Escola Universitària Politècnica de Mataró

Centre adscrit a:

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Enginyeria Mecànica

DISSENY D'UNA MÀQUINA ELÈCTRICA DE FER PASTA FRESCA

Projecte

MARC RONDA

PONENT: JOAN RAMON GOMÀ

PRIMAVERA 2022

TecnoCampus Mataró-Maresme

Agraïments

Transmetre el meu agraïment més sincer a tots aquells que m'han ajudat i han confiat en mi al llarg d'aquesta etapa i han col·laborat en aquesta investigació.

En primer lloc, al meu tutor, Joan Ramon Gomà, per la seva ajuda en la planificació, informació i organització en aquest Treball de Fi de Grau.

En segon lloc, la meva família i la meva parella que han estat al llarg de tota la meva carrera donant-me suport en tot moment i animant-me a seguir endavant.

Resum

En el present projecte es podrà veure el disseny d'una màquina elèctrica de fer pasta fresca, el projecte inicia amb un breu resum sobre la història d'aquestes màquines, continua amb una anàlisi dels actuals dissenys que hi ha dins del mercat per poder estudiar les millors característiques i alternatives, més endavant es poden apreciar els dissenys tant conceptuals amb els components escollits com de detall del projecte el qual és el disseny de la solució final. Seguidament, apareixen els càlculs necessaris per dimensionar i escollir diversos components tals com l'elecció del motor, els paràmetres de la densitat i viscositat i altres relacionats amb l'eix extrusor. Finalment, el projecte conclou amb unes breus conclusions.

Resumen

En el presente proyecto se podrá ver el diseño de una maquina eléctrica de hacer pasta fresca, el proyecto inicia con un breve resumen sobre la historia de estas máquinas, continua con un análisis de los actuales diseños que hay en el mercado de las diferentes marcas para poder estudiar las mejores alternativas y características, más adelante se pueden apreciar tanto el diseño conceptual con los componentes elegidos como el de detalle del proyecto el cual es el diseño de la solución final. Seguidamente aparecen los cálculos necesarios para realizar dimensionar y elegir diversos componentes tales como la elección del motor, los parámetros de densidad y viscosidad y otro relacionados con el eje extrusor. Finalmente, el proyecto concluye con unas conclusiones breves.

Abstract

In this project you can see the design of an electric machine for making fresh pasta, the project begins with a brief summary of the history of these machines, continues with an analysis of the current designs that are in the market of the different brands for being able to study the best alternatives and characteristics, later on you can see both the conceptual design with the chosen components and the detailed project, which is the design of the final solution. Below are the necessary calculations to size and choose various components such as the choice of motor, density and viscosity parameters and others related to the extruder shaft. Finally, the project concludes with brief conclusions.

Índex

Índex de figures V

Índex de taules IX

1. Objectius 1

1.1. Propòsit 1

1.2. Finalitat 1

1.3. Objecte 1

1.4. Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del Tecnocampus 1

2. Abast 3

3. Marc teòric 5

3.1. Context històric: Les primeres màquines manuals 5

3.2. Màquines de fer pasta en l'àmbit domèstic i en l'àmbit industrial 6

4. Antecedents i necessitats d'informació 9

4.1. Antecedents 9

4.1.1. Models de màquines elèctriques de marques del mercat. 9

4.2. Necessitats d'informació 15

5. Objectius i especificacions tècniques 17

6. Generació i plantejament de possibles solucions 19

7. Desenvolupament de la solució final 35

7.1. Disseny conceptual 35

7.1.1. Tapa superior 35

7.1.2. Eix de mescla 36

7.1.3. Recipient 38

7.1.4. Tub d'extrusió 39

7.1.5. Eix d'extrusió 40

7.1.6. Peça per fixar el tub d'extrusió amb el recipient 42

7.1.7. Mòduls o fileres 43

7.1.8. Màquina 44

7.2. Disseny de detall 45

7.2.1. Llista de materials (BOM) 45

7.2.2. Disseny dels components finals 46

7.2.3. Perspectiva explosionada 53

7.3. Elecció del material pels components de la màquina 55

7.4. Càlculs 58

7.4.1. Densitat 58

7.4.2. Viscositat 59

7.4.3. Eix extrusor i fileres 61

7.4.4. Motor 67

7.4.5. Eix i pales de mescla 69

7.4.6. Cargols 74

7.5. Elecció del motor 74

8. Normatives i seguretat 79

9. Impacte mediambiental 81

10. Planificació del projecte 83

11. Perspectiva de gènere 89

12. Conclusions 91

13. Referències 93

Índex de figures

Fig. 3.1. Procés antic d'elaboració de pasta (Font:pastafrescaypizza) 5

Fig. 3.2. Màquina de fer pasta domèstica (Font: philips.es)..... 6

Fig. 3.3. Màquina de fer pasta industrial (Font: technopast.com) 7

Fig. 4.1. Model Philips (Font: philips.es) 10

Fig. 4.2. Model BEPER (Font: beper.com) 11

Fig. 4.3. Model GEKER (Font: amazon.es) 11

Fig. 4.4. Model Spinglane (Font: springlane.de) 12

Fig. 4.5. Model PastAIO (Font:classe.it) 12

Fig. 6.1. Model de tapa 2 (Font: Google) 26

Fig. 6.2. Model de tapa 3 (Font: Google) 26

Fig. 6.3. Model de tapa 3 (Font: Google) 26

Fig. 6.4. Possibles col·locacions de l'eix de mescla (Font: Google)..... 27

Fig. 6.5. Tipus de recipients en el mercat (Font: Google) 29

Fig. 6.6. Eix d'extrusió (Font: Google) 30

Fig. 6.7. Peça d'unió entre el capçal i el recipient (Font: Google)..... 31

Fig. 6.8. Diferents idees de capçals (Font: Google) 32

Fig. 7.1. Disseny conceptual de la tapa superior (Font: Pròpia)..... 35

Fig. 7.2. Disseny conceptual de l'eix de mescla (Font: Pròpia) 37

Fig. 7.3. Disseny conceptual del recipient (Font: Pròpia) 38

Fig. 7.4. Disseny conceptual del tub d'extrusió (Font: Pròpia)..... 39

Fig. 7.5. Etapes de l'eix extrusor (Font: Google)..... 41

Fig. 7.6. Disseny conceptual de l'eix extrusor (Font: Pròpia)..... 41

Fig. 7.7. Disseny conceptual de la peça per fixar el tub amb el recipient (Font: Pròpia) ... 42

Fig. 7.8. Disseny conceptual dels mòduls (Font: Pròpia)..... 43

Fig.7.9. Disseny conceptual de la màquina (Font: Pròpia) 44

Fig. 7.10. Llista de materials (BOM) (Font: Pròpia)..... 46

Fig. 7.11. Calaix (Font: Pròpia)..... 47

Fig. 7.12. Tapa superior (Font: Pròpia)..... 48

Fig. 7.13. Recipient (Font: Pròpia)..... 48

Fig. 7.14. Tub extrusor (Font: Pròpia) 49

Fig. 7.15. Peça per ajuntar (Font: Pròpia) 50

Fig. 7.16. Eix de mescla (Font: Pròpia)..... 50

Fig. 7.17. Fileres (Font: Pròpia) 51

Fig. 7.18. Eix extrusor (Font: Pròpia) 52

Fig. 7.19. Motor (Font: Pròpia)..... 52

Fig. 7.20. Tapa inferior (Font: Pròpia)..... 53

Fig. 7.21. Perspectiva explosionada I (Font: Pròpia) 54

Fig. 7.22. Perspectiva explosionada II (Font: Pròpia)..... 54

Fig. 7.23. Ingredients per fer pasta fresca (Font: Pròpia)..... 58

Fig. 7.24. Resultat de l'amassat dels ingredients (Font: Pròpia)..... 59

Fig. 7.25. Gràfica Viscositat aparent / Temperatura (Font: Article citat [11]) 60

Fig. 7.26. Diàmetres hidràulics (Font: Google) 64

Fig. 7.27. Gradient de velocitat (Font: Google) 68

Fig. 7.28. Factor de seguretat (Font: referencia 21) 70

Fig. 7.29. Propietats de l'acer inoxidable 304 (Font: referencia 21) 71

Fig. 7.30. Diagrama de les forces aplicades a la pala (Font: Pròpia) 73

Fig. 7.31. Especificacions del motor (Font: Full caract. Del motor) 77

Fig. 7.32. Motor F 006 B20 101 (Font: Full caract. Del motor) 77

Fig. 7.33. Informació del motor (Font: Full caract. Del motor) 78

Fig. 10.1. Planificació estimada VS real de l'avantprojecte (Font: Pròpia) 83

Fig. 10.2. Planificació estimada VS real del projecte (Font: Pròpia) 84

Fig. 10.3. Diagrama de Gantt (Font: Pròpia) 85

Fig. 10.4. Tasques del diagrama de Gantt (Font: Pròpia) 85

Fig. 10.5. Anàlisi de les desviacions del projecte (Font: Pròpia) 87

Índex de taules

Taula 4.1. Característiques de les màquines (1) (Font: Pròpia) 13

Taula 4.2. Característiques de les màquines (2) (Font: Pròpia) 13

Taula 6.1. Avantatges / Inconvenients maneres per fer la primera funció (Font: Pròpia)... 20

Taula 6.2. Avantatges / Inconvenients maneres per fer la segona funció (Font: Pròpia).... 21

Taula 6.3. Avantatges / Inconvenients components per fer la quarta funció (Font: Pròpia)23

Taula 6.4. Avantatges / Inconvenients maneres per fer la cinquena funció (Font: Pròpia). 24

Taula 6.5. Valoracions dels models de tapa (Font: Pròpia)..... 27

Taula 6.6. Valoracions dels models d'eixos de mescla (Font: Pròpia)..... 28

Taula 6.7. Valoracions dels models d'eixos d'extrusió (Font: Pròpia) 30

Taula 7.1. Resum característiques dels materials I (Font: Pròpia) 56

Taula 7.2. Resum característiques dels materials II (Font: Pròpia)..... 57

Taula 7.3. Resum de les pressions de cada filera (Font: Pròpia)..... 65

Taula 7.4. Resum diferencies entre motors AC i DC (Font: Pròpia) 75

1. Objectius

1.1. Propòsit

El projecte pretén elaborar el disseny d'una màquina elèctrica de fer pasta fresca.

1.2. Finalitat

La finalitat del projecte serà, doncs, la d'aconseguir elaborar els plànols necessaris juntament amb els seus càlculs d'una màquina de fer pasta fresca elèctrica. La motivació per realitzar aquest tipus de màquina i no una altra, prové de l'interès de l'estudiant per entendre tot el procés que hi ha darrere de les màquines de fer pasta fresca, en aquest projecte, doncs, es profunditzarà en la manera de fabricar aquestes màquines per a poder donar visibilitat a una màquina que tot i semblar senzilla per l'exterior, hi ha molta part tant de mecànica com d'electrònica en el seu interior.

1.3. Objecte

L'objecte del treball és realitzar el disseny d'una màquina elèctrica de fer pasta d'elaboració pròpia a partir d'un previ estudi de mercat on es veuran les característiques i funcionalitats de productes semblants ja existents en el mercat per a poder aconseguir un disseny propi que aconsegueixi complir els objectius proposats en aquest projecte.

1.4. Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del Tecnocampus

Aquest projecte pretén elaborar un disseny d'una màquina partint des d'una recerca prèvia dels actuals competidors que hi ha al mercat fins a trobar una solució adequada per acabar tenint un disseny únic de màquina, durant tota la carrera s'han fet assignatures de disseny de màquines, de gestió de projectes, d'elaboració de càlculs i esforços, per tant, aquest projecte encaixa bé dins de tot el coneixement obtingut durant tota la carrera d'enginyeria mecànica, en aquest projecte es posen a prova tots els valors i coneixements apresos durant la carrera.

2. Abast

Tenint en compte que l'objectiu d'aquest treball és l'elaboració del disseny d'una màquina de fer pasta elèctrica, es pot afirmar que el projecte complirà amb els següents punts:

En primer lloc, es profunditzarà una mica en l'inici de les màquines de fer pasta fresca, on van aparèixer, quan, en quin moment es va decidir deixar de fer-les manuals per passar a ser tot elèctric i mecànic, el primer dels punts a treballar serà, doncs, el context del producte.

Després es farà un anàlisi de mercat per a poder obtenir un millor coneixement sobre aquest tema. En aquest anàlisi es tindran en compte diverses característiques i màquines de diversos fabricants, elaborant així taules comparatives per acabar aconseguint unes conclusions que facin de la màquina a elaborar en aquest projecte, una màquina completa i que podria competir en el mercat actual.

El projecte tindrà una part d'elaboració del disseny del producte, aquesta part inclourà l'elaboració dels càlculs necessaris per a la correcta implementació i funcionament dels materials o components que faran el conjunt de l'estructura de la màquina, per tal que compleixi les especificacions demanades i també inclou l'elaboració dels plànols de detall, de conjunt i de tots els necessaris per a la correcta elaboració de la part mecànica de la màquina assolint així la finalitat del projecte que és l'elaboració del disseny de la màquina.

En aquest projecte també hi haurà un recull de les diverses normatives que s'han de tenir en compte a l'hora de fer aquest tipus de màquines, de la mateixa manera que també incorporarà un anàlisi econòmic i mediambiental.

En aquest projecte no es contempla endinsar-se molt a la part electrònica d'aquest producte, en tractar-se d'un projecte d'enginyeria mecànica i no electrònica, no es tindrà en compte, tota la part electrònica que portaria incorporada la màquina formaria part d'un altre projecte que en aquest no estarà incorporat. Per tant, a l'hora d'elaborar la part on aniran tots els components electrònics, es tractarà com una caixa negra, donant a entendre que allà seria on el projecte electrònic posaria interès, no obstant això, el disseny contemplarà les funcions de la part electrònica dins dels plànols.

3. Marc teòric

3.1. Context històric: Les primeres màquines manuals

El concepte de "pasta" arriba al segle XI i XII de mà dels Àrabs a les terres de Sicília que en aquell moment estaven sota del seu domini. Abans de l'existència de la màquina de fer pasta manual, les elaboracions es feien amassant els ingredients amb els peus. Aquesta labor la duien a terme majoritàriament les dones, però després en tornar-se una elaboració industrial ja va ser més universal. La pasta era un aliment pràctic, ja que era fàcil de transportar, conservar i permetia una preparació ràpida conceptes que facilitaven supervivència sobretot per a l'exèrcit que es desplaçava contínuament. Arribat el segle XIII, el Rei Francisco I va encarregar a uns enginyers trobar una manera més pràctica, funcional i higiènica per l'elaboració de la pasta. Aquests van idear un braç de bronze que va permetre substituir el treball físic dels treballadors.[1]

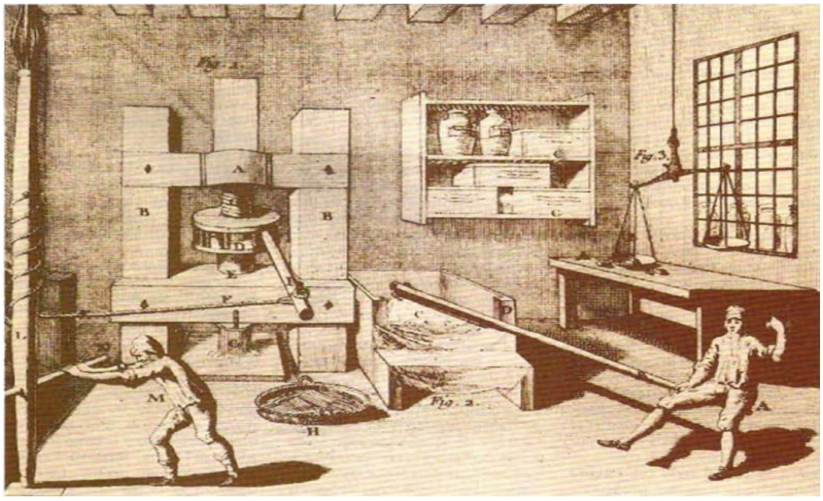


Fig. 3.1. Procés antic d'elaboració de pasta (Font:pastafrescaypizza)

Hi ha diversos antecedents d'eines o màquines per a l'elaboració de pasta fresca, com l'arribada de la premsa hidràulica, que va permetre utilitzar el vapor per a assecar la massa artificialment sense necessitat de la calor del Sol. També podríem destacar a Alessandro Capra amb la seva màquina de fusta o l'americà Thomas Jefferson que va importar als Estats Units d'Amèrica no solament la pasta sinó també la primera màquina de fer espaguetis.

Algunes de les primeres màquines eren d'ús domèstic que varen arribar d'immigrants. Una de les marques més emblemàtiques és Pastalinda. Creada per Augusto Prot. L'empresa actualment està activa i dirigida pel besnét d'Augusto.

En l'actualitat, hi ha dos tipus de màquines de fer pasta: la primera és la d'ús domèstic (que és en la que es basarà el projecte) i l'altre tipus és la d'ús industrial.[1,2]

3.2. Màquines de fer pasta en l'àmbit domèstic i en l'àmbit industrial

La revolució industrial i el gran avanç tecnològic ens ha portat un munt de petites màquines que ens ajuden dia a dia, la màquina de fer pasta fresca n'és un exemple: Hi ha un gran ventall de marques per a obtenir un exemplar i incorporar-lo a les nostres cuines. Acostumen a ser màquines no gaire grans, amb un conjunt de motlles per a decidir el tipus de pasta que volem aconseguir. Actualment, es pot adquirir una màquina de fer pasta per internet a portals com "Amazon", "Phillips" entre altres.

Com s'ha comentat anteriorment, les màquines domèstiques són bastant senzilles i la majoria tenen característiques similars. Un dipòsit on introduir els ingredients, un panell de control, un motor que fa girar un eix on hi ha una pala per amassar i finalment uns accessoris que permeten donar la forma necessària a la massa de la pasta. No acostuma a ser una màquina amb grans dimensions ni amb una potència molt elevada, ja que com s'ha comentat i s'ha pogut veure en les especificacions tècniques, són màquines destinades a un ús domèstic.

Fig. 3.2. Màquina de fer pasta domèstica (Font: philips.es)

En l'àmbit industrial la base tècnica de la màquina en si acostuma a ser molt similar a la que podem trobar en el domèstic, però per una producció a gran escala, sigui per una empresa o per a un restaurant. Com que solen ser unes màquines especialment dissenyades per a la producció a gran escala, són més sofisticades, amb més funcions i sobretot amb una producció més elevada en poc temps, ja que un dels objectius de més valor que persegueixen aquestes màquines són la quantitat de pasta que es pot fer en una quantitat de temps determinat, intentant aconseguir així la quantitat més gran possible en el mínim temps possible. ITALGI és una de les marques més conegudes que fabriquen màquines de fer pasta elèctriques industrials. Com que aquest projecte se centrarà en una màquina de fer pasta d'ús domèstic no s'entrarà en gaires més detalls sobre aquest entorn, ja que donaria per a un altre projecte.[2]

Fig. 3.3. Màquina de fer pasta industrial (Font: technopast.com)

Més endavant, es farà un anàlisi més detallat de les diferents màquines per fer pasta que han destacat en aquest sector domèstic en els darrers anys, per així poder contrastar les especificacions tècniques i els objectius establerts en aquest projecte amb les especificacions que es puguin observar en les diferents màquines que hi hagi en el mercat.

4. Antecedents i necessitats d'informació

4.1. Antecedents

En aquest apartat, es veuran diverses màquines que ja hi ha disponibles en el mercat, gràcies a aquesta recerca, en el proper apartat 6, es podran tenir en compte les característiques de les màquines que s'han buscat en aquest, per a poder tenir la màquina més completa capaç de complir amb totes les especificacions imposades en anteriors apartats. Per tant, en aquest apartat veurem un recull de diverses màquines i després es veurà una taula resum amb les coses més importants de cadascuna, per tenir en compte de cara a la generació de possibles solucions.

4.1.1. Models de màquines elèctriques de marques del mercat.

A continuació farem un estudi del mercat de diverses màquines per fer pasta elèctrica per a poder veure quins són els estàndards i les característiques dels models més venuts al mercat. Cal destacar que és un mercat amb grans marques ja dominants, entre elles les que es veuran a continuació i que seran les que s'utilitzaran a nivell de recerca per veure els millors components i els millors dissenys.[3]

Les marques dominants actualment són:

- Philips

- Beper

- GEKER

- Springlane

- PastAIO

La marca més dominant dintre de les esmentades anteriorment i d'altres que no s'han mencionat és Philips, es podrien agafar com exemple diverses màquines de Philips, però es procedirà a agafar exemples de cada una de les marques nombrades anteriorment, per a

veure més diversitat tant en els dissenys com en les maneres per gestionar els problemes i donar solucions.

1- Philips Pasta Maker Avance HR2382/15

Philips és una marca molt reconeguda que té diverses màquines de fer pasta entre les quals destaca l'Avance HR2382/15 qualificada al 2020 per el diari "El País" amb un 9 sobre 10. Com es pot veure, compta amb un disseny modern, un espai inferior on emmagatzemar els mòduls, cosa que no hi ha moltes màquines que ho incorporin, compta amb una pantalla led on hi ha un temporitzador, també incorpora una bascula que et va donant les mesures del que es va afegint al recipient, sensors de temperatura i d'ON/OFF i botons per seleccionar el tipus de programa que es necessita, pel que fa a la seguretat, incorpora un sensor que fa parar la màquina si aquesta mentre està activada se li obra la tapa i el sensor de temperatura que evita que es faci mal bé el motor per sobreescalfament. Es pot trobar en el següent enllaç: https://www.philips.es/c-p/HR2382_15/avance-collection-maquina-de-hacer-pasta

Fig. 4.1. Model Philips (Font: philips.es)

2- BEPER P102SBA500

Aquesta màquina destaca per la seva senzillesa, tot i semblar molt bàsica prepara pasta en un temps molt curt, inclou molts mòduls diferents i es pot fer pasta amb diferents farines. Un disseny molt compacte i amb fàcil neteja, més tard en la taula comparativa es veuran totes les característiques útils. En aquesta màquina no tenim lloc per l'emmagatzematge dels mòduls de pasta o fileres, incorpora una pantalla LED amb les funcions més senzilles, ON/OFF, i botons per amassar i extrudir la pasta, compta amb el dispositiu de seguretat semblant a l'anterior que si s'aixeca la tapa mentre està en funcionament s'apaga, es capaç

d'invertir la rotació per millorar l'amassat. No incorpora tanta tecnologia com l'anterior. Es pot trobar en el següent enllaç: https://www.beper.com/spa/productos/maquina-para-hacer-pasta-automatica

Fig. 4.2. Model BEPER (Font: beper.com)

3- GEKER WDVL-888S

Segons experts i usuaris, aquesta màquina, és una de les millors del mercat a l'any 2021 ja que fa tot el procés de preparació de la pasta en un únic botó i en menys de 10 minuts. Destaca pel seu disseny que és prou diferent als anteriors i als que el mercat està acostumat a veure. És l'única de les de la llista que te l'eix per amassar en vertical al contrari que totes les demés que el tenen en horitzontal, incorpora una zona d'emmagatzematge per les fileres i un pantalla LED molt completa. També compte amb el dispositiu de seguretat de les anteriors, en general una màquina molt completa. Es pot trobar per amazon en el següent enllaç: https://cutt.ly/iI0MUtl

Fig. 4.3. Model GEKER (Font: amazon.es)

4- Springlane Nina

Aquesta és la segona millor valorada pel diari "El País", Compta amb un lloc per emmagatzemar els mòduls, una pantalla LED bastant adequada i simple per no dificultar l'experiència i per a tots els tipus de públics. Té el dispositiu de seguretat típic d'aquestes màquines al moment de treure la tapa, inclou una bàscula integrada. Es pot trobar en el següent enllaç: https://www.springlane.de/produkte/kuechengeraete/nudelmaschinen/nina-automatische-nudelmaschine-943621

Fig. 4.4. Model Spinglane (Font: springlane.de)

5- Classe Italy: PastAIO

Aquesta marca italiana presenta una de les màquines amb més capacitat i més accessoris. Fabricada amb tritan, un tipus de plàstic que tot i no ser biodegradable, és reciclable. Compta amb sensor de seguretat a la tapa i de temperatura per evitar fer malbé el motor, té un càlcul automàtic dels líquids necessaris per la massa i una pantalla LED bastant senzilla. Es pot trobar en el següent enllaç: https://www.classe.it/prodotti/macchina-per-la-pasta-e-per-gli-impasti-pastaio/

Fig. 4.5. Model PastAIO (Font:classe.it)

Ara que ja s'han pogut observar diverses màquines per fer pasta, es veurà una taula resum, amb les principals característiques de cada una de les màquines anteriorment descrites, on es contemplaran les característiques més interesants per tenir en compte de cara al disseny del projecte. Finalment, es trauran conclusions i es procedirà a generar les possibles solucions de disseny de la màquina que es dissenyarà en aquest projecte ja que ja es tindrà un bon coneixement respecte els dissenys actuals de mercat.

