir buscar una empresa que treballés amb una d'aquestes veure com funcionen en l'ambient professional. El meu tiet treballa en aquesta empresa, li vaig comentar de que anava el meu treball i em va oferir anar-hi un dia per poder veure la fresadora i parlar amb el propietari perquè li preguntes el que volgués.

La fresadora d'Ortopèdia Soler no té res a veure amb la que jo he automatitzat, perquè la seva és d'ús professional i en la que jo he treballat és més d'ús personal per a fer petits projectes.

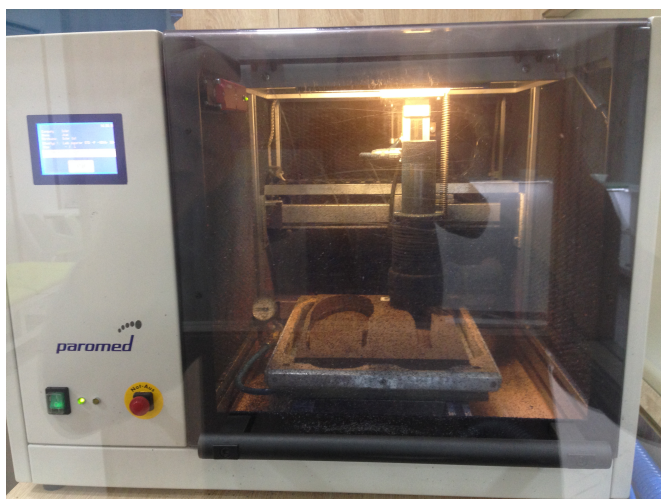


Fig. 23 Fresadora Paromed d'Ortopèdia Soler treballant

Vaig estar parlant amb el propietari i em va dir que la fresadora ja la van comprar automatitzada i la fan servir únicament per a la fabricació de plantilles. Les dissenyen amb un programa anomenat *Paromed*, després ho passen a *Gcode* i ho envien a la fresadora, connectada, mitjançant un cable, amb l'ordinador. La fresadora llegeix l'arxiu i es posa a treballar. Li vaig preguntar si considerava la fresadora essencial en la seva feina, i em va dir que sí, ja que li estalvia moltíssima feina i que l'acabat de les plantilles és perfecte. Al finalitzar la visita me'n va regalar unes que van fer de prova i em va explicar que les feien en dos passos. Primer es fa un ranurat de la forma del peu, sense tenir en compte la base irregular de cada peu, i després escanegen la forma del peu, amb un escàner especialitzat en la tasca, la passen al programa de l'ordinador i la fresadora fa el relleu.

Conclusió

Com a conclusió d'aquest treball trec que no ha estat gens fàcil aprendre a transformar una fresadora normal a una de control numèric, tot i que abans de començar pot semblar que sigui un treball que es pot fer en qüestió de pocs dies. Ha estat un treball llarg i complex i pot no semblar-ho però hi ha moltes hores darrere d'aquest treball, ja que quan entres en un món pel que mai abans t'hi havies interessat, al principi, estàs molt perdut i ha estat el meu cas. El més difícil de tot ha set la part de l' *Arduino*, a l'hora de programarlo i de fer que funcioni amb l'aplicació de l'ordinador, ja que mai abans havia entrat en el camp de la programació. El major inconvenient a l'hora de realitzar la part pràctica ha estat a l'hora d'imprimir les peces, que necessitava per a muntar la fresadora, amb la impressora 3D de l'institut, ja que es va espatllar i no vaig poder imprimir les peces.

En la meva opinió ha estat una bona experiència i estic orgullós d'haver treballat per a la construcció d'aquesta fresadora i més encara perquè sé que se li donarà un bon ús. També m'agradaria agrair al meu tutor, en Toni Serrano, per tota la seva ajuda, ja que sense ell no hagués pogut realitzar el treball, i a Ortopèdia Soler per convidar-me a visitar la seva empresa i poder veure la seva fresadora i quin ús li donen.

