



## Treball final de grau

**Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials**

**Títol:** Disseny i estudi funcional d'un mecanisme d'obertura i tancament de porta de garatge.

**Document:** Memòria i Annexos

**Alumne:** José Raúl Gómez Romero

**Tutor:** Xavier Espinach Orus

**Departament:** Organització, Gestió Empresarial i Disseny de Producte

**Àrea:** EGE

**Convocatòria (mes/any)** Juny del 2021



## **Agraïments**

Primer de tot, agrair als meus pares que sempre han sigut els encarregats de donar-me suport en totes les decisions que he pres al llarg de la meva vida, i sempre han estat al meu costat per tal d'animar-me i d'ajudar-me.

En segon lloc, donar gràcies al meu tutor del treball de recerca, en Francesc Xavier Espinach Orus, ja que sense ell, aquest projecte no hagués estat possible de desenvolupar, ja que és un gran expert en la seva àrea de coneixement, i fora d'ella també.

I en tercer lloc, gràcies a tots els bons professors que han passat al llarg de la meva vida, des de primària fins ara la universitat. Gràcies a ells, m'he pogut desenvolupar com a persona, i he pogut adquirir els coneixements necessaris per tal d'arribar a ser on sóc.



## ÍNDEX DE CONTINGUTS

Agraïments .....	3
Índex de continguts .....	i
Índex de figures.....	iii
Índex de taules.....	iv
1. INTRODUCCIÓ .....	1
1.1 Antecedents.....	1
1.2 Objecte .....	1
1.3 Abast i especificacions .....	1
1.3.1 Abast .....	1
1.3.2 Especificacions.....	1
1.4 Peticionari.....	2
1.5 Termini d'entrega.....	2
2. ESTUDI DE SOLUCIONS COMERCIALS .....	3
2.1 Estudi de mercat.....	3
2.1.1 Porta Seccional .....	3
2.1.2 Porta Basculant d'una fulla:.....	3
2.1.3 Porta Basculant de dues fulles:.....	4
2.1.4 Porta Enrotllable:.....	4
2.1.5 Porta Seccional lateral: .....	4
2.1.6 Porta Abatible:.....	4
2.2 Cost de mercat .....	6
2.3 Porta de la propietat i Elecció del model .....	6
3. DISSENY .....	8

3.1	Descripció del problema .....	8
3.2	Metodologia .....	8
3.3	Descripció general del mecanisme.....	8
4.	DESCRIPCIÓ DEL REDUCTOR .....	9
4.1	Relació de Transmissió .....	9
4.2	Dimensionament Previ .....	9
4.3	Disposició dels eixos .....	9
4.4	Material.....	10
4.5	Etapas .....	10
4.5.1	Primera etapa.....	11
4.5.2	Segona Etapa.....	11
4.5.3	Tercera Etapa.....	11
5.	Avaluació de solucions en cas de fallada d'energia.....	13
6.	Resum del pressupost .....	15
7.	Conclusions.....	17
8.	Relació de documents.....	19
9.	Referències .....	21
I.	Annexos.....	27
	Annex A: Càlculs .....	27
	A.1 Introducció .....	27
	A.2 Parell Motor Necessari .....	27
	A.3 Velocitat d'obertura.....	30
	A.4 Potència del motor.....	34
	A.5 Dimensionament d'engranatges .....	34
	A.6 Dimensionament d'eixos per rigidesa torsional .....	41
	A.7 Dimensionament de Xavetes.....	43
	A.8 Ancladura a l'eix de sortida .....	45

## Memòria i annexos

Annex B: Anàlisi amb Ansys.....	47
B.1 Introducció.....	47
B.2 Ganxo.....	47
Annex C: Evolució de la solució.....	51
C.1 Introducció.....	51
C.2 Solució escollida.....	51
C.3 Solució a la relació de transmissió.....	51
C.4 Disseny del reductor.....	52
C.5 Disseny de la carcassa del reductor i motor.....	52
Annex D: Planificació.....	53
D.1 Introducció.....	53
D.2 Planificació d'entrega del motor reductor al client.....	55
D.3 Planificació de l'elaboració del TFG.....	56
Annex E: Render del conjunt.....	57
E.1 Introducció.....	57
E.2 Tren d'engranatges.....	57
E.3 Conjunt.....	58
Annex F: Justificació de Preus.....	59
Annex G. Documentació tècnica.....	73

## ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Diferents models de porta.....	5
Figura 2: Porta Actual a la propietat.....	7
Figura 3: Posició dels Engranatges.....	10
Figura 4: Desacoblament del ganxo.....	14

Figura 5: Representació de la porta.....	27
Figura 6: Diagrama de cos lliure de la porta .....	28
Figura 7: Coeficient J .....	36
Figura 8: Xaveta DIN 6885.....	44
Figura 9: Ancladura per flancs paral·lels.....	46
Figura 10: Diagrama del cos lliure del ganxo .....	48
Figura 11: Deformació total del ganxo .....	49
Figura 12: Esforç màxim del ganxo.....	50
Figura 13: Renderitzat del conjunt d'eixos .....	57
Figura 14: Renderitzat del motor reductor .....	58

## ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Comparativa de preus de mercat.....	6
Taula 2: Propietats Acer S45C.....	10
Taula 3: Etapa 1 .....	11
Taula 4: Etapa 2.....	11
Taula 5: Etapa 3.....	11
Taula 6: Pes de la porta .....	28
Taula 7: nº dents dels engranatges .....	33
Taula 8: Velocitat de sortida experimental reductor.....	33
Taula 9: Dimensionament Engranatge 6.....	37
Taula 10: Dimensionament Engranatge 5.....	37
Taula 11: Dimensionament Engranatge 4.....	38
Taula 12: Dimensionament Engranatge 3.....	38
Taula 13: Dimensionament Engranatge 2.....	40



Memòria i annexos

Taula 14: Dimensionament Engranatge 1.....	40
Taula 15: Resum característiques Engranatges .....	41
Taula 16: Dimensionament d'Eixos.....	42
Taula 17: Taula per dimensionar xavetes.....	43
Taula 18: Dimensionament Xavetes .....	44
Taula 19: Ancladura per flancs paral·lels.....	45
Taula 20: Propietats de l'acer estructural.....	50



# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1 Antecedents

Es vol automatitzar la porta d'accés a un pàrquing. Actualment la porta és oscil·lant de dos fulles però la propietat està disposada a canviar el tipus de porta.

## 1.2 Objecte

L'objectiu d'aquest treball és dissenyar el mecanisme que permeti l'automatització de l'obertura i tancament d'una porta de garatge, i avaluar si val la pena fabricar un model propi, o pel contrari, adquirir una solució comercial.

## 1.3 Abast i especificacions

### 1.3.1 Abast

La primera fase inclou un estudi de les solucions comercials. En base a aquest estudi, es definirà quin tipus de mecanisme es vol dissenyar. Aquest treball es basa en l'estudi de la modelització 3D d'aquest mecanisme d'obertura i tancament, amb el programari "SolidWorks". L'estudi inclou l'anàlisi de dinàmica, i de tensions del mecanisme, que aniran recolzats pels resultats obtinguts amb "Ansys". Aquests resultats han d'avaluar la capacitat del mecanisme per fer desenvolupar la seva funció. El projecte inclou la memòria descriptiva, els plànols, els amidaments i pressupost per un prototip, i un plec de condicions. Addicionalment s'avaluaran les diferents formes d'actuar el mecanisme en cas de fallada d'energia.

### 1.3.2 Especificacions

- Els engranatges del motor reductor no es poden deformar permanentment durant el funcionament d'aquest.
- El dimensionament de la caixa, no pot superar 80 cm de llarg ni 30 centímetres d'altura.
- El conjunt ha d'estar muntat de tal manera que sigui estanc.
- Dins la caixa hi ha d'haver espai per poder muntar 3 eixos per les 3 fases de reducció.

- La distància entre l'eix de sortida del motor reductor i la guia corresponent per poder aixecar la porta, no pot ser inferior a 0.375 m, ni superior a 0.4 m.

## **1.4 Peticionari**

El peticionari del projecte és el progenitor de l'alumne que desenvolupa el treball en qüestió.

## **1.5 Termini d'entrega**

El següent apartat, mostra el temps total necessari que es tarda entre que el peticionari demana el producte, fins que aquest és realitzat. Aquest temps és recolzat pel diagrama de Gantt realitzat a Annex D: Planificació, D.2 Planificació d'entrega del motor reductor al client.

## **2. ESTUDI DE SOLUCIONS COMERCIALS**

### **2.1 Estudi de mercat**

Al mercat es troben diferents tipus de porta acompanyades d'un accionador diferent per cadascuna d'elles. Un automatisme de porta de garatge és un dispositiu motoritzat que obre i tanca portes de garatge. La majoria, estan controlades per una caixa de control situada a la paret del garatge, comandada amb interruptors o lectors accessibles des de la finestreta del conductor o via ràdio mitjançant un comandament o clau remota manejada pel mateix.

Les opcions més habituals al mercat, són les següents:

#### **2.1.1 Porta Seccional**

Les portes seccionals s'obren verticalment i queden sota el sostre per estalviar espai. Gràcies a disseny proporcionen el màxim espai, tant a l'interior com davant del garatge. Les portes seccionals de garatge poden muntar-se en qualsevol buit del garatge i ofereixen fins a 14 cm més d'ample de pas lliure que les portes basculants. A més, estan estanquitzades amb juntes amb elasticitat permanents i resistents a la intempèrie en tot el perímetre. Una mostra d'aquestes portes està reflexada a la Figura 1: Diferents models de porta, concretament la fotografia A.

#### **2.1.2 Porta Basculant d'una fulla:**

La porta està formada per una fulla basculant que es mou verticalment, gràcies al lliscament de les rotllanes a les guies laterals. El seu funcionament està basat en un conjunt de quatre motlles coberts amb tub de PVC que treballen a torsió, el qual proporciona la força necessària als braços laterals perquè la fulla s'elevi. El marc fabricat en bastidor de xapa perfilada de tub rectangular i travat per l'interior amb reforços en xapa perfilada en forma de "Z" per evitar el vinclament i augmentar la resistència al vent. Un clar exemple d'aquesta porta, seria la fotografia B de la Figura 1: Diferents models de porta.

### **2.1.3 Porta Basculant de dues fulles:**

El sistema de guies, és molt semblant a la porta basculant d'una fulla, encara que el seu funcionament es basa en dues fulles que a l'obrir-se es pleguen, controlades en tot moment per uns contrapesos. Poden fabricar-se amb contrapès a un costat o als dos costats. Com mostra la Figura 1: Diferents models de porta, fotografia C.

### **2.1.4 Porta Enrotllable:**

Les portes enrotllables tenen un funcionament molt similar a les portes seccionals, encara que, el seu mètode de recolliment, és enrollant-la sobre si mateixa per tal d'ocupar menys espai. Es diferencia de les portes seccionals, en la longitud dels trams del que esta formada la porta. Un clar exemple seria la fotografia D de la Figura 1: Diferents models de porta.

### **2.1.5 Porta Seccional lateral:**

Les portes seccionals laterals són la solució ideal per a les situacions de muntatge especials. A diferència de les portes basculants, seccionals i enrotllables de garatge, aquest tipus de porta no s'obren horitzontalment sinó en sentit lateral. Això és un gran avantatge, per exemple, si es vol mantenir net el sostre del garatge per guardar objectes, per motius constructius o perquè el sostre sigui baix. Un exemple d'aquest tipus de porta, seria la imatge E de la Figura 1: Diferents models de porta.

### **2.1.6 Porta Abatible:**

S'assembla al mecanisme de la porta basculant d'una fulla, però, en comptes d'aixecar la porta verticalment, guarda la porta en horitzontal. Tal i com mostra la imatge F de la Figura 1: Diferents models de porta.

Memòria i annexos



Figura 1: Diferents models de porta

## 2.2 Cost de mercat

A continuació es definiran els costos associats a cada tipus de porta, incloent, en ella, la seva automatització.

	<b>Cost Porta* [€]</b>	<b>Cost Automatització [€]</b>	<b>Cost Total [€]</b>
<b>Porta Seccional</b>	1280 €	210 €	1390 €
<b>Porta Basculant d'una fulla</b>	1085 €	210 €	1295 €
<b>Porta Basculant de dues fulles</b>	1975 €**	510 €	510** €
<b>Porta Enrollable</b>	325 €	2050 €	2375 €
<b>Porta Seccional Lateral</b>	1280 €	210 €	1490 €
<b>Porta Abatible</b>	230 €	1215 €	1545 €

*Taula 1: Comparativa de preus de mercat*

(\*) El preu de les portes pot variar segons el tipus de material que s'utilitzi per fabricar-les, el material escollit per fer les comparatives és el més habitual per fabricar cada tipus de porta.

(\*\*) Encara que es contempli un preu de cost de mercat, a l'hora de fer l'estudi, es considerarà nul, ja que la porta de la propietat és d'aquest tipus. I per tant, no faria falta comprar una porta nova.

## 2.3 Porta de la propietat i Elecció del model

La porta, és basculant de dues fulles, com es pot veure a la Figura 2: Porta Actual a la propietat, per tant, la solució fàcil i econòmica seria la de posar una automatització per a aquest tipus de porta.

Dins d'aquesta automatització, hi ha dos opcions per a automatitzar, els motors hidràulics, o els mecànics-elèctrics. Els darrers, són més assequibles, per tant, una possible solució seria escollir un tipus d'automatització d'aquest tipus.

També una altra solució, seria canviar el tipus de porta i introduir-hi una porta de tipus enrollable o seccional, ja que al sostre hi ha espai i no molestaria en absolut. Aquesta seria una bona opció, si el preu de la porta nova sigüés econòmic. Però, pel contrari, puja substancialment.

Per tant, com es deia en l'apartat anterior, el tipus de porta continuarà sent la mateixa, i s'aplicarà un automatisme mecànic per a portes basculants de dos fulles.



## Memòria i annexos



*Figura 2: Porta Actual a la propietat*

## **3. DISSENY**

### **3.1 Descripció del problema**

El motor reductor és el mecanisme capaç de reduir la velocitat de sortida d'un motor, per tal d'adaptar-la a la necessària pel bon funcionament del moviment de la porta.

Transforma l'alta velocitat angular i el baix parell que proporciona el motor, en una velocitat molt més baixa, i un parell molt més alt, capaç de fer moure, en aquest cas, una porta.

Finalment, s'ha de dissenyar un motor reductor, amb el sistema d'accessoris necessaris per poder obrir i tancar la porta del garatge del peticionari.

### **3.2 Metodologia**

Per tal de dissenyar el mecanisme, s'emprarà la següent metodologia:

- Es calcularà el parell màxim al qual es sotmetrà el motor reductor.
- Es calcularà la relació de transmissió necessària per poder accionar la porta a una velocitat adequada, segons el temps desitjat de funcionament.
- A partir dels apartats anteriors, es calcularà la potència del motor necessària.
- Un cop la potència és coneguda, es calcularà el diàmetre del eixos i les dimensions dels engranatges i xavetes.
- Quan tots els números estan calculats, només queda dissenyar el mecanisme final, i la caixa on aniran tots els eixos subjectats.

Tots aquests apartats, tenen un suport matemàtic i físic darrera, calculat a l'Annex A: Càlculs.

### **3.3 Descripció general del mecanisme.**

Durant el disseny del reductor, s'ha seguit el procediment habitual pel càlcul de tensions per a un engranatge a esforços mecànics de curta duració. Aquest procés consisteix en aplicar els passos que defineixen la norma AGMA per engranatges.

Els engranatges, els eixos i les xavetes, estan dissenyats d'un acer al carboni, concretament el S45C.

## 4. DESCRIPCIÓ DEL REDUCTOR

A continuació, es realitzarà una descripció detallada de la solució adoptada per al disseny del reductor. Els càlculs justificatius als següents apartats es poden trobar a l'Annex A: Càlculs.

### 4.1 Relació de Transmissió

S'ha decidit fixar la relació de transmissió a  $i = 400.34$ . Aquesta reducció permetrà obtenir una velocitat de sortida òptima pel desenvolupament correcte de l'activitat objectiu. A raó d'haver d'empregar una reducció molt gran, aquesta no es podrà produir en una sola etapa. S'haurà d'utilitzar tres etapes, una d'elles amb un vi-sens-fi.

Cal destacar, que s'entén com a etapes la quantitat d'engranatges parells que existeixen en l'arbre d'engranatges.

Per altra banda, s'ha tingut la considereració d'introduir un cargol vi-sens-fi al principi del mecanisme, per tal de reduir el nombre d'etapes el màxim possible, ja que la relació que proporciona és d'una dent.

### 4.2 Dimensionament Previ

Per poder realitzar les càlculs dels engranatges, en primera instància s'ha de fer un anàlisi previ amb valor teòrics, i en segona instància, agafar valor reals per tal de trobar la transmissió real, la qual depèn del nombre de dents de cada engranatge. I, posteriorment, calcular el dimensionament dels engranatges.

### 4.3 Disposició dels eixos

En escollir tres etapes en el dimensionament del reductor, apareixen 4 eixos, encara que, el primer no farà falta dimensionar-lo analíticament, ja que el diàmetre del mateix, ve donat per l'expressió (18), de l'annex de Càlculs, apartat A.5 Dimensionament d'engranatges.

Per altra banda, encara queden 3 eixos per definir, l'eix d'entrada, l'eix intermedi i l'eix de sortida. Els eixos han estat distribuïts tal i com mostra la Figura 3: Posició dels Engranatges .

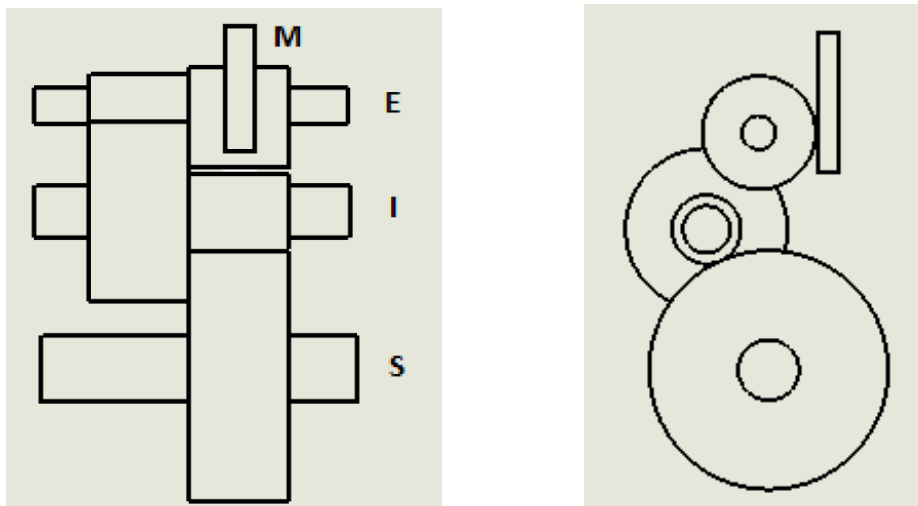


Figura 3: Posició dels Engranatges

## 4.4 Material

Després de realitzar un estudi sobre els possibles materials presents al mercat, a l'hora de produir engranatges, destacaven la fosa grisa i l'acer al carboni. En aquest cas, s'utilitzarà un tipus d'acer al carboni, l'acer S45C. Aquest material, és molt utilitzat en l'indústria per fabricar eixos, cables, cargols, engranatges, rotors de turbina entre d'altres molts objectes.

