

## **Treball final de grau**

**Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica**

**Títol: Shamrock Guinness**

**Document: Memòria i Annexes**

**Alumne: Biel Roig Rodríguez**

**Tutor: Jordi Renart**

**Departament: Enginyeria mecànica i de la construcció Industrial**

**Àrea: MMCTE**

**Convocatòria (mes/any): Juny 2023**

# Índex

<b>MEMÒRIA</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedents .....	2
1.2 Objecte .....	4
1.3 Especificacions i Abast.....	5
<b>2. ELEMENTS DEL PROJECTE</b> .....	<b>7</b>
<b>3. PROPOSTES EN EL DISSENY</b> .....	<b>8</b>
<b>4. DISSENY FINAL</b> .....	<b>10</b>
4.1 Disseny mecànic.....	11
4.1.1 Eix X.....	12
4.1.2 Eix Y .....	14
4.1.3 El suport del got.....	16
4.2 Esquema elèctric .....	18
4.3. Adaptador del tirador.....	19
<b>5. CONJUNT FINAL</b> .....	<b>22</b>
<b>6. CONCLUSIONS</b> .....	<b>24</b>
<b>7. RESUM PRESSUPOST</b> .....	<b>27</b>
<b>8. RELACIÓ DE DOCUMENTS</b> .....	<b>29</b>
<b>ANNEX A: DESCRIPCIÓ TÈCNICA I FABRICACIÓ</b> .....	<b>30</b>
<b>Prototip final</b> .....	<b>30</b>
<b>A.1 COMPONENTS A FABRICAR DE LA MAQUINA</b> .....	<b>31</b>
1.1 Base 1 .....	31
1.2 Base 2 .....	32
1.3 Suport Motor Base 1 .....	33
1.4 Suport motor Base 2.....	35
1.5 Suport rodament base 1.....	36
1.6 Suport rodament base 2.....	37
1.7 Suport got 1.....	38
1.8 Suport got 2.....	40
1.9 Gruix motor B2 .....	41
<b>A.2 COMPONENETS A COMPRAR DE LA MAQUINA</b> .....	<b>42</b>
2.1 Guies lineals.....	42
2.2 Bloc MGN 12h.....	42
2.3 Vis sens fi.....	42
2.4 Femella Vis sens fi .....	43
2.5 Acoblador flexible.....	43
2.6 Rodament.....	44

2.7	Motor Nema 14 .....	44
2.8	Pololu A4988 .....	45
2.9	ESP 32 .....	45
2.10	ESP32 CNC shield.....	45
2.11	Font d'alimentació.....	46
<b>A.3</b>	<b>COMPONENTS A FABRICAR EXTERNS A LA MAQUINA .....</b>	<b>47</b>
3.1	Caixa .....	47
3.2	Reixa .....	48
<b>A.4</b>	<b>MODIFICACIONS PER A L'OPTIMITZACIÓ DE LA PEÇA .....</b>	<b>50</b>
4.1	Base 1 .....	50
4.2	Base 2 .....	50
4.3	Suport got 1.....	51
4.4	Suport rodament base 1 i Suport rodament base 2.....	51
4.5	Vis sens fi.....	52
<b>A.5</b>	<b>MODIFICACIONS EN EL PROJECTE PER INCONVENIENTS .....</b>	<b>53</b>
5.1	Femella Vis sens fi .....	53
5.2	Acoblaments flexibles .....	53
5.3	Suport motor base 2.....	54
<b>ANNEX B:</b>	<b>CÀLCULS MECÀNICS.....</b>	<b>55</b>
<b>B.1</b>	<b>CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DEL MOTOR DE L'EIX Y .....</b>	<b>55</b>
<b>B.2</b>	<b>CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DEL MOTOR DE L'EIX X .....</b>	<b>58</b>
<b>ANNEX C:</b>	<b>PROGRAMACIÓ.....</b>	<b>59</b>
<b>C.1</b>	<b>PRIMERA IDEA .....</b>	<b>59</b>
<b>C.2</b>	<b>GRBL.....</b>	<b>59</b>
<b>C.3</b>	<b>GCODE.....</b>	<b>60</b>
<b>C.4</b>	<b>PRIMERA IDEA AUTOMATITZACIÓ .....</b>	<b>61</b>
<b>C.5</b>	<b>GRBL ESP32 CNC SHIELD .....</b>	<b>62</b>
<b>C.6</b>	<b>COMUNICACIÓ PC-ESP32.....</b>	<b>63</b>
<b>C.7</b>	<b>COMUNICACIÓ CABLE SÈRIE.....</b>	<b>63</b>
<b>C.8</b>	<b>COMUNICACIÓ INTERNA PER INTERPRETACIÓ .....</b>	<b>64</b>
<b>C.9</b>	<b>EXEMPLE POLAR COASTER .....</b>	<b>65</b>
<b>C.10</b>	<b>COORDENADES CARTESIANES I POLARS .....</b>	<b>66</b>
<b>C.11</b>	<b>REASSIGNACIÓ DE PINS .....</b>	<b>67</b>
<b>C.12</b>	<b>DIAGRAMA ELÈCTRIC DEFINITIU DEL PROJECTE .....</b>	<b>68</b>
<b>ANNEX D:</b>	<b>CÀLCULS EN LA PROGRAMACIÓ.....</b>	<b>69</b>
<b>D.1</b>	<b>DADES DEL MOTOR I EL DRIVER A4998.....</b>	<b>69</b>
<b>D.2</b>	<b>CÀLCULS.....</b>	<b>70</b>

2.1	Avanç.....	70
2.2	Velocitat.....	71
2.3	Acceleració .....	71
D.3	<b>CONFIGURACIÓ FINAL .....</b>	<b>72</b>
	<b>ANNEX E: MANUAL D'Ús.....</b>	<b>73</b>
E.1	<b>INSTRUCCIONS IMPORTANTS DE SEGURETAT .....</b>	<b>73</b>
E.2	<b>INFORMACIÓ.....</b>	<b>74</b>
E.3	<b>INSTRUCCIONS PER A LA POSADA EN MARXA.....</b>	<b>75</b>
E.4	<b>INSTRUCCIONS PER AL MANTENIMENT .....</b>	<b>76</b>
4.1	Manteniment diari:.....	76
4.2	Manteniment mensual:.....	76
E.5	<b>IMPORTANT SAFETY INSTRUCCIONS.....</b>	<b>77</b>
E.6	<b>INFORMATION .....</b>	<b>78</b>
E.7	<b>START-UP INSTRUCTIONS.....</b>	<b>79</b>
E.8	<b>MAINTENANCE INSTRUCTIONS .....</b>	<b>80</b>
8.1	Daily maintenance: .....	80
8.2	Monthly maintenance:.....	80
	<b>ANNEX F: EINES UTILITZADES.....</b>	<b>81</b>
F.1	<b>BROCA Ø21MM .....</b>	<b>81</b>
F.2	<b>MANDRIL Ø22MM .....</b>	<b>81</b>
F.3	<b>FRESOLÍ DE 6 PLAQUETES DE WIDIA DE Ø30MM .....</b>	<b>82</b>
F.4	<b>BROCA DE Ø3,5MM .....</b>	<b>82</b>
F.5	<b>BROCA DE Ø28MM .....</b>	<b>82</b>
F.6	<b>BROCA DE AVELLANAR .....</b>	<b>83</b>
F.7	<b>TELA ESMERILADORA .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANNEX G: ANÀLISI DEL MOVIMENT I FUNCIO DE L'ANELL ELÀSTIC DE RETENCIÓ.....</b>	<b>84</b>
G.1	<b>L'AVANÇ .....</b>	<b>84</b>
G.2	<b>RETROCÉS.....</b>	<b>85</b>

# MEMÒRIA

## 1. INTRODUCCIÓ

La idea del projecte és dissenyar i fabrica una màquina que sigui fàcil d'instal·lar i capaç de dibuixar un trèvol perfecte sobre l'escuma de la cervesa. Això permetrà que qualsevol barman o persona sense experiència pugui servir pintes de cervesa Guinness seguint la tradició de dibuixar el trèvol a l'escuma.

## 1.1 Antecedents

The black stuff' és el nom col·loquial que es dona a la Guinness, una beguda produïda per primer cop el 1759 per Arthur Guinness. La cervesa Guinness és el que a Catalunya o Espanya s'anomena 'cervesa negra'. Aquesta cervesa està elaborada a partir de llúpols, plantes utilitzades en totes les cerveses, a més d'una fórmula secreta que dona a la Guinness el seu gust fort i inconfusible.

La densa i cremosa escuma, que és el focus principal d'aquest projecte, es crea abocant la beguda a través d'una barreja de nitrogen, a diferència del gas de diòxid de carboni que s'utilitza en la cervesa normal. Això també és degut al seu alt contingut en proteïnes, resultat de tenir una gran quantitat d'ordi sense maltejar en el procés d'elaboració (el malteig elimina les proteïnes).

Així doncs, l'escuma és present durant tota la ingesta de la cervesa, i per aprofitar aquesta densitat, els irlandesos tenen la tradició de dibuixar un trèvol a sobre de l'escuma d'una pinta oficial després de servir-la i deixar-la reposar durant 2 minuts. Aquesta silueta es realitza quan la cervesa que cau del tirador penetra a sobre de l'escuma, i el barman mou la pinta en forma de trèvol. Aquesta silueta es fa ja que el trèvol és el símbol d'Irlanda des del segle 18. A la figura 1 es pot veure la silueta del trèvol dibuixada. Per tant, aquest projecte s'ha centrat en els bars on s'ofereixi cervesa de la marca Guinness, ja que és l'única que produeix escuma amb una densitat suficient perquè el dibuix hi quedi marcat.



FIGURA 1: TRÈVOL TRADICIONAL QUE ES DIBUIXA SOBRE L'ESCUMA

Segons uns estudis realitzats el 2017 per la cadena de mini-restaurants "Food Republic", es consumeixen anualment al món un total de 1,8 bilions de pintes de Guinness. Els cinc països que lideren les vendes d'aquesta famosa cervesa irlandesa són el Regne Unit, Nigèria, Irlanda, Camerun i, en cinquè lloc, els Estats Units. Un detall interessant és que el 40% de la cervesa Guinness consumida a nivell mundial s'ha consumit a Àfrica.

Per tant, la idea és centrar els esforços en llançar el producte al país d'origen de la marca, ja que, encara que no sigui el primer en vendes, és on la tradició és més forta i on el producte té millor acceptació. Fora d'Irlanda, la tradició de dibuixar a l'escuma no és tan coneguda, de manera que el projecte no guanyaria tanta popularitat en aquests països.

Un cop s'estableixi i guanyi renom, s'expandirà la marca als altres països consumidors de Guinness, amb un enfocament principal a Europa a causa de la seva proximitat i facilitat de lliure comerç. Fer el salt als Estats Units requerirà noves certificacions ANSI (American National Standards Institute), la qual cosa suposarà un esforç addicional per part de l'empresa. Per això és interessant estar establerts a Europa, per tenir una base econòmica suficient per obtenir els certificats necessaris per exportar i vendre a Estats Units.

Es vol eliminar la tasca que requereix al barman moure la pinta manualment, ja que això pot resultar difícil per mantenir una velocitat i una inclinació constants, que requereix experiència i pràctica. Es pot veure el procediment a la figura 2.



FIGURA 2: TRÈVOL DIBUIXAT AMB EL TIRADOR A SOBRE L'ESCUMA

## 1.2 Objecte

L'objectiu del projecte és dissenyar i fabricar una màquina capaç de substituir el mètode tradicional i manual de dibuixar un trèvol sobre una cervesa Guinness per un mètode automatitzat i més eficient.

La raó de crear una màquina autònoma i senzilla d'instal·lar, sense dependre d'un controlador més potent, és per eliminar possibles peces que requereixin manteniment o que puguin necessitar reparacions en el futur. Això ajudarà a reduir els costos per oferir preus més competitius al mercat i limitarà la potència de l'autòmat, però al mateix temps li donarà agilitat en la localització i reparació de qualsevol avaria, ja que tindrà menys components que puguin ser defectuosos. A més, serà fàcil d'instal·lar i posar en marxa, de manera que el comprador només haurà de col·locar-la al sortidor de Guinness i connectar-la a la corrent elèctrica.



### 1.3 Especificacions i Abast

Les especificacions en el disseny de la màquina són:

<b>DIMENSIONS MÀXIMES</b>	200x200x100mm	Obligat
<b>MATERIALS</b>	Compatibles amb els aliments	Obligat
<b>PES MÀXIM</b>	3 Kg	Recomanable
<b>TEMPS DE VIDA</b>	5 anys	Recomanable
<b>TEMPS A EMPRAR PER FER EL DIBUIX</b>	10 segons	Obligat
<b>INSTAL·LACIÓ</b>	Senzilla calibrar i connectar a la corrent	Obligat
<b>PREU MÀXIM</b>	250€	Obligat
<b>TIPUS DE RECIPIENT</b>	Pinta oficial de Guinness	Obligat

Per a la comercialització de la màquina un cop el projecte estigui finalitzat, és necessari obtenir el marcatge CE. Això implica complir amb la normativa europea, com ara el Reglament (CE) 1935/2004 i el Reglament (CE) 2023/2006. És essencial que la màquina sigui atractiva per als clients i els establiments, ja que ells seran els que determinaran l'èxit del projecte.

Un aspecte important per a la comercialització és que la màquina sigui compacta, econòmica i requereixi el mínim manteniment possible. Això garantirà que els clients comprin el producte i n'estiguin satisfets sense haver de realitzar visites posteriors per a manteniment o reparacions.

En aquest projecte, es realitzarà el disseny mecànic i electrònic de la màquina per a la seva fabricació, programació i instal·lació. Això inclourà el disseny dels components mecànics responsables del moviment, el diagrama elèctric dels components electrònics per a transferir les ordres del codi i el programa encarregat d'emetre les ordres als components mecànics. També es fabricarà un prototip per comprovar la viabilitat del disseny del projecte.

Es redactarà una memòria que resumirà el disseny del projecte, s'inclouran els plànols amb tots els components a fabricar del disseny final de la màquina i es prepararà un plec de condicions que especificarà els requisits de fabricació, muntatge i ús per part de l'usuari, així com els materials de cada component. Pel que fa a l'estat de d'amidaments i el pressupost, aquestes es basaran en el prototip, ja que és difícil determinar el cost del producte final si es fabrica en sèrie, especialment en components d'injecció de plàstic on es desconeix el cost del motlle, el nombre de peces a fabricar amb cada motlle, el cost de la màquina d'injecció, entre d'altres factors.

## 2. ELEMENTS DEL PROJECTE

El projecte es basa en el disseny de tot el mecanisme on es combinen elements mecànics com ara poden ser els rodaments, els visos sense fi, així com totes les peces que s'han mecanitzat o imprès, o bé els motors pas a pas, amb elements electrònics com l'ESP32, els drivers A4988, o fins i tot polsadors, i també amb elements virtuals, ja que hi ha una part de programació que fa possible el moviment cartesià del suport del got.

Aquest és un projecte que abasta diferents àmbits, i tots ells depenen els uns dels altres. Sense els elements mecànics, la part electrònica del projecte no tindria sentit, i sense la part de programació, res del que s'ha desenvolupat funcionaria. Per tant, no hi ha cap element del projecte que sigui més important que els altres, sinó que és la combinació de tots ells la que porta a l'èxit del projecte.

### 3. PROPOSTES EN EL DISSENY

En el disseny del mecanisme, s'han tingut en compte dos tipus de mecanismes: un model cartesià utilitzant una corretja i visos sense fi, i un altre model basat en lleves. Tot i que el segon model permet una fabricació més econòmica a gran escala, s'ha descartat ja que només permet fer sempre el mateix dibuix repetidament. En canvi, amb el model cartesià, és possible canviar el dibuix amb facilitat, oferint un ventall de possibilitats més ampli.

Per tant, s'ha optat pel model cartesià ja que a més de permetre realitzar el dibuix desitjat, proporciona més rigidesa i requereix menys manteniment a llarg termini. Aquest model es basa en un moviment lineal mitjançant visos sense fi. Tot i això, hi ha aspectes a millorar, com ara la corretja, que no permet aplicar molta força perquè pot cedir o bloquejar el motor, així com la pèrdua de tensió amb el temps i la manca de sincronització completa dels dos visos sense fi del nivell inferior. Això pot causar un desplaçament no perpendicular de la base que uneix els dos visos sense fi, el que pot provocar que la base s'estanqui en un dels extrems i el motor no tingui prou potència.

En resum, s'ha optat pel model cartesià per la seva versatilitat i menor manteniment, però s'han identificat aspectes que cal millorar com la corretja i la sincronització dels visos sense fi, en la figura 3 es pot visualitzar.

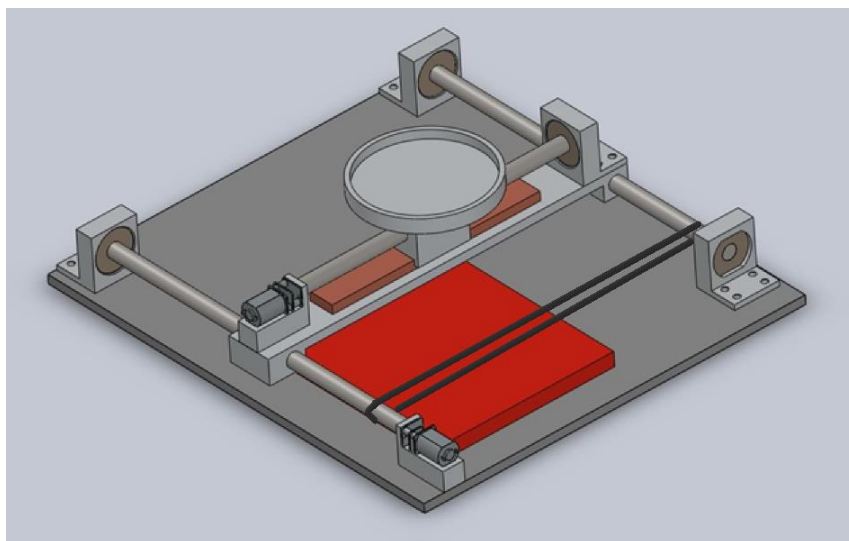
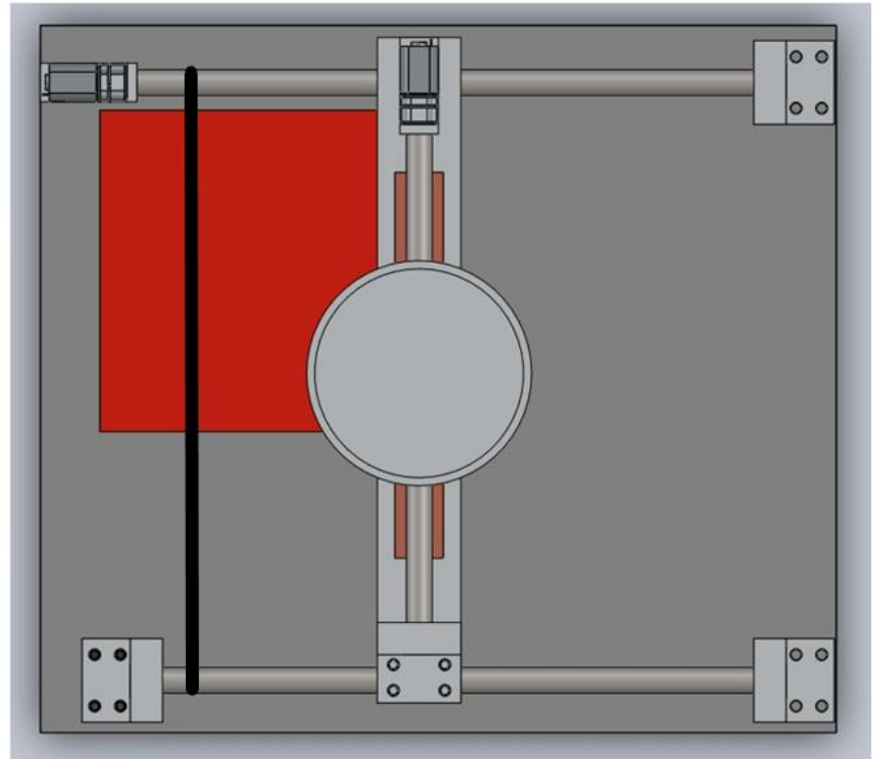
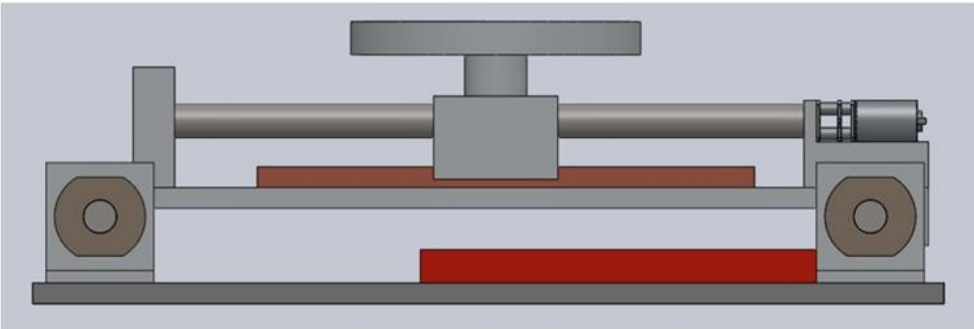
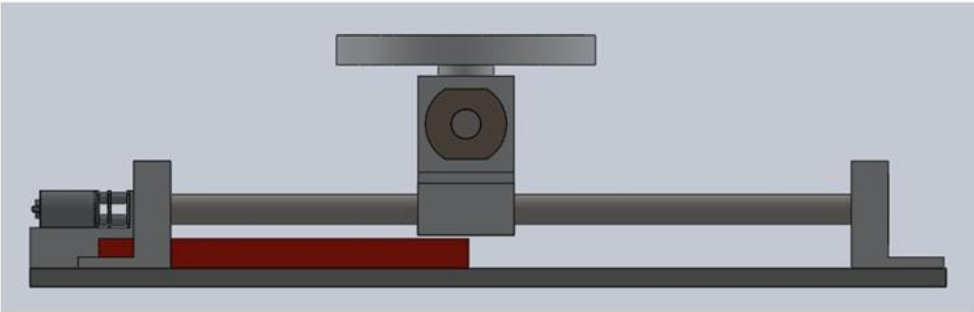
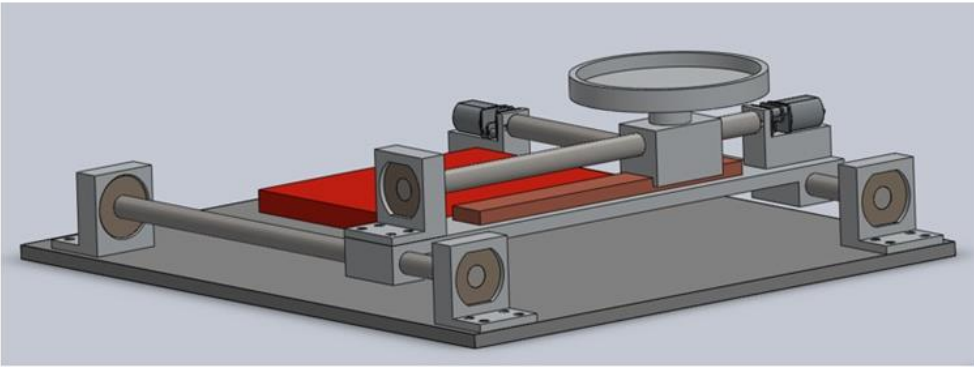


FIGURA 3: DISSENY DEL PRIMER PROTOTIP



## 4. DISSENY FINAL

Una de les condicions importants alhora de dissenyar la màquina és compactar els components el màxim, per tal de que sigui el mes petita possible. On la idea de la màquina és que es pugui muntar i desmuntar amb facilitat i no sigui mes gran que el desaigua del propi tirador per tal de que no regalimi cervesa a fora, és per això que s'ha modificat el primer prototip, ja que és més gran que el desaigua. Així doncs afegint una mica mes de pes i altura però reduint les dimensions en l'eix X i l'eix Y s'obté el disseny del segon prototip, un model més robust i eficient que el primer.

