

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per
a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu.**

VOLUM I

**DOCUMENT 1: ÍNDEX GENERAL
DOCUMENT 2: MEMÒRIA
DOCUMENT 3: ANNEXOS (A-D)**

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

Resum

En aquest projecte s'ha realitzat el disseny i càlcul d'un mecanisme de canvi ràpid d'eina d'un braç robòtic, que té com a funció agafar els paquets i deixar-los anar damunt del palet. L'objectiu era realitzar el mecanisme de canvi d'eina perquè l'empresa *BINDER Magnetism & Engineering* el comercialitzi.

La motivació d'aquest és la substitució per un braç robòtic, de la feina que realitza un operari, la qual consisteix en el paletitzat.

La màquina consta de cinc etapes principals de treball.

Si descrivim el procediment pas a pas que té lloc durant la paletització, el veiem iniciat quan unes cintes transportadores desplacen els paquets al costat del robot, primera etapa. On són captats per un sensor i el robot rep l'ordre d'anar a buscar-lo, segona etapa. És llavors quan el braç es col·loca a sobre del paquet, s'activa l'ejector de buit i el paquet queda subjectat a les ventoses de l'agafador, tercera etapa. Aquest és desplaçat al lloc corresponent del palet, quarta etapa. Després, es desactiva l'ejector i el paquet es solta, cinquena etapa.

El mecanisme s'ha optimitzat tot el possible en pes, econòmicament, facilitat de fabricació i de muntatge. Perquè a menor pes del conjunt, més pes podrà aixecar el braç. Quant menor sigui el pressupost, major serà la demanda d'empreses interessades en la seva compra. Finalment, s'ha considerat la facilitat de muntatge per ajudar l'operari a fer un correcte ús, funcionament i manteniment.

El projecte tracta la part mecànica, els càlculs i els costos. Tanmateix, no s'ha realitzat cap disseny ni cap càlcul del robot, només s'extreuen les limitacions. Quant a la part elèctrica i pneumàtica no s'han inclòs, perquè es duren a terme pels departaments corresponents.

En definitiva, aquest projecte abraça el disseny, càlcul de les peces, un estudi d'alternatives, una programació temporal i un pressupost.

FULL D'IDENTIFICACIÓ

Dades del Projecte	
Títol del projecte	Disseny i càlcul de diferents <i>end of tooling</i> per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.
Dades del Promotor	
Persona jurídica:	<i>BINDER – Magnetism&Engineering</i>
Persona física:	Raúl OteizaChalezquer
Adreça:	C/Dels Flequers, 11. Reus (Tarragona)
Telèfon:	
Correu electrònic:	binder@binder-es.com
Dades de l'autor del Projecte	
Nom:	Adrià Gras Rovira
D.N.I.:	
Telèfon:	
Correu electrònic:	_____
Titulació:	Enginyer Tècnic Industrial. Especialitat Mecànica.
Col·legi professional	Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Tarragona.
Signatura:	
Dades del director	
Nom:	Francesc Ferrando Piera
Titulació:	Enginyer Tècnic Industrial. Especialitat Mecànica.
Col·legi professional:	Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Tarragona.
Dades del tutor extern	
Nom:	Raúl OteizaChalezquer
Titulació:	Enginyer Tècnic Industrial. Especialitat Mecànica.
Col·legi professional:	Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Navarra.

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per
a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu.**

VOLUM I

DOCUMENT 1: ÍNDEX GENERAL

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

ÍNDIX GENERAL

MEMÒRIA

1. Objectius del projecte.	9
1.1. Promotor del projecte.....	10
1.2. Equip redactor.....	10
1.3. Resum del projecte.	11
2. Abast.....	12
3. Antecedents.	13
3.1. Introducció a l'empresa.....	13
4. Normativa i referències.....	14
5. Condicionants.....	15
5.1. Condicionants del promotor.	15
5.1.1. Infraestructura existent.....	15
5.1.1.1. Reducció de pes.....	15
5.1.2. Peces de fàcil fabricació, terminis d'entrega reduïts, i de baix cost.	16
5.1.3. Mecanisme adequat per treballar amb mides de palets europeu o americà.....	16
5.1.4. Polsador per al moviment manual.	16
5.2. Condicionants legislatius de seguretat.....	17
5.3. Acoblament de la peça unió braç superior al braç robòtic.	17
5.4. Dimensions de l'agafador imposades per la longitud del braç robòtic.....	18
5.5. Estudi de mercat.	18
6. Estudi de la situació actual.	19
7. Estudi d'alternatives.....	20
7.1. Disseny del mecanisme de canvi ràpid.....	20

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

7.1.1.	Sistema d'una molla amb con.	20
7.1.2.	Ganxo en forma de "T" amb dues molles.	21
7.1.3.	Ganxo en forma de "L" amb una molla	21
7.2.	Disseny de l'agafador.	21
7.2.1.	Agafador amb mecanisme, tot junt.	22
7.2.2.	Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.	22
7.2.3.	Agafador amb eixos.	22
8.	Selecció de materials.	23
8.1.	Introducció.	23
8.2.	Agafador.	26
8.3.	Eixos.	28
8.4.	Peça inferior unió braç.	31
8.5.	Peça superior unió braç.	34
8.6.	Ganxos.	35
8.7.	Molles.	36
8.8.	Juntes.	37
8.9.	Cargols.	37
8.10.	Passadors.	38
8.11.	Suport botó elèctric.	38
9.	Enginyeria del projecte.	39
9.1.	Peça superior unió braç.	39
9.2.	Molles.	41
9.3.	Ganxos.	44
9.4.	Suport botó elèctric.	44
9.5.	Peça inferior unió braç.	45
9.6.	Eixos.	47

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

9.7.	Agafador.....	48
9.8.	Peces normalitzades.....	50
9.8.1.	Ejector al buit.....	50
9.8.2.	Ventoses.....	51
9.8.3.	Tubs.....	52
9.8.4.	Cargols.....	53
9.8.5.	Juntes tòriques.....	54
9.8.6.	Passadors.....	55
9.8.7.	Botó elèctric.....	57
9.8.8.	Ràncors.....	58
10.	Programació temporal.....	60
11.	Resum pressupost.....	62
12.	Conclusions.....	63
13.	Agraïments.....	65
14.	Bibliografia.....	66

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDIX DE TAULES MEMÒRIA

Taula 1.1. Dades del promotor	10
Taula 1.2. Dades del projectista.....	10
Taula 8.1. Taula 8.1. Fitxa tècnica PA-12.....	28
Taula 8.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5.....	30
Taula 8.3. Propietats de l'EN AW-6082 i de l'EN AW-7075	33
Taula 8.4. Resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis.....	34
Taula 8.5. Propietats de l'acer AISI 304.....	36
Taula 8.6. Classes de cargols i materials més usuals.....	38
Taula 9.1. Prototips de molla viables.....	43
Taula 10.1. Definició d'activitats	60
Taula 10.2 . Matriu d'encadenaments	60
Taula 10.3. Càlcul dels temps	61

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDEX DE FIGURES MEMÒRIA

Fig. 6.1. Prototip d'agafador comercial <i>OnRobot</i>	19
Fig. 8.1 Agafador.....	27
Fig. 8.2 Figura. Eixos inserits en l'agafador.....	28
Fig. 8.3 Peça inferior unió braç.....	31
Fig. 8.4. Peça superior unió braç.....	34
Fig. 8.5. Ganxos.....	35
Fig. 9.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR.....	40
Fig. 9.2. Peça superior unió braç.	41
Fig. 9.3. Filtres per a la selecció de la molla- <i>Sodemann</i>	42
Fig. 9.4. Ubicació molles en el conjunt.....	42
Fig. 9.5. Disseny final suport botó elèctric.....	45
Fig. 9.6. Peça inferior unió braç.....	46
Fig. 9.7. Eixos normalitzats- <i>Norelem</i>	48
Fig. 9.8. Dimensions agafador amb les funcions.....	49
Fig. 9.9. Model de ventosa escollit – <i>Schmalz</i>	52
Fig. 9.10. Cargols DIN 912-Baselga Lizaga.....	53
Fig. 9.11. Ubicació juntes tòriques.....	54
Fig. 9.12. Passadors botó elèctric.....	55
Fig. 9.13. Posició dels posicionadors entre components.....	56
Fig. 9.14. Dimensions passadors DIN 6325 – <i>Norelem</i>	57
Fig. 9.15. Dimensions botó elèctric – <i>Digi-Key</i>	58

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. 9.16. Ràcor – <i>Parker</i>	58
Fig. 10.1 Diagrama de PERT.....	61

ANNEXOS (A-D)

A. Condicionants.	10
A.1. Condicionants del promotor.	10
A.1.1. Infraestructura existent.	10
A.1.1.1. Reducció de pes.	11
A.1.2. Peces de fàcil fabricació o terminis d'entrega reduïts, i de baix cost.	11
A.1.3. Mecanisme adequat per treballar amb mides de palets europeu o americà.	12
A.1.4. Polsador per al moviment manual.	14
A.2. Condicionants legislatius de seguretat.	15
A.3. Acoblament de la peça unió braç superior al braç robòtic.	16
A.4. Dimensions de l'agafador imposades per la longitud del braç robòtic.	16
A.5. Estudi de mercat.	16
B. Estudi d'alternatives.	17
B.1. Disseny del mecanisme de canvi ràpid.	17
B.1.1. Sistema d'una molla amb con.	17
B.1.2. Ganxo en forma de "t" amb dues molles.	20
B.1.3. Ganxo en forma de "l" amb una molla.	21
B.2. Disseny de l'agafador.	21
B.2.1. Agafador amb mecanisme, tot junt.	22
B.2.2. Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.	22
B.2.3. Agafador amb eixos.	22
C. Selecció de materials.	23
C.1. Introducció.	23
C.2. Agafador.	26
C.3. Eixos.	29
C.4. Peça inferior unió braç.	32

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

C.5. Peça superior unió braç.	35
C.6. Ganxos.....	36
C.7. Juntes.	38
C.8. Cargols.....	39
C.9. Passadors.	40
C.10. Suport botó elèctric.	40
D. Enginyeria del projecte.	41
D.1. Peça superior unió braç.	41
D.2. Molles.	44
D.3. Ganxos.	48
D.4. Suport botó elèctric.	50
D.5. Peça inferior unió braç.....	51
D.6. Eixos.....	54
D.7. Agafador.....	56
D.8. Peces normalitzades.	64
D.8.1. Ejector al buit.....	64
D.8.2. Ventoses.	75
D.8.3. Tubs.....	78
D.8.4. Cargols.	78
D.8.5. Juntes tòriques.....	79
D.8.6. Passadors.	81
D.8.7. Botó elèctric.....	83
D.8.8. Ràncors.....	84

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDIX DE TAULES ANNEXOS (A-D)

Taula C.1. Fitxa tècnica PA-12.....	28
Taula C.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5.....	31
Taula C.3. Propietats de l'EN AW-6082 i de l'EN AW-7075.....	34
Taula C.4. Resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis.....	35
Taula C.5. Propietats de l'acer AISI 304.....	37
Taula C.6. Classes de cargols i materials més usuals.....	39
Taula D.1. Prototips de molla viables.....	48
Taula D.2. Dimensions ranura junta- <i>Norelem</i>	61
Taula D.3. Radis de la ranura- <i>Norelem</i>	62
Taula D.4. Dimensions de la instal·lació- <i>Norelem</i>	63

ÍNDIX DE FIGURES ANNEXOS (A-D)

Fig. A.1. Braç robòtic <i>Universal Robots</i> UR-10. Font: <i>Universal Robots</i>	10
Fig. A.2. <i>SMC</i> -Ejector al buit ZL3H04-K1.	11
Fig. A.3. Mides de palets tipus europeu i americà.....	12
Fig. A.4. Proporcions de les caixes.....	13
Fig. A.5. Localització botó alliberament frens.....	14
Fig. B.1. Sistema d'una molla amb con. Prototip 1r de mecanisme de canvi ràpid.....	18
Fig. B.2. Sistema d'una molla amb con. Altres peces.....	19
Fig. B.3. Sistema d'una molla amb con. Ganxo en forma de T amb dues molles	20
Fig. B.4. Ganxo en forma de "L" amb molla.....	21
Fig. C.1. Agafador.....	27
Fig. C.2. Eixos inserits en l'agafador.....	29
Fig. C.3. Peça inferior unió braç.....	32
Fig. C.4. Peça superior unió braç.....	35
Fig. C.5. Ganxos.....	36
Fig. D.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR.....	42
Fig. D.2. Peça superior unió braç.....	43
Fig. D.3. Plànol peça unió braç superior.....	43
Fig. D.4. Filtres per a la selecció de la molla- <i>Sodemann</i>	45
Fig. D.5. Ubicació molles en el conjunt.....	46
Fig. D.6. Acotació del ganxo.....	49
Fig. D.7. Disseny final suport botó elèctric.....	51

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. D.8. Peça inferior unió braç.....	52
Fig. D.9. Plànol peça inferior unió braç.....	53
Fig. D.10. Eixos normalitzats- <i>Norelem</i>	56
Fig. D.11. Dimensions agafador amb les funcions.....	57
Fig. D.12. Dimensions forat per ventosa- <i>Schmalz</i>	58
Fig. D.13. Secció agafador.....	58
Fig. D.14. Distribució conductes d'aspiració.....	59
Fig. D.15. Part superior agafador.....	60
Fig. D.16. Acotació dimensions- <i>Norelem</i>	62
Fig. D.17. Nomenclatura dimensions- <i>Norelem</i>	63
Fig. D.18. Selecció de la funció – <i>SMC</i>	65
Fig. D.19. Selecció de la construcció del sistema – <i>SMC</i>	66
Fig. D.20. Selecció del tipus de circuit – <i>SMC</i>	67
Fig. D.21. Condicions de treball – <i>SMC</i>	68
Fig. D.22. Dades del valor de pèrdues – <i>SMC</i>	69
Fig. D.23. Selecció de la ventosa – <i>SMC</i>	70
Fig. D.24. Selecció dels tubs – <i>SMC</i>	71
Fig. D.25. Referència de la unitat modular de l'ejector – <i>SMC</i>	72
Fig. D.26. Full 1 de resultats ejector – <i>SMC</i>	73
Fig. D.27. Full 2 de resultats de l'ejector – <i>SMC</i>	74
Fig. D.28. Paràmetres de selecció de la ventosa- <i>Schmalz</i>	75
Fig. D.30. Selecció del diàmetre de les ventoses.....	76

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. D.31. Model de ventosa escollit – <i>Schmalz</i>	77
Fig. D.32. Cargols DIN 912- <i>Baselga Lizaga</i>	79
Fig. D.33. Ubicació juntes tòriques.....	80
Fig. D.34. Passadors botó elèctric.....	81
Fig. D.35. Posició dels posicionadors entre components.....	82
Fig. D.36. Dimensions passadors DIN 6325 – <i>Norelem</i>	83
Fig. D.37. Dimensions botó elèctric – <i>Digi-Key</i>	84
Fig. D.38. Ràcor – <i>Parker</i>	85

ANNEXOS (E-I)

E. Càlcul i dimensionament peces.	98
E.1. Agafador.....	98
E.1.1 resultats agafador.	105
E.2. Eixos.....	107
E.2.1 resultats eixos.....	110
E.3. Ganxos.....	113
E.3.1 resultats ganxo.	116
E.4. Peça inferior unió braç.....	120
E.4.1 resultats peça inferior unió braç.....	123
E.5. Peça superior unió braç.....	128
E.5.1 resultats peça superior unió braç.....	130
E.6. Cargols.....	132
E.7. Ventoses.....	135
F. Programació temporal.....	138
G. Justificació de preus.....	141
G.1. Preus bàsics.....	141
G.1.1. Materials.....	141
G.1.2. Mà d'obra	141
G.1.2.3. Maquinària.....	141
G.2. Preus unitat d'obra	142
H. Especificacions generals.....	145
H.1. Braç robòtic.....	145
H.2. Ejector al buit.....	146
H.3. Ventoses.....	147

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H.4. Botó.....	148
H.5. Molles.	149
I. Catàlegs.....	150
I.1. Ventoses.....	150
I.2. Cargols.....	157
I.3. Passadors.....	158
I.4. Ejector al buit.	159
I.5. Ràncors.	164
I.6. Juntres.	170
I.7. Tubs.....	171

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDIX DE TAULES ANNEXOS (E-I)

Taula E.1. Factor de collada.....	134
Taula E.2. Dimensions dels cargols.....	135
Taula F.1. Definició d'activitats.....	138
Taula F.2. Matriu d'encadenaments.....	138
Taula F.3. Càlcul dels temps	139
Taula F.4. Matriu de Zaderenko.....	140
Taula F.5. Càlcul de Folgances	140

ÍNDIX DE FIGURES ANNEXOS (E-I)

Fig. E. 1. DSL inicial agafador.....	99
Fig. E. 2. Pestanya anàlisi estàtica.....	100
Fig. E. 3. Propietats del PA-12.....	100
Fig. E. 4. Subjecció de l'agafador.....	101
Fig. E. 5. Situació de les forces transmeses per les ventoses.....	102
Fig. E. 6. Esforç de l'eix en agafador.....	103
Fig. E. 7. Esforç F_y en l'agafador.....	103
Fig. E. 8. Definició del mallat.	104
Fig. E. 9. Tensions de Von Mises agafador part superior.....	105
Fig. E. 10. Tensions de Von mises agafador part inferior.....	105
Fig. E. 11. Desplaçament agafador.....	106
Fig. E. 12. Deformació unitària agafador.....	106
Fig. E. 13. Coeficient de seguretat agafador.....	107
Fig. E. 14. DSL eix.....	108
Fig. E. 15. Subjecció dels eixos.....	109
Fig. E. 16. Tensió de Von Mises eixos.....	110
Fig. E. 17. Desplaçament eixos.....	110
Fig. E. 18. Deformació unitària eixos.....	111
Fig. E. 19. Factor de seguretat eixos.....	111
Fig. E. 20. Representació real de la deformada de l'eix – <i>civil engineeringtutoriales</i>	112
Fig. E. 21. Detall de les tensions en els extrems	112

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. E. 22. DSL ganxo.....	114
Fig. E. 23. Subjeccions ganxo.....	115
Fig. E. 24. Esforços ganxo.....	116
Fig. E. 25. Tensió de Von Mises ganxo (1 de 2).....	116
Fig. E. 26. Tensió de Von Mises ganxo (2 de 2).....	117
Fig. E. 27. Desplaçaments ganxo.	117
Fig. E. 28. Deformacions unitàries ganxo (1 de 2).	118
Fig. E. 29. Deformacions unitàries ganxo (2 de 2).....	118
Fig. E. 30. Factor de seguretat ganxo.....	119
Fig. E. 31. DSL peça inferior unió braç.	120
Fig. E. 32. Subjecció de la peça inferior unió braç.....	121
Fig. E. 33. Representació de l'esforç F_{y2} aplicat.....	122
Fig. E. 34. Esforços F_c i F_y aplicats.....	122
Fig. E. 35. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (1 de 4).....	123
Fig. E. 36. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (2 de 4).....	123
Fig. E. 37. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (3 de 4).....	124
Fig. E. 38. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (4 de 4).....	124
Fig. E. 39. Deformacions unitàries peça inferior unió braç (1 de 2).....	125
Fig. E. 40. Deformacions unitàries peça inferior unió braç (2 de 2).....	125
Fig. E. 41. Desplaçament peça inferior unió braç (1 de 2).....	126
Fig. E. 42. Desplaçament peça inferior unió braç (2 de 2).....	126
Fig. E.43. Factor de seguretat peça inferior unió braç.....	127

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. E. 44. Subjecció peça superior unió braç.....	128
Fig. E. 45. Esforços dels cargols aplicats a la peça superior unió braç.....	129
Fig. E. 46. Tensions de Von Mises peça superior unió braç.....	130
Fig. E. 47. Desplaçaments peça superior unió braç.....	130
Fig. E. 48. Deformacions unitàries peça superior unió braç.....	131
Fig. E. 49. Factor de seguretat peça superior unió braç.....	131
Fig. E. 50. Tipus de força separadora.....	133
Fig. E. 51. Diàmetre requerit – <i>Schmalz</i>	137
Fig. F.1. Diagrama de PERT.....	139
Fig. H.1. Fitxa tècnica braç robòtic – <i>Universal Robots</i>	145
Fig. H.2. Fitxa tècnica ejector.....	146
Fig. H.3. Fitxa tècnica ventoses	147
Fig. H.4. Fitxa tècnica Botó.....	148
Fig. H.5. Fitxa tècnica Molles.....	149