Les propietats d'aquest material són:

Duresa Brinell	HB 180
Límit elàstic	$\sigma_y = 343 \text{ MPa}$
Resistència a la tracció	$\sigma_u = 569 \text{ MPa}$
Mòdul de Young	$E = 200 \text{ GPa}$
Coeficient de Poisson	$\nu = 0.29$

Taula 2: Propietats Acer S45C

Aquesta taula ha sigut extreta del plec de condicions.

## 4.5 Etapes

Tal i com s'ha definit anteriorment, el reductor constarà de tres etapes, les quals queden definides a partir del valor del mòdul, relació de transmissió, i dimensionament dels engranatges.

Tots els càlculs necessaris per dimensionar els eixos, estan a l'Annex A: Càlculs.

### 4.5.1 Primera etapa

En la primera etapa de reducció, s'obtenen els resultats de la següent taula:

Mòdul	$m = 2,25 \text{ mm}$
Relació de transmissió	$i = 37$
Nombre dents cargol vi-sens-fi	$z_1 = 1$
Nombre dents roda	$z_2 = 37$
Diàmetre primitiu vi-sens-fi	$d_1 = 22,5 \text{ mm}$
Diàmetre primitiu roda	$d_2 = 83,3 \text{ mm}$
Angle de cap de la dent	$\beta = 14^\circ 30'$
Amplada dent roda	$\beta_2 = 22,83 \text{ mm}$

Taula 3: Etapa 1

### 4.5.2 Segona Etapa

Mòdul	$m = 2,25 \text{ mm}$
Relació de transmissió	$i = 3,12$
Nombre dents pinyó	$z_3 = 17$
Nombre dents roda	$z_4 = 53$
Diàmetre primitiu pinyó	$d_3 = 22,5 \text{ mm}$
Diàmetre primitiu roda	$d_4 = 83,3 \text{ mm}$
Angle de pressió	$\alpha = 20^\circ$
Amplada dent roda	$b = 43 \text{ mm}$

Taula 4: Etapa 2

### 4.5.3 Tercera Etapa

Mòdul	$m = 3 \text{ mm}$
Relació de transmissió	$i = 3,47$
Nombre dents pinyó	$z_5 = 17$
Nombre dents roda	$z_6 = 59$
Diàmetre primitiu pinyó	$d_5 = 51 \text{ mm}$
Diàmetre primitiu roda	$d_6 = 177 \text{ mm}$
Angle de pressió	$\alpha = 20^\circ$
Amplada dent roda	$b = 67 \text{ mm}$

Taula 5: Etapa 3



## 5. AVALUACIÓ DE SOLUCIONS EN CAS DE FALLADA D'ENERGIA

A continuació, s'avaluaran diferents opcions a l'hora de produir-se una fallada d'energia, i com actuar per tal de poder actuar sobre la porta.

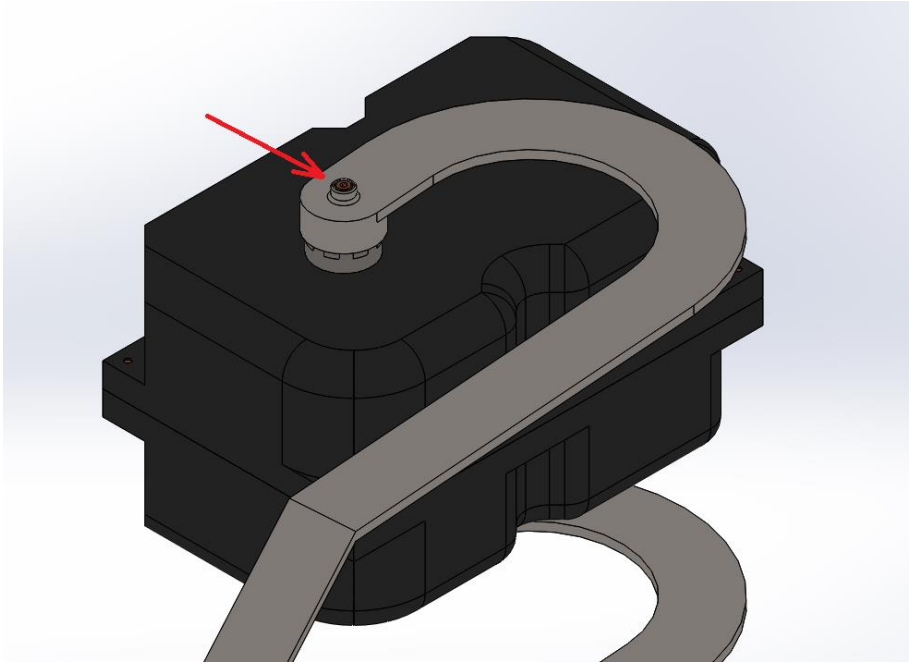
Opció 1: La primera opció es basa en el fet de poder desconnectar el cargol vi-sens-fi del tren d'engranatges, aquesta operació comportaria haver de desmuntar la carcassa del motor, i moure el motor de lloc. Amb aquesta solució, es pretén deixar lliure el moviment entre els engranatges, fent així possible el moviment de la porta.

Opció 2: La segona opció és la més dràstica de totes. Aquesta contempla el fet de descollar el motor reductor de la porta, així, no hi hauria cap problema a l'hora del moviment, ja que cap peça molestaria en la seva execució.

Opció 3: Deixar la porta tancada fins que l'electricitat torni.

Opció 4: Descollar el ganxo del motor reductor, així, el reductor no intervindria en el moviment de la porta, i és una solució fàcil, ja que només s'haurien de descargolar un parell de cargols.

La opció escollida ha estat la 4a, ja que les altres opcions, eren molt difícils d'efectuar per a una persona promig. Aquesta última, només faria falta agafar un tornavís, descargolar els dos cargols que uneixen el ganxo del reductor tal i com mostra la Figura 4: Desacoblament del ganxo, i, per últim descollar el ganxo, Després, només faltaria empènyer la porta fins la posició escollida.



*Figura 4: Desacoblament del ganxo*



## 6. RESUM DEL PRESSUPOST

---

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL.....	1.250,83	
13 % Benefici Industrial SOBRE 1.250,83.....	162,61	
6 % Despeses Auxiliars SOBRE 1.250,83.....	75,05	
	<b>Subtotal</b>	1.488,49
21 % IVA SOBRE 1.488,49.....		312,58
<b>TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE</b>	€	1.801,07

---

Aquest pressupost d'execució per contracte puja a

(MIL VUIT-CENTS UN EUROS AMB SET CÈNTIMS)

---



## 7. CONCLUSIONS

Tal i com es relatava a l'introducció d'aquesta mateixa memòria, l'objectiu del present projecte ha estat assolit. S'ha dissenyat amb exactitud el prototip necessari per tal de poder obrir i tancar una porta mecànicament, a més, s'ha complementat aquest prototip amb els estris auxiliars necessaris per tal de dur a terme aquesta feina.

Les conclusions obtingudes del present projecte són que no val la pena fer-se un model propi quan al mercat hi ha proveïdors que venen el seu producte a un preu tant competitiu, lluny del pressupost que s'ha obtingut en aquest informe. Nomès valdria la pena fer-se un model, sempre i quan la geometria de la porta fos molt diferent a les vistes normalment. Per tant, sempre que es vulgui automatitzar una porta normal, s'hauria de comprar un model de mercat.

Raúl Gómez,

10 de Juny del 2021.



## **8. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

El present projecte compren els següents documents:

Document n1: Memòria i annexos.

Document n2: Plànols.

Document n3: Plec de condicions.

Document n4: Amidaments.

Document n5: Pressupost.



## 9. REFERÈNCIES

*07330\_Datasheet\_4129\_Circlips\_para\_rboles\_DIN\_471*. (2020, abril).

[https://www.norelem.com/xs\\_db/DOKUMENT\\_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07330\\_Datasheet\\_4129\\_Circlips\\_para\\_rboles\\_DIN\\_471--es.pdf](https://www.norelem.com/xs_db/DOKUMENT_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07330_Datasheet_4129_Circlips_para_rboles_DIN_471--es.pdf)

*ALQUILER DE TALADRO ELECTRICO NORMAL*. (2019). Sumigas.

<https://www.sumigas.net/alquiler/productos/61/taladros/61001/taladro-electrico-normal>

*Automatización de puertas: cómo elegir tu motor para portón eléctrico*. (2019, 12

noviembre). Clr.es. <https://clr.es/blog/es/como-elegir-motor-para-porton-electrico/>

*Calculador de Tornillo Sin Fin y Corona Métricos*. (2018, 15 marzo). Metalmecánica Fácil.

<https://www.metalmecanica-facil.mahtg.com/tsinfycor/calculador-tornillo-sinfin-y-corona.html>

*Calculadora de engranajes & vert.* (2020). Calcuvio. <https://www.calcuvio.com/engranajes>

Clarió, G. N. I. (2016, 16 febrero). *Disseny del xassís de la motocicleta UdG Racing Team*.

<https://dugi-doc.udg.edu/>. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/12075>

*Comprar rodamientos online - Venta de rodamientos a Precios bajos*. (2021, 27 febrero).

Nosolorodamientos. [https://nosolorodamientos.com/63-comprar-rodamientos-](https://nosolorodamientos.com/63-comprar-rodamientos-online?gclid=Cj0KCQjw78yFBhCZARIsAOxgSx3BXUxkEzV01SlrWET73j-1UMkZa7vFVlbFYz9d1f2EQezbg557B_waAnz3EALw_wcB)

[online?gclid=Cj0KCQjw78yFBhCZARIsAOxgSx3BXUxkEzV01SlrWET73j-](https://nosolorodamientos.com/63-comprar-rodamientos-online?gclid=Cj0KCQjw78yFBhCZARIsAOxgSx3BXUxkEzV01SlrWET73j-1UMkZa7vFVlbFYz9d1f2EQezbg557B_waAnz3EALw_wcB)

[1UMkZa7vFVlbFYz9d1f2EQezbg557B\\_waAnz3EALw\\_wcB](https://nosolorodamientos.com/63-comprar-rodamientos-online?gclid=Cj0KCQjw78yFBhCZARIsAOxgSx3BXUxkEzV01SlrWET73j-1UMkZa7vFVlbFYz9d1f2EQezbg557B_waAnz3EALw_wcB)

Corporation, R. O. (2020). *S45C*. Ju Feng Special Steel Co., Ltd. [https://www.jfs-](https://www.jfs-steel.com/es/product/S45C.html)

[steel.com/es/product/S45C.html](https://www.jfs-steel.com/es/product/S45C.html)

*Dimensiones Chavetas*. (2020). Central de Repuestos: Motores, Reductores, Repuestos,

Hormigón, Áridos, Maquinaria, Usada, Nueva, Segway, Componentes, Urgente,.

<https://www.centralde.com/oficina-t%C3%A9cnica/tablas-motores-etc/dimensiones-chavetas/>

*Free Gear Calculator*. (2015). KHK Gears. [https://khkgears.net/new/gear\\_calculator.html](https://khkgears.net/new/gear_calculator.html)

Guachi, G. (2020, 18 noviembre). *PUERTA SECCIONAL. LA PUERTA DE GARAJE*. Blog Grupo Guachi. <https://grupoguachi.es/blog/puerta-seccional-puerta-garaje/>

*Hörmann | Puertas seccionales | Puertas seccionales modernas del líder del mercado*.

(2021). hormann.es. <https://www.hormann.es/gama-residencial/puertas-de-garaje/puertas-seccionales-de-garaje/>

<https://homs1852.com/alquiler-online/soldador-inverter/#author>. (2021, 8 junio). *Alquiler de Soldador Inverter | Homs1852*. Alquiler de Maquinaria, Andamios, Casetas, Jardinería | Homs1852. [https://homs1852.com/alquiler-online/soldador-inverter/?gclid=Cj0KCQjw--GFBhDeARIsACH\\_kdYQG\\_KqzWrjQvEUr8TINinkwfNFZZnH6yrR-8l77OPvktIKbRc15s0aAvZGEALw\\_wcB](https://homs1852.com/alquiler-online/soldador-inverter/?gclid=Cj0KCQjw--GFBhDeARIsACH_kdYQG_KqzWrjQvEUr8TINinkwfNFZZnH6yrR-8l77OPvktIKbRc15s0aAvZGEALw_wcB)

Instituto Universitario de Tecnología de Cabimas. (2015, abril). *Planos-Reductor*.

<https://asesoriacad.files.wordpress.com/2015/04/reductor-sinfin.pdf>

*Kit ATLAS ERREKA Motor Hidráulico Bloqueado Puertas Basculantes de 2 hojas*. (2020).

AUTOMATISMOS W2B. <https://www.webdosb.com/kits-basculante/2497-kit-atlas-erreka-motor-hidraulico-bloqueado-puertas-basculantes-de-2-hojas.html>

*Kit Motor electromecánico V2 VEGA 230V para puertas basculantes residenciales de*

*hasta 9m<sup>2</sup>*. (2020). TECNOPARKING. [https://tecnoparking.com/tienda/motores-puertas-basculantes-905-2845-kit-motor-electromecanico-v2-vega-230v-para-puertas-basculantes-residenciales-de-hasta-9m.html#/1004-kit\\_vega\\_v2-kit\\_motor\\_electromecanico\\_v2\\_vega\\_con\\_herrajes\\_telescopicos](https://tecnoparking.com/tienda/motores-puertas-basculantes-905-2845-kit-motor-electromecanico-v2-vega-230v-para-puertas-basculantes-residenciales-de-hasta-9m.html#/1004-kit_vega_v2-kit_motor_electromecanico_v2_vega_con_herrajes_telescopicos)

*basculantes-residenciales-de-hasta-9m.html#/1004-kit\_vega\_v2-*

*kit\_motor\_electromecanico\_v2\_vega\_con\_herrajes\_telescopicos*



*Kit Motor ERREKA DELFOS para puertas enrollables hasta 170KG 48/60 con freno.*

(2019). AUTOMATISMOS W2B. <https://www.webdosb.com/kits-enrollable/5597-kit-motor-erreka-delfos-para-puertas-enrollables-hasta-170kg-con-eje-de-4860-con-freno.html>

M&B - Motor and Blinds, & Fernández, J. M. (2020, 12 marzo). *Blog - Motorizar puerta basculante parking.* M&B - Motor and Blinds.

<https://www.motorespersianas.com/blog/motorizar-puerta-basculante-parking/>

*Motor LEVA 50 APRIMATIC para puertas basculantes contrapesadas de una o dos hojas.*

(2019). AUTOMATISMOS W2B. [https://www.webdosb.com/basculante/6578-motor-leva-50-aprimatic-para-puertas-basculantes-contrapesadas-de-una-o-dos-hojas.html?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYrKUZ2k7SjwuZxu7L-](https://www.webdosb.com/basculante/6578-motor-leva-50-aprimatic-para-puertas-basculantes-contrapesadas-de-una-o-dos-hojas.html?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYrKUZ2k7SjwuZxu7L-o36hUX2fEb8Zfeihiq1dFX6CUr8kmmsjtREQaAgykEALw_wcB)

[o36hUX2fEb8Zfeihiq1dFX6CUr8kmmsjtREQaAgykEALw\\_wcB](https://www.webdosb.com/basculante/6578-motor-leva-50-aprimatic-para-puertas-basculantes-contrapesadas-de-una-o-dos-hojas.html?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYrKUZ2k7SjwuZxu7L-o36hUX2fEb8Zfeihiq1dFX6CUr8kmmsjtREQaAgykEALw_wcB)

*Motor NICE Ten para puertas basculantes de hasta 9m2.* (2019). AUTOMATISMOS W2B.

[https://www.webdosb.com/basculante/6455-motor-nice-ten-para-puertas-basculantes-de-hasta-9m2.html?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYp51WNDCvOImThLIMa-](https://www.webdosb.com/basculante/6455-motor-nice-ten-para-puertas-basculantes-de-hasta-9m2.html?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYp51WNDCvOImThLIMa-g0xRenZyBuG4d7G52i4OzBQcL-5t6rGXdz4aAiPcEALw_wcB)

[g0xRenZyBuG4d7G52i4OzBQcL-5t6rGXdz4aAiPcEALw\\_wcB](https://www.webdosb.com/basculante/6455-motor-nice-ten-para-puertas-basculantes-de-hasta-9m2.html?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYp51WNDCvOImThLIMa-g0xRenZyBuG4d7G52i4OzBQcL-5t6rGXdz4aAiPcEALw_wcB)

*Motor puertas batiente 1 hoja.* (2020). FGMatic. <https://www.fgmatic.com/es/motores-puertas-abatibles/91-motor-linear-puerta-abatible-1-hoja.html>

*Motores persianas enrollables hasta 180kg.* (2019, 21 julio). Instalmatic, tienda online mandos de garaje y motores para puertas. <https://www.instalmatic.com/motores-persianas-enrollables-hasta-180kg/>

MotoresGaraje. (2004, diciembre). *Manual Técnico Basculante.*

<https://www.motoresgaraje.com/media/manuales/manual-tecnico-basculante.pdf>

*Precio de una puerta de garaje basculante.* (2019, 16 enero). Fixr.com.

[https://www.fixr.es/guias-de-precios/puerta-garaje-](https://www.fixr.es/guias-de-precios/puerta-garaje-basculante#:~:text=Puertas%20basculantes%20desbordantes.&text=Actualmente%20)

[basculante#:~:text=Puertas%20basculantes%20desbordantes.&text=Actualmente%20](https://www.fixr.es/guias-de-precios/puerta-garaje-basculante#:~:text=Puertas%20basculantes%20desbordantes.&text=Actualmente%20)

a%20normativa%20proh%C3%ADbe%20instalar,en%20el%20de%20las%20automatizad  
as.

*Precio en España de Ud de Puerta basculante para garaje, de acero galvanizado.*

*Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. (2020).*

Generadordeprecios.info.