El disseny final consta de dos parts, la **part electrònica** encarregada d'emmagatzemar el codi i enviar les ordres als motors per realitzar el desplaçament desitjat i la **part mecànica** formada per dos nivells, perquè el got pugui realitzar el moviment amb forma de trèvol, aquests nivells són el moviment X (part inferior) i el moviment Y (part superior), en la part mecànica s'ha realitzat una modificació en l'eix X respecte la primera idea de disseny, on s'ha eliminat la transmissió per corretja, de manera que s'utilitza un sol vis sens fi ubicat aproximadament al centre, en comptes de dos en els extrems, així es garanteix el desplaçament perpendicular de l'eix Y i s'afegeixen dos guies lineals als extrems per tenir estabilitat, en la *figura 4* es visualitzen els dos nivells i s'aprecia la modificació.

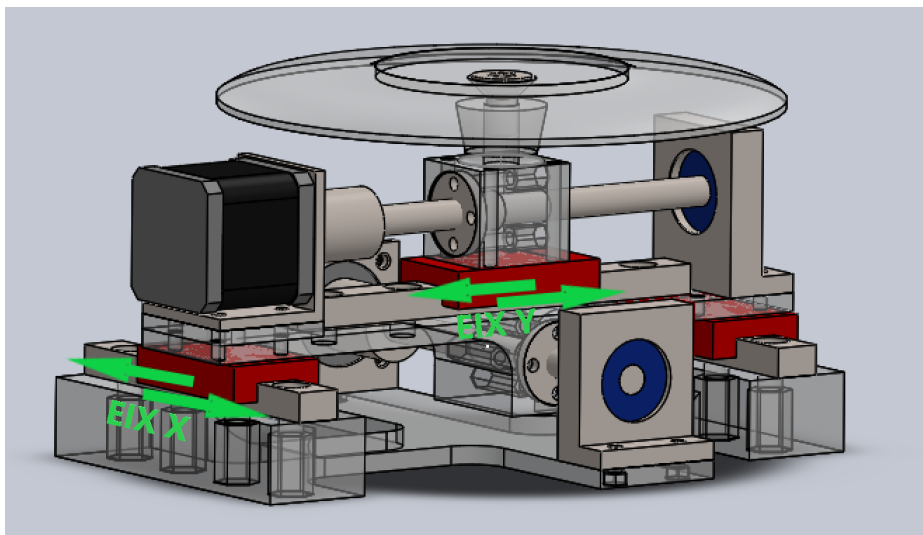


FIGURA 4: DISSENY FINAL

## 4.1 Disseny mecànic

El disseny mecànic es divideix en 3 grups: **l'eix X, l'eix Y i el suport del got.**

El moviment en l'eix X i en l'eix Y, és a dir, l'avanç del component en un eix, s'aconsegueix mitjançant la rotació de l'eix del motor Nema 14 (model de motor escollit i argumentat a l'annex B) i la transmissió d'aquesta rotació al vis sense fi a través de l'acoblament. Posteriorment, el vis sense fi transmet aquest moviment al component que ha d'avançar, amb l'ajuda de la femella, bloquejant alhora la seva rotació i subjectant-lo a través del bloc i la guia lineal. D'aquesta manera, s'obliga el component a avançar al llarg del recorregut del vis sense fi, gràcies a la força axial generada per la rosca. Per evitar el desplaçament dels components que reben aquesta força, s'han col·locat dos anells de retenció en cada suport del rodament i dos més en el vis sense fi. Els anells petits i exteriors es col·loquen directament en el propi vis sense fi, mentre que els anells grans i interiors s'ubiquen en el suport del rodament. L'annex A proporciona informació més detallada sobre la ubicació d'aquests anells de retenció, mentre que l'annex G descriu les forces que reben.

En l'eix X el vis sense fi està ubicat a 74,25mm respecte un extrem de la base 1 i a 21 mm d'altura i en l'eix Y trobem el vis sense fi al centre de la base 2 i a 26mm d'altura, en la *figura 5* es pot visualitzar de manera més entenedora la seva ubicació. Aquests vis sense fi estan rectificats per facilitar l'avanç de la femella i conseqüentment el de la base 2, el suport del got i el got.

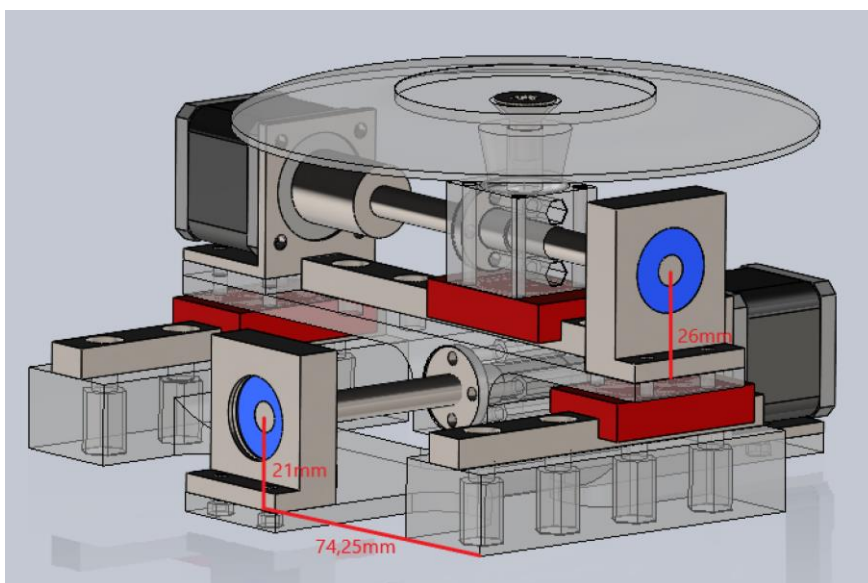


FIGURA 5: UBICACIÓ DE L'EIX X I L'EIX Y

#### 4.1.1 Eix X

L'eix X esta ubicat a sobre de la base 1 (plataforma principal de la màquina) on en l'extrem de l'ala més llarga hi va collat el suport del motor B1 per acoblar-hi el motor Nema 14 i en l'altre extrem el suport del rodament B1 per acoblar-hi el rodament (en l'annex A s'especifica com van collats i la seva ubicació exacte), el motor esta ubicat a la ala llarga per tenir més espai al seu costat per els components electrònics que el governen. En la *figura 6* es pot visualitzar la disposició de tots el components i en l'annex A el disseny de cada un amb més detall.

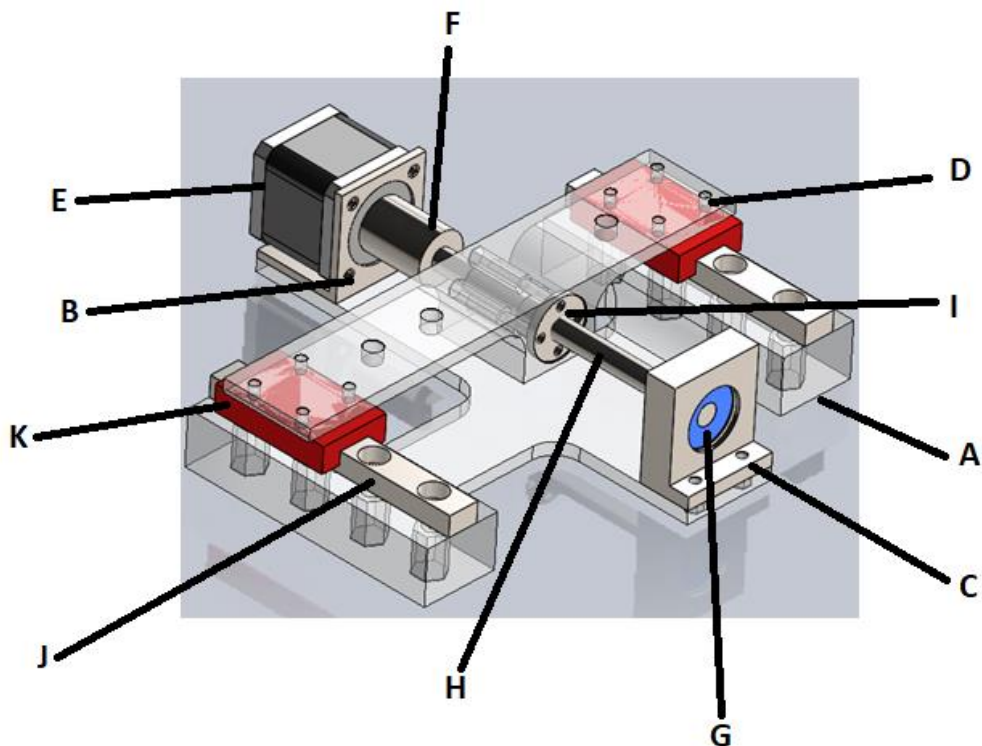


FIGURA 6: COMPONENTS DE L'EIX X

COMPONENTS	CODI
Base 1	A
Suport motor B1	B
Suport rodament B1	C
Base 2	D
Motor Nema 14	E
Acoblament	F
Rodament	G
Vis sens fi	H
Femella	I
Guia lineal	J
Bloc MGN 12h	K



L'Eix consta d'un vis sens fi, on en un extrem va subjectat per un rodament per evitar fricció entre el vis i el suport i en l'altre extrem va subjectat pel motor, units amb un acoblament, encarregat a més a més d'evitar vibracions i dominacions a l'eix, en l'annex A s'especifica com van acoblats i la ubicació exacte amb mes detall.

El motor ocasiona dos articulacions amb un grau de llibertat en l'eix, donades pels rodaments que subjecten l'eix del propi motor i el rodament ocasiona una articulació amb un grau de llibertat, tal i com es pot visualitzar en la *figura 7*.

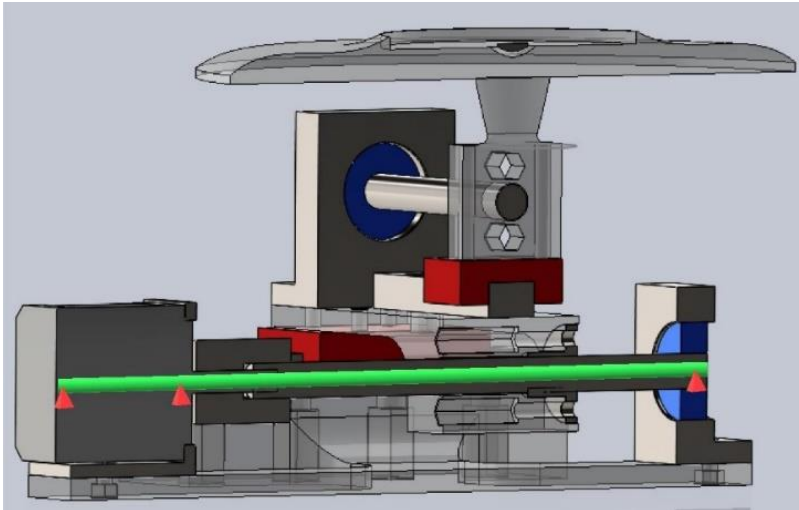


FIGURA 7: RECOLZAMENTS DEL VIS SENS FI DE L'EIX X

En el centre del vis sens fi hi trobem una femella collada amb la base 2, orientada paral·lelament al vis sens fi i encarregada de transmetre la rotació que rep del vis sens fi a la base 2 i per tal de bloquejar la rotació de la base 2 i que realitzi el desplaçament lineal es recolza pels seus extrems sobre dos guies de coixinets lineals donant-li molta estabilitat a la base de l'eix Y, en la *figura 8* es veu l'orientació de l'eix X i el mecanisme de funcionament i en l'annex A la ubicació i l'acoblament amb més detall de cada component.

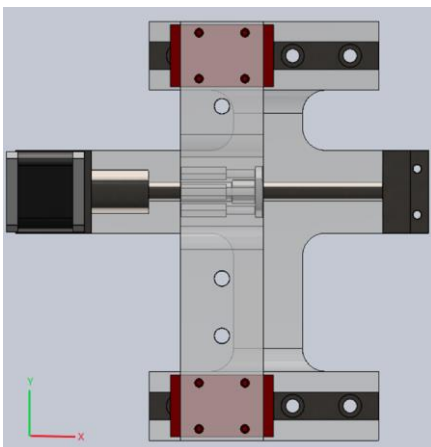


FIGURA 8: VISTA SUPERIOR DE L'EIX X

#### 4.1.2 Eix Y

L'eix Y esta ubicat a sobre la base2 on es realitza el moviment X, per poder obtenir així un moviment simultani en les dues direccions. En la part superior de la base hi trobem en un extrem un motor (Nema 14) ubicat en l'ala mes llarga i també collat al suport del motor, però amb una peça que fa de gruix entre el suport del motor i la base 2 (motiu argumentat en l'annex A) i a l'altre extrem del passamà hi trobem el suport de rodament B2 per acoblar-hi el rodament i amb dimensions semblants a l'anterior però amb el forat del rodament més alt (motiu argumentat en l'annex A), en la *figura 9* es pot visualitzar la disposició de tots el components i en l'annex A el disseny de cada un amb més detall..

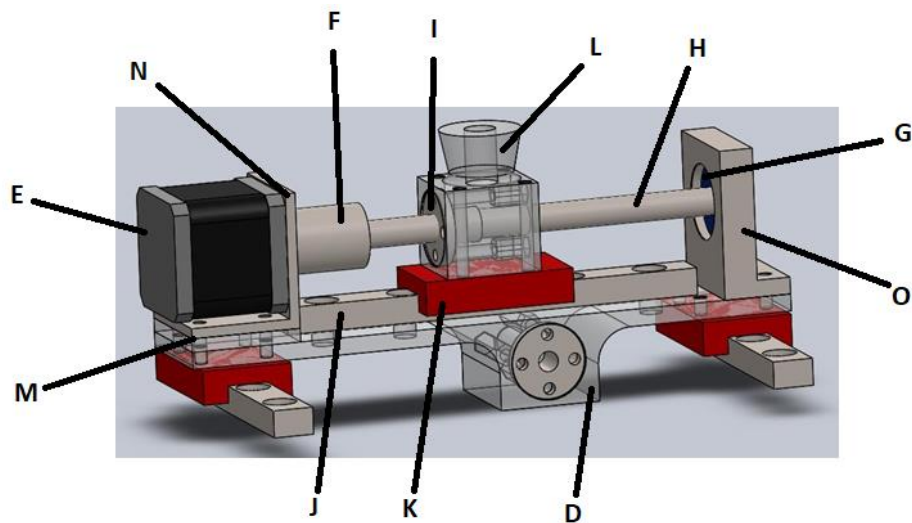


FIGURA 9: COMPONENTS DE L'EIX Y

COMPONENTS	CODI
Base 2	D
Motor Nema 14	E
Acoblament	F
Rodament	G
Vis sens fi	H
Femella	I
Guia lineal	J
Bloc MGN 12h	K
Support del got 1	L
Gruix motor B2	M
Support motor B2	N
Support rodament B2	O

En aquest eix s'utilitza el mateix principi alhora de transmetre el moviment i per tant consta dels mateixos components que en l'eix X en cada un dels extrems, així doncs esta recolzat sobre les mateixes articulacions amb un grau de llibertat, en la *figura 10* es pot visualitzar.

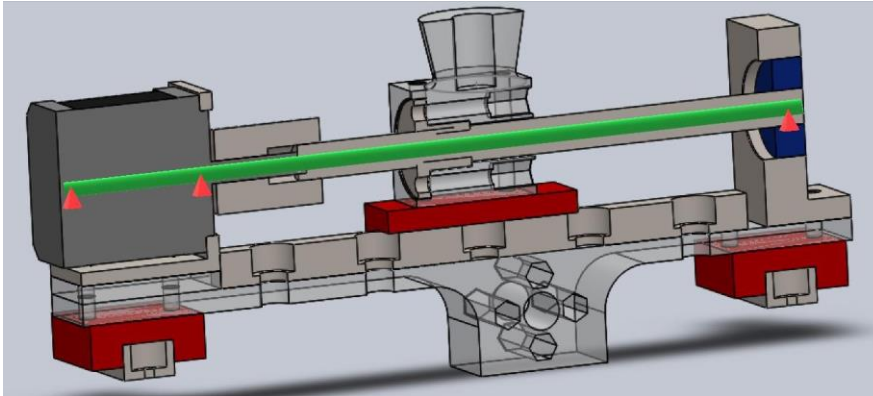


FIGURA 10:RECOLZAMENTS DEL VIS SENS FI DE L'EIX Y

Alhora de transmetre la rotació del vis sens fi, també es realitza amb una femella collada al suport del got 1 i per bloquejar la rotació del suport del got 1 i obtenir el seu moviment lineal per tal de que es pugui desplaçar en l'eix Y, s'ha emprat un sistema semblant a l'anterior, però utilitzant una guia de coixinets lineals en comptes de 2, ja que respecte el vis sens fi de l'eix Y la càrrega no serà mai excèntrica i per tant no necessita tanta estabilitat. De manera que el suport del got esta collat al rodament lineal per la cara inferior, en la *figura 11* es visualitza l'orientació de l'eix Y i el mecanisme de funcionament i en l'annex A la ubicació i l'acoblament amb més detall de cada component.

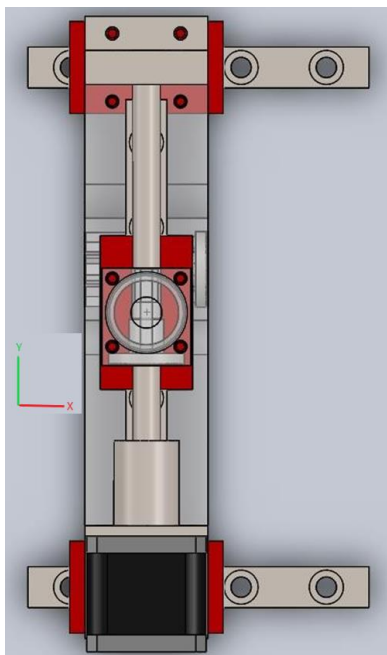


FIGURA 11:VISTA SUPERIOR DE L'EIX Y

#### 4.1.3 El suport del got

Consta de dos components, el suport del got 1, collat a la femella i a la guia per poder-se desplaçar linealment i el suport del got 2 encarregat de subjectar el got, estan units a partir de una rosca de M8 ubicada en el suport del got 1 i un cargol avellanat de M8 (motiu del cargol avellanat argumentat en l'annex A), en la *figura 12* es pot visualitzar la disposició de tots el components i en l'annex A el disseny de cada un amb més detall. .