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDEX D'EQUACIONS ANNEXOS (E-I)

Eq. E.1.	99
Eq. E.2.	99
Eq. E.3.	99
Eq. E.4.	121
Eq. E.5.	133
Eq. E.6.	134
Eq. E.7.	134
Eq. E.8.	135
Eq. E.9.	136
Eq. E. 10.	137

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDIX DE CATÀLEGS

I.1. Ventoses.....	150
I.2. Cargols.....	157
I.3. Passadors.....	158
I.4. Ejector al buit.....	159
I.5. Ràncors.....	164
I.6. Juntres.....	170
I.7. Tubs.	171

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

PLÀNOLS

ÍNDIX PLÀNOLS

NÚMERO	DENOMINACIÓ	ESCALA	PÀGINA
1	Ensamblatge general	S/E	4
2	Subensamblatge agafador	1:1	5
3	Subensamblatge unió braç inferior	2:1	6
4	Subensamblatge unió braç superior	2:1	7
5	Peça superior unió braç	1:1	8
6	Peça inferior unió braç	1:1	9
7	Agafador	1:2	10
8	Ganxos	5:1	11
9	Suport botó elèctric	2:1	12

PLEC DE CONDICIONS

1. Plec de condicions tècniques.....	4
1.1. Plec de condicions tècniques generals.....	4
1.1.1. Documents del projecte.....	4
1.1.2. Normes de caràcter generalitzades.....	4
1.2. Plec de condicions tècniques particulars.....	5
2. Condicions de caire econòmic.....	7
3. Condicions de caire facultatiu.....	8
4. Condicions de caire legal.....	9

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ESTAT D'AMIDAMENTS

1. Estat d'amidaments.....	5
1.1 Sistema superior unió braç.....	5
1.2. Sistema inferior unió braç.....	6
1.3. Sistema agafador.....	6
1.4. Sistema pneumàtic.....	6

PRESSUPOST

1. Pressupost.....	4
1.1. Quadre de preus 1.....	4
1.1.1. Sistema d'alimentació.....	4
1.1.2. Sistema inferior unió braç.....	5
1.1.3. Sistema agafador.....	5
1.1.4. Sistema pneumàtic.....	5
1.2. Quadre de preus 2.....	6
1.2.1. Sistema superior unió braç.....	6
1.2.2. Sistema inferior unió braç.....	6
1.2.3. Sistema agafador.....	7
1.2.4. Sistema pneumàtic.....	7
1.3. Pressupost general.....	8
1.3.1. Sistema superior unió braç.....	8
1.3.2. Sistema inferior unió braç.....	8
1.3.3. Sistema agafador.....	9
1.3.4. Sistema pneumàtic.....	9
1.4. Resum del pressupost.....	10
1.4.1. Resum del pressupost.....	10

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per
a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu.**

VOLUM I

DOCUMENT 2: MEMÒRIA

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

ÍNDEX MEMÒRIA

1. Objectius del projecte.	9
1.1. Promotor del projecte.....	10
1.2. Equip redactor.....	10
1.3. Resum del projecte.	11
2. Abast.....	12
3. Antecedents.....	13
3.1. Introducció a l'empresa.....	13
4. Normativa i referències.....	14
5. Condicionants.....	15
5.1. Condicionants del promotor.	15
5.1.1. Infraestructura existent.....	15
5.1.1.1. Reducció de pes.....	15
5.1.2. Peces de fàcil fabricació, terminis d'entrega reduïts, i de baix cost.	16
5.1.3. Mecanisme adequat per treballar amb mides de palets europeu o americà.....	16
5.1.4. Polsador per al moviment manual.	16
5.2. Condicionants legislatius de seguretat.....	17
5.3. Acoblament de la peça unió braç superior al braç robòtic.	17
5.4. Dimensions de l'agafador imposades per la longitud del braç robòtic.....	18
5.5. Estudi de mercat.	18
6. Estudi de la situació actual.	19
7. Estudi d'alternatives.....	20
7.1. Disseny del mecanisme de canvi ràpid.....	20
7.1.1. Sistema d'una molla amb con.	20
7.1.2. Ganxo en forma de "T" amb dues molles.	21

7.1.3.	Ganxo en forma de "L" amb una molla	21
7.2.	Disseny de l'agafador.	21
7.2.1.	Agafador amb mecanisme, tot junt.	22
7.2.2.	Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.....	22
7.2.3.	Agafador amb eixos.....	22
8.	Selecció de materials.....	23
8.1.	Introducció.	23
8.2.	Agafador.....	26
8.3.	Eixos.....	28
8.4.	Peça inferior unió braç.	31
8.5.	Peça superior unió braç.....	34
8.6.	Ganxos.....	35
8.7.	Molles.....	36
8.8.	Juntes.	37
8.9.	Cargols.....	37
8.10.	Passadors.....	38
8.11.	Suport botó elèctric.....	38
9.	Enginyeria del projecte.....	39
9.1.	Peça superior unió braç.....	39
9.2.	Molles.....	41
9.3.	Ganxos.....	44
9.4.	Suport botó elèctric.....	44
9.5.	Peça inferior unió braç.	45
9.6.	Eixos.	47
9.7.	Agafador.....	48
9.8.	Peces normalitzades.....	50

9.8.1.	Ejector al buit.	50
9.8.2.	Ventoses.....	51
9.8.3.	Tubs.	52
9.8.4.	Cargols.....	53
9.8.5.	Juntes tòriques.....	54
9.8.6.	Passadors.....	55
9.8.7.	Botó elèctric.	57
9.8.8.	Ràncors.....	58
10.	Programació temporal.....	60
11.	Resum pressupost.....	62
12.	Conclusions.....	63
13.	Agraïments.....	65
14.	Bibliografia.....	66

ÍNDEX DE TAULES MEMÒRIA

Taula 1.1. Dades del promotor	10
Taula 1.2. Dades del projectista.....	10
Taula 8.1. Taula 8.1. Fitxa tècnica PA-12.....	28
Taula 8.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5.....	30
Taula 8.3. Propietats de l'EN AW-6082 i de l'EN AW-7075	33
Taula 8.4. Resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis.....	34
Taula 8.5. Propietats de l'acer AISI 304.....	36
Taula 8.6. Classes de cargols i materials més usuals.....	38
Taula 9.1. Prototips de molla viables.....	43
Taula 10.1. Definició d'activitats	60
Taula 10.2 . Matriu d'encadenaments	60
Taula 10.3. Càlcul dels temps	61

ÍNDEX DE FIGURES MEMÒRIA

Fig. 6.1. Prototip d'agafador comercial <i>OnRobot</i>	19
Fig. 8.1 Agafador.....	27
Fig. 8.2 Figura. Eixos inserits en l'agafador.....	28
Fig. 8.3 Peça inferior unió braç.....	31
Fig. 8.4. Peça superior unió braç.....	34
Fig. 8.5. Ganxos.....	35
Fig. 9.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR.....	40
Fig. 9.2. Peça superior unió braç.	41
Fig. 9.3. Filtres per a la selecció de la molla- <i>Sodemann</i>	42
Fig. 9.4. Ubicació molles en el conjunt.....	42
Fig. 9.5. Disseny final suport botó elèctric.....	45
Fig 9.6. Peça inferior unió braç.....	46
Fig 9.7. Eixos normalitzats- <i>Norelem</i>	48
Fig.9.8. Dimensions agafador amb les funcions.....	49
Fig.9.9. Model de ventosa escollit – <i>Schmalz</i>	52
Fig.9.10. Cargols DIN 912-Baselga Lizaga.....	53
Fig. 9.11. Ubicació juntes tòriques.....	54
Fig.9.12. Passadors botó elèctric.....	55
Fig. 9.13. Posició dels posicionadors entre components.....	56
Fig. 9.14. Dimensions passadors DIN 6325 – <i>Norelem</i>	57
Fig. 9.15. Dimensions botó elèctric – <i>Digi-Key</i>	58

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig.9.16. Ràcor – <i>Parker</i>	58
Fig.10.1 Diagrama de PERT.....	61

1. Objectius del projecte.

L'objectiu principal d'aquest projecte és la realització del disseny i càlcul dels diferents components que formen el mecanisme del canvi ràpid d'eina que es localitza al final del braç robòtic, el qual s'encarrega de paletitzar.

Per a aconseguir aquest objectiu general s'han determinat els següents objectius parcials:

- Millorar l'eficiència del procés de paletitzat automatitzant aquest procés.
- La utilització en la mesura del possible de materials amb baix pes i cost.
- Optimitzar el disseny per tal de reduir el pes del conjunt sense que aquest perdi la funcionalitat.
- La reducció dels costos de mà d'obra que suposarien els operaris.
- El compliment de les normes vigents que ens afecten.
- Que la pròpia eina sigui capaç de suportar un pes de 10 Kg.
- Entregar el projecte dins de les dates corresponents.

Aquest projecte ha sigut realitzat mitjançant l'empresa externa **BINDER – Magnetism & Engineering**, la qual va proposar aquesta idea que ja tenien entre mans. Tot seguit es detalla el procés que tindrà lloc durant el funcionament de la màquina:

- L'operari carrega els paquets a la cinta transportadora i aquesta els aproxima al robot.
- El robot detecta la presència dels paquets i s'aproxima per tal d'agafar-los.
- Una vegada està situat damunt dels paquets, l'ejector al buit entra en funcionament, i mitjançant unes ventoses, el paquet és absorbit.
- Acte seguit, el paquet és elevat i transportat al lloc corresponent, segons l'ordre que hagi rebut.
- Una vegada arriba a la zona de descàrrega del paquet, l'ejector deixa de funcionar, deixant caure el paquet al seu lloc.
- Finalment, el braç robòtic torna a la seva posició inicial en busca del següent paquet.

1.1. Promotor del projecte.

El promotor del Projecte és l'empresa *Binder - Magnetism&Engineering S.L.*, l'empresa amb seu principal a Tarragona, que proposa solucions electromagnètiques a tot tipus d'indústries, automatització industrial i robòtica especialitzada.

A continuació s'exposen les dades del promotor d'aquest projecte:

Taula 1.1. Dades del promotor.

DADES DEL PROMOTOR	
EMPRESA	<i>Binder – Magnetism&Engineering</i>
NIF	
CODI POSTAL	43204
POBLACIÓ	REUS (TARRAGONA)
ADREÇA	C/ Dels Flequers, 11
TELÈFON	
WEB	www.binder-es.com
CORREU ELECTRÒNIC	binder@binder-es.com

1.2. Equip redactor.

L'equip redactor està format per un projectista estudiant de quart curs d'enginyeria mecànica. Les seves dades són les següents:

Taula 1.2. Dades del projectista

DADES DEL PROJECTISTA	
NOM	Adrià Gras Rovira
DNI	
CODI POSTAL	
POBLACIÓ	
ADREÇA	
TELÈFON	
EMAIL	

1.3. Resum del projecte.

La finalitat d'aquest projecte ha sigut la de dissenyar i calcular un mecanisme que s'incorporés al braç robòtic UR-10 de l'empresa *Universal Robots* i aquest fos capaç d'agafar i deixar els paquets en un palet, per tal de millorar l'eficiència i el temps del procés de paletitzat en les empreses.

El primer capítol d'aquest treball és aquesta introducció, on s'ha descrit la motivació que ha arribat a considerar necessari realitzar aquest estudi. A més, s'ha determinat l'objectiu general i els objectius parcials d'aquest treball i s'inclou un resum.

Quant al segon, tercer i quart, cinquè i sisè capítol, consisteixen respectivament en l'abast del projecte, els antecedents, la normativa i referències a aplicar, els condicionants a tenir en compte i l'estudi de la situació actual.

En el capítol setè s'explica l'estudi d'alternatives del disseny de canvi ràpid i de l'agafador. Amb el disseny del primer d'una molla amb con, amb ganxo en forma de "T" amb dues molles, amb ganxo en forma de "L" amb una molla. I l'agafador amb mecanisme tot junt, amb la connexió dels tubs d'aspiració i, finalment, agafador amb eixos.

A continuació, el capítol vuitè tracta de la selecció de material dels diversos components: agafador, eixos, peça superior i inferior unió braç, ganxos, molles, juntes, cargols, passadors i suport del botó elèctric.

Tot seguit, en el novè capítol, s'explica l'enginyeria del projecte de la peça superior i inferior unió braç, molles, ganxos, suport botó elèctric, eixos, agafador. I també de les peces normalitzades, ejector al buit, ventoses, tubs, cargols, juntes tòriques, passadors, botó elèctric i ràtors.

En la part final de la memòria, del capítol desè al catorzè, s'inclou la programació temporal, el resum del pressupost, les conclusions finals, els agraïments i la bibliografia.

A banda, hi ha els annexos, els plànols, el plec de condicions, els amidaments i el pressupost.

En síntesi, el projecte consta d'un estudi mecànic on hi ha els corresponents càlculs mecànics pertinents, el disseny de cadascuna de les peces que el formen i l'assemblatge d'aquestes en 3D. I finalment, la realització dels plànols de fabricació de cadascuna de les peces per tal de procedir posteriorment a la seva fabricació i muntatge.

2. Abast.

La creació d'aquest projecte neix de la creixent demanda de les necessitats que els clients encarreguen a l'empresa *BINDER – Magnetism&Engineering*, per tal d'industrialitzar alguns dels processos relacionats amb l'augment de l'eficiència de la producció dels productes, mitjançant braços robòtics.

En moltes ocasions, *BINDER – Magnetism&Engineering* ja ha realitzat projectes d'incorporació de braços robòtics i de màquines, amb la finalitat d'incrementar la productivitat de les empreses. I en les ocasions on s'havia d'incorporar un braç robòtic amb ventoses, ja sigui per la fragilitat de producte o per altres motius, sempre s'ha fet ús d'un eot comercial. És per això, que la companyia, finalment, ha decidit fabricar el seu propi agafador tenint en compte els aspectes més importants a considerar, i com no podia ser d'una altra manera, amb el mateix nivell que qualsevol dels altres agafadors comercialitzats.

3. Antecedents.

3.1. Introducció a l'empresa.

La finalitat que es vol aconseguir amb aquesta màquina és la d'augmentar la rendibilitat de les empreses que utilitzen aquests tipus de producte, dissenyant i comercialitzant aquest component d'alta precisió.

L'empresa *BINDER – Magnetism&Engineering* és una societat limitada amb més de 25 anys d'experiència, especialitzada en el disseny i la fabricació de solucions d'assemblatges automàtics, de control de qualitat i d'intralogística. Per una banda, ajuden els clients a automatitzar els seus processos productius, oferint solucions robustes i fiables, per tal d'augmentar la competitivitat d'aquests; i per altra banda, també assessoren els clients per posar al dia les seves instal·lacions, segons les normatives vigents de seguretat industrial.

BINDER – Magnetism&Engineering treballa en sectors com l'aeronàutica, transformació metal·lúrgica, energies renovables, automoció, indústria marítima, fabricants de robots, indústria alimentària, tècnica medicinal, motors elèctrics. I realitzen en detall, automatització de processos, alimentació de productes, *bin Picking*, assemblatge, màquines rotatives, marcatge, soldadura per ultrasons, control de qualitat, paletitzat i visió artificial; i projectes amb electromagnetisme, on es subjecta, bloqueja, frena, transporta, detecta, es sacseja i es commuta.

La seva seu és a Tarragona des del 1995, on es desenvoluparà el projecte ja que gaudeix de les eines i el personal necessari per dur-lo a terme.

4. Normativa i referències.

Per tal de dur a terme l'execució d'aquest projecte s'han aplicat les següents normatives i s'han consultat les següents referències:

- *Directiva 2006/42/CE, establece los requisitos técnicos que deben cumplir las máquinas y sus componentes de seguridad para poder ser comercializadas en la Unión Europea y en el Espacio Económico Europeo.*
- *UNE EN ISO 13849-1:2016, Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la Seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015).*
- *UNE EN ISO 13855:2011, Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010).*
- *EN1200:201, Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).*
- *UNE 157001:2014, Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.*
- *UNE 1039:1994, Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.*

5. Condicionants.

5.1. Condicionants del promotor.

A continuació, s'exposen un seguit de condicions que venien imposades pel promotor *BINDER – Magnetism&Engineering*.

- El mecanisme dissenyat s'ha de poder incorporar al braç robòtic d'infraestructura existent *UR-10* de l'empresa *Universal Robots* que té una limitació de pes de 10 kg.
- El disseny de peces ha de ser de fàcil fabricació o amb terminis d'entrega reduïts i de baix cost.
- El funcionament del robot ha de ser adequat per treballar amb les mides dels palets tipus europeu o americà.
- Es demana un polsador per poder alliberar els frens dels eixos del robot i d'aquesta manera ajudar en el seu moviment manual.

5.1.1. Infraestructura existent

La maquinària ha de dur alguns elements concrets, com per exemple, el braç robòtic model *UR-10* del fabricant *Universal Robots* i l'ejector al buit mitjançant ventoses que realitzen la succió d'aire és el model amb referència *ZL3H04-K1* del fabricant *SMC*.

També cal esmentar que la incorporació de sensors perquè el braç robòtic realitzi els correctes moviments i tota la programació d'aquest, es farà pel departament corresponent de la companyia. (Vegeu amb més detall la pàgina 10 de l'Annex A).

5.1.1.1. Reducció de pes.

A causa que el primer, el braç robòtic, per a aixecar té una limitació de 10 kg. com a màxim, s'ha hagut de realitzar un exhaustiu estudi per a la selecció de materials amb la finalitat que les peces siguin més resistents i puguin suportar les sol·licitacions. Però a més, els materials havien de tenir una densitat prou baixa per no incrementar el pes del conjunt i d'aquesta manera donar un pes més ampli en el pes dels paquets a paletitzar.

5.1.2. *Peces de fàcil fabricació, terminis d'entrega reduïts, i de baix cost.*

L'empresa també demanda que el disseny de les peces sigui de fàcil fabricació i de baix cost, els terminis d'entrega de les mateixes siguin reduïts, i a més, que si vénen subministrades per una companyia externa, el seu termini d'entrega sigui curt. Per tant, a l'hora de dissenyar-les es fa de manera que es puguin fer ràpidament, amb un preu el més baix possible i mitjançant un mecanitzat, perquè és un dels processos de fabricació més barats en comparació amb d'altres.

5.1.3. *Mecanisme adequat per treballar amb mides de palets europeu o americà.*

Quant al mecanisme, aquest està pensat perquè funcioni amb les mides dels palets tipus europeu de 1.200 x 800 mm. i americà de 1.200 x 1.000 mm. Aquest fet, a la vegada, condiciona les dimensions de l'agafador, les dels propis palets a utilitzar, com també les proporcions de les caixes a transportar i el nombre d'aquestes. A més, s'ha de tenir en compte que el robot té l'altura limitada del braç a 2.300 mm. del terra i que alhora determina, segons el palet utilitzat, l'alçada de les caixes.

En definitiva, en funció dels punts anteriors es fabricarà un agafador amb unes certes mides i també amb la finalitat de cobrir la possibilitat de trobar-nos amb una caixa que té el centre de masses allunyat del centre de gravetat de la peça. Les proporcions finalment escollides són les següents: Número de caixa 23.447, Mesures llarg- ample-alt 360x240x270, Caixes 20, Cartró doble.

El recanvi o manteniment de peces que siguin comercials, com per exemple, les ventoses, els cargols, l'ejector al buit entre d'altres, s'hauran de substituir quan es deteriorin pels mateixos components de les mateixes marques que ja porta instal·lats i estan pensats per a aquest mecanisme.

5.1.4. *Polsador per al moviment manual.*

Amb la finalitat de millorar l'ergonomia i seguretat, s'ha afegit un polsador, que no ve de sèrie, en un dels laterals de la peça superior unió braç perquè quedi incorporat a aquesta, encara que es canviï l'agafador amb el mecanisme de canvi ràpid. Efectivament, susposarà una millor seguretat i més fàcil manipulació per a l'operari, ja que quan es premi el botó, s'alliberaran els frens del eixos del robot de forma manual i la velocitat del braç del robot disminuirà conforme a la normativa de seguretat.

Tot seguit s'exposen els condicionants externs que van afectar el nostre projecte.