[http://www.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0\\_0\\_1\\_2|0|1|LG A030|lga\\_030:\\_0\\_2\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_5#gsc.tab=0](http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0_0_1_2|0|1|LG A030|lga_030:_0_2_0_0_0_0_0_0_5#gsc.tab=0)

*Precios Públicos 2017–2018. (2017).*

[https://vgeconomica.unizar.es/sites/vgeconomica.unizar.es/files/archivos/PCC/precios\\_publicos/2017-2018/450.08saimecanicaprecision2018.pdf](https://vgeconomica.unizar.es/sites/vgeconomica.unizar.es/files/archivos/PCC/precios_publicos/2017-2018/450.08saimecanicaprecision2018.pdf).

*Puerta Basculante 2 Hojas Industrial | ROPER. (2017). ROPER Puertas Metálicas y*

*Automatismos. <https://puertasroper.com/productos/puerta-basculante-2-hojas-industrial/>*

*Puerta de garaje de Hörmann | Puertas de garaje de calidad del líder del mercado. (2021).*

*Hormann.es. <https://www.hormann.es/gama-residencial/puertas-de-garaje/>*

*Reductores de velocidad Motovario adecuados igual a dinero. (2019, 10 abril). Roydisa.*

<https://www.roydisa.es/archivos/2380>

*Rodauigo S.A. (2019, febrero). Chavetas.*

<https://rodavigo.net/catalogos/LASIOM/07%20Transmisi%C3%B3n/LASIOM%2011%20Chavetas.pdf>

*Ruedas Dentadas Generalidades. (2012, marzo).*

[http://www.sismec.com/docs/cadenas/rodillos/ruedas\\_pinones/ruedas\\_pinones.pdf](http://www.sismec.com/docs/cadenas/rodillos/ruedas_pinones/ruedas_pinones.pdf)

*SKF. (2015, enero). SKF. <https://www.skf.com/es>*

*Somfy. (2020, 8 diciembre). Motor para puerta de garaje GDK 700.*

<https://shop.somfy.es/kit-de-motorizacion-para-puerta-de-garaje-gdk->

700.html?gclid=Cj0KQCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYozuqoMqXT-

athsKOBFFB5IQvjTZEXJa4r660nK1JAJMxtY50PKsakaAiK6EALw\_wcB

Talleres Illán. (2019, octubre). *Ficha Técnica Basculante de Muelles*.

<https://talleresillan.com/wp-content/uploads/2019/10/ficha-tecnica-basculante-de-muelles.pdf>

*Transmisiones por Engranajes*. (2020). Ingemecanica.

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn151.html>

Universidad Internacional SEK, & Darío García Larrea, E. (2020, febrero). *Diseño y simulación de una caja reductora de velocidad*.

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1612/1/PROYECTO%20TITULACION%20ESTEBAN%20GARCIA.pdf>

Universidad Politécnica de Valencia, & Moscardó Palop, A. (2017, mayo). *Diseño y Cálculo de un reductor de velocidad con relación de transmisión 5,82 y par máximo a la salida de 1771 Nm*.

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/85519/memoria\\_53201114.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/85519/memoria_53201114.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Universitat Politècnica de Catalunya. (2019, octubre). *Disseny i Càlcul d'un motorreductor i aplicació industrial*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/177038/tfg-xavier-ruiz-calonge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universitat Politècnica de Catalunya, & Sánchez Martínez, D. (2018, junio). *Diseño y Cálculo de un motoreductor de velocidad para una cinta transportadora*.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/168224/VOLUMEN%20I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Wikipedia. (2021, 17 marzo). *Automatismo de puerta de garaje*. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Automatismo\\_de\\_puerta\\_de\\_garaje](https://es.wikipedia.org/wiki/Automatismo_de_puerta_de_garaje)



# I. ANNEXOS

## Annex A: Càlculs

### A.1 Introducció

En aquest annex s'exposen els càlculs realitzats pel disseny del reductor de velocitat destinat a un ús particular.

### A.2 Parell Motor Necessari

Per trobar el parell motor que es necessita al mecanisme, primer s'ha de calcular el parell motor que s'haurà d'exercir sobre el mecanisme per tal de que la porta es pugui obrir.

Per calcular aquest parell motor del reductor, s'haurà de fer el diagrama de cos lliure.

A partir d'aquest diagrama, s'hauran definir el sumatori de forces igual a 0, i el sumatori de moments iguals a 0.

Per fer aquest diagrama, s'utilitzarà "Sòlid Works", i es definiran les mides necessàries per poder realitzar el càlcul.

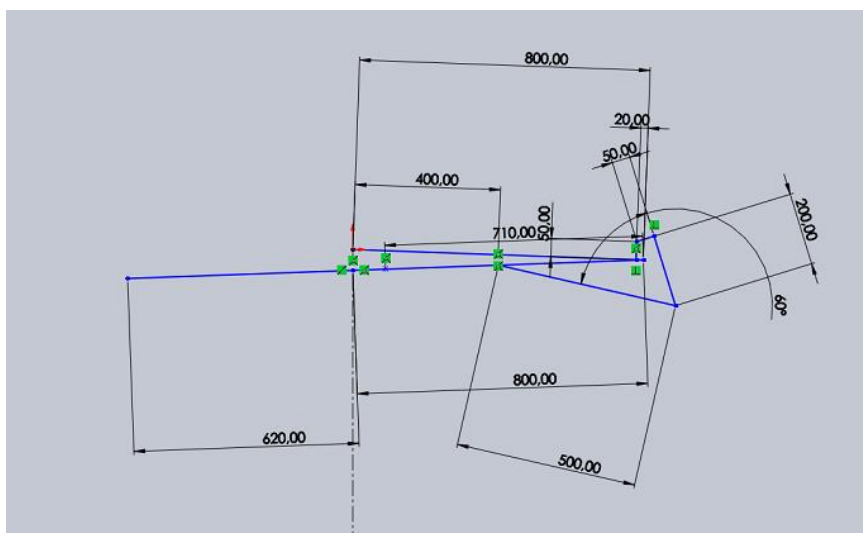


Figura 5: Representació de la porta

Com es pot observar, també hi ha representada l'estructura necessària per poder actuar sobre la porta. Encarregada de transmetre el moviment angular del reductor, cap a un moviment lineal, capaç d'exercir una força suficient, com per poder moure la porta.

Un cop definida l'estructura, s'aplicaran les càrregues pertinents creades degut al pes de la porta.

El pes de cada una de les fulles de la porta ve definit per les dimensions de la mateixa, i per la densitat del materials utilitzats en la seva contrucció, en aquest cas, acer S275J0, i fusta de pi

A continuació es mostraran els pesos de cada una de les fulles de la porta.

	Fulla Superior	Fulla Inferior
<b>Massa de l'acer S275J0</b>	35.457 Kg	45.803 Kg
<b>Massa del tauló de fusta</b>	13.552 Kg	24.072 Kg
<b>Massa Total</b>	49.009 Kg	69.875 Kg
<b>Pes</b>	480.29 N	684.78 N

Taula 6: Pes de la porta

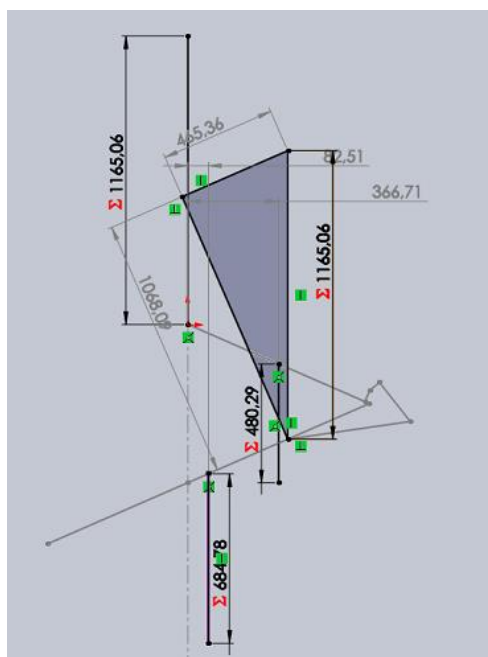


Figura 6: Diagrama de cos lliure de la porta

Un cop s'apliquen les forces del pes al centre de gravetat de les fulles, en aquest cas, el centre geomètric. Es busca la reacció resultant al punt on el motor reductor haurà de fer força per tal d'obrir i tancar la porta.

Aquest punt, ha d'estar a una distància mínima respecte l'eix de rotació del reductor de:

$$d \geq \frac{1}{4} \cdot hfi + \frac{1}{2} \cdot deixs \quad (1)$$

On :

*hfi* : altura fulla inferior

*deixs* : diàmetre de l'eix de sortida del reductor

$$d \geq \frac{1}{4} \cdot 1420 + \frac{1}{2} \cdot 45 = 377.5 \text{ mm}$$

En aquest cas, la distància escollida, ha sigut de 386 mm.

Com es pot observar a la Figura 6: Diagrama de cos lliure de la porta, la reacció resultant màxima obtinguda al punt de contacte seleccionat pel fet de carregar la porta amb el seu pes, és de 1165.06 N. Aquesta reacció serà màxima, quan el pes de las fulles es pugui descomposar exclusivament en la direcció de la gravetat. Dit d'una altra manera, quan la porta estigui oberta completament.

Un cop la força és coneguda, i la distància que separa la força a aplicar des del reductor també, ja es pot calcular el moment necessari màxim per poder posar en funcionament el mecanisme.

$$M = F \cdot d \quad (2)$$

On :

*M* : Moment màxim necessari.

*F* : Força màxima requerida

*d* : distància des del punt d'aplicació de la força al centre de l'eix

$$M = 1165.06 \text{ N} \cdot 0.386 \text{ m} = 449.71 \text{ Nm}$$

Per tant, el moment màxim a exercir és de gairebé 450Nm, aquest moment, haurà de ser transportat del reductor a la porta mitjançant un ganxo. Aquest ganxo, és perfectament viable d'utilitzar ja que s'ha comprovat el seu anàlisi de tensions amb "Ansys", tal i com descriu l'Annex B: Anàlisi amb Ansys, B.2 Ganxo.

### A.3 Velocitat d'obertura

#### A.3.1 Velocitat d'obertura teòrica

A base de prova i error, i de diferents cronometrades per veure quin temps seria l'ideal pel desenvolupament del moviment de la porta per obrir i tancar, es va arribar a la conclusió, que el temps d'obertura i tancament, havia d'estar comprès entre 8 i 10 segons.

Per a calcular el temps experimental que necessitarà el reductor per poder fer el moviment complet, s'ha de fixar els graus que ha de girar l'eix de sortida del reductor des de que la porta és competament tancada, fins que és completament oberta.

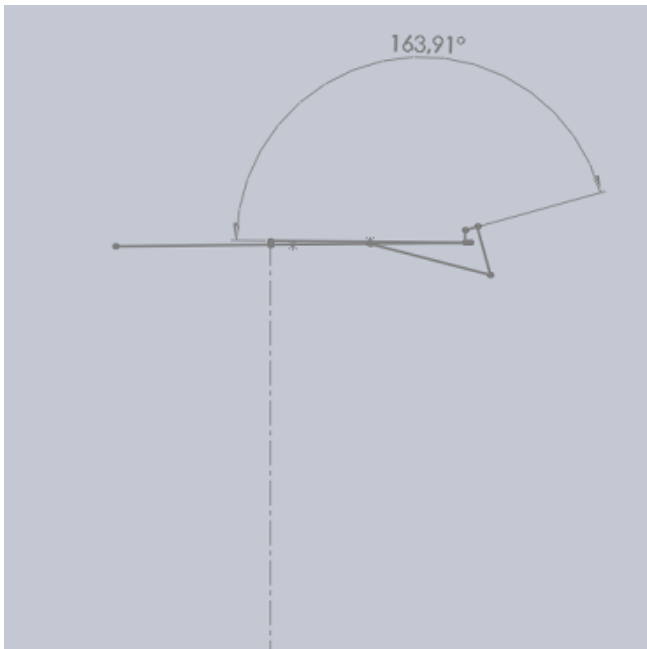


Figura 4: Porta completament oberta

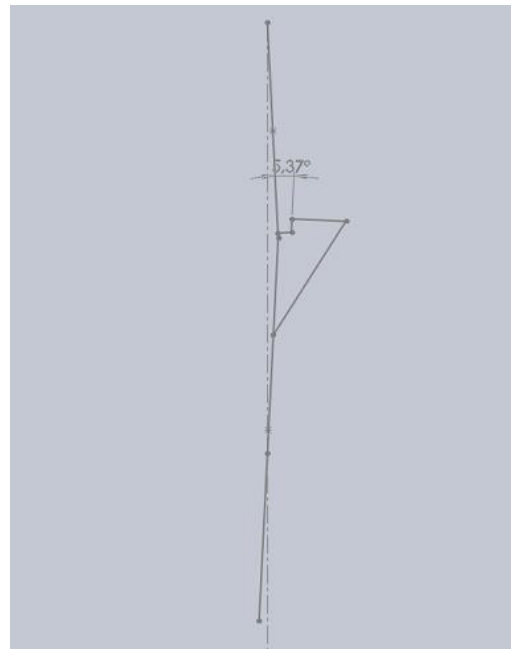


Figura 5: Porta completament tancada



Com es pot apreciar, l'angle girat quan la porta està completament oberta és de gairebé 164°, mentre que quan la porta està totalment tancada, l'angles és de 5°.

Si fem la resta d'aquests dos angles, trobarem l'angle que ha de girar el reductor, per poder efectuar aquest moviment.

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i \quad (3)$$

On:

$\theta_f$ : Angle final [°]

$\theta_i$ : Angle incial [°]

$$\Delta\theta = 164^\circ - 5^\circ = 159^\circ$$

L'angle resultant és de 159°, encara que per fer els càlculs s'agafarà 160°, ja que el resultat serà pràcticament el mateix, i els números seran més fàcils de fer, a més, es preveu la petita deformació dels elements al ser materials elàstics, així doncs agafar 160° ens estimarà els resultats d'una manera més acurada.

Un cop l'angle girat del reductor és conegut, només fa falta calcular la relació de transmissió necessària per poder fer aquest moviment factible.

Per poder executar aquest procés, farà falta saber les revolucions que proporciona el motor escollit per col·locar al reductor.

Aquestes revolucions seran de 1200 rpm, ja que son les revolucions habituals per aquest tipus de motors.

Per calcular les revolucions de sortida del reductor, es seguirà aquesta fórmula, seguit d'un factor de conversió:

$$nsr = \frac{\Delta\theta}{t_a} \cdot \frac{1 \text{ revolució}}{360^\circ} \cdot \frac{60s}{1 \text{ min}} \quad (4)$$

On:

$nsr$  : velocitat de sortida reductor [rpm]

$t_a$  : temps duració moviment de la porta, en el nostre cas, 10s.

$\Delta\theta$  : angle girat pel reductor [°]

$$nsr = \frac{160^\circ}{10s} \cdot \frac{1 \text{ revolució}}{360^\circ} \cdot \frac{60s}{1 \text{ min}} = 2.667 \text{ rpm}$$

Com es pot observar, la velocitat d'obertura teòrica és de 2.667 rpm.

### A.3.2 Relació de transmissió teòrica

Un cop s'obtenen les revolucions de sortida del reductor, es calcula el valor teòric de la relació de transmissió necessària per poder dur a terme la reducció.

$$i_{teòrica} = \frac{nsm}{nsr} \quad (5)$$

On:

$i$  : relació de transmissió

$nsm$  : velocitat de sortida del motor

$$i_{teòrica} = \frac{1200rpm}{2.667rpm} = 450$$

### A.3.3 Número de dents als engranatges

Un cop es sap per on aniran els números, s'escullen uns engranatges amb un número de dents determinat. Aquest exercici seria completament a l'atzar, encara que sabem 3 coses que s'han de complir.

- La primera, és procurar escollir números de dents primers pels engranatges, per procurar evitar problemes de desgasts no uniformes per totes les dents.
- La segona, el número de dents de l'engranatge número 1, el que va directament connectat a l'eix del motor, és un Vi-sens-fi, per tant, el seu número de dents serà igual a 1,  $Z1 = 1$ .
- I per últim, el nombre mínim de dents que ha de tenir un pinyó, perquè no ocasioni interferència, ha de satisfer la següent fórmula.

$$Z_{min} = \frac{2 \cdot \cos\beta}{\sin^2\alpha_t} \quad (6)$$

On:

$\alpha_n$  : Angle de pressió normal, en el nostre cas,  $\alpha_n=20^\circ$

$\beta$  : Angle de inclinació de les dents, en el nostre cas, al tenir angles rectes,  $\beta = 0^\circ$

$\alpha_t$  : Angle de pressió tangencial que s'obté de la equació (7).

$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta} \quad (7)$$

Donant un resultat mínim de 17 dents als pinyons.

Amb aquests paràmetres, es definiran el número de dents per cada engranatge.

nº Engranatge	1	2	3	4	5	6
nº Dents (Z)	1	37	17	53	17	59

Taula 7: nº dents dels engranatges

Ara, es calcula la relació de transmissió experimental amb aquesta configuració.

$$i_{experimental} = \frac{Z2}{Z1} \cdot \frac{Z4}{Z3} \cdot \frac{Z6}{Z5} \quad (8)$$

Un cop realitzat el càlcul, dona una relació de transmissió experimental de 400.34.

### A.3.4 Velocitat de sortida del reductor experimental

Ara, finalment, es tornen a reproduir els càlculs anteriors, però, aquest cop amb el valor de la relació de transmissió experimental. Obtenim la següent taula:

	Teòric	Experimental	Símbol	Unitats
Velocitat sortida reductor	2,667	2,997	nsr	rpm
Velocitat sortida reductor	0,279	0,314	wsr	rad/s
Relació de Transmissió	450,000	400,34	i	
Temps obertura porta	10,000	8,897	t	s

Taula 8: Velocitat de sortida experimental reductor.

Finalment, obtenim una velocitat de sortida de 2,997 rpm, i un temps d'obertura i tancament de 8,9 segons, dins dels marge plantejat en un principi.

#### A.4 Potència del motor

La potència del motor, serà útil per saber la quantitat de força que disposa el motor per moure diferents mecanismes.

Per calcular aquesta potència, s'utilitzarà la següent expressió:

$$P = M \cdot \omega sr \quad (9)$$

La potència del motor és directament proporcional al moment que ha d'aguantar a la sortida del reductor per la velocitat angular a la sortida del reductor.