Màquina	**RPM**	**Dimensions (mm)**	**Pes (kg)**	**Capacitat (g)**	**Amassat automàtic**
1	-	215 x 343 x 315	6,5	600	Sí
2	-	250 x 240 x 160	3,7	320	Sí
3	80	360 x 185 x 415	7,5	750	Sí
4	50	390 x 180 x 275	5,13	600	Sí
5	-	370 x 180 x 250	4,5	800	Sí

Taula 4.1. Característiques de les màquines (1) (Font: Pròpia)

Màquina	**Material**	**Número de fileres**	**Sortida de la pasta**	**bàscula integrada**	**Quantitat de pasta / temps**
1	plàstic	8	horitzontal	Sí	25 g / min
2	plàstic	8	vertical	No	32 g / min
3	Acer i plàstic	9	vertical	Sí	26,78 g / min
4	plàstic	7	vertical	Sí	25 g / min
5	plàstic	7	vertical	Sí	25 g / min

Taula 4.2. Característiques de les màquines (2) (Font: Pròpia)

Com es pot observar en les dues taules anteriors, tot i ser diferents fabricants i, per tant, diferents maneres de fabricar el mateix producte, hi ha unes semblances molt clares, en les taules s'han recollit les característiques més importants per tenir en compte en el disseny de la màquina.

Com a conclusions es podria dir que, el plàstic tot i ser un material amb un impacte al medi ambient alt, és l'utilitzat en tots els models pels seus components que estan en contacte amb els aliments. Algunes màquines usen plàstics biodegradables, seria la millor alternativa per l'elecció del material dels components de la màquina, i l'altre material per a la fabricació del disseny de la màquina podria ser un altre plàstic o fins acer inoxidable. Pel que fa a les mides, es pot observar que totes són de mides bastant petites i pel mateix estil aniria el pes, totes amb un pes inferior a 10 kg, un pes adequat perquè tothom pugui ser capaç de moure i fer servir la màquina sense problemes. Pel que fa a la sortida de la pasta, es podria debatre sobre quina és la millor opció, però una àmplia quantitat del mercat veu com a millor opció la vertical. Un altre de les característiques més importants és la quantitat de pasta que es pot fer en el mateix ús de la màquina i com es pot veure, aquesta quantitat varia entre els 300 i 800 g, sent bastant distants els extrems, així i tot, en la majoria dels casos entorn dels 600 g, que serien aproximadament 6 racions. La potència de la màquina tot i no ser la característica més rellevant, és interessant tenir-la present a l'hora de poder trobar la quantitat de pasta que genera per temps, totes estan entorn dels 200 W de potència. I finalment el tema de les fileres, la quantitat de fileres és diversa, tanmateix un número bo serien 5-6 diferents i clarament una de les millores maneres per la subjecció d'aquestes seria en forma de rosca, tot i que es veuran altres consideracions dins de l'apartat següent. També es generaran diverses maneres de model per l'eix que servirà per amassar i la vareta d'extrusió s'analitzarà també tot i haver vist que totes estan fetes amb 3 fases diferents.

Les especificacions tècniques que s'han pogut veure anteriorment, s'han pogut elaborar a partir de tota la informació obtinguda i després de veure les diferencies i les semblances amb les diverses màquines del mercat.

4.2. Necessitats d'informació

En aquest apartat es proposaran les necessitats d'informació necessàries per a poder aconseguir els objectius del projecte.

El primer punt que s'estudiarà és el que s'ha pogut veure en el punt anterior, un estudi sobre els antecedents dels quals parteix el projecte per veure que hi ha avui dia en el mercat i com han pogut posicionar-se en els llocs més alts.

Després es necessitarà trobar informació sobre les diferents maneres per cobrir les especificacions tècniques que s'han establert anteriorment.

Es necessitarà buscar informació sobre la realització dels càlculs, tant com s'hauran de fer, com quines fórmules s'hauran d'utilitzar i per quins propòsits s'hauran d'aplicar. Molt relacionat amb aquest tema estarà el fet de buscar la manera de fer tots els dissenys dels plànols de la màquina.

Tota màquina implica uns riscos i unes normatives, per tant, s'haurà de buscar informació relacionada amb totes les normatives que puguin aplicar-se a una màquina de fer pasta elèctrica en l'àmbit domèstic, i en informació sobre prevencions i seguretat de màquines.

5. Objectius i especificacions tècniques

Després d'haver vist les característiques de les màquines ja existents en el mercat, en aquest apartat es veuran els objectius i les especificacions que haurà de complir la màquina de fer pasta d'aquest projecte.

- Aconseguir una màquina robusta i accessible per tothom

El material utilitzat és un plàstic robust.

El pes del producte no sobrepassarà els 8 kg.

És senzill fer servir la màquina (pantalla LED i botó ON/OFF que fa tot el procés).

El procés d'amassar serà automàtic igual que el procés d'extrusió.

Les dimensions aproximades de la màquina seran (L x H x A): 350 x 250 x 160 mm

- La màquina ha de ser capaç de fer 5 tipus diferents de pasta

Portarà 5 mòduls de diferents formes que s'incorporaran al capçal per aconseguir la pasta desitjada.

- La màquina ha de ser capaç d'amassar 350 g de pasta al mateix temps

El recipient tindrà una capacitat de 600 g.

- La màquina ha de ser capaç de fer la pasta en 15 minuts (contant el procés d'amassar i d'extrusió)

- Comptarà amb un motor amb reductor que farà girar els eixos entre 40 – 70 rpm per aconseguir la pasta en 15 minuts.

- La màquina ha de ser de fàcil neteja

Totes les parts de la màquina han de ser desmuntables entre elles.

6. Generació i plantejament de possibles solucions

Per poder profunditzar en aquest punt, en primer lloc s'han de comentar cada una de les funcions que hi ha en tot el procés de fer pasta dins de la màquina, un cop estiguin totes les funcions de la màquina necessàries, es procedirà a buscar diferents maneres d'assolir aquestes funcions i un cop s'hagin comentat totes les possibles solucions, es veuran els avantatges i inconvenients de cadascun per a poder triar correctament les millors opcions de cada una de les funcions per a poder satisfer les especificacions tècniques donades anteriorment.

- Funció d'introduir els diferents components de la mescla dins del recipient.

- Funció d'amassar els components de la mescla.

- Funció d'extrudir la massa.

- Funció de donar-li la forma de pasta desitjada.

- Funció de tallar la pasta.

Com s'ha pogut observar hi ha 5 funcions que són les més importants en el procés de fer pasta, cadascuna d'aquestes s'explicaran a continuació i desprès es trauran en clar els components finals de la màquina per trobar els més adequats a les funcions donades.

Funció d'introduir els diferents components de la mescla dins del recipient

En aquesta primera funció surten dues possibles maneres de fer-ho:

Automàticament, la màquina serà capaç de dosificar les quantitats dels components de la mescla adequadament per a poder introduir les quantitats exactes dins el recipient.

Per aconseguir aquest tipus, s'ha de comptar amb components extres tals com un dipòsit per l'aigua (o la barreja d'aigua amb ou) i un altre dipòsit amb farina i sal. D'aquesta manera, amb un petit mode de control es podria automatitzar aquest procés d'introduir els components al recipient sempre amb les quantitats exactes.

Manualment, la persona que en vulgui fer ús de la màquina ha d'introduir les quantitats exactes de cadascun dels components de la mescla.

Aquets mode seria el més tradicional, quan es volgués fer ús de la màquina la persona hauria d'agafar un recipient amb aigua i les mesures adequades i el mateix amb els altres components de la barreja, en aquest cas però, apareixeria una nova funció per la màquina.

La funció per mesurar les proporcions adequades dels components de la mescla. Aquesta funció podria resoldre's de dues maneres, **utilitzant un recipient mesurador** per fer les mesures abans de introduir-les dins del recipient, o comptant amb una **bàscula integrada dins del recipient** que ens donaria les quantitats en una pantalla LED.

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
AUTOMÀTICA	- Pots començar a fer la pasta sense necessitat d'estar on la màquina. - Les quantitats sempre són idèntiques. - Pot ser complicada d'entendre al principi per utilitzar més tecnologia.	- Necessitat de més components i per tant, més espai. - Més costosa.
MANUAL	- Disseny més compacte. - Menys costosa. - Més fàcil d'utilitzar (més tradicional).	- Necessites estar present per poder començar a fer la pasta. - Cada vegada que es fa pasta les quantitats no són exactament idèntiques al anterior cop.

Taula 6.1. Avantatges / Inconvenients maneres per fer la primera funció (Font: Pròpia)

Tot i tenir uns avantatges molt bons la màquina automàtica, el fet de tenir un preu més elevat faria que no fos gaire rendible en l'àmbit domèstic, àmbit en el qual aquest projecte es vol centrar. Si el projecte estigués destinat a un àmbit industrial, l'elecció de la funció automàtica seria la més idònia. Però com l'àmbit serà el domèstic, l'elecció d'aquesta funció final serà que **s'introduiran els components manualment**.

En aquesta primera funció entrarien en joc diversos components finals de la màquina tals com el recipient, la tapa, components per mesurar quantitats o la bàscula integrada en el recipient.

Funció d'amassar els components de la mescla

Per poder amassar la mescla, en primer lloc, es necessitarà un recipient on tenir tots els components per amassar, aquest recipient haurà d'estar connectat amb l'exterior per poder rebre els components de la mescla, aquesta connexió es farà a través de la tapa que hi haurà, d'haver escollit l'opció dels dipòsits en l'anterior funció (que era àmbit industrial) es podria haver pensat en l'opció de dos tubs que connectessin directament els dipòsits amb el recipient. Finalment, un cop estiguin tots els components preparats per la barreja, serà necessari un eix de mescla més endavant quan es parli sobre els components es veuran els diferents tipus).

Per tant, per fer aquesta funció de nou tenim dues maneres per fer-ho.

Automàticament, la màquina després de rebre les ordres i els components de la mescla, es posa a barrejar fins queda la textura correcta per a poder començar el procés d'extrusió.

Manualment, la persona s'encarrega d'amassar fora del recipient per finalment un cop estigui amassat introduir la mescla dins del recipient.

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
AUTOMÀTICA	- No s'ha d'embrutar cap zona de la cuina per amassar. - No implica força física, ja que amassa la màquina sola. - No has d'estar controlant aquest procés.	- Necessitat d'un component extra.
MANUAL	- Queda una massa més tradicional. - Evites tenir un component extra com és l'eix de mescla amb la pala per amassar.	- Has de fer un esforç físic considerable. - És un procés més lent. - No pots estar fent altres coses al mateix temps

Taula 6.2. Avantatges / Inconvenients maneres per fer la segona funció (Font: Pròpia)

Es pot apreciar clarament la diferència que existeix entre les dues maneres per fer-ho, el cas que **el projecte escollirà serà el mode automàtic per fer la funció d'amassar**, de nou, els diferents components es veuran més endavant.

Funció d'extrudir la massa

Aquesta funció només es pot fer automàticament, la persona no pot fer la funció d'extrudir la massa, per extrudir la massa es necessiten dos components essencialment, un d'aquest és un tub o espai per on circularà la massa que es vagi extrudint i un component que faci la funció d'extrusió, per aquest punt, hi ha diverses maneres de fer-ho, entre elles les utilitzades en el món de la indústria alimentària o fins i tot de plàstics i metalls, els principals tipus d'extrusió que es poden tenir presents en aquest projecte són els següents; tipus cargol (simple o doble), tipus pistó o èmbol. Més endavant, com en els anteriors casos, es veuran les opcions que hi ha per cada component necessari per a aquesta funció.[4,5]

Funció de donar-li la forma de pasta desitjada

Aquesta funció també es fa automàticament en el tipus de màquina que s'ha escollit per dissenyar en aquest projecte, si fos el cas que el projecte tractes de fer una màquina per fer pasta manual, llavors sí que es podria comparar la funció manualment o automàticament, però com no és el cas, aquesta funció serà automàtica.

Tindrà una petita part manual, que serà la justa i necessària per canviar la filera o mòdul depenent quin tipus de forma de pasta volgués la persona que estigués fent servir la màquina. Per completar satisfactòriament aquesta funció es pot fer de dues maneres:

Utilitzant fileres úniques, amb aquest punt reduiríem un component de la quantitat final del nombre de peces necessàries, però el fet de tenir 5 fileres grans amb la manera que haurien d'unir-se amb la resta dels components en especial amb el tub d'extrusió, faria que ocupessin una gran quantitat d'espai.

Fent servir un capçal d'extrusió porta fileres, amb aquest mètode tindríem un component extra que faria de porta mòduls, és a dir, el capçal s'uniria amb el tub d'extrusió fixant-se amb ell, i només s'haurien d'introduir les fileres que aquest cop serien molt fines i de fàcil emmagatzematge dins del capçal per aconseguir la forma determinada de la pasta.

A continuació es presentarà una taula amb les dues maneres per realitzar aquesta funció i es veuran els avantatges i inconvenients, per poder escollir la manera més eficient per resoldre la funció en aquest cas de donar-li la forma de pasta desitjada.

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
AMB UNA ÚNICA FILERA	- Menys components innecessaris per la màquina. - Facilitat per canviar la filera	- És més difícil d'emmagatzemar perquè ocupen més espai. - La filera guarda una quantitat de la massa, produint una despesa de massa.
AMB CAPÇAL PORTA FILERES	- Es minimitza la quantitat de massa desaprofitada. - Les fileres ocupen menys espai. - Facilitat per canviar la filera.	- És una peça extra que podria ser innecessària. - El capçal provoca despeses de massa un cop es deixa de fer servir la màquina.

Taula 6.3. Avantatges / Inconvenients components per fer la quarta funció (Font: Pròpia)

En aquest cas com es pot observar, els avantatges i inconvenients de les dues maneres de fer la funció són bastant semblants, per tant, es consideren bona opció les dues maneres de resoldre aquesta funció, en el cas d'aquest projecte es proposarà l'opció **d'utilitzar un capçal com a porta fileres**, és a dir, la segona de les dues opcions que s'han pogut contemplar, tot i que la primera opció seria totalment adequada per resoldre el problema d'aquesta funció. Més endavant també es veurà una explicació dels components com a tal necessaris per realitzar aquesta funció com són el capçal i les fileres.

Funció de tallar la pasta

És l'última funció abans de tenir la pasta ja al punt per bullir-la i menjar-la, la massa que va passant per l'extrusió acaba arribant al capçal amb les fileres i surt la pasta sense parar per la filera, en aquest moment hi ha dues maneres de tallar la pasta per tenir-la amb les mides adequades:

- **Manualment**, mitjançant una pala que serveix tant per tallar la pasta al gust, com per treure els excedents de farina a l'hora de mesurar les quantitats i per netejar.

- **Automàticament**, consistiria a tenir al costat de les fileres una ganiveta que estigués connectada a algun motor petit o semblant, capaç de moure-la amunt/avall o de dreta/esquerra, per anar tallant la pasta directament sense que l'usuari hagués de fer res, aconseguint una precisió molt bona per obtenir les mateixes mides en tota la pasta.

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
AUTOMÀTICA	- No fa falta cap persona per mantenir un control del tall de la pasta. - Tots els trossos de pasta són idèntics en forma i mida.	- Pot ser perillós. - El producte hauria d'incloure un component extra que seria el braç que es fixaria al cos de la màquina juntament amb la ganiveta. - Comporta un augment en el cost final del producte.
MANUAL	- Es poden fer les mides de pasta tan llargues com el client vulgui. - És totalment segur, ja que s'utilitza una pala per tallar la pasta. - No contempla components extres - No comporta cap cost extra.	- El procés de tallar la pasta no es realitza automàticament. - La pasta queda amb les mides irregulars.

Taula 6.4. Avantatges / Inconvenients maneres per fer la cinquena funció (Font: Pròpia)

Tot i ser una gran opció la de realitzar la funció de tallar la pasta automàticament, es descartarà en aquest projecte perquè com els consumidors finals d'aquesta màquina són en el sector domèstic, el component de la perillositat és molt important, perquè en els habitatges acostumen a haver-hi nens petits que podrien posar la mà algun dia on no deuen i provocar una desgràcia, si s'implementés una funció de tall automàtica, hauria de tenir una part de recerca molt gran per a trobar una opció que fos molt segura, en el cas del sector industrial, un component capaç de tallar automàticament la pasta estalviaria molt de temps i en aquest sector sí que es podria contemplar. Com que l'àmbit de la màquina serà domèstic, **la funció de tallar la pasta es farà manualment.**

A continuació es veuran totes les parts o components que seran necessaris per assolir totes les funcions comentades anteriorment que formaran la màquina de fer pasta i de cada una d'aquestes parts es donaran diverses idees sobre possibles solucions, un cop estigui tot explicat, es procedirà a escollir aquella opció més vàlida per cada component mitjançant una taula amb avantatges i inconvenients, el component escollit serà el que s'adapti millor a les necessitats per complir les especificacions tècniques pensades per aquest projecte.

- Tapa superior
- Eix de mescla
- Recipient o bol
- Tub d'extrusió
- Eix d'extrusió
- Peça per ajuntar el capçal d'extrusió amb la resta de la màquina
- Capçal d'extrusió
- Discos o mòduls o fileres

Tapa superior

Pel que fa a la tapa, hi ha diverses opcions a tenir en compte, es poden tenir els següents models:

1- Tapa completament tancada: aquesta tapa, és la més bàsica, serviria per poder tancar bé i evitar que es poguessin posar les mans a dins i que la massa surtis expulsada cap a fora. Tot i que l'inconvenient que tindria seria que s'hauria de posar tots els recursos (farina, aigua, oli, ou, sal...) abans de tancar i posar-la en funcionament o anar obrint-la i tancant-la cada cop que s'hi volgués introduir quelcom. Faria del procés d'amassar la massa quelcom molt tediós. Tot i ser una alternativa, no hi ha productes actualment en el mercat amb aquesta característica, es per això i per la poca funcionalitat que té, que no es contemplarà com una alternativa dins d'aquest projecte.

2- Tapa amb pendent i un forat al final: Aquesta tapa seria com una espècie de tapa que per la part frontal tindria una altura una mica més gran que la part final de la tapa on hi hauria un forat que comunicaria directament amb l'interior del recipient provocant així un pendent cap al forat molt útil per a poder anar tirant l'aigua o l'ou a poc a poc mentre s'estigués fent

el procés d'amassar, així s'aconseguiria que la màquina no hagués de parar-se cada cop que es volgués incorporar algun recurs. Seria molt més funcional que l'anterior opció.

Fig. 6.1. Model de tapa 2 (Font: Google)

3- Tapa amb un recipient que mesuri i forat: Una opció interessant i molt semblant a l'anterior seria aquesta, seria una tapa aparentment tancada, però que portes incorporat un recipient on es poguessin llençar les mesures exactes de líquid per després deixar-ho entrar pel forat dins el recipient per amassar. Amb aquesta opció es podria estalviar en la fabricació d'un got mediador, ja que la mateixa tapa el portaria incorporat.

Fig. 6.2. Model de tapa 3 (Font: Google)

4- Tapa tancada amb un espai per on introduir els líquids al recipient: Una altra tapa bastant semblant a les anteriors, totes amb l'objectiu de poder introduir els líquids necessaris dins el recipient mentre la màquina està en funcionament, en aquest cas, tenim una tapa llisa, però amb un forat en algun punt de la tapa per poder abocar el líquid adequadament.

Fig. 6.3. Model de tapa 3 (Font: Google)

	Forat per introduir líquid dins	**Extres**	**Eficiència**	**Protecció**
Model 1	0	0	2	5
Model 2	4	0	4	5
Model 3	3	5	4	5
Model 4	4	0	4	5

Taula 6.5. Valoracions dels models de tapa (Font: Pròpia)

Com es pot apreciar a la taula anterior, el model 1 queda totalment descartat, els altres 3 models serien una opció a tenir en compte a l'hora de dissenyar la tapa.

La tapa es fixarà amb el recipient i l'armadura de la màquina, de tres possibles maneres, mitjançant vies per les quals s'introduirà una part de la tapa, o a pressió amb el recipient, sigui fixant el recipient exacte o amb unes pestanyes que anirien en alguna cavitat.

Es buscarà fer un model rectangular abans que circular pel fet que geomètricament és més senzill d'aconseguir-lo i serà més fàcil a l'hora de compatibilitzar-lo amb altres parts de la màquina.

Eix de mescla

Pel que fa a l'eix de mescla que formarà part del producte final, hi ha diverses opcions, en primer lloc, s'ha de veure si volem que estigui en posició vertical o horitzontal, tal com es pot apreciar en els dos exemples de la figura 6.4.

Fig. 6.4. Possibles col·locacions de l'eix de mescla (Font: Google)

Existeixen diferents tipus d'eixos per barrejar, els més interesants de cara al projecte són el ganxo per amassar, batedors plans, altres eixos amb un nombre de pales escollit que tindran diferents mesures.

		Eficiència	Compatible	Eix únic amb l'extrusor	Neteja fàcil	Amasat ràpid
	Ganxo per amassar	2	1	0	5	4
	Batedor pla	2	1	0	5	4
	Pales de barreja	5	5	5	4	5
	Paletes	4	5	5	4	5
	Hèlix per mesclar	3	4	5	4	4

Taula 6.6. Valoracions dels models d'eixos de mescla (Font: Pròpia)

Els dos primers models de la taula 6.6, són molt útils en màquines senzilles d'amassar, però en una màquina de fer pasta elèctrica perden tota utilitat a causa de la poca eficiència que generen i sobretot a la incompatibilitat que tenen respecte al posicionament on anirien situats a la màquina. És per això que no es tindrà en compte cap d'aquest dos. Respecte als altres 3 models, més o menys estarien en un nivell semblant, tots funcionarien bé dins de la funció d'amassar de la màquina, però el que realment és el millor i que tota la competència també utilitza per a la compatibilitat que té i altres característiques és el model número 3. Les pales de barreja van incorporades a l'eix de mescla i fins i tot a l'eix d'extrusió. Solen estar fets amb tres pales que s'encarreguen d'amassar i dues pales al final que també amassen i a més compleixen amb la funció de transportar la massa fins al tub d'extrusió. El material de l'eix principalment podrà ser d'un plàstic resistent o bé d'acer inoxidable.