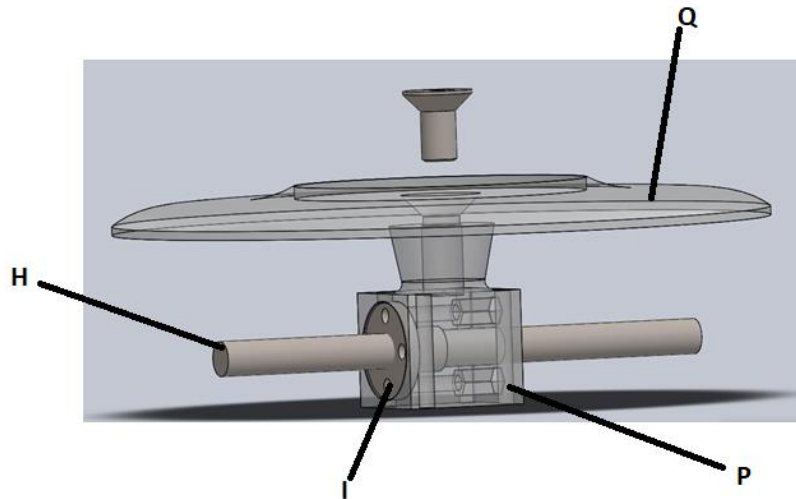


Figura 12:Components del suport del got

COMPONENTS	CODI
Vis sens fi	H
Femella	I
Suport del got 1	P
Suport del got 2	Q

S'ha dividit en dos components ja que d'aquesta manera la part que subjecta el got queda a l'exterior de la caixa i en el cas de caure cervesa a sobre la maquina, flueixi per l'exterior i no pugui entrar i fer un curtcircuit en els components electrònics o oxidar els components mecànics, en la *figura 13* es pot apreciar el muntatge del conjunt, en la *figura 14* l'orientació del suport del got i en l'annex A la ubicació i l'acoblament amb més detall de cada component

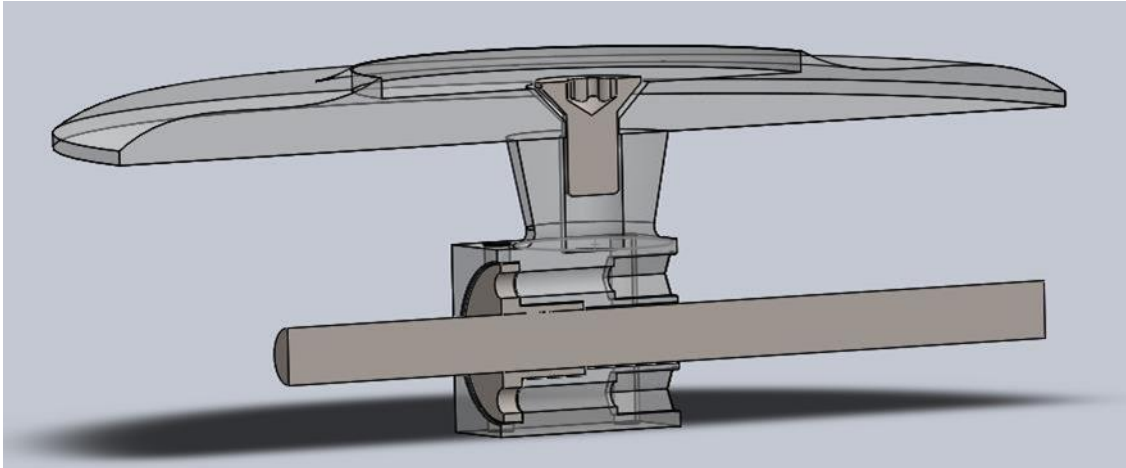


FIGURA 13:SECCIONAT DEL SUPORT DEL GOT

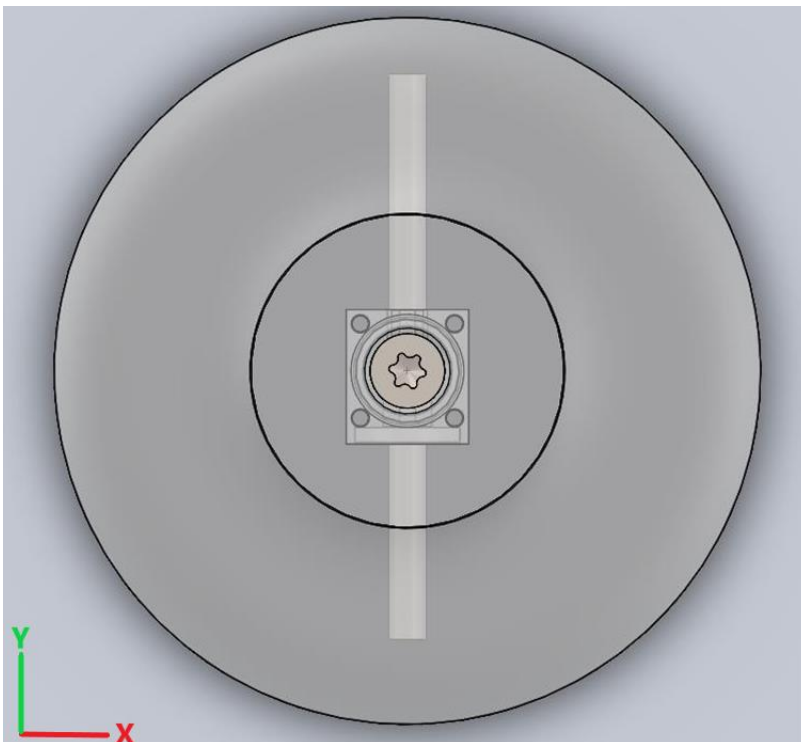


FIGURA 14:VISTA SUPERIOR DEL SUPORT DEL GOT

## 4.2 Esquema elèctric

S'alimenta amb un endoll connectat a 230V i consta de L'ESP32 encarregat d'executar el codi Gcode que té emmagatzemat en la targeta SD, al rebre l'ordre donada per el pulsador, seguidament l'ESP32 CNC shield permet la connexió amb els drivers, encarregats de transformar els polsos que rep de l'ESP 32 a polsos de motor i conseqüentment fa rotar l'eix del motor, segons les voltes programades per pols, la velocitat i l'acceleració assignada, en la *figura 15* es pot visualitzar l'esquema de la part electrònica.

Si és necessari és pot prémer el pulsador d'emergència per aturar el programa, on automàticament s'aturarà i el suport del got es posicionarà en la posició inicial del programa, aquest mecanisme de seguretat permet evitar futures col·lisions al tornar-lo a executar, ja que el programa te un desplaçament màxim de 30mm en el mateix sentit i el vis sens fi permet un desplaçament de 35mm, en l'annex A es descriu la funció de cada component i en l'annex C i D es descriu amb més detall com s'ha programat i el motiu dels components electrònics escollits.

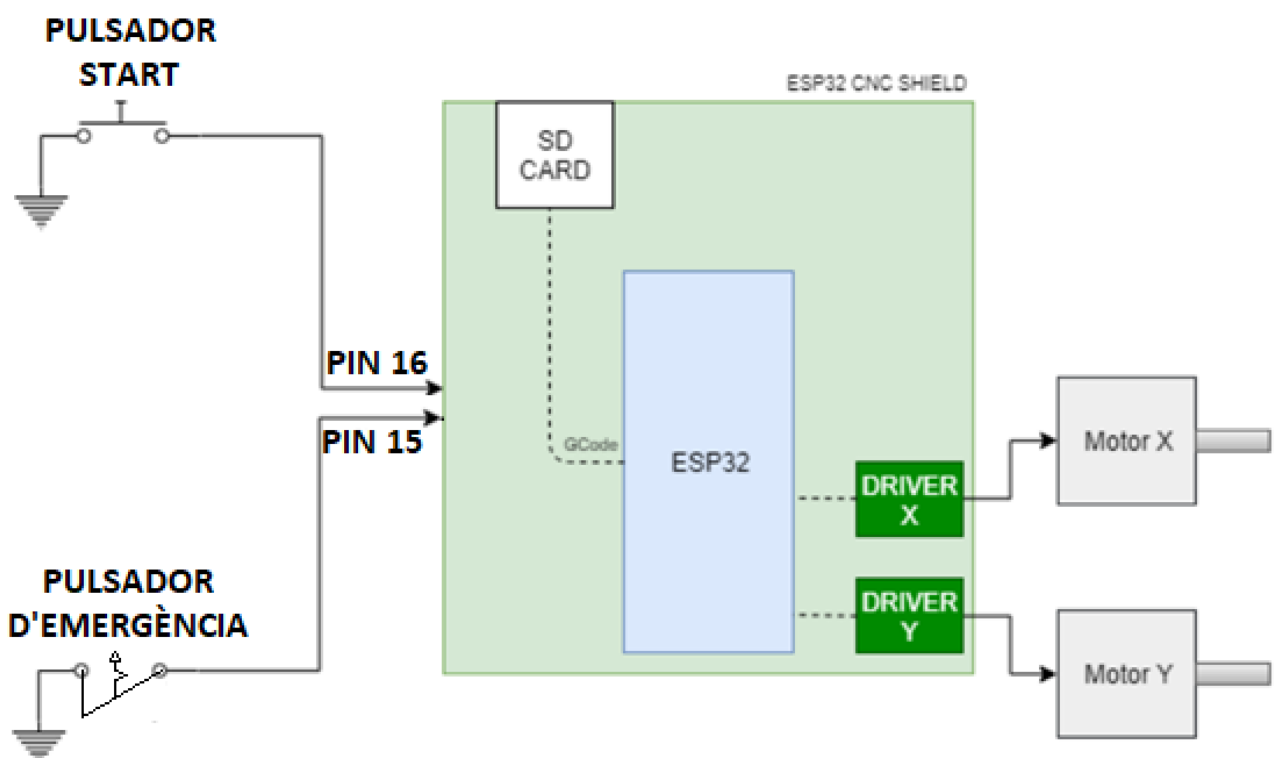


FIGURA 15:ESQUEMA DE LA PART ELECTRÒNICA

### 4.3. Adaptador del tirador

L'adaptador del tirador consta de dues parts: la **caixa** on es posiciona la màquina a l'interior i la **reixa** que va posicionada a sobre del desaigua del tirador i permet ubicar la caixa en el lloc correcte.

La caixa té unes dimensions estàndards i consta de dues parts, la caixa i la tapa, és dividida en dues parts, perquè es pugui inserir a la màquina (sense el suport del got 2) i després es pugui tancar assegurant la seva estanqueïtat, gràcies a les abraçadores de palanca i les juntes tòriques, en la *figura 16* es visualitza un exemple d'abraçadora de palanca, en la *figura 17* es visualitza l'encaix i la junta tòrica entre la caixa i la tapa, a la *figura 18* es visualitza la junta tòrica ubicada al voltant del forat de la tapa i en l'Annex A es descriu amb més detall.

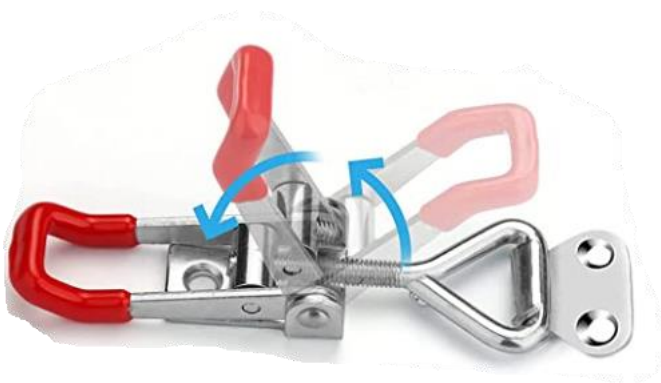


FIGURA 16: ABRAÇADERA DE PALANCA

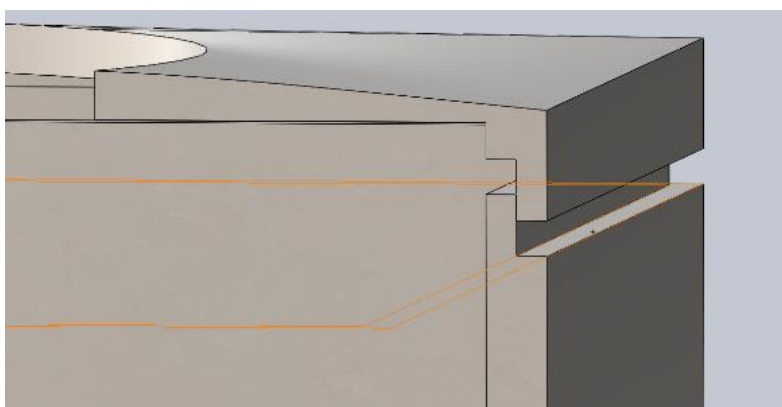


FIGURA 17: ENCAIX DE LA CAIXA AMB LA TAPA I VISUALITZACIÓ DE LA JUNTA TÒRICA QUADRADA

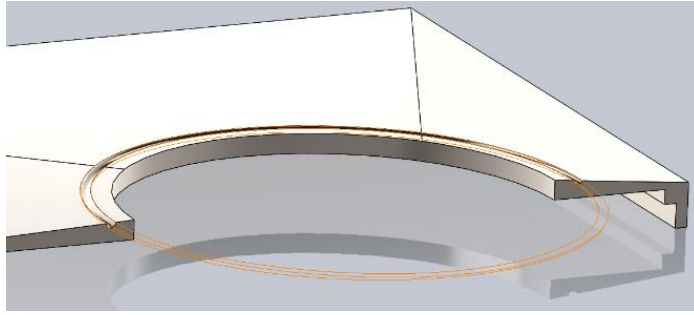


FIGURA 18:VISUALITZACIÓ DE LA JUNTA TÒRICA CIRCULAR

A la base de la caixa, a l'interior, hi ha la forma en negatiu de la base de la màquina, en la *figura 19* es visualitza la silueta del rebaix, amb la finalitat de que sempre quedi ubicada en la posició desitjada, és a dir, quan el suport del got està en el centre del vis sens fi de l'eix Y i la base 2 en el de l'eix X, el got esta concèntric respecte el forat de la caixa, així s'eviten col·lisions del suport del got amb la caixa i permet extreure i posicionar la màquina amb facilitat, en la *figura 20* es visualitza l'encaix entre la caixa i el mecanisme i entre la caixa i la tapa i en l'annex A es descriu amb més detall el disseny del conjunt.

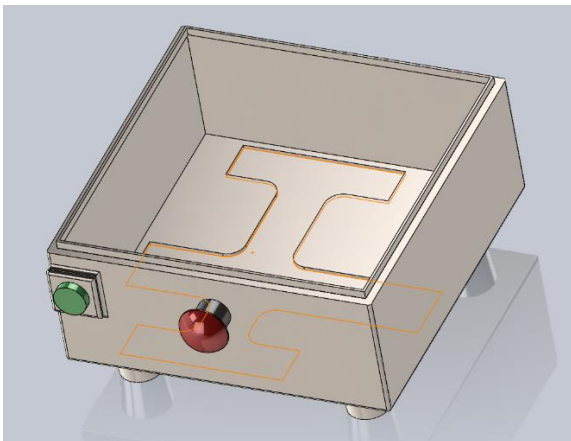


FIGURA 19:REBAIX DE LA SUPERFÍCIE DE LA CAIXA AMB LA FORMA DE LA BASE DE LA MAQUINA

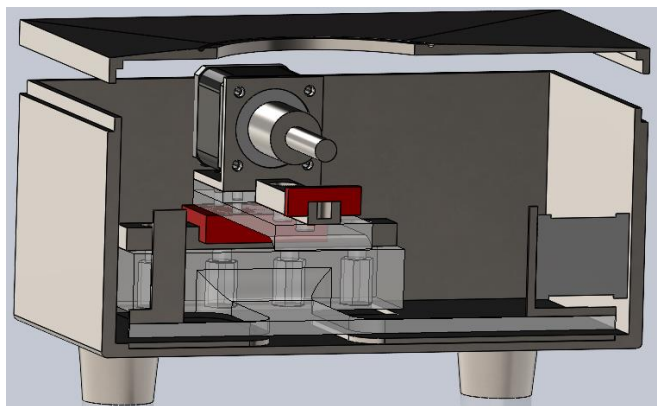
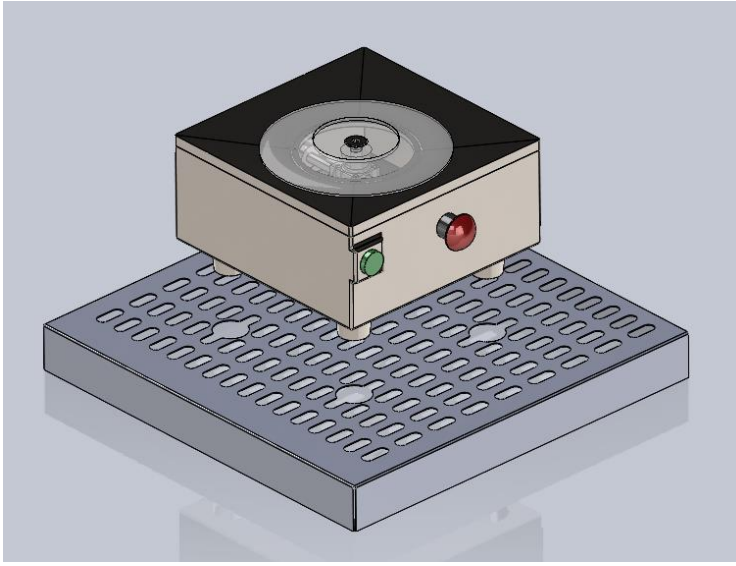


FIGURA 20:SECCIONAT DEL CONJUNT ON ES VISUALITZA L'ENCAIX ENTRE LA MAQUINA I LA CAIXA I ENTRE LA TAPA I LA CAIXA



La reixa es dissenya a mida segons les dimensions del tirador, es fan diversos forats amb forma d'el·lipse per drenar la cervesa que cau en el desaigua i es realitzen 4 forats circulars per posicionar la caixa en el lloc correcta, a partir de les 4 potes que te la caixa, així assegurem que el got esta concèntric respecte la boca del tirador en la posició inicial del programa, en la *figura 21* es pot visualitzar l'encaix entre la caixa i la reixa i en l'annex A es descriu amb més detall el disseny de la reixa.



**FIGURA 21: ENCAIX DE LA CAIXA AMB LA REIXA**

## 5. CONJUNT FINAL

El conjunt es divideix en dues parts principals: la **màquina** i l'**adaptador**.

La màquina, a la seva vegada, es divideix en dos grups: la **part mecànica** i la **part electrònica**.

La part mecànica de la màquina és responsable de realitzar els desplaçaments del got en els eixos X i Y per crear la forma de trèvol. Aquesta part inclou dos motors, un situat en el nivell inferior i l'altre en el nivell superior. Cada motor és responsable de moure el got en un dels eixos. El motor del nivell inferior controla el moviment en l'eix X, mentre que el motor del nivell superior controla el moviment en l'eix Y. La figura 22 proporciona una visualització del disseny final de la part mecànica.

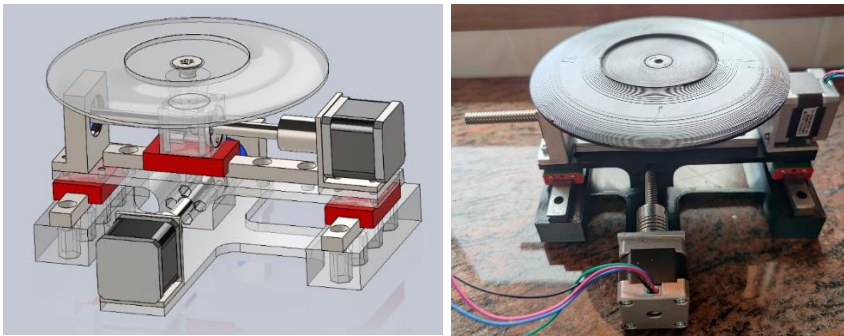


FIGURA 22:DISSENY MECÀNIC

La part electrònica està ubicada en l'espai entre els dos motors i té la funció de transmetre el codi Gcode als motors perquè executin el programa de manera sincronitzada i precisa.

En el moment després de servir la cervesa, es posiciona el got sobre el suport i es prem un pulsador per iniciar el programa. Aquesta part electrònica envia el conjunt de coordenades per a l'eix X al motor del nivell inferior i el conjunt de coordenades per a l'eix Y al motor del nivell superior. La figura 23 es mostra la part electrònica físicament.

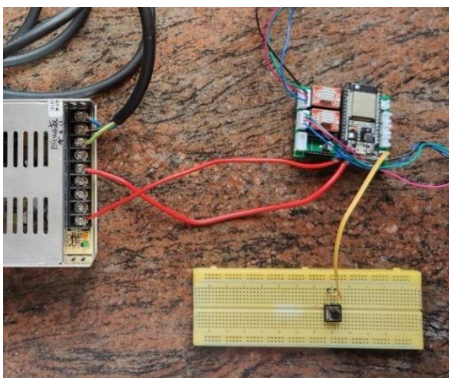


FIGURA 23:ESQUEMA ELÈCTRIC

L'adaptador del tirador es divideix en dues parts: la **caixa** i la **reixa**, a la figura 24 mostra el conjunt final d'aquest adaptador.

La caixa té com a funció principal protegir la màquina de la pols i els líquids que poden causar danys als components mecànics i, especialment, als components electrònics. S'assegura que la caixa sigui estanca per evitar l'entrada d'aquests elements no desitjats que podrien afectar el funcionament de la màquina. Això és especialment important per garantir la durabilitat i el rendiment adequat del conjunt.

D'altra banda, la reixa té com a funció principal facilitar la posició adequada de la caixa sobre el desaigua del tirador. Això assegura que el got es col·loqui concèntricament respecte al tirador quan el suport del got està en la posició inicial (0,0) del programa.

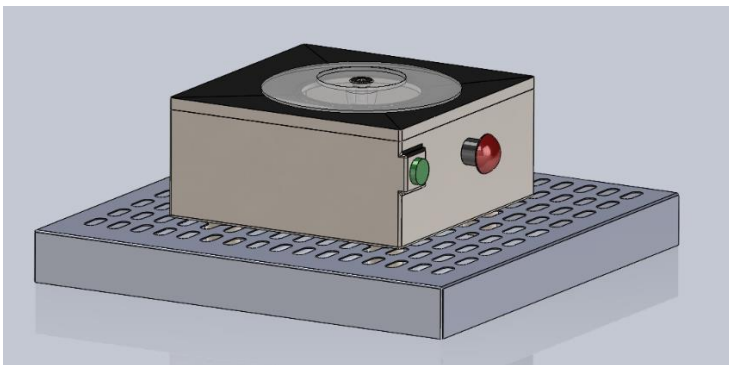


FIGURA 24: ADAPTADOR DEL TIRADOR

## 6. CONCLUSIONS

La màquina Shamrock Guinness és una màquina "Plug&Play" que es caracteritza per la seva facilitat d'instal·lació i ús. Està dissenyada perquè qualsevol persona, inclosos els barmans sense experiència prèvia, puguin utilitzar-la amb facilitat.

La funció principal d'aquesta màquina és dibuixar trèvols automatitzadament a sobre de l'escuma de la cervesa Guinness. S'encarrega de respectar les característiques tradicionals dels trèvols, incloent-hi les seves dimensions, forma i el temps en què es realitza el dibuix (10 segons).

La màquina està equipada amb un suport de got amb el mateix diàmetre que la base d'un got oficial de pinta de Guinness. Això significa que està dissenyada específicament per dibuixar trèvols dins d'aquest tipus de got, ja que és on tradicionalment es realitzen aquests dibuixos.

A més dels components interns, la màquina té dos elements externs. Una reixa ubicada sobre el desaigua del tirador per proporcionar una posició adequada per a la màquina. També hi ha una caixa amb una base de 200x200 mm que emmagatzema la màquina i assegura la seva estanqueïtat. El conjunt és lleuger i pot ser fàcilment transportat (amb un pes màxim de 2,5 kg) en cas que interfereixi amb el cambrer durant el servei de la cervesa, tot hi que l'altura màxima de la caixa és de 100 mm, dissenyada per no causar molèsties.

Externament, la caixa compta amb un polsador per iniciar el programa i un polsador d'emergència que atura el suport del got i el fa retornar a la posició inicial (0,0). Aquesta posició correspon al punt mig de la longitud dels dos vis sens fi, que és el punt d'origen quan s'inicia el programa.

És important destacar que la màquina compleix amb el marcatge CE, ja que els materials utilitzats en la seva fabricació són compatibles amb els aliments. Això assegura que el producte compleix amb els requisits legals i tècnics mínims de seguretat dels Estats membres de la Unió Europea. Aspecte fonamental per garantir la seguretat dels consumidors i la conformitat amb les regulacions aplicables en aquest àmbit.