Un cop efectuat aquest càlcul, es veu que el resultat és de 141.3 W. Per fer aquest resultat més real, aquesta potència serà multiplicada per un factor corrector del 10%, que intenta compensar les forces de fricció que no s'han avaluat. Per tant, la potència utilitzada als següents càlculs, serà de:

$$P = 1.1 \cdot 141.3W = 155.43 W$$

#### A.5 Dimensionament d'engranatges

Per dimensionar els engranatges, existeixen molts mètodes per calcular la resistència que pot aguantar l'engranatge, depenent el tipus de situació en el que se'ls faci treballar. S'agafaran els valors del mètode que et dongui els resultats més condicionants. Pel càlcul de resistència de la dent, existeixen 3 tipus de estratègies.

- Resistència per desgast superficial
- Resistència a fatiga
- Resistència a flexió

En aquest cas, s'utilitzarà el mètode de càlcul per la resistència a flexió, ja que els altres dos mètodes estan destinats per a engranatges que treballin molt de temps, durant una llarga vida. En el cas d'aquest projecte, per contra, aquests engranatges treballaran durant aproximadament 9 segons cada cop que es vulgui accionar el mecanisme, i com a molt s'accionarà la porta 1 o 2 cops al dia.

Un cop sabem el mètode que s'utilitzarà, es van a buscar les fórmules necessàries pel càlcul.

Les fórmules emprades, són utilitzades per l'AGMA, "American Gear Manufactures Association", i venen definides de la següent manera:

$$F_t = \sigma \cdot b \cdot m \cdot J \cdot C_s \quad (10)$$

On:

$F_t$ : Força tangencial transmesa per l'engranatge [N], es pot obtenir de l'equació (11).

$\sigma$ : Tensió originada a la base de la dent [MPa]

$b$ : amplada de la cara de la dent [mm], calculada a partir de la inequació (12).

$m$ : mòdul de l'engranatge [mm]

$J$ : factor geomètric AGMA, tabulat

$C_s$ : Coeficient corrector de càrrega segons velocitat de gir, calculat a partir de l'equació (13).

$\omega_i$ : velocitat angular a engranatge [rad/s]

$r$ : radi primitiu de cada engranatge

$$F_t = \frac{P}{\omega_i \cdot r} \quad (11)$$

Un cop definida la Força tangencial, es pot seleccionar l'amplada de la cara de la dent, segons aquesta inequació:

$$\frac{d_{\text{pinyó}}}{2} < b < 2 \cdot d_{\text{pinyó}} \quad (12)$$

L'amplada de la dent, ha d'estar compresa entre els límits establerts en la relació  $b/d(\text{pinyó})$  per a un correcte funcionament, més exactament, ha d'estar entre la meitat i el doble del diàmetre del pinyó. En els càlculs, s'utilitzarà una relació de  $b = 1.1 \cdot d_{\text{pinyó}}$ .

Per definir el coeficient  $C_s$ , s'utilitzarà la següent equació:

$$C_s = \frac{180 + v}{180} \quad (13)$$

On:

$v$ : velocitat lineal al punt de contacte entre dents, s'expressa per la equació (14). [m/min]

$$v = \omega \cdot r \quad (14)$$

I, finalment, per posar valor al coeficient  $J$ , s'haurà d'utilitzar el següent gràfic:

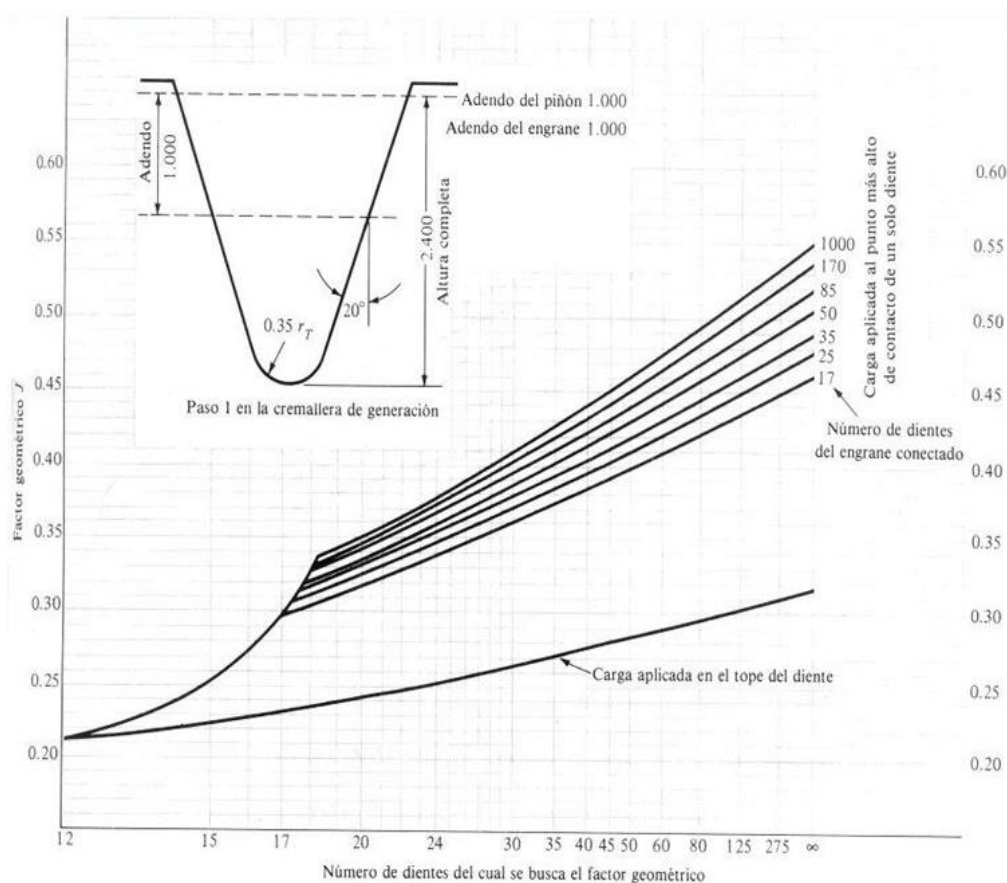


Figura 7: Coeficient J

Com que tots els pinyons tenen un número de dents més petit a 20, s'agafarà el primer tram de la corba. S'entrarà el valor de dents per l'eix x, s'anirà a buscar la intersecció amb la corba, i donarà el valor del coeficient geomètric J.

Un cop definides totes les variables, només fa falta definir el tipus de material que s'utilitzarà pels engranatges, i donar valor al mòdul, per escollir quin és l'escollit pel disseny.

El material escollit per utilitzar als engranatges és l'acer S45C, amb un límit elàstic de  $\sigma_y = 343$  MPa.

Això serà útil per poder calcular el factor de seguretat per a cada mòdul.

$$n = \frac{\sigma}{\sigma_y} \quad (15)$$

Al final, s'escollirà un mòdul que pugui donar, com a mínim un coeficient de seguretat de  $n = 3$ , a efecte d'estalviar mals de caps en un futur, ja que aquest mecanisme haurà de treballar a cops de força, per tant, val més tenir un coeficient de seguretat bastant alt.

**Engranatge 6:**

Z	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000
m	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500
d	88,500	103,250	118,000	132,750	147,500	162,250	177,000	191,750	206,500
T	495,000	495,000	495,000	495,000	495,000	495,000	495,000	495,000	495,000
Ft	11186,441	9588,378	8389,831	7457,627	6711,864	6101,695	5593,220	5162,973	4794,189
v	0,833	0,972	1,111	1,250	1,389	1,528	1,667	1,806	1,945
Cs	1,005	1,005	1,006	1,007	1,008	1,008	1,009	1,010	1,011
J	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290
b	33,150	38,675	44,200	49,725	55,250	60,775	66,300	71,825	77,350
$\sigma$	772,170	485,891	325,260	228,265	166,278	124,831	96,078	75,511	60,412
n	0,444	0,706	1,055	1,503	2,063	2,748	3,570	4,542	5,678

*Taula 9: Dimensionament Engranatge 6*

Si ens regim pel criteri abans mencionat, d'escollir el mòdul amb el que el coeficient de seguretat sigui 3 o més, ens trobem que el mòdul seleccionat per aquest engranatge i la seva parella és de 3 mm.

**Engranatge 5:**

Z	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
m	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500
d	25,500	29,750	34,000	38,250	42,500	46,750	51,000	55,250	59,500
T	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627
Ft	11186,441	9588,378	8389,831	7457,627	6711,864	6101,695	5593,220	5162,973	4794,189
v	0,833	0,972	1,111	1,250	1,389	1,528	1,667	1,806	1,945
Cs	1,005	1,005	1,006	1,007	1,008	1,008	1,009	1,010	1,011
J	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290
b	33,150	38,675	44,200	49,725	55,250	60,775	66,300	71,825	77,350
$\sigma$	772,170	485,891	325,260	228,265	166,278	124,831	96,078	75,511	60,412
n	0,444	0,706	1,055	1,503	2,063	2,748	3,570	4,542	5,678

*Taula 10: Dimensionament Engranatge 5*

El mòdul escollit en aquest cas, és 3 mm, coincidint amb l'apartat anterior.

**Engranatge 4:**

Z	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000
m	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500
d	79,500	92,750	106,000	119,250	132,500	145,750	159,000	172,250	185,500
T	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627	142,627
Ft	3588,104	3075,517	2691,078	2392,069	2152,862	1957,147	1794,052	1656,048	1537,759
v	2,598	3,031	3,464	3,897	4,330	4,763	5,196	5,629	6,062
Cs	1,014	1,017	1,019	1,022	1,024	1,026	1,029	1,031	1,034
J	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290
b	28,050	32,725	37,400	42,075	46,750	51,425	56,100	60,775	65,450
$\sigma$	289,880	182,117	121,716	85,284	62,026	46,492	35,727	28,034	22,394
n	1,183	1,883	2,818	4,022	5,530	7,378	9,601	12,235	15,317

*Taula 11: Dimensionament Engranatge 4*

Com es pot observar, el mòdul escollit aquí ha de ser de 2.25 mm, ja que és el primer mòdul amb un coeficient de seguretat més gran que 3.

**Engranatge 3:**

Z	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
m	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500
d	25,500	29,750	34,000	38,250	42,500	46,750	51,000	55,250	59,500
T	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748
Ft	3588,104	3075,517	2691,078	2392,069	2152,862	1957,147	1794,052	1656,048	1537,759
v	2,598	3,031	3,464	3,897	4,330	4,763	5,196	5,629	6,062
Cs	1,014	1,017	1,019	1,022	1,024	1,026	1,029	1,031	1,034
J	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290
b	28,050	32,725	37,400	42,075	46,750	51,425	56,100	60,775	65,450
$\sigma$	289,880	182,117	121,716	85,284	62,026	46,492	35,727	28,034	22,394
n	1,183	1,883	2,818	4,022	5,530	7,378	9,601	12,235	15,317

*Taula 12: Dimensionament Engranatge 3*

Com a l'engranatge anterior, el mòdul escollit per aquesta parella és de 2.25 mm.



## Memòria i annexos

Els propers engranatges, l'1 i el 2, són diferents a la resta, ja que no són engranatges rectes, sinó que són un cargol vi-sens-fi i la seva corona. Per tant, el seu dimensionament, s'ha de calcular de manera diferent.

Primer de tot, l'amplada de la dent de la corona, ha de seguir la següent expressió:

$$b_{corona} = 6 + 2.38 \cdot Pas \quad (16)$$

On:

*Pas*: Està definit per la equació (17).

$$Pas = \pi \cdot m \quad (17)$$

I per altra banda, al cargol vi-sens-fi, s'ha de calcular el diàmetre primitiu. Aquest diàmetre, ve representat a partir de la següent expressió:

$$dp = [8 \text{ a } 12] \cdot m \quad (18)$$

Aquesta fórmula ens expressa que el diàmetre primitiu del cargol sense fi ha d'estar comprès entre 8 i 12 vegades el mòdul del mateix.

Per altra banda, per calcular el parell que ha de transmetre l'engranatge al cargol, gràcies a la fórmula (19), se sap que la potència s'ha de conservar, per tant s'ha de complir l'igualtat següent.

$$T_1 \cdot \omega_1 = T_2 \cdot \omega_2 \quad (19)$$

On:

*T*: Parell que ha de transmetre l'engranatge [Nm]

Finalment, es crea una taula com les anteriors per a cada engranatge, i es busca el mòdul correcte per la parella d'engranatges.

**Engranatge 2:**

Z	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000
m	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500
d	55,500	64,750	74,000	83,250	92,500	101,750	111,000	120,250	129,500
T	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748	45,748
Ft	1648,588	1413,076	1236,441	1099,059	989,153	899,230	824,294	760,887	706,538
v	5,655	6,597	7,540	8,482	9,425	10,367	11,310	12,252	13,195
Cs	1,031	1,037	1,042	1,047	1,052	1,058	1,063	1,068	1,073
J	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Pas	4,712	5,498	6,283	7,069	7,854	8,639	9,425	10,210	10,996
b	17,215	19,085	20,954	22,823	24,692	26,562	28,431	30,300	32,169
$\sigma$	309,484	204,070	141,588	102,196	76,132	58,201	45,465	36,171	29,233
n	1,108	1,681	2,423	3,356	4,505	5,893	7,544	9,483	11,733

*Taula 13: Dimensionament Engranatge 2*

Com es pot observar, el mòdul escollit és de 2.25 mm, ja que és el primer mòdul que té un coeficient de seguretat més gran a 3.

**Engranatge 1:**

Z	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
m	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500
d	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000
T	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236	1,236
Ft	1648,588	1413,076	1236,441	1099,059	989,153	899,230	824,294	760,887	706,538
v	56,549	65,973	75,398	84,823	94,248	103,673	113,097	122,522	131,947
Cs	1,314	1,367	1,419	1,471	1,524	1,576	1,628	1,681	1,733
J	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Pas	4,712	5,498	6,283	7,069	7,854	8,639	9,425	10,210	10,996
b	17,215	19,085	20,954	22,823	24,692	26,562	28,431	30,300	32,169
$\sigma$	242,898	154,809	103,968	72,736	52,585	39,058	29,676	22,987	18,104
n	1,412	2,216	3,299	4,716	6,523	8,782	11,558	14,922	18,946

*Taula 14: Dimensionament Engranatge 1*

Per últim, podem observar que el valor del coeficient de seguretat en aquest cas és molt gran per tots els mòduls, això és degut, a que la reducció de velocitat en aquest parell d'engranatges és d' 1 a 37, molt més gran que en els casos anteriors. Aquesta reducció, suposa que el parell a aguantar pel 1r engranatge és 37 vegades més petit que pel 2n, i, per tant, que estarà sobre dimensionat. Per tant, el factor de seguretat serà una mica més alt, tal i com mostra la Taula 14: Dimensionament Engranatge 1.

Més endavant, es mostra la taula resum de les característiques dels engranatges escollits.

	Engranatge 1	Engranatge 2	Engranatge 3	Engranatge 4	Engranatge 5	Engranatge 6
Z	1,000	37,000	17,000	53,000	17,000	59,000
m	2,250	2,250	2,250	2,250	3,000	3,000
d	22,500	83,250	38,250	119,250	51,000	177,000
T	1,236	45,748	45,748	142,627	142,627	495,000
Ft	1099,059	1099,059	2392,069	2392,069	5593,220	5593,220
v	84,823	8,482	3,897	3,897	1,667	1,667
Cs	1,471	1,047	1,022	1,022	1,009	1,009
J	0,200	0,200	0,290	0,290	0,290	0,290
Pas	7,069	7,069	7,069	7,069	7,069	9,425
b	22,823	22,823	42,075	42,075	66,300	66,300
$\sigma$	72,736	102,196	85,284	85,284	96,078	96,078
n	4,716	3,356	4,022	4,022	3,570	3,570

Taula 15: Resum característiques Engranatges

Com es pot observar, el coeficient de seguretat és el mateix per cada parella d'engranatges que engranen, excepte per l'1 i pel 2. Això és degut a que tots els altres engranatges són rectes, i la força en transmet totalment a la cara de contacte amb la dent, mentre que a l'engranatge vi-sens-fi, està l'angle  $\beta$  de transmissió, i part d'aquesta força no es transmet al següent engranatge.

## A.6 Dimensionament d'eixos per rigidesa torsional

El factor més determinant per dimensionar eixos és el moment torsor, ja que té molta més repercussió que el moment flector. El moment torsor té tanta importància ja que la potència s'ha de transmetre de manera uniforme. Si es donés el cas de que existeix una rigidesa torsional baixa, podria plantejar problemes de vibracions i afectar el bon funcionament dels engranatges.

Per tant, és important limitar la deflexió torsional a 1° per cada metre lineal d'eix.

Pel càlcul de la rigidesa torsional, s'utilitzaran les equacions de l'angle de torsió per a una barra en torsió pura, i la fórmula de la Constant de torsió,  $J$ , per a una secció circular, tal i com s'expressa en l'equació (20) i (21) respectivament.

$$\theta = \frac{TL}{JG} \quad (20)$$

On:

*T*: Moment flector [Nm]

*L*: Longitud de l'eix [m]

*J*: Constant de torsió, per un cercle, definida a l'equació (21). [mm<sup>4</sup>]

*G*: Mòdul elàstic, en el cas de l'acer de  $8.1 \times 10^{10}$  [N/m<sup>2</sup>]

*d*: Diàmetre de l'eix [mm]

$$J = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^4 \quad (21)$$

Si ajuntem les equacions (20) i (21), i aïllem el diàmetre de l'eix, ens queda una equació capaç de dimensionar el diàmetre mínim de l'eix per tal de tenir un correcte funcionament, tal i com expressa la següent equació:

$$d = \left( \frac{32 \cdot T \cdot L}{\theta \cdot G \cdot \pi} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (22)$$

Per últim, abans d'operar, falta expressar  $L / \theta$  en mil·límetres entre radians, per tal de poder formular correctament l'equació.

Segons el principi escollit anteriorment,  $\theta$  no pot girar més d'1° per cada metre lineal d'eix.

$$\frac{\theta}{L} = \frac{1^\circ}{1m} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{360^\circ} = \frac{\pi \text{ rad}}{180 m}$$

Si fem la inversa d'aquest resultat, tenim totes les dades necessàries per operar a l'equació (22).

	<b>D<sub>6</sub></b>	<b>D<sub>4-5</sub></b>	<b>D<sub>2-3</sub></b>	<b>Unitats</b>
<b>Moment Torsor</b>	495	142.63	45,75	Nm
<b>Diàmetre Eix</b>	43,46	31,84	23,96	mm
<b>Diàmetre Escollit</b>	45	35	25	mm

Taula 16: Dimensionament d'Eixos

El diàmetre dels eixos han estat escollits aprofitant les mides dels anells interiors dels rodaments del proveïdor SKF, ja que, finalment, aquests eixos han d'anar col·locats a l'interior d'un parell de rodaments com a mínim. Aquests diàmetres estan representats a Annex G. Documentació tècnica.