- Ha de complir totes les normes i requisits essencials de seguretat exigits per llei.
- Les dimensions de l'acoblament del braç robòtic ens imposa quines seran les dimensions que haurà de tenir la nostra peça unió braç superior.
- La llargada del braç robòtic imposa les dimensions de longitudinals de l'agafador, ja que sinó, no arriba a tots els extrems del pallet. També, aquest vindrà condicionat per les dimensions externes del pallet i de la caixa.
- Estudi de mercat.

5.2. *Condicionants legislatius de seguretat.*

Per tal de dur a terme l'execució d'aquest projecte s'han aplicat les següents normatives i s'han consultat les següents referències:

- *Directiva 2006/42/CE, establece los requisitos técnicos que debencumplir las máquinas y sus componentes de seguridad para poder ser comercializadas en la Unión Europea y en el Espacio Económico Europeo.*
- *Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.*
- *UNE EN ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mandorelativas a la Seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015).*
- *UNE EN ISO 13855:2011. Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010).*
- *EN1200:201. Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).*

5.3. *Acoblament de la peça unió braç superior al braç robòtic.*

Les dimensions de l'acoblament del braç robòtic ens imposa quines seran les dimensions que haurà de tenir la nostra peça unió braç superior. (Vegeu en més detall a la pàgina 40 de la Memòria).

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

5.4. *Dimensions de l'agafador imposades per la longitud del braç robòtic.*

La llargada del braç robòtic imposa les dimensions de longitudinals de l'agafador, ja que sinó, no arriba a tots els extrems del palet. També, aquest vindrà condicionat per les dimensions externes del palet i de la caixa. (Vegeu en més detall a la pàgina 57 dels Annexes).

5.5. *Estudi de mercat.*

BINDER – Magnetism&Engineering té a l'abast tots els mitjans i recursos necessaris per tal de dur a terme el projecte.

6. Estudi de la situació actual.

La realització d'aquest projecte és fruit de l'increment de la demanda de projectes d'automatització de diversos processos de fabricació. Així com, de l'empaquetament del producte que es fabrica. És per això, que moltes empreses opten per la compra d'un robot col·laboratiu, el qual ajuda l'operari en l'empaquetament del producte per a la seva posterior distribució. I com més ràpid sigui aquest procés, menys *stock* tindrem a l'interior de la nau, i més gran podrà ser el nombre d'unitats per produir. *BINDER – Magnetism&Engineering* s'ha adonat que en el mercat existeixen poques empreses que disposin i comercialitzin un producte que faci la funció d'agafador òptim. I la majoria de les existents funcionen mitjançant un mecanisme mòbil de subjecció, el qual fa incrementar tant el pes del producte com el preu d'aquest.

En el mercat, podem trobar el següent model de l'empresa *OnRobot*, que seria la competència directa del nostre producte, si aquest últim s'arriba a comercialitzar. A continuació es pot observar una imatge d'aquest.



Figura 6.1. Prototip d'agafador comercial – *OnRobot*.

El producte es troba al mercat amb un preu aproximat d'uns 3.000€. Les diferències més rellevants entre el nostre producte i el de la competència seria el pes i el preu. El pes ve influenciat directament pel material que s'ha emprat per la fabricació de les peces, i per altra banda també es veu afectat per les dimensions dels components.

En conclusió, el pes del nostre mecanisme és de 1,6kg. i el d'*OnRobot* 2,55kg., una diferència de 0,95Kg. El preu de la nostra empresa és de 2.318,03€ amb IVA, mentre que el d'*OnRobot* és de 3.000€, es diferencia en 700€ aproximadament. (Per a més informació vegeu l'apartat Resum Pressupost, pàg. 62 en la Memòria).

7. Estudi d'alternatives.

Tot seguit s'expliquen les diferents alternatives que s'han estudiat al llarg de la fase de disseny dels diferents components del conjunt.

- Disseny del mecanisme de canvi ràpid:
 - ✓ Sistema d'una molla amb con.
 - ✓ Ganxo en forma de "T" amb dues molles.
 - ✓ Ganxo en forma de "L" amb una molla.

- Disseny de l'agafador:
 - ✓ Agafador amb mecanisme, tot junt.
 - ✓ Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.
 - ✓ Agafador amb eixos.

7.1. Disseny del mecanisme de canvi ràpid.

Amb l'objectiu de fer el canvi de l'agafador de forma més ràpida i senzilla es van plantejar diversos dissenys. Tots ells funcionaven mitjançant molles. A continuació, s'expliquen.

7.1.1. Sistema d'una molla amb con.

Es va fer un primer prototip de mecanisme de canvi ràpid, però després de la seva producció amb la impressora 3D, ens vam adonar que dificultava el procés de fabricació de l'agafador i que a més a més no podia aixecar el pes suficient que el disseny definitiu necessitava.

El sistema funcionava de la següent manera, la molla empenyia la peça que estava inserida a l'interior de la ranura, la qual tenia un forat especial, de manera que quan es premia el botó i es comprimia la molla, el forat gran d'aquesta peça coincidia amb el forat gran de la peça sobre la qual estava inserida.

L'eix en forma de con es va dissenyar perquè quan es premés el botó, la peça interior es desplaçés i deixés entrar la peça. I després, gràcies a la molla tornés a la seva posició inicial i connectés la secció inferior del con amb la secció més reduïda de la peça interior.

I per últim, hi havia una quarta peça que feia de tapa perquè ni la molla ni la peça interior sortissin de dins, i a més, l'eix quedés subjecte.

7.1.2 Ganxo en forma de "T" amb dues molles.

Una segona opció que es va aproximar a la final va ser aquesta, quan es va acabar de modificar la forma del ganxo i es va posar una sola molla.

La peça tenia unes ales que sobresortien pels laterals que feien de límit del recorregut per l'interior de l'element on serien inserits. El ganxo s'espitjava pel costat on no es trobava la superfície corba que baixava, deixava d'estar en contacte amb la part corba i s'alliberava dels eixos.

Finalment, va ser descartat ja que la part que havia de resistir l'esforç del pes eren les ales que sobresortien pels costats, les quals eren de dimensions massa petites per fer-ho.

7.1.3 Ganxo en forma de "L" amb una molla.

La tercera i última opció es la que es va creure com a definitiva, per ser la més viable en termes de fabricació, resistència, fiabilitat del funcionament i facilitat de muntatge.

El seu funcionament consistia en què la molla quedava inserida en el forat circular de la part posterior. El cos recte que baixa en la peça té un xamfrà calculat per facilitar la inserció dels eixos sobre aquesta. I també té de bo que la secció resistent que suporta els esforços és molt més gran que la de l'alternativa anterior, ja que és la superfície inferior de la base juntament amb el rectangle extruït de baix.

7.2. Disseny de l'agafador.

L'agafador és aquella peça que eleva els paquets. En primer lloc, es va pensar en fer un mecanisme format per una cremallera i uns engranatges que es desplaçaven. Aquests últims duïen unes pinces que subjectaven els paquets. Recapitulant, es va acabar refusant perquè augmentava considerablement el pes del conjunt, com també el manteniment i el preu final del producte. I es va adoptar la idea d'incorporar unes ventoses que funcionessin mitjançant un sistema al buit.

7.2.1. *Agafador amb mecanisme, tot junt.*

El primer prototip consistia en el mateix agafador amb el mecanisme de canvi d'eina tot junt, en una sola peça. Es va rebutjar després, ja que al estar units el mecanisme de canvi i l'agafador, cada cop que es volgués canviar d'eina, ens enduíem el mecanisme també. Això feia que cada model d'agafador hagués de dur un mecanisme de canvi ràpid, incrementant molt el preu del producte.

7.2.2. *Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.*

En un segon intent, es va pensar en connectar els tubs d'aspiració a l'agafador perquè es creia que era una forma ràpida i senzilla. Però més tard es va veure que cada vegada que l'operari volgués canviar d'eina per les diferents dimensions del paquet, també hauria de desconnectar els ràcords, i aquest fet alentia el procés. En definitiva, es va acabar exclouent.

7.2.3. *Agafador amb eixos.*

Per últim, es va arribar a un model en què no s'incorporaven els ràcords a la peça ni portava incorporat el mecanisme de canvi. Aquest fet, feia molt més ràpid el canvi d'eina i abaratia els costos, ja que cada model de canvi d'eina no havia de dur ni el mecanisme de canvi ni els ràcords, com s'havia dit anteriorment.

8. Selecció de materials.

8.1. Introducció.

A continuació, es procedeix a realitzar un estudi sobre la selecció dels materials de cada component que forma el conjunt. Per fer-ho consultarem el document *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva.¹

Els materials a escollir han de ser uns els quals posseeixin les propietats requerides per tal de realitzar la funció que han de fer. A més, han de ser aptes per tal de ser conformats segons el mètode d'elaboració desitjat.

Un altre aspecte a destacar en la selecció dels materials és el cost i el subministrament d'aquests, ja que en funció de la regularitat en les propietats i la disponibilitat, escollirem un material o un altre.

La propietat física que ens interessa tenir en les nostres peces, és una densitat baixa, ja que d'aquesta forma aconseguim reduir el pes de les peces i facilitar la mobilitat i manipulació d'aquestes. Cal mencionar també, que com menor sigui el pes del mecanisme de canvi ràpid, el robot podrà manipular paquets de pes superior, ja que és una restricció que ens ve imposada per part del robot.

Les propietats mecàniques més importants a observar del material a escollir són les relacionades amb l'assaig de tensió-deformació, atès que ens dóna la resistència a la ruptura, el límit elàstic i el mòdul d'elasticitat; propietats mecàniques que ens faran obtenir uns resultats o uns altres de l'anàlisi estàtica de les peces.

Com més elevades siguin aquestes propietats, més resistent serà la peça i més elevat serà el preu unitari d'aquesta. Però, el que tampoc seria idoni és seleccionar un material amb propietats mecàniques molt elevades, i que aquestes mai s'arribin a veure afectades. És a dir, que els esforços que la peça rebi, siguin tan petits en comparació amb el límit elàstic que seria el corresponent a sobredimensionar una peça.

Una altra propietat mecànica a destacar és el fenomen de fregament i desgast, ja que en el nostre cas tenim peces que estan en contacte entre elles. I que a més a més, aquest contacte

¹ RIBA ROMEVA, C. (2008). *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. Barcelona, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

entre algunes peces és de desplaçament, la qual cosa requereix d'un material amb un coeficient de fricció baix.

Però aspectes així, com una bona resistència a la abrasió i a la temperatura, no són necessaris, ja que l'únic moviment que tenim és a l'hora d'estrènyer els ganxos per tal de poder extreure o col·locar l'agafador. Amb la qual cosa, es considera que no és un moviment que sigui repetitiu i a alta velocitat com per tenir en compte la temperatura i la resistència a l'abrasió. En el nostre cas, entre les peces mòbils tindriem un fregament sec, ja que es creu que no és necessària la lubricació de les superfícies tenint aquestes un bon acabat superficial.

En relació amb la ruptura en materials, aquesta pot ser de dos tipus, per ruptura dúctil o per fràgil. La dúctil és deguda a una gran deformació plàstica en un temps molt curt. Una variant d'aquesta és la ruptura per fluència on té lloc una deformació a altes temperatures durant un període de temps llarg. La fràgil es produeix sense cap deformació plàstica aparent, i trobem diverses variants dins d'aquesta. La primera, una ruptura catastròfica, la qual té lloc de manera sobtada un cop s'obtenen uns certs valors de tensió. La segona, una ruptura per impacte, quan el material és sotmès a xocs. La tercera i en últim lloc, una ruptura per fatiga, produïda per un gran nombre de càrregues repetides a tensions relativament baixes en comparació amb la resistència a la ruptura i sense deformació plàstica.

Unes altres propietats a tenir en compte en la selecció de materials són les propietats tecnològiques, que estan relacionades amb la fabricació, la utilització i el final de la seva vida útil. Dins de les propietats tecnològiques, trobem dos grups:

En el primer trobem:

- El cost
- El subministrament.
- L'aptitud per al conformat.

En el segon grup trobem:

- La relació amb l'usuari.
- La interacció amb l'entorn.

El cost del material del primer grup de propietats tecnològiques és de gran importància, perquè en funció dels materials que seleccionem pels diferents components que formen el mecanisme,

s'obindrà un preu final o un altre. Tot i que el preu sigui un motiu rellevant, en el nostre cas, ens interessa més el fet de pagar una quantitat més elevada per unitat de massa d'un material, però que aquest tingui una densitat més baixa. Que no pas pagar una quantitat menys elevada i que tingui una densitat més alta, ja que el pes sí que ens és una limitació. Cal destacar també, que el cost del material té diverses variants, així com la forma de subministrament, les dimensions i acabats superficials dels productes semielaborats i dels preus que trobem en el mercat temporal.

Per altra banda, dins del primer grup també trobem el subministrament, ja que s'han de tenir en compte diferents condicionants així com presentacions habituals de subministrament amb la finalitat d'evitar sobre costos, volums mínims de compra i terminis d'entrega llargs. A més a més, hem d'assegurar una garantia del subministrament referent a aspectes, així com la fiabilitat de les característiques del material. Aquests requisits els obtenim d'empreses que realitzen estudis i proves amb els materials que proporcionen. I obtenen certificats conforme tenen una garantia del subministrament en relació a propietats mecàniques d'entre altres característiques.

Així mateix, dins de les propietats del primer grup trobem l'aptitud per al procés de conformat. Aquesta propietat és important ja que en funció del material s'han de realitzar uns processos o uns altres, com per exemple el moldeig per peces de fundació gris o d'injecció per plàstics. Per tant, en funció de la forma final que volem donar a la peça, farem la selecció d'un material o un altre que s'adapti a un procés de mecanitzat. Per exemple, en el cas del nostre agafador, a causa de la geometria final que es vol obtenir, aquest o bé s'haurà de fabricar mitjançant injecció, augmentant de forma considerable el cost en el procés d'obtenció d'aquesta peça; o bé mitjançant la impressió 3D, que avui en dia es duu a terme en molts processos de fabricació de peces, i fa abaratir el seu cost en el preu del producte final.

Dins del segon grup, que tracta sobre la relació amb l'usuari, destaquem els aspectes estètics, que probablement són els que tenen més rellevància, ja que és el primer que es percep. Per tal d'obtenir una relació amb l'usuari més afectiva, hi ha diverses opcions per les quals optar, entre elles trobem la possibilitat de pintar els components, de donar-li textures i reflexes i aplicar-li un tractament per la incidència del deteriorament. Per a nosaltres, la mateixa empresa que realitza els diferents components que formen el mecanisme, s'encarregarà de realitzar un coloriment, tant a l'agafador com a les peces d'alumini. En l'agafador, es realitzarà un coloriment submergint la peça final a un tractament de pintura negra; i en el cas de les peces d'alumini,

aquestes seran sotmeses a un anoditzat, el qual farà que les peces d'alumini siguin d'un color gris.

Un altre aspecte a tenir en compte és el confort que ens donen les peces. Així com la seva sensació de finor, la sensació que el component pesa, i que transmet una sensació de què el component no propaga fàcilment el soroll. A nosaltres ens interessa l'àmbit de la sensació de finor en les peces, per tal de donar una millor sensació al tacte, mitjançant un bon acabat superficial en el mecanitzat d'aquestes.

La compatibilitat sanitària en aquest cas, és un aspecte que no cal tenir en compte degut a què el nostre producte no està en contacte amb aliments o teixits vius.

Com a últim aspecte a destacar dins del segon grup relacionat amb la interacció amb l'usuari trobem la seguretat. Aquesta cada dia està adquirint una major importància, i es troba regulada tant per la norma europea UNE-EN ISO 12100:2012, com per la norma ISO 12849-1:2016.

Una vegada vam tenir definits tots els paràmetres a tenir en compte en la selecció dels materials que formaven el conjunt, vam definir quin seria el material de cadascun dels components.

8.2. Agafador.

Començant la selecció dels materials dels components del mecanisme de baix cap a dalt, primerament trobem l'agafador. És una peça que principalment a causa de la seva geometria, haurà de ser fabricada mitjançant la impressió en 3D. Un punt a favor de la producció d'aquesta peça, és que gràcies a què s'haurà d'utilitzar un polímer, això farà disminuir considerablement el pes d'aquest component i també el preu. A continuació s'observa el component.



Figura 8.1. Agafador

Consultem els materials disponibles dels que disposa el fabricant dels components de la impressió 3D amb *Multi Jet Fusion*. I observem que disposa de dos materials, el primer anomenat *Ultrasint TPU 90A-01*, el qual és poliuretà termoplàstic que té una gran elongació de ruptura i una bona resistència al desgast i a l'abradió. El segon material amb el qual es poden fabricar components amb aquesta tecnologia s'anomena PA-12, i és el material que seleccionem per fabricar l'agafador, ja que permet crear peces amb geometries molt complexes i ofereix una gran versatilitat. Aquest material és una pols que s'autososté, no necessita estructures de recolzament. Utilitzat per la tecnologia *Multi Jet Fusion*, compta amb un gra molt fi, cosa que permet obtenir peces amb una densitat més elevada i una porositat més baixa, la qual cosa ens interessa ja que a l'interior d'aquesta peça es troben els conductes d'aspiració de l'ejector al buit. Aquesta característica el converteix en l'opció ideal quan es necessiti un acabat superficial més detallat o parets més primes de les que es podrien obtenir mitjançant sinteritzat amb làser.

El PA-12 (poliamida 12-Laurinlactama o àcid càpric), forma part del grup de plàstics tècnics dins dels grups de plàstics; aquests són d'un cost més elevat, però amb propietats mecàniques i tèrmiques més elevades. El PA-12 és una poliamida, la qual és un homopolímer, el que significa que conté una sola unitat estructural. És considerat un termoplàstic semicristalí, i la seva temperatura de fusió de les cristal·lites es troba entre 170 i 180 °C.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

La fitxa tècnica del material la podem observar a continuació, extreta del mateix fabricant que ens imprimeix les peces, *Materialise*.²

Taula 8.1. Fitxa tècnica PA-12. Font: *Materialise*.

Categoría	Medida	Valor	Método
Propiedades generales	Densidad de las piezas	1,01 g/cm ³	ASTM D792
Propiedades mecánicas	Resistencia a tensión, carga máxima - XY	48 MPa/6.960 psi	ASTM D638
	Resistencia a tensión, carga máxima - Z	48 MPa/6.960 psi	ASTM D638
	Coefficiente de tensión ⁴ - XY	1.700 MPa/245 ksi	ASTM D638
	Coefficiente de tensión ⁴ - Z	1.800 MPa/260 ksi	ASTM D638
	Elongación a la ruptura ⁴ - XY	20%	ASTM D638
	Elongación a la ruptura ⁴ - Z	15%	ASTM D638
Propiedades térmicas	Temperatura de deflección del calor (a 0,45 MPa) - Z	175 °C	ASTM D648
	Temperatura de deflección del calor (a 1,82 MPa) - Z	95 °C	ASTM D648

8.3. Eixos.

Una vegada vam tenir seleccionat el material de l'agafador, vam passar a seleccionar el material dels eixos que van inserits a l'interior de l'agafador. A continuació s'observa una imatge del component.

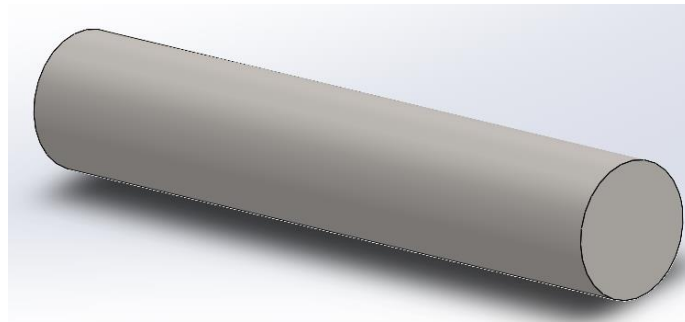


Figura 8.2. Eixos inserits en l'agafador.

Per tal de seleccionar el material d'aquests, primerament es va fer una recerca intensiva relacionada amb quins són els materials més usats per fabricar eixos i passadors. Per tal de

²Materialise (24 de març de 2022). Manufacturing materials PA-12. Obtingut de [PA 12 \(MJF\) | Polyamide | Multi Jet Fusion at Materialise](#).

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

dimensionar el passador, aquest ve regit per la normativa DIN 6325, però aquesta normativa no especifica la designació de cap tipus de material. Així que es va consultar quins eren els materials més usuals per passador que estan sotmesos a valors alts de càrregues i vam trobar els següents:

- C22E
- 34CrMo4
- 100Cr6
- 18CrMo4
- 16MnCr5
- C60E

Després de valorar les propietats mecàniques dels diferents materials, s'acaba escollint un d'ells. Aquest és el 16MnCr5, que té les següents propietats extretes del llibre de "*Selección de materiales en el diseño de máquinas*" de Carles Riba i Romeva.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Taula 8.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5.