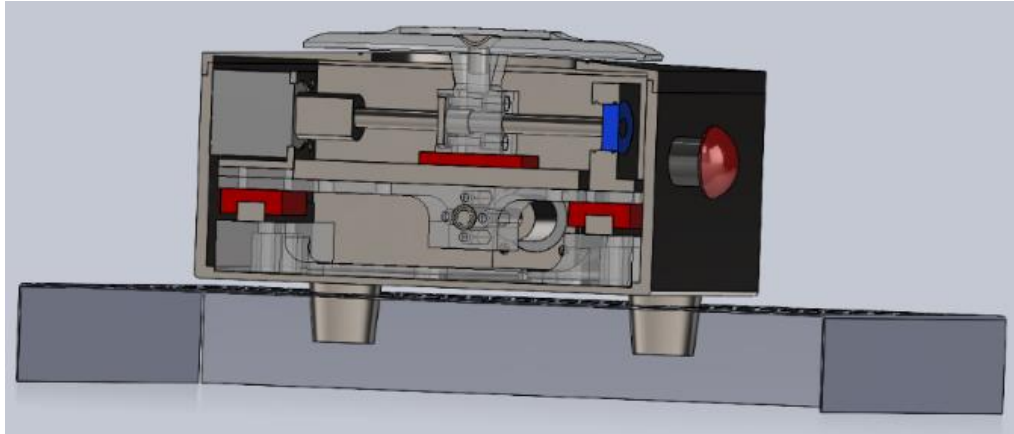


FIGURA 25:SECCIONAT DE TOT EL CONJUNT MUNTAT

El muntatge del conjunt de la màquina Shamrock Guinness es realitza seguint els passos següents, on a la *figura 26* es visualitza l'exploració de tot el conjunt segons l'ordre de muntatge

1. **Col·locació de la reixa al desaigua del tirador:** La reixa s'ha de posicionar a sobre del desaigua del tirador per proporcionar una base que orienti la caixa i alhora sigui estable.
2. **Col·locació de la caixa sobre la reixa:** La caixa, s'ha de situar sobre la reixa i s'ha d'orientar a partir dels 4 forats que te la reixa i les 4 potes que te la caixa.
3. **Introducció de la màquina a la caixa:** La màquina s'ha de col·locar dins de la caixa de manera que encaixi correctament en el rebaix de la base de la màquina, per garantir la correcta orientació.
4. **Tancament de la caixa amb la tapa:** La tapa de la caixa s'ha de posicionar i fixar adequadament per assegurar l'estanqueïtat de la màquina. Això es realitza utilitzant les abraçaderes de palanca que fixen la tapa a la caixa.
5. **Collar el suport del got 2 amb un cargol:** El suport del got 2 s'ha de fixar a la màquina utilitzant un cargol avellanat de M8, de manera que quedi fermament subjectat i preparat per a la utilització.

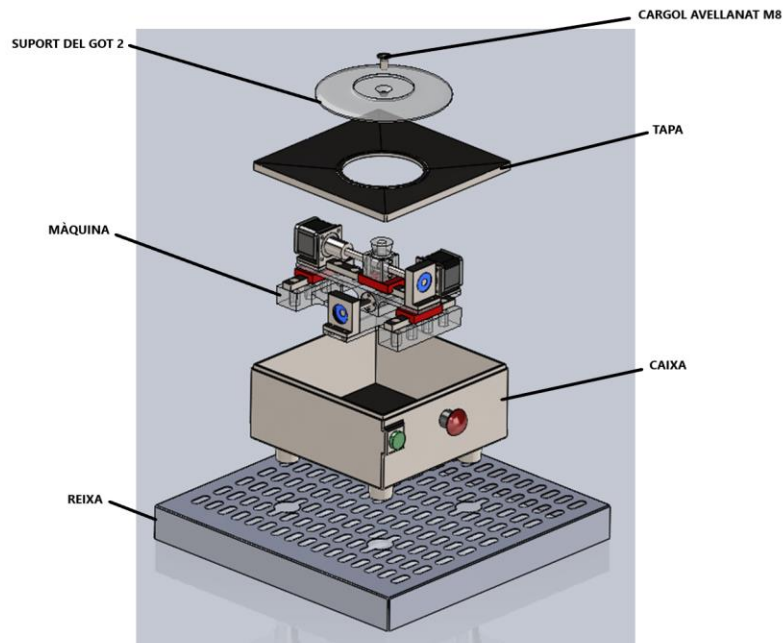


FIGURA 26:EXPLOSIONAT DE TOT EL CONJUNT SEGONS L'ORDRE DE MUNTATGE

Amb el conjunt de muntatge complet, es pot procedir a l'ús de la màquina. El procediment d'execució consta dels següents passos:

1. **Col·locació de la cervesa plena de Guinness al suport del got:** S'ha de posar la pinta plena de cervesa Guinness al suport del got, assegurant-se que estigui ben centrada i estable.
2. **Obertura del subministrament de cervesa:** S'ha de obrir el subministrament de cervesa perquè comenci a fluir cap a la pinta.
3. **Premuda del polsador per iniciar el programa:** S'ha de prémer el polsador per iniciar el programa de dibuix del trèvol a sobre de l'escuma de la cervesa. La màquina començarà a realitzar el dibuix de manera automatitzada.
4. **Tancament del subministrament de cervesa:** Un cop s'ha completat el dibuix del trèvol, s'ha de tancar el subministrament de cervesa perquè deixi de fluir cap a la pinta.
5. **Extracció de la pinta del suport del got:** Un cop finalitzat el programa, es pot treure la pinta del suport del got. La cervesa tindrà un trèvol dibuixat a sobre de l'escuma, que es mantindrà durant la major part del consum.

Amb aquest procediment, s'obté un trèvol perfecte i ben posicionat a sobre de l'escuma de la cervesa Guinness, permetent als barmans dedicar el seu temps a atendre els clients mentre la màquina realitza aquesta tasca de manera automatitzada.

## 7. RESUM PRESSUPOST

Peces a comprar				
Descripció	Codi	Quantitat (unitats)	Preu Unitari (€)	Cost total
Acoplament flexible lianzhoucheng03 ( $\varnothing 5 \times \varnothing 8 \times 25 \text{mm}$ )	PR2-009	2	5 €	10 €
Femella Vis sens fi APD-T8-110 (M8 2mm de pas)	PR2-010	2	4 €	8 €
Vis sens fi rectificat 3D-MC005 (M8 2 mm de pas i 150mm de longitud)	PR2-011	2	10 €	20 €
Rodament de boles SKF 608 2RS ( $\varnothing 8 \times \varnothing 22 \times 7 \text{mm}$ )	PR2-012	2	2,20 €	4,40 €
Motor Nema 14	PR2-013	2	31 €	62 €
ESP 32	PR2-015	1	12 €	12 €
ESP 32 CNC SHIELD	PR2-016	1	46 €	46 €
Pololu A4988	PR2-017	2	3 €	6 €
Guia de carril MGN 12c (150mm)	PR2-018	3	10 €	30 €
Bloc MGN 12c	PR2-019	3	12 €	36 €
				<b>234 €</b>

Peces a fabricar amb l'impressora 3D				
Descripció	Codi	Quantitat (unitats)	Preu Unitari	Cost total
Base 1	PR2-001	1	17,18 €	17,18 €
Base 2	PR2-002	1	14,672 €	14,67 €
Suport got 1	PR2-003	1	36,52 €	36,52 €
Suport got 2	PR2-004	1	44,56 €	44,56 €
				<b>112,93 €</b>

<b>Peces a mecanitzar</b>				
<b>Suport motor B1</b>		<b>PR2-005</b>		
<b>Descripció</b>	<b>Taxa horaria (€)/Cost material (€/m)</b>	<b>Preu Unitari</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cost total</b>
Perfil L Alumini 2011 40x40mm	30 €	24,39 €	1	24,39 €
Tall	15 €			
Fresa	20 €			
Acabats	12 €			

<b>Suport motor B2</b>		<b>PR2-006</b>		
<b>Descripció</b>	<b>Taxa horaria/Cost material</b>	<b>Preu Unitari</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cost total</b>
Perfil L Alumini 2011 40x40mm	30 €	24,39 €	1	24,39 €
Tall	15 €			
Fresa	20 €			
Acabats	12 €			

<b>Suport rodament B1</b>		<b>PR2-007</b>		
<b>Descripció</b>	<b>Taxa horaria/Cost material</b>	<b>Preu Unitari</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cost total</b>
Barra Alumini 2011 40x40mm	25 €	43,26 €	1	43,26 €
Tall	15 €			
Fresa	20 €			
Acabats	12 €			

<b>Suport rodament B2</b>		<b>PR2-008</b>		
<b>Descripció</b>	<b>Taxa horaria/Cost material</b>	<b>Preu Unitari</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cost total</b>
Barra Alumini 2011 40x40mm	25 €	43,26 €	1	43,26 €
Tall	15 €			
Fresa	20 €			
Acabats	12 €			

<b>Total</b>	<b>135,29 €</b>
--------------	-----------------

<b>Cost en hores personals</b>		
<b>Hores personals invertides en el prototip</b>	<b>Taxa horaria</b>	<b>Cost total</b>
86	12 €	<b>1.032 €</b>

- **Cost total del prototip → 482,22€**
- **Cost total del projecte → 1.514,22€**



## 8. RELACIÓ DE DOCUMENTS

- **Memòria i Annexes:**
  - Memòria
  - Annex A: Descripció tècnica i fabricació
  - Annex B: Càlculs Mecànics
  - Annex C: Programació
  - Annex D: Càlculs en la programació
  - Annex E: Manual d'ús
  - Annex F: Eines utilitzades
  - Annex G: Anàlisi del moviment i funció de l'anell elàstic de retenció.
- **Plànols**
- **Plec de condicions**
- **Estat de d'amidaments**
- **Pressupost**

# ANNEX A: DESCRIPCIÓ TÈCNICA I FABRICACIÓ

En aquest annex s'explica el motiu del disseny de cada component, el seu funcionament, el procés que s'ha realitzat per a fabricar-lo i les modificacions que s'han aplicat en el procés de fabricació, per tal de comprendre la funcionalitat de cada component en el projecte.

## Prototip final

La principal funció del segon prototip és verificar el correcte funcionament del nou disseny utilitzat. Es tracta de comprovar si és factible substituir el sistema de corretja per un únic vis sense fi i també verificar que el programa s'executa sense errors i que no hi ha cap problema amb les connexions.

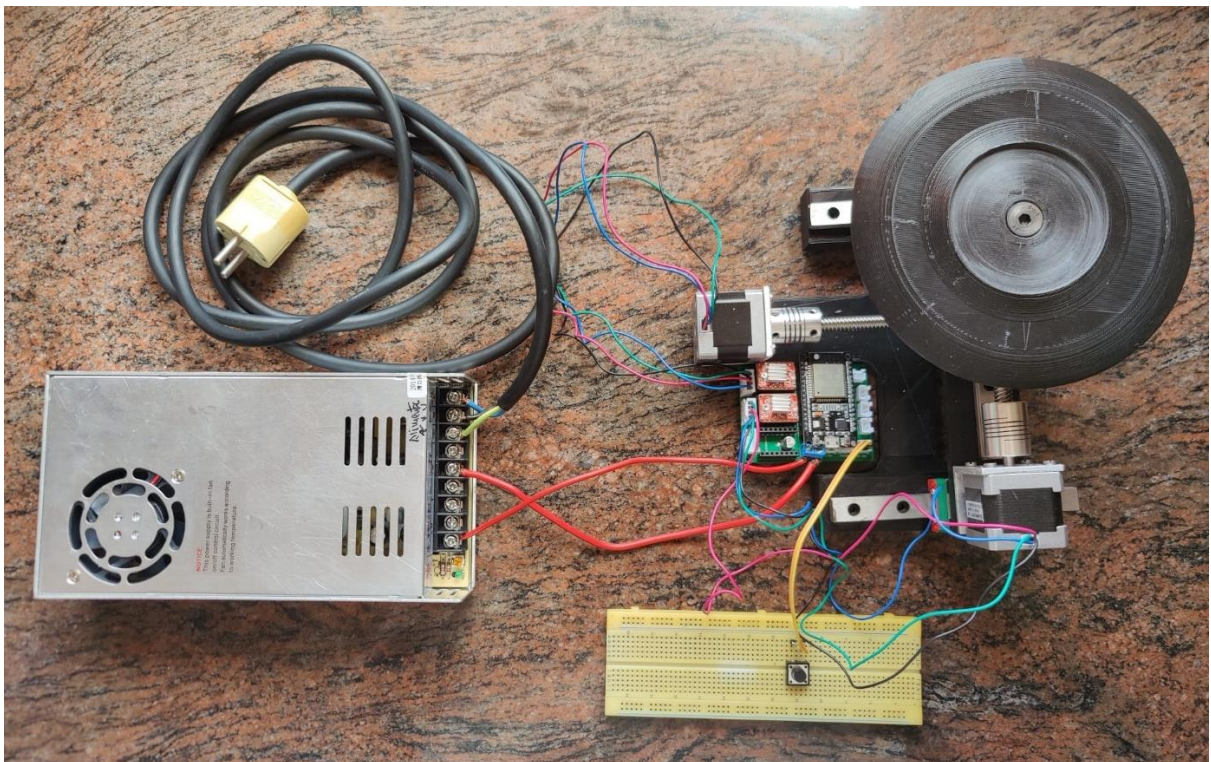


FIGURA 27:PROTOTIP FINAL CONSTRUÏT

## A.1 COMPONENTS A FABRICAR DE LA MAQUINA

### 1.1 Base 1

La base es fabrica amb una impressora 3D utilitzant PLA. Aquesta peça consta de dos rectangles als extrems dels laterals. L'avantatge d'imprimir-la en 3D és que es pot estalviar molt de material en comparació amb la mecanització, on s'eliminarà una gran quantitat de material que no es podria reutilitzar. La figura 28 mostra visualment la peça física.

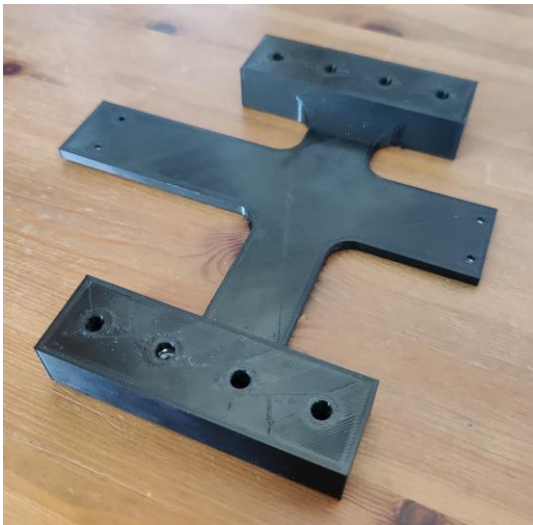


FIGURA 28: BASE 1 IMPRESA EN PLA

La peça està formada per 8 forats de 6,5 mm de diàmetre, 4 en cada extrem, per permetre fixar les guies lineals amb cargols M6. A l'altre extrem de cada forat hi ha un forat hexagonal amb una tolerància de +0,2 mm per encaixar les femelles de M6 i assegurar una fixació adequada de les guies. També hi ha 4 forats de 3,5 mm de diàmetre, 2 en cada extrem. En un extrem es pot fixar el motor i en l'altre extrem es pot fixar el suport del rodament. En aquest cas, també s'utilitza el mateix sistema de fixació amb un forat hexagonal per a una femella de M3. La figura 29 mostra l'assemblatge d'aquesta peça.

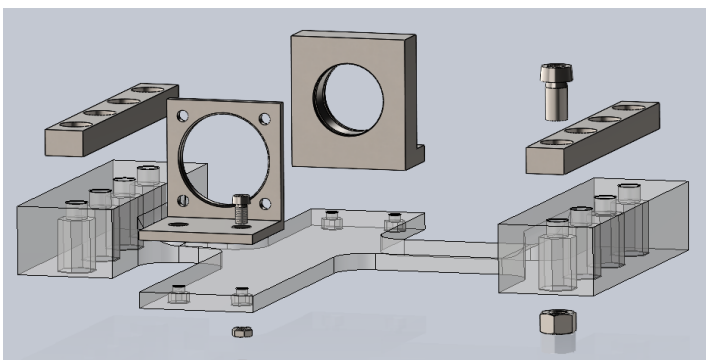


FIGURA 29: EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN A LA BASE 1

## 1.2 Base 2

La segona base també es fabrica amb la impressora 3D utilitzant PLA, ja que presenta la mateixa raó que la primera base. La part central de la base consta d'un rectangle que, si s'hagués de mecanitzar, requeriria l'extracció de molt material que no es podria aprofitar. La figura 30 mostra visualment la peça física



FIGURA 30:BASE 2 IMPRESA EN PLA

La segona base consta de 3 forats de 6,5 mm de diàmetre per a la fixació de la guia lineal, així com 8 forats de 3,5 mm de diàmetre. 4 d'aquests forats s'utilitzen per a fixar el suport del motor, mentre que els altres 4 s'utilitzen per a fixar el suport del rodament. És important destacar que els forats són passants, ja que a l'altra banda dels forats es troben els blocs de les guies lineals, que disposen de forats roscats de M3 per actuar com a femelles. A la figura 31 es pot observar l'assemblatge d'aquesta peça.

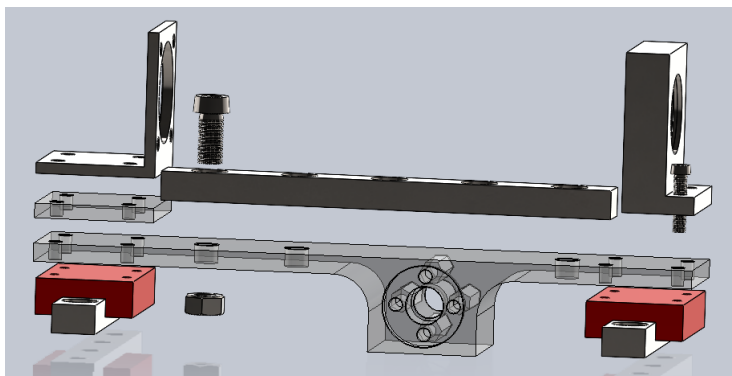


FIGURA 31:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN A LA BASE 2

Perpendicularment, trobem un forat passant de 8,5 mm de diàmetre que permet el pas del vis sense fi rectificat de 8 mm de diàmetre. També hi ha un forat de 10 mm i un forat de 22 mm per inserir la femella de M8 rectificada. A més, hi ha 4 forats passants de 3,5 mm de diàmetre per subjectar-la, utilitzant el mateix sistema de fixació que a la base 1. A l'altre extrem d'aquests forats, hi trobem un forat hexagonal amb una tolerància de +0,2 mm per a la inserció de la femella de M3, que queda bloquejada en la rotació i permet que avanci fins a encaixar amb la pròpia peça. La figura 32 mostra el muntatge d'aquesta peça.

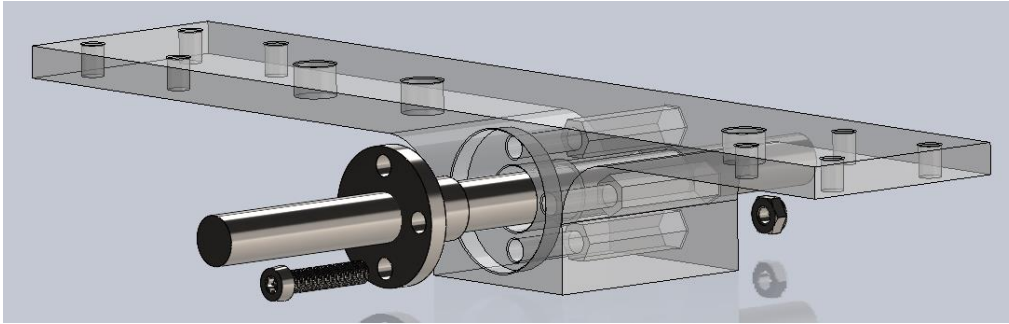


FIGURA 32:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN A LA BASE2

### 1.3 Suport Motor Base 1

Al ser una peça de 3 mm de gruix, no és adequada per ser fabricada amb una impressora 3D, ja que seria poc resistent i podria trencar-se fàcilment. Per tant, aquesta peça s'ha fabricat amb alumini. Es requereix un perfil d'alumini en forma de L de 40 mm amb una longitud suficient per crear els dos suports dels rodaments utilitzant el mateix perfil. La figura 33 mostra la peça física d'alumini.



FIGURA 33:MECANITZADA AMB LA FRESADORA

En primer lloc, per assegurar que els dos perfils d'alumini en forma de L tenen la mateixa profunditat de 33 mm, es fa un rebaixament en un costat utilitzant una fresadora i un fresoli de 6 plaquetes de widia. Això es realitza sense tallar la barra d'alumini, de manera que es garanteix que els dos perfils són iguals. La figura 34 mostra el rebaixament realitzat.



FIGURA 34:REBAIX SIMULTANI AMB LES PECES SENSE TALLAR



Seguidament, es talla la barra d'alumini utilitzant una serra, i s'escaira un dels costats de l'amplada en les dues peces. Això permet col·locar-les juntes en la mordassa i escairar l'últim costat de les dues peces alhora. D'aquesta manera, s'assegura que les dues peces tenen la mateixa dimensió respecte a l'amplada de 36 mm. La figura 35 mostra aquest procés.



FIGURA 35:REBIX SIMULTANI AMB LES PECES TALLADES

Finalment, s'aplica un rebaix a l'últim costat de les peces, deixant-les amb una dimensió de 39 mm. Seguidament, es marquen els diferents forats utilitzant un peu de rei, per tal de perforar-los amb una broca. Cal destacar que el forat de 28 mm de diàmetre s'ha de fer en diverses passes: primerament amb una broca de 8 mm, després amb una de 18 mm i finalment amb la de 28 mm. Això s'ha de fer per evitar la fricció excessiva que es produeix en perforar directament amb una broca de 28 mm. Els altres 6 forats són passants per a cargols de M3, de manera que són realitzats amb una broca de 3,5 mm (4 forats per subjectar el motor i 2 per collar el suport amb la base 1). La figura 36 mostra aquest muntatge.

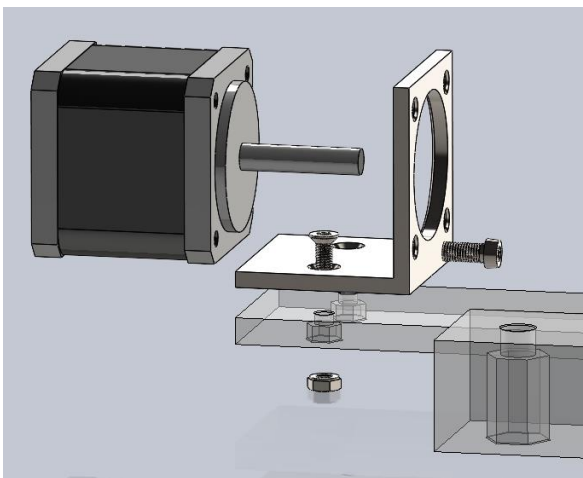


FIGURA 36:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL SUPORT DEL MOTOR B1

## 1.4 Suport motor Base 2

Com s'ha explicat anteriorment, s'han escairat dos costats del suport conjuntament amb el suport motor base 1. En aquest cas, no és necessari rebaixar l'altre costat ja que ja té una amplada de 40 mm. La figura 37 mostra la peça físicament.