Per altra part, el dimensionament de l'eix per l'engranatge 1, el vi-sens-fi, no caldrà, ja que el seu diàmetre primitiu ha estat calculat a l'apartat "A.5 Dimensionament d'engranatges".

## A.7 Dimensionament de Xavetes

Un cop es té l'eix dimensionat, s'ha de calcular la mida de les xavetes que faran que l'engranatge no es pugui moure de lloc, i afectar així al rendiment del mecanisme.

Per poder dimensionar les xavetes, es tindrà en compte la llei DIN -6885/1-6886-6887, que tracta sobre la dimensió de les xavetes per cada diàmetre d'eix, tal i com es mostra a la següent taula:

Ø Eje d (mm) desde-hasta	Medidas chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas del chavetero en el eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886 y 6887		t <sub>1</sub> m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde- hasta	Tol. H-7 m/m
		d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. Admisible (en altura) m/m	d + t <sub>2</sub> m/m	Tol. admisible (en altura) m/m				
17-22	6x6	d+2,6	+0,1	d+2,1	+0,1	3,5	+0,2	10-18	+0,018 0
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	d+2,8	4,7					
38-44	12x8	d+3,2	d+2,6	4,9					
44-50	14x9	d+3,6	d+2,9	5,5					
50-58	16x10	d+3,9	d+3,2	6,2					
58-65	18x11	d+4,3	d+3,5	6,8					
65-75	20x12	d+4,7	d+3,9	7,4					
75-85	22x14	d+5,6	d+4,8	8,5					
85-95	25x14	d+5,4	d+4,6	8,7					
95-110	28x16	d+6,2	d+5,4	9,9	+0,3	180-250	+0,046 0		
110-130	32x18	d+7,1	d+6,1	11,1					
130-150	36x20	d+7,9	d+6,9	12,3					
150-170	40x22	d+8,7	d+7,7	13,5					
170-200	45x25	d+9,9	d+8,9	15,3					
200-230	51x28	d+11,2	d+10,1	17					
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3					
<b>260-290</b>	<b>63x32</b>	<b>d+12,6</b>	<b>+0,3</b>	<b>d+11,5</b>		<b>+0,3</b>	19,6	400-500	+0,063 0

Taula 17: Taula per dimensionar xavetes.

Existeixen diversos tipus de xavetes, encara que en aquest mecanisme s'utilitzaran les xavetes 6885, les quals disposen de cantos rodons, i poden distribuir millor la força que han d'aguantar.

Un exemple d'aquestes, està representat a la següent figura:



Figura 8: Xaveta DIN 6885

Ara que ja es coneix l'amplada i l'alçada de les xavetes, només falta calcular la longitud de les mateixes. Aquesta longitud vindrà definida per la següent inequació:

$$L \leq b$$

On:

*b*: amplada de la dent dels engranatges.

Per tant, la longitud de la xaveta haurà de ser igual o menor a l'amplada de la dent dels engranatges, ja que si fos superior, no quedaria ben encastada dins del mateix.

Per altra banda, dir que, només portaran xaveta els engranatges 2, 4 i 6, ja que la resta formen part del mateix eix.

A la següent taula, es mostren les mides pertinents de les xavetes a utilitzar.

Diametre Eix $d_6$	45 mm
Base xaveta [b]	14 mm
Altura xaveta [h]	9 mm
Amplada dent	67 mm
Longitud xaveta [l]	61 mm
Diametre Eix $d_{4-5}$	35 mm
Base xaveta [b]	12 mm
Altura xaveta [h]	8 mm
Ampla dent	43 mm
Longitud xaveta [l]	38 mm
Diametre Eix $d_{2-3}$	25 mm
Base xaveta [b]	8 mm
Altura xaveta [h]	7 mm
Amplada dent	23 mm
Longitud xaveta [l]	18 mm

Taula 18: Dimensionament Xavetes

Com es pot observar, la reducció entre l'amplada de la dent de l'engranatge i la longitud de la xaveta difereix de 5 a 6 mm.

### A.8 Ancladura a l'eix de sortida

Un cop s'ha dimensionat tot el tren d'engranatges, s'ha de fer una matriu d'ancladures a l'extrem de l'eix de sortida, a efecte de poder fer girar un ganxo que permeti aplicar força al lloc desitjat de la porta, per tal d'obrir-la.

Aquesta matriu de fresatge ve definida per la Taula 19: Ancladura per flancs paral·lels, on, els paràmetres venen marcats depenent la força que hagi de moure l'anclatge.

38a21 ACANALADURAS DE FLANCOS PARALELOS	Serie ligera					Serie media					Serie fuerte*						
	n	d	D	B	s	n	d	D	B	s	n	d	D	B	s		
<b>Aplicaciones</b> Consecuencia de las dificultades de mecanizado si se quiere obtener un centrado preciso, estos acanalados no son adecuados para grandes velocidades de rotación. En este caso son preferibles acanaladuras con flancos de perfil de envolvente § 38.22.	6	23	26	6	5	6	11	14	3	5	10	16	20	2.5	12		
		26	30	6	7.2		13	16	3.5	5		18	23	3	16		
		28	32	7	7.2		16	20	4	7.2		21	26	3	16		
	8	32	36	6	8.4	8	18	22	5	7.2	16	23	29	4	19		
		36	40	7	8.4		21	25	5	7.2		26	32	4	19		
		42	48	8	8.4		23	28	6	9.5		28	35	4	22		
		46	50	9	8.4		26	32	6	10.8		32	40	5	25		
		52	58	10	12		28	34	7	10.8		36	45	5	29		
	10	56	62	10	12	8	32	38	6	14.4	16	42	52	6	30		
		62	68	12	12		36	42	7	14.4		46	56	7	30		
		72	78	12	15		42	48	8	14.4		52	60	5	36		
		82	88	12	15		46	54	9	18		56	65	5	42		
		92	98	14	15		52	60	10	18		62	72	6	48		
	<b>Recomendaciones series ligera y media</b> Centrado sobre el diámetro d solamente.	102	108	16	15	10	56	65	10	21	20	72	82	7	48		
		112	120	18	22.5		62	72	12	24		82	92	6	60		
		<b>Serie fuerte</b> Centrado sobre el diámetro d solamente.	n = número de acanaladuras. s = superficie real del apoyo de las acanaladuras por milímetro de longitud.	72	82		12	30	92	102		7	60	102	115	8	82
				92	102		14	30	102	112		16	30	112	125	9	82
				102	112		16	30	* Aplicaciones a evitar. Ver asimismo pág. siguiente.								
						112	125	18	41								

Taula 19: Ancladura per flancs paral·lels

En aquest cas, com la força a exercir és inferior a 2000N, s'utilitzarà la primera columna, "Serie Ligera". El diàmetre de l'eix de sortida és de 45mm, per tant, s'haurà d'ampliar a 46 mm, per tal de poder utilitzar la taula en perfectes condicions.

Com es pot apreciar a la Taula 19: Ancladura per flancs paral·lels, s'haurà de fer un fresatge a l'eix d'una amplada de 9 mm amb una profunditat de 2 mm, cada 45°, a efecte d'obtenir 8 endidures, tal i com mostra la Figura 9: Ancladura per flancs paral·lels.

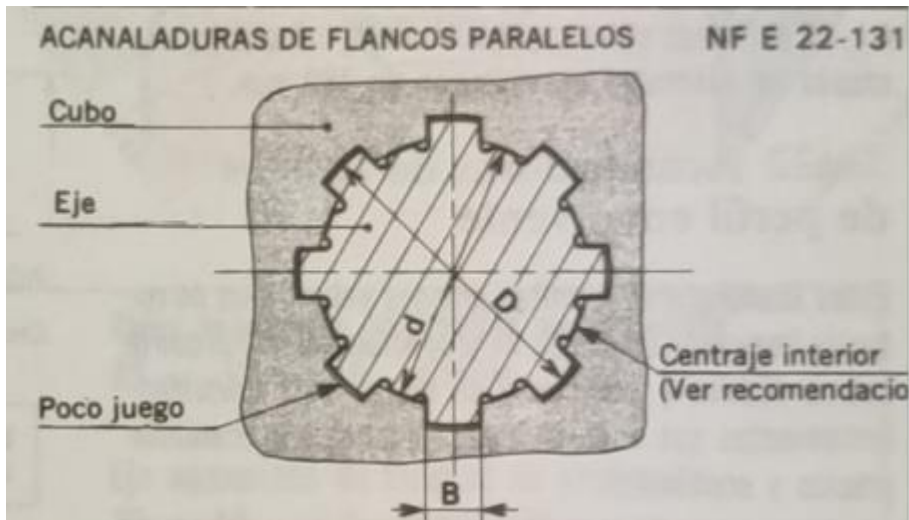


Figura 9: Ancladura per flancs paral·lels



## **Annex B: Anàlisi amb Ansys**

### **B.1 Introducció**

En el present annex, s'avaluaran les estructures creades amb SolidWorks que no han estat elaborades a partir rigoroses formules matemàtiques. Aquest procediment es realitza per comprovar que l'estructura creada pot suportar els esforços necessaris per tal de transmetre la força definida.

### **B.2 Ganxo**

La següent estructura, és l'encarregada de transmetre el parell creat a l'eix de sortida del motor reductor, en una força lineal, capaç d'empènyer la porta a l'hora d'obrir-se, i capaç d'aguantar el pes de les dues fulles de la porta quan la porta és totalment oberta.

El primer a fer, serà definir les forces aplicades a cada extrem de l'estructura per veure com es comporta.

En aquest cas, s'estudiarà el cas de la porta totalment oberta, quan el ganxo ha d'aguantar tot el pes d'aquesta, mitjançant el parell provinent del reductor.

S'escull aquesta posició ja que intervenen totes les forces possibles, a més el moment serà màxim, i el pes de la porta també.

El primer a fer, és definir les forces a cada extrem de la figura, i els suports que subjecten aquesta.

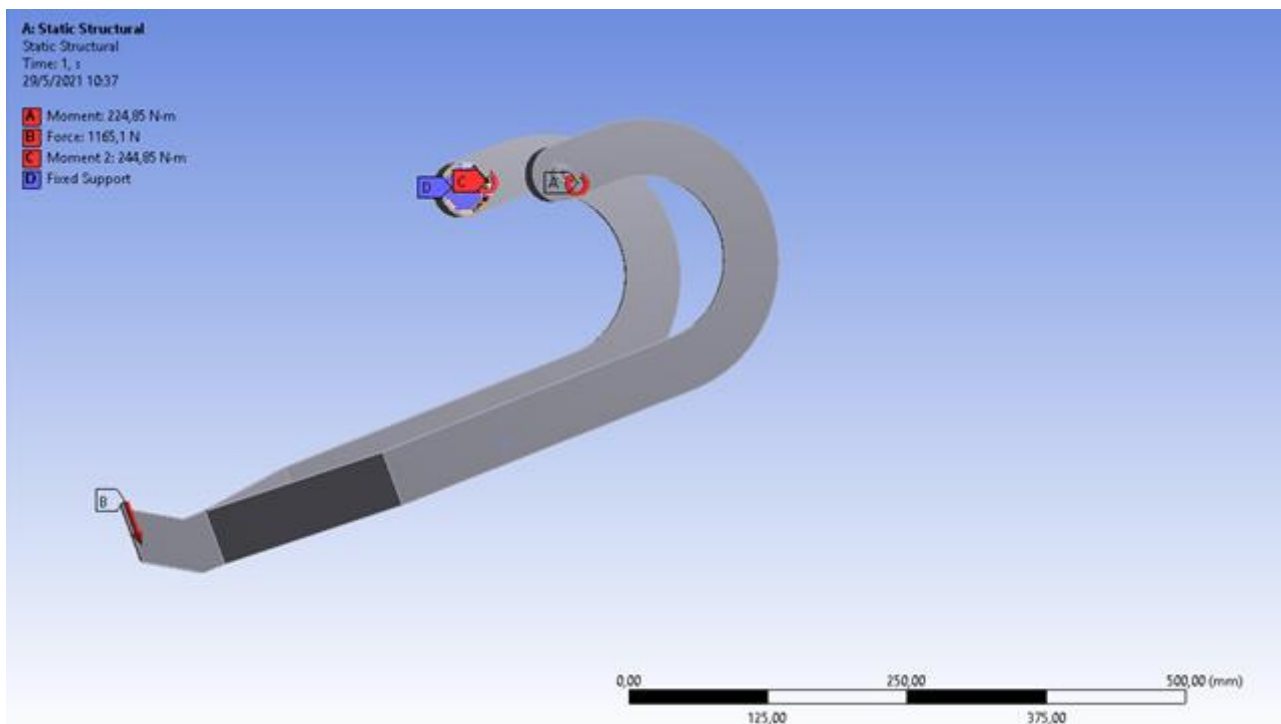


Figura 10: Diagrama del cos lliure del ganxo

Com es pot observar, a la punta del ganxo, es troba la força creada pel pes de la porta, en aquest cas, 1165.1 N. A l'altre extrem, tenim el moment creat pel reductor, que haurà de dividir-se entre 2, ja que el ganxo té dos orificis per tal de poder acoplar-se a l'eix de sortida del reductor. Per tant, el moment creat, s'haurà de dividir entre 2, 224.85Nm per cada orifici. I finalment, definir els suports que faran que el ganxo no surti de lloc, i quedi fixat al seu lloc. Cada suport estarà definit dins l'anacletge de cada costat del ganxo, a la part interior.

Un cop definits tots els paràmetres de l'estructura, es faran 2 comprovacions, una comprovació pel desplaçament total de l'estructura, i un altre per veure l'esforç màxim d'aquesta, i veure si falla.

### B.2.1 Deformació total

Aquest resultat servirà per veure quant es pot arribar a allargar o contraure l'estructura gràcies a les forces externes aplicades.

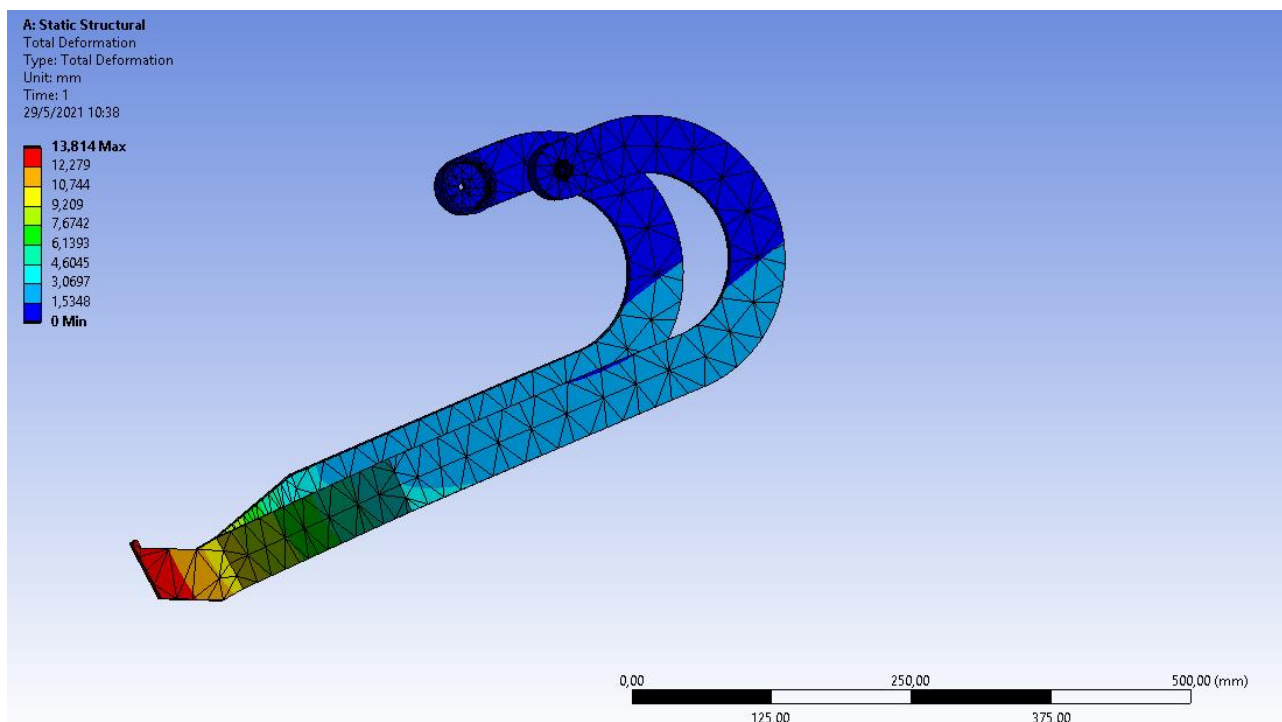


Figura 11: Deformació total del ganxo

Com es pot veure a la Figura 11: Deformació total del ganxo, la deformació màxima que pateix l'estructura és de 13.8 mm, un deformació assumible per la magnitud de les forces.

## B.2.2 Tensió màxima del ganxo

En aquest apartat, es valorarà la tensió màxima que ha d'aguantar el ganxo en realitzar aquest esforç.