Bibliografia

Tecnología Mecánica

Librería Salesiana

Barcelona 1964, dotzena edició

492 pàgines, consultades 52 (365-417)

Consultat: Novembre de 2016

JOSEPH I GUAL Joan i altres

Tecnología Industrial 2 batxillerat

MC Graw Hill

Aravaca (Madrid) 2008

365 pàgines, consultades 3 (300-302)

Consultat: Novembre 2016

Webgrafia

<http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/1435-Evolucion-tecnica-de-la-maquina-herramienta-Resena-historica.html>

ALDABALDETRECU, Patxi

Evolució tècnica de la màquina-eina. Ressenya històrica.

1 de març de 2002

Consultat: Juliol de 2016

<http://www.urv.cat/ca/recerca/suport/recursos-cientifics-tecnics/serveis/fresadora/>

Universitat Rovira i Virgili

Consultat: Setembre de 2016

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>

Arduino

What is Arduino?

Consultat: Novembre de 2016

<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

Arduino

ArduinoBoardMega2560

Consultat: Novembre de 2016

<https://sites.google.com/a/insvescomtatdecabrera.cat/tecnologiaindustrial1curs1213/s/sistem-de-fabricacio-i-industria-metal-lurgica/4-conformacio-amb-arrencada-de-ferritja-1>

CASANOVAS POZO, Adrià

Consultat: Novembre 2016

Vídeo 1:

[https://www.youtube.com/watch?](https://www.youtube.com/watch?v=zhckeUoXwuc&list=PLYxf6JVpXtyO_PyjGGxkbtEI6JiWM5uO&index=1)

[v=zhckeUoXwuc&list=PLYxf6JVpXtyO_PyjGGxkbtEI6JiWM5uO&index=1](https://www.youtube.com/watch?v=zhckeUoXwuc&list=PLYxf6JVpXtyO_PyjGGxkbtEI6JiWM5uO&index=1)

Vídeo 2:

[https://www.youtube.com/watch?](https://www.youtube.com/watch?v=pFXrb_tvG2g&list=PLYxf6JVpXtyO_PyjGGxkbtEI6JiWM5uO&index=2)

[v=pFXrb_tvG2g&list=PLYxf6JVpXtyO_PyjGGxkbtEI6JiWM5uO&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=pFXrb_tvG2g&list=PLYxf6JVpXtyO_PyjGGxkbtEI6JiWM5uO&index=2)

Kit CNC:

<http://www.thingiverse.com/thing:21890>

Cura BCN3D+:

<https://www.bcn3dtechnologies.com/es/plus-downloads/>

Vídeo 3:

<https://www.youtube.com/watch?v=Umg-8sQ3hwU>

Arduino Software:

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

CNC Control:

<http://www.cncontrol.byethost13.com/descargas.html>

Inkscape:

<https://inkscape.org/es/>

Annexos

Technical specs

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

Fig. 1 Fitxa tècnica de l'*Arduino*

Stepper Motor NEMA 17

This document describes mechanical and electrical specifications for PBC Linear stepper motors; including standard, hollow, and extended shaft variations.