		Aceros para cementación		
		C10E ⁽¹⁾ C10R ⁽²⁾	16MnCr5 ⁽¹⁾ 16MnCrS5 ⁽²⁾	
Designación numérica EN 10027-2		1.1121 ⁽¹⁾ 1.1207 ⁽²⁾	1.7131 ⁽¹⁾ 1.7139 ⁽²⁾	
AISI/SAE		1010	(5115)	
Composición química				
Carbono	C	%	0,07±0,13	0,14±0,19
Manganeso	Mn	%	0,30±0,60	1,00±1,30
Silicio	Si	%	≤0,40	≤0,40
Cromo	Cr	%	-	0,80±1,10
Niquel	Ni	%	-	-
Molibdeno	Mo	%	-	-
Otros		%	-	-
Propiedades mecánicas				
Resist. tracción	$d \leq 10\text{mm}$	MPa	540÷830	930÷1220
	$10 \leq d \leq 30$	MPa	440÷740	830÷1130
	$30 \leq d \leq 65$	MPa	-	690÷980
	$65 \leq d \leq 160$	MPa	-	-
Límite elástico	$d \leq 10\text{mm}$	MPa	>345	>885
	$10 \leq d \leq 30$	MPa	>295	>585
	$30 \leq d \leq 65$	MPa	-	>490
	$65 \leq d \leq 160$	MPa	-	-
Alargamiento rotura		%	>15	>12
Resiliencia <i>KV</i>		J	-	-
	$d \leq 65\text{mm}$	J	34	>20
	$65 \leq d \leq 160$	J	-	-
Dureza para mecanizar		HB	<130	<205
Dureza después tratamiento		HRC	-	38÷46
Propiedades tecnológicas				
Coste		€/kg	0,85/0,95	1,15
Maquinabilidad		⁽³⁾	55	-
Temp. cement./nitruración		°C	880÷980	880÷980
Temperatura temple núcleo		°C	880÷920	860÷900
Temperatura temple capa		°C	770÷810	860÷900
Medio de temple		()	agua	aceite
Temperatura de revenido		°C	150÷200	150÷200

⁽¹⁾ Contenido de S ≤ 0,035%

⁽²⁾ Contenido de S 0,020÷0,040%

Font: *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva. Pàg. 106.

8.4. Peça inferior unió braç.

El següent material a definir és el de la peça inferior unió braç. A continuació es mostra una imatge d'aquesta peça.

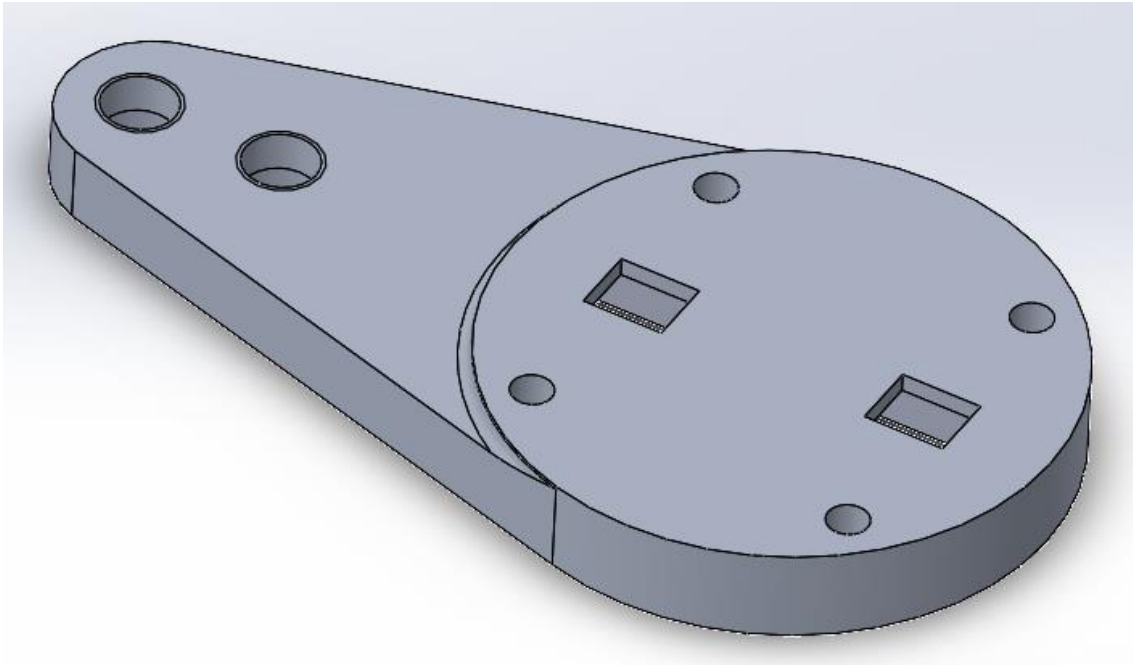


Figura 8.3. Peça inferior unió braç.

Tal i com es pot observar, tant aquesta peça com l'agafador són els components amb dimensions més grans de tot el conjunt del mecanisme. I com hem dit d'entrada, ens interessa que el conjunt pesi el mínim possible. Amb la qual cosa, per a aquest component, els factors primordials que ens interessin són una densitat baixa, que no hi hagi cap problema en realitzar operacions de mecanitzat, i que tingui una resistència mecànica mínima per tal de resistir els esforços que se li transmetin. Per altra banda, si agafem la resistència o la rigidesa en relació amb la densitat, els aluminis tenen més avantatja que els acers en determinades aplicacions.

Així doncs, el material que més s'adapta als requisits principals que tenim és l'alumini, ja que aquest és mecanitzable, té una baixa densitat comparada amb altres components metàl·lics i a banda, arriba a tenir propietats mecàniques que són suficients en comparació amb els esforços que haurà de rebre.

Dins de l'alumini trobem diversos aliatges i grups, entre ells, els aliatges d'alumini de forja, trobem (treure trobem) els no bonificables i els bonificables. I com a últim grup, els aliatges

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

d'alumini per emmotllament. Dins d'aquests grups es troben altres subgrups que es diferencien pels percentatges dels diferents components que els formen.

Finalment, s'arriba a la conclusió de que el material més idoni per aquesta peça o bé és L'EN AW-6082 o bé l'EN AW-7075.

A continuació es mostra una taula on es descriuen les diferents propietats físiques, mecàniques i tecnològiques, que es va consultar per tal d'ajudar amb la tria de quin dels dos aliatges seria el millor per al component. La taula està extreta del llibre de *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. de C. Riba i Romeva. Pàg. 143.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Taula 8.3. Propietats de l'EN AW-6082 i de l'EN AW-7075.

		Aleaciones de forja bonificables				
		Grupo Al-Mg-Si		Grupo Al-Zn		
EN 573-1, denominación numérica		AW-6082		AW-7075		
EN 573-2, denominación simbólica		AW-Al Si1MgMn		AW-Al Zn6MgCu		
Composición química						
Aluminio	Al	%	resto		resto	
Cromo	Cr	%	≤0,25	0,18÷0,28		
Cobre	Cu	%	≤0,10	1,20÷2,00		
Hierro	Fe	%	≤0,50	≤0,50		
Magnesio	Mg	%	0,60÷1,20	2,10÷2,90		
Manganeso	Mn	%	0,40÷1,00	≤0,30		
Silicio	Si	%	0,70÷1,30	≤0,40		
Titanio	Ti	%	≤0,10	≤0,20		
Cinc	Zn	%	≤0,20	5,10÷6,10		
Otros		%	-	(2)		
Propiedades físicas						
Densidad	Mg/m ³		2,71		2,81	
Coefficiente dilatación	µm/m-K		23,1		23,5	
Calor específico	J/kg-K		894		862	
Conductividad térmica	W/m-K		167/172		134/155	
Resistividad eléctrica	nΩ·m		42/44		52/43,5	
	%IACS		41,1/39,2		33,2/39,6	
Propiedades mecánicas						
Tratamiento			T4	T6	T6	T73
Resist. tracción	máx. 24°C	MPa	260	340	570	505
	mín. 24°C	MPa	205	310	530	475
	150°C	MPa	-	-	215	215
	205°C	MPa	-	-	110	110
Resistencia cortadura	MPa	170	210	350	305	
Límite elástico	MPa	≥110	≥260	460	390	
Alargamiento A50	%	≥12	≥8	≥8	≥7	
Límite de fatiga (5·10 ⁸)	MPa	-	102	150	150	
Dureza	HB	70	95	160	140	
Módulo de elasticidad	GPa		70,0		72,0	
Coefficiente de Poisson	-		0,33		0,33	
Propiedades tecnológicas						
Coste	€/kg		-		6,00	
Temperatura de fusión	°C		575÷650		475÷635	
Resistencia corrosión	[1÷5]		[4]		[2]	
Anodizado	[1÷5]		[4]		[2]	
Conformación en frío	[1÷5]		[3]/[2]		[1]	
Maquinabilidad	[1÷5]		[3]		[4]	
Soldabilidad	[1÷5]		[4]		[2]	

Font: *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva. Pàg. 143.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per tal d'entendre millor les propietats mecàniques, a continuació s'exposa una taula amb un resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis extreta del llibre *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. C. Riba i Romeva.

Taula 8.4. Resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis.

Maduración	Acritud	Enfriamiento desde la conformación	Enfriamiento desde solubilización en horno
Natural	No	T1	T4
	Sí	T2	T3
Artificial	No	T5	T6, T7
	Antes de maduración	-	T7, T8
	Después de maduración	-	T9

Font: *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva. Pàg. 135.

Tal i com podem observar, en l'EN AW-6082 destaquen més les propietats amb el tractament tèrmic T6 i l'EN AW-7075 també ho fa. Finalment, s'acaba escollint l'EN AW-6082, ja que té una resistència mecànica suficient com per aguantar sense cap problema els valors sobre els que es veurà sotmès. I per altra banda, és millor de cara al tractament d'anoditzat. A més, també cal comentar que se li donarà el color a la peça mitjançant el mateix procés d'anoditzat.

8.5. Peça superior unió braç.

El següent material a triar és el de la peça superior unió braç, que es pot veure representada en la següent imatge.

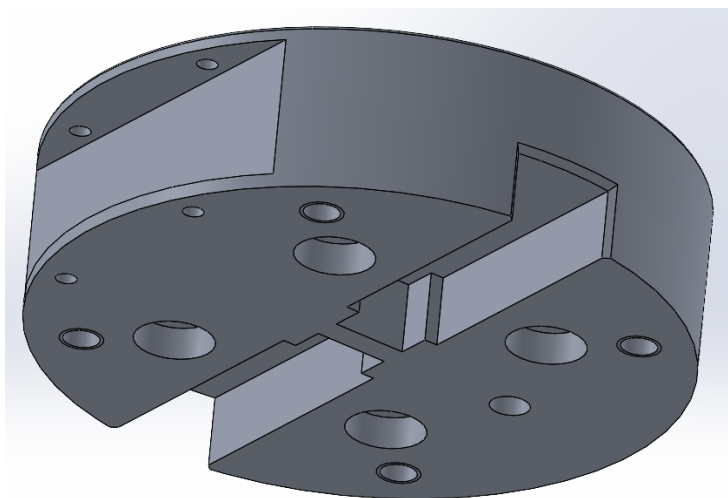


Figura 8.4. Peça superior unió braç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

De la mateixa manera que ens hem decantat per l'alumini en la peça anterior a causa de les dimensions i els esforços que s'emporta, en aquest cas ens trobem en la mateixa situació. Amb la qual cosa, es decideix que el material amb què es farà aquesta peça també serà amb l'aliatge EN AW-6082, i aplicant-li també un tractament d'anoditzat.

8.6. Ganxos.

La següent peça sobre la qual hem de definir el material són els ganxos, que es mostren a continuació.

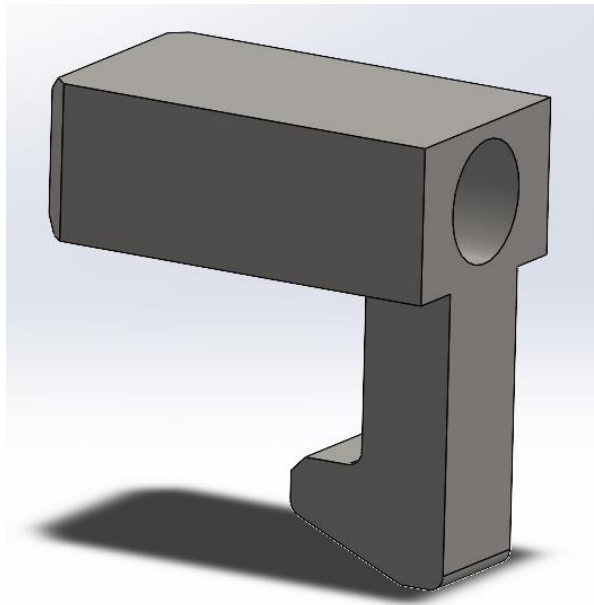


Figura 8.5. Ganxos.

Per tal d'estalviar-nos problemes resistents i ser més conservadors, es decideix que aquesta peça serà fabricada amb un acer. Avui en dia, la indústria s'ha especialitzat molt durant aquests últims anys, s'ha fet molta investigació i recerca de nous acers. És per això que ara és fàcil trobar una àmplia gamma en el mercat de diferents tipus d'acers. S'ha fet una recerca dels materials més indicats per a l'aplicació d'aquesta peça, i s'ha cregut que el millor material que s'adapta a les seves necessitats en quant a termes de resistència, a l'oxidació i en proporcionar una vida el més llarga possible, és l'acer AISI 304. A continuació s'adjunta una taula amb les principals propietats d'aquest material extreta del llibre *Selección de materiales para el diseño de máquinas* de C. Riba i Romeva. Pàg. 121.

Taula 8.5. Propietats de l'acer AISI 304.

EN 10088-1:1995		X5CrNi18-10	
Designación numérica EN 10027-2		1.4301	
AISI		304	
Composición química			
Carbono	C	%	≤ 0,07
Cromo	Cr	%	17,0÷19,5
Molibdeno	Mo	%	-
Níquel	Ni	%	8,0÷10,5
Otros		%	-
Propiedades físicas			
Densidad		Mg/m ³	7,9
Dilatación térmica	(1)	μm/m·K	16,0
Calor específico	(2)	J/kg·K	500
Conductividad térmica	(2)	W/m·K	15,0
Resistividad eléctrica	(2)	nΩ·m	730
Propiedades mecánicas			
Resistencia a tracción	(3)	MPa	≤700
	(4)	MPa	690÷1030
Límite elástico (0,2%)	(3)	Mpa	195
	(4)	MPa	380÷760
	(5)	MPa	125
	(6)	MPa	98/90
Alargamiento a rotura	(7)	%	50/10
Límite de fatiga		MPa	240
Dureza	(7)	HB	≤185/320
Resiliencia KV		J	≥85
Módulo de elasticidad	(2)	GPa	200
Coefficiente de Poisson		-	0,29
Propiedades tecnológicas			
Coste		€/kg	4,50
Temperatura recocido		°C	1000÷1100
temple		°C	-
revenido		°C	-
de servicio (corrosión) ⁽⁸⁾		°C	870°
de servicio (mecánicas) ⁽⁹⁾		°C	-220°/350°
Soldabilidad		[1÷5]	[5]
Maquinabilidad		[1÷5]	[3]
Aptitud al corte		[1÷5]	[4]
Aptitud a la embutición		[1÷5]	[5]

Font: *Selección de materiales para el diseño de máquinas* de C. Riba i Romeva. Pàg. 121.

8.7. Molles.

La següent peça sobre la qual vam fer l'estudi de la selecció de materials van ser les molles. La pròpia empresa que les fabrica ens va imposar els materials que tenia disponibles per a la seva fabricació. Hi havia l'opció de fabricar les molles amb 3 materials diferents, amb filferro de piano, acer inoxidable i galvanitzat. Com que les molles estaran sotmeses a un ambient sec, qualsevol dels 3 materials seria funcional, per al nostre cas. En relació amb les dimensions, tenint en

compte que ens interessa un valor mínim de precàrrega, hem hagut de seleccionar el material de filferro de piano, ja que és l'únic material que s'adequava a les necessitats dimensionals i de precàrrega del mecanisme.

8.8. Juntes.

Continuant amb la selecció de materials de les diferents peces, procedim a definir el material de les juntes que aniran inserides entre la unió de l'agafador i la part inferior de la peça inferior unió braç. On aniran connectats els ràncors amb la instal·lació pneumàtica. Avui en dia, hi ha un gran nombre de materials per a juntes. Els trobem classificats en diferents grups de materials com: els polímers elastòmers termoestables, els elastòmers detectables, polímers elastòmers termoplàstics, fluoropolímers i metalls.

Finalment, s'arriba a la conclusió que les juntes del polímer elastòmer termoestable són el millor candidat. I concretament el conegut NBR, ja que aquest és el més indicat per a juntes que creen estanqueïtat en una superfície que transporta aire. Per altra banda, és el material més estanderitzat en el mercat en el sector de les juntes tòriques, la qual cosa ens proporciona una alta oferta i una gran variació de dimensions i formes.

8.9. Cargols.

El següent element sobre el qual definirem el material seran els cargols. Aquests s'emporten la càrrega que rep la peça inferior unió braç per tal de transmetre-la a la peça superior unió braç. Així que també es fa la selecció de material d'aquest element, ja que no es poden posar uns cargols de qualsevol material. Sinó que en seleccionarem uns, assegurant-nos que aguantin sense cap problema les càrregues i que a més, tinguin una llarga vida útil.

En la següent taula extreta del llibre de *Selección de materiales en el diseño de maquinas de Carles Riba i Romeva*, podem observar les diferents classes de cargols i els materials més usuals amb els corresponents límits elàstics i de ruptura. Pàg. 103.

Taula 8.6. Classes de cargols i materials més usuals.

Clase	R_m (MPa)	R_e (MPa)	Conformados en frío ⁽¹⁾			Conformados en caliente ⁽¹⁾		
			<M8	<M18	<M36	<M8	<M18	<M36
5.6	500	300			C22E			
6.8	600	480			38MnB5 ⁽²⁾ 35E			C45E 41Cr2
8.8	800	640	20MnB5 ⁽²⁾ 30MnB5 ⁽²⁾	38MnB5 ⁽²⁾ C35E	34Cr4 37Cr4	20MnB5 ⁽²⁾ 30MnB5 ⁽²⁾	C45E	46Cr2
10.9	1000	900	20MnB5 ⁽¹⁾ 30MnB5 ⁽¹⁾	34Cr4	41Cr4 34CrMo4 42CrMo4	38MnB5 ⁽²⁾ 3C35	41Cr4	41Cr4 34CrMo4 42CrMo4
12.9	1200	1080		34Cr4 41Cr4 42CrMo4	34CrNiMo6 36NiCrMo16		34Cr4 41Cr4 42CrMo4	34CrNiMo6 36NiCrMo16

⁽¹⁾ Aceros especiales para temple y revenido (aleados y no aleados), según la norma EN 10083-1

⁽²⁾ Aceros al boro para temple y revenido (las dos primeras cifras indican el contenido de C), según la norma EN 10083-3

Font: *Selección de materiales en el diseño de maquinas de Carles Riba i Romeva. Pàg. 103.*

En el nostre cas, amb els cargols de classe 6.8 en tenim més que suficient, per tal de suportar les càrregues que aquests rebran. Aquesta taula es una referència per a saber sobre quins materials moure's en la selecció d'aquest. Però no s'ha de seguir al peu de la lletra, sinó més bé com una orientació. És per això que seleccionem el material C22E, el qual té un límit elàstic de valor 300 MPa i un límit de ruptura de 500 MPa. Aquest material és un acer suau de resistència moderada, però de gran tenacitat. Té una bona ductilitat, una bona soldabilitat i es fa servir en peces sotmeses a baixes sol·licitacions, que correspondria al nostre cas.

8.10. Passadors.

Definit el material dels cargols, passem a definir el dels passadors. El material d'aquest també serà un acer. La única funció que aquest té en el mecanisme és la de subjectar el botó que té com a finalitat que el braç robòtic passi de funcionar de forma automàtica a manual. Busquem en catàlegs normalitzats passadors i en trobem un que s'adapta a les nostres necessitats. Té el següent material: 100Cr6. Trobem aquest element normalitzat amb la norma DIN 6325.