Recipient o bol

Pel que fa al recipient es poden observar diversos dissenys, però principalment destaquen els recipients amb forma cilíndrica i amb forma rectangular, són exemples els representats en la figura 6.5.

Fig. 6.5. Tipus de recipients en el mercat (Font: Google)

Tot i que el cilíndric té un disseny molt agradable, té uns inconvenients tals com que ha d'incorporar un eix vertical i la sortida del tub d'extrusió d'estar en conseqüència sota. Per tant, una forma més rectangular serà molt més útil perquè donarà més marge d'elecció a les altres parts de la màquina. L'altre punt important en el recipient seran els materials, s'haurà d'escollir el tipus de material que segur que serà plàstic, però s'haurà de triar quin tipus de plàstic per tenir un recipient opac, o transparent.

Tub d'extrusió

Sobre el tub d'extrusió només s'han de tenir en compte dues coses, la primera d'elles és si el tub d'extrusió anirà unit amb el recipient, és a dir, serà un mateix bloc compacte, o si en el cas contrari, seran dos peces independents. L'altre tema a tenir en compte és si aquest tub d'extrusió estarà posicionat en el centre del recipient o a la part més baixa, ja que d'estar col·locat en el centre provocarà la despesa de material que no pugui entrar dins del forat del tub, en canvi si està situat a la part baixa, aquesta despesa serà mínima, però no tot són avantatges el posicionament a la part baixa, ja que de fer-ho així, l'eix d'extrusió i l'eix de barrejar hauran d'estar en diferents eixos.

Eix d'extrusió tipus cargol (simple o doble), tipus pistó o èmbol

L'eix d'extrusió tindrà la missió d'extrudir la pasta en direcció al capçal d'extrusió que li donarà la forma de pasta que se li hagi col·locat en la imatge de la figura 6.6, podem observar el model tipus que s'acostuma a utilitzar en quasi bé totes les màquines de fer pasta.[4,5]

Fig. 6.6. Eix d'extrusió (Font: Google)

	Eficiència	Despeses de massa	Eix únic amb l'extrusor	Extrusió ràpida
Cargol simple	3	3	5	3
Cargol doble	4	3	5	5
Tipus pistó o èmbol	3	5	0	4

Taula 6.7. Valoracions dels models d'eixos d'extrusió (Font: Pròpia)

En aquesta part no hi ha molta competència el cargol simple és el més adequat, ja que quasi bé totes les màquines del mercat utilitzen la mateixa tecnologia i com es pot veure en la taula, és entenedor que l'utilitzin, ja que, un eix d'extrusió que compta amb 3 fases, la primera fase encarregada de recollir la massa que ha entrat dins del tub d'extrusió, i la segona i tercera fase, transportar la massa cap al capçal de sortida donant-li cada cop més pressió a causa de la reducció d'espai que es va generant és la manera més senzilla i eficient per enviar la pasta cap al capçal d'extrusió. El cargol simple és el més senzill, es pot adaptar en el mateix eix utilitzat en l'eix de mescla cosa que en l'èmbol no podria ser, i tot i que l'èmbol genera menys despeses i això seria un punt molt a favor, les demès qualitats que destaquen del cargol simple el fan encara més òptim, respecte al cargol doble, aquest és més utilitzat en la industria i no tant en l'àmbit domèstic ja que es massa gran i provocaria tenir una màquina més gran.

Peça per ajuntar el capçal d'extrusió amb la resta de la màquina

Aquesta peça pot ser una de les més importants del conjunt de la màquina o una peça que no sigui necessària, depenent de la manera que es vulgui fer la solució final, hi ha dues opcions, la primera d'aquestes seria que els mateixos capçals es poguessin unir directament a la màquina mitjançant algun mecanisme roscat o amb unions o altres. I l'altra opció és la d'incorporar una peça que junta el capçal amb l'eix d'extrusió, amb aquesta segona opció es tindrà l'inconvenient de tenir una peça extra, però l'avantatge de poder fixar sempre bé el capçal de manera vertical i assegurant que queda tot ben subjectat. En la figura 6.7 es poden veure diverses maneres que tenen les màquines existents per subjectar els capçals, en la imatge de l'esquerra, s'utilitza un fixament a partir d'una peça extra que es fixa en el recipient, i si s'ha de canviar el capçal d'extrusió s'han de moure els dos botons per treure la peça sencera. A la segona imatge es veu com aquesta peça està roscada, i s'enrosca fins a l'eix d'extrusió i el recipient, aconseguint una fixació molt estable i a més sense gaires complicacions. Finalment, l'última imatge mostra un mecanisme semblant al segon, però aquest funciona introduint la peça a pressió dins del recipient per fixar el capçal dins de la peça.

Fig. 6.7. Peça d'unió entre el capçal i el recipient (Font: Google)

Capçal d'extrusió

Aquest component serà l'últim abans que la pasta surti en la forma desitjada. Va molt de la mà amb l'última part que són els mòduls o discos, ja que es poden fer capçals que portin incorporat ja les formes de la pasta que es volen aconseguir, o es pot fer un capçal estàndard que sigui un porta-mòduls, és a dir, el capçal d'extrusió tindrà un forat a la sortida on es posarà el disc o mòdul que es vulgui amb la seva forma corresponent de la pasta. Cada una de les opcions té els seus avantatges, en el primer dels casos, evitem tenir un altre mecanisme més que en aquest cas seria haver de fixar el disc amb el capçal, en

canvi, amb la segona opció el que s'assoleix és guanyar en espai, perquè només es fa un capçal i es fan els diferents mòduls que són peces més petites i, per tant, més senzilles d'emmagatzemar. Les dues idees contemplades es poden observar en la següent figura 6.8, on a la part esquerra apareixen els capçals que ja tenen incorporats les formes de pasta dins cada un, i a la dreta hi ha el capçal que serveix per posar les fileres dins i tenir la forma de pasta desitjada.

Fig. 6.8. Diferents idees de capçals (Font: Google)

Discos, mòduls o fileres

Aquest apartat dels components, ja s'ha comentat abans, però bàsicament, si s'escull l'opció d'utilitzar un capçal universal que pugui incorporar els diferents mòduls depenent de les formes de pasta que es necessiti, doncs llavors sí que tindrem aquests components. Depenent del capçal que es tingui, els discos seran més circulars o més rectangulars.

Solució final

Per acabar aquest apartat, un cop havent vist totes les possibles opcions i solucions per poder satisfer les especificacions tècniques de l'anterior punt, es donarà una possible solució que englobarà el conjunt sencer de la màquina part per part.

Tapa superior

Pel que fa a la tapa superior s'optarà per la segona **la tapa amb pendent i un forat al final**, ja que serà l'opció més còmoda per poder introduir els líquids dins del recipient un cop estigui en funcionament.

Eix de mescla

Per l'eix de mescla, es farà servir un **eix horitzontal** perquè més endavant es veurà que l'eix d'extrusió també anirà situat en el mateix eix i el fet de tenir-lo en horitzontal facilitarà les coses, tant per l'eix d'extrusió com per la forma del recipient. Constarà **de 5 pales** distribuïdes per tot l'eix de mescla i serà d'algun plàstic resistent.

Recipient o bol

El recipient que es fabricarà serà més semblant a quelcom **rectangular**, com els que s'han pogut observar a la competència i es descartarà, per tant, fabricar el recipient de manera cilíndrica.

Tub d'extrusió

El tub d'extrusió serà una **peça independent del recipient**, està clar que s'unirà al recipient mitjançant algun forat perquè pugui haver-hi una part del tub dins el recipient encarregada d'agafar la pasta i l'altra part del tub encarregada d'unir-se amb el capçal i la peça d'unió.

Eix d'extrusió

L'eix serà com el que s'ha pogut observar en la figura 6.6, dins d'aquest apartat, la millor manera i la més eficaç per transportar la massa de dins del recipient cap al capçal és amb la implementació d'un eix que vagi augmentant el seu diàmetre per augmentar la pressió i aconseguir així que surti la pasta per la filera, per tant, es dissenyarà un **eix (tipus cargol simple) amb 3 fases**, on cadascuna d'aquestes tindrà diferent diàmetre per fer la funció d'eix d'extrusió.

Peça per ajuntar el capçal d'extrusió amb la resta de la màquina

En aquesta part de la màquina **s'ha decidit dissenyar la peça**, aquesta **peça anirà roscada** amb el tub d'extrusió i el recipient, s'encarregarà d'unificar el recipient amb el tub d'extrusió i a la vegada de fer la funció del capçal amb el mòdul desitjat, aconseguit així reduir una peça dels components finals de la màquina.

Capçal d'extrusió

Finalment, desprès de veure dissenys conceptuals, s'ha decidit eliminar aquesta peça, degut a que la funció del capçal d'extrusió ja es portarà incorporada amb la peça que servirà per fixar el recipient amb el tub d'extrusió.

Discos o mòduls o fileres

Els mòduls seran petits i s'adaptaran en forma i mida al forat que hi haurà dins del capçal d'extrusió, per aconseguir reduir una mica el volum de components amb els quals comptarà la màquina. A més, els discos que no s'estiguin utilitzant podran emmagatzemar-se en un espai que hi haurà en la màquina.

Màquina

Aquest component engloba tota la part elèctrica del producte, el motor, els botons, i les fixacions necessàries que haurà de tenir la màquina perquè no es mogui quan es faci servir, també les fixacions per fixar el recipient i la tapa amb la màquina perquè sigui tot un producte i un espai on emmagatzemar les fileres mentre no s'estigui fent ús d'aquestes.

7. Desenvolupament de la solució final

7.1. Disseny conceptual

A continuació es presenten els dissenys conceptuals dels components finals que comptarà la màquina de fer pasta fresca. Cal destacar que durant la fase del disseny conceptual, s'ha vist que dues de les peces comentades pel disseny final de la màquina, podrien fer la seva funció al mateix temps, és a dir, que en lloc de tenir dues peces per fer dues funcions, una mateixa peça amb uns retocs podria fer alhora les funcions de les dues peces, aquestes són; la peça per ajuntar el capçal d'extrusió amb la resta de la màquina i el mateix capçal d'extrusió, més endavant en el disseny conceptual d'aquests components ja es comentarà amb més profunditat. Comentar també que totes les mesures que apareguin en els dissenys conceptuals estan donades en centímetres.

7.1.1. Tapa superior

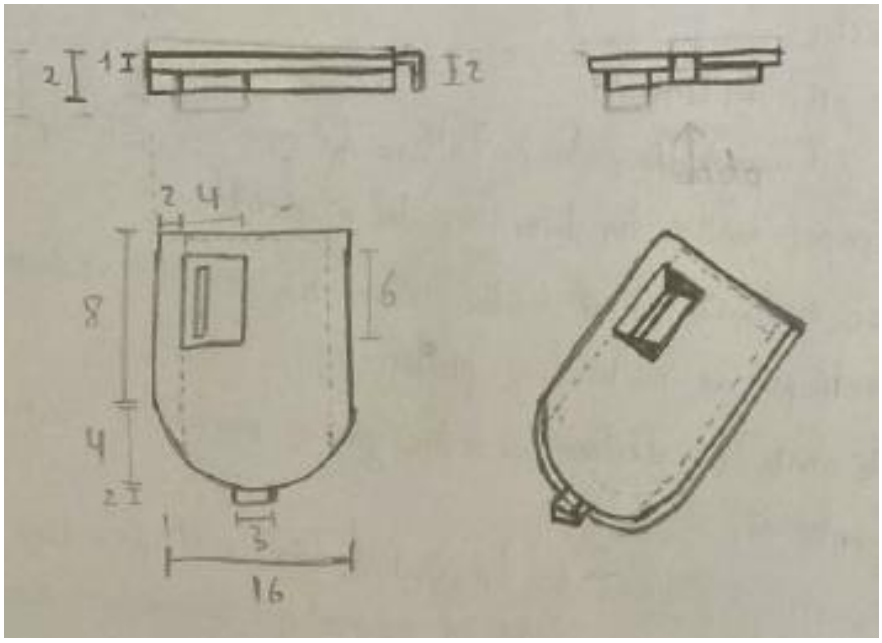


Fig. 7.1. Disseny conceptual de la tapa superior (Font: Pròpia)

En el disseny de la figura 7.1, es pot apreciar la idea que es té de com serà la tapa superior, les mesures poden variar respecte al disseny de detall, però el disseny serà semblant a aquest.

El diàmetre exterior ha de ser de la mateixa mida que la màquina (per màquina es fa referència a la part que portarà tota la part elèctrica i subjectarà el recipient i altres components) més endavant es podrà veure el disseny d'aquesta.

El diàmetre interior ha de ser una mica més petit que el diàmetre anterior, per poder quedar ben ajustada la tapa amb el recipient.

L'altura de la primera part de la tapa, la del diàmetre gran, serà d'1 cm de gruix, mentre que l'altura de la part interior serà de 2 cm per poder-se ajustar correctament.

El forat que serveix per vessar dins del recipient els líquids sense haver d'obrir la tapa, serà en forma rectangular, i tindrà un pendent perquè pugui fluir bé el líquid. La part més alta estarà al nivell de la part superior de la tapa, mentre que el més baix estarà a 2 cm. El forat no serà molt gran, ja que no té cap altra funció més que la d'introduir els líquids dins del recipient.

Tant en la part frontal com en la part de darrere de la tapa, hi haurà algun mecanisme per poder fixar la tapa correctament amb el recipient i la màquina.

La tapa serà d'un plàstic transparent que farà que en tot moment es pugui anar veient com va el que hi ha dins.

7.1.2. Eix de mescla

Per poder acabar triant el tipus d'eix de mescla que s'ha escollit, s'han buscat els millors eixos de mescla per barreges viscoelàstiques, més endavant en els càlculs es veurà una petita explicació sobre la classificació de la massa de fer pasta com a fluid viscoelàstic.

S'ha optat pel disseny d'un eix tipus pales de barreja perquè és el que millor s'adapta a les característiques demanades.

La part final de l'eix anirà unida amb el motor el qual farà girar a una velocitat determinada les pales per a barrejar correctament.

El diàmetre màxim de les pales no superarà l'amplada ni l'altura del recipient per poder girar correctament i no fer inservible la màquina, però sí que tindrà un diàmetre màxim

molt semblant a l'espai del recipient, les pales barrejaran en tot l'espai possible del recipient. A continuació es pot apreciar el disseny conceptual de l'eix de mescla.

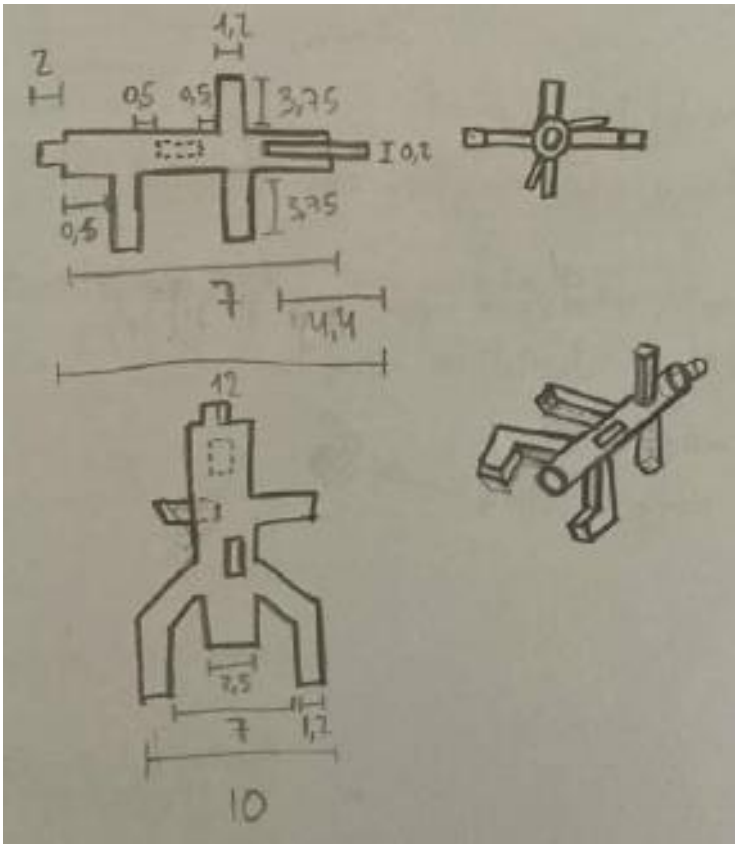


Fig. 7.2. Disseny conceptual de l’eix de mescla (Font: Pròpia)

Com s'aprecia, comptarà amb 6 pales, les quals tindran aproximadament 1-1,5 cm de gruix i no estaran completament perpendiculars a l'eix, sinó que estaran una mica inclinades i la longitud màxima possible sense sobrepassar els límits comentats anteriorment del recipient.

Les pales més llunyanes al motor, han de tenir una distància entre pales interior superior al diàmetre del tub d'extrusió, ja que estaran situades en el mateix lloc i de no ser així, no funcionaria el mecanisme.

La part que anirà connectada al motor serà d'algun metall i de 2 cm aproximadament per subjectar-se correctament amb el motor, la resta del material de l'eix de mescla serà de plàstic.

La longitud total de l'eix de mescla serà fins a la meitat aproximadament del recipient perquè pugui tenir espai l'altre eix i el tub d'extrusió.

En la part final de l'eix hi haurà un forat, aquest forat tindrà molta importància perquè serà on s'introdueixi l'eix d'extrusió, aconseguint així que amb la mateixa posició es tinguin els dos eixos per fer servir la màquina.

7.1.3. Recipient

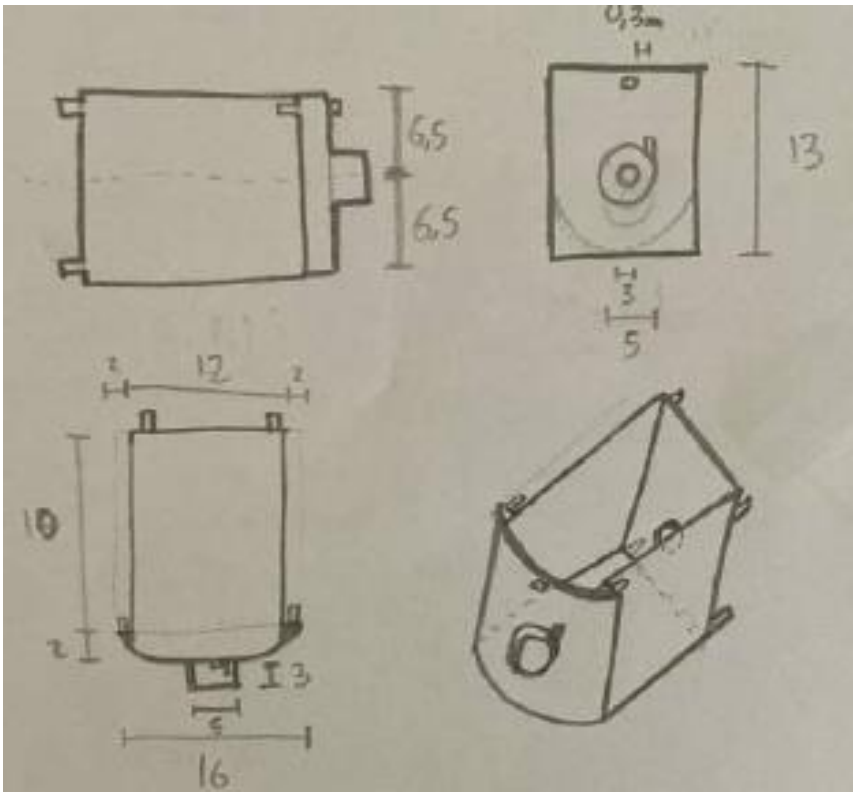


Fig. 7.3. Disseny conceptual del recipient (Font: Pròpia)

Ha de tenir una capacitat de 600 g com s'indica a les especificacions tècniques, tot i tenir aquesta capacitat, es farà que sigui més gran, i el disseny serà semblant el de la figura 7.3.

Com s'ha comentat abans, la forma i mida del recipient s'adaptarà perfectament amb la tapa superior i amb la resta dels components.

El forat frontal serà aprox. d'uns 5 cm, mida que serà necessària per poder introduir el tub d'extrusió i el qual tindrà un diàmetre una mica més petit per poder entrar correctament.

Aquest forat sobresortirà 3 cm i serà roscat per poder roscar-se amb la peça que servirà per unir tant el recipient com el tub d'extrusió.

El forat petit interior serà per poder deixar espai a l'eix de mescla per connectar amb el motor.

El recipient comptarà amb cilindres o quadrats en les parts més externes que serviran per fixar-se amb la màquina.

Estarà fet també de plàstic transparent per poder observar en tot moment l'interior del recipient, del mateix material que la tapa superior.

7.1.4. Tub d'extrusió

A continuació es farà una explicació del disseny conceptual del tub d'extrusió.

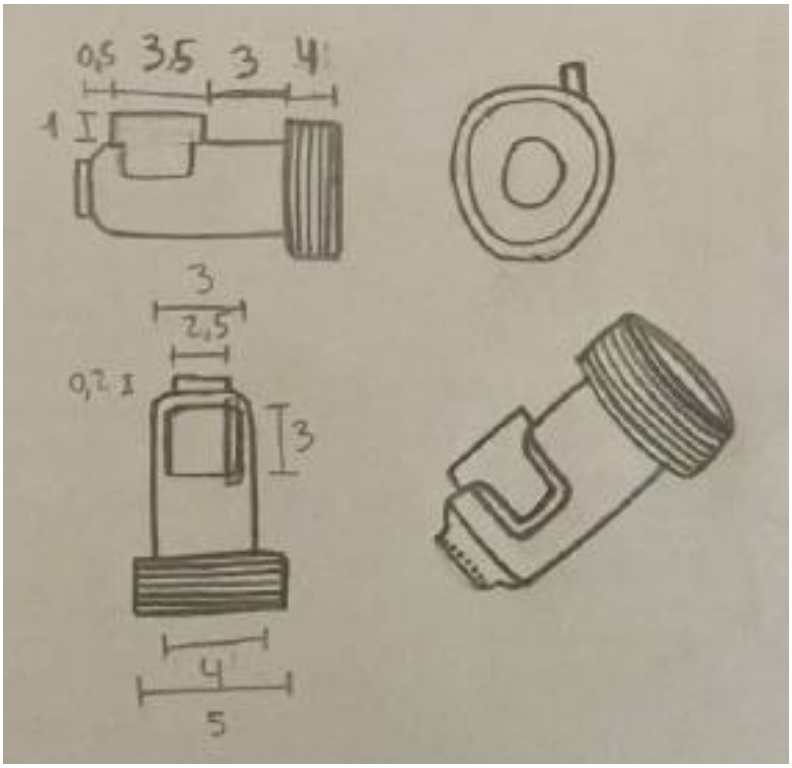


Fig. 7.4. Disseny conceptual del tub d'extrusió (Font: Pròpia)

Com a la figura 7.4 es pot apreciar, el disseny conceptual del tub d'extrusió seguirà el disseny cilíndric de la majoria dels components d'aquest projecte. Com que la seva funció és la de recollir la massa de pasta per juntament amb l'eix d'extrusió extrudir-la cap a

l'exterior, la seva forma cilíndrica amb un forat just a l'inici la fa la millor forma per poder realitzar la seva funció.