Pel que fa als forats, s'aplica el mateix mètode que en el suport motor base 1. La única diferència és que s'han de realitzar 8 forats passants de M3 en lloc de 6: 4 per subjectar el motor i 4 per collar el suport del motor amb la guia lineal. La figura 38 mostra aquest muntatge.



FIGURA 37: SUPORT DEL MOTOR BASE 2 MECANITZAT AMB FRESADORA

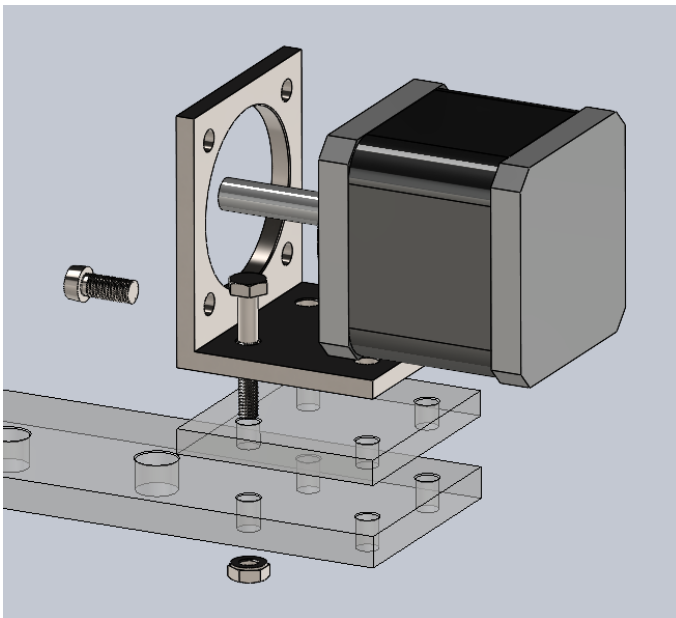


FIGURA 38: EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL SUPORT DEL MOTOR BASE 2

## 1.5 Suport rodament base 1

En aquest cas, és necessari mecanitzar la peça ja que té un costat de 5 mm de gruix que és més feble, a més d'un forat que requereix una alta precisió i resistència per retenir el rodament.

Per mecanitzar els costats, s'aplica el mateix mètode utilitzat amb els suports dels motors i la mateixa eina. Com hi ha dos costats iguals, primer es mecanitza el costat de 36 mm sense tallar la peça, en la figura 92 de l'annex F es visualitza. A continuació, es talla la peça i es mecanitza el costat de 20 mm amb les dues peces fixades a la mordassa. Finalment, es mecanitza l'últim costat de 40 mm. La figura 39 mostra la peça físicament.

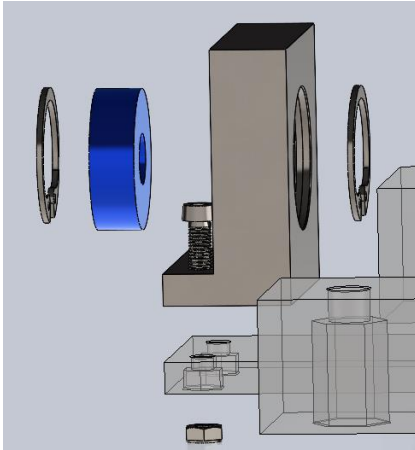


**FIGURA 39: SUPORT DEL RODAMENT BASE 1 MECANITZAT AMB LA FRESADORA**

Els dos forats passants de 3,5 mm de diàmetre es marquen amb el peu de rei i es fan amb el trepant. No obstant això, el forat de 22 mm de diàmetre ha de ser realitzat en un taller com el de la Fundació Eduard Soler (Ripoll), ja que el taller de la UDG no disposa de mandrils o fresolins de doble fulla amb un diàmetre de 22 mm. Aquests mandrils permeten obtenir un forat de 22 mm exactes perquè el rodament quedi ben encaixat.

Per començar, es fa una palpació amb un passador per obtenir el centre de la peça. A continuació, s'utilitza una broca de 21 mm i una fresadora per fer un forat a una profunditat d'aproximadament 15 mm. Després, sense extreure la peça de la mordassa per mantenir el centre del forat, es canvia el capçal a una broca de 22 mm i es col·loca un mandril de 22 mm. Amb aquesta configuració, es realitza el forat de 22 mm amb una profunditat de 12 mm. Per acabar i facilitar la inserció del rodament, s'avenalla el forat i s'insereix el rodament amb l'ajuda d'un cargol de banc. La figura 40 mostra el muntatge i en la figura 91 de l'annex F el procés de com es realitza el forat amb el mandril.





**FIGURA 40:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL SUPORT DEL RODAMENT BASE 1**

### 1.6 Suport rodament base 2

Com s'ha explicat anteriorment per al suport de rodaments de la base 1, es mecanitzen els dos costats simultàniament i l'últim costat es mecanitza a una altura de 44 mm. La figura 41 mostra la peça físicament.

Pel que fa als forats, s'aplica el mateix procediment que per als forats passants de 3,5 mm de diàmetre i el forat de 22 mm per al rodament. La figura 42 mostra el muntatge.



**FIGURA 41:SUPOORT DEL RODAMENT BASE 2 MECANITZAT AMB LA FRESADORA**

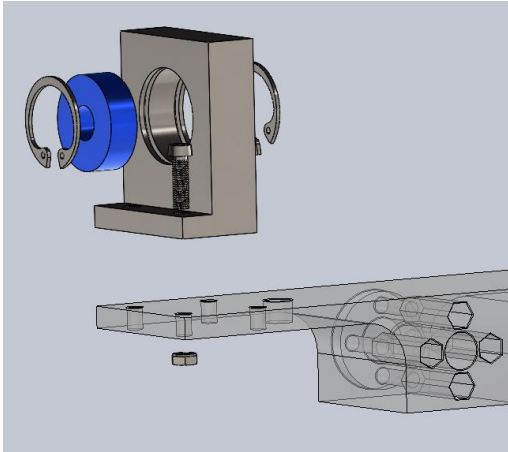


FIGURA 42:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL SUPORT DEL RODAMENT BASE 2

### 1.7 Suport got 1

La peça es fabrica amb la impressora 3D (PLA) en aquest cas, ja que conté forats hexagonals que són difícils de mecanitzar. La part central és similar a la de la base 2, on també hi ha un forat passant de 8,5 mm de diàmetre per permetre el pas del vis sense fi rectificat de 8 mm de diàmetre. Hi ha dos forats, un de 10 mm i un altre de 22 mm, per poder-hi inserir la femella rectificada de M8 amb un pas de 2 mm.

En aquesta peça, només hi ha 2 forats passants de 3,5 mm de diàmetre en comptes de 4, per evitar que interceptin amb els altres forats passants de 3,5 mm que baixen verticalment. Aquests forats permeten collar el suport del got amb la guia lineal de boles i evitar que la peça giri, però permeten que avanci. Cal destacar que s'aplica el mateix sistema per subjectar la femella rectificada, on a l'altre extrem dels 2 forats passants hi ha un forat hexagonal amb una tolerància de 0,2 mm superiors a les dimensions d'una femella de M3, per facilitar la seva inserció i assegurar que quedi bloquejada en la rotació fins a estampar-se amb la pròpia peça i subjectar la femella. La figura 43 mostra la peça físicament.



FIGURA 43: SUPORT DEL GOT 1 IMPRÈS EN PLA

Paral·lelament aquests 4 forats hi ha un forat de 9,2 mm i amb una profunditat de 16mm, per poder-hi inserir una rosca de M8, ja que la impressora no permet imprimir una rosca de M8 i que alhora sigui resistent.

Per realitzar aquest procés, es fa servir un soldador d'estany per escalfar la rosca. Quan el plàstic comença a fondre's, s'empenta la rosca a través del forat, que té un diàmetre 0,2 mm més petit que el diàmetre exterior de la rosca. Això permet que la rosca quedi ben estampada a la peça. És important destacar que durant aquest procés, una quantitat significativa de plàstic fos va cap a dins del forat. Per això, es realitza el forat a una profunditat de 5 mm superior a l'alçada de la rosca, per acomodar aquest excés de plàstic. La figura 44 mostra el muntatge de la peça.

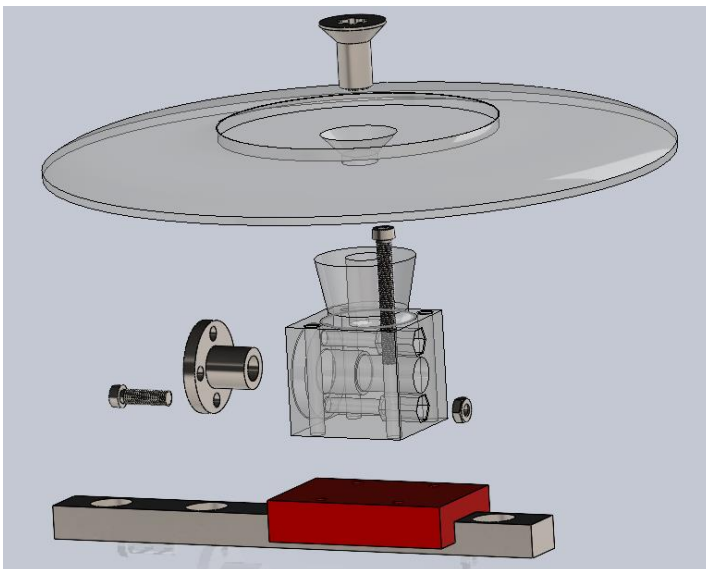


FIGURA 44: EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL SUPORT DEL GOT 1

## 1.8 Suport got 2

Aquesta peça es fabrica amb la impressora 3D utilitzant PLA, ja que conté corbes complexes que faciliten el flux de la cervesa per una superfície difícil de mecanitzar. També té un forat amb un diàmetre considerable per inserir el got. Podeu visualitzar la peça física a la figura 45.



FIGURA 45: SUPORT DEL GOT 2 IMPRÈS EN PLA

La peça consta d'un forat amb un diàmetre de 66,5 mm per poder-hi inserir el got de Guinness, així com un forat de 8,5 mm de diàmetre amb un avellanat per amagar la cabota del cargol de M8. L'elecció d'un cargol de M8, en lloc d'un M6 o inferior, no es deu a la resistència necessària per subjectar les dues peces, sinó perquè la cabota del cargol de M8 té una àrea de superfície més gran, distribuint millor la força sobre la peça i reduint la pressió exercida, fet que fa més difícil que la peça es trenqui. Podeu veure el muntatge a la figura 46.

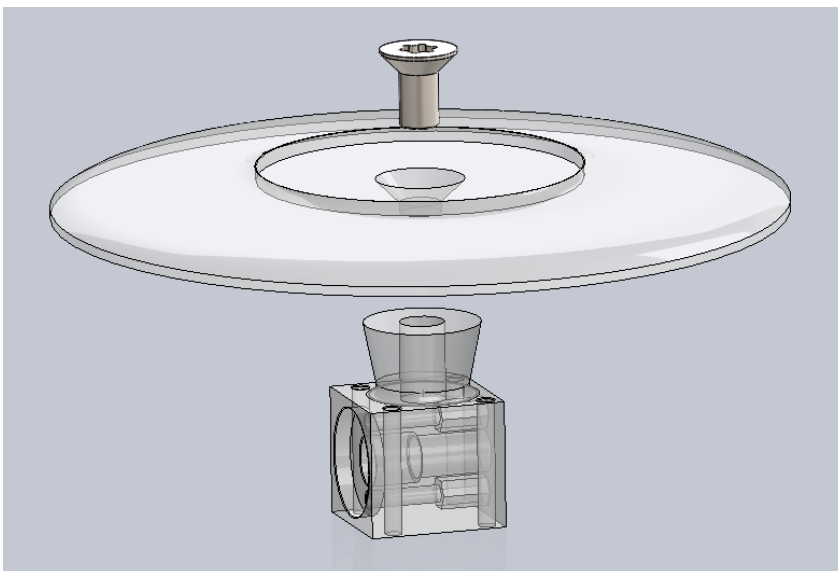
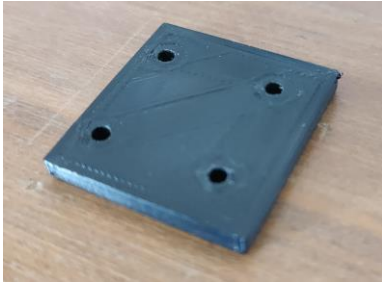


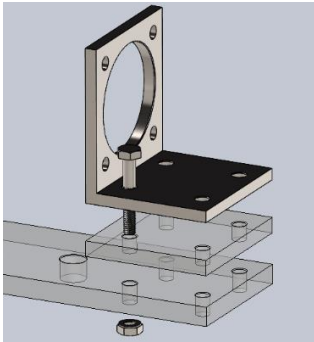
FIGURA 46: EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL SUPORT DEL GOT 2

## 1.9 Gruix motor B2

La peça és rectangular amb un gruix de 4 mm, amb l'objectiu de proporcionar l'eix del motor a una altura de 26 mm. Està fabricada amb PLA utilitzant una impressora 3D. Podeu veure la representació física de la peça a la figura 47. La peça consta d'una base rectangular amb 4 forats passants de M3 per a una fixació segura i centrada. El muntatge es pot observar a la figura 48.



**FIGURA 47:GRUIX DEL MOTOR B2 IMPRÈS EN PLA**



**FIGURA 48:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN AL GRUIX DEL MOTOR B2**

## A.2 COMPONENTS A COMPRAR DE LA MAQUINA

### 1.10 Guies lineals

Consta d'una guia lineal d'acer que marca el recorregut per on llisca el bloc i consegüentment la base 2 i el conjunt del suport del got.

Es talla pel mig amb la radial les guies rectangulars dels bloc deixant-les a una longitud de 10cm, es poleix amb la mola i posteriorment amb una lima poc abrasiva per deixar un acabat més fi, en la figura 49 es visualitza la peça físicament.



FIGURA 49: GUIA LINEAL

### 1.11 Bloc MGN 12h

Rodament lineal el qual llisca per la guia a partir d'un sistema de boles, amb un altura de 13mm i consta de 4 forats roscats de M3 per poder-hi collar la base2 i el conjunt del suport del got, en la figura 50 es visualitza la peça físicament.



FIGURA 50: BLOC MGN 12H

### 1.12 Vis sens fi

Vis sens fi rectificat amb un diàmetre de 8mm i un pas de 2mm.

Primer de tot es modifica la longitud dels vis sens fi, amb l'ajuda del torn, es talla i rebaixa la cara per deixar-la plana i amb la mola es fa el xamfrà, un es deixa a una longitud de 115 mm i l'altre a 110 mm per tal de realitzar l'assemblatge amb més facilitat i amb l'ajuda de la tela esmeriladora s'aconsegueix deixar els llavis del vis sens fi suficientment polits com per inserir i roscar la femella, en la figura 51 es visualitza la peça físicament.

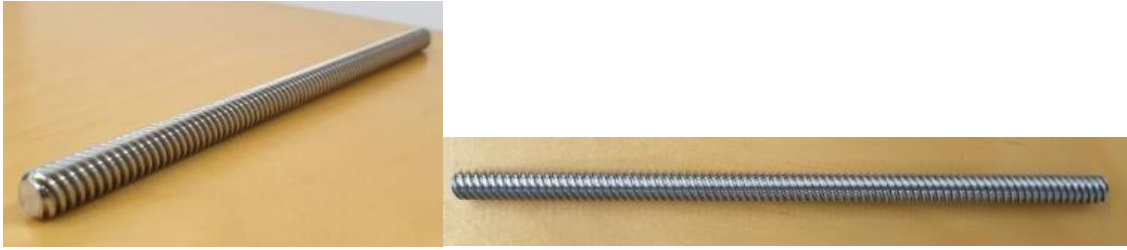


FIGURA 51:VIS SENS FI RECTIFICAT

### 1.13 Femella Vis sens fi

Femella de 8 mm diàmetre i pas 2 mm encarregada de roscar en el vis sens fi, per transmetre la rotació del vis a la peça i així desplaçar-la linealment, en la figura 52 es visualitza la peça físicament.



FIGURA 52:FEMELLA DEL VIS SENS FI

### 1.14 Acoblador flexible

Peça cilíndrica on en un extrem hi ha un diàmetre de 5mm per poder-lo unir a l'eix d'un motor i amb l'ajuda d'un espàrrec s'estampa contra el vis sens fi per quedar ben subjectat i en l'altre extrem hi trobem un forat de 8mm, per poder-lo unir a el vis sens fi, en la figura 53 es visualitza la peça físicament.



FIGURA 53:ACOBLADOR FLEXIBLE



### 1.15 Rodament

Rodament de 22 mm de diàmetre exterior i 8 mm de diàmetre interior, el qual permet recolzar un extrem del vis sens fi i alhora aplicar el mínim fregament possible, en la figura 54 es visualitza la peça físicament.



FIGURA 54:RODAMENT

### 1.16 Motor Nema 14

Motor encarregat de fer rotar el vis sens fi i per tant fer desplaçar linealment la base 2 i el conjunt del suport del got, segons les ordres provinents del codi, en la figura 55 es visualitza la peça físicament.

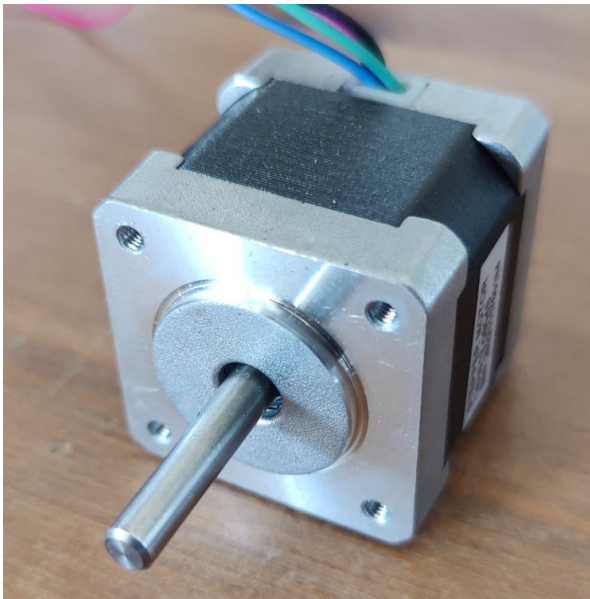


FIGURA 55:MOTOR NEMA 17



### 1.17 Pololu A4988

Driver compatible amb els motors Nema 14 i encarregats de transformar els pulsos que rep de l'esp 32 a pulsos de motor.

S'agafen aquets dirvers, que permeten seguir fent proves amb els motors Nema-14, però en un futur, es pot canviar a motors més potents com ara Nema-17, ja que tenen un petit potenciòmetre per a regular la intensitat que s'envia cap als motors, en la figura 56 es visualitza la peça físicament.

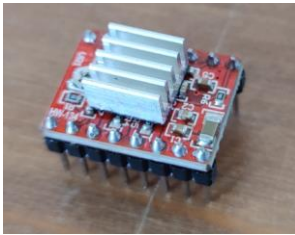


FIGURA 56:POLOLU A4988

### 1.18 ESP 32

Chip que permet emmagatzemar el Gcode en GRBL per tal d'enviar les ordres en els divers i conseqüentment fer rotar l'eix del motor, en la figura 57 es visualitza la peça físicament.



FIGURA 57:ESP 32

### 1.19 ESP32 CNC shield

Shield que permet la connexió amb els drivers i amb un petit circuit transformador, que és capaç d'alimentar tant el processador, com els drivers , utilitzant com a entrada només un petit transformador ordinari de 24VDC, i ofereix fins a 3A per a alimentar totes les necessitats de la placa, amb sortides de 3v3 i 5V per a connexions externes com ara sensòrica, o bé senyalitzacions, en la figura 58 es visualitza la peça físicament.

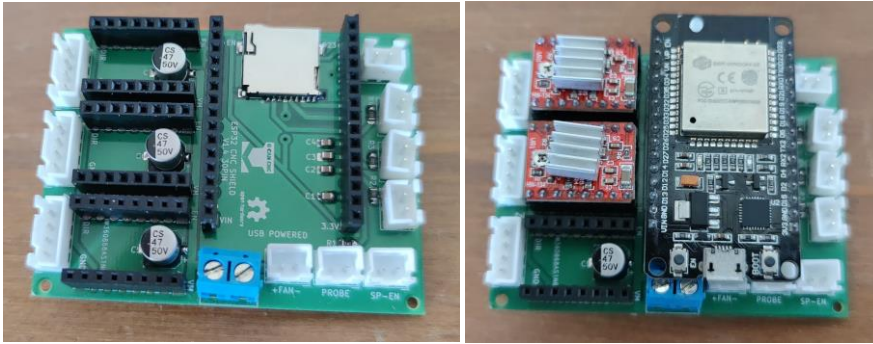


FIGURA 58:ESP32 CNC SHIELD AMB I SENSE COMPONENTS ASSEMBLATS

## 1.20 Font d'alimentació

Els dos motors s'alimenten amb una tensió de 24V perquè puguin girar quan reben l'ordre de l'ESP32. La peça està connectada a l'ESP32 CNC Shield, que gestiona el control dels motors. Podeu veure la representació física de la peça a la figura 59.



FIGURA 59:FONT D'ALIMENTACIÓ

## A.3 COMPONENTS A FABRICAR EXTERNS A LA MAQUINA

### 1.21 Caixa

És fabrica a partir d'acer inoxidable i consta de dues parts: la caixa i la tapa, la caixa te forma de cub on la base fa 192x 192mm i 83mm d'altura, te 4 potes de 25mm d'altura amb forma cònica per adaptar-se amb més facilitat als forats circulars de la reixa i la tapa és la part superior amb forma de pla inclinat amb una altura de 3mm per deixar fluir la cervesa cap al desaigua, en la figura 60 es visualitza el conjunt .