8.11. Suport botó elèctric.

Per acabar amb l'apartat de la selecció de materials, Hem definint el material que tindrà el suport del botó elèctric que hem comentat anteriorment. Aquest es fabricarà de la mateixa forma que l'agafador, és a dir, amb la impressora 3D. I també amb el mateix material, el PA12.

9. Enginyeria del projecte.

En aquest apartat s'explicaran els components definitius que formen el mecanisme de canvi ràpid d'eina. I per tal d'establir un ordre en la seva explicació, s'ha procedit a descriure'ls segons la ubicació d'aquests en el mecanisme, en ordre descendent. En últim terme, es farà esment a la resta de components que formen el conjunt del projecte, com també de les peces normalitzades:

- Peça superior unió braç
- Molles
- Ganxos
- Suport botó elèctric
- Peça inferior unió braç
- Eixos
- Agafador

Abans de començar, cal puntualitzar que s'han tingut en compte les dimensions del braç robòtic, així com les dimensions de les caixes a manipular, ja que en funció d'aquestes, s'ha escollit un disseny d'agafador amb unes dimensions o unes altres. Cal destacar que en aquest treball només es tractarà l'agafador de dimensions 145x300 mm., però s'anomenaran els diferents models obtinguts a partir de les diferents dimensions de caixes normalitzades en la pàg. 49 d'aquest mateix document .

9.1. Peça superior unió braç.

Tal i com diu el seu nom, la peça superior unió braç és la peça que té com a funció unir el mecanisme de canvi ràpid al braç del robot. S'uneix mitjançant uns cargols que són inserits per la part inferior de la peça, concretament uns DIN 912 M6. Tenint en compte els condicionants, aquesta peça ha de tenir les mateixes dimensions internes a fi de poder encaixar en el seu interior. A més, ha de tenir un valor mínim de rigidesa amb la finalitat que aquesta suporti els esforços que li seran transmesos. En la següent il·lustració es poden observar les proporcions a les quals fem referència per al dimensionament d'aquesta peça.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

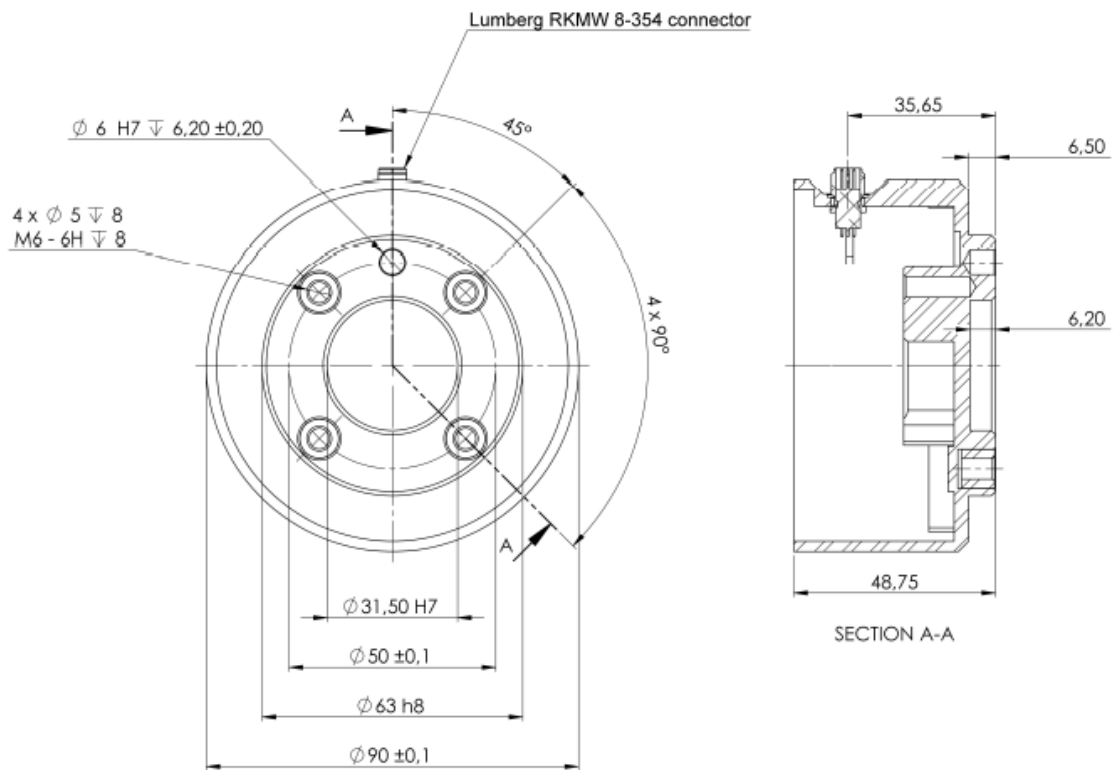


Figura 9.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR.

Després de fer l'anàlisi de selecció de materials, se selecciona l'Alumini 6082 com el material per a aquesta peça.

Té la forma d'un cilindre extruït de 90 mm. de dimensió exterior. En la seva part superior s'observa una ranura, en la qual entrarà l'acoblament del robot. També es poden distingir diverses operacions de trepant, 4 d'elles per la seva unió i una amb funció de centrador amb l'acoblament.

Finalment s'observen unes ranures en forma de quadrat per on els ganxos seran traslladats durant el seu moviment de funcionament. Per últim, trobem una ranura en un dels laterals de la peça on anirà inserit el botó elèctric. En la següent il·lustració es pot observar en detall la primera peça descrita. Figura 9.2. Peça superior unió braç.

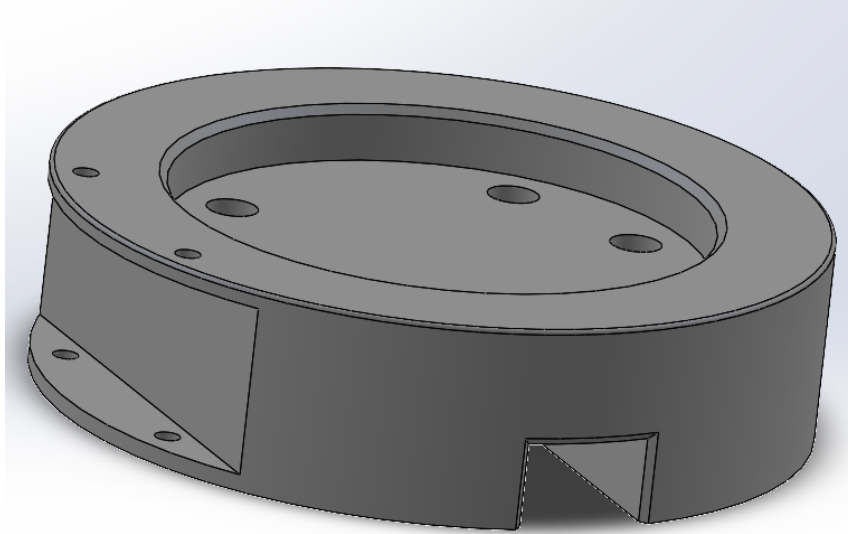


Figura 9.2. Peça superior unió braç.

Tal i com es pot observar en la pàgina 43 dels Annexes, en els plànols trobem les toleràncies i els acabats superficials específics per a cada element.

En relació amb els tractaments que aquesta peça rebrà, s'ha decidit realitzar-li un anoditzat a l'efecte d'obtenir una superfície que repeli la brutícia i millori la resistència a la corrosió. L'anoditzat proporcionarà una superfície amb revestiment aïllat elèctricament i preservarà l'acabat del metall, com també millorarà l'ergonomia d'aquesta peça relacionada amb el tacte.

En la pàgina 128 dels Annexes es troben els càlculs resistents justificatius

9.2. Molles.

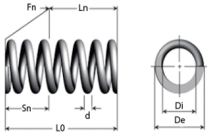
Les molles són uns elements que no fabriquem nosaltres, però s'han inclòs dins d'aquest apartat ja que s'han hagut de calcular segons les prestacions que necessitàvem en el nostre cas en particular. A continuació s'explica amb més detall.

Les molles tenen un paper molt important en el mecanisme de canvi ràpid, ja que són aquestes les que ens permeten el retorn del ganxo una vegada l'operari el deixa de pressionar, de tal forma que ens assegura la correcta posició del ganxo. Vam haver de definir un requisit mínim, el qual era la força de precàrrega que realitzava la molla respecte el ganxo amb l'objectiu que aquest quedés ben subjecte i no fos tan fàcil treure el mecanisme, com tampoc aquest tingués una precàrrega tan gran que dificultés a l'operari la seva compressió.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per a la selecció de la molla vam visitar la pàgina del fabricant de molles *Sodemann*. Partint del fet que la molla que volem és de compressió, seleccionem aquest tipus de molles a la *web*, i se'ns obria una finestra amb una sèrie de filtres que ens ajuden a trobar el model de molla que millor s'adapta a les nostres necessitats. Es mostren en la següent il·lustració.

Muelles de compresión - Galvanizado



Si hace su pedido de lunes a jueves antes de las 15:30 y el viernes antes de las 14:45, le enviaremos su pedido el mismo día con una entrega prevista de 2 a 4 días. Esto se aplica a todos los muelles de compresión en stock

Consulte los descuentos por volumen y los precios haciendo clic en la cesta de la compra junto al producto en cuestión.

Para encontrar el muelle que desea de forma rápida y sencilla, use las barras deslizadoras.

Aunque tenemos la mayor selección de muelles de compresión estándar de Dinamarca, con más de 500.000 muelles de compresión de más de 5.000 tamaños diferentes en stock, se lo ponemos fácil para encontrar el muelle de compresión adecuado

[Mostrar más](#)

[Ir a información técnica](#)

Acero inoxidable 302 Alambre de piano Galvanizado

d - Diámetro del alambre (mm)	De - Diámetro externo (mm)	Di - Diámetro interno (mm)	L0 - Longitud sin carga (mm)
Ln - Longitud máx. con carga (mm)	Sn - Recorrido máximo (mm)	Fn - Carga máxima en N en Ln (N)	R - Constante del muelle (N/mm)
Material	Gama		

Figura 9.3. Filtres per a la selecció de la molla-*Sodemann*.

En el nostre cas, teníem una sèrie de limitacions que ens restringien la selecció de la molla, com per exemple el diàmetre extern de la molla. Aquest ve condicionat per les dimensions de les parets sobre les quals se suporta. Altrament, la longitud de la molla també ve imposada i restringida per les dimensions sobre les quals el ganxo es desplaça respecte el centre de la peça superior unió braç. A continuació, per tal d'entendre millor la ubicació de la molla, es mostra una imatge on es pot veure aquest representat dins del conjunt.

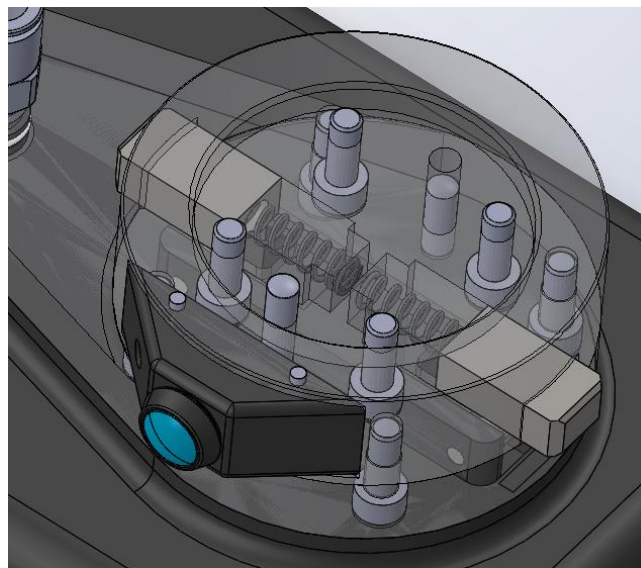


Figura 9.4. Ubicació molles en el conjunt.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Així doncs, localitzada la seva ubicació, el raonament dels motius de les restriccions és més entenedor.

Si ens fixem en la Figura 9.3. Filtres per a la selecció de la molla-*Sodemann*, pàg.42, podem percebre que el diàmetre del fil queda restringit només per la relació que té aquest amb el diàmetre extern i intern. Tal i com hem dit convé ressaltar que el diàmetre extern queda restringit, ja que com ha de quedar inserit a l'interior dels components, no pot ser que el diàmetre quedi molt ajustat als límits de l'espai que té disponible. Perquè altrament quan aquest es comprimeix i a conseqüència augmenti el diàmetre extern, tocaria a les parets i s'ocasionaria un possible desgast del component.

Després de realitzar diverses proves arribem a la conclusió que cap molla amb les condicions inicials que teníem ens donava la suficient precàrrega que volíem tenir en el sistema. Així que vam pensar en augmentar les longituds i els diàmetres, i ho vam fer perforant el ganxo en una de les seves cares, tal i com es pot veure en la Figura 9.4. Ubicació molles en el conjunt, pàg.42. Després de realitzar aquesta modificació, vam procedir a fer una nova recerca de molles de la qual ja vam obtenir possibles candidates. Vam fer una taula amb aquestes per tal de poder-les comparar entre elles de manera més fàcil. A continuació es mostra la Taula 9.1. Prototips de molla viables, amb els diferents models de molla addients pel nostre cas particular. I el tipus marcat en color verd és el que s'ha escollit finalment.

Taula 9.1. Prototips de molla viables.

Diam. Filferro (mm)	Diam. Ext. (mm)	Long. Sense càrrega (mm)	Long. Amb càrrega (mm)	Fn (N)	K (N)	Precàrrega (N)
1,02	7,62	38,1	22,4	43,81	2,8	22,8
1,07	7,62	35,05	21,21	43,76	3,17	16,1353
1,07	7,62	35,05	21,21	52,53	3,8	19,342
1,07	7,62	38,1	22,89	52,53	3,45	28,083
1,14	7,62	35,05	22,61	52,84	4,25	21,6325
1,14	7,62	35,05	22,61	63,43	5,1	25,959

El material de la molla seleccionada és el filferro de piano, el qual està certificat conforme la norma DIN 17223 Classe C Wire WERKSTOFF NO. 1.1200, i la seva temperatura de servei està entre els -30° i 120 °C.

9.3. Ganxos.

Els ganxos són la peça clau d'aquest mecanisme de canvi ràpid, ja que gràcies a ella podem separar l'agafador de la resta de conjunt. És una peça que està en contacte tant amb els eixos que estan inserits a l'interior de l'agafador com amb l'element descrit anteriorment. Aquesta peça no s'ha vist condicionada per cap factor extern, només per aquelles amb les quals té una relació, així com amb la peça superior i inferior unió braç i amb l'agafador. És a dir, depenent de l'alçada a la que estiguessin els eixos, el ganxo hauria de tenir una llargada o una altra.

Una vegada realitzat l'anàlisi de selecció de materials, s'arriba a la conclusió que el més idoni per a aquesta peça és l'AISI 304.

En la pàgina 113 dels Annexes es troben els càlculs resistents justificatius mitjançant elements finits.

9.4. Suport botó elèctric.

El suport del botó elèctric és l'element que s'encarrega de contenir el botó que fa que s'alliberin els frens dels eixos del braç robòtic, permeten a l'operari el seu desplaçament de forma manual. Aquesta peça ha d'anar subjecte al el mecanisme i que sigui el menys voluminosa possible, perquè és una peça que sobresurt del mecanisme i interessa que sigui el més petita possible, per evitar possibles danys a l'operari. Considerant aquestes possibles lesions de l'operari i també per temes de facilitat de fabricació i pes, es decideix realitzar aquesta peça mitjançant impressora.

La forma més senzilla perquè aquest element quedi subjecte a la peça superior unió braç és realitzant-li uns forats de tal manera que, mitjançant uns passadors, aquesta no pugui sortir de la seva posició.

El seu disseny s'ha basat amb les dimensions de la ranura, sense que aquestes ens provoquessin un ample de paret molt petit amb el forat superior de la peça superior unió braç. En la il·lustració següent podem contemplar el resultat final del disseny d'aquesta.

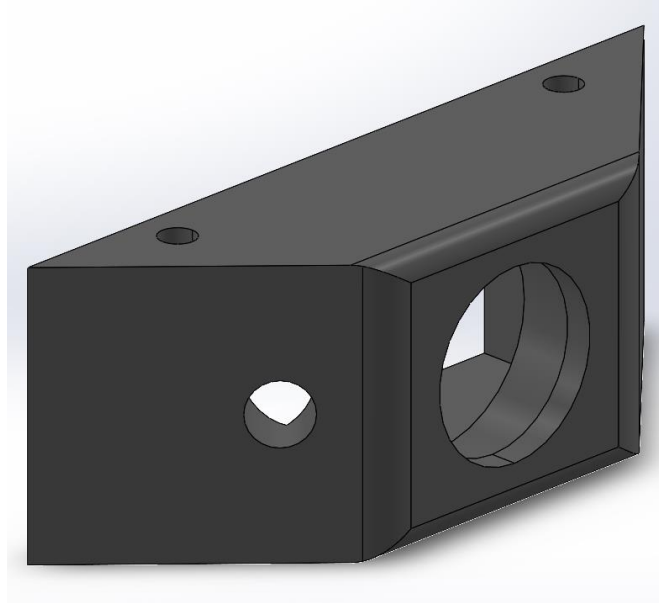


Figura 9.5. Disseny final suport botó elèctric.

Tal i com podem observar en l'anterior il·lustració, la peça té un forat en un dels seus laterals. Aquest forat és per inserir el cable en el seu interior a fi i efecte que el botó quedi connectat al braç robòtic. És aquest el motiu de buidar l'interior de la peça, per tal que pugui contenir al seu interior el cable.

9.5. Peça inferior unió braç.

Aquesta peça és troba situada sota de la primera peça descrita. S'uneix a aquesta mitjançant quatre cargols DIN 912. La seva geometria, per una part, ve imposada per la peça superior unió braç, de la qual adapta la geometria circular. I per altra banda, ve condicionada per tal d'aproximar els ràncors a l'agafador. Se li ha de donar aquesta geometria de forma semblant a un òvul, el qual talla tangencialment amb la geometria circular anteriorment descrita.

En la següent il·lustració es pot observar la peça per tal d'entendre millor les descripcions.

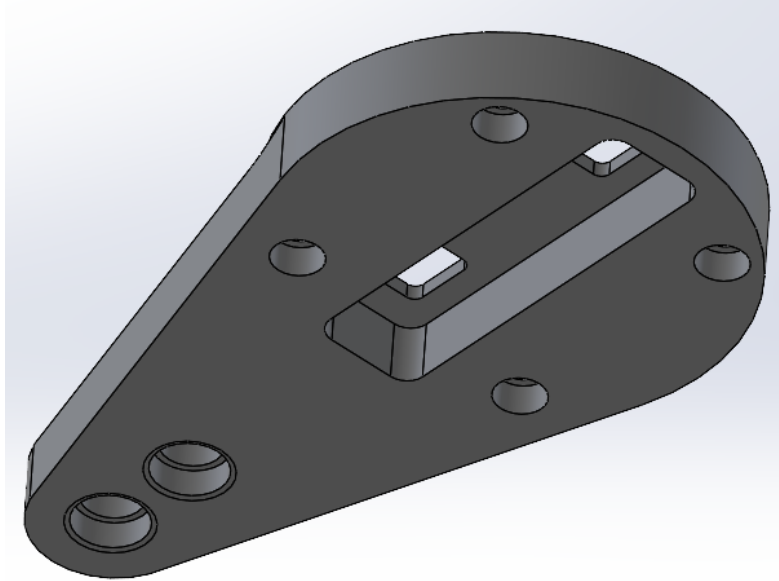


Figura 9.6. Peça inferior unió braç

En el forat rectangular que s'observa en la part inferior d'aquesta peça, anirà inserida la part extruïda de l'agafador, la qual porta inserits els eixos. Mitjançant aquest forat per tal de que entri el rectangle de l'agafador aconseguim diverses coses. Una d'elles, la possible rotació de l'agafador respecte el conjunt, ja que les parets estaran en contacte i restringiran aquest moviment rotatiu. Cal destacar també, que el gruix d'aquesta peça, igual que el de la resta de peces, ha estat portat al límit per al correcte funcionament i no per un sobredimensionament de material, ja que com hem vist en l'apartat de condicionants, l'alleugeriment de pes en aquest conjunt és important perquè el robot pugui aixecar paquets de pes superior.