Compta amb un part on el seu diàmetre és més gran, aquesta part serà la que estarà en contacte amb l'exterior i tindrà la mateixa mida que el forat frontal que sobresurt en el recipient i d'igual manera estarà roscat, gràcies a aquesta rosca i la del forat del recipient, la fixació d'aquests serà molt més senzilla.

El cilindre amb un diàmetre més petit serà necessari que sigui de diàmetre exterior inferior a 7 cm, ja que és la màxima longitud perquè funcioni bé juntament amb les pales de mescla, aquest tindrà uns 4 cm, no serà més gran perquè el tub comptarà amb una paret en la mateixa posició del forat, aquesta paret serà d'1-2 cm, i servirà per millorar l'entrada de la pasta dins del tub.

I finalment, l'últim de les mides dels cilindres, és el més petit, que aquest no compleix cap funció en particular i la seva mida serà la mateixa que la de l'eix de mescla.

El diàmetre interior serà necessari que sigui prou gran perquè pugui girar correctament l'eix d'extrusió, si el diàmetre exterior són 4, aquest serà de 3,8 cm aprox.

La longitud total del tub d'extrusió estarà dividida en dues zones, la part interior del recipient, i la part exterior, la primera d'aquestes tindrà una longitud de 7 cm aproximadament i la segona de 4 cm.

7.1.5. Eix d'extrusió

Per fer el disseny de l'eix extrusor s'han de tenir en compte bastantes coses, entre elles, fórmules per poder donar mesures de l'eix que estaran contemplades en l'apartat de càlculs i teoria per saber les diferents parts que té un eix d'extrusió per així poder realitzar els càlculs bé i per tant, també poder dimensionar bé l'eix.[11,12]

A continuació es veuran les etapes que té un eix extrusor, en la figura 7.5, s'explicaran perquè serveix cadascuna d'elles i ja es veurà el disseny conceptual que s'utilitzarà per aquest projecte en la figura 7.6.

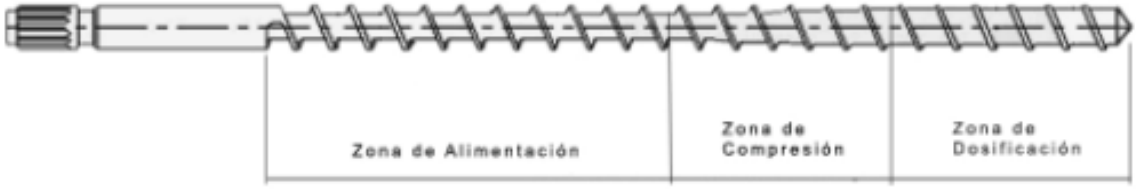


Fig. 7.5. Etapes de l'eix extrusor (Font: Google)

Com es pot observar a la figura 7.5 les tres etapes són l'etapa de la zona d'alimentació, la zona de compressió o transició i la zona de dosificació.

La zona d'alimentació serveix per captar i recollir la massa de pasta i la transporta.

La zona de transició serveix per anar introduint una pressió cada cop més elevada provocant que la massa s'escalfi a causa de la fricció i a la pressió que va augmentant, aquest augment de pressió més elevat és com que el diàmetre de l'eix en aquesta zona cada cop es va fent més gran.

La zona de dosificació serveix per aconseguir la consistència adequada pel moment de l'extrusió, el diàmetre en comparació amb el diàmetre inicial és més gran.

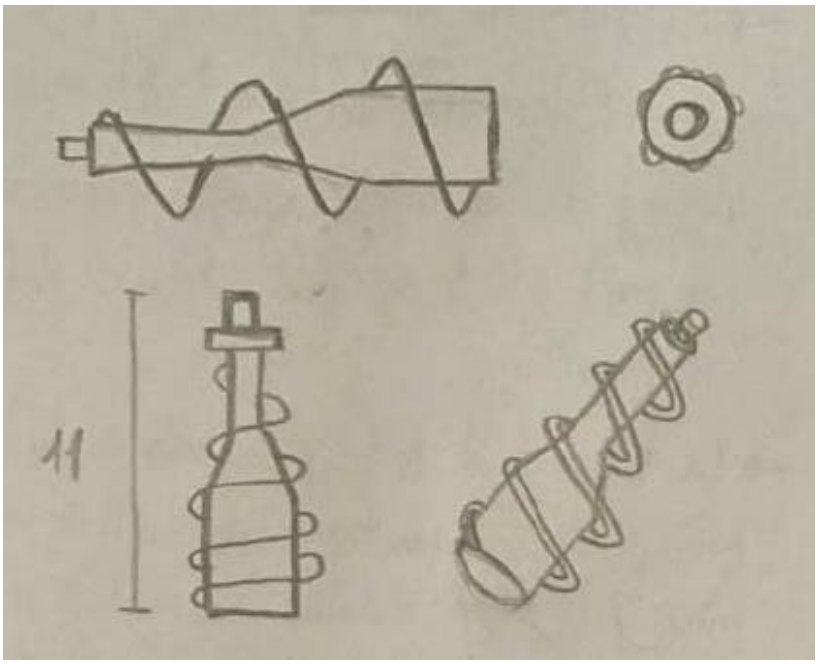


Fig. 7.6. Disseny conceptual de l'eix extrusor (Font: Pròpia)

La longitud màxima de l'eix ha de ser d'11-12 cm perquè pugui adequar-se correctament amb la resta dels components, si després de realitzar els càlculs sortís que ha de ser més llarg, s'hauria de buscar la manera per allargar el tub d'extrusió també, ja que si no, l'eix no tindria lloc dins d'aquest. Totes les altres mesures, com s'ha comentat anteriorment, es trobaran amb els càlculs.

7.1.6. Peça per fixar el tub d'extrusió amb el recipient

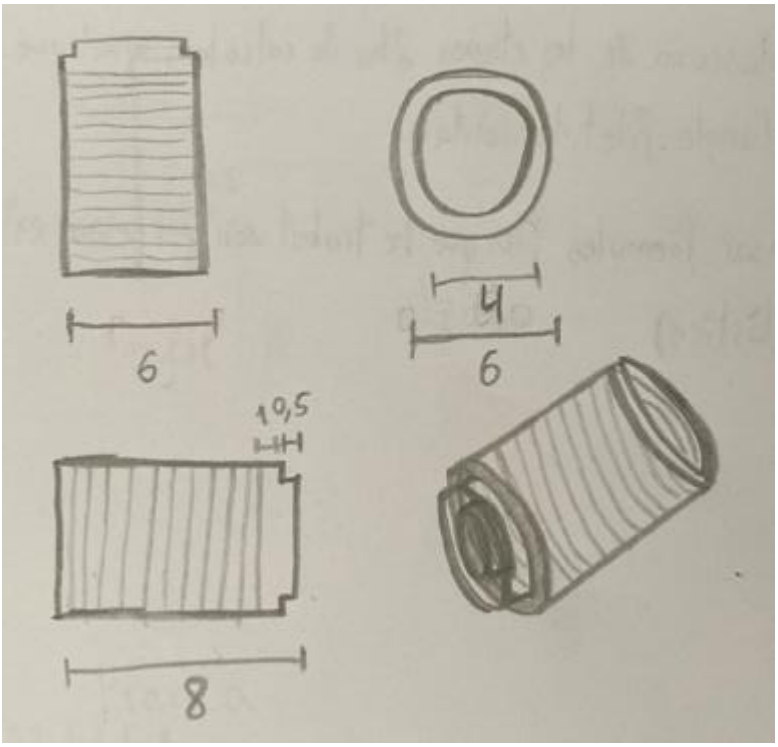


Fig. 7.7. Disseny conceptual de la peça per fixar el tub amb el recipient (Font: Pròpia)

La longitud total de la peça serà de 8 cm, els quals seran tots roscats menys 1 cm, la longitud roscada serà per fixar els 3 cm que sobresortiran del recipient i els 4 cm del tub d'extrusió i el centímetre que quedarà sense roscar serà per fer-se servir per porta-fileres.

Durant tota la longitud de 7 cm roscats, el diàmetre serà de 6 cm, una mica més que el diàmetre del tub d'extrusió i del recipient perquè pugui roscar-se correctament. La zona final de la peça, la part de la porta-fileres, serà un tros de 6 cm, i la part final per on sortirà la pasta de 4 cm, la mateixa mida que el diàmetre interior del tub i pel que circularà la pasta a mesura que es vagi extrudint.

7.1.7. Mòduls o fileres

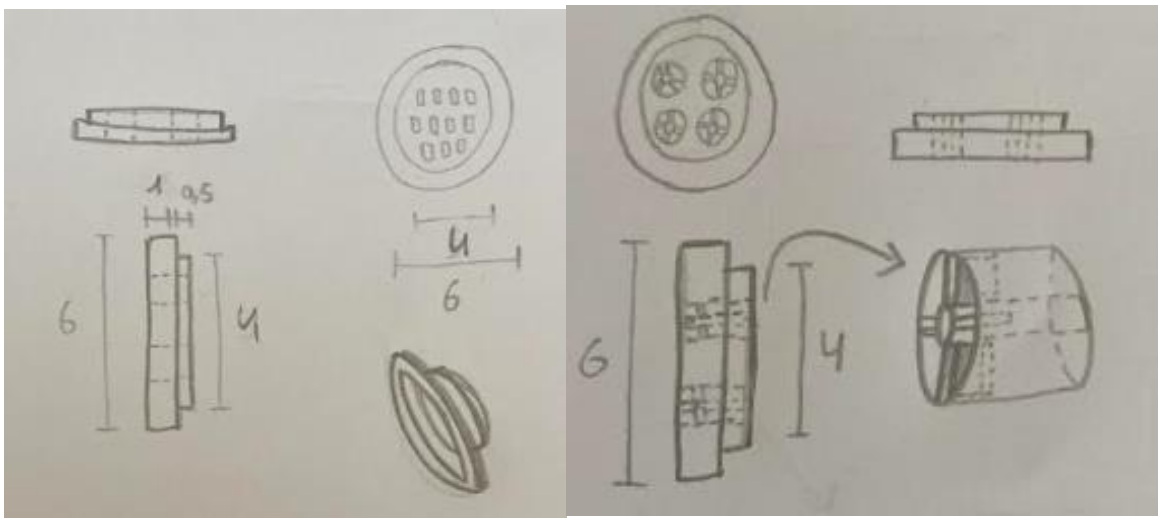


Fig. 7.8. Disseny conceptual dels mòduls (Font: Pròpia)

Els mòduls seran de dos tipus diferents, ja que per fer les formes de la pasta es faran formes tubulars (com són els macarrons) i formes simplement allargades (com són les tallarines, fideus...). Per fer la primera de les formes, s'utilitzarà el disseny de la dreta, aquest comptarà amb el tipus de mòdul bàsic (el que s'utilitzarà en els altres casos) però incorporarà un cilindre per dins d'un diàmetre interior més petit, aquest cilindre se subjectarà amb 4 tires fines de curta longitud per subjectar el cilindre i donar-li així, la forma de tubular característica dels macarrons.

Pel que fa a les formes dels altres tipus de pastes, s'escollirà el disseny de la figura de l'esquerra i l'únic que variarà entre els diferents mòduls serà la forma dels forats per on sortirà la pasta. En aquest cas només apareix un disseny, però tal com s'ha comentat en el projecte, de mòduls hi haurà 5, les formes seran les següents; macarrons, espaguetis, tallarines curts, lasanya i tallarines llargs.

Els mòduls aniran dins de la peça que fixarà el recipient amb el tub d'extrusió, per tant, s'evitarà posar una peça extra com és la del capçal d'extrusió que estava en dubte si afegir-la finalment o no. En un primer moment en el treball es va tenir en compte, però després de fer els dissenys, s'ha vist que tenir peces extres és menys eficient si la mateixa feina es pot fer amb menys peces.

Els mòduls tindran dos diàmetres diferents, el més gran serà d'uns 6 cm aproximadament, ja que ha de caber dins de la peça que serveix per fixar el recipient amb el tub extrusor i el diàmetre petit que serà de 4 cm, que és la mesura que tindrà tot l'interior del tub per on circularà la massa de pasta abans de ser extrudida per la filera.

Els forats per fer les diferents formes de la pasta s'hauran de calcular per obtenir les mesures adequades, però si hi ha pocs forats, la pasta es distribuirà millor i sortirà amb més força i més igualtat per tots els forats, ja que la quantitat d'espai per on s'extrudirà la pasta serà més petita.

7.1.8. Màquina

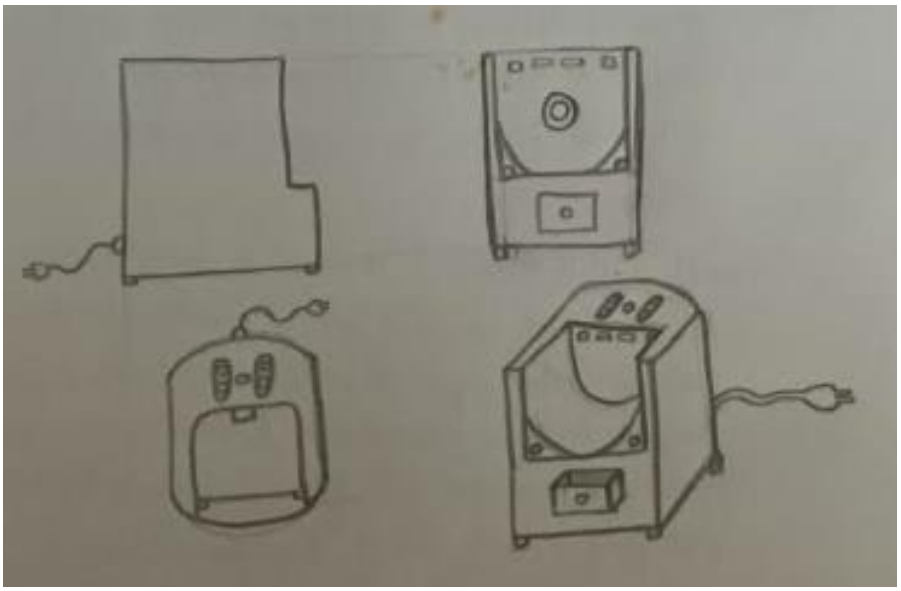


Fig.7.9. Disseny conceptual de la màquina (Font: Pròpia)

Aquesta màquina serà l'encarregada tal com s'ha comentat abans, de portar tota la part elèctrica del producte, i tot i que no s'ha contemplat en aquest treball aquesta part, sí que es mirarà el motor escollit i on aniran situats els botons que la màquina necessiti per ser funcional, ja que això sí que té a veure amb el disseny de la màquina.

La part superior comptarà amb dos espais on hi haurà 2 botons de ON/OFF, i en l'altre 2 botons més, un de Manual i un d'automàtic, on l'automàtic tindrà un programa ja predeterminat que mesclarà la massa i en un temps determinat iniciarà el procés d'extrusió

de la pasta i, en canvi, el manual, el client serà l'encarregat de passar del procés d'amassar al d'extrudir quan ell ho cregui convenient.

Per canviar d'una fase a l'altre el moviment serà molt simple, l'eix pararà i girarà cap al sentit contrari activant l'eix extrusor.

En el centre d'aquests dos botons i hi haurà un LED, el qual s'encendrà quan la màquina estigui en funcionament i s'apagarà quan deixi de funcionar.

L'espai buit que hi ha en mig és de la mida del recipient, ja que el recipient anirà allà dins, es fixarà en els 4 forats que apareixen als cantons, i la tapa superior també anirà agafada amb la màquina utilitzant els dos forats que hi ha en mig d'aquesta.

La mida de la màquina ve determinada en les especificacions tècniques.

Incorporarà un petit calaix on es podran guardar els mòduls que no s'estiguin fent servir.

A la part inferior de la màquina, la part que pot tenir contacte amb el terra, es col·locaran unes peces petites per evitar el lliscament de la màquina quan estigui en funcionament per evitar que la màquina es desplaci i en conseqüència caigui d'algun lloc alt i es trenqui. Aquesta part que té contacte amb el terra serà part d'una altra peça la qual anirà fixada amb la màquina mitjançant cargols.

7.2. Disseny de detall

7.2.1. Llista de materials (BOM)

La llista de materials o "Bill Of materials" (BOM) en angles, és una llista tal com indica el seu nom en la qual apareixen tots els components necessaris per poder fabricar una unitat del projecte, en el cas d'aquest projecte en la propera taula 1.1, es pot veure el llistat dels components que es necessiten per fabricar una màquina sencera, entenent com sencer la part mecànica, el que seria tot el disseny mecànic.

En la majoria dels components, per cada màquina es necessitarà una unitat de cadascun d'ells tret dels cargols, els quals com es pot veure, es necessitaran 3 de M5x20 i 5 de M5x16.

N.º DE L'ELEMENT	N.º DE PEÇA	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT
1	Màquina		1
2	Calaix		1
3	Tapa superior		1
4	Recipient		1
5	Tub extrusor		1
6	Peça per unir		1
7	Eix de mescla		1
8	Modul tallarines llargs		1
9	Modul tallarines curts		1
10	Modul lassanya		1
11	Modul macarrons		1
12	Eix extrusor		1
13	Motor		1
14	ISO 7046-1 - M5 x 20 - Z - 20S (cargol)		3
15	ISO 7046-1 - M5 x 16 - Z - 16S (cargol)		5
16	Tapa inferior		1
17	Modul espaghettis		1

Fig. 7.10. Llista de materials (BOM) (Font: Pròpia)

7.2.2. Disseny dels components finals

En aquest punt es passen a veure totes les solucions finals de cadascun dels components que componen la màquina elèctrica de fer pasta. Després d'haver fet un disseny conceptual, s'ha passat a un disseny més en detall de cadascuna de les peces. En aquest punt es veuran els dissenys i es comentaran les coses que siguin necessàries, però a l'apartat dels plànols es podrà disposar de tota la informació relacionada amb mides exactes i acotacions de les peces per si és necessària la seva consulta, cada peça estarà designada amb un número de plànol, l'interessat ha de buscar pel número de plànol dins del document de plànol per més informació sobre la peça en qüestió.

Calaix

Aquesta part està contemplada per poder emmagatzemar les fileres restants que no s'estan fent ús en el moment actual. Aquest calaix té unes mides petites, suficients per a tenir dins les fileres i res més.

Té una espècie de pany per poder facilitar la seva obertura i tancament.

El material del calaix és plàstic PET.

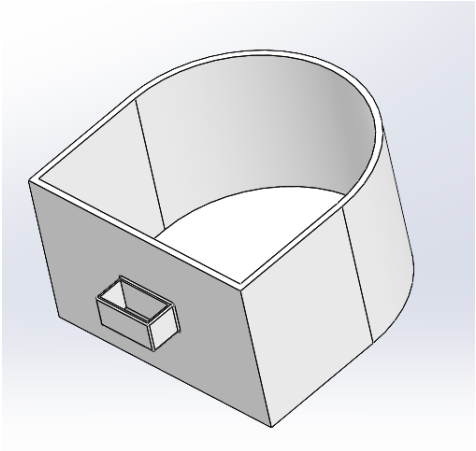


Fig. 7.11. Calaix (Font: Pròpia)

Tapa superior

Aquest component a acabat sent molt semblant a la primera idea que es va tenir amb el disseny conceptual, comentar que s'han dissenyat un sistema de fixació entre la tapa i la màquina per poder tancar correctament la màquina. Per detectar que la tapa està col·locada i, per tant, que és segur posar en funcionament el dispositiu s'ha dissenyat el cilindre que sobresurt per la part dreta de la foto, aquest cilindre quan es col·loca correctament la tapa en el recipient el que fa és activar un sensor que dona l'ordre que ja es pot posar en funcionament, és una mesura de seguretat que es volia implementar i finalment s'ha implementat així. El disseny compta amb una part inferior la qual s'introdueix en el recipient per fixar-se i donar una fixació màxima entre l'estructura de la màquina, el recipient i la tapa superior.

El material utilitzat per la fabricació de la tapa superior ha estat el plàstic PET.

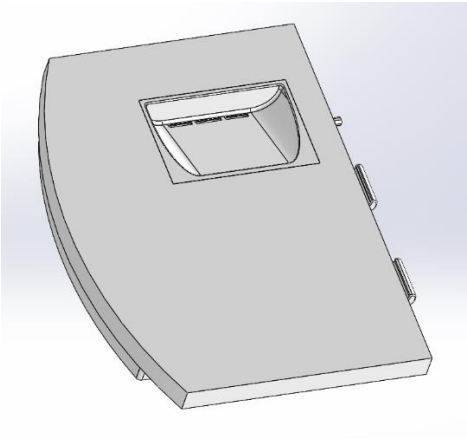


Fig. 7.12. Tapa superior (Font: Pròpia)

Recipient

El recipient porta una part davantera la qual és un cilindre amb rosca, s'ha optat per escollir la forma d'unió entre components a partir de rosques per la comoditat i robustesa que ofereixen.

També porta incorporats 3 forats en els quals van 3 cargols de M5x20.

Per poder subjectar el recipient amb l'estructura de la màquina també hi ha diferents cilindres extrudits pels costats els quals tenen la funció d'entrar dins els forats que hi ha fets a l'estructura de la màquina per millorar la fixació.

El material d'aquest component és plàstic PET.

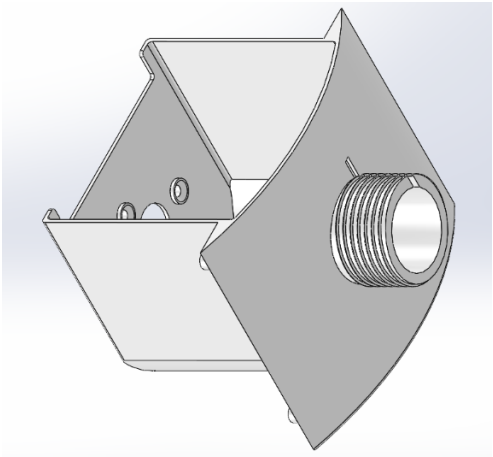


Fig. 7.13. Recipient (Font: Pròpia)

Tub extrusor

El tub extrusor s'unirà amb el recipient i els dos mitjançant rosca es podran fixar a la peça per unir la qual també serveix per col·locar la filera que es necessita en aquell moment. Per dins d'aquest tub hi haurà l'eix extrusor, es veu que hi ha una paret en una part del tub, aquesta paret està col·locada estratègicament per poder millorar l'eficiència de l'eix extrusor, gràcies a aquesta paret, entrarà més quantitat de pasta a l'eix aconseguint així, que es generi un caudal constant, sense aquesta paret potser no entraria tanta massa de pasta dins de l'eix i faria més irregular el caudal.

El material per fabricar aquest component és el plàstic PET

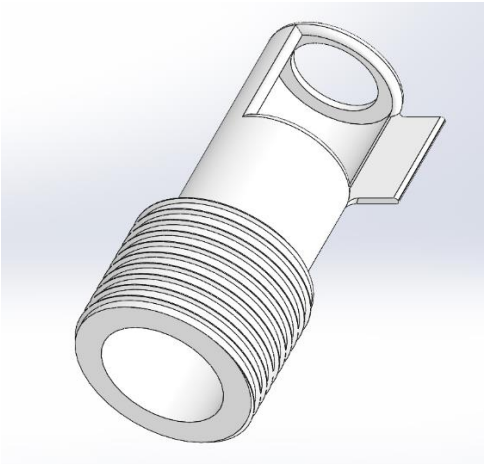


Fig. 7.14. Tub extrusor (Font: Pròpia)

Peça per ajuntar

Finalment, el disseny final d'aquesta peça ha estat amb una rosca interior, hi havia moltes maneres per unir les peces, però s'ha optat per l'opció de la rosca, per tant, aquesta peça s'encarrega d'unir una part del recipient amb el tub extrusor donant una consistència i fixació molt correcta. A més compleix amb una segona funció i és la de fer de "porta fileres" s'introdueix la filera dins d'aquesta peça, i després es procedeix a roscar-la amb el tub i el recipient.