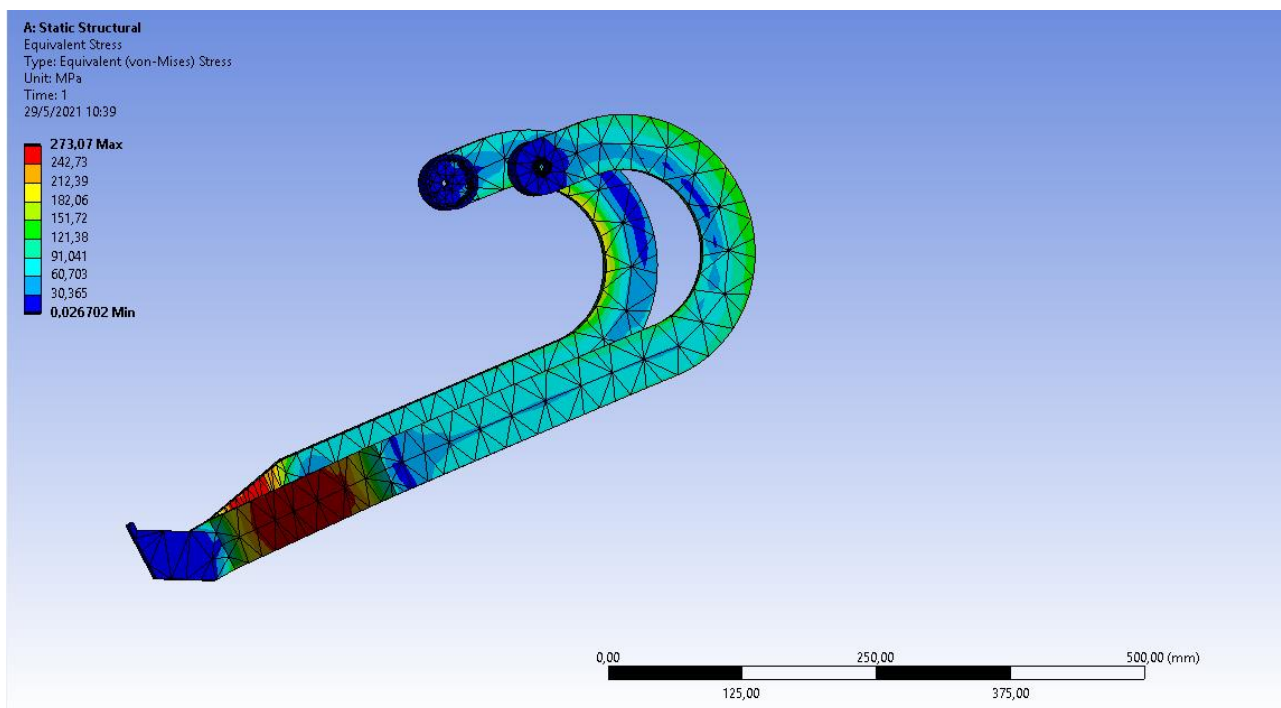


Figura 12: Esforç màxim del ganxo

Com es pot observar, l'esforç màxim que ha de suportar l'estructura és de 273.07 MPa, a primera vista, sembla que aquest valor està dins l'interval del material on la peça no patirà deformacions irreversibles. Per comprovar aquest fet, s'haurà de comparar aquest resultat amb el límit elàstic del material.

Per saber aquest aquest límit elàstic, s'utilitzaran els valors presents al document Plec de Condicions

Densitat	7800 kg/m <sup>3</sup>
Resistència última a tracció	900 MPa
Límit elàstic	650 MPa

Taula 20: Propietats de l'acer estructural

Com es pot veure, l'acer escollit, té un límit elàstic de 650 MPa, per tant, obtenim un factor de seguretat de  $n = 2.4$ , encara que no sigui extremadament alt, és un bon factor de seguretat. Per tant, es pot dir que la peça podrà aguantar els esforços necessaris sense problemes.

## **Annex C: Evolució de la solució**

### **C.1 Introducció**

En el present annex es presentaran les diferents opcions que ens van optar a l'hora de l'elaboració del reductor.

### **C.2 Solució escollida**

En el primer apartat, Porta de la propietat i Elecció del model, la primera opció que es va tenir en compte, va ser la de comprar una porta enrotllable d'alumini, ja que al garatge, hi ha prou espai al sostre, com per poder encaixar el mecanisme, sense cap complicació. I, a més quedava bé estèticament.

El detonant per no continuar per aquesta via, va ser el cost total del mecanisme més la suma del cost de la porta, ja que, tot en conjunt era aproximadament un 70% més car que no pas el fet d'automatitzar la porta que ja hi ha a la propietat.

### **C.3 Solució a la relació de transmissió**

Un cop es sabia l'automatització que es volia desenvolupar, es van decidir moltes solucions per arribar a la definitiva.

A continuació es mostraran un conjunt d'elles:

1a opció: La primera opció va ser intentar muntar el reductor amb 2 etapes, i sense cargol vi-sens-fi, però ràpidament, es va veure que la reducció no era suficientment potent, per tal, es va descartar ràpidament.

2a opció: Just després d'aquesta opció, es va pensar en mantenir les dues etapes. Però ara, es volia canviar l'engrenatge recte que sortia directament de l'eix del motor, per un engranatge vi-sens-fi, ja que aquest donava una reducció molt més gran respecte a l'altre mecanisme. Però aquesta solució tampoc va ser escollida, ja que la reducció, tampoc arribava a ser suficient per la feina escollida.

3a opció: Per últim, es va optar per fer un reductor de 3 etapes, i que una d'elles fos amb un cargol vi-sens-fi. Finalment, la reducció va ser perfecte per poder desenvolupar l'acció.

#### **C.4 Disseny del reductor**

Un cop és coneguda la reducció que s'havia de fer a cada etapa, es va anar modificant les variables de la fórmula que permetia calcular l'esforç de cada engranatge, amb la equació (10), per arribar a un factor de seguretat suficientment bo per la feina requerida, en aquest cas un factor més gran a 3.

De la formula, bàsicament, es van anar modificant els valors del mòdul i de l'amplada de la dent. El mòdul, com es mostra a la memòria, es va anar modificant de 1.5 a 3.5.

Mentre que l'amplada de la dent, havia d'estar en un interval determinat, tal i com mostra l'equació (12). Es va escollir la dimensió de la mateixa, a 1.1 vegades el diàmetre del pinyó que engranava, aquest valor de 1.1, es va decidir modificant i canviant varies vegades, fins a obtenir un valor que fos suficientment alt per poder aguantar l'esforç que es requeria, però que a la vegada, sobredimensionés una amplada desmesurada pel reductor.

#### **C.5 Disseny de la carcassa del reductor i motor**

Un cop es tenien tots els engranatges i eixos dimensionats, faltava la creació de la carcassa on tot el mecanisme estaria recolzat.

Primer, es va decidir fer una carcassa totalment rectangular, però es va veure que era poc atractiva a la vista. No tenia un disseny bonic, ni cridaner a la vista. Per tant, es va decidir anar modificant el model, fins a arribar a una caixa rectangular en essència, però amb alguns detalls que feien la carcassa diferent a la resta, sobretot per les seves arestes arrodonides per donar-li personalitat.

Finalment, la carcassa del motor. Es va començar amb una carcassa totalment rectangular, com passava amb la del reductor, i es va anar modificant, fins a obtenir una figura asimètrica amb una pronunciada corba a la part superior, donant-li una apariència més aerodinàmica, i diferent a la resta. Creant així, en conjunt una estructura atractiva i funcional.

## **Annex D: Planificació**

### **D.1 Introducció**

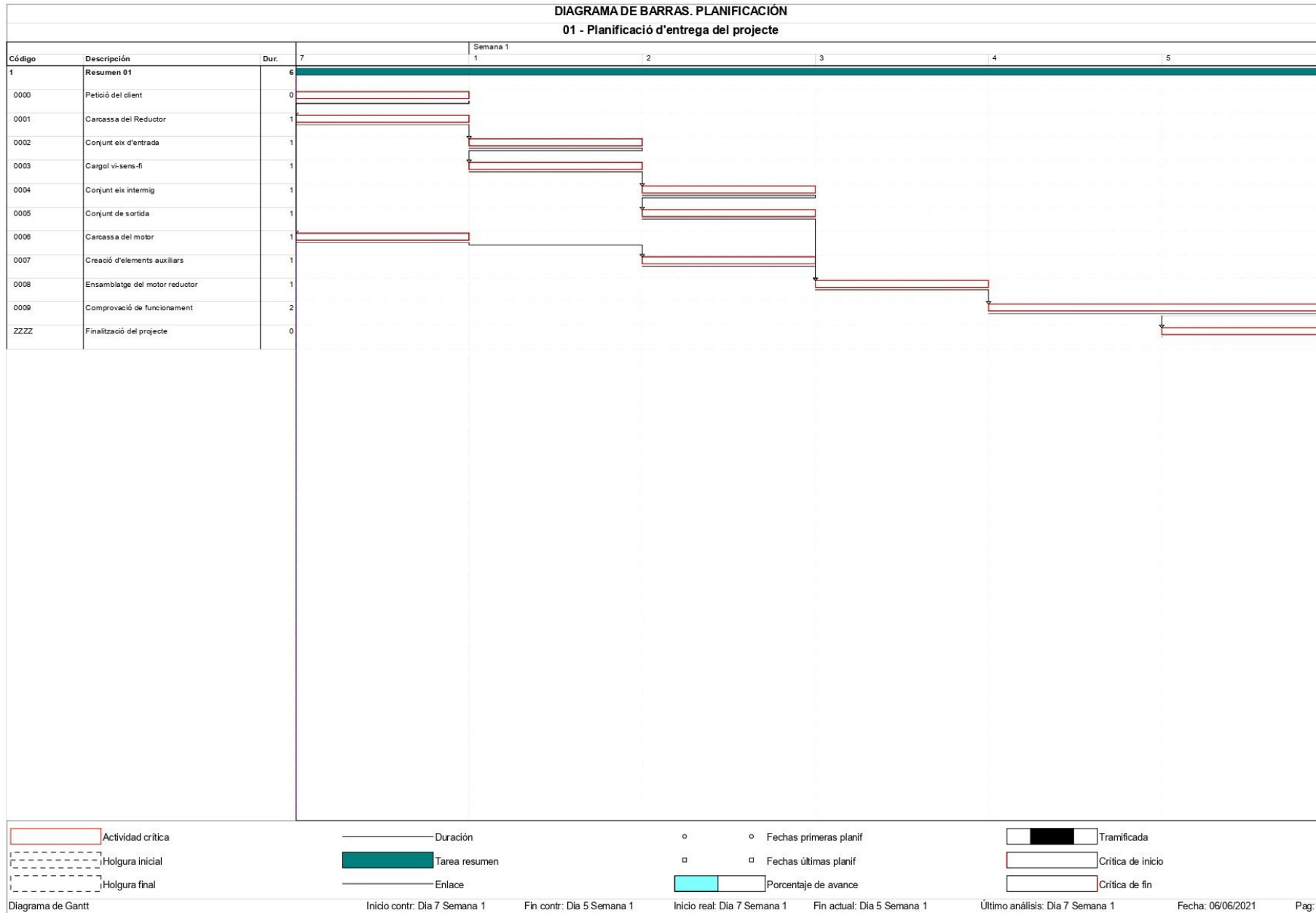
En el present annex es presentaran les planificacions d'entrega del projecte, un cop el contractista demani un exemplar.

I la planificació a l'hora d'elaborar el TFG, el temps que s'ha executat en desenvolupar cada apartat d'ell.

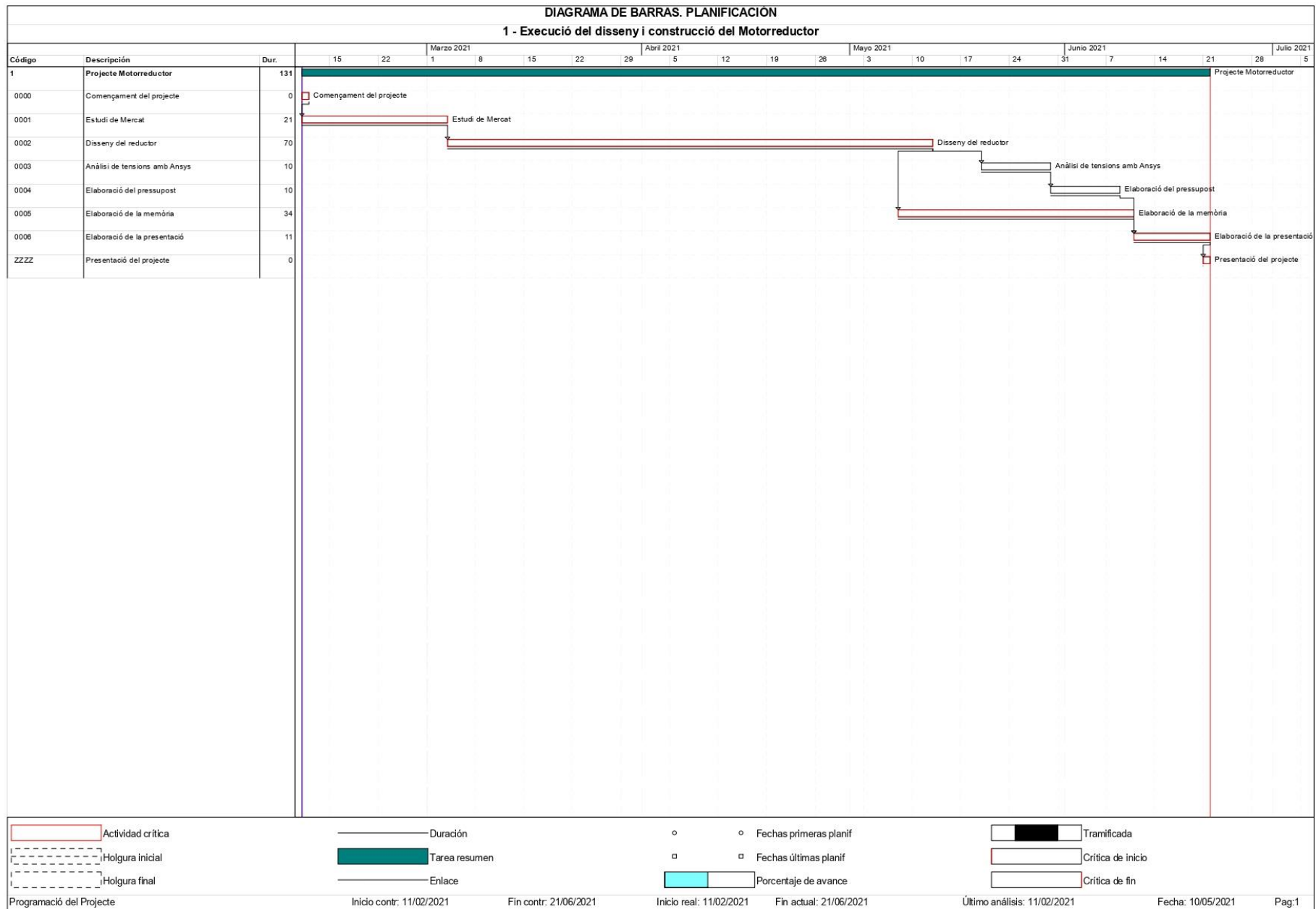




## D.2 Planificació d'entrega del motor reductor al client



### D.3 Planificació de l'elaboració del TFG



## Annex E: Render del conjunt

### E.1 Introducció

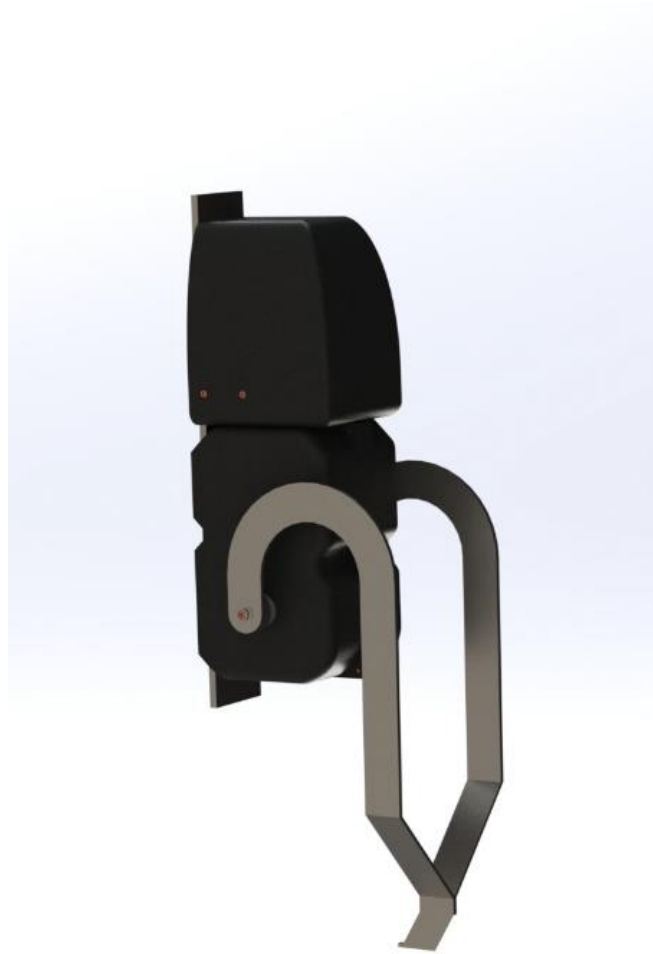
En el present annex es mostrarà el render de com quedaria el motor reductor construït, i també el resultat gràfic del tren d'engranatges totalment acoblat.