A banda de no permetre que l'agafador pugui rotar, aquestes parets també fan que els eixos no es puguin traslladar lateralment. Si observem la part interna del forat rectangular podem veure que hi ha uns forats rectangulars. Aquests han estat calculats de tal forma que en funció de la distància a la que es troben els eixos, tinguin una longitud exacta a fi que quan el ganxo es desplaci pel seu interior, quan està totalment comprimit, aquest no dificulti l'extracció de l'agafador. I que a més, quan aquest no està comprimit, que el ganxo quedi per sota tenint l'eix just a sobre de la superfície plana inferior d'aquest.

El motiu del disseny de l'extrem d'aquesta peça, el qual té una geometria en forma d'òvul, ha sigut més per temes estètics que no pas per temes de resistència, ja que d'aquesta forma la peça és més atractiva visualment.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Finalment, aquest element, igual que la peça superior unió braç, rebrà un tractament superficial d'anoditzat pels mateixos motius que s'han raonat amb la primera peça descrita, els quals es poden resumir en optimitzar la seva resistència a la corrosió i una millora en el tacte.

En relació amb els càlculs resistents d'aquesta, es podran observar en la pàgina 120 dels Annexes.

9.6. Eixos.

Els eixos, els incloem en aquest apartat tot i que siguin elements normalitzats, ja que hem realitzat el disseny de la resta de components de tal forma que els eixos i passadors tinguessin unes dimensions que els fessin normalitzats, amb l'objectiu d'abaratir costos. Per tant, el nostre eix correspondria a un DIN 6325 amb diàmetre 4 i longitud 22.

Els eixos van ubicats en l'agafador, concretament a l'interior dels forats del rectangle extruït. Aquests tenen un paper molt important dins del mecanisme perquè són ells els que uneixen l'agafador amb la resta del conjunt, mitjançant el contacte amb els ganxos. Atès que l'agafador es fabrica mitjançant impressió i que el plàstic no és un material molt resistent, no ens podíem permetre el luxe de dissenyar un mecanisme de grans dimensions, ja que això hagués suposat un augment considerable en el pes del conjunt. A més, a causa del fet que l'agafador és de plàstic, no podíem dimensionar els eixos amb un diàmetre gaire gran perquè haguéssim tingut uns forats en el rectangle extruït de l'agafador molt grans. I aquests haguessin quedat molt a prop dels extrems de la peça, augmentant la possibilitat de la ruptura.

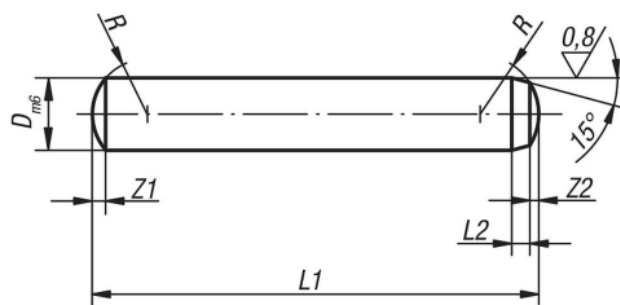
Certament, abans de pensar en realitzar el forat rectangular a la peça inferior unió braç i a l'extrusió rectangular de l'agafador per tal d'evitar la rotació entre els components i un possible desplaçament de l'eix, es va pensar en la inserció de circlips a l'eix a fi d'evitar una possible translació de l'eix, ja que aquest no quedaria fixat per culpa que a l'agafador no li podíem inserir toleràncies, al ser fabricat mitjançant impressió. El problema el vam trobar quan pel fet d'insertar-li un circlip al nostre eix de 4 mm de diàmetre, ens quedava una secció resistent de 2,3 mm., la qual no s'hagués vist tan resistent com la secció d'entrada.

És per aquesta raó que es va fer un bon estudi per a la selecció del material de l'eix, amb l'objectiu de poder tenir un eix de dimensions petites, però alhora que aquest pogués suportar els esforços majorats.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

En primer lloc, es va pensar en utilitzar toleràncies per tal d'evitar el joc d'aquests eixos en el forat. Però pel fet que la impressió, avui en dia, no permet imprimir amb la suficient precisió com per afegir toleràncies a les cotes, es va descartar l'opció. Per tant, es va optar per dimensionar els forats de l'agafador amb un diàmetre de de 3,9 mm. I posteriorment a la seva fabricació, se'ls hi realitzarà una operació amb el trepant per tal d'aconseguir un diàmetre amb una dimensió més precisa que no pas l'obtinguda amb la impressió.

El trobem normalitzat per les dimensions que a nosaltres ens interessa, que és amb un diàmetre de 4 amb una tolerància m6 i una longitud de 22 mm. A continuació s'adjunta una imatge del catàleg del fabricant on es comprarien els eixos, del qual ens quedariem el que té la referència 03320-04X.



Nuestros productos

Referencia	D	L1 = longitud	L2	R	Z1	Z2
03320-02X	2	6/8/10/12/14/16/18/20	0,6	2	0,3	0,18
03320-25X	2,5	6/8/10/12/14/16/18/20/22/24	0,7	2,5	0,4	0,25
03320-03X	3	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32	0,8	3	0,45	0,3
03320-04X	4	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40	1	4	0,6	0,4

Figura 9.7. Eixos normalitzats-Norelem.

En la pàgina 107 dels Annexes podem trobar els càlculs resistents d'aquest component.

9.7. Agafador.

L'agafador és la peça que té com a funció subjectar les ventoses amb la finalitat que aquestes succionin el paquet i el braç robòtic el pugui transportar a la seva corresponent ubicació. S'ha dimensionat mitjançant les mides estàndard de les proporcions de les caixes.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Les dimensions dels altres prototips d'agafador, en funció de les mides de les caixes, només variarien les cotes longitudinals i transversals; i a conseqüència, les dimensions dels canals d'aspiració, ja que aquests van relacionats amb la ubicació de la localització de la posició de la ventosa. Per realitzar el croquis d'aquesta peça, s'ha inserit una funció en la cota de tal manera que quan variem les dimensions externes de l'agafador, la posició de les ventoses quedi repartida de manera uniforme al llarg de la peça. En la següent il·lustració podem observar el croquis definit amb les funcions.

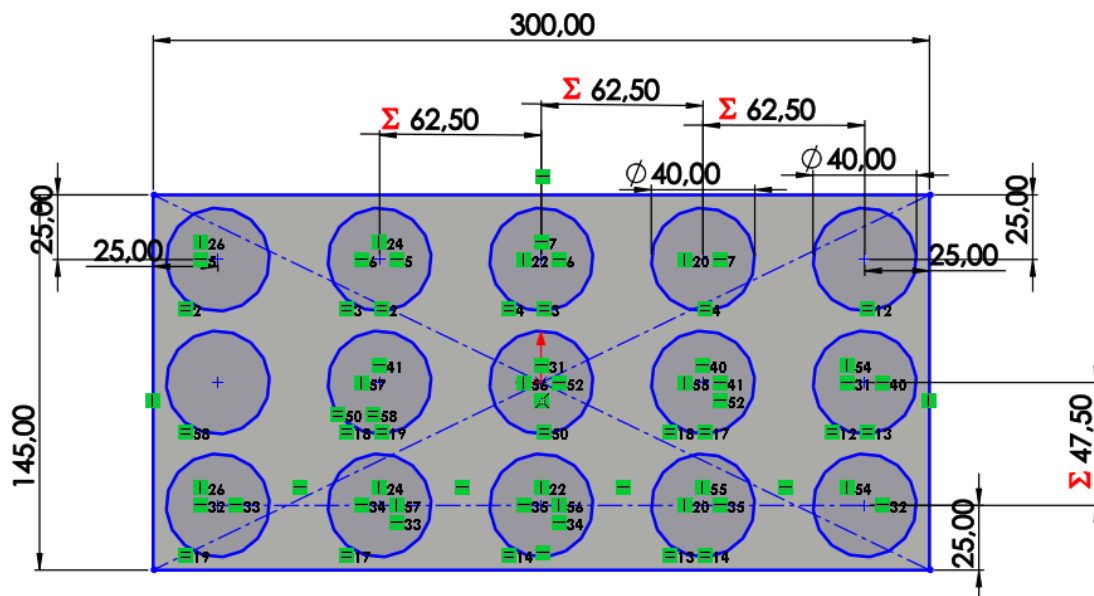


Figura 9.8. Dimensions agafador amb les funcions.

Per tant, només caldria modificar les dimensions externes d'aquest perquè l'agafador tingués la posició de les ventoses distribuïdes de manera uniforme. Les dimensions de l'agafador que s'han proposat en funció de les diferents mides de caixa són les següents:

- 200x145x22mm.
- 300x145x22mm.
- 400x200x22mm.
- 500x300x22mm.
- 700x375x22mm.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

El procés de fabricació més fàcil i econòmic d'aquesta, a causa de la geometria tan complexa que té en el seu interior, és mitjançant la impressió.

9.8. Peces normalitzades.

En el nostre conjunt tenim una sèrie de components que els trobem al mercat, alguns dels quals estan normalitzats i d'altres en què hem de buscar una empresa que els fabriqui amb les característiques que més ens convinguin per al nostre cas particular. Podem llistar els següents elements dins d'aquest apartat:

- Ejector al buit
- Ventoses
- Tubs
- Cargols
- Juntes tòriques
- Passadors
- Botó elèctric

9.8.1. Ejector al buit.

Per al dimensionament de l'ejector al buit, ho vam fer mitjançant la pàgina del mateix fabricant, SMC. Una vegada vam ser dins de la pàgina principal, vam seleccionar la casella "Soportetécnico", dins d'aquesta pestanya vam clicar a "Herramientas de ingeniería". Se'ns va tornar a obrir una pestanya, i vam clicar a "Cálculo y selección de sistemas de vacío". Vam tornar a clicar al requadre *online* i se'ns va obrir la següent pestanya on vam començar a seleccionar dades a fi de dimensionar el que seria el nostre ejector al buit. Cal fer esment, que les ventoses que sortien en aquesta plataforma de càlcul són les mateixes que realitza l'empresa SMC. Però en el nostre cas, tal i com veurem en el següent apartat, són de la casa Schmalz.

9.8.2. Ventoses.

Per a la selecció de les ventoses, vam procedir a mirar a la pàgina del fabricant *Schmalzquins* són els diferents tipus de ventoses que podem trobar en el mercat. Amb el programa de productes que tenen, inclouen una gran varietat de ventoses amb diferents dissenys, materials i tamanys oferint la ventosa més adequada per a cada aplicació. Aquestes ventoses són compostes d'una ventosa i d'una boquilla de connexió.

De la mateixa forma que hem vist amb la selecció de la molla, en la pàgina de les ventoses se'ns mostren una sèrie de paràmetres per tal de trobar la ventosa que millor s'adapta al nostre cas particular, a continuació s'observen aquests paràmetres.

Tanmateix, per a la selecció de les ventoses, vam procedir a mirar a la pàgina del fabricant *Schmalzquins* tots els diferents tipus de ventoses que podíem trobar en el mercat. Amb el programa de productes que tenen, inclouen una gran varietat de ventoses amb diferents dissenys, materials i mides, oferint la ventosa més adequada per a cada aplicació. Aquestes ventoses són compostes d'una ventosa i d'una boquilla de connexió.

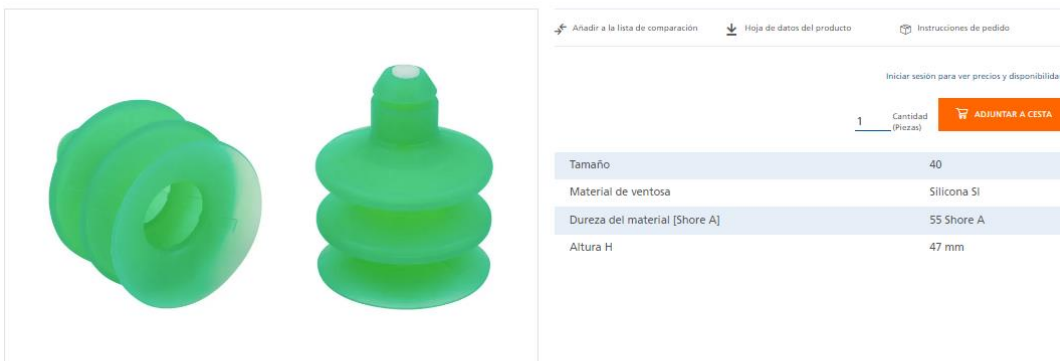
Amb tots aquests paràmetres definits, la cerca de la nostra ventosa es va reduir a 9 productes. Finalment, acabem escollint el següent model.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

SPB2 40 SI-55 SW100 P

Nº de artículo: 10.01.06.03225

Ventosa de fuelle (redonda) con 2,5 pliegues para alta dinámica cartón y envases con estabilidad propia



Añadir a la lista de comparación | Hoja de datos del producto | Instrucciones de pedido

Iniciar sesión para ver precios y disponibilidades

1 Cantidad (Piezas) **ADJUNTAR A CESTA**

Tamaño	40
Material de ventosa	Silicona SI
Dureza del material [Shore A]	55 Shore A
Altura H	47 mm

Datos de diseño

Atributo	Valor
d	12,50 mm
d1	15,70 mm
d2	17,80 mm
d5	11,50 mm
dn	1 mm
D1	43,50 mm
Dmax(S)	44,60 mm
Ds	42,70 mm
H	47 mm
H2	2,20 mm
H3	8,20 mm
H5	2 mm
Z (Carrera)	20 mm

Figura 9.9. Model de ventosa escollit – Schmalz.

El càlcul del nombre de ventoses el podem veure en detall en la pàgina 135 dels Annexes.

9.8.3. Tubs.

El nostre mecanisme requereix de tubs per tal de comunicar l'aire que es genera al buit amb l'agafador i que aquest darrerament sigui transmès a les ventoses. Per tal de fer-ho s'utilitzen tubs, la dimensió dels quals ve imposada pel dimensionament de la sortida de l'ejector al buit.

Pel fet que s'ha realitzat el dimensionament de l'ejector mitjançant el fabricant *SMC*, aquest també té un departament de pneumàtica que s'encarrega de fabricar tubs, així doncs s'ha cregut com a bona opció, realitzar la demanda dels tubs en la mateixa empresa *SMC*. Aquests tenen un diàmetre extern de 10 mm i un diàmetre intern de 6,5 mm. A més, cal afegir que la pressió màxima de treball que tenen té un valor de 0,8 MPa.

El material amb el que està fabricat aquest tub és poliuretà, i es comercialitza en diferents colors. Nosaltres vam escollir el color negre. La referència d'aquest producte en la pàgina oficial

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

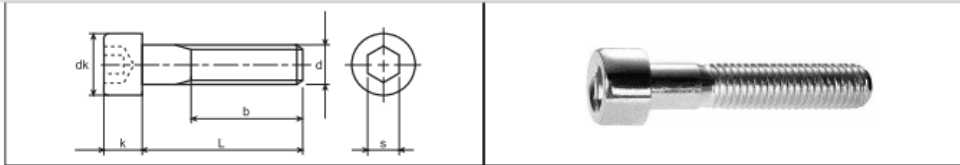
d'SMCés 10.TU1065B-20. El venen amb un total de 20 m, però en el nostre cas només necessitem una longitud de tub de 7 m en total, ja que el tram de tub que va des de l'ejector fins al ràcor té una longitud de 3,5 m. Però degut a que tenim dues canalitzacions dins de l'agafador, es crea una altra sortida des de l'ejector, la qual fa que la suma dels trams dels tubs sigui 7 m.

9.8.4. Cargols.

Els cargols són un altre dels components que porta incorporats el nostre mecanisme, i la seva funció és la d'unir el mecanisme amb el braç del robot i que aquest presenti una rigidesa considerable. Degut a que tenim els cargols per l'interior del mecanisme, s'ha cregut que el millor candidat per aquests són els coneguts DIN 912, aquests cargols són de cap circular i en el seu interior tenen un forat tipus allen. Aquests cargols tenen una part del cos sense rosca i una altra amb rosca, la qual cosa ens afavoreix en el nostre mecanisme ja que només es realitzaria el procés de mecanitzat de la rosca en les peces on s'han de rosca en comptes d'haver-ho de fer en la peça on s'insereixen.

Després de realitzar la selecció de materials, arribem a la conclusió que el C22E és un material amb unes propietats mecàniques més que suficients pels esforços que aquests han de rebre. A continuació, podem observar una imatge dels cargols que portarà el nostre mecanisme.

DIN 912 *Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal*



ISO 4762 EN

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18
P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
b	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48
dk (max)	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27
k (max)	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
s	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14
L	(5-30)	(6-40)	(9-50)	(10-60)	(12-80)	(16-100)	(20-120)	(25-140)	(25-160)	(30-160)

Figura 9.10. Cargols DIN 912-Baselga Lizaga

Es va realitzar el càlcul dels cargols manualment, els quals es poden observar en els Annexos de càlculs, i es va obtenir que amb cargols de mètrica 3 i classe 5.6 ja en tenim més que suficient

per tal de resistir els esforços que aquests rebran. Tot i així, es va decidir per termes d'estanderització, dimensionar aquests com uns M6, ja que els cargols que han d'unir el nostre mecanisme amb el braç robòtic ens vénen imposats pel fabricant del braç tal i com podem observar en la Figura 9.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR. Pàg. 40. En definitiva, decidim que el nostre mecanisme contingui un total de 8 cargols DIN 912 M6X1-16 classe 5.6.

9.8.5. Juntes tòriques.

Les juntes tòriques, al igual que la resta de components, tenen una funció important. Aquesta és la de garantir l'estanqueïtat entre la unió de la peça inferior unió braç i l'agafador. En la següent il·lustració podem veure la seva ubicació de forma més clara.

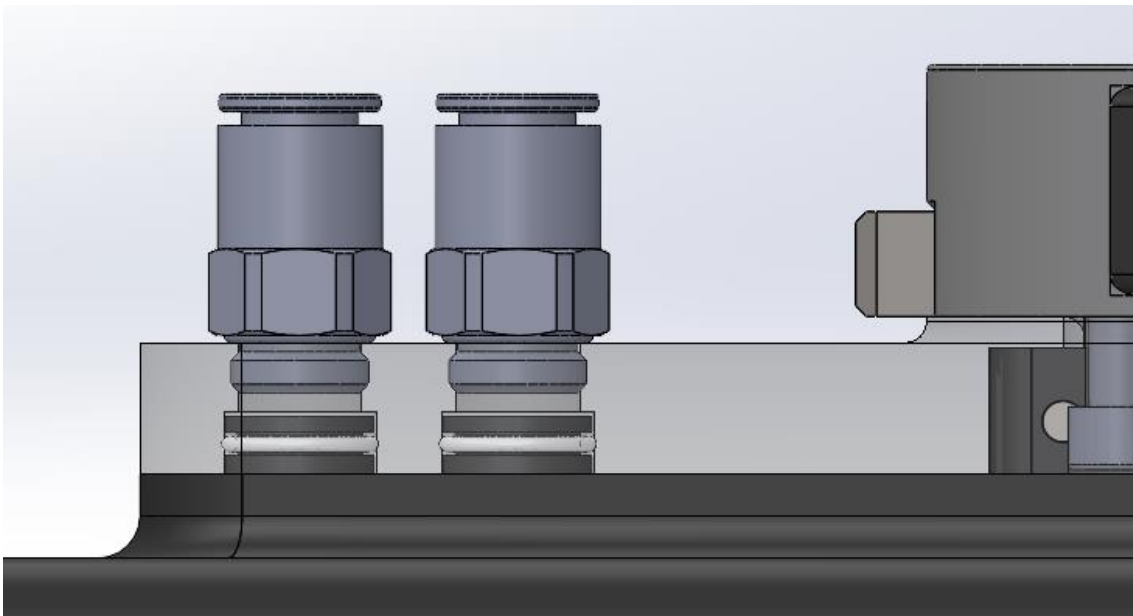


Figura 9.11. Ubicació juntes tòriques.

Després d'haver realitzat l'estudi de la selecció de materials, s'arriba a la conclusió que el millor per a les juntes és el NBR, el qual té unes molt bones propietats contra el desgast, i contra l'estanqueïtat en gasos. Aquestes s'han dimensionat a partir del diàmetre del component sobre el qual van inserides, buscant una mida normalitzada per tal d'evitar preus elevats en la seva compra. Concretament, les juntes tòriques tenen una secció de 1,5 mm. de diàmetre i un diàmetre intern de 12 mm. Les juntes es comprarien a l'empresa de juntes *Epidor*.