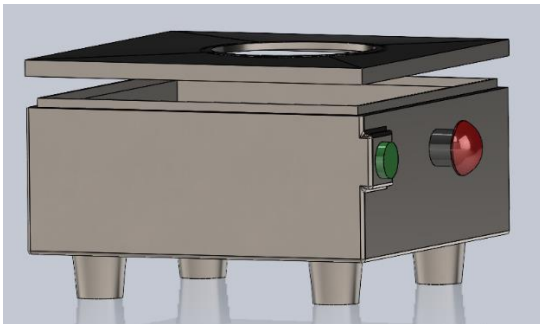


FIGURA 60: CONJUNT CAIXA

La caixa i la tapa es connecten mitjançant una unió en forma de L, i es fixen amb dues abraçadores de palanca situades en dos costats oposats de la caixa. Això assegura una fixació robusta del conjunt. Podeu veure la unió a la figura 61. A més, hi ha dues juntes tòriques utilitzades per garantir l'estanqueïtat. Una junta quadrada envolta la unió entre la caixa i la tapa, mentre que una altra junta circular de 100 mm de diàmetre es col·loca sobre la tapa, concèntrica al forat. La junta tòrica circular té un diàmetre de 100 mm perquè hi ha un espai de 1,5 mm entre el suport del got 2 i la tapa, i amb un rebaix de 0,5 mm a la tapa per inserir la junta, es crea un espai de 2 mm, que és ideal per a una junta tòrica de 2 mm de diàmetre i evitar espai buit. Això assegura l'estanqueïtat per prevenir la entrada de líquids o partícules que podrien fer malt bé els components mecànics i electrònics. Podeu veure la posició de la junta tòrica i l'espai entre la tapa i el suport del got 2 a la figura 62.

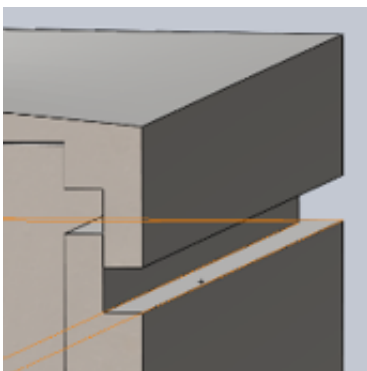


FIGURA 61: UNIÓ ENTRE LA CAIXA I LA TAPA

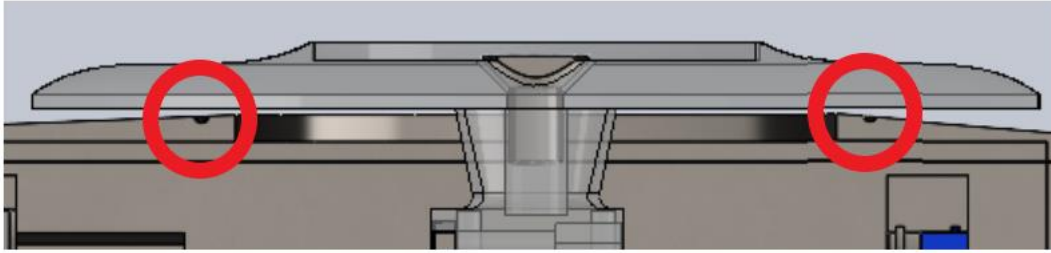


FIGURA 62: UBICACIÓ JUNTA TÒRICA DE 100MM DE DIÀMETRE

A dins la caixa a la base hi ha la forma de la superfície de la maquina a una profunditat de 2mm per assegurar que sempre quedi ben posicionada, ja que només té una posició correcta al no ser simètrica

La caixa està equipada amb un botó d'inici del programa i un botó d'emergència per aturar el programa. Aquests botons es troben a la part frontal de la caixa. Podeu veure el muntatge a la figura 63.

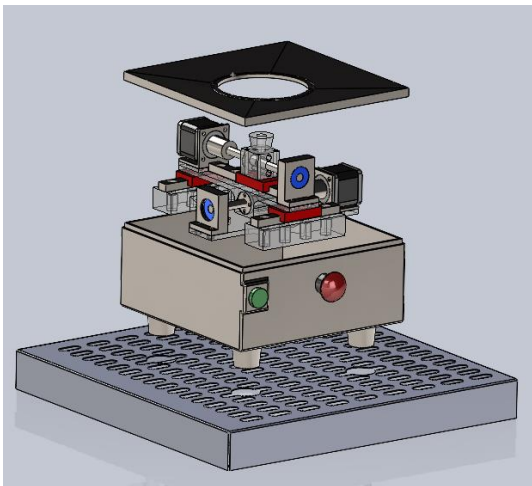
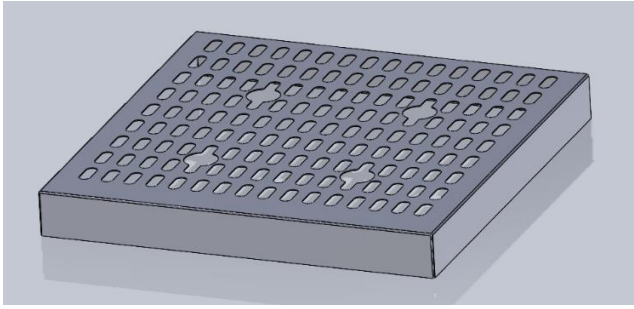


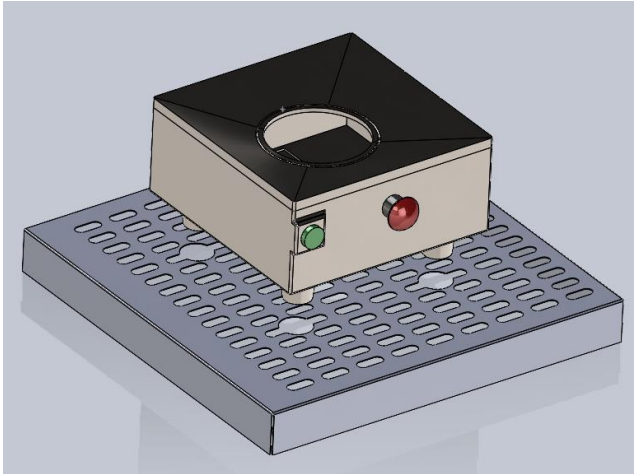
FIGURA 63: EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN A LA CAIXA

## 1.22 Reixa

La peça es fabrica utilitzant acer inoxidable i, com que es dissenya a mida, no té dimensions estàndards. Principalment, es dissenya amb una altura suficient perquè les potes de la caixa no toquin el desguàs. També es realitzen quatre forats per adaptar la caixa a la posició on el got queda concèntric respecte al tirador (posició 0,0 del programa). Aquests forats tenen un diàmetre de 29 mm per permetre que la caixa es posi a una altura de 5 mm respecte a la reixa. Podeu veure la peça física a la figura 64 i el muntatge a la figura 65.



**FIGURA 64:REIXA MECANITZADA**



**FIGURA 65:EXPLOSIONAT DELS COMPONENTS QUE S'ADAPTEN A LA REIXA**

## A.4 MODIFICACIONS PER A L'OPTIMITZACIÓ DE LA PEÇA

### 1.23 Base 1

Per tal de reduir la concentració de tensions i augmentar la resistència de la peça, s'ha afegit un arrodoniment amb un radi de 10 mm en el punt d'unió amb el suport de la guia lineal i la creu que forma la base 1. A més, s'han afegit arrodoniments en les quatre cantonades de la creu. Aquests arrodoniments es poden observar a la figura 66.

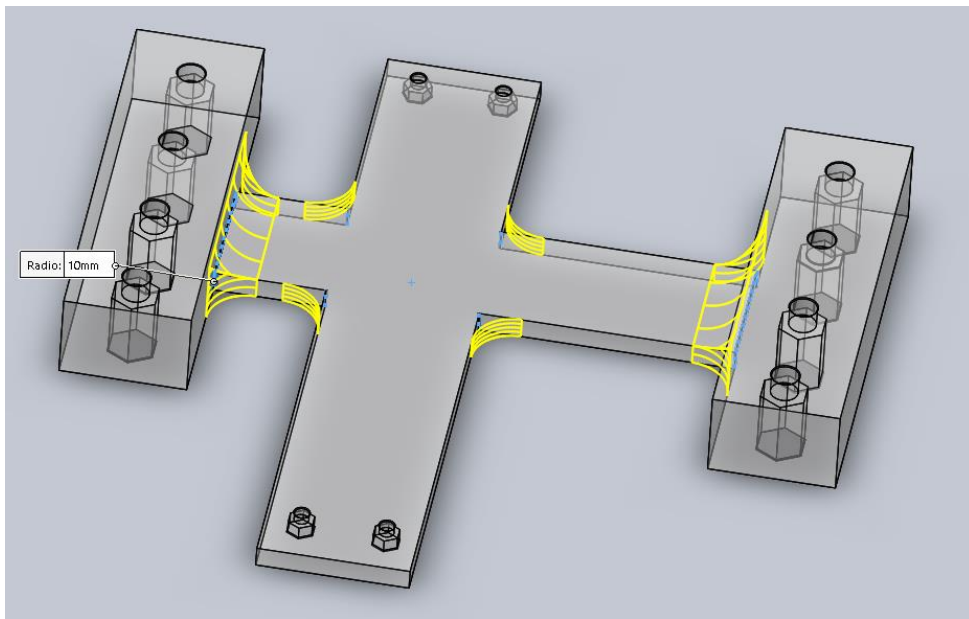


FIGURA 66: ARRODONIMENTS DE LA BASE 1

### 1.24 Base 2

Pel mateix principi que en la peça anterior es va afegir un arrodoniment de radi 10mm en el punt d'unió entre el quadrat que subjecta la femella i la base rectangular per tal de millorar la seva resistència, en la figura 67 es visualitzen els arrodoniments.

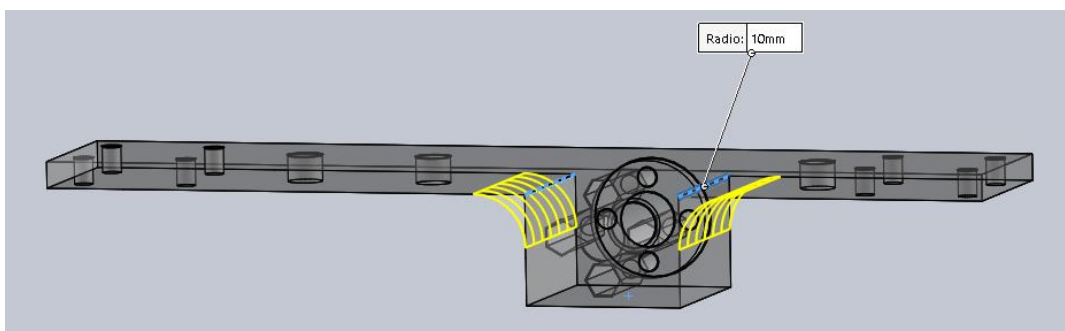


FIGURA 67: ARRODONIMENTS DE LA BASE 2

## 1.25 Suport got 1

En aquest cas, la modificació és més complexa a causa de les limitacions de disseny de la peça. En primer lloc, el punt crític és el mateix que en les bases 1 i 2, ja que és un punt on l'angle és de  $90^\circ$ , el qual pot originar una fractura per concentració de tensions. Per tant, la solució aplicada és la mateixa que en el cas anterior: afegir un arrodoniment amb un radi de 2 mm. No obstant això, en la part superior de la peça, hi ha un forat per inserir la rosca de M8, el que fa que el gruix de la peça sigui molt petit. Com a resultat, no es pot afegir l'arrodoniment mitjançant una extrusió amb un diàmetre més gran. En aquest cas, s'ha optat per extruir la part superior amb un pendent, de manera que la circumferència superior sigui més gran que la inferior. D'aquesta manera, es pot realitzar l'arrodoniment i, al mateix temps, mantenir un gruix de paret suficientment resistent. A la figura 68 es pot veure el detall de l'arrodoniment i l'extrusió.

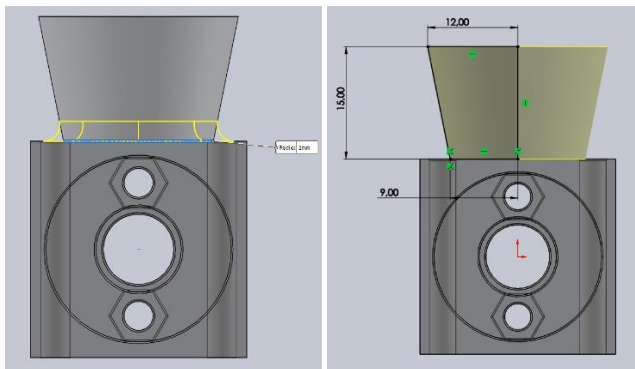


FIGURA 68: ARRODONIMENT DEL SUPORT DEL GOT 1 I EXTRUSIÓ TRAPEZOIDAL

## 1.26 Suport rodament base 1 i Suport rodament base 2

Per evitar que la força axial generada per l'acceleració recaigui exclusivament sobre els rodaments de l'eix del motor i sobre l'espàrrec de l'adaptador del motor, s'ha realitzat una ranura en la part frontal i posterior amb un diàmetre de 25 mm i un gruix de 1,2 mm. Aquesta ranura permet la inserció d'una xapa de retenció per restringir el moviment axial dels rodaments i assegurar que continuïn funcionant en òptimes condicions. Podeu veure aquesta modificació a la figura 69 i en l'annex G s'especifiquen les forces aplicades sobre els anells de retenció.

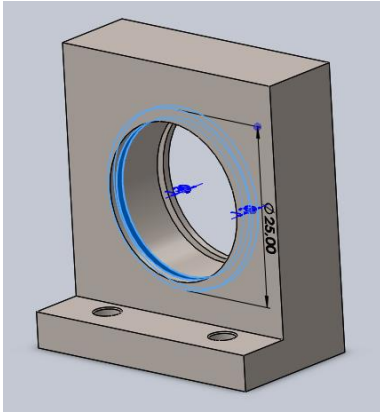


FIGURA 69:ORIFICIS PER ELS SEGERS

### 1.27 Vis sens fi

Pel mateix motiu que en els suports del rodament es fan 2 ranures de 6mm de diàmetre i 1,2mm de gruix per poder-hi inserir els anells de retenció, les ranures es realitzen en l'extrem on hi va el rodament i estan separades 7 mm entre elles per deixar l'espai del gruix del rodament i que quedi ben subjectat en el vis sens fi.



## A.5 MODIFICACIONS EN EL PROJECTE PER INCONVENIENTS

### 1.28 Femella Vis sens fi

Durant el procés d'impressió de les peces en la impressora 3D, els forats on s'ha d'ajustar la femella van quedar lleugerament més petits respecte a les dimensions de la femella. Per tant, per tal de poder inserir-les amb facilitat a la base 2 i al suport del got 1, es va haver de disminuir les dècimes de mm necessàries en el diàmetre de 22 mm i de 10 mm de la femella utilitzant un torn. Això va permetre ajustar les mides per aconseguir un encaix perfecte. Podeu veure aquesta modificació a la figura 70.

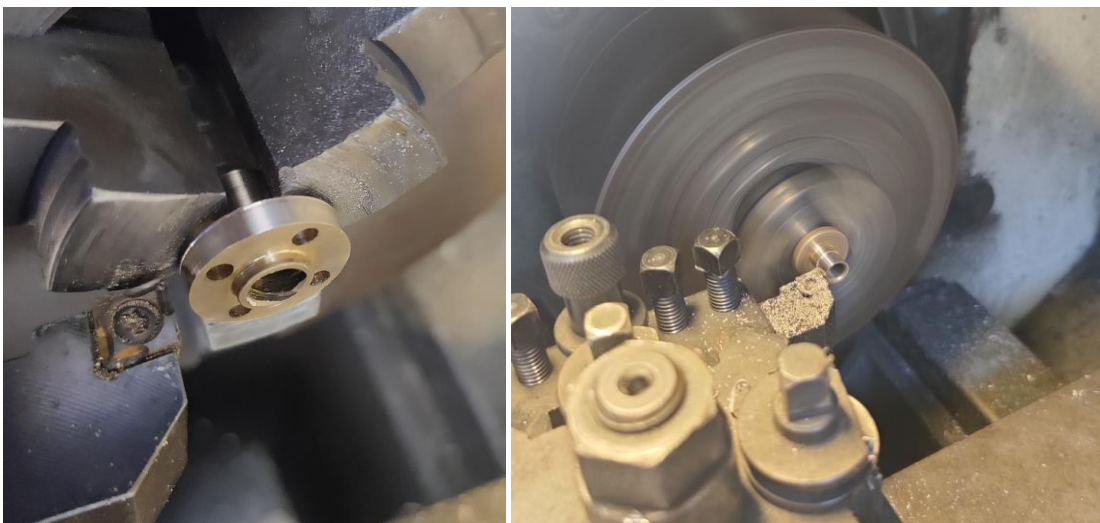


FIGURA 70: FEMELLA COLLADA I MECANITZADA EN EL TORN

### 1.29 Acoblaments flexibles

Per estalviar diners i evitar la compra d'un altre acoblament, s'ha aprofitat un acoblament que ja tenia un forat de 4 mm de diàmetre en ambdós extrems. Per fer-ho, s'ha perforat completament amb una broca de 5 mm, aprofitant el centratge existent. Després, sense moure la peça, s'ha canviat la broca de 5 mm per una de 8 mm i s'ha continuat perforant fins a una profunditat d'aproximadament 15 mm, que és la meitat de la peça. D'aquesta manera, s'ha obtingut un forat de 5 mm a un extrem per a l'eix del motor i un forat de 8 mm a l'altre extrem per al vis sense fi rectificat. Podeu veure aquesta modificació a la figura 71.



FIGURA 71: ACOBLAMENT COLLAT I MECANITZAT EN EL TREPANT

### 1.30 Suport motor base 2

Originalment el suport del motor base 2 havia de ser de 44mm d'altura, però la UDG no va poder proporcionar un perfil L de 45mm, sinó un de 40mm, per tant es va haver de modificar el plànol deixant la peça a la màxima altura possible (40mm), de manera que es va decidir afegir un gruix de 4mm a sota del suport amb 4 forats passants de 3,5mm de diàmetre, per tal de que quedi ben subjectat i obtinguem l'eix del motor a una altura de 26mm.

# ANNEX B: CÀLCULS MECÀNICS

En aquest annex es justifica el motor escollit a través del càlcul del parell necessari per fer rotar el vis sens fi i fer desplaçar el got ple de cervesa.

## B.1 CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DEL MOTOR DE L'EIX Y

El temps en el que s'ha de realitzar el trèvol son uns 10 segons, el trèvol consta de 3 pètals i una tija, però la tija s'ha de realitzar dos vegades, ja que el dibuix comença al centre del trèvol, seguidament dibuixa els tres pètals i per últim dibuixa la tija, on per no tornar en línia recta tornem a resseguir la tija, però a la inversa per poder tornar a l'origen del trèvol i no deixar cap marca addicional, en la figura 72 es visualitza.



FIGURA 72: TRÈVOL DIBUIXAT A SOBRE L'ESCUMA

Així doncs tarda el mateix temps en realitzar un pètal que una tija de manera que si es divideix a parts iguals tarda 2,5 segons en dibuixar un pètal i per tant la meitat, és a dir 1,25 segons, en dibuixar la meitat del trèvol situació on es dona el punt màxim d'acceleració, en la figura 73 es visualitza.

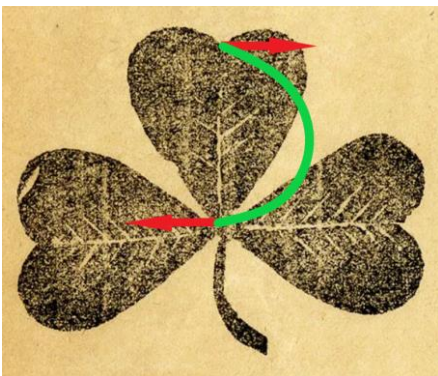


FIGURA 73: PUNT MÀXIM D'ACCELERACIÓ

S'aproxima la meitat del pètal a una circumferència de radi 15mm on realment és una mica inferior (s'assegura estar per la banda de seguretat) i així es pot calcular la omega i l'acceleració.

$$\omega = \frac{2 \times \pi}{T}$$

$$T = 1,25s$$

$$\omega = \frac{2 \times \pi}{1,25} = \frac{8}{5}\pi = 5,03\text{rd/s} \cong 5\text{rad/s}$$

$$\mathbf{a} = \omega^2 \times \mathbf{r}$$

$$r = 0,015\text{m}$$

$$a = 5^2 \times 0,015 = 0,375\text{m/s}^2$$

Seguidament per calcular la força d'empenta necessària per moure el suport del got i el got amb cervesa es considera que el conjunt massa 1Kg on es torna a estar per la banda de seguretat ja que realment massa menys.

$$\mathbf{F}_a = \mathbf{m} \times \mathbf{a}$$

$$m = 1\text{Kg}$$

$$F_a = 1 \times 0,375 = 0,375\text{N}$$

Per facilitar els càlculs s'ha trobat l'aproximació per calcular el parell a partir de la  $F_a$ , on es segueix estant per la banda de seguretat, ja que en aquesta aproximació és considera que la rosca és triangular en comptes de rectangular, de manera que es considera una força de fregament superior a la real, perquè alhora de calcular la força de fregament es considera una  $\mu$  de 0,15 i en les rosques rectangulars la  $\mu$  es inferior a 0,15, en la figura 74 es visualitzen les forces aplicades i en la figura 75 la formula simplificada a l'original.

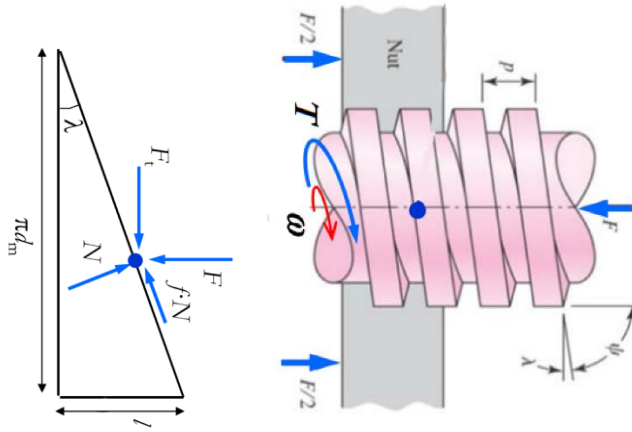


FIGURA 74: FORCES APLICADES EN LA ROSCA

En aquesta aproximació es té en compte que tots els valors geomètrics estan normalitzats, depèn principalment del coeficient de freg i es pot resumir:

- Cargols sense lubricació:  $K = 0,22$ .
- Cargols amb lubricació:  $K = 0,18$ .

$$T = \frac{F_a d_m}{2} \left( \frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right) \rightarrow T = K d F_a$$

FIGURA 75: FORMULA ORIGINAL I SIMPLIFICADA

Per tenir en compte la situació més crítica, es realitzen els càlculs considerant que els vis sense fi no tenen lubricació.

$$T = 0,22 \times \varnothing \times F_a$$

$$\varnothing = 8\text{mm}$$

$$T = 0,22 \times 0,008 \times 0,375 = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{Nm}$$

Finalment s'obté la potència necessària del motor a partir de la T (parell necessari que ha d'exercir el motor)

$$P = T \times W$$

$$P = 6,6 \cdot 10^{-4} \times 5 = 0,0033\text{W}$$

## B.2 CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DEL MOTOR DE L'EIX X

Es repeteix el mateix procediment, però en el cas més crític, és a dir per el motor ubicat en la base 1, perquè a diferència del que esta ubicat en la base 2 aquests mou un conjunt amb mes massa (base2, motor nema 2, guia lineal, Bloc MGN, suport del motor B2, suport del rodament B2, vis sens fi, acoblador, rodament, suport del got 1, suport del got 2 i el got ple de cervesa). Per tant el parell i la potencia necessaris per el motor son superiors, ja que la força a vèncer  $F_a$  és superior donada per l'augment de la massa.

$$M = 3\text{Kg}$$

$$F_a = 3 \times 0,375 = 1,125\text{N}$$

$$T = 0,22 \times 1,125 \times 0,008 = 0,00198 \cong 0,002$$

$$P = 0,002 \times 5 = \mathbf{0,01\text{W}}$$

Així doncs en una situació més extrema el motor de la base 1 s'agalaria amb més potencia que el de la base 2, però al ser valors tant petits de potencia s'agafen els dos motors del mateix model (Nema14).