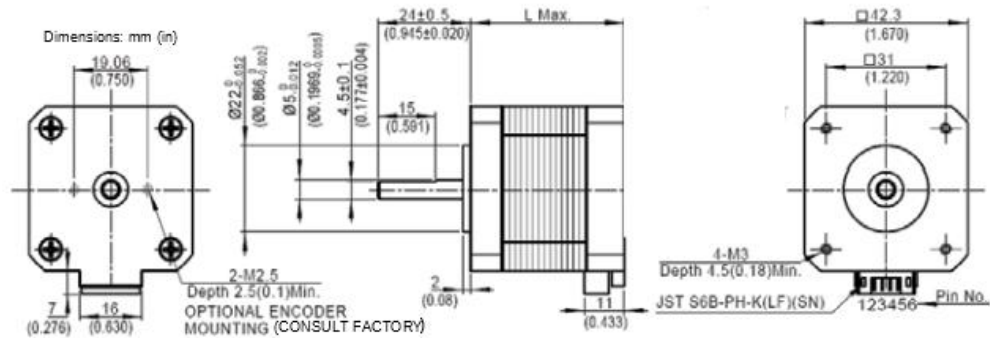


Phases 2
 Steps/Revolution 200
 Step Accuracy ±5%
 Shaft Load 20,000 Hours at 1000 RPM
 Axial 25 N (5.6 lbs.) Push
 65 N (15 lbs.) Pull
 Radial 29 N (6.5 lbs.) At Flat Center
 IP Rating 40
 Approvals RoHS
 Operating Temp -20° C to +40° C
 Insulation Class B, 130° C
 Insulation Resistance 100 MegOhms

Standard shaft motor shown.

Description	Length	Mounted Rated Current	Mounted Holding Torque		Winding Ohms		Detent Torque		Rotor Inertia		Motor Weight	
			Nm Typ.	oz-in Typ.	±10% @ 20°C	mH Typ.	mNm Typ.	oz-in Typ.	cm ² Typ.	oz-in Typ.	kg Typ.	lbs Typ.
(Stack)	"L" Max	Amps										
Single	39.8 mm (1.57 in)	2	0.48	68	1.04	2.2	15	2.1	57	0.310	28	0.62
Double	48.3 mm (1.90 in)	2	0.63	89	1.3	2.9	25	3.5	82	0.450	36	0.79
Triple	62.8 mm (2.47 in)	2	0.83	120	1.49	3.8	30	4.2	123	0.670	6	1.3

*All standard motors have plug connector. Consult factory for other options.



Standard shaft dimensions shown. All other dimensions apply to hollow and extended shaft options.

Dimensions: mm (in)
 4 Lead Connector, PBC Part#6200490
 (Consult factory for optional motor connectors)

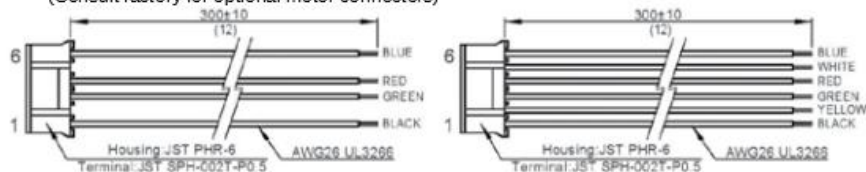


Fig. 2 Fitxa tècnica motors Nema 17.

NEMA 17 Stepper Motor

*Performance curves apply to continuous duty cycles.
Consult factory for intermittent cycles or other voltages.