### E.2 Tren d'engranatges



*Figura 13: Renderitzat del conjunt d'eixos*

### E.3 Conjunt



*Figura 14: Renderitzat del motor reductor*

## Annex F: Justificació de Preus

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

### JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 1

MA D'OBRA

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
A012PN01	h	Fresador	25,36000 €
A012PN02	h	Ferrallista	25,36000 €
A012PN03	h	Soldador	22,60000 €
A012PN04	h	Tornejador	22,60000 €
A012PN05	h	Estampador	22,60000 €

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

**JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

Pàg.: 2

## MAQUINÀRIA

<b>CODI</b>	<b>UA</b>	<b>DESCRIPCIÓ</b>	<b>PREU</b>	
COM00001	h	Màquina pel temperatge	63,11000	€
COM00002	h	Màquina pel revingut	57,70000	€
CON00003	h	Taladradora	31,50000	€
CON00004	h	Roscadora	31,50000	€
CON00005	h	Fresadora	31,50000	€
CON00006	h	Tornejadora	31,50000	€
CON00007	h	Estampadora	60,00000	€
CON00008	h	Serra mecànica	31,50000	€
CON00009	h	Soldadora elèctrica	4,20000	€

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

### MATERIALS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	
B0A00001	dm2	Làmina d'Alumini 1060 de 10 mm de gruix	0,40000	€
B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	1,90000	€
B0B00002	cm2	Làmina d'acer estructural de 7mm	0,85000	€
B0F00001	u	Cargol mètric 6 de longitud 20 mm	0,09000	€
B0F00002	u	Cargol mètric 6 de longitud 30 mm	0,10000	€
B0F00003	u	Cargol mètric 6 de longitud 35 mm	0,10000	€
B0F00004	u	Cargol mètric 6 de longitud 16 mm	0,09000	€
B0F00005	u	Cargol mètric 6 de longitud 18 mm	0,09000	€
B0F00006	u	Rodament de boles de diàmetre interior 35 mm	2,11000	€
B0F00008	u	Rodament de boles de diàmetre interior 25 mm	1,14000	€
B0F00009	u	Rodament de boles de diàmetre interior 45 mm	3,33000	€
B0F00010	u	Anell de seguretat	0,05000	€
B0P00001	kg	Polipropilè	1,20000	€

**JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

## PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
P-1	0001	u	Carcassa Principal del motor	Rend.: 1,000		21,53	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
	Ma d'obra						
	A012PN05	h	Estampador	0,120	/R x 22,60000 =	2,71200	
				Subtotal:		2,71200	2,71200
	Maquinària						
	CON00003	h	Taladradora	0,150	/R x 31,50000 =	4,72500	
	CON00004	h	Roscadora	0,200	/R x 31,50000 =	6,30000	
	CON00007	h	Estampadora	0,100	/R x 60,00000 =	6,00000	
				Subtotal:		17,02500	17,02500
	Materials						
	B0P00001	kg	Polipropilè	0,637	x 1,20000 =	0,76440	
				Subtotal:		0,76440	0,76440
				COST DIRECTE			20,50140
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	1,02507
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>21,52647</b>
P-2	0002	u	Carcassa Secundària del motor	Rend.: 1,000		21,05	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
	Ma d'obra						
	A012PN05	h	Estampador	0,120	/R x 22,60000 =	2,71200	
				Subtotal:		2,71200	2,71200
	Maquinària						
	CON00003	h	Taladradora	0,150	/R x 31,50000 =	4,72500	
	CON00007	h	Estampadora	0,100	/R x 60,00000 =	6,00000	
	CON00004	h	Roscadora	0,200	/R x 31,50000 =	6,30000	
				Subtotal:		17,02500	17,02500
	Materials						
	B0P00001	kg	Polipropilè	0,255	x 1,20000 =	0,30600	
				Subtotal:		0,30600	0,30600
				COST DIRECTE			20,04300
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	1,00215
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>21,04515</b>
P-3	0003	u	Platina unió motor amb carcassa reductor	Rend.: 1,000		10,01	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
	Ma d'obra						
	A012PN02	h	Ferrallista	0,120	/R x 25,36000 =	3,04320	



# Memòria i annexos

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 5

### PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU	
				Subtotal:			3,04320	3,04320	
Maquinària									
	C0N00003	h	Taladradora	0,100	/R x	31,50000	=	3,15000	
	C0N00004	h	Roscadora	0,100	/R x	31,50000	=	3,15000	
				Subtotal:			6,30000	6,30000	
Materials									
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	0,0987	x	1,90000	=	0,18753	
				Subtotal:			0,18753	0,18753	
				COST DIRECTE				9,53073	
				GASTOS INDIRECTOS	5,00	%		0,47654	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>10,00727</b>	
<b>P-4</b>	<b>0004</b>	<b>u</b>	<b>Cargol mètric 6 de longitud 16 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>0,09 €</b>	
				Unitats		Preu		Parcial	Import
Materials									
	B0F00004	u	Cargol mètric 6 de longitud 16 mm	1,000	x	0,09000	=	0,09000	
				Subtotal:				0,09000	0,09000
				COST DIRECTE				0,09000	
				GASTOS INDIRECTOS	5,00	%		0,00450	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>0,09450</b>	
<b>P-5</b>	<b>0005</b>	<b>u</b>	<b>Cargol mètric 6 de longitud 18 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>0,09 €</b>	
				Unitats		Preu		Parcial	Import
Materials									
	B0F00005	u	Cargol mètric 6 de longitud 18 mm	1,000	x	0,09000	=	0,09000	
				Subtotal:				0,09000	0,09000
				COST DIRECTE				0,09000	
				GASTOS INDIRECTOS	5,00	%		0,00450	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>0,09450</b>	
<b>P-6</b>	<b>0006</b>	<b>u</b>	<b>Cargol mètric 6 de longitud 20 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>0,09 €</b>	
				Unitats		Preu		Parcial	Import
Materials									
	B0F00001	u	Cargol mètric 6 de longitud 20 mm	1,000	x	0,09000	=	0,09000	
				Subtotal:				0,09000	0,09000

**JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				COST DIRECTE			0,09000	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,00450	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>0,09450</b>	
<b>P-7</b>	<b>0007</b>	<b>u</b>	<b>Cargol mètric 6 de longitud 30 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>0,11 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Materials								
	B0F00002	u	Cargol mètric 6 de longitud 30 mm	1,000	x 0,10000 =	0,10000		
				Subtotal:		0,10000	0,10000	
				COST DIRECTE			0,10000	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,00500	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>0,10500</b>	
<b>P-8</b>	<b>0008</b>	<b>u</b>	<b>Ganxo, permet transmetre el moviment de rotació de l'eix en moviment lineal per poder obrir la porta</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>33,17 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN02	h	Ferrallista	0,220	/R x 25,36000 =	5,57920		
	A012PN03	h	Soldador	0,300	/R x 22,60000 =	6,78000		
				Subtotal:		12,35920	12,35920	
Maquinària								
	CON00004	h	Roscadora	0,020	/R x 31,50000 =	0,63000		
	CON00003	h	Taladradora	0,020	/R x 31,50000 =	0,63000		
	CON00009	h	Soldadora elèctrica	0,250	/R x 4,20000 =	1,05000		
	CON00008	h	Serra mecànica	0,200	/R x 31,50000 =	6,30000		
				Subtotal:		8,61000	8,61000	
Materials								
	B0B00002	cm2	Làmina d'acer estructural de 7mm	12,500	x 0,85000 =	10,62500		
				Subtotal:		10,62500	10,62500	
				COST DIRECTE			31,59420	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	1,57971	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>33,17391</b>	
<b>P-9</b>	<b>0009</b>	<b>u</b>	<b>Cargol mètric 6 de longitud 35 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>0,11 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Materials								
	B0F00003	u	Cargol mètric 6 de longitud 35 mm	1,000	x 0,10000 =	0,10000		
				Subtotal:		0,10000	0,10000	

**JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				COST DIRECTE			0,10000	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,00500	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>0,10500</b>	
<b>P-10</b>	<b>0010</b>	<b>u</b>	<b>Carcassa del reductor part esquerra</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>24,83 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN05	h	Estampador	0,120 /R x	22,60000 =	2,71200		
				Subtotal:		2,71200	2,71200	
Maquinària								
	C0N00003	h	Taladradora	0,200 /R x	31,50000 =	6,30000		
	C0N00004	h	Roscadora	0,250 /R x	31,50000 =	7,87500		
	C0N00007	h	Estampadora	0,100 /R x	60,00000 =	6,00000		
				Subtotal:		20,17500	20,17500	
Materials								
	B0P00001	kg	Polipropilè	0,6344 x	1,20000 =	0,76128		
				Subtotal:		0,76128	0,76128	
				COST DIRECTE			23,64828	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	1,18241	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>24,83069</b>	
<b>P-11</b>	<b>0011</b>	<b>u</b>	<b>Carcassa del reductor part dreta</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>19,84 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN05	h	Estampador	0,120 /R x	22,60000 =	2,71200		
				Subtotal:		2,71200	2,71200	
Maquinària								
	C0N00007	h	Estampadora	0,100 /R x	60,00000 =	6,00000		
	C0N00003	h	Taladradora	0,300 /R x	31,50000 =	9,45000		
				Subtotal:		15,45000	15,45000	
Materials								
	B0P00001	kg	Polipropilè	0,6071 x	1,20000 =	0,72852		
				Subtotal:		0,72852	0,72852	
				COST DIRECTE			18,89052	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,94453	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>19,83505</b>	

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 8

### PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ				PREU
P-12	0012	u	Eix de sortida	Rend.: 1,000			148,64 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
			Ma d'obra				
	A012PN04	h	Tornejador	0,800 /R x	22,60000 =	18,08000	
	A012PN02	h	Ferrallista	0,500 /R x	25,36000 =	12,68000	
	A012PN01	h	Fresador	0,350 /R x	25,36000 =	8,87600	
				Subtotal:		39,63600	39,63600
			Maquinària				
	COM00001	h	Màquina pel temperatge	0,500 /R x	63,11000 =	31,55500	
	CON00005	h	Fresadora	0,300 /R x	31,50000 =	9,45000	
	COM00002	h	Màquina pel revingut	0,500 /R x	57,70000 =	28,85000	
	CON00006	h	Tornejadora	0,750 /R x	31,50000 =	23,62500	
				Subtotal:		93,48000	93,48000
			Materials				
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	4,4435 x	1,90000 =	8,44265	
				Subtotal:		8,44265	8,44265
				COST DIRECTE			141,55865
				GASTOS INDIRECTOS	5,00 %		7,07793
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>148,63658</b>
P-13	0013	u	Eix intermedi	Rend.: 1,000			129,99 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
			Ma d'obra				
	A012PN01	h	Fresador	0,200 /R x	25,36000 =	5,07200	
	A012PN02	h	Ferrallista	0,500 /R x	25,36000 =	12,68000	
	A012PN04	h	Tornejador	0,700 /R x	22,60000 =	15,82000	
				Subtotal:		33,57200	33,57200
			Maquinària				
	CON00005	h	Fresadora	0,150 /R x	31,50000 =	4,72500	
	CON00006	h	Tornejadora	0,650 /R x	31,50000 =	20,47500	
	COM00001	h	Màquina pel temperatge	0,500 /R x	63,11000 =	31,55500	
	COM00002	h	Màquina pel revingut	0,500 /R x	57,70000 =	28,85000	
				Subtotal:		85,60500	85,60500
			Materials				
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	2,4354 x	1,90000 =	4,62726	
				Subtotal:		4,62726	4,62726

# Memòria i annexos

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 9

### PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				COST DIRECTE			123,80426	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	6,19021	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>129,99447</b>	
<b>P-14</b>	<b>0014</b>	u	Eix d'entrada	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>123,21 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN01	h	Fresador	0,170 /R x	25,36000 =	4,31120		
	A012PN04	h	Tornejador	0,620 /R x	22,60000 =	14,01200		
	A012PN02	h	Ferrallista	0,500 /R x	25,36000 =	12,68000		
				Subtotal:		31,00320	31,00320	
Maquinària								
	CON00006	h	Tornejadora	0,600 /R x	31,50000 =	18,90000		
	COM00001	h	Màquina pel temperatge	0,500 /R x	63,11000 =	31,55500		
	COM00002	h	Màquina pel revingut	0,500 /R x	57,70000 =	28,85000		
	CON00005	h	Fresadora	0,150 /R x	31,50000 =	4,72500		
				Subtotal:		84,03000	84,03000	
Materials								
	BOB00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	1,2148 x	1,90000 =	2,30812		
				Subtotal:		2,30812	2,30812	
				COST DIRECTE			117,34132	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	5,86707	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>123,20839</b>	
<b>P-15</b>	<b>0015</b>	u	Rodament per eix de diàmetre 45 mm	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>3,50 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Materials								
	B0F00009	u	Rodament de boles de diàmetre interior 45 mm	1,000 x	3,33000 =	3,33000		
				Subtotal:		3,33000	3,33000	
				COST DIRECTE			3,33000	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,16650	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>3,49650</b>	
<b>P-16</b>	<b>0016</b>	u	Xaveta per l'eix de sortida, de mida 14 x 9 x 61 mm	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>3,63 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN01	h	Fresador	0,070 /R x	25,36000 =	1,77520		
				Subtotal:		1,77520	1,77520	

**JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ				PREU
	CON00005	h	Fresadora	0,050	/R x	31,50000 =	1,57500
						Subtotal:	1,57500
							1,57500
	Materials						
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	0,0579	x	1,90000 =	0,11001
						Subtotal:	0,11001
							0,11001
						COST DIRECTE	3,46021
						GASTOS INDIRECTOS 5,00 %	0,17301
						<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>	<b>3,63322</b>
<b>P-17</b>	<b>0017</b>	<b>u</b>	<b>Rodament per eix de diàmetre 35 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>2,22 €</b>
				Unitats		Preu	Parcial
							Import
	Materials						
	B0F00006	u	Rodament de boles de diàmetre interior 35 mm	1,000	x	2,11000 =	2,11000
						Subtotal:	2,11000
							2,11000
						COST DIRECTE	2,11000
						GASTOS INDIRECTOS 5,00 %	0,10550
						<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>	<b>2,21550</b>
<b>P-18</b>	<b>0018</b>	<b>u</b>	<b>Rodament per eix de diàmetre 25 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>1,20 €</b>
				Unitats		Preu	Parcial
							Import
	Materials						
	B0F00008	u	Rodament de boles de diàmetre interior 25 mm	1,000	x	1,14000 =	1,14000
						Subtotal:	1,14000
							1,14000
						COST DIRECTE	1,14000
						GASTOS INDIRECTOS 5,00 %	0,05700
						<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>	<b>1,19700</b>
<b>P-19</b>	<b>0019</b>	<b>u</b>	<b>Xaveta Eix intermedi, de mida 12 x 8 x 38 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>3,59 €</b>
				Unitats		Preu	Parcial
							Import
	Ma d'obra						
	A012PN01	h	Fresador	0,070	/R x	25,36000 =	1,77520
						Subtotal:	1,77520
							1,77520
	Maquinària						
	CON00005	h	Fresadora	0,050	/R x	31,50000 =	1,57500
						Subtotal:	1,57500
							1,57500
	Materials						
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	0,0349	x	1,90000 =	0,06631
						Subtotal:	0,06631
							0,06631

# Memòria i annexos

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 11

### PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				COST DIRECTE			3,41651	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,17083	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>3,58734</b>	
<b>P-20</b>	<b>0020</b>	<b>u</b>	<b>Xaveta Eix d'entrada, de mida 8 x 7 x 18 mm</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>3,53 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN01	h	Fresador	0,070 /R x	25,36000 =	1,77520		
				Subtotal:		1,77520	1,77520	
Maquinària								
	CON00005	h	Fresadora	0,050 /R x	31,50000 =	1,57500		
				Subtotal:		1,57500	1,57500	
Materials								
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	0,0071 x	1,90000 =	0,01349		
				Subtotal:		0,01349	0,01349	
				COST DIRECTE			3,36369	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,16818	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>3,53187</b>	
<b>P-21</b>	<b>0021</b>	<b>u</b>	<b>Anell de Seguretat</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>0,05 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Materials								
	BOF00010	u	Anell de seguretat	1,000 x	0,05000 =	0,05000		
				Subtotal:		0,05000	0,05000	
				COST DIRECTE			0,05000	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %	0,00250	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>			<b>0,05250</b>	
<b>P-22</b>	<b>0022</b>	<b>u</b>	<b>Engranatge de mòdul 3 i 53 dents</b>	<b>Rend.: 1,000</b>			<b>103,92 €</b>	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A012PN01	h	Fresador	0,500 /R x	25,36000 =	12,68000		
	A012PN02	h	Ferrallista	0,400 /R x	25,36000 =	10,14400		
				Subtotal:		22,82400	22,82400	
Maquinària								
	CON00005	h	Fresadora	0,450 /R x	31,50000 =	14,17500		
	COM00001	h	Màquina pel temperatge	0,400 /R x	63,11000 =	25,24400		
	COM00002	h	Màquina pel revingut	0,400 /R x	57,70000 =	23,08000		

**JUSTIFICACIÓ DE PREUS**

## PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU	
				Subtotal:			62,49900	62,49900	
Materials									
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	7,1841	x	1,90000 =	13,64979		
				Subtotal:			13,64979	13,64979	
				COST DIRECTE				98,97279	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %		4,94864	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>103,92143</b>	
<b>P-23</b>	<b>0023</b>	<b>u</b>	<b>Engranatge de mòdul 2.25 i 53 dents</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>90,22</b>	<b>€</b>
				Unitats		Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra									
	A012PN02	h	Ferrallista	0,400	/R x	25,36000 =	10,14400		
	A012PN01	h	Fresador	0,420	/R x	25,36000 =	10,65120		
				Subtotal:			20,79520	20,79520	
Maquinària									
	C0N00005	h	Fresadora	0,400	/R x	31,50000 =	12,60000		
	C0M00002	h	Màquina pel revingut	0,400	/R x	57,70000 =	23,08000		
	C0M00001	h	Màquina pel temperatge	0,400	/R x	63,11000 =	25,24400		
				Subtotal:			60,92400	60,92400	
Materials									
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	2,2117	x	1,90000 =	4,20223		
				Subtotal:			4,20223	4,20223	
				COST DIRECTE				85,92143	
				GASTOS INDIRECTOS		5,00 %		4,29607	
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>90,21750</b>	
<b>P-24</b>	<b>0024</b>	<b>u</b>	<b>Engranatge globular de mòdul 2.25 i 37 dents</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>90,27</b>	<b>€</b>
				Unitats		Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra									
	A012PN01	h	Fresador	0,470	/R x	25,36000 =	11,91920		
	A012PN02	h	Ferrallista	0,400	/R x	25,36000 =	10,14400		
				Subtotal:			22,06320	22,06320	
Maquinària									
	C0M00001	h	Màquina pel temperatge	0,400	/R x	63,11000 =	25,24400		
	C0N00005	h	Fresadora	0,450	/R x	31,50000 =	14,17500		
	C0M00002	h	Màquina pel revingut	0,400	/R x	57,70000 =	23,08000		
				Subtotal:			62,49900	62,49900	
Materials									
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	0,741	x	1,90000 =	1,40790		



# Memòria i annexos

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 13

### PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				Subtotal:			1,40790	1,40790
				COST DIRECTE				85,97010
				GASTOS INDIRECTOS	5,00 %			4,29851
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>90,26861</b>
<b>P-25</b>	<b>0025</b>	<b>u</b>	<b>Motor 210 W</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>315,00 €</b>
				COST DIRECTE				300,00000
				GASTOS INDIRECTOS	5,00 %			15,00000
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>315,00000</b>
<b>P-26</b>	<b>0031</b>	<b>u</b>	<b>Guia de cargolament entre motor reductor i porta</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>42,80 €</b>
				Unitats	Preu	Parcial		Import
<b>Ma d'obra</b>								
	A012PN01	h	Fresador	0,520 /R x	25,36000 =	13,18720		
	A012PN02	h	Ferrallista	0,100 /R x	25,36000 =	2,53600		
				Subtotal:		15,72320		15,72320
<b>Maquinària</b>								
	CON00005	h	Fresadora	0,500 /R x	31,50000 =	15,75000		
	CON00004	h	Roscadora	0,100 /R x	31,50000 =	3,15000		
	CON00003	h	Taladradora	0,100 /R x	31,50000 =	3,15000		
				Subtotal:		22,05000		22,05000
<b>Materials</b>								
	B0A00001	dm2	Làmina d'Alumini 1060 de 10 mm de gruix	7,480 x	0,40000 =	2,99200		
				Subtotal:		2,99200		2,99200
				COST DIRECTE				40,76520
				GASTOS INDIRECTOS	5,00 %			2,03826
				<b>COST EXECUCIÓ MATERIAL</b>				<b>42,80346</b>
<b>P-27</b>	<b>0045</b>	<b>u</b>	<b>Cargol vi-sens-ft</b>	<b>Rend.: 1,000</b>				<b>49,43 €</b>
				Unitats	Preu	Parcial		Import
<b>Ma d'obra</b>								
	A012PN02	h	Ferrallista	0,200 /R x	25,36000 =	5,07200		
	A012PN01	h	Fresador	0,320 /R x	25,36000 =	8,11520		
				Subtotal:		13,18720		13,18720
<b>Maquinària</b>								
	CON00005	h	Fresadora	0,300 /R x	31,50000 =	9,45000		
	COM00001	h	Màquina pel temperatge	0,200 /R x	63,11000 =	12,62200		
	COM00002	h	Màquina pel revingut	0,200 /R x	57,70000 =	11,54000		
				Subtotal:		33,61200		33,61200
<b>Materials</b>								

Execució del disseny i construcció del Motor reductor

## JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Pàg.: 14

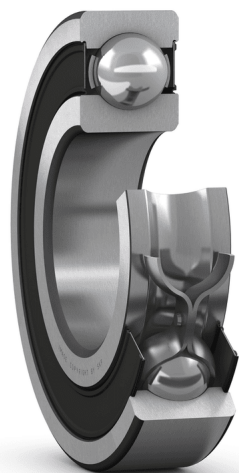
PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ				PREU
	B0B00001	kg	Acer Inoxidable AISI 1045	0,1439	x	1,90000 =	0,27341
					Subtotal:		0,27341
							47,07261
						5,00 %	2,35363
							<b>49,42624</b>

## **Annex G. Documentació tècnica**

En el present annex, s'adjuntarà tota aquella informació necessària per tal de desenvolupar el mecanisme, i que no ha sigut explicada amb anterioritat.