# ANNEX C: PROGRAMACIÓ

En aquest annex s'explica el procediment seguit per elaborar la part electrònica del prototip i l'esquema final del projecte amb l'objectiu de comprendre el resultat final.

## C.1 PRIMERA IDEA

Un cop va sorgir la idea del projecte, la primera opció que es va considerar va ser utilitzar un model cartesià amb dos motors pas a pas per moure els dos eixos necessaris per al moviment de la cervesa. Durant la investigació, es va descobrir un programari lliure per al control de motors pas a pas, basat en Arduino, anomenat "GRBL". A la figura 76 es pot veure una representació visual de la idea inicial de disseny.

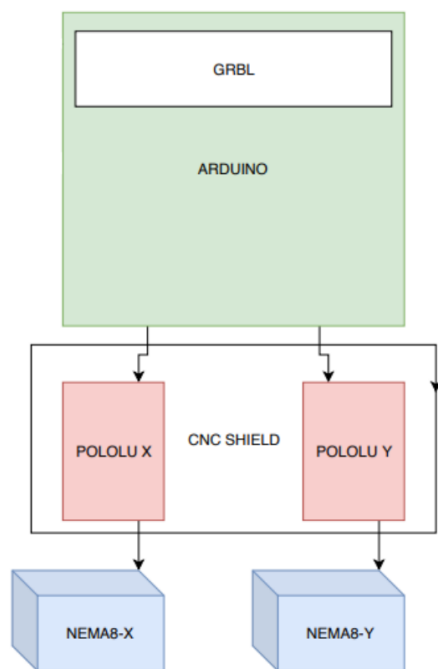


FIGURA 76:PRIMER DISSENY DE L'ESQUEMA ELÈCTRIC

## C.2 GRBL

El programa GRBL, és un software de control de motors pas a pas encarregat de rebre les ordres de moviment provinent del GCode, i transformar-les a impulsos que posteriorment s'envien als drivers, fent que aquests els converteixin a polsos de motor, i ho enviïn cap al motor pas a pas.

### C.3 GCODE

Gràcies a l'ajuda d'un programa per a màquines de control numèric, es va aconseguir dibuixar el "shamrock" i convertir-lo a coordenades per a després transformar-lo a un arxiu GCode, capaç de ser entès per el GRBL, i per tant, per els motors, en la figura 77 es visualitza l'ordre en que s'executa el codi.

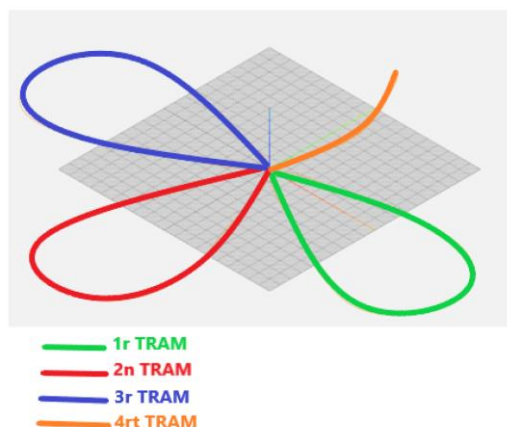


FIGURA 77: TRAMS PER REALITZAR EL TRÈVOL

Utilitzant les especificacions tècniques dels motors, així com dels drivers, es van calcular els valors de configuració més importants per a que els motors es moguessin precisament i amb el temps requerit per a realitzar el trèvol (10s) (en l'annex D es poden visualitzar amb més detall les modificacions i els càlculs realitzats), però es va veure que al carregar el programa mitjançant un programa anomenat "Universal Gcode Sender" no respectava les mesures, ja que feia un dibuix molt petit.

En un primer moment es va pensar que podia ser un problema de càlcul, es van extreure les coordenades del codi i es va veure que el Gcode generat inicialment, feia un trèvol de 6mm de diàmetre, no de 60mm que és el que es volia, així que es va obrir l'arxiu Gcode des d'un Excel i es va multiplicar per 10 les coordenades de l'eix X i de l'eix Y. També es va aprofitar i es va modificar l'últim tram del Gcode, és a dir el desplaçament des de que finalitza el dibuix a la punta de la tija fins al centre del trèvol per tornar a iniciar el programa, de manera que enlloc de passar per el centre en línia recta i deixar una segona marca no desitjada, es van invertir les coordenades d'aquest tram, per tal de que alhora de tornar ressegueixi la tija del trèvol, no deixi una segona marca no desitjada i la tija quedi més gruixuda, en la figura 78 es visualitza.



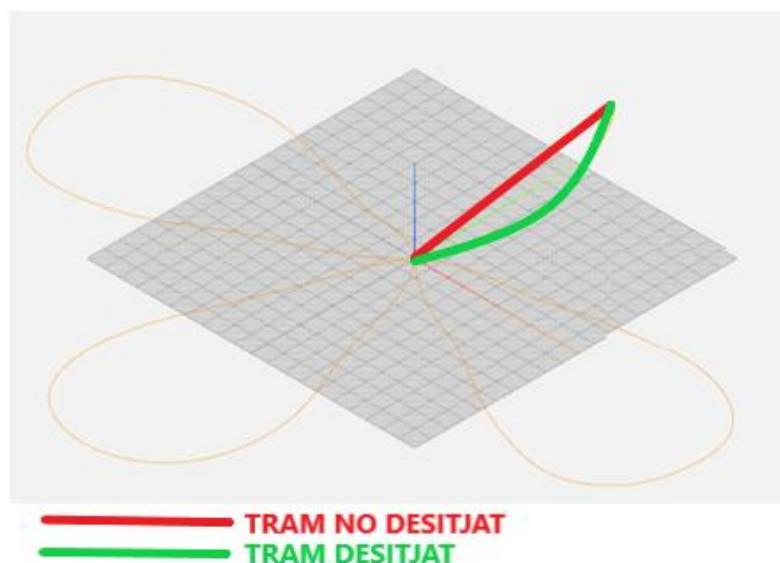


FIGURA 78: TRAM DESITJAT PER RETORNAR AL PUNT CÈNTRIC DEL TRÈVOL

## C.4 PRIMERA IDEA AUTOMATITZACIÓ

Un cop el codi va ser generat correctament, es va enfrontar un altre gran problema. Des de l'inici, l'objectiu era crear un autòmat autònom, és a dir, sense dependre d'un ordinador per enviar el GCode a l'autòmat. No obstant això, el GRBL amb Arduino no permetia aquesta funcionalitat, ja que requeria emmagatzemar l'arxiu GCode a la memòria de l'Arduino, la qual ja estava plena a causa de la grandària del software que s'havia utilitzat.

En aquest punt va sorgir la idea del segon prototip. Durant la recerca de solucions, es va trobar un fòrum en línia on es va mencionar una altra placa anomenada ESP32, que permetia llegir un arxiu GCode emmagatzemat en una targeta SD. Mitjançant la creació d'un petit programa, es podria decidir quan enviar aquest arxiu cap a l'Arduino. En aquest moment, va començar a considerar-se la idea principal d'executar el codi una vegada que la cervesa arribés a una certa alçada. Per això, es va decidir afegir un botó que activaria el barman o un sensor de pes. A continuació, es programaria el software de manera que comencés el moviment en el moment en què aquest botó fos premut o es detectés un augment de pes. A la figura 79 es pot veure el segon disseny de l'esquema elèctric.

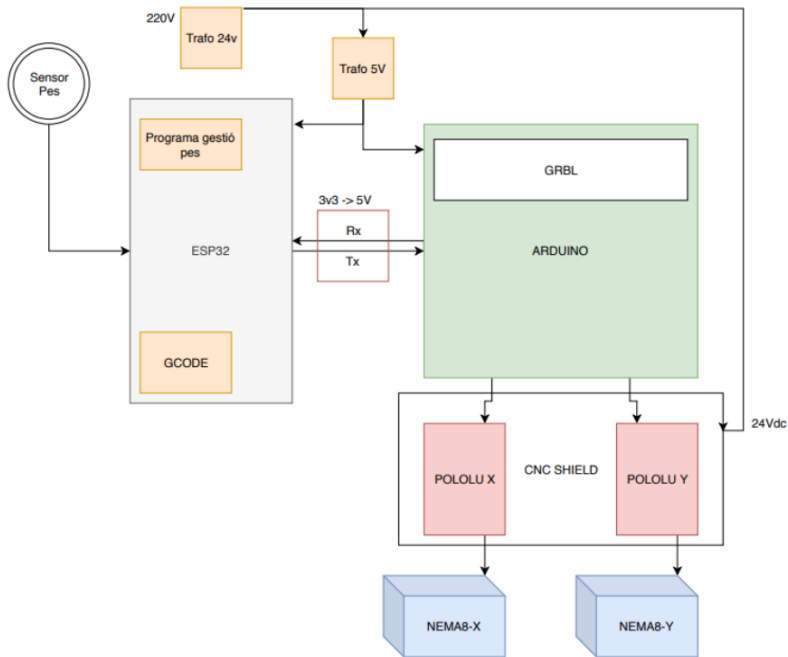


FIGURA 79: SEGON DISSENY DE L'ESQUEMA ELÈCTRIC

## C.5 GRBL ESP32 CNC SHIELD

Un cop es va valorar aquesta opció, durant la investigació es va descobrir que un enginyer anomenat Bart Dring, propietari de la web buildlog.net, estava modificant el software GRBL perquè funcionés directament a l'ESP32.

En contactar amb ell mitjançant "GitHub", que és la plataforma on té el software en constant desenvolupament i on la comunitat pot informar sobre problemes, dubtes o millores, es va exposar el problema i ell va proposar una solució. No obstant això, aquesta solució implicava modificar el firmware de l'ESP32 ja que la comunicació amb l'Arduino no era tan senzilla a causa de la velocitat de transmissió i recepció de dades dels ports sèrie (Tx i Rx). Bart Dring va afirmar que l'ESP32 era capaç de gestionar el GRBL i, al mateix temps, reservar un port per a la comunicació amb una targeta SD, que podria ser utilitzada per emmagatzemar el GCode. Això proporcionaria la possibilitat d'afegir més dibuixos en forma de GCode en el futur o de modificar els que ja existien.

A la seva pàgina web (buildlog.net), Bart Dring proporcionava l'esquema de connexió de l'ESP32 amb els motors, permetent que la placa actués com un Arduino, a més de oferir com

a extra la connexió d'una targeta SD. Aquest esquema estava disponible de forma gratuïta i també es podia adquirir una PCB amb els components adequats, ja soldada.

Es va prendre la decisió de comprar la PCB ja preparada, ja que això evitava haver de comprar tots els components per separat i el preu no era excessiu. No obstant això, a l'única pàgina web disponible, el producte estava esgotat. Per tant, es va haver de buscar altres opcions i es va trobar un model semblant a eBay, però a un preu més elevat.

Un cop va arribar la PCB, es van soldar tots els components seguint l'esquema elèctric que venia amb la placa. Amb l'ajuda d'un tester, es va comprovar la continuïtat de cada connexió per assegurar-se que les soldadures estaven en bon estat.

## C.6 COMUNICACIÓ PC-ESP32

En primer lloc, es va carregar l'arxiu GCode del trèvol a l'ESP32 i es va buscar informació a internet sobre com indicar al GRBL que s'havia de executar el programa emmagatzemat a l'interior. A la mateixa pàgina web on es trobava el software GRBL adaptat per funcionar amb l'ESP32, juntament amb el manual d'instal·lació, es va trobar una secció de wiki on s'explicava com executar fitxers des de Bluetooth, Wi-Fi, port sèrie o bé des de la targeta SD incorporada.

## C.7 COMUNICACIÓ CABLE SÈRIE

Inicialment, el programa funcionava de manera que per iniciar el procés, calia executar tres codis des del port sèrie utilitzant el programa Universal Gcode Sender:

- `$FM` → Aquest codi s'utilitzava per indicar a l'ESP32 que activés la comunicació amb la targeta SD.
- `$F` → Amb aquest codi es visualitzava el contingut de la targeta SD.
- `$F=[nomfitxer.ncc]` → Aquest codi s'utilitzava per executar el codi amb un nom de fitxer específic.

Enviar aquests tres codis des de l'ordinador a l'ESP32 utilitzant un cable sèrie genèric feia que els motors comencessin a moure's, però estaven limitats a un màxim de 8 repeticions. Per continuar executant el codi, era necessari reiniciar l'alimentació de la placa, reiniciar la connexió del port sèrie i tornar a començar el procés des de zero. A la figura 80 es pot veure el programa amb el qual s'envien aquests tres codis.

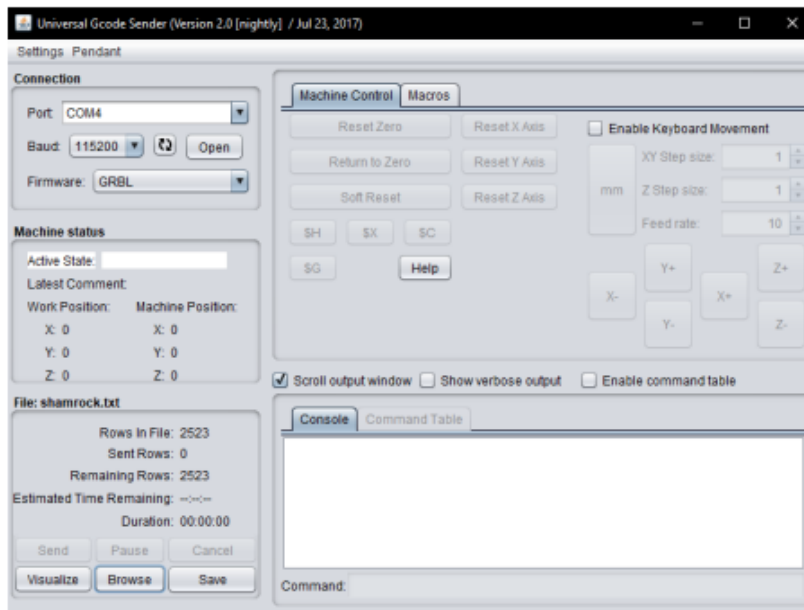


FIGURA 80: PROGRAMA PER COMUNICAR-SE AMB L'ESP 32

## C.8 COMUNICACIÓ INTERNA PER INTERPRETACIÓ

En aquest punt la solució que es va ocórrer va ser programar mitjançant una interrupció, l'enviament automàtic d'aquestes 3 comandes, per tal de que quan actives una entrada externa com ara un polsador, el programa ho detectés, i enviés els 3 codis directament al processador, que començaria a executar el programa immediatament.

Per a fer-ho es va analitzar el funcionament intern del GRBL, i mirar d'aprofitar alguna de les entrades que no es feien servir per tal de convertir-la en el botó d'inici. Es va trobar que el botó que es trobava cablejat a la placa anomenat START, ja per defecte activava una interrupció en el programa, que vol dir que si en qualsevol part de l'execució passa alguna cosa en aquella entrada, ha de deixar de fer el que està fent, i executar el codi que es troba a dins la interrupció, com per exemple un cicle d'emergència, o bé un cicle de reset, en la figura 81 es visualitza la part del codi on hi ha la interrupció start.

```

34 #endif
35 #ifdef CONTROL_FEED_HOLD_PIN
36     pinMode(CONTROL_FEED_HOLD_PIN, INPUT);
37     attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(CONTROL_FEED_HOLD_PIN), isr_control_inputs, CHANGE);
38 #endif
39 #ifdef CONTROL_CYCLE_START_PIN  Botó Start = CONTROL_CYCLE_START_PIN
40     pinMode(CONTROL_CYCLE_START_PIN, INPUT);
41     attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(CONTROL_CYCLE_START_PIN), isr_control_inputs, CHANGE);
42 #endif
43     Si s'apreta, canvia el valor del que hi ha a dins de isr_control_inputs
44 }
45
46 void IRAM_ATTR isr_control_inputs()
47 {

```

FIGURA 81:PART DEL CODI ON HI HA LA INTERRUPCIÓ START

El problema era que aquesta entrada ja estava assignada a un cicle d'interruptió existent i, per tant, no es podia utilitzar lliurement sense afectar el funcionament del programa.

Després de realitzar una extensa investigació, buscar opcions en fòrums i explorar com crear noves interrupcions, es va arribar a la conclusió que era necessari prescindir d'una de les interrupcions existents per a poder crear-ne una de nova, ja que totes les entrades estaven assignades a les interrupcions predefinides.

## C.9 EXEMPLE POLAR COASTER

Al cap d'uns dies després, es va rebre un comentari en el fòrum del programa d'un altre propietari que havia fet una cosa molt semblant i va compartir el seu programa. Es va descarregar i es va comprovar que era el que es necessitava. Aquest propietari havia creat una màquina amb un ESP32 que executava tres dibuixos predefinits emmagatzemats a la targeta SD, depenent del botó auxiliar que s'accionés. A la figura 82 es pot veure la màquina en qüestió.

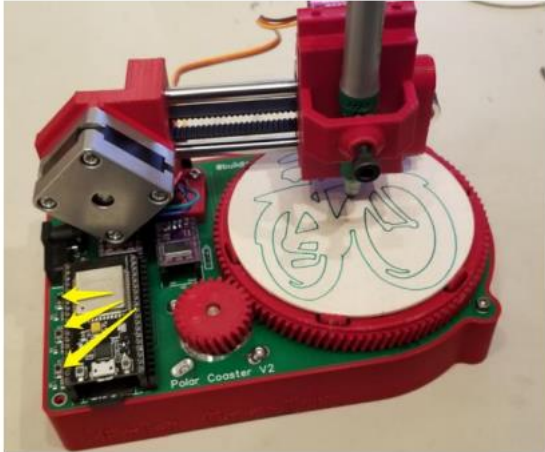
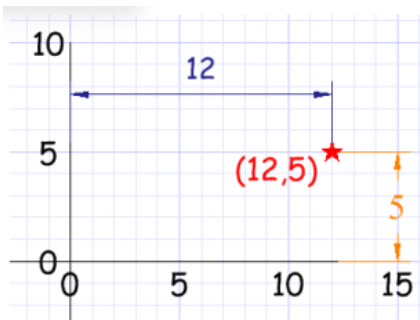


FIGURA 82: MÀQUINA POLAR COASTER

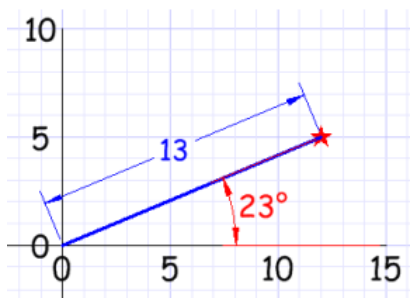
Ara doncs la feina era agafar el programa d'aquesta màquina, anomenada "PolarCoaster" i redefinir-lo per a que funcionés amb la màquina ShamRock, ja que aquesta feia servir coordenades polars, i la ShamRock són de tipus cartesià.

## C.10 COORDENADES CARTESIANS I POLARS

La principal diferència entre les coordenades cartesianes i les coordenades polars és que les coordenades cartesianes consisteixen en 2 valors, un per a la posició de X, i un altre per a la posició de Y.



D'altre banda, les coordenades polars consisteixen en el valor del vector de l'inici al final del moviment, i l'angle que ha de complir.



## C.11 REASSIGNACIÓ DE PINS

Donat que el programa original estava dissenyat per a una altra màquina amb connexions diferents, calia realitzar una sèrie de passos per adaptar-lo a la màquina ShamRock i fer que funcioni correctament. A continuació, es detallen els passos realitzats:

1. Es va tornar a utilitzar la versió anterior del programa GRBL, ja que es coneixia que els pins estaven configurats correctament perquè els motors es moguessin i rebessin la informació adequada.
2. Es va investigar els valors dels pins utilitzats en la versió anterior del programa per substituir-los a la nova versió del programa, assegurant-se de connectar-los als pins adequats de l'ESP32.
3. Es van buscar els pins als quals estaven connectats els 3 botons a la màquina original i es van redefinir perquè estiguessin connectats a un dels pins d'entrada d'interrupció disponibles a l'ESP32.
4. Es va eliminar la part del programa que convertia les coordenades cartesianes a polars, ja que la màquina ShamRock utilitza coordenades cartesianes directament.
5. Es van assignar els pins correctes a cada variable interna del programa.

Un cop realitzats aquests passos i amb el programa ja adaptat a la màquina ShamRock, es va comprovar que el programa funcionava correctament de manera virtual. En polsar el botó connectat al pin d'interrupció designat, el programa va realitzar el dibuix esperat i va tornar a la posició inicial un cop finalitzat el programa.

## C.12 DIAGRAMA ELÈCTRIC DEFINITIU DEL PROJECTE

A la part electrònica del projecte, només és necessari afegir un cablejat extern a la PCB per permetre l'execució del programa utilitzant el pulsador d'inici i un pulsador d'emergència per aturar el programa en qualsevol moment i fer que torni a la posició inicial (0,0) per evitar col·lisions en futurs usos.

El procés comença quan es prem el pulsador d'inici (Start). Un cop s'ha premut el pulsador, s'envia una senyal a través del pin 16 de l'ESP32 CNC Shield fins a l'ESP32, on s'ha carregat el programa GRBL. Aquest programa interpreta l'ordre rebuda des del pin 16 per iniciar el codi emmagatzemat, que en aquest cas és el Gcode que conté les coordenades per a dibuixar el trèvol.