El material utilitzat per fabricar aquesta peça serà el plàstic PET.

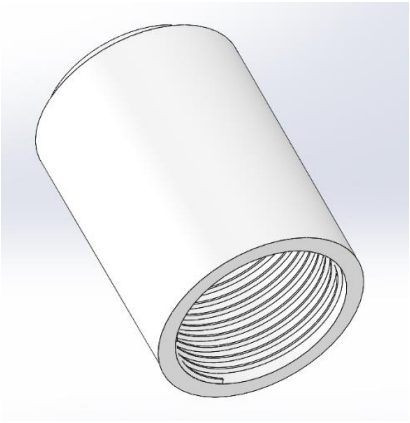


Fig. 7.15. Peça per ajuntar (Font: Pròpia)

Eix de mescla

Finalment, l'eix de mescla s'ha dissenyat amb 5 pales, les quals engloben totes les direccions.

Per la part davantera tal com es pot observar a la figura 7.16. té un forat i dins d'aquest hi ha un hexàgon. S'ha decidit utilitzar una forma d'hexàgon per poder fixar l'eix de mescla amb l'eix d'extrusió que més endavant es veurà, gràcies a aquest forat, l'eix d'extrusió pot entrar i fer que els dos eixos girin en el mateix sentit i velocitat, cosa molt important per evitar fer ús de diversos motors.

Per la part anterior, la part que no es pot veure amb la figura, hi ha un altre forat semblant a una mitja lluna, aquesta té la mateixa funció que l'anterior, ja que servirà per fixar el motor directament amb l'eix de mescla. El material de l'eix mesclador és l'acer inoxidable 304.

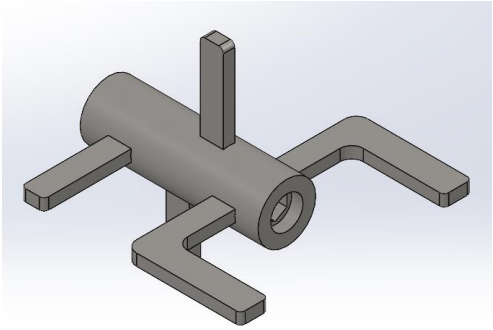


Fig. 7.16. Eix de mescla (Font: Pròpia)

Fileres

En aquest punt s'introduiran les 5 fileres escollides per aquest projecte, totes tenen les mateixes mides, la diferència entre elles està en les àrees en buit que deixen en el centre de la filera depenent la forma de pasta per les quals estiguin fetes. Pel que fa a la filera dels macarrons, aquesta té una petita diferència amb les demes i és que porta incorporats uns forats molt petits en cadascun dels centres dels macarrons, per poder treure l'aire que exerceix una pressió en el punt interior i aconseguir així que no es trenqui l'estructura que s'ha dissenyat per la filera dels macarrons.

El material utilitzat per totes les fileres és el plàstic PET.

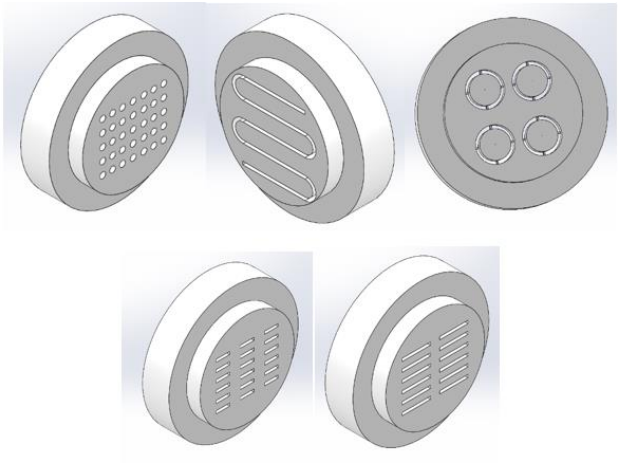


Fig. 7.17. Fileres (Font: Pròpia)

Eix extrusor

En aquest component es pot veure l'hexàgon que anteriorment estava buit que ara està extrudit, va incorporat dins de l'eix de mescla per fer-los solidaris com s'ha comentat anteriorment. El pas de rosca és d'1,5 cm i té 7 voltes completant una longitud total d'aproximadament 1,03 m de l'helicoide i aproximadament 11 cm de longitud el cilindre. Finalment, tot el diàmetre de l'eix extrusor ha sigut igual, no s'ha vist augmentat el diàmetre a mesura que arribava al final de l'eix extrusor.

El material utilitzat per l'eix extrusor ha sigut l'acer inoxidable 304.

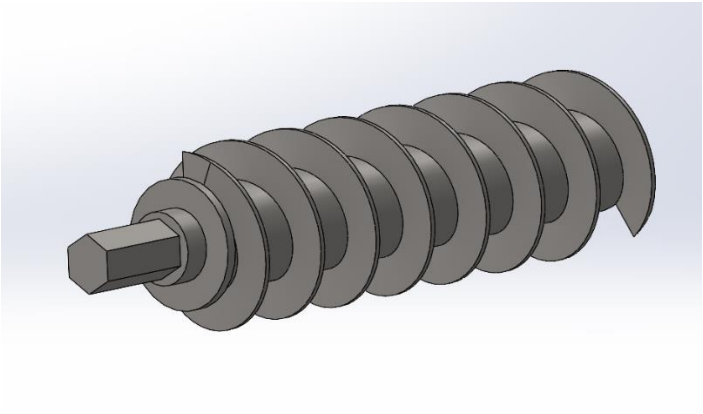


Fig. 7.18. Eix extrusor (Font: Pròpia)

Motor

En aquest apartat no es comentarà gaire com que ja hi ha un apartat exclusiu per l'elecció del motor on es parla més sobre el motor seleccionat, en aquest punt només comentar que utilitza cargols de mètrica 5 i, per tant, s'han tingut en compte forats adaptats a mètrica 5, igual que la mida del motor, que és adequada per estar en l'interior de l'estructura de la màquina, la qual ja s'ha dissenyat expressament per aquesta funció.

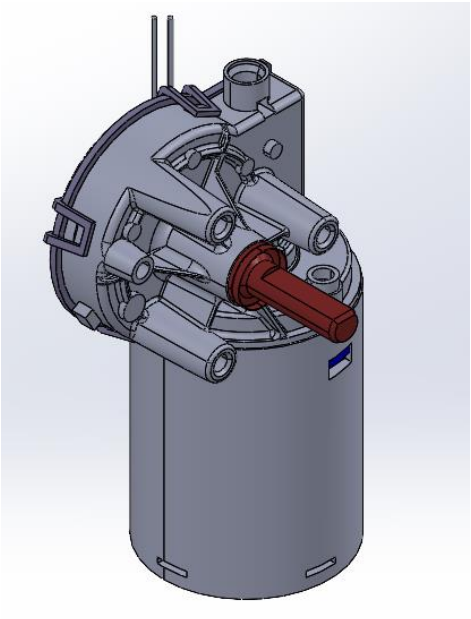


Fig. 7.19. Motor (Font: Pròpia)

Tapa inferior

És necessari tenir aquest component, ja que inicialment no es comptava amb ell, però perquè s'havia d'instal·lar el motor dins de l'estructura de la màquina i la part d'electrònica, s'ha decidit crear aquest component juntament amb 5 cargols de M5x16 que el fixen a l'estructura per facilitar el manteniment de la màquina de ser el cas que s'hagués d'examinar el motor o el circuit de control o de potència de l'electrònica.

El material utilitzat per fabricar la tapa inferior és el PET.

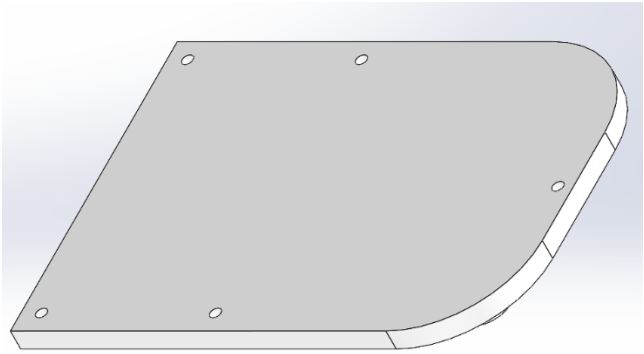


Fig. 7.20. Tapa inferior (Font: Pròpia)

7.2.3. Perspectiva explosionada

En aquesta part de l'apartat es podran veure dues figures on apareixeran les vistes explosionades del conjunt de la màquina per poder saber on anirien totes i cadascuna de les peces que anteriorment s'han vist i quin ordre d'assemblatge tindrien les peces.

Per la part inferior de l'estructura de la màquina que seria el pilar de la màquina, primer de tot s'hauria d'introduir el motor i la resta de components electrònics que fossin necessaris, després es taparia aquesta zona amb la tapa inferior que aniria fixada amb els 5 cargols de M5x16.

Per la part dreta la instal·lació o col·locació de les peces és causada pel següent ordre: Primer es col·loca el recipient, un cop ja queda fixat el recipient amb tots els seus forats a l'estructura de la màquina, seguidament es cargolen els 3 cargols per fixar completament el recipient amb l'estructura i amb el motor. Es col·loca per dins del recipient l'eix de mescla i un cop ja estan les parts aquestes, es pot incorporar el tub d'extrusió, quan ja estigui

col·locat, s'introduirà pel forat del tub d'extrusió l'eix d'extrusió el qual anirà fixat amb l'eix de mescla com anteriorment s'ha dit. Finalment, s'introdueix la filera i s'uneix tot mitjançant la peça d'unió que fixarà tant la filera com el tub d'extrusió i el recipient, per acabar donant el disseny compacte desitjat. El calaix es pot col·locar en qualsevol moment, ja que no s'ha de relacionar amb cap altra peça.

En últim lloc, s'ha de col·locar la tapa superior, la qual s'ha de posar un cop ja estiguin tots els components instal·lats, perquè serà l'última peça per tancar i assegurar el correcte funcionament de la màquina. A les figures 7.21 i 7.22 es poden apreciar les perspectives.

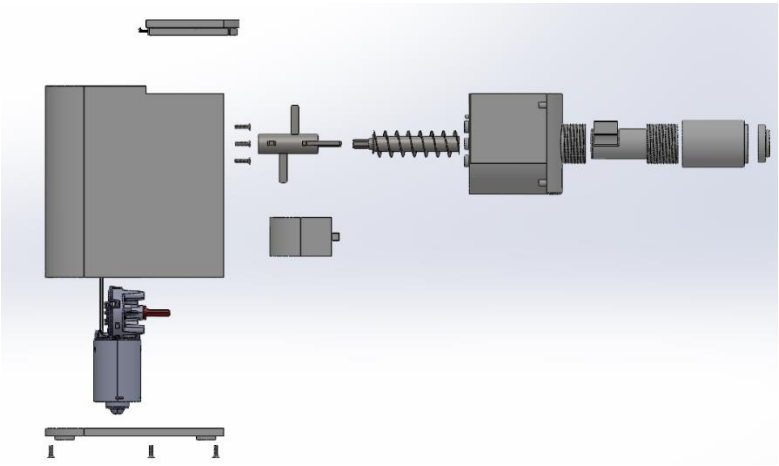


Fig. 7.21. Perspectiva explosionada I (Font: Pròpia)

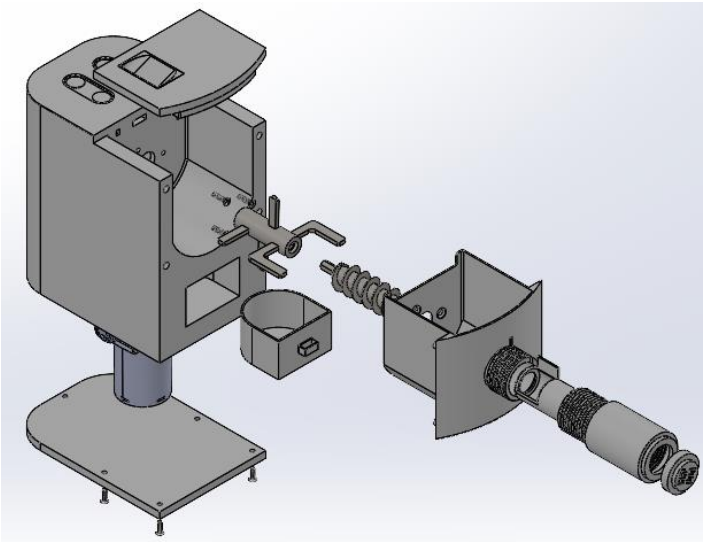


Fig. 7.22. Perspectiva explosionada II (Font: Pròpia)

7.3. Elecció del material pels components de la màquina

És molt important aquest punt, ja que no tots els materials són aptes per utilitzar en el sector alimentari. Qualsevol material que hagi d'estar en contacte amb aliments ha de complir unes normatives per evitar posar en perill la salut de les persones que vagin a consumir els productes fabricats amb el material en qüestió. És per això que en el projecte es dedicarà un punt sencer a aquest tema, per aconseguir la millor alternativa per la fabricació de les diverses parts de la màquina de fer pasta, tota la informació està recollida de les pàgines que apareixen en les referències i certificada dins dels reglaments següents de la UE:[14-19]

El Reglamento (CE) 1935/2004: es recopila la normativa per materials i objectes destinats a estar en contacte amb els aliments.

El Reglamento (CE) 2023/2006: es recopila la normativa per la fabricació de materials i objectes destinats al contacte amb aliments.

El Reglamento (CE) 450/2009: es recopila la normativa per materials i objectes destinats a estar en contacte amb els aliments.

El Reglamento (UE) 10/2011: es recopila la normativa sobre els materials plàstics.

Cal remarcar que hi ha més organismes a part de la UE que tenen les seves normatives tals com USDA, NSF, FDA entre d'altres, estar clar que un material que sigui capaç de complir les normatives en les màximes organitzacions possibles serà molt millor que un material que només les compleixi en un organisme en concret.

Els requisits que ha de complir el material són les següents:

- Han de ser aptes per ús alimentari.
- El material no ha de transferir els seus components als aliments.
- Ha de tenir l'etiqueta d'algun organisme que certifiqui el seu ús correcte en el sector alimentari.
- S'ha de vigilar amb l'ús del material amb cada determinat aliment, ja que no tots els materials serveixen per als mateixos aliments.

Han de ser materials que compleixin amb diverses característiques tals com que sigui resistent, es pugui desinfectar i netejar fàcilment, no contamini els productes, no sigui porós...

Per fer l'elecció del material o dels materials que s'utilitzaran en aquest projecte, primerament es veurà una taula on es podran distingir els diferents materials que són aptes pel seu ús i a partir d'aquesta taula s'arribarà a una elecció final.

Els principals materials que poden estar en contacte amb els aliments són:

- Elements actius i intel·ligents homologats
- Ceràmics o de vidre
- Polimèrics
- Plàstics
- Cel·lulosa regenerada o paper
- Metalls i aliatges recoberts amb crom, estany o zinc
- Fusta o altres

De la gran varietat que hi ha, molts d'aquests no complirien amb les necessitats a l'hora de la fabricació de la màquina de fer pasta, materials com la fusta, ceràmics o de vidre, cel·lulosa o paper, no serien aptes ja sigui perquè no complirien amb la rigidesa necessària, perquè serien difícils de donar-les les formes necessàries o no serien resistents.

Per tant, l'elecció dels materials per als components i la fabricació de la màquina estaria entre els metalls i aliatges i els plàstics, en la taula es recolliran una selecció de cadascun tot i no ser els únics possibles que existeixin.

Les dades tècniques han sigut extretes de: https://material-properties.org/

	Material	**Densitat**	**Reciclable**	**Mòdul elasticitat**	**Resistència a la tracció**
Metall/ aliatge [14]	Acer innox. 304	7900 kg/m^3	Sí	193 GPa	515 MPa
	Alumini	2698 kg/m^3	Sí	70 GPa	90 MPa
	Titani	4510 kg/m^3	Sí	116 GPa	293 MPa
Plàstics[20]	Polipropilè (PP)	900 kg/m^3	Sí	1,3 GPa	27 MPa
	Tereftalat de polietilè (PET)	1350 kg/m^3	Sí	9 GPa	150 MPa
	polietilè d'alta densitat (HDPE)	950 kg/m^3	Sí	1 GPa	21 MPa

Taula 7.1. Resum característiques dels materials I (Font: Pròpia)

1 Poc – 5 Molt	**Material**	**Resistent**	**Apte**	**Cost**	**Duresa Brinell (MPa)**
Metall/ aliatge [14]	Acer innox. 304	4	4	4	201
	Alumini	3	3	3	240
	Titani	5	2	5	700 - 2700
Plàstics[20]	Polipropilè (PP)	2	2	1	50
	Tereftalat de polietilè (PET)	2	3	1	170
	Polietilè d'alta densitat (HDPE)	2	2	2	35

Taula 7.2. Resum característiques dels materials II (Font: Pròpia)

Finalment, el projecte optarà per utilitzar dos materials a causa de les propietats que s'observen a la taula i a altres propietats que es poden trobar dins la pàgina esmentada anteriorment.

S'usarà el plàstic PET per la fabricació de la carcassa de la màquina, el recipient, la tapa, el tub d'extrusió, els mòduls o fileres i la peça d'unió i es farà servir l'acer inoxidable 304 per la fabricació de les peces de l'eix mesclador i l'eix extrusor.

Es decideix emprar acer inoxidable en els dos components que patiran més desgast de la màquina per millorar la seva resistència.

Tant l'acer inoxidable com el plàstic PET són materials capaços de ser reciclats en el moment que arribi el final de la vida útil de la màquina, l'acer es recicla amb més facilitat que el PET.

Els altres materials s'han eliminat dels possibles candidats, ja sigui perquè tenen un preu molt elevat com seria el titani o per què hi ha millors alternatives per unes funcionalitats semblants com podria ser l'alumini o qualsevol dels altres plàstics.

7.4. Càlculs

7.4.1. Densitat

El primer que s'ha de fer es saber **la densitat** de la mescla que estarà dins del recipient. Per trobar aquesta densitat, s'ha optat per la manera experimental, aquesta no es res més que preparar en un bol la quantitat exacte dels ingredients que haurien d'introduir-se en una preparació normal per fer pasta fresca, per desprès d'això comprovar quin volum ocupen.

S'ha optat per usar les mesures estàndards, la pasta s'ha fet amb 60 ml d'aigua, 140 g de farina de força, 3 ml d'oli d'oliva i 3 g de sal. Es podria canviar l'aigua i l'oli per un ou, però en el cas d'aquest projecte no es tindrà en compte. Per tant, fixant-se en la figura 7.23, es pot comprovar com efectivament hi ha les quantitats esmentades.

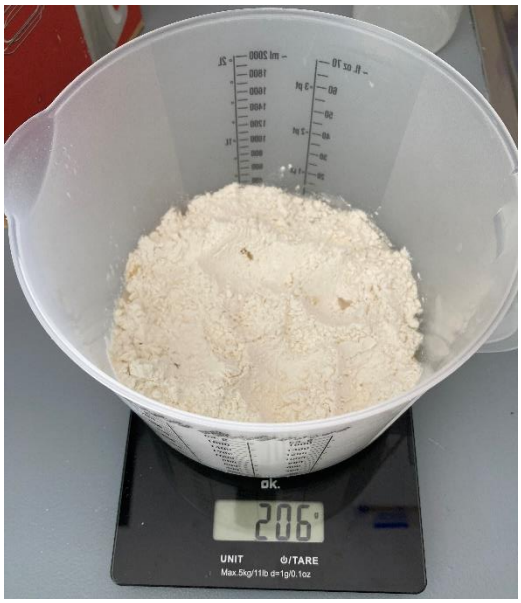


Fig. 7.23. Ingredients per fer pasta fresca (Font: Pròpia)

Fig. 7.24. Resultat de l'amassat dels ingredients (Font: Pròpia)

Desprès d'haver amassat tots els ingredients s'ha pogut comprovar com efectivament el volum havia augmentat donant com a resultat aproximadament uns 300 ml, tal com pot apreciar-se a la figura 7.24 on també hi ha una imatge del mateix bol un cop amassat per comprovar que les quantitats segueixen sent les mateixes, és a dir, els aproximadament 200g.

De totes les mesures experimentals es pot trobar **la densitat aproximada que tindrà la massa** que s'utilitzarà en aquest projecte aplicant factors de conversió:

$$\frac{206\ g}{300\ ml} \cdot \frac{1\ Kg}{1000\ g} \cdot \frac{1000\ mL}{1\ L} \cdot \frac{1\ L}{1\ dm^3} \cdot \frac{1000\ dm^3}{1\ m^3} = \mathbf{686,66\frac{Kg}{m^3}}$$

7.4.2. Viscositat

Per trobar la viscositat aproximada de la massa per la pasta fresca, s'ha tingut en compte un estudi que es va fer en l'article que estarà citat a l'annex, per si vol informar-se més sobre el tema, ja que no només parla sobre la viscositat, però aquest tema és el necessari per al projecte. Per tant, les taules i fórmules que es podran veure a continuació estan extretes d'aquest article.[13]

En l'article feien l'experiment amb diferents temperatures i diferents composicions a l'hora de fer la barreja dels ingredients. I mitjançant la fórmula (1) es van treure els valors que apareixen a la figura 7.25.

$$Viscositat\ aparent(\mu a) = \frac{esforç\ tallant\ (\tau)}{velocitat\ de\ ciçallament\ (\gamma)} \quad (1)$$

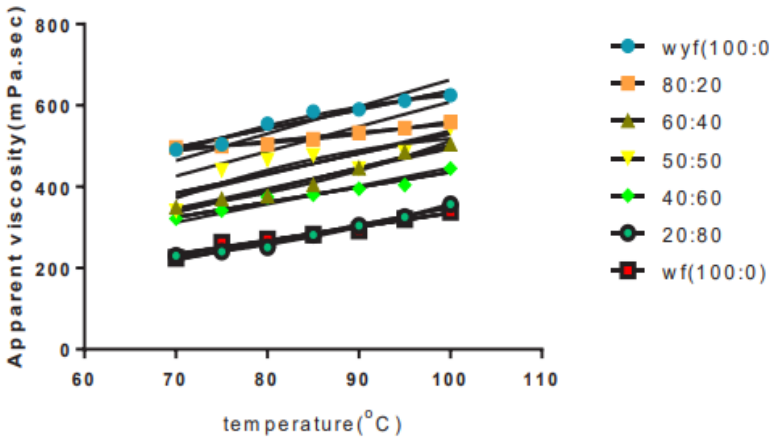


Fig. 7.25. Gràfica Viscositat aparent / Temperatura (Font: Article citat [11])

A la figura hi ha per una part, la viscositat aparent en mPa·s i, per altra banda, la temperatura en °C. També s'observa que les línies que apareixen són les que s'han comentat abans amb les quals s'ha fet l'estudi, diferents composicions (les quals apareixen a la dreta de la figura diferenciada per colors) i cadascuna d'aquestes a temperatures diferents.