Una vegada tenim ubicades les juntes, gràcies a les toleràncies i al correcte dimensionament de les seves ranures, aconseguim que tot i que l'agafador estigui carregat amb el pes del paquet, la deformació que tindriem en la ubicació de la junta, sigui menor que la distància que hi ha entre

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

l'extrem inferior de la secció de la junta i la superfície superior plana de l'agafador, amb la qual cosa ens assegurem de no tenir perill de fuga d'aire.

9.8.6. Passadors.

Els passadors tenen la funció de subjectar els elements que no estan fixats, i fer que aquests es mantinguin en la seva posició. En el nostre mecanisme tenim un total de 4 passadors, sense considerar els 2 eixos que hem vist anteriorment, 2 dels quals tenen la mateixa mesura i aniran inserits per aguantar el botó. I els altres dos que són de diàmetre i longituds més grans, els quals aniran col·locats, un d'ells per centrar la peça inferior amb la superior unió braç, i l'altre posicionador que centrarà la peça inferior amb la superior i aquesta amb l'acoblament del braç robòtic.

Els dos passadors que tenen la mateixa mesura els trobem passant entre la peça superior unió braç i el botó elèctric. En la següent il·lustració podem veure de forma més clara la seva ubicació.

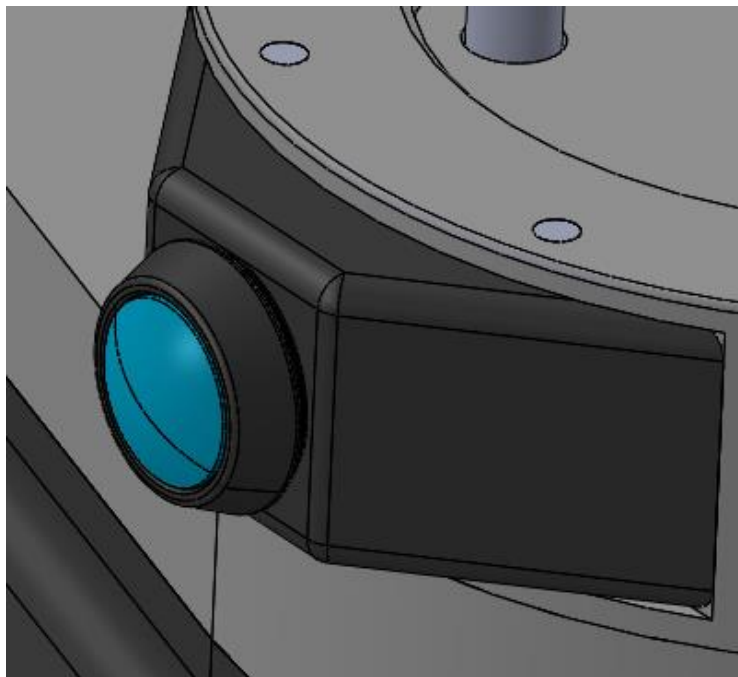


Figura 9.12. Passadors botó elèctric.

Aquests passadors són peces normalitzades que trobem en catàlegs de diversos fabricants. Si mirem el catàleg del fabricant *Norelem*, observem la taula de dimensions que tenen i ens

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

adonem que la nostra està dins de la norma DIN 6325. Aquests passadors els fabriquem amb tolerància h7 com m6.

Les mesures que necessitem per la funció que aquests han de realitzar en el botó elèctric són un diàmetre 3 i una longitud de 24 mm. La referència del producte en la pàgina oficial és la següent: 03320-0324.

Per altra banda, tenim 2 passadors més, la ubicació dels quals la podem observar de millor forma mitjançant la següent il·lustració.

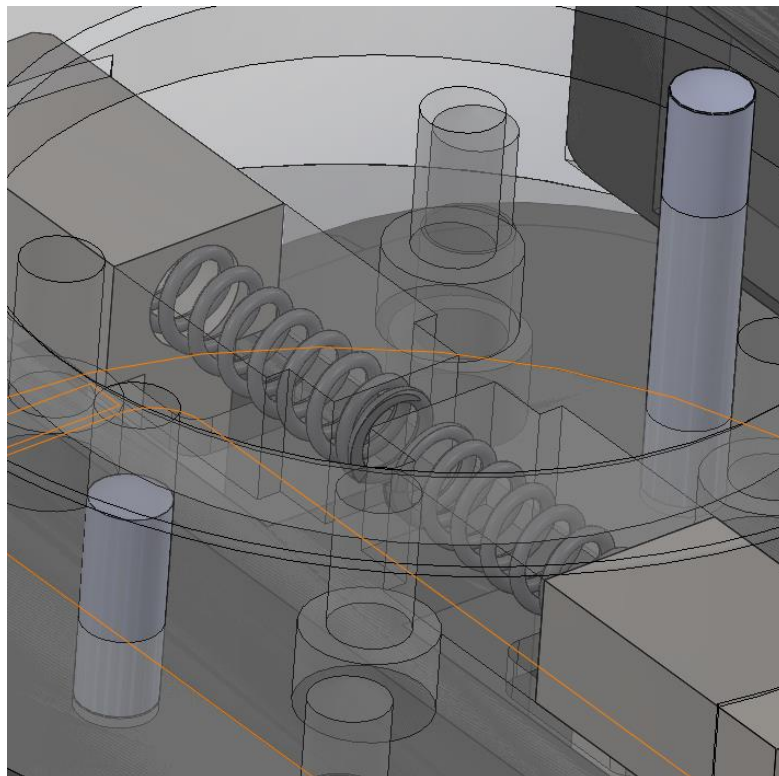
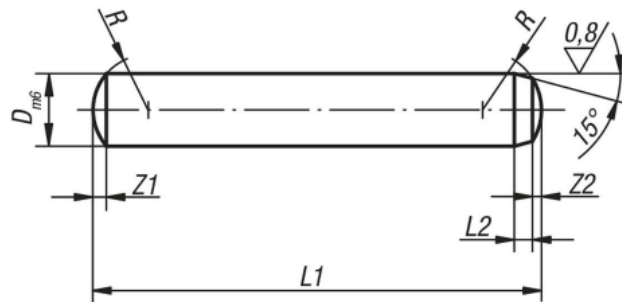


Figura 9.13. Posició dels posicionadors entre components.

Aquests passadors realitzen la funció de centradors, un d'ells en 3 peces i l'altre en 2. Podem observar en l'anterior il·lustració un passador d'una longitud més gran. Aquest seria el que centraria les 3 peces que serien l'acoblament del braç robòtic, la peça superior unió braç i la peça inferior unió braç. Les dimensions d'aquest serien de diàmetre 6mm. i una longitud de 30mm. Per altra banda, podem observar a l'esquerra un altre passador que uneix la peça inferior amb la superior i aquest té una longitud de 14 mm., amb un diàmetre de 6mm.

La referència dels productes la podem observar en la següent il·lustració.

Planos



Nuestros productos

Referencia	D	L1 = longitud	L2	R	Z1	Z2
03320-02X	2	6/8/10/12/14/16/18/20	0,6	2	0,3	0,18
03320-25X	2,5	6/8/10/12/14/16/18/20/22/24	0,7	2,5	0,4	0,25
03320-03X	3	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32	0,8	3	0,45	0,3
03320-04X	4	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40	1	4	0,6	0,4
03320-05X	5	10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40/45/50	1,2	5	0,75	0,5
03320-06X	6	10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40/45/50/55/60	1,5	6	0,9	0,6

Figura 9.14. Dimensions passadors DIN 6325 –Norelem.

L'altre passador que ens falta nombrar, el trobem en la superfície superior de la peça superior unió braç. Aquest té la funció de posicionador del mecanisme amb el braç. En la Figura 9.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR. pàg 40., on podem observar l'acotació del forat del passador, el fabricant del braç veiem que li imposa una tolerància H7. Conseqüentment, als forats que hem realitzat li hem imposat una tolerància M6, ja que com podem veure en l'anterior il·lustració, els passadors vénen amb tolerància m6, i ens volem assegurar d'una fixació correcte.

9.8.7. Botó elèctric.

El botó elèctric és el component que allibera el frens dels eixos del robot, fent que aquest es pugui manipular de forma manual i no automàtica per tal d'augmentar l'ergonomia del robot. Avui en dia s'han normalitzat un gran nombre de components, els quals estan fabricats per diverses peces, entre ells trobem el botó elèctric. Aquest l'encarreguem a l'empresa Digi-Key, una empresa distribuïdora de components electrònics.

La seva ubicació la podem observar en la Figura 9.12. Passadors botó elèctric. Pàg. 55.

Les dimensions d'aquest les podem observar en la següent il·lustració.

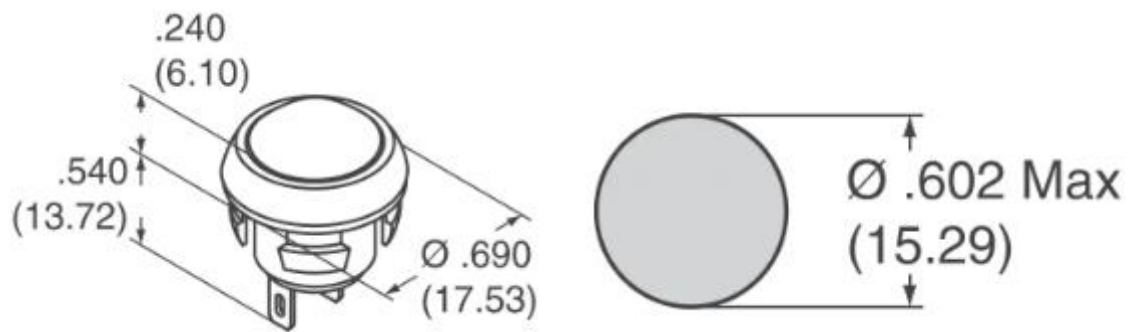


Figura 9.15. Dimensions botó elèctric – Digi-Key.

9.8.8. Ràncors.

Tenim un total de 2 ràncors en el nostre mecanisme de canvi ràpid. Els ràncors són peces les que tenen com a funció enllaçar i connectar tubs entre sí i amb altres perfils que tinguin forma cilíndrica. En el nostre cas, utilitzem els ràncors per connectar el tub que surt de l'ejector al buit a la peça inferior unió braç, la qual connecta directament amb l'agafador, a fi que l'aire d'aspiració sigui transmès a les ventoses i aquestes realitzin el correcte funcionament. En la següent il·lustració podem veure una imatge del model extreta de la pàgina oficial del fabricant, *Parker*.



Figura 9.16. Ràncor – Parker.

El dimensionament d'aquests ràncors ve imposat per la dimensió del tub de sortida que té l'ejector, el qual té una dimensió de 6,5 mm. de diàmetre interior i de 10 mm. de diàmetre exterior. D'aquestes dues dimensions, la cota que a nosaltres ens interessa és la del diàmetre extern perquè és aquest el que ens afecta al ràncor. És per això que s'ha seleccionat un ràncor que tingui un diàmetre intern de 10 mm., i aquest mateix té un diàmetre extern de 13 mm. Aquest

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ràcor és ideal per a aplicacions de buit o de pressió, té materials d'alta resistència amb la finalitat de donar-li la màxima eficiència a la màquina, donant-li una plena garantia que aquest està fabricat contra prova de fugues durant la producció.

El tamany de la rosca de la connexió és una G1/4, el material del cos d'aquest és de llautó niquelat, el material de l'anell de subjecció és d'acer inoxidable i el de la junta tòrica és d'NBR.

10. Programació temporal.

El següent punt a considerar és la programació temporal proposada per dur a terme l'execució d'aquest projecte. El procediment que s'ha seguit ha sigut l'explicat a continuació: en primer lloc, definir quines són les activitats a realitzar, se'ls ha assignat una lletra a cada definició amb la finalitat de poder identificar-les al'hora de realitzar posteriorment el diagrama de PERT. A més, hem definit cadascuna de les activitats precedents que els correspon a cada activitat.

Activitats	Definició	Activitat precedent
A	Adquisició de components normalitzats.	-
B	Fabricació peça superior i inferior unió braç, juntament amb ganxo	-
C	Fabricació agafador i suport botó elèctric.	-
D	Instal·lació cables i ejector.	A
E	Instal·lació agafador amb els seus components.	C,A
F	Instal·lació peça inferior i superior amb els seus components.	B,A
G	Posta en marxa.	D,E,F
H	Modificacions finals i revisió.	G

Taula 10.1. Definició d'activitats.

A continuació, es procedeix a realitzar la matriu d'encadenaments, on es veuran la relació entre les activitats.

		ACTIVITATS PRECEDENTS						
		A	B	C	D	E	F	G
ACTIVITATS	A							
	B							
	C							
	D	x						
	E	x		x				
	F	x	x					
	G				x	x	x	
	H							x

Taula 10.2. Matriu d'encadenaments.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Tot seguit es mostra la taula amb els diferents temps assignats i el temps PERT, calculat per cadascun d'aquests.

Activitats	Temps (dies)			
	Temps opt.	Temps modal	Temps pes.	Temps PERT
A	7	20	35	20
B	7	14	21	14
C	10	18	31	19
D	20	40	80	43
E	5	12	25	13
F	0,25	0,5	2	0,7
G	0,5	0,75	1	0,75

Taula 10.3- Càlcul dels temps

Una vegada calculats els temps PERT de cadascuna de les activitats, amb tota la informació que tenim, podem passar a realitzar el diagrama de PERT, que es mostra a continuació. En aquest, el camí crític és el que es marca en vermell. Els apartats de la matriu de Zaderenko, i el càlcul de folgances, es poden veure en detall en els Annexos, més concretament en la pàgina 141 dels Annexes.

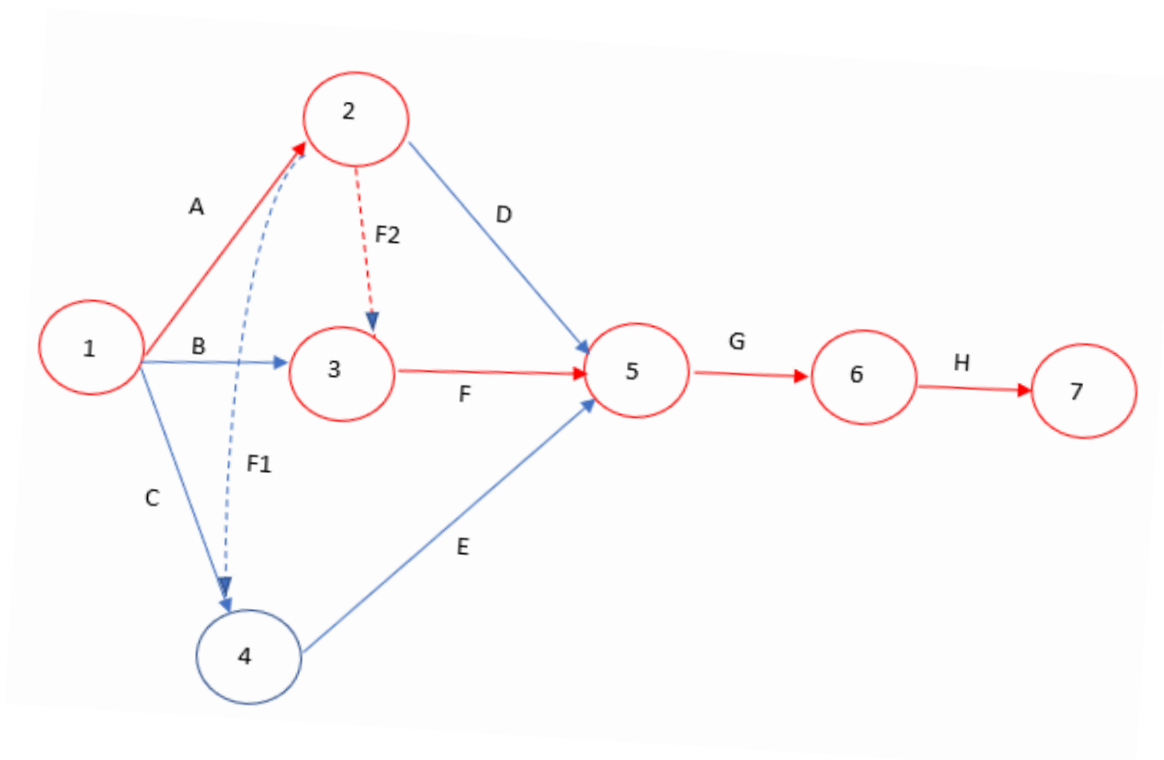


Figura 10.1 Diagrama de PERT

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

11. Resum pressupost.

Un altre punt a considerar és el resum del pressupost del projecte, on podrem veure els costos dels diferents capítols en què s'ha dividit el projecte. Aquest s'ha desglossat en 4, el primer representa el sistema superior amb tot el que porta incorporat; el segon, el sistema inferior; el tercer, l'agafador; i el quart i últim, el sistema pneumàtic de la instal·lació.

RESUM DE PRESSUPOST

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT	%
01	CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ.....	255,42	15,87
02	CAPÍTOL 02 SISTEMA INFERIOR UNIÓ BRAÇ.....	358,39	22,26
03	CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR.....	460,55	28,61
04	CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC.....	535,50	33,26
	PRESSUPOST D' EXECUCIÓ MATERIAL	1.609,86	
	13,00 % Despeses generals	209,28	
	6,00 % Benefici industrial	96,59	
	Suma	305,87	
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ SENSE IVA	1.915,73	
	21% IVA	402,30	
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ	2.318,03	

Puja el pressupost l'esmentada quantitat de DOS MIL TRES-CENTS DIVUIT EUROS amb TRES CÈNTIMS

Constantí, 30 d'agost de 2022.

12. Conclusions.

El projecte "Càlcul i disseny de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu" ha tingut gairebé una durada de 6 mesos, en els quals he après molt. M'ha servit per desenvolupar aptituds, coneixements i motivacions que identifiquen a la rama d'Enginyeria Mecànica.

Aquest treball s'ha realitzat amb l'empresa *Binder-Magnetic & Engineering*, la qual és una empresa especialitzada en disseny i fabricació de solucions d'assemblatges automàtics, control de qualitat i, d'intralogística.

Ha estat una molt bona oportunitat per tal d'aplicar, de manera pràctica, tots els coneixements i termes que s'han anat veient durant els quatre anys d'estudis. Ja que des que vaig començar a realitzar assignatures com *Mecànica i Teoria de Mecanismes, Elasticitat i Resistència de Materials i Disseny de Sistemes Mecànics*, vaig pensar que estava estudiant el que m'agradava.

Cal esmentar que el disseny del prototip ha vingut molt condicionat per les característiques del braç robòtic, ja siguin característiques com el pes que permet aixecar, o com per exemple, longituds a les que arriba el braç.

Pel que fa al pressupost, és un dels punts forts del treball, atès que s'ha aconseguit reduir força els costos. Aquest té un pressupost final amb un valor d'uns 2.280€ amb I.V.A., mentre que el producte d' *OnRobots* es troba al mercat amb un preu aproximat d'uns 3.000€. També convé ressaltar que el nostre pressupost inclou l'ejector al buit, la qual cosa fa incrementar el preu final amb un valor de 500€, aproximadament. És a dir, el nostre producte, comparat amb la competència que trobem al mercat, costa aproximadament 1/3 del preu d'aquest.

Altrament, un altre punt positiu al seu favor, és el pes màxim que aixeca, ja que s'ha aconseguit augmentar considerablement. Segons especificacions tècniques del producte *OnRobots*, el seu se situa sobre els 20 Kg. El nostre prototip és capaç d'aixecar un pes al voltant dels 30 Kg.

Tanmateix, també hem millorat considerablement el pes del conjunt del mecanisme. El pes del nostre és de 1,6kg. i el d'*OnRobot 2,55kg.*, una diferència de 0,95Kg. L'alleugeriment de les peces

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

fa que el robot pugui aixecar paquets de pes superior i facilitar la mobilitat i manipulació per a l'operari.

Cal destacar, que el prototip s'ha dissenyat i calculat no només per a aixecar un paquet de 10 Kg., sinó també de més grans. Si mai l'empresa que ha comprat el producte, vol incorporar aquest en un altre braç robòtic que pugui aixecar un pes superior a 10 Kg, no hi haurà cap problema, si l'acoplament és el mateix.