S'adjuntaran fitxes tècniques dels elements utilitzats al prototip, les quals no han estat dissenyades pel projectista.



# 6007-2RS1 Rodamientos rígidos de bolas

Producto popular  
SKF Explorer

## Rodamientos rígidos de bolas

### Datos de los rodamientos

#### Tolerancias,

Normal (métrica), P6, P5, Normal (en pulgadas),

#### Juego radial interno,

Pares de rodamientos apareados, Acero inoxidable  $d < 10$  mm, Otros rodamientos

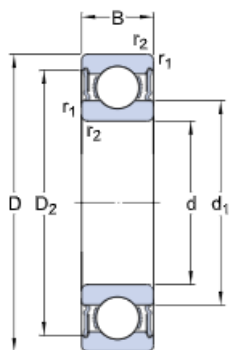
### Interfaces del rodamiento

#### Tolerancias de los asientos

para condiciones estándares,

#### Tolerancias y ajustes resultantes

## Especificación técnica

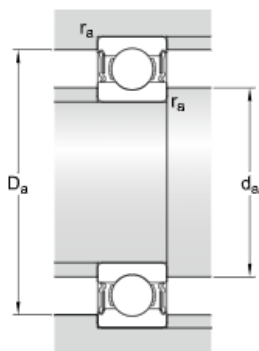


### DIMENSIONES

d	35 mm
D	62 mm
B	14 mm
$d_1$	≈ 43.75 mm
$D_2$	≈ 55.61 mm
$r_{1,2}$	min. 1 mm

### DIMENSIONES DE LOS RESALTES

$d_a$	min. 39.6 mm
$d_a$	max. 43.7 mm
$D_a$	max. 57.4 mm
$r_a$	max. 1 mm



## DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	16.8 kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	10.2 kN
Carga límite de fatiga	$P_u$	0.44 kN
Velocidad límite		7 000 r/min
Factor de cálculo	$k_r$	0.025
Factor de cálculo	$f_0$	15

## MASA

Rodamiento de masa		0.16 kg
--------------------	--	---------

## Más información

Detalles del producto	Información sobre ingeniería	Herramientas
<a href="#">Rodamientos rígidos de una hilera de bolas</a>	<a href="#">Principios para la selección de rodamientos</a>	<a href="#">Bearing Select (Herramienta para la selección de rodamientos)</a>
<a href="#">Rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable</a>	<a href="#">Conocimientos generales sobre rodamientos</a>	<a href="#">SimPro Quick</a>
<a href="#">Rodamientos rígidos de una hilera de bolas con escotes de llenado</a>	<a href="#">Proceso de selección de rodamientos</a>	<a href="#">Engineering Calculator (Herramienta para cálculos de ingeniería)</a>
<a href="#">Rodamientos rígidos de dos hileras de bolas</a>	<a href="#">Interfaces del rodamiento</a>	<a href="#">LubeSelect para grasas SKF</a>
<a href="#">Datos de los rodamientos</a>	<a href="#">Tolerancias de los asientos para condiciones estándares</a>	<a href="#">Herramienta para la selección de calentadores</a>
<a href="#">Cargas</a>	<a href="#">Selección del juego interno</a>	<a href="#">Instrucciones de montaje y desmontaje de rodamientos</a>
<a href="#">Límites de temperatura</a>	<a href="#">Lubricación</a>	
<a href="#">Velocidad admisible</a>	<a href="#">Sellado, montaje y desmontaje</a>	
<a href="#">Sistema de designación</a>	<a href="#">Falla del rodamiento y cómo prevenirla</a>	

# Términos y condiciones

Al visitar y utilizar esta página web/aplicación del Grupo SKF, entendiendo por tal AB SKF y/o cualquiera de sus filiales ("SKF"), usted acepta los siguientes términos y condiciones

## Limitación de la garantía y de la responsabilidad

Aunque se ha puesto el máximo empeño en asegurar la exactitud de la información incluida en esta página web/aplicación, SKF proporciona dicha información "TAL CUAL", y DENIEGA CUALQUIER GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN Y APTITUD PARA FINES ESPECÍFICOS. Usted reconoce que utilizará esta página web/aplicación bajo su propio riesgo, que asume la responsabilidad completa de todos los costos asociados al uso de esta página web/aplicación y que SKF no será responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente ni indirecto de ningún tipo, derivado de su acceso a la información o los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación o del uso de estos. Todas las garantías y declaraciones incluidas en esta página web/aplicación acerca de los productos o servicios de SKF que usted adquiera o use estarán sujetas a los términos y condiciones acordados en el contrato del producto o servicio en cuestión. Asimismo, en lo que respecta a las páginas web/aplicaciones no pertenecientes a SKF mencionadas en nuestra página web/aplicación o donde se incluya un hipervínculo, SKF no ofrece garantía alguna respecto de la exactitud o la confiabilidad de la información contenida en dichas páginas web/aplicaciones y no asumirá ninguna responsabilidad sobre el material creado o publicado por terceros incluido en dichas páginas y aplicaciones. Además, SKF tampoco garantiza que esta página web/aplicación ni que esas otras páginas web/aplicaciones vinculadas estén libres de virus u otros elementos perjudiciales.

## Derechos de autor

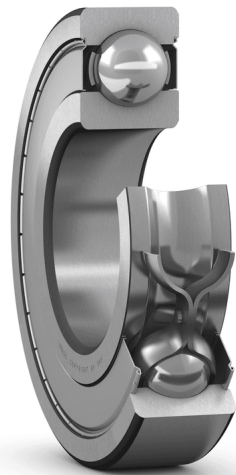
Los derechos de autor de esta página web/aplicación y el derecho de autor de la información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación pertenecen a SKF o a los otorgantes de su autorización de uso. Quedan reservados todos los derechos. Todo el material autorizado para su uso mencionará al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar el material. La información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación no podrán reproducirse, duplicarse, copiarse, transmitirse, distribuirse, almacenarse, modificarse, descargarse ni explotarse de ningún otro modo para uso comercial sin la autorización previa por escrito de SKF. No obstante, sí podrán reproducirse, almacenarse y descargarse para su uso por parte de particulares sin la autorización previa por escrito de SKF. En ningún caso se podrá facilitar esta información o programas informáticos a terceros. Esta página web/aplicación incluye determinadas imágenes que se utilizan bajo licencia de Shutterstock, Inc.

## Marcas comerciales y patentes

Todas las marcas comerciales, nombres de marcas y logotipos de empresas que aparecen en la página web/aplicación son propiedad de SKF o de los otorgantes de su autorización de uso, y no podrán ser utilizados de ningún modo sin la autorización previa por escrito de SKF. Todas las marcas comerciales autorizadas publicadas en esta página web/aplicación mencionan al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar la marca comercial. El acceso a esta página web/aplicación no concede al usuario ningún derecho sobre las patentes propiedad de SKF o autorizadas a SKF.

## Cambios

SKF se reserva el derecho a introducir cambios o ampliaciones de esta página web/aplicación en cualquier momento.



# 6005-2Z Rodamientos rígidos de bolas

Producto popular  
SKF Explorer

## Rodamientos rígidos de bolas

### Datos de los rodamientos

#### Tolerancias,

Normal (métrica), P6, P5, Normal (en pulgadas),

#### Juego radial interno,

Pares de rodamientos apareados, Acero inoxidable  $d < 10$  mm, Otros rodamientos

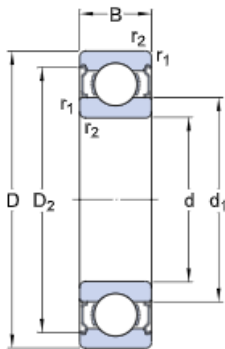
### Interfaces del rodamiento

#### Tolerancias de los asientos

para condiciones estándares,

#### Tolerancias y ajustes resultantes

## Especificación técnica

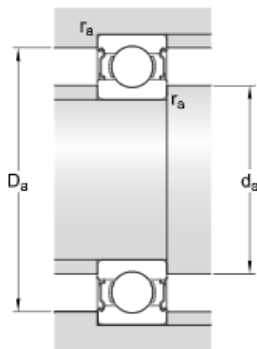


### DIMENSIONES

d	25 mm
D	47 mm
B	12 mm
$d_1$	≈ 32 mm
$D_2$	≈ 42.2 mm
$r_{1,2}$	min. 0.6 mm

### DIMENSIONES DE LOS RESALTES

$d_a$	min. 28.2 mm
$d_a$	max. 31.9 mm
$D_a$	max. 43.8 mm
$r_a$	max. 0.6 mm





## DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	11.9 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	6.55 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.275 kN
Velocidad de referencia		32 000 r/min
Velocidad límite		16 000 r/min
Factor de cálculo	k <sub>r</sub>	0.025
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	14

## MASA

Rodamiento de masa		0.083 kg
--------------------	--	----------

## Más información

Detalles del producto	Información sobre ingeniería	Herramientas
<a href="#">Rodamientos rígidos de una hilera de bolas</a>	<a href="#">Principios para la selección de rodamientos</a>	<a href="#">Bearing Select (Herramienta para la selección de rodamientos)</a>
<a href="#">Rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable</a>	<a href="#">Conocimientos generales sobre rodamientos</a>	<a href="#">SimPro Quick</a>
<a href="#">Rodamientos rígidos de una hilera de bolas con escotes de llenado</a>	<a href="#">Proceso de selección de rodamientos</a>	<a href="#">Engineering Calculator (Herramienta para cálculos de ingeniería)</a>
<a href="#">Rodamientos rígidos de dos hileras de bolas</a>	<a href="#">Interfaces del rodamiento</a>	<a href="#">LubeSelect para grasas SKF</a>
<a href="#">Datos de los rodamientos</a>	<a href="#">Tolerancias de los asientos para condiciones estándares</a>	<a href="#">Herramienta para la selección de calentadores</a>
<a href="#">Cargas</a>	<a href="#">Selección del juego interno</a>	<a href="#">Instrucciones de montaje y desmontaje de rodamientos</a>
<a href="#">Límites de temperatura</a>	<a href="#">Lubricación</a>	
<a href="#">Velocidad admisible</a>	<a href="#">Sellado, montaje y desmontaje</a>	
<a href="#">Sistema de designación</a>	<a href="#">Falla del rodamiento y cómo prevenirla</a>	

# Términos y condiciones

Al visitar y utilizar esta página web/aplicación del Grupo SKF, entendiendo por tal AB SKF y/o cualquiera de sus filiales ("SKF"), usted acepta los siguientes términos y condiciones

## Limitación de la garantía y de la responsabilidad

Aunque se ha puesto el máximo empeño en asegurar la exactitud de la información incluida en esta página web/aplicación, SKF proporciona dicha información "TAL CUAL", y DENIEGA CUALQUIER GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN Y APTITUD PARA FINES ESPECÍFICOS. Usted reconoce que utilizará esta página web/aplicación bajo su propio riesgo, que asume la responsabilidad completa de todos los costos asociados al uso de esta página web/aplicación y que SKF no será responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente ni indirecto de ningún tipo, derivado de su acceso a la información o los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación o del uso de estos. Todas las garantías y declaraciones incluidas en esta página web/aplicación acerca de los productos o servicios de SKF que usted adquiera o use estarán sujetas a los términos y condiciones acordados en el contrato del producto o servicio en cuestión. Asimismo, en lo que respecta a las páginas web/aplicaciones no pertenecientes a SKF mencionadas en nuestra página web/aplicación o donde se incluya un hipervínculo, SKF no ofrece garantía alguna respecto de la exactitud o la confiabilidad de la información contenida en dichas páginas web/aplicaciones y no asumirá ninguna responsabilidad sobre el material creado o publicado por terceros incluido en dichas páginas y aplicaciones. Además, SKF tampoco garantiza que esta página web/aplicación ni que esas otras páginas web/aplicaciones vinculadas estén libres de virus u otros elementos perjudiciales.

## Derechos de autor

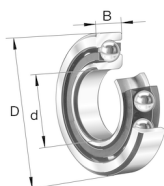
Los derechos de autor de esta página web/aplicación y el derecho de autor de la información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación pertenecen a SKF o a los otorgantes de su autorización de uso. Quedan reservados todos los derechos. Todo el material autorizado para su uso mencionará al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar el material. La información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación no podrán reproducirse, duplicarse, copiarse, transmitirse, distribuirse, almacenarse, modificarse, descargarse ni explotarse de ningún otro modo para uso comercial sin la autorización previa por escrito de SKF. No obstante, sí podrán reproducirse, almacenarse y descargarse para su uso por parte de particulares sin la autorización previa por escrito de SKF. En ningún caso se podrá facilitar esta información o programas informáticos a terceros. Esta página web/aplicación incluye determinadas imágenes que se utilizan bajo licencia de Shutterstock, Inc.

## Marcas comerciales y patentes

Todas las marcas comerciales, nombres de marcas y logotipos de empresas que aparecen en la página web/aplicación son propiedad de SKF o de los otorgantes de su autorización de uso, y no podrán ser utilizados de ningún modo sin la autorización previa por escrito de SKF. Todas las marcas comerciales autorizadas publicadas en esta página web/aplicación mencionan al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar la marca comercial. El acceso a esta página web/aplicación no concede al usuario ningún derecho sobre las patentes propiedad de SKF o autorizadas a SKF.

## Cambios

SKF se reserva el derecho a introducir cambios o ampliaciones de esta página web/aplicación en cualquier momento.



FAG

## ★ 7209-B-XL-TVP

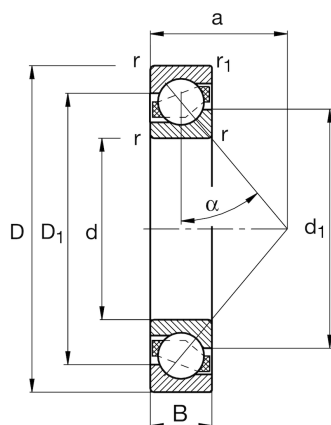
Rodamiento a bolas de contacto angular

ID de Schaeffler  
0167252120000

★ Productos preferidos

X-life

## Información técnica



## Rango de temperatura

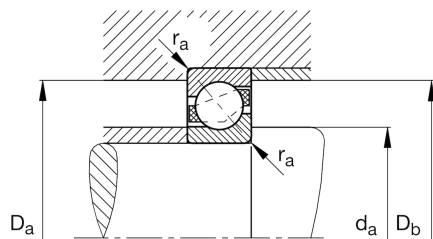
$T_{min}$	-30 °C	Temperatura mín. de funcionamiento
$T_{max}$	120 °C	Temperatura máx. de funcionamiento
	0,405 kg	Peso

## Medidas principales y datos de rendimiento

d	45 mm	Diámetro del agujero
D	85 mm	Diámetro exterior
B	19 mm	Anchura
$C_r$	40.000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
$C_{0r}$	27.000 N	Capacidad de carga estática, radial
$C_{ur}$	1.870 N	Límite de carga por fatiga, radial
$n_G$	11.000 1/min	Velocidad límite de rotación
$n_{gr}$	8.000 1/min	Velocidad de referencia

## Medidas

$r_{min}$	1,1 mm	Medidas mínimas del chaflán
$r_{1 min}$	0,6 mm	Medidas mínimas del chaflán
$D_1$	69,8 mm	Diámetro del resalte del anillo exterior cara lateral ancha
$d_1$	61,2 mm	Diámetro del resalte del anillo exterior cara lateral ancha
a	37 mm	Distancia entre los vértices de los conos de presión
$\alpha$	40 °	Ángulo de contacto



**Medidas de montaje**

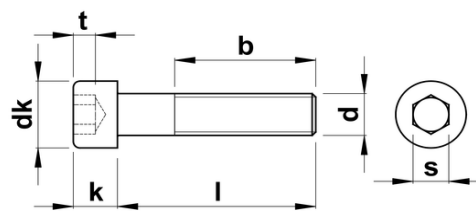
$d_{a \min}$	52 mm	Diámetro mínimo del resalte del eje
$D_{a \max}$	78 mm	Diámetro máximo del resalte del alojamiento
$D_{b \max}$	80,8 mm	Diámetro máximo del resalte del alojamiento
$r_{a \max}$	1 mm	Radio máximo de garganta del eje
$r_{a1 \max}$	0,6 mm	Radio máximo de garganta del soporte

# TORNILLO ALLEN CABEZA BAJA DIN-7984 | UNI-9327 (MÉTRICO)

Pavonado

Calidad 8.8

- d Métrica del tornillo
- dk Diámetro de la cabeza
- k Altura de la cabeza
- t Profundidad de boca
- s Distancia entre caras (llave)
- b Longitud roscada**
- l Longitud seleccionada (sin cabeza)



## Cotas en milímetros (mm)

	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
d									
dk	5,5	7	8,5	10	13	16	18	24	30
k	2	2,8	3,5	4	5	6	7	9	11
t	1,5	2,3	2,7	3	3,8	4,5	5	5,5	7,5
b	12	14	16	18	22	26	30	38	46
s	2	2,5	3	4	5	7	8	12	14
paso	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5