Com que en aquest projecte s'ha tingut en compte per trobar la densitat una relació entre aigua i farina de 140/60 respectivament, això dona 2,33, mirant sobre la figura 7.25, es pot apreciar que la línia que més s'adequa està entre la 60:40 i 80:20 que són 1,5 i 4, i el valor que s'utilitzarà de guia serà el més proper a la temperatura ambient en aquest cas els 70 °C, donant un valor aproximat de **la viscositat d'entre 450 i 550 mPa·s**. Cal remarcar que són aproximacions, ja que el valor exacte no es pot aconseguir sense el material adequat, i, per tant, tot i que la massa no estarà a temperatura ambient, perquè en barrejar-se augmentarà la temperatura, tampoc arribarà mai als 70 °C sense que se li apliqui cap escalfament directe. Però serà el valor emprat com a referència dins d'aquest projecte.

7.4.3. Eix extrusor i fileres

En aquest apartat es faran els càlculs aproximats per trobar els suficients valors per poder fer a partir d'unes hipòtesis un dimensionat previ a l'eix i els altres components que estan en el procés de l'extrusió de la massa de pasta fresca.

Es parteix d'una base d'especificacions tècniques les quals s'han de complir en la mesura del possible com a mínim arribar a aquestes i si bé apareixen resultats per sobre de les especificacions doncs no serà cap problema perquè no influeix en el rendiment esperat de la màquina de cara a aspectes negatius.

Abans de començar a veure els càlculs s'han fet algunes simplificacions dins de l'eix per facilitar les fórmules, ja que si no, no hagués sigut possible contemplar resultats.

- Se suposa que l'eix extrusor helicoïdal té un gruix promig i no va reduint-se a mesura que s'apropa al punt d'extrusió.

- No hi haurà un augment de temperatura a l'eix de l'extrusor per evitar tenir una viscositat diferent en cada moment a causa de la temperatura, tot i que a la realitat sí que hi hauria.

- Se suposa que el conducte és recta i les cares laterals no es mouran per poder aconseguir una velocitat tangencial lineal.

Un cop ja s'han presentat totes les simplificacions contemplades durant els càlculs, es resumeixen a continuació les especificacions tècniques que hauria de complir i les dades que seran necessàries.

- Ha de girar com a mínim a 50 RPM.

- El caudal màssic és de 30 g/min.

- La densitat s'ha obtingut anteriorment experimentalment i és de 657 kg/m^3 .

- La longitud de l'eix és de 0,11 m.

- El pas de rosca és de 0,015 m.

- El diàmetre de l'eix és de 0,04 m.

- La viscositat dinàmica és de 0,55 Pa·s.

- La viscositat cinemàtica és de 361,35 m^2/s.

Durant els càlculs els valors tindran les seves unitats, és molt important tenir en compte les unitats, ja que hi ha molts canvis, aquests canvis es resolen mitjançant factors de conversió els quals no apareixeran en els càlculs per no fer-los més extensos, però tots els resultats es donaran amb les unitats del sistema internacional.

En primer lloc, es passen les RPMs a cm/s per a poder treballar amb les unitats adequades utilitzant la fórmula 7.1 la qual dona com a unitats rad/s que si es multiplica pel radi interior de l'extrusor donant com a resultat la velocitat que hi ha a l'eix.

$$\frac{rad}{s} = RPM * \frac{2 \cdot \pi}{60} \qquad (7.1)$$

$$\frac{rad}{s} = 50 * \frac{2 \cdot \pi}{60} = 5{,}2358 \frac{rad}{s} \rightarrow 5{,}2358 \frac{rad}{s} \cdot 2cm = \mathbf{0{,}104716\ \frac{m}{s}}$$

Al projecte no li interessa aquesta velocitat, sinó que li interessa la velocitat del fluid en el cas quan no hi ha cap oposició. Aquesta velocitat és la meitat de la velocitat de l'eix donant un total de **0,0524 m/s velocitat amb la qual va el fluid quan no hi ha cap oposició**.

Es trobarà el caudal volumètric que és necessari que surti per la part de la filera aquest es calcula amb la fórmula 7.2.

$$Qv = Qm \cdot d \qquad (7.2)$$

On: Qv és el caudal volumètric, Qm és el caudal màssic i d és la densitat.

$$Qv = 30 \frac{g}{min} \cdot 657 \frac{kg}{m^3} = \mathbf{7{,}61x10^{-7}\ \frac{m^3}{s}}$$

Un cop es té el caudal volumètric necessari que ha de sortir per la filera, es procedeix a trobar el caudal volumètric que sortirà per l'extrusor en el cas on no hi ha cap oposició.

Amb aquesta dada es podrà fer una idea si serà necessari augmentar el caudal i, per tant, modificar algunes dades de dimensionat o si, per contra, ja estarà correcta.

El caudal volumètric que es genera a l'eix quan no hi ha cap oposició vindrà de la fórmula 7.3.

$$Qv = A \cdot v \qquad (7.3)$$

On: Qv és el caudal volumètric, A és l'àrea i v és la velocitat.

La velocitat s'ha trobat anteriorment, té un valor de 0,0524 m/s.

Per trobar l'àrea necessària s'ha de fer ús de la formula 7.4.

$$A = r_{int} \cdot p \qquad (7.4)$$

On: r_{int} és la meitat del radi interior i p és el pas de rosca.

$$A = r_{int} \cdot p = 0{,}01\ m \cdot 0{,}015\ m = \mathbf{0{,}00015\ m^2}$$

$$Qv = A \cdot v = 0{,}00015\ m^2 \cdot 0{,}0524 \frac{m}{s} = \mathbf{7{,}86x10^{-6} \frac{m^3}{s}}$$

Aquest és el caudal que es generarà si no hi hagués cap cosa que s'oposés.

Un cop es té el caudal, es procedeix a trobar la pressió necessària per poder extrudir el caudal anterior sense cap oposició. Per fer-ho s'utilitza la llei de Poiseuille, la qual està indicada en la fórmula 7.5.

$$\Delta P = \frac{8 \cdot \mu \cdot L \cdot Qv}{\pi \cdot R^4} \qquad (7.5)$$

On: ΔP és la pressió, μ és la viscositat dinàmica, L és la longitud o gruix, i R és el radi hidràulic.

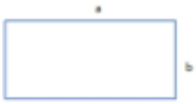
La llei de Poiseuille diu que la pressió necessària que s'haurà d'aplicar serà igual a 8 cops la viscositat dinàmica multiplicada per la profunditat o gruix de la filera i multiplicada pel caudal volumètric necessari per complir amb l'especificació de quantitat de pasta en un cert temps, i aquest valor s'haurà de dividir entre pi i un valor R a la quarta. Aquest valor R és el radi hidràulic, i cada geometria té una manera diferent per poder trobar aquest valor. En la propera figura es pot veure un resum de 3 de les més importants que seran les utilitzades en aquest cas.

Diàmetre hidràulic d'una secció circular

$$Dh = \frac{4\Pi R^2}{2\Pi R} = 2R$$

Diàmetre hidràulic d'una secció rectangular

$$Dh = \frac{4ab}{2(a+b)} = \frac{2ab}{a+b}$$



Diàmetre hidràulic d'una secció tipus anell

$$Dh = \frac{4(\frac{\Pi}{4})(D^2-d^2)}{\Pi(D+d)} = D - d$$

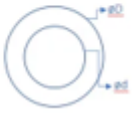


Fig. 7.26. Diàmetres hidràulics (Font: Google)

Tornant a la llei de Poiseuille, per poder trobar la pressió anteriorment comentada, fan falta trobar els valors de L i de R, els quals encara no es tenen.

Per aconseguir el valor de R, s'utilitzarà la fórmula de la figura 8.1 del diàmetre hidràulic del rectangle. Se suposa que el forat de cada pas de rosca serà un rectangle. Per tant, es tindrà un costat "a" que serà el pas de rosca i un costat "b" que és la meitat del radi interior.

$$Dh = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a+b} = \frac{2 \cdot 0{,}015 \cdot 0{,}01}{0{,}015 + 0{,}01} = 0{,}012; Rh = \frac{Dh}{2} = \mathbf{0{,}006\ m}$$

Per trobar el valor de L, s'ha de trobar la longitud total de l'helicoide, la qual és definida per la fórmula 7.6.

$$L = D_{eix} \cdot \pi \cdot N + L_{eix} \qquad (7.6)$$

On: N és el nombre de voltes que es fan a l'eix helicoidal, es troba dividint la longitud de l'eix entre el pas de rosca.

$$L = 0{,}04 \cdot \pi \cdot \frac{0{,}11}{0{,}015} + 0{,}11 = \mathbf{1{,}03\ m}$$

Ara ja amb tots els valors es pot calcular la pressió:

$$\Delta P = \frac{8 \cdot \ \mu \cdot L \cdot Qv}{\pi \cdot R^4} = \frac{8 \cdot 0{,}55 \cdot 1{,}03 \cdot 7{,}86x10^{-6}}{\pi \cdot 0{,}006^4} = \mathbf{8755{,}07\ Pa}$$

Però l'eix no contempla estar sense cap oposició, hi ha les fileres que fan la funció de reduir l'espai possible de sortida provocant una oposició que tot i no ser màxima, s'ha de tenir en compte.

Aquestes fileres hauran de complir amb l'especificació de la quantitat de pasta per temps que s'ha tingut present. Per tant, es dissenya la filera d'acord amb l'especificació esmentada anteriorment.

L'objectiu final en aquest punt és trobar la pressió necessària que ha de fer l'eix per poder extrudir la pasta, és a dir, per poder expulsar la massa per les àrees descobertes de les fileres. Per aconseguir aquesta finalitat primerament, s'ha de tenir clara la llei de poiseuille, la qual està indicada en la fórmula 7.5.

Un cop vistes les formules per obtenir els radis hidràulics a la Fig.7.26, es procedeix a calcular les pressions necessàries aplicant poiseuille per cadascuna de les fileres, i per no fer molt extens i repetitives les fórmules, a la taula 7.3, es pot veure un resum dels resultats de cadascuna de les fileres. Els valors amb un guió, són perquè no fan falta les dades per les mesures a obtenir.

Filera	**Secció de Rh**	**Nº de forats**	**a (m)**	**b (m)**	**l (m)**	**r ext (m)**	**r int (m)**	**Rh (m)**	**P_{TOTAL} (Pa)**	**P_{REAL} (Pa)**
Espaguettis	Circular	35	-	-	0,015	0,001	-	0,001	15988,64	456,82
Tallarins llargs	Rectangular	12	0,01	0,001	0,015	-	-	0,0009	23408,97	1950,75
Tallarins curts	Rectangular	18	0,005	0,001	0,015	-	-	0,00083	33154,04	1841,89
Macarrons	Anell	4	-	-	0,015	0,005	0,004	0,001	15988,64	3997,16
Lassanya	Rectangular I anell	1	0,022	0,001	0,015	-	-	0,00099	16578,08	3315,61

Taula 7.3. Resum de les pressions de cada filera (Font: Pròpia)

Com que els valors resultats són prou diferents, s'escull la que ha d'aplicar la pressió més alta per tenir el cas més desfavorable. Si fos el cas que el projecte tingues present la implementació d'un variador de velocitats juntament amb el motor, doncs donaria igual el valor triat, ja que el mateix variador s'encarregaria de regular la velocitat per donar el parell

i la pressió necessària en cada cas, com no és el cas s'escull el cas més desfavorable per fer els càlculs.

Un cop arribats a aquest punt, hi ha calculats els dos valors de pressió necessaris, la pressió que aplica l'eix extrusor sempre que no hi hagi cap oposició que és de 8755,07 Pa i la pressió més desfavorable que es necessita aplicar a la filera que és de 3997,16 Pa. Com es pot observar, la pressió més desfavorable està per sota de la pressió que aplica l'eix, per tant, abans de fer cap cosa ja es pot dir que tant les dimensions utilitzades com la velocitat del motor són adequades per fer el treball. Tot i que treballarà per sobre de les seves necessitats, és per això que s'agafa la diferència de pressions i tornant a fer poiseuille, es troba el valor de la velocitat (en aquest cas negativa) perquè "sobra" per igualar les dues pressions.

S'ha de valorar l'opció de reduir les RPM per millorar aquesta igualtat o deixar-ho estar, ja que aquest factor no serà un factor negatiu per al client, perquè s'aconseguirà que s'extrudeixi més pasta en menys temps. Com que s'està treballant amb unes RPM ja prou baixes i reduir-les encara més seria complicat per l'elecció del motor, es decideix mantenir les RPM actuals de les especificacions i generar així una mica més de pasta per unitat de temps.

Si es volgués trobar la velocitat exacta que s'hauria de reduir per poder tenir els 50 RPM de les especificacions, s'hauria de fer el següent utilitzant la fórmula de la llei de Poiseuille (7.5):

$$\Delta P = \frac{8 \cdot \mu \cdot L \cdot Qv}{\pi \cdot R^4} \rightarrow (P_1 - P_2) = \frac{8 \cdot \pi \cdot \mu \cdot L \cdot Qv}{A^2}$$

On: P2 és la pressió necessària a aplicar a la filera, P1 és la pressió que hi ha sense oposició, L la longitud del helicoide, μ la viscositat dinàmica i A l'àrea per on circula el caudal.

$$(P_1 - P_2) = \frac{8 \cdot \pi \cdot \mu \cdot L \cdot Qv}{A^2} = 8755{,}07 - 3997{,}16 = \frac{8 \cdot \pi \cdot 0{,}55 \cdot 1{,}0315 \cdot 0{,}00015 \cdot v}{0{,}00015^2} \rightarrow \boldsymbol{v = 0{,}050\ \frac{m}{s}}$$

Com que tenim una velocitat inferior a la velocitat inicial que hi ha que és de 0,05235 m/s tal com s'esperava s'ha de reduir la velocitat.

$$v_{final} = v_1 - v_2 = 0{,}05235 - 0{,}050 = \mathbf{0{,}00235\ \frac{m}{s}}$$

S'hauria de reduir uns 0,00235 m/s la velocitat per poder donar el valor de caudal especificat; tot i això, no acabaria de donar mai exacte, ja que aquest valor nou de velocitat depèn dels altres factor i, per tant, tornaria a aparèixer el mateix problema, per la qual cosa com que és poca la diferencia a reduir i que el fet d'anar més ràpidament només implica que al client tindrà més de pressa la pasta que en l'actual especificació, es dona per correcta el valor.

7.4.4. Motor

Per trobar tant la potència del motor, com el seu parell, s'han de seguir una sèrie de fórmules que a continuació es veuran, un cop es tinguin tots els valors necessaris que s'hagin trobat amb els càlculs del motor, se seleccionarà el motor més adient a l'apartat 7.5.

L'equació per trobar la potència necessària del motor és definida per l'expressió (7.7)

$$P = T \cdot w \qquad (7.7)$$

On: P és la potència nominal en (W); T és el parell en (Nm) i w és la velocitat angular (rad/s).

Es coneix el valor de la velocitat angular, ja que són els 50 RPM que són 5,24 rad/s de les especificacions, però es desconeix el valor del parell.

Per trobar el valor del parell s’ha de fer servir la fórmula (7.8).

$$T = F \cdot d \qquad (7.8)$$

On: T és el parell en (Nm); F és la força en (N) i d és el radi interior.

De nou, el radi interior sí que se sap, perquè és una característica del disseny i és 1 cm, però la força és desconeguda, per tant, abans de poder resoldre la fórmula s'ha de trobar el valor de la força.

Per aconseguir el valor de la força que s'ha de fer, s'utilitza la fórmula (7.9).

$$F = \tau \cdot A \qquad (7.9)$$

On: F és la força en (N); τ és la tensió tallant aplicada en (Pa) i A és l'àrea on s'aplica la tensió en (m).

Com anteriorment ha passat, l'àrea sí que és coneguda, ja que és el resultat de multiplicar el pas de rosca per la longitud de l'helicoide i els dos valors es coneixen, però la tensió tallant es desconeix.

Per trobar el valor de la tensió tallant s'ha d'utilitzar de nou una altra fórmula, aquesta fórmula és el número (7.10).

$$\tau = \frac{dv}{dx} \cdot \mu \qquad (7.10)$$

On: τ és la tensió tallant en (Pa) ; dv/dx és la derivada de la velocitat respecta la distància en (s-1) i μ és la viscositat dinàmica en (Pa·s).

En aquest cas, ja es tenen tots els paràmetres necessaris, per una part hi ha la viscositat dinàmica la qual és de 0,55 Pa·s, i, per altra banda, es pot obtenir la derivada de la velocitat respecta la distància com la diferència de velocitats entre el punt inicial i el punt final del moviment per on circula el fluid. A la figura 7.27.

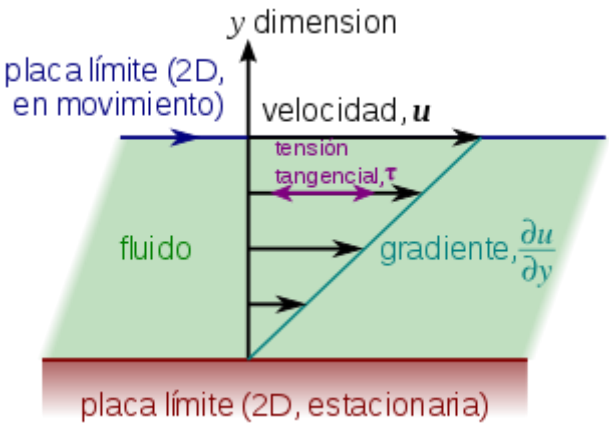


Fig. 7.27. Gradient de velocitat (Font: Google)

Per tant, amb la figura, s'observa que la diferència de velocitats entre el punt inicial i final és la que hi hagi en el punt més distant a l'eix interior, ja que la velocitat a l'eix interior és 0. La velocitat serà de 0,052 m/s. I la diferència de les distàncies estarà entre el punt més

proper a l'eix interior que serà 0, i el més llunyà que serà el radi interior del tub d'extrusió el qual és d'1 cm.

Per tant, tornant a la fórmula 7.10:

$$\tau = \frac{dv}{dx} \cdot \mu = \frac{0{,}052}{0{,}01} \cdot 0{,}55 = \mathbf{2{,}879\ Pa}$$

Un cop ja es sap el valor de la tensió tallant que és de 2,879 Nm, es passa a trobar la força necessària amb la fórmula (7.9):

$$F = \tau \cdot A = 2{,}879 \cdot (1{,}0315 \cdot 0{,}015) = \mathbf{0{,}044\ N}$$

Ara ja es troba el parell amb la fórmula (7.8):

$$T = F \cdot d = 0{,}044 \cdot 0{,}01 = \mathbf{0{,}00044557\ Nm}$$

I ja per acabar, amb la fórmula (7.7) es pot trobar la potència nominal necessària:

$$P = T \cdot w = 0{,}00044557 \cdot 5{,}2358 = 0{,}00233\ W = \mathbf{2{,}33\ mW}$$

A causa de la potència nominal tan petita obtinguda, el motor que se seleccionarà serà el més petit que es pugui trobar, ja que qualsevol motor podrà ser correcte si compleix amb les especificacions necessàries amb relació a la velocitat de gir i demès. Cal destacar que a l'haver simplificat els càlculs, els valors aconseguits són més aviat experimentals, perquè la potència real sense la simplificació de cap càlcul donaria un valor més alt.

7.4.5. Eix i pales de mescla

En aquest apartat es faran els càlculs relacionats amb l'eix de mescla i les pales de barreja de la màquina, es calcularà tant el diàmetre mínim que ha de tenir l'eix de mescla, com el gruix que hauria de tenir com a mínim les pales de l'eix. La majoria de les fórmules estan extretes del llibre de “diseño de elementos de maquinas”, el qual es pot trobar a la referència número 21.

En primer lloc, es trobarà el diàmetre mínim de l’eix, per trobar aquest diàmetre s’ha de fer l’equació (7.11).

$$\tau_{perm} = \frac{T \cdot r}{J} \qquad (7.11)$$

On: τ_{perm} és l'esforç permissible a torsió; T és el parell; r és el radi i J és el moment d'inèrcia per un eix cilíndric.

Si es substitueix els valors que es tenen queda la següent equació (7.12).

$$\tau_{perm} = \frac{T \cdot r}{J} \rightarrow \tau_{perm} = \frac{T \cdot r}{\frac{\pi}{4} \cdot r^4} \rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{T}{\frac{\pi}{4} \cdot \tau_{perm}}} \qquad (7.12)$$

El parell es té dels càlculs que s'han fet anteriorment amb el motor i era de 0,00044557 Nm, per tant, falta trobar el valor de l'esforç permissible a torsió. Aquest esforç es pot aconseguir a partir de l'equació (7.13).

$$\tau_{perm} = \frac{0{,}57 \cdot \sigma_{perm}}{F.S} \qquad (7.13)$$

On: τ_{perm} és l'esforç permissible a torsió; σ_{perm} és l'esforç permissible i F.S és el factor de seguretat el qual s'obté de la següent figura 7.28.

Materiales dúctiles

1. N = **1.25 a 2.0**. El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.
2. N = **2.0 a 2.5.** Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño. Es la que se suele emplear en la solución de los problemas de este libro.
3. N = **2.5 a 4.0**. Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.
4. N = **4.0 o más.** Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores.

Fig. 7.28. Factor de seguretat (Font: referencia 21)

L'esforç permissible també es pot obtenir fàcilment, s'ha de comprovar de quin material està fet l'eix i comprovar la seva resistència a la fluència.

Com que el material empleat per la fabricació de l'eix és l'acer inoxidable 304, la taula amb les seves propietats indica que té una resistència de fluència de 241 MPa es pot veure a la figura 7.29.

A-12 Apéndices

APÉNDICE 6 PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Designación del material			Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación
Número AISI	UNS	Condición	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	en pulgadas)
Aceros austeníticos							
201	S20100	Recocido	115	793	55	379	55
		1/4 duro	125	862	75	517	20
		1/2 duro	150	1030	110	758	10
		3/4 duro	175	1210	135	931	5
		Duro total	185	1280	140	966	4
301	S30100	Recocido	110	758	40	276	60
		1/4 duro	125	862	75	517	25
		1/2 duro	150	1030	110	758	15
		3/4 duro	175	1210	135	931	12
		Duro total	185	1280	140	966	8
304	S30400	Recocido	85	586	35	241	60
310	S31000	Recocido	95	655	45	310	45
316	S31600	Recocido	80	552	30	207	60
Aceros ferríticos							
405	S40500	Recocido	70	483	40	276	30
430	S43000	Recocido	75	517	40	276	30
446	S44600	Recocido	80	552	50	345	25
Aceros martensíticos							
410	S41000	Recocido	75	517	40	276	30
416	S41600	Q&T 600	180	1240	140	966	15
		Q&T 1000	145	1000	115	793	20
		Q&T 1400	90	621	60	414	30
431	S43100	Q&T 600	195	1344	150	1034	15
440A	S44002	Q&T 600	280	1930	270	1860	3
Aceros endurecidos por precipitación							
17-4PH	S17400	H 900	200	1380	185	1280	14
		H 1150	145	1000	125	862	19
17-7PH	S17700	RH 950	200	1380	175	1210	10
		TH 1050	175	1210	155	1070	12

Fig. 7.29. Propietats de l'acer inoxidable 304 (Font: referencia 21)

Tornant a la fórmula (7.13), si es substitueixen els valors, obtenim el següent valor per l'esforç permissible a torsió.

$$\tau_{perm} = \frac{0{,}57 \cdot \sigma_{perm}}{F.S} = \frac{0{,}57 \cdot 241MPa}{2{,}5} = \mathbf{54{,}948\ MPa}$$

Amb aquest valor, ja es pot passar a trobar el radi de l'eix que multiplicat per 2 serà el valor del diàmetre de l'eix de mescla. S'utilitza la fórmula (7.12).

$$r = \sqrt[3]{\frac{T}{\frac{\pi}{4} \cdot \tau_{perm}}} = \sqrt[3]{\frac{0{,}00044557}{\frac{\pi}{4} \cdot 54948000}} = 0{,}00217749m = \mathbf{2{,}177mm}$$

Queda un valor de 2,177 mm de radi, el qual multiplicat per 2, s'obté que el diàmetre de l'eix ha de ser com a mínim de 4,355 mm. El projecte ha utilitzat un diàmetre de 25 mm per la qual cosa, el diàmetre mínim es compleix amb molt de marge.