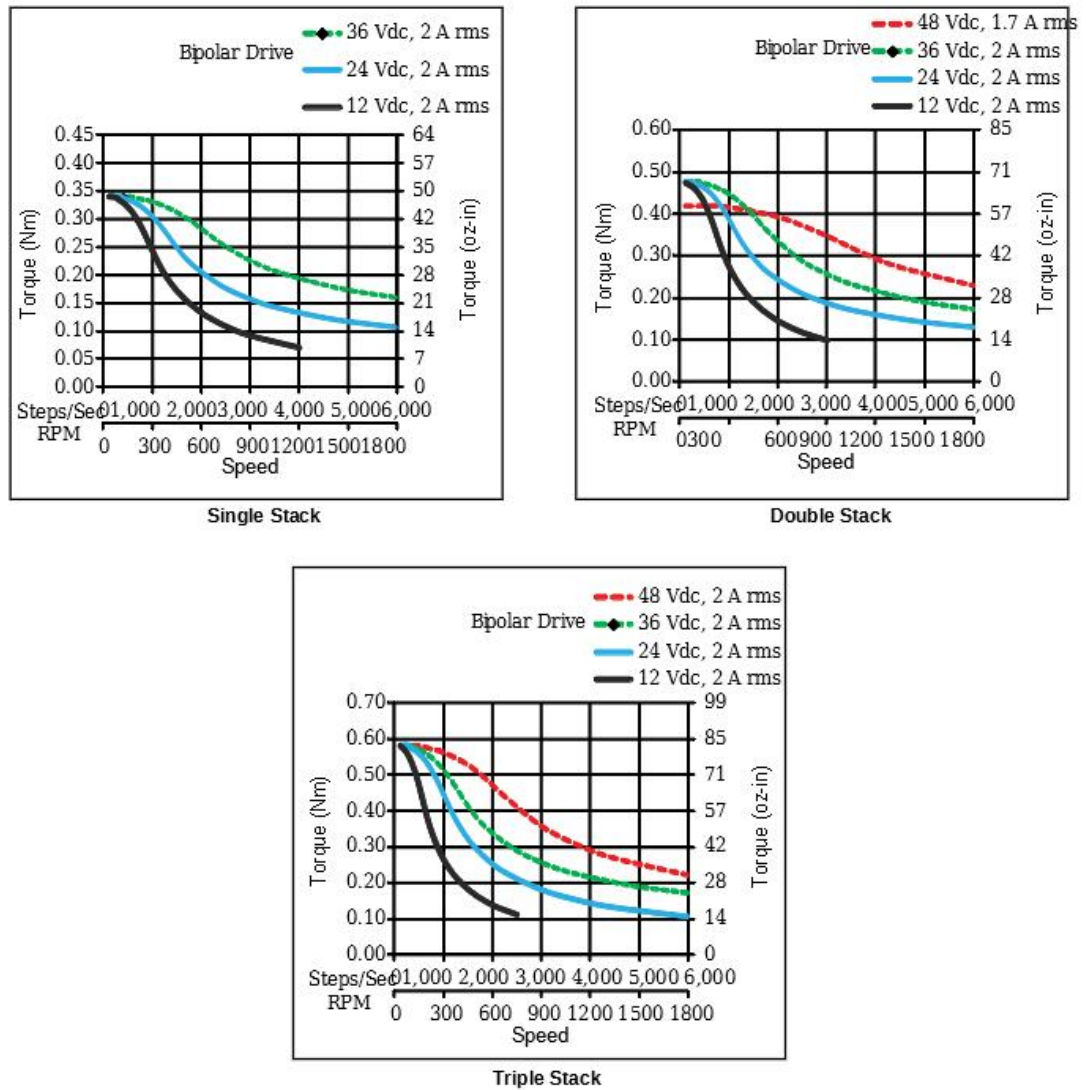


Fig. 3 Segona part fitxa tècnica motors Nema 17.



Fig. 4 Motor pas a pas *Nema 17*.

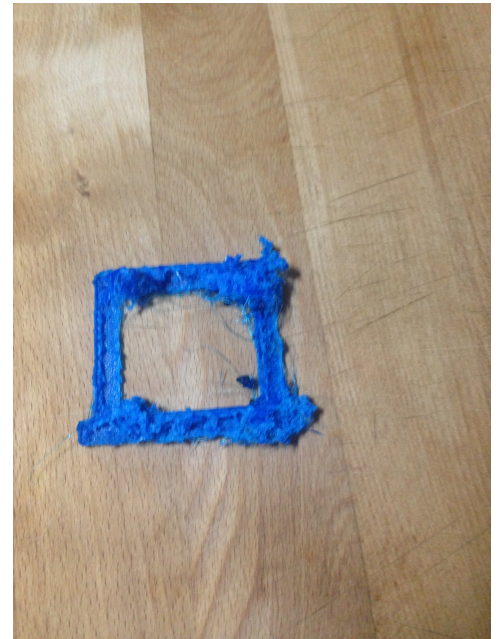


Fig.5 Peça mal impresa del suport dels motors.



Fig. 6 Plantilles fetes amb la fresadora de Ortopèdia Soler.



Fig. 7 Fresadora acabada