A continuació, a través de l'ESP32 CNC Shield, s'envien les coordenades de l'eix X al controlador del motor X i les coordenades de l'eix Y al controlador del motor Y. Aquests controladors transformen les coordenades en polsos per enviar-los als motors corresponents i fer girar els eixos a la velocitat, acceleració i graus programats de manera sincronitzada per obtenir el dibuix del trèvol.

D'aquesta manera, s'aconsegueix crear una màquina "Plug&Play" sense necessitat d'utilitzar un ordinador i es redueixen els costos al màxim. La figura 83 mostra el disseny final de l'esquema elèctric.

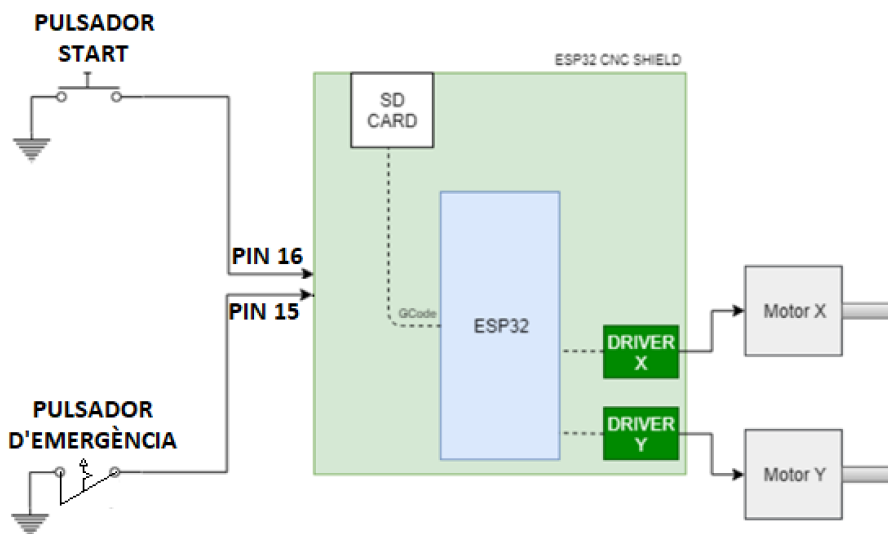


FIGURA 83: ESQUEMA ELÈCTRIC FINAL



# ANNEX D: CÀLCULS EN LA POGRAMACIÓ

En aquest annex es calculen quants graus per mm ha de realitzar el motor i a la velocitat necessària que ho ha de fer per complir amb el temps tradicional al fer el dibuix (10s).

## D.1 DADES DEL MOTOR I EL DRIVER A4998

### Dades motor pas a pas Nema 14 (figura 84)

General specifications	
Shaft Type:	5mm
Current rating	1200
Voltage rating	4
Holding torque	7N-cm
Steps per revolution	200
Resistance	4.3
Inductance per phase	4
Number of leads	6
Lead length	24

FIGURA 84:DADES MOTOR NEMA 14

### Dades driver A4988 (figura 85)

#### General specifications

Minimum operating voltage:	8 V
Maximum operating voltage:	35 V
Continuous current per phase:	1 A <sup>1</sup>
Maximum current per phase:	2 A <sup>2</sup>
Minimum logic voltage:	3 V
Maximum logic voltage:	5.5 V
Microstep resolutions:	full, 1/2, 1/4, 1/8, and 1/16
Reverse voltage protection?:	N
Bulk packaged?:	N
Header pins soldered?:	Y

FIGURA 85:DADES DRIVER A4988

## D.2 CALCULS

### 2.1 Avanç

En la figura 86 es visualitzen el càlculs dels graus necessari per avançar un mm on primer de tot s'extreuen els graus que gira el motor per cada pas rebut, seguidament es divideix per 8 al passar per el driver, segons els graus d'una volta es divideixen per el pas del vis sense fi i s'obte els graus que ha de realitzar per abançar un mm on finalment dividim aquest valor per els graus reals.

En la figura 86 es mostra el càlcul dels graus necessaris per avançar un mil·límetre. Per realitzar aquest càlcul, es segueixen els següents passos:

1. Es calculen els graus que gira el motor per cada pas rebut. Aquesta informació és proporcionada pel motor pas a pas utilitzat i està relacionada amb el seu pas angular. Per exemple, si el motor té un pas de 1,8 graus, aquest valor seria 1,8 graus per pas.
2. Es divideix aquest valor per 8 al passar per un driver. Això significa que per cada pas enviat al motor, el motor gira 1/8 del seu pas angular.
3. A continuació, es divideixen els graus d'una volta completa pel pas del vis sense fi. El pas del vis sense fi és una característica mecànica de la màquina i està relacionat amb el seu sistema de transmissió. Aquest càlcul permet determinar quantes voltes completes del motor són necessàries per avançar una distància determinada.
4. Finalment, es divideix aquest valor pels graus reals.

Amb aquests càlculs, es pot determinar la relació entre els passos enviats al motor i la distància recorreguda en mil·límetres. Això permet controlar amb precisió el moviment del motor per realitzar les operacions desitjades.

<b>\$100 + \$101=</b>			
<b>1</b>			
Graus per volta =	360		
Passos per volta =	200		
Graus per pas =	1,8		
<b>2</b>			
Graus per pas =	1,8		
Multiplicador Pololu =	1/8		
Graus Reals per pas =	0,225		
<b>3</b>			
Graus per volta =	360		
Pas Varilla =	2		
Graus per mm =	180		
<b>4</b>			
Graus per mm =	180		
Graus Reals per pas =	0,225		
Graus per mm =	800		
<table border="1"><tr><td>\$100 = 800</td></tr><tr><td>\$101 = 800</td></tr></table>		\$100 = 800	\$101 = 800
\$100 = 800			
\$101 = 800			

FIGURA 86: CÀLCUL DE L'AVANÇ

## 1.2 Velocitat

En la figura 87 es mostren els càlculs per realitzar el trèvol en un màxim de 10 segons. A continuació es detallen els passos realitzats en aquests càlculs:

1. En primer lloc, es converteix el temps límit de 10 segons a minuts.
2. Seguidament, es calcula la distància que s'ha de recórrer per dibuixar el trèvol i es divideix per el temps límit en minuts. Això es fa per determinar els mil·límetres que s'han d'avançar per minut per tal de complir amb el temps límit establert

<b>\$110 + \$111=</b>			
<b>1</b>			
Tmàx (s) =	10		
1 min (s) =	60		
Temps màx (min) =	0,17		
<b>2</b>			
Distància a recórrer (mm) =	85		
Temps màx (min) =	0,17		
mm per min =	500		
	<table border="1"><tr><td>\$110 = 500</td></tr><tr><td>\$111 = 500</td></tr></table>	\$110 = 500	\$111 = 500
\$110 = 500			
\$111 = 500			

FIGURA 87: CÀLCULS DE LA VELOCITAT

## 1.3 Acceleració

S'han deixat els valors per defecte, ja que son els recomanats per a la configuració i ja es compleix amb els paràmetres necessaris per a realitzar el trèvol, en la figura 88 es pot veure.

<b>\$120 + \$121=</b>			
	<table border="1"><tr><td>\$120 = 200</td></tr><tr><td>\$121 = 200</td></tr></table>	\$120 = 200	\$121 = 200
\$120 = 200			
\$121 = 200			

FIGURA 88: VALORS DE L'ACCELERACIÓ

## D.3 CONFIGURACIÓ FINAL

En la figura 89 es visualitzen les dades modificades i les predefinides

Valors configuració GRBL

Valors utilitzats:

\$0	Step pulse, microseconds	\$0=3
\$1	Step idle delay, milliseconds	\$1=250
\$2	Step port invert, mask	\$2=0
\$3	Direction port invert, mask	\$3=0
\$4	Step enable invert, boolean	\$4=0
\$5	Limit pins invert, boolean	\$5=1
\$6	Probe pin invert, boolean	\$6=0
\$10	Status report, mask	\$10=2
\$11	Junction deviation, mm	\$11=0.010
\$12	Arc tolerance, mm	\$12=0.002
\$13	Report inches, boolean	\$13=0
\$20	Soft limits, boolean	\$20=0
\$21	Hard limits, boolean	\$21=0
\$22	Homing cycle, boolean	\$22=0
\$23	Homing dir invert, mask	\$23=3
\$24	Homing feed, mm/min	\$24=200.000
\$25	Homing seek, mm/min	\$25=2000.000
\$26	Homing debounce, milliseconds	\$26=250
\$27	Homing pull-off, mm	\$27=1.000
\$30	Max spindle speed, RPM	\$30=1000.000
\$31	Min spindle speed, RPM	\$31=0.000
\$32	Laser mode, boolean	\$32=0
\$100	X steps/mm	\$100=800.000
\$101	Y steps/mm	\$101=800.000
\$102	Z steps/mm	\$102=800.000
\$110	X Max rate, mm/min	\$110=500.000
\$111	Y Max rate, mm/min	\$111=500.000
\$112	Z Max rate, mm/min	\$112=3000.000
\$120	X Acceleration, mm/sec <sup>2</sup>	\$120=200.000
\$121	Y Acceleration, mm/sec <sup>2</sup>	\$121=200.000
\$122	Z Acceleration, mm/sec <sup>2</sup>	\$122=200.000
\$130	X Max travel, mm	\$130=300.000
\$131	Y Max travel, mm	\$131=300.000
\$132	Z Max travel, mm	\$132=300.000

FIGURA 89:CONFIGURACIÓ FINAL

# ANNEX E: MANUAL D'ÚS

## E.1 INSTRUCCIONS IMPORTANTS DE SEGURETAT

- **ADVERTÈNCIA:** Per evitar accidents a causa de la inestabilitat, la posició la fixació de la màquina s'ha de fer segons les instruccions del fabricant.
  
- **ADVERTÈNCIA:** Mantenir les obertures de ventilació de l'electrodomèstic lliure d'obstruccions.
  
- **ADVERTÈNCIA:** Seguir les instruccions del manteniment acuradament per tal d'assegurar el correcte continu funcionament de la màquina i allargar la seva durabilitat.
  
- **ADVERTÈNCIA:** Executar les instruccions de la posada en marxa per assegurar el correcte funcionament de la màquina.

## E.2 INFORMACIÓ

Aquesta màquina està pensada per a treballar amb begudes alcohòliques, per tant es prohibeix el seu ús i la neteja a menors de 18 anys.

Les persones amb capacitats físiques, sensorials o mentals estiguin disminuïdes o que no tinguin l'experiència i coneixements necessaris poden utilitzar aquesta màquina amb la supervisió o les instruccions necessàries respecte a l'ús del mateix de manera segura i comprenen els riscos a què s'exposen.

### E.3 INSTRUCCIONS PER A LA POSADA EN MARXA

Es disposa d'un polsador d'emergència en tot moment per aturar el funcionament de la maquina.

1. Netejar molt acuradament la superfície situada a sota de la boca del sortidor i col·locar la reixa al forat del desaigua.
2. Col·locar la caixa als 4 forats circulars de la reixa i assegurar-se amb l'ajuda d'un nivell que queda posicionada paral·lelament a la reixa i perpendicularment a la boca del sortidor
3. Posicionar la maquina dins la caixa, tancar-la i collar el suport del got a la maquina.
4. Assegurar-se que la base del got queda concèntrica amb la boca del sortidor.
5. Connectar l'endoll de la maquina a una font d'alimentació de 230V.
6. Servir una pinta de Guinness deixant entre 1 i 2 cm de marge per acabar d'omplir i deixar-la reposar 2 minuts.
7. Col·locar la pinta a sobre del seu suport, abaixar la palanca del sortidor i polsar el polsador per iniciar el programa.
8. Apujar la palanca del sortidor per tancar la boca al cap de 10s, una vegada hagi finalitzat el programa.

## E.4 INSTRUCCIONS PER AL MANTENIMENT

### 4.1 Manteniment diari:

Comprovar que els cables de l'endoll estan en correcte estat.

Netejar el suport del got.

### 4.2 Manteniment mensual:

Lubricar els 2 vis sens fi cada 6 mesos amb el Jelt LUBRISEC PTFE (especial per a guies i vis sens fi)



## E.5 IMPORTANT SAFETY INSTRUCCIONS

- **WARNING:** In order to avoid accidents due to instability, the position or fixing of the machine must be done according to manufacturer's specifications.
  
- **WARNING:** Always keep the ventilation openings of the machine free of obstructions.
  
- **WARNING:** Follow the maintenance instructions in detail to ensure the correct operation of the machine and thus extend its durability.
  
- **WARNING:** Execute the start-up instructions to ensure the correct operation of the machine. (Draw the shamrock on top of the beer foam; avoid collisions with the glass support).

## E.6 INFORMATION

This machine is designed to work with alcoholic beverages, therefore its use and cleaning is prohibited to under 18 years (21 in some countries).

Persons with impaired physical, sensory or mental abilities, or who do not have the experience and knowledge necessary for the use of this machine, will need supervision or instructions for the safe use of this machine and an understanding of the risks to which they are exposed.

## E.7 START-UP INSTRUCTIONS

An emergency button is available at all times to stop the machine.

1. Clean very carefully the surface below the outlet mouth and place the grate in the drain hole.
2. Place the box in the 4 circular holes of the grid and make sure with the help of a level that it is parallel to the grid and perpendicular to the mouth of the outlet
3. Position the machine inside the box, close it and attach the cup holder to the machine.
4. Make sure that the base of the glass is concentric with the mouth of the spout.
5. Connect the machine plug to a 230V power source
6. Serve a pint of Guinness leaving between 1 and 2 cm of margin to finish blowing and leaving it to rest for 2 minutes.
7. Place the pint on its support, lower the handle lever and press the button to start the program.
8. Lift the dispenser lever after 10 seconds, after the program is finished.

## E.8 MAINTENANCE INSTRUCTIONS

### 8.1 Daily maintenance:

Check that the cables of the plug are in correct conditions.

Clean the pint base support.

### 8.2 Monthly maintenance:

Lubricate the 2 screw leads every 6 months with the Jelt LUBRISECPTFE (special for guides and screw leads).

# ANNEX F: EINES UTILITZADES

## F.1 BROCA Ø21MM

Broca per realitzar forats de 21mm, molt útil per a realitzar el forat del rodament abans de fer-hi passar el mandril de 22mm de diàmetre, en la figura 90 es visualitza.



FIGURA 90: BROCA Ø21MM

## F.2 MANDRIL Ø22MM

Eina que permet fer un forat amb molta precisió és a dir realitzar un forat de 22mm amb una tolerància de +0mm i -0,2mm, ideal per a fer un forat d'un rodament on ens interessa que sigui com a màxim de 22mm, ja que ha d'entrar amb una mica de pressió pel seu correcte funcionament, en la figura 91 es visualitza l'eina i com es realitza el forat pel rodament.



FIGURA 91: MANDRIL DE Ø22MM

### F.3 FRESOLÍ DE 6 PLAQUETES DE WIDIA DE Ø30MM

Eina que permet rebaixar més mil·límetres per passada que un fresolí normal gracies a les 6 plaquetes de widia, molt útil per fer el rebaix del suport del rodament on s'havien de rebaixar mes de 20mm i també per esqueirà qualsevol dels components, en la figura 92 es visualitza el rebaix.



FIGURA 92:MECANITZACIÓ DEL SUPORT DEL RODAMENT

### F.4 BROCA DE Ø3,5MM

Broca per realitzar forats de 3,5mm, molt útil per fer forats passants per un cargol de M3.

### F.5 BROCA DE Ø28MM

Broca per a realitzar forats de 28mm de diàmetre, útil per a realitzar el forat de l'eix del motor en el suport de motor.

## F.6 BROCA DE AVELLANAR

Broca on s'expandeix ràpidament el diàmetre, útil per avellanar els forats i així eliminar el canto viu que hi ha després d'haver fet un forat i també per poder amagar la cabota dels cargols avellanats, en la figura 93 es visualitza.



FIGURA 93: BROCA DE AVELLANAR

## F.7 TELA ESMERILADORA

Tela amb una superfície abrasiva, útil per a polir les arestes vives, els xamfrans i els forats, en la figura 94 es visualitza el resultat de passar la tela esmeriladora en una aresta viva.



FIGURA 94: RESULTAT DE PASSAR LA TELA ESMERILADORA



# ANNEX G: ANÀLISI DEL MOVIMENT I FUNCIÓ DE L'ANEL·L ELÀSTIC DE RETENCIÓ

## G.1 L'AVANÇ

A partir de la rotació del motor i conseqüentment la del vis sense fi, es genera una força d'empenta que fa desplaçar el suport del got. Gràcies als anells elàstics de retenció, el vis sense fi i el rodament es mantenen en la mateixa posició. La  $F_2$  és la força que exerceix el vis sense fi sobre l'anell de retenció exterior, mentre que la  $F_3$  és la força que exerceix el rodament sobre l'anell de retenció interior, en la figura 1 es visualitzen les forces implicades i el sentit de gir del motor.

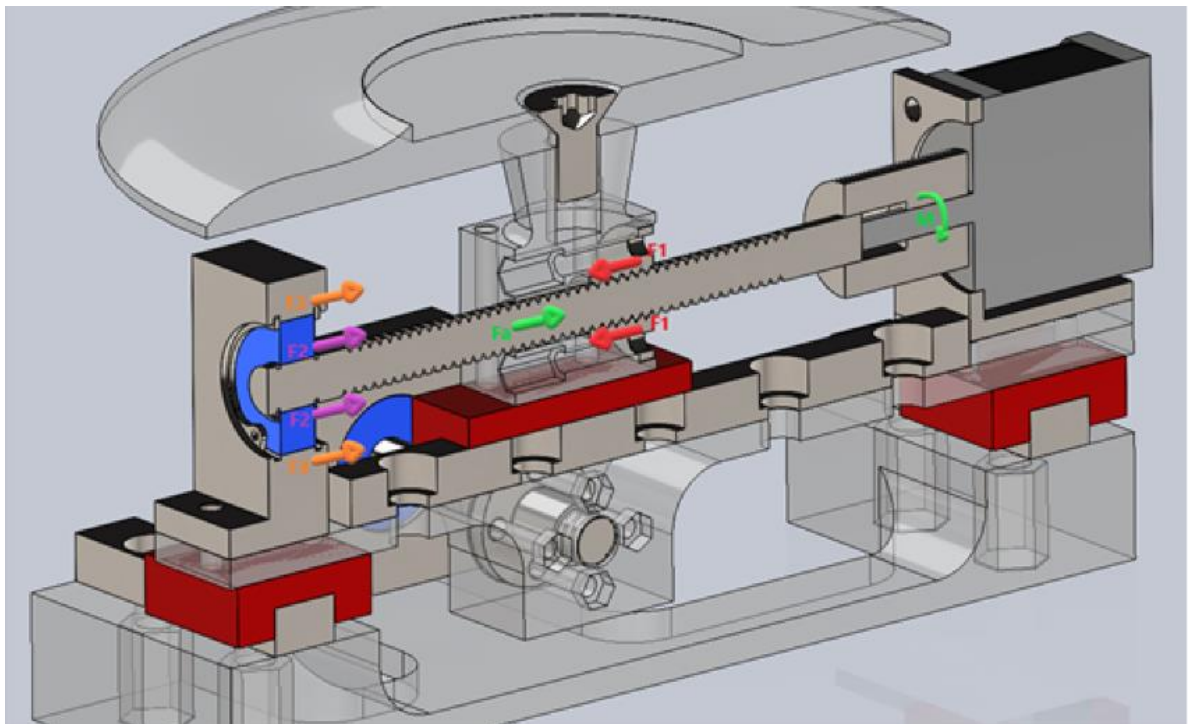


FIGURA 95:AVANÇ



## G.2 RETROCÉS

Succeeix el mateix que en l'avanç, però s'inverteix el sentit de gir del motor i, per tant, també el de totes les forces implicades, en la figura 2 es visualitzen les forces implicades i el sentit de gir del motor.

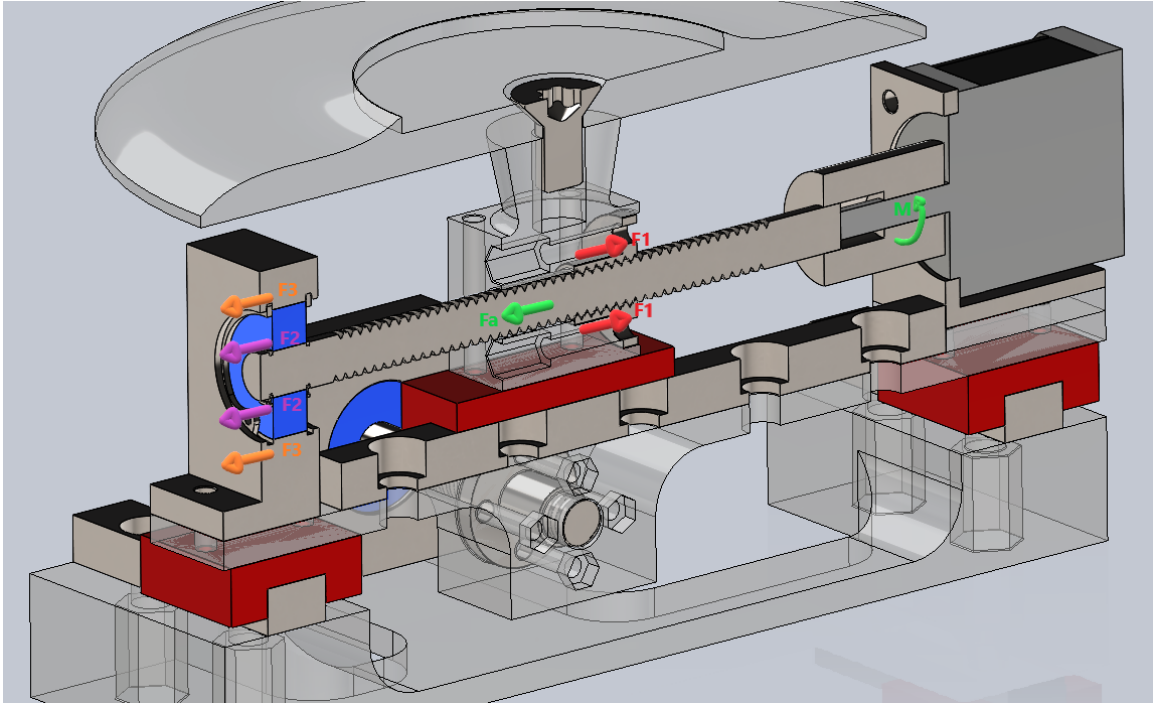


FIGURA 96: RETROCÉS