A continuació es trobarà el gruix mínim necessari a les pales per suportar totes les forces necessàries sense trencar-se.

El primer que s'ha de fer es aconseguir la força que exerceix el fluid a les pales, això s'aconsegueix amb la fórmula (7.14).

$$F = P \cdot A \tag{7.14}$$

On: F és la força que fa el fluid a les pales; P és la pressió i A és l'àrea.

La pressió es pot calcular amb la fórmula (7.15) i l'àrea amb la fórmula (7.16).

$$P = \rho \cdot g \cdot h \tag{7.15}$$

On: P és la pressió; ρ és la densitat del fluid; g és la gravetat i h és l'altura del punt inferior fins al centre de l'eix de mescla.

$$A = \frac{V}{h} \tag{7.16}$$

On: A és l'àrea; V és el volum que hi ha dins el recipient i h és l'altura de nou.

Per tant, s'unifica tot en una única fórmula i queda el següent:

$$F = \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{V}{h} = 686{,}66 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}065 \cdot \frac{509{,}71 \cdot 10^{-6}}{0{,}065} = \mathbf{3{,}43\ N}$$

Una vegada ja es té el valor de la força que s'aplica a les pales, s'estudia el punt més crític on s'aplica aquesta força, aquest punt serà en la pala inferior, que serà la pala que estigui en contacte amb tot el fluid. Es tractarà com una biga encastada per a dalt que estarà sotmesa a la càrrega anterior la qual estarà sotmesa a flexió. La figura 7.30 és un dibuix del diagrama que es fa servir per trobar el moment màxim.

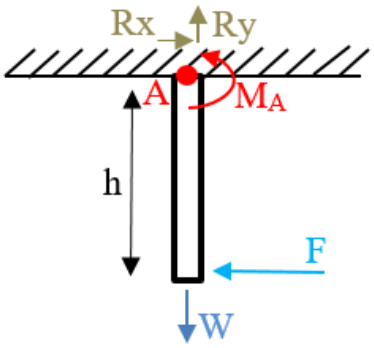


Fig. 7.30. Diagrama de les forces aplicades a la pala (Font: Pròpia)

Es passa a fer moments per trobar el valor del moment màxim el qual és definit per l'expressió següent (7.17) on h aquest cop no és l'altura des del punt més baix fins a l'eix sinó que és l'altura de la pala.

$$\sum M_A = 0 \rightarrow M_A - (F \cdot h) = 0 \rightarrow M_A = F \cdot h \qquad (7.17)$$

A partir de la fórmula es troba el moment màxim.

$$M_A = F \cdot h = 3{,}43 \cdot 0{,}05 = \mathbf{0{,}1716\ Nm}$$

Un cop ja es té el moment màxim, es trobarà l'esforç permissible amb l'equació (7.18):

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_{falla}}{F.S.} \qquad (7.18)$$

On: σ_{perm} és l'esforç permissible; σ_{falla} és l'esforç de fluència 241 MPa i F.S el factor de seguretat.

$$\sigma_{perm} = \frac{241\ MPa}{2{,}5} = \mathbf{96{,}4\ MPa}$$

Amb aquest valor ja es pot obtenir el mòdul de secció requerit a partir de la fórmula (7.19).

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_{perm}} \qquad (7.19)$$

On: S_{req} és el mòdul de secció requerit; M_{max} és el moment màxim i σ_{perm} l'esforç.

Se substitueixen tots els valors, ja que tots estan i dona un valor de:

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_{perm}} = \frac{0{,}1716}{96400000} = \mathbf{1{,}78 \cdot 10^{-9}\ m^3}$$

Un cop ja es té el mòdul de secció, només queda aplicar l'última fórmula (7.20) per poder obtenir finalment el gruix mínim que hauran de tenir les pales de l'eix de mescla de la màquina.

$$e = \sqrt{\frac{6 \cdot S_{req}}{h}} \qquad (7.20)$$

On: e és el gruix de la pala; S_{req} és el mòdul de secció i h és l'altura de la pala.

Se substitueixen els valors:

$$e = \sqrt{\frac{6 \cdot S_{req}}{h}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1{,}78 \cdot 10^{-9}}{0{,}05}} = 4{,}62 \cdot 10^{-4}\ m = \mathbf{0{,}46\ mm}$$

El gruix mínim que han de tenir les pales ha de ser de 0,46 mm, tenint en compte que el projecte ha considerat un gruix de 5 mm, per tant, es compleix perfectament amb el gruix mínim que han de tenir les pales.

7.4.6. Cargols

Pel que fa als cargols utilitzats, tal com es podrà veure més endavant en l'elecció del motor, en el motor seleccionat el fabricant ja indica la mètrica i la longitud dels cargols que són necessaris per fixar el motor. Es necessiten 3 cargols de mètrica 5 i d'aproximadament 20 mm. Per tant els cargols que s'utilitzaran seran de M5 x 20 mm. I per ajuntar la màquina amb la tapa inferior d'aquesta s'utilitzen 5 cargols de M5 x 16 mm.

7.5. Elecció del motor

En aquest apartat se seleccionarà el motor que serà l'encarregat d'extrudir la pasta i activar tant l'eix de mescla com l'eix d'extrusió.

La primera pregunta que s'ha de plantejar a l'hora d'escollir un motor elèctric per la màquina és saber si s'ha de triar un motor AC o un motor DC. Abans de triar un tipus de

motor o altre, es farà un breu resum amb les característiques més importants de cadascun per poder escollir el més apte al projecte.[21]

	Motor DC	**Motor AC**
Alimentació	Corrent continua	Corrent alterna
Construcció	Escombretes i commutador	No fan servir escombretes
Període de vida	Baix	Alt
Manteniment	Alt	Baix
Control de velocitat	Mitjançant la variació de corrent debanat de l'armadura (rotor)	Mitjançant la variació de freqüència, emprant un variador de freqüència.
Com aconseguir l'alimentació	Font d'alimentació, bateries, convertidor AC/DC (rectificador)...	Connectant directament a la xarxa elèctrica domèstica, utilitzant un inversor...
Aplicacions	En baix voltatge	En alt voltatge
Soroll	Normalment baix	Normalment alt
Mida del motor	Petit	Gran
Pes del motor	Lleuger	Pesat
Tipus de connexió	Monofàsica	Monofàsica/trifàsica
Preu	Alt	Baix

Taula 7.4. Resum diferencies entre motors AC i DC (Font: Pròpia)

Aquestes serien les principals diferències entre els dos motors, cal destacar que dins de cadascun dels motors hi ha diferents subtipus, els quals tindran característiques que millorin aquesta taula o al contrari, però en resum les grans diferències serien les mostrades a la taula 7.4.

Després d'obtenir els resultats en el càlcul del motor, tenint en compte que el projecte necessita una potència prou petita i un parell prou petit, i la velocitat ha de ser de 50 RPM almenys, s'ha decidit utilitzar un motor DC pels següents motius:

- - Tot i tenir un preu més alt en comparació amb els motors AC, les necessitats que té aquest projecte són baixes en referència a la quantitat de potència i de parell, fent

que es pugui escollir un motor DC petit i amb característiques petites que farà que surti bé de preu.

- - El pes del motor és una especificació molt important en aquest projecte com que serà un producte que haurà de poder utilitzar una gran majoria de grups d'edat, i el fet de tenir un motor molt pesat, faria reduir aquest nombre de grups d'edat significativament. Un motor DC és més pesat que un motor AC.
- - Seguint en la línia anterior, es busca un motor petit, amb unes mides petites raonables a la mida final del producte, per tant, els motors AC en la gran majoria són més grans que els motors DC que es poden aconseguir en mides molt petites.
- - També és considerable el tema del soroll, un motor DC acostumarà a ser més silenciós que un motor AC, no és l'especificació més rellevant, però sí que és una comoditat molt a favor si es pot escollir.
- - El període de vida dels motors DC és baix en comparació amb els motors AC i el manteniment en comparació és alt, però tenint en compte que la màquina està destinada a l'àmbit domèstic i no industrial, això significa que no serà una màquina la qual se li arribarà a fer un ús excessiu, no estarà treballant el motor cada dia 8 hores o més, ni tan sols estarà treballant el motor diàriament sinó dies puntuals, fent que aquest punt no sigui tan important.
- - El corrent utilitzat és contínua, això vol dir que no es pot connectar directament a la xarxa domèstica com podria fer un motor de corrent altern, però ja es té previst en el que seria la part electrònica de potència de la màquina utilitzar rectificadors d'AC/DC, implementar una font d'alimentació dins del driver que controlarà la màquina.

Finalment, el motor escollit serà un motor reductor de corrent continu de 24 V i 19 W de potència nominal que té una velocitat màxima de 113 RPM i un parell de 1,6 Nm. Aquest motor és del fabricant BOSCH, el reductor és a 90º i la mida és prou reduïda per poder encaixar correctament amb el disseny de la màquina, el pes del motor és de 1,1 kg. S'escull un motor alimentat amb 24 V i no amb 12 V per evitar tenir un excés de corrent i, per tant, generar més calor, utilitzant un motor amb 24 V es necessitarà menys intensitat per la mateixa quantitat de potència el que portarà al fet que hi hagi menys sobreescalfament i, en conseqüència, cables de seccions més petites, menys necessitat d'espais oberts per evacuar la calor generada pel motor...[22]

En les properes figures es veuran característiques del motor i fotos del motor escollit el qual és el F 006 B20 101. Tot i això, als annexos també apareixerà la fitxa amb la documentació tècnica.

Technical data

Part number		**F 006 B20 101**
Nominal voltage	U_N	24 V
Nominal power	P_N	19 W
Nominal current	I_N	3,3 A
Maximum current	I_{max}	14,5 A
Nominal speed	n_N	113 min^{-1}
Nominal torque	M_N	1,6 Nm
Breakaway torque	M_A	16 Nm
Reduction	i	52 : 2
Direction of rotation		L/R
Type of duty		S 1
Degree of protection		IP 23
Weight		approx. 1,10 kg
Similar part number		0390257693
Clockwise		(+) to green, (-) to brown
Anti-clockwise		(+) to brown, (-) to green

Fig. 7.31. Especificacions del motor (Font: Full caract. Del motor)

Fig. 7.32. Motor F 006 B20 101 (Font: Full caract. Del motor)

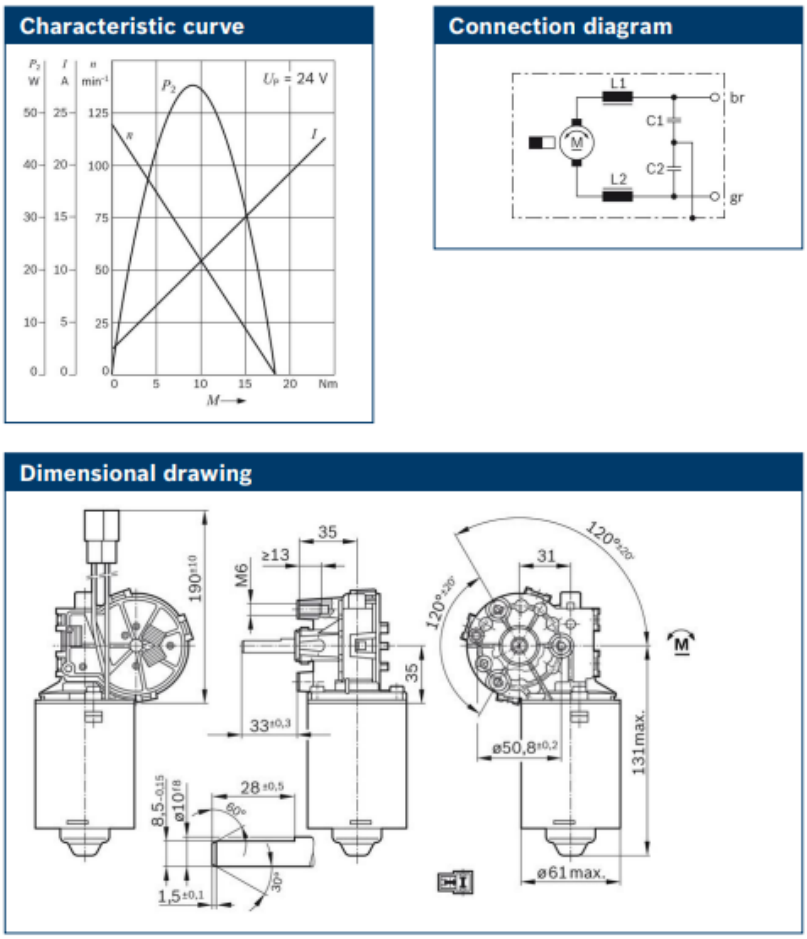


Fig. 7.33. Informació del motor (Font: Full caract. Del motor)

8. Normatives i seguretat

En qualsevol treball o projecte que estigui implicat la fabricació, el disseny o qualsevol cosa relacionada amb una màquina o un producte que estigui directament relacionat amb les persones, sempre existiran unes normatives de seguretat i generals que vetllaran per la seguretat cap a les persones i assegurar-se que es compleixen totes les pautes adequades pel correcte funcionament de la màquina. És per això que aquest projecte no serà una excepció, a continuació es recolliran una sèrie de normatives UNE i del Real Decret que s'hauran de complir per aconseguir un projecte apte per l'ús domèstic. Totes les normatives UNE explicades a continuació es poden trobar en el punt 6 a les referències.[6]

NORMATIVA UNE: UNE-EN 60704-2-11:2000

Codi d'assaig per a la determinació del soroll aeri emès pels aparells electrodomèstics i anàlegs. Part 2-11: requisits particulars per a màquines elèctriques de preparació d'aliments.

NORMATIVA UNE: UNE-EN 60335-2-64/A1:2004

Seguretat dels aparells electrodomèstics i anàlegs. Part 2-64: Requisits particulars per a màquines de cuina elèctriques amb ús col·lectiu

NORMATIVA UNE: UNE-EN 60335-2-14:2008/A12:2016

Aparells electrodomèstics i anàlegs. Seguretat. Part 2-14: Requisits particulars per a màquines de cuina.

NORMATIVA UNE: UNE-EN 60335-1:2012/A14:2020

Aparells electrodomèstics i anàlegs. Seguretat. Part 1: Requisits generals.

NORMATIVA UNE: UNE-EN 1114-1:2012

Maquinària per a plàstics i cautxú. Extrusores i línies d'extrusió. Part 1: Requisits de seguretat per a extrusores.

NORMATIVA UNE: UNE 20315-2-11:2012

Bases de presa de corrent i clavilles per a usos domèstics i anàlegs. Part 2-11: Requisits particulars per a grau de protecció IP65/IP67.

NORMATIVA RD: Real Decreto 1495/1986, Reglament de Seguretat a les Màquines

Art. 34. Alimentació per energia elèctrica.

Les màquines alimentades amb energia elèctrica s'han de projectar, construir, equipar, mantenir i, si cal, dotar-se de sistemes de protecció adequats de manera que es previnguin els perills d'origen elèctric.

Art. 40. Desconnexió de la màquina.

En tota màquina ha d'existir un dispositiu manual que permeti al final de la seva utilització la posada en condicions de la seguretat més gran (màquina parada). Aquest dispositiu ha d'assegurar en una sola maniobra la interrupció de totes les funcions de la màquina, llevat que l'anul·lació d'alguna pugui donar lloc a perill per a les persones, o danys a la màquina. En aquest cas aquesta funció podrà ser mantinguda o bé diferida la seva desconnexió fins que no hi hagi perill.

Art. 47. Muntatge.

1. S'han de donar les instruccions necessàries perquè el muntatge de la màquina es pugui fer correctament i amb el menor perill possible.

2. S'han de facilitar les dades necessàries per efectuar les funcions normals de la màquina i, si s'escau, les dades per a l'elecció dels elements que impedeixin la transmissió de vibracions produïdes per la màquina.

4. S'han d'indicar els espais mínims que s'han de respectar en relació amb les parets i el sostre, perquè el muntatge i el desmuntatge de certes peces es puguin efectuar amb facilit

9. Impacte mediambiental

En aquest apartat es parlarà sobre els diferents impactes que pot causar la màquina de fer pasta. Principalment, pot causar impacte en el medi ambient de dues maneres:

La primera ve donada en l'etapa de la fabricació de la màquina de fer pasta, on principalment l'impacte mediambiental serà negatiu, per reduir el màxim aquest impacte, s'haurà de tenir en compte les normes ambientals, i en la mesura del possible reciclar els residus que generi la fabricació de les màquines. La fabricació del producte implicarà l'ús d'altres màquines les quals despendran residus quan s'estiguin utilitzant, el transport de les peces per la fabricació també serà un punt a tenir en compte.

Totes aquestes situacions i tots aquests impactes estaran valorats en les taules d'impacte mediambiental que es completaran en el projecte per acabar donant unes conclusions sobre aquesta etapa i la següent que ara es comentarà, per veure com serà de viable el projecte.

La segona manera que tindria el projecte de causar un impacte mediambiental seria en el moment que els clients es fessin propietat d'una màquina de fer pasta, i comencessin a fer ús d'aquesta. En aquest punt es tindria un impacte mediambiental positiu, ja que la utilització de la màquina per fer pasta implicaria directament la reducció del consum en aquella casa de pasta que vingués empaquetada amb paquets de plàstic, amb el simple fet de comprar sal, oli, aigua i farina ja podrien fer la pasta, i com que els paquets de farina són normalment de paper, s'estalviarien tots els paquets amb diferents tipus de pasta que hi ha en una casa normalment. El mateix succeeix amb el seu transport, no és el mateix transportar 10 tones de farina, que 10 tones de pasta, en el primer dels casos amb un camió probablement bastarà per transportar-ho, en el segon cas, en canvi, s'hauran de fer ús de diversos camions provocant un augment del CO_2 i, per tant, un augment de l'impacte mediambiental.

Segons dades de la pàgina statista i altres com el financialfood es parla sobre l'augment que hi ha hagut de consum de pasta dins dels habitatges espanyols, en concret s'ha passat de 216000 tones el 2019 a 238000 tones el 2020, amb aquesta dada podríem veure la quantitat de transports que hi ha hagut per transportar tot aquest volum de pasta, que podria haver estat reduït si hagués sigut farina el component transportat.[8,9]

Per altra part, les mateixes pàgines, apunten que els espanyols de mitjana el 2020 han consumit 4,4 - 4,6 kg de pasta per persona. Si es té present la mesura estàndard dels paquets de pasta que es venen que és de 500 g, s'està parlant de 9 paquets anuals. I segons l'institut nacional d'estadística (INE), en el mateix 2020 hi havia aproximadament uns 34 milions de persones entre els rangs de 10 – 64 anys, per tant, si es multipliquen aquests 34 milions per 9 paquets anuals per persona, surten uns 306 milions de paquets.[7]

Les dades són aproximades i els rangs d'edats estudiats han estat com a simple informació, per a generar una visió de la gran quantitat de plàstic que es podria evitar tot i tenir una part negativa d'impacte mediambiental en la seva fabricació, també té una part positiva que la fa un producte bo per a reduir l'impacte mediambiental.

10. Planificació del projecte

En primer lloc es veurà la planificació del que a sigut l'avantprojecte i més endavant apareixerà la planificació final del projecte.

	ACTIVITAT	DURACIÓ ESTIMADA(h)	DURACIÓ REAL (h)
AVANT PROJECTE	Definició objecte i abast del projecte	5	7
	Objectius i especificacions tecniques	10	14
	Antecedents i necessitats informacio	25	26,5
	Generacio i plantejament de possibles solucions	36	34
	Analisi de viabilitats	20	15
	Planificació del projecte	12	10
	Redacció i revisió avantprojecte	28	28

Fig. 10.1. Planificació estimada VS real de l'avantprojecte (Font: Pròpia)

Com es pot observar, en el que ha sigut la planificació de l'avantprojecte, les duracions que es van suposar a l'inici d'aquest, s'apropen bastant a les durades que realment han sigut a partir d'un control de seguiment fet. La durada total de l'avantprojecte que s'estimava era de 136 hores, però finalment ha sigut de 134,5 hores aproximadament. De cara a la planificació del projecte, es pot optar a utilitzar el mateix mètode utilitzat en la distribució de les duracions estimades, ja que ha sigut bastant semblant.

A continuació es veurà la figura 9.2 on apareixeran les diverses tasques que s'han de resoldre durant el projecte amb les durades estimades de cadascuna, també apareixen les durades reals, però com que encara no està iniciat no hi ha cap hora puntuada, més endavant es veurà la figura 9.3 amb la planificació ja resumida mitjançant un diagrama de Gantt.

Per aconseguir una planificació òptima, s'ha optat per fer una planificació tan detallada com sigui possible, s'han tingut en compte totes les tasques necessàries i dins d'aquestes s'han separat amb les sub tasques, per poder tenir un control més precís del progrés del projecte. D'aquesta manera s'obté portar un control més fàcil del projecte com s'ha dit abans, i es pot localitzar més ràpidament el punt que està donant conflicte i que, per tant, se li ha de donar més temps de l'estimat si fos el cas que succeís en alguna de les tasques.

La duració estimada del projecte és de 275 hores, aquestes hauran de repartir-se durant els pròxims dies fins al dia 13 de juny, data màxima per entregar el projecte.

	ACTIVITAT	DURACIÓ ESTIMADA(h)	DURACIÓ REAL (h)
PROJECTE	**Revisió Avantprojecte.**	**20**	**0**
	Acabar d'escollir la solució final	**10**	**0**
	Revisió normatives	**5**	**0**
	Disseny de les peces	**85**	**0**
	Peça 1 tapa superior	10	0
	Peça 2 Eix de mescla	10	0
	Peça 3 Recipient on amassar	10	0
	Peça 4 Tub d'extrussió	15	0
	Peça 5 Eix d'extrussió	10	0
	Peça 6 Peça per fixar el capçal d'extrussió amb la màquina	10	0
	Peça 7 Capçal d'extrussió	10	0
	Peça 8 Discos o mòduls dels diferents tipus de pasta	10	0
	Elaboració dels plànols de les peces	**16**	**0**
	Plànol peça 1 tapa superior	2	0
	Plànol peça 2 Eix de mescla	2	0
	Plànol peça 3 Recipient on amassar	2	0
	Plànol peça 4 Tub d'extrussió	2	0
	Plànol peça 5 Eix d'extrussió	2	0
	Plànol peça 6 Peça per fixar el capçal d'extrussió amb la màquir	2	0
	Plànol peça 7 Capçal d'extrussió	2	0
	Plànol peça 8 Discos o mòduls dels diferents tipus de pasta	2	0
	Realització dels càlculs necessaris	**35**	**0**
	Força del motor	5	0
	Rpm amb les que ha de girar per aconseguir Xquantitat de past	5	0
	Rosques	5	0
	Cargols	5	0
	Altres càlculs necessaris	15	0
	Perspectiva de gènere	**5**	**0**
	Realització de les viabilitats i pressupost	**39**	**0**
	Revisió viabilitat tècnica	4	0
	Revisió viabilitat econòmica	15	0
	Revisió viabilitat mediambiental	10	0
	Pressupost	10	0
	Revisió memoria intermedia	**20**	**0**
	Redacció de les conclusions	**5**	**0**
	Redacció de la memòria del projecte (redacció continua)	**30**	**0**
	Tancament del projecte	**5**	**0**

Fig. 10.2. Planificació estimada VS real del projecte (Font: Pròpia)

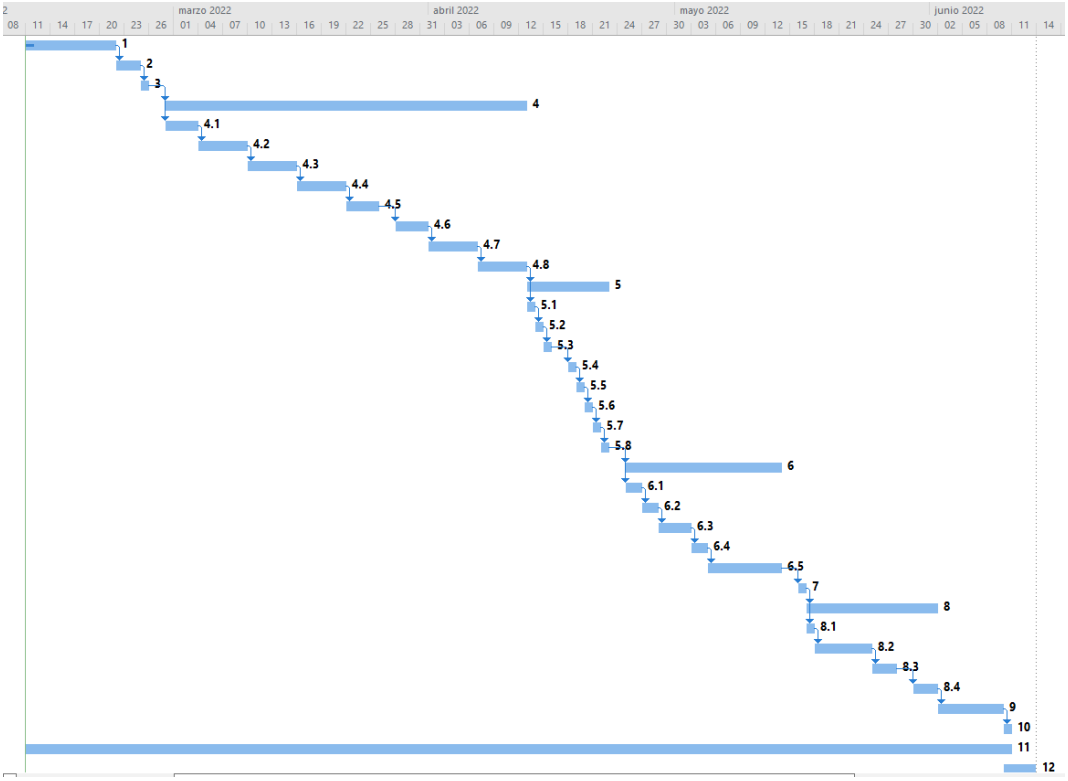


Fig. 10.3. Diagrama de Gantt (Font: Pròpia)

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
		Revisió Avantprojecte	7 días	vie 11/02/22	lun 21/02/22		1
		Acabar d'escollir la solució final	3 días	mar 22/02/2:	jue 24/02/22	2	2
		Revisió normatives	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	3	3
		Disseny de les peces	32 días	lun 28/02/22	mar 12/04/2:	4	4
		Peça 1 tapa superior	4 días	lun 28/02/22	jue 03/03/22	4	4.1
		Peça 2 Eix de mescla	4 días	vie 04/03/22	mié 09/03/2:	6	4.2
		Peça 3 Recipient on amassar	4 días	jue 10/03/22	mar 15/03/2:	7	4.3
		Peça 4 Tub d'extrussió	4 días	mié 16/03/2:	lun 21/03/22	8	4.4
		Peça 5 Eix d'extrussió	4 días	mar 22/03/2:	vie 25/03/22	9	4.5
		Peça 6 Peça per fixar el capçal d'extrussió amb la màquina	4 días	lun 28/03/22	jue 31/03/22	10	4.6
		Peça 7 Capçal d'extrussió	4 días	vie 01/04/22	mié 06/04/2:	11	4.7
		Peça 8 Discos o mòduls dels diferents tipus de pasta	4 días	jue 07/04/22	mar 12/04/2:	12	4.8
		Elaboració dels plànols de les peces	8 días	mié 13/04/2:	vie 22/04/22	13	5
		Plànol peça 1 tapa superior	1 día	mié 13/04/2:	mié 13/04/2:	13	5.1
		Plànol peça 2 Eix de mescla	1 día	jue 14/04/22	jue 14/04/22	15	5.2
		Plànol peça 3 Recipient on amassar	1 día	vie 15/04/22	vie 15/04/22	16	5.3
		Plànol peça 4 Tub d'extrussió	1 día	lun 18/04/22	lun 18/04/22	17	5.4
		Plànol peça 5 Eix d'extrussió	1 día	mar 19/04/2:	mar 19/04/2:	18	5.5
		Plànol peça 6 Peça per fixar el capçal d'extrussió amb la màquina	1 día	mié 20/04/2:	mié 20/04/2:	19	5.6
		Plànol peça 7 Capçal d'extrussió	1 día	jue 21/04/22	jue 21/04/22	20	5.7
		Plànol peça 8 Discos o mòduls dels diferents tipus de pasta	1 día	vie 22/04/22	vie 22/04/22	21	5.8
		Realització dels càlculs necessaris	15 días	lun 25/04/22	vie 13/05/22	22	6
		Força del motor	2 días	lun 25/04/22	mar 26/04/2:	22	6.1
		Rpm amb les que ha de girar per aconseguir Xquantitat de pasta	2 días	mié 27/04/2:	jue 28/04/22	24	6.2
		Rosques	2 días	vie 29/04/22	lun 02/05/22	25	6.3
		Cargols	2 días	mar 03/05/2:	mié 04/05/2:	26	6.4
		Altres càlculs necessaris	7 días	jue 05/05/22	vie 13/05/22	27	6.5
		Perspectiva de gènere	1 día	lun 16/05/22	lun 16/05/22	28	7
		Realització de les viabilitats i pressupost	12 días	mar 17/05/2:	mié 01/06/2:	29	8
		Revisió viabilitat tècnica	1 día	mar 17/05/2:	mar 17/05/2:	29	8.1
		Revisió viabilitat econòmica	5 días	mié 18/05/2:	mar 24/05/2:	31	8.2
		Revisió viabilitat mediambiental	3 días	mié 25/05/2:	vie 27/05/22	32	8.3
		Pressupost	3 días	lun 30/05/22	mié 01/06/2:	33	8.4
		Revisió memoria intermedia	6 días	jue 02/06/22	jue 09/06/22	34	9
		Redacció de les conclusions	1 día	vie 10/06/22	vie 10/06/22	35	10
		Redacció de la memòria del projecte (redacció continua)	86 días	vie 11/02/22	vie 10/06/22		11
		Tancament del projecte	2 días	vie 10/06/22	lun 13/06/22		12

Fig. 10.4. Tasques del diagrama de Gantt (Font: Pròpia)

Analitzant la planificació presentada, es poden apreciar certs punts que poden ser conflictius:

- Disseny de les peces. Aquest punt és un dels més importants del projecte i és per això que la quantitat d'hores de treball aplicades també va en proporció amb aquest. El problema que pot tenir aquest punt, és que fins que aquest no està finalitzat no es poden dur a terme els altres punts com serien la realització dels plànols i de les viabilitats. Aquest punt va juntament amb el dels càlculs, ja que sense uns càlculs correctes no es pot aconseguir un disseny correcte i, per tant, afegeix una complicació més a aquest punt, el tema de la realització dels càlculs necessaris.

- Elaboració dels plànols de les peces. L'única dificultat que pot sorgir amb aquest punt i crear algun conflicte és que no s'acabi d'entendre correctament l'eina del SolidWorks i, en conseqüència, es tardi més en la realització d'aquests. Que no podran iniciar-se fins a tenir el disseny definitiu de les peces.

- Realització dels càlculs necessaris. Com s'ha comentat anteriorment, van conjuntament amb el disseny de les peces, i són els dos punts més conflictius del projecte.

La resta de punts no haurien de comportar cap conflicte ni implicar gaires problemes a l'hora de la gestió i de seguir correctament la planificació.

Per evitar aquests possibles conflictes o reduir-los el màxim possible, s'han contemplat a l'hora de generar la planificació un volum més gran d'hores d'implicació, és a dir, s'ha previst prèviament que ja podrien sortir aquests esdeveniments i, per tant, de funcionar tot correctament sobrarien dies de treball i el projecte es podria finalitzar en un temps més reduït.

10.1. Desviació de la planificació inicial

Dins de la planificació inicial es va tenir una estratègia clara per poder arribar a concloure correctament el projecte. Aquesta estratègia es va basar a dedicar-li més hores de les que inicialment podrien ser necessàries a diverses de les tasques més conflictives. En la figura següent, es pot apreciar el mateix que en la figura 10.2, però completada amb les hores finals dedicades a cadascuna de les tasques.

	ACTIVITAT	DURACIÓ ESTIMADA(h)	DURACIÓ REAL (h)	
	Revisió Avantprojecte.	**20**	**12**	8
	Acabar d'escollir la solució final	**10**	**15**	-5
	Revisió normatives	**5**	**6**	-1
	Disseny de les peces	**85**	**61**	24
	Peça 1 tapa superior	10	6	4
	Peça 2 Eix de mescla	10	6	4
	Peça 3 Recipient on amassar	10	10	0
	Peça 4 Tub d'extrussió	15	7	8
	Peça 5 Eix d'extrussió	10	7	3
	Peça 6 Peça per fixar el capçal d'extrussió amb la màquina	10	4	6
	Peça 7 Tapa inferior	10	2	8
	Peça 8 Discos o mòduls dels diferents tipus de pasta	10	5	5
	Màquina	15	14	1
	Elaboració dels plànols de les peces	**18**	**23**	-5
	Plànol peça 1 tapa superior	2	3	-1
P	Plànol peça 2 Eix de mescla	2	2	0
R	Plànol peça 3 Recipient on amassar	2	2	0
O	Plànol peça 4 Tub d'extrussió	2	3	-1
J	Plànol peça 5 Eix d'extrussió	2	3	-1
E	Plànol peça 6 Peça per fixar el capçal d'extrussió amb la màquir	2	2	0
C	Plànol peça 7 Tapa inferior	2	2	0
T	Plànol peça 8 Discos o mòduls dels diferents tipus de pasta	2	2	0
E	Plànol màquina	2	4	-2
	Realització dels càlculs necessaris	**35**	**66**	-31
	Força del motor	5	13	-8
	Pressió necessaria a exercir	5	30	-25
	Densitat i viscositat	5	7	-2
	Cargols	5	1	4
	Altres càlculs necessaris	15	15	0
	Perspectiva de gènere	**5**	**5**	0
	Realització de les viabilitats i pressupost	**39**	**18**	21
	Revisió viabilitat tècnica	4	1	3
	Revisió viabilitat econòmica	15	5	10
	Revisió viabilitat mediambiental	10	4	6
	Pressupost	10	8	2
	Revisió memoria intermedia	**20**	**5**	15
	Redacció de les conclusions	**5**	**2**	3
	Redacció de la memòria del projecte (redacció continua)	**30**	**45**	-15
	Tancament del projecte	**5**	**5**	0

Fig. 10.5. Anàlisi de les desviacions del projecte (Font: Pròpia)

Com s'ha dit anteriorment, ja s'havien planificat les hores necessàries per a cada tasca en relació amb la seva complexitat.

Començant per l'inici, la primera de les tasques que era la revisió de l'avantprojecte, perquè no hi havia gaire cosa per corregir perquè estava molt correcte, el projecte es va estalviar diverses hores. Seguidament, a l'hora d'executar les dues següents tasques es va ser bastant precís en la planificació d'aquestes, i com que hi havia hores sobrants de la primera tasca es va igualar tot sense provocar una desviació dins del pla de treball. Una de les tasques que no es va planificar amb gaire exactitud va ser la tasca número 4, amb la qual es van determinar 84 h en total i finalment com que es va fer un bon anàlisi va sortir un bon disseny de cadascuna de les parts de la màquina tant en disseny conceptual (que ja es va començar a plantejar a l'avantprojecte, com disseny ja final), el fet d'haver començat a detallar el disseny conceptual durant l'avantprojecte ha fet que amb aquesta tasca s'hagin

guanyat hores, les quals han sigut finalment necessàries per a altres parts del projecte que es veuran a continuació.

Pel que fa als plànols, la predicció de planificació s'ha complert amb bastant precisió.

El problema més gran ha vingut en una de les tasques la qual ja s'havien indicat una quantitat d'hores extres per evitar el que justament a passat i és la tasca dels càlculs. A causa de la complexitat i a la dificultat per trobar els recursos necessaris, s'ha hagut de gastar bastant més temps del que es tenia planificat, en concret unes 31 h de més s'han hagut d'invertir en la tasca dels càlculs. A conseqüència d'aquest fet, s'ha hagut de revisar una mica la planificació final que quedava de les tasques finals per poder finalitzar el projecte en el temps establert. Tornant a la figura 10.5, cal apreciar la reducció d'hores necessàries que s'ha dedicat a la tasca de les viabilitats, les quals com ja es van fer correctament en l'avantprojecte, en aquest punt del projecte s'han pogut reduir i fins i tot eliminar parts no necessàries. Pel que fa al pressupost del projecte com que no s'ha contemplat en aquest projecte la realització d'un prototipus ni d'un pla de negoci, s'han estalviat diversos elements que conformen l'estudi econòmic final del projecte.

S'havien destinat unes hores a la revisió i correcció de la memòria intermèdia que de nou, han sigut pocs els canvis realitzats aconseguint així guanyar hores de treball per dedicar-les a altres tasques com seria la redacció final del document.

Com que la planificació s'ha seguit bastant correctament amb relació a la planificació inicial, i que els problemes que s'han trobat s'han pogut solucionar amb hores extres sobrants en altres punts del projecte, es decideix no refer novament el diagrama de gantt, ja que les desviacions en enfront de la planificació inicial ja s'han comentat dins d'aquest apartat. Fins i tot, fent la suma de tots els valors indicats en color blau fort a la figura 10.5, el resultat obtingut donarà positiu, és a dir, tot i haver tingut diverses desviacions, s'ha assolit estar dins dels terminis del projecte, ja que s'ha pogut finalitzar el treball amb unes hores sobrants.

11. Perspectiva de gènere

En aquest projecte s'ha intentat reduir al màxim les diferències entre gèneres i edats principalment, es podria dir que s'ha aplicat perspectiva de gènere en alguns punts, però els resultats sempre amb relacionats amb els objectius han estat tan genèrics com sigui possible per evitar diferències entre els diferents grups de la població.

El primer dels factors que s'ha trobat el projecte on es pot aplicar perspectiva de gènere és en l'especificació del pes. Aquestes màquines estan dissenyades per col·locar-se en algun lloc a la cuina i no haver-la de desplaçar molt, tot i això, és important que el pes de la màquina sigui el mínim possible. Gràcies a l'estructura de plàstic i al motor d'1,2 kg, s'ha aconseguit una màquina amb un pes inferior a 8 kg, un pes més que raonable per qualsevol rang d'edat i qualsevol gènere, sempre salvaguardant les distàncies amb casos especials.

Un altre dels factors on es pot aplicar perspectiva de gènere és en la dificultat de l'ús de la màquina. Per evitar aquest problema i obtenir que tant homes com dones, grans o petits puguin fer un ús correcte i sense complicacions de la màquina, aquesta ha estat dissenyada amb el mínim de botons possibles i el màxim d'automàtica possible, perquè la persona que en fa ús, no s'hagi de preocupar per res. No compta amb una pantalla LED on hi ha un menú amb totes les coses per fer, perquè faria difícil la seva utilització per persones grans i altres, simplement porta 2 botons amb les funcions ON/OFF i MANUAL/AUTO, on les funcions són molt intuïtives.

Finalment, l'últim dels factors amb els quals podria aplicar-se la perspectiva de gènere seria a l'hora del muntatge i desmuntatge per fer ús d'aquesta. L'objectiu del projecte ha estat intentar reduir el màxim possible els cargols necessaris per a la unió de les diverses peces, per evitar pèrdues de cargols, possibilitats de no tenir les eines necessàries per cargolar-los i sobretot per tenir o no la força necessària per cargolar-lo correctament o fer la funció inversa. És per això que moltes de les peces del disseny estan dissenyades perquè la unió entre elles sigui sense la necessitat de cargols o altres peces.

En definitiva, el disseny que s'ha fet en aquest projecte és un disseny pensat per cobrir amb totes les necessitats que generen que en un projecte d'aquest tipus hi aparegui la perspectiva de gènere.

12. Conclusions

El present projecte a tractat sobre el disseny d'una màquina elèctrica de fer pasta fresca. A causa de les dificultats en els càlculs, el disseny obtingut en aquest projecte és el resultat d'un disseny amb diverses simplificacions en els càlculs per facilitar-los, per tant, abans de treure un prototipus o un disseny al mercat, s'haurien d'estudiar més en profunditat els càlculs per fer-los més precisos i eficients.

S'ha pogut complir amb l'objectiu del projecte tot i les adversitats que han anat apareixent, s'ha aconseguit un disseny final, on la màquina és capaç de complir amb totes les especificacions que s'havien plantejat des d'un principi.

Tal com s'indica una mica més a dalt, la màquina encara no està preparada per sortir al mercat, per fer-ho s'hauria de fer una anàlisi exhaustiva del mercat i una millora en la part dels càlculs actual per acabar de filar prim i generar un bon pla de negoci amb aquest projecte, tot això formaria part d'un altre projecte diferent a causa del temps que comporta.

Indicar també que com que el projecte és d'enginyeria mecànica, no s'ha entrat en gaires detalls amb la part electrònica, ja que com bé s'ha anat comentant durant el projecte, amb tan sols aquesta part ja donaria per un altre projecte sencer. Tot i això, s'ha entrat superficialment en aquesta part amb l'elecció del motor i les seves característiques, les possibles opcions de botons i sensors instal·lats. El projecte ha contemplat parts buides on de ser necessari podrien instal·lar-se drivers i altres controladors que fossin necessaris per al correcte funcionament de la màquina.

13. Referències

[1] La historia de la Pasta. Pasta Fresca y Pizza. Maquinaria profesional. https://pastafrescaypizza.com/recetas-y-articulos/15_La-historia-de-la-pasta (Gener 2022).

[2] Cucinare.tv (5 Agost 2020). De Los Rodillos de Madera a la pastalinda: Breve historia de las máquinas para hacer pasta.https://www.cucinare.tv/2020/08/05/de-los-rodillos-de-madera-a-la-pastalinda-breve-historia-de-las-maquinas-para-hacer-pasta/ (Gener 2022).

[3] Pajuelo, L. (24 Septembre 2020). Probamos las mejores máquinas para hacer pasta en Casa. El País.https://elpais.com/elpais/2020/04/21/escaparate/1587459804_844357.html (Gener 2022).

[4] Extrusion - universidad autónoma metropolitana

http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/extrusion.pdf (Gener 2022).

[5] Tema 4. Extrusión - UA.

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16897/1/TEMA_4_extrusion.pdf (Gener 2022).

[6] UNE - Asociación Española de Normalización. Web UNE https://www.une.org/ (Gener 2022)

[7] Población por edad (Grupos Quinquenales), Españoles/extranjeros, sexo y año. INE. https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=%2Ft20%2Fe245%2Fp08%2Fl0%2F&file=01002.px (Gener 2022).

[8] Publicado por Abigail Orús, & 2021, 16 sept. (16 de Septembre 2020).Pastas:Consumo per cápita en España 2011-2020.Statista.https://es.statista.com/estadisticas/504155/consumo-per-capita-de-pastas-alimenticias-en-espana/ (Gener 2022).

[9] El Consumo de pasta en los hogares españoles se dobla en 2020. Financial Food. (26 d'octubre de 2020). https://financialfood.es/el-consumo-de-pasta-en-los-hogares-espanoles-se-dobla-en-2020/ (Gener 2022).

[10] Salarios. Jobted https://www.jobted.es/salario/ingeniero (Gener 2022).

[11] (G.Hernando y M.Edrey) (2016) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA EXTRUSORA PARA LA FABRICACIÓN DE FILAMENTOS TERMOPLÁSTICOS PARA IMPRESORA 3D https://docplayer.es/202335855-Diseno-y-construccion-de-una-maquina-extrusora-para-la-fabricacion-de-filamentos-termoplasticos-para-impresora-3d.html (Abril 2022).

[12] (J.C.Otero)(2008) METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE TORNILLOS DE MÁQUINAS EXTRUSORAS MONOHUSILLO https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6298/T04309.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Abril 2022).

[13] Uzodinma EO, Onwurafor EU, Asogwa JA, et al. Quality Evaluation and Kinetics of Dependency of Apparent Viscosity of Whole Wheat- Water Yam Flour Mixture on Temperature in Relation to The Cooked Paste. Food Sci Nutr Res. 2021; 4(2): 1-10. https://scivisionpub.com/pdfs/quality-evaluation-and-kinetics-of-dependency-of-apparent-viscosity-of-whole-wheat-water-yam-flour-mixture-on-temperature-in-relat-1757.pdf (Abril 2022).

[14] *Aidimme*. https://www.aidimme.es/docs/meal/Guia-Meal.pdf. (Juny 2022).

[15] "¿Qué Materiales Pueden Estar En Contacto Con Los Alimentos?" *Blog IPTriana*, 10 Feb. 2021, https://blog.iptriana.com/materiales-pueden-estar-contacto-alimentos/. (Juny 2022).

[16] "Requisitos De Materiales En Contacto Con Alimentos." *Ainia*, 21 Apr. 2022, https://www.ainia.es/ainia-news/materiales-contacto-alimentos-requisitos-exige-declaracion-conformidad/. (Juny 2022).

[17] "¿Qué Debemos Saber De Los Materiales y Objetos Destinados a Entrar En Contacto Con Los Alimentos?" *Página De Salud Pública Del Ayuntamiento De Madrid*, 17 Dec. 2021, https://madridsalud.es/que-debemos-saber-de-los-materiales-y-objetos-destinados-a-entrar-en-contacto-con-los-alimentos/. (Juny 2022).

[18] *Materiales En Contacto Con Alimentos*. https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/art_materiales-contacto-alimentos_ene2013.pdf. (Juny 2022).

[19] *Inicio - FSI*, http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/news/2012/08/index.html. (Juny 2022).

[20] "PP (Engineering Plastics)." *Innoplast*, https://www.innoplast.be/en/plastic-materials/engineering-plastics/pp-polypropylene-simona-luparen-moplen. (Juny 2022)

[21] *MOTT, R (2006)*. "Diseño de elementos de máquinas". Pearson educación. https://www.academia.edu/38450613/Dise%C3%B1o_de_elementos_de_m%C3%A1quinas_pdf (Juny 2022)

[22] *CHP : Catálogo online al mejor precio*. Elmeq.es. Extret de:

https://www.elmeq.es/motorreductores/corriente-continua/reductores-sin-fin/chp-1120 (Juny 2022).