Certament, el prototip s'ha optimitzat al màxim, i amb aquest objectiu, s'han polit tots els detalls que s'han vist necessaris. Sobretot, s'ha cregut convenient realitzar un bon estudi per a la selecció de materials. Perquè avui en dia, gràcies a la gran i diversa tecnologia que tenim i al gran abast de materials nous que trobem al mercat, s'ha fet necessària una exhaustiva cerca per tal de trobar el material més idoni per a l'aplicació de cada component del projecte. Aquest s'ha prioritzat, en tot moment, en termes de pes i de preu. És per això que s'ha agafat l'alumini per a les peces que s'han de quedar fixades al robot. Tanmateix, per a l'agafador s'ha seleccionat el PA-12, ja que és el material amb les millors propietats mecàniques que té disponible l'empresa *Materialise*, la qual ens fabricarà els components amb impressió *3D MultiJet*.

Un altre punt que s'ha fet és la planificació temporal, per tal de poder apreciar la duració de les diferents tasques que s'han de realitzar, i com es poden combinar aquestes, mentre no s'acaben de finalitzar les altres.

A més, s'han explicat les diferents toleràncies que s'observen en els plànols, juntament amb la seva funció. De la mateixa forma que amb els acabats superficials en l'apartat *d'Enginyeria del projecte*. Així com el funcionament de cada peça i els aspectes més importants que s'han tingut en compte de cara al disseny d'aquestes. Per altra banda, també s'han dimensionat elements, com per exemple l'ejector al buit.

En un altre apartat s'han realitzat les anàlisis estàtiques, a fi de comprovar les diferents peces que s'han cregut convenients estudiar. És a dir, totes aquelles que rebien uns esforços que s'havien de considerar. Per altra banda, també s'han dimensionat altres elements, així com el nombre de ventoses necessàries.

Per finalitzar les conclusions, afegir que ha estat un llarg camí realitzar aquest projecte. Però que la satisfacció personal és molt més gran i compensa totes les hores de treball esmerçades. Per concloure, afegir que m'hagués agradat realitzar d'altres estudis, com per exemple, a fatiga.

Però que a causa de la falta de temps, finalment no s'han pogut arribar a presentar tots els resultats que s'esperaven extreure.

13. Agraïments.

Aquest projecte no hauria estat possible sense l'ajuda i col·laboració d'algunes entitats i persones.

Primer de tot vull agrair el suport rebut en tot moment per part de l'empresa **BINDER – Magnetism&Engineering** i els seus treballadors, on s'ha dut a terme el projecte. I fer una especial menció al meu tutor, Raúl Oteiza Chalezquer, enginyer de la mateixa, pel seu esforç i dedicació, de qui he après tant.

La realització d'aquest ha estat possible, en gran part, gràcies a la seva valuosa experiència i gran professionalitat. Cal remarcar que sempre ha estat disposat a ajudar-me, corregint i compartint els seus coneixements tècnics. Ha sigut un autèntic plaer aprendre tant al seu costat.

Així mateix, m'agradaria fer extensius aquests agraïments a Francesc Ferrando Piera, director del projecte, qui es mostrà receptiu en tot moment per a resoldre els meus dubtes i aconsellar-me sobre la realització del mateix. Com també a tot l'equip de professorat del Grau d'Enginyeria Mecànica que m'ha proporcionat els coneixements necessaris per al desenvolupament d'aquest treball i de la meva carrera professional.

I en darrer terme, agrair profundament a la meva família la seva estima, el seu suport incondicional, la seva paciència infinita i la seva comprensió al llarg del camí. I en general, el meu més sincer agraïment a tots aquells que han fet possible que aquest projecte, finalment, arribi a bon port.

14. Bibliografia.

PÀGINES WEB CONSULTADES

- “Brazo Robot | Universal Robots (universal-robots.com)”. RUTA: Brazo Robot- Universal Robots.
- (<https://www.universal-robots.com/es/productos/robot-ur10/> 12 de marzo de 2022)

- “Cajas de Cartón Estandar (estalki.com)”. RUTA: ESTALKI PACK
- (<https://www.estalki.com/embalaje/cajas-carton-estandar/> 10 de marzo de 2022)

- “Eyectores de vacío/Venturi | SMC España”. RUTA: SMC Eyectores de vacío/ Venturi
- (<https://www.smc.eu/es-es/productos/eyectores-de-vacio-venturi~29029~nav#s/> 25 de marzo de 2022)

- l15720060609es00240086.pdf (boe.es)
- “Diario Oficial de la Unión europea”. RUTA: DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición)
- (<https://www.boe.es/doue/2006/157/L00024-00086.pdf> /10 marzo de 2022)

- “Ingeniería y soluciones electromagnéticas - Binder (binder-es.com). RUTA: BINDER las tecnologías más avanzadas.
- (<https://binder-es.com/> 13 marzo de 2022)

- “opac.pdf (ferreteriapoveda.com)” RUTA: Normalizados para Matricería
- (<https://ferreteriapoveda.com/wp-media/uploads/opac.pdf> / 10 de marzo de 2022)

- “PA 12 (MJF) | Polyamide | Multi Jet Fusion at Materialise”. RUTA: Materialise PA 12 (MJF)
- (<https://www.materialise.com/en/manufacturing/materials/pa-12-mjf/> 9 de marzo de 2022)

- “Parker LegrisConnectic Baja Presión - Archivos CAD gratuitos - 3101 - RACOR DE ENTRADA
- RECTO, MACHO BSP CIL. Y METRICA - TraceParts”. RUTA: 3101- RACOR DE ENTRADA RECTO, MACHO BSP CIL. Y METRICA
- (<https://www.traceparts.com/es/product/parker-legris-connectic-baja-presion-3101-racor-de-entrada-recto-macho-bsp-cil-y-metrica-10?Product=10-31072001-130674&PartNumber=3101%2010%2013> / 8 de marzo 2022)
- “Pasadores cilíndricos DIN 6325 | norelem”. RUTA: Norelem 03320 pasadores ciliíndricos DIN 6325
- (<https://www.norelem.com/us/es/Productos/Vista-general-de-producto/Sistema-flexible-de-piezas-est%C3%A1ndar/03000-Piezas-de-presi%C3%B3n-con-resorte-Pernos-de-bloqueo-Topes-Elementos-de-centrado-y-posicionamiento-Fijaciones-Tuercas-correderas-en-ranura/Bloques-paralelos-tuercas-correderas-en-ranura-pasadores-cil%C3%ADndricos/03320-Pasadores-cil%C3%ADndricos-DIN-6325.html?vn=ViewTableAllArticle/> 12 de abril de 2022)
- “Pinza por vacío para robots colaborativos e industriales | Pick & Place | EOAT | OnRobot”. RUTA: On robot potente pinza por vacío eléctrica perfecta para el paletizado de cajas de cartón
- (<https://onrobot.com/es/productos/vgp20/> 15 de abril de 2022)
- “Sodemann Muelles Industriales ® Muelles con la mejor calidad (muelles-industriales.es)”. RUTA: SOLDEMANN MUELLES INDUSTRIALES PRODUCTOS
- (<https://www.muelles-industriales.es/> 26 de marzo)
- “SPB2 40 SI-55 P > Ventosas de vacío | Schmalz”. RUTA: SCHMALZ SPB2 40 SI-55 P
- (<https://www.schmalz.com/es-es/tecnica-de-vacio-para-la-automatizacion/componentes-de-vacio/ventosas-de-vacio/ventosas-para-embalaje/ventosas-de-fuelle-spb2-p-2-5-plegues-304529/10.01.06.03126/> 20 de marzo de 2022)

- “Tornillo Allen DIN 912 / ISO 4762 - Baselga Lizaga”. RUTA: BaselgaLizagaTornillo Allen DIN 912/ISO 4762
- (<https://www.baselgalizaga.com/tornilleria/9-tornillo-din-912-iso-4762.html> / 10 de abril de 2022)
- “Tratamiento de superficies (hydro.com)”. RUTA: Hydro cómo lograr la mejor superficie
- (https://www.hydro.com/es-ES/aluminium/products/perfiles-extruidos/servicios/tratamiento-de-superficies/?gclid=Cj0KCCQjwJKYBhC6ARIsAGEds-JuEzmp3ywoEDEHvoSZ4xURVrjSAccUuj2G3K1xC_jbq1R_RQzISooaAs9xEALw_wcB/ 13 de marzo de 2022)
- “3101 10 13 - Racores neumáticos a presión: LF 3000® | España (parker.com)”. RUTA: Parker Racores neumáticos a presión: LF 3000/ 31011013
- (<https://ph.parker.com/es/es/pneumatic-push-in-fittings-lf-3000/3101-10-13/> 13 de abril de 2022)
- “30-100 Grayhill Inc. | Interruptores | DigiKey”. RUTA: Digi-Key GH7268
- (<https://www.digikey.es/es/products/detail/grayhill-inc/30-100/764211?s=N4lgTCBcDaIOIAkDsYBsAOEBdAvkA> / 20 de abril de 2022)

LLIBRES

- RIBA ROMEVA, C. (2008). *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. Barcelona,
- Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

NORMATIVA

- Directiva 2006/42/CE, *establece los requisitos técnicos que deben cumplir las máquinas y sus componentes de seguridad para poder ser comercializadas en la Unión Europea y en el Espacio Económico Europeo.*
- UNE EN ISO 13849-1:2016, *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativos a la Seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015).*
- UNE EN ISO 13855:2011, *Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010).*
- EN 1200:201, *Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).*
- UNE 157001:2014, *Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.*
- UNE 1039:1994, *Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.*
- Directiva 2006/42/CE *requisits tècnics que han de complir les màquines i els seus components de seguretat per poder ser comercialitzats a la unió europea i en l'espai econòmic europeu.*

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

VOLUM I

DOCUMENT 3: ANNEXOS (A-D)

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDIX ANNEXOS (A-D)

A. Condicionants.	10
A.1. Condicionants del promotor.	10
A.1.1. Infraestructura existent.	10
A.1.1.1. Reducció de pes.	11
A.1.2. Peces de fàcil fabricació o terminis d'entrega reduïts, i de baix cost.	11
A.1.3. Mecanisme adequat per treballar amb mides de palets europeu o americà.	12
A.1.4. Polsador per al moviment manual.	14
A.2. Condicionants legislatius de seguretat.	15
A.3. Acoblament de la peça unió braç superior al braç robòtic.	16
A.4. Dimensions de l'agafador imposades per la longitud del braç robòtic.	16
A.5. Estudi de mercat.	16
B. Estudi d'alternatives.	17
B.1. Disseny del mecanisme de canvi ràpid.	17
B.1.1. Sistema d'una molla amb con.	17
B.1.2. Ganxo en forma de "t" amb dues molles.	20
B.1.3. Ganxo en forma de "l" amb una molla.	21
B.2. Disseny de l'agafador.	21
B.2.1. Agafador amb mecanisme, tot junt.	22
B.2.2. Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.	22
B.2.3. Agafador amb eixos.	22
C. Selecció de materials.	23
C.1. Introducció.	23
C.2. Agafador.	26
C.3. Eixos.	29
C.4. Peça inferior unió braç.	32

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

C.5. Peça superior unió braç.	35
C.6. Ganxos.....	36
C.7. Juntes.	38
C.8. Cargols.....	39
C.9. Passadors.	40
C.10. Suport botó elèctric.	40
D. Enginyeria del projecte.	41
D.1. Peça superior unió braç.	41
D.2. Molles.	44
D.3. Ganxos.	48
D.4. Suport botó elèctric.	50
D.5. Peça inferior unió braç.....	51
D.6. Eixos.....	54
D.7. Agafador.....	56
D.8. Peces normalitzades.	64
D.8.1. Ejector al buit.....	64
D.8.2. Ventoses.	75
D.8.3. Tubs.....	78
D.8.4. Cargols.	78
D.8.5. Juntes tòriques.....	79
D.8.6. Passadors.	81
D.8.7. Botó elèctric.....	83
D.8.8. Ràncors.....	84

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ÍNDEX DE TAULES ANNEXOS (A-D)

Taula C.1. Fitxa tècnica PA-12.....	28
Taula C.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5.....	31
Taula C.3. Propietats de l'EN AW-6082 i de l'EN AW-7075.....	34
Taula C.4. Resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis.....	35
Taula C.5. Propietats de l'acer AISI 304.....	37
Taula C.6. Classes de cargols i materials més usuals.....	39
Taula D.1. Prototips de molla viables.....	48
Taula D.2. Dimensions ranura junta- <i>Norelem</i>	61
Taula D.3. Radis de la ranura- <i>Norelem</i>	62
Taula D.4. Dimensions de la instal·lació- <i>Norelem</i>	63

ÍNDEX DE FIGURES ANNEXOS (A-D)

Fig. A.1. Braç robòtic <i>Universal Robots</i> UR-10. Font: <i>Universal Robots</i>	10
Fig. A.2. <i>SMC-Ejector</i> al buit ZL3H04-K1.	11
Fig. A.3. Mides de palets tipus europeu i americà.....	12
Fig. A.4. Proporcions de les caixes.....	13
Fig. A.5. Localització botó alliberament frens.....	14
Fig. B.1. Sistema d'una molla amb con. Prototip 1r de mecanisme de canvi ràpid.....	18
Fig. B.2. Sistema d'una molla amb con. Altres peces.....	19
Fig. B.3. Sistema d'una molla amb con. Ganxo en forma de T amb dues molles	20
Fig. B.4. Ganxo en forma de "L" amb molla.....	21
Fig. C.1. Agafador.....	27
Fig. C.2. Eixos inserits en l'agafador.....	29
Fig. C.3. Peça inferior unió braç.....	32
Fig. C.4. Peça superior unió braç.....	35
Fig. C.5. Ganxos.....	36
Fig. D.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR.....	42
Fig. D.2. Peça superior unió braç.....	43
Fig. D.3. Plànol peça unió braç superior.....	43
Fig. D.4. Filtres per a la selecció de la molla- <i>Sodemann</i>	45
Fig. D.5. Ubicació molles en el conjunt.....	46
Fig. D.6. Acotació del ganxo.....	49
Fig. D.7. Disseny final suport botó elèctric.....	51

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. D.8. Peça inferior unió braç.....	52
Fig. D.9. Plànol peça inferior unió braç.....	53
Fig. D.10. Eixos normalitzats- <i>Norelem</i>	56
Fig. D.11. Dimensions agafador amb les funcions.....	57
Fig. D.12. Dimensions forat per ventosa- <i>Schmalz</i>	58
Fig. D.13. Secció agafador.....	58
Fig. D.14. Distribució conductes d'aspiració.....	59
Fig. D.15. Part superior agafador.....	60
Fig. D.16. Acotació dimensions- <i>Norelem</i>	62
Fig. D.17. Nomenclatura dimensions- <i>Norelem</i>	63
Fig. D.18. Selecció de la funció – <i>SMC</i>	65
Fig. D.19. Selecció de la construcció del sistema – <i>SMC</i>	66
Fig. D.20. Selecció del tipus de circuit – <i>SMC</i>	67
Fig. D.21. Condicions de treball – <i>SMC</i>	68
Fig. D.22. Dades del valor de pèrdues – <i>SMC</i>	69
Fig. D.23. Selecció de la ventosa – <i>SMC</i>	70
Fig. D.24. Selecció dels tubs – <i>SMC</i>	71
Fig. D.25. Referència de la unitat modular de l'ejector – <i>SMC</i>	72
Fig. D.26. Full 1 de resultats ejector – <i>SMC</i>	73
Fig. D.27. Full 2 de resultats de l'ejector – <i>SMC</i>	74
Fig. D.28. Paràmetres de selecció de la ventosa- <i>Schmalz</i>	75
Fig. D.30. Selecció del diàmetre de les ventoses.....	76

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. D.31. Model de ventosa escollit – <i>Schmalz</i>	77
Fig. D.32. Cargols DIN 912- <i>Baselga Lizaga</i>	79
Fig. D.33. Ubicació juntes tòriques.....	80
Fig. D.34. Passadors botó elèctric.....	81
Fig. D.35. Posició dels posicionadors entre components.....	82
Fig. D.36. Dimensions passadors DIN 6325 – <i>Norelem</i>	83
Fig. D.37. Dimensions botó elèctric – <i>Digi-Key</i>	84
Fig. D.38. Ràcor – <i>Parker</i>	85

A. Condicionants.

A.1. Condicionants del promotor.

A continuació, s'exposen un seguit de condicions que venien imposades pel promotor *BINDER – Magnetism&Engineering*.

- El mecanisme dissenyat s'ha de poder incorporar al braç robòtic d'infraestructura existent *UR-10* de l'empresa *Universal Robots* que té una limitació de pes de 10 kg.
- El disseny de peces ha de ser de fàcil fabricació o amb terminis d'entrega reduïts i de baix cost.
- El funcionament del robot ha de ser adequat per treballar amb les mides dels palets tipus europeu o americà.
- Es demana un polsador per poder alliberar els frens dels eixos del robot i d'aquesta manera ajudar en el seu moviment manual.

A.1.1. Infraestructura existent.

La màquina ha de portar incorporats un seguit d'elements d'unes marques concretes. A continuació es detallen.

El braç robòtic serà del fabricant *Universal Robots*, concretament el model *UR-10*.



Figura A.1. Braç robòtic *Universal Robots* UR-10. Font: *Universal Robots*.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Cal afegir que tota la programació del robot, així com la incorporació de sensors per aconseguir que el braç robòtic realitzi els moviments correctes, és realitzada pel departament corresponent de l'empresa.

L'ejector al buit que s'instal·larà al robot a fi que realitzi la succió d'aire mitjançant les ventoses és del fabricant *SMC*, concretament el model amb referència ZL3H04-K1.



Figura A.2. SMC-Ejector al buit ZL3H04-K1.

A.1.1.1. Reducció de pes.

El braç robòtic *PA-10* té la limitació D'AIXECAR un pes de 10 Kg. com a màxim. Per aquest motiu s'ha realitzat un bon estudi de la selecció de materials amb l'objectiu d'assignar-ne un a les peces prou resistent com per suportar les sol·licitacions. Però que aquest, a la vegada, tingui una densitat prou baixa com per no incrementar el pes del conjunt i donar un rang més ampli en el pes dels paquets a paletitzar.

A.1.2. Peces de fàcil fabricació o terminis d'entrega reduïts, i de baix cost.

També s'estableix que el disseny de les peces sigui un que ens permeti una fàcil fabricació i consegüentment, es generi un curt pla d'entrega i un baix cost. Per tal d'aconseguir aquesta fàcil fabricació, s'han de tenir en compte diversos aspectes a l'hora del disseny de les peces perquè cadascuna d'aquestes es pugui fer realitzant un mecanitzat, ja que és un dels processos de fabricació més barats en comparació, per exemple, amb la fundició.

A.1.3. Mecanisme adequat per treballar amb mides de palets europeu o americà.

Tot i que hi ha diverses mides de palets, el funcionament d'aquest robot està pensat per a palets tan europeus com americans. En la següent il·lustració, Figura 1.3. Mides de palets tipus europeu i americà, es poden observar quines són les dimensions d'aquests palets.

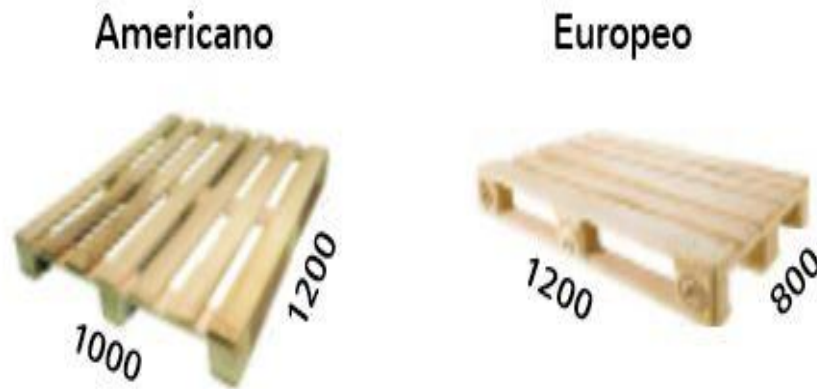


Figura A.3. Mides de palets tipus europeu i americà. Font: Maderea.es

És important aquest aspecte perquè en funció de les mides del palet, les dimensions de l'agafador hauran de ser unes o unes altres. Per altra banda, no només ens condicionen les proporcions externes del palet en el nostre producte, sinó que també ho fa en les dimensions de les caixes a transportar, ja que en funció d'aquestes es fabricarà un agafador amb unes certes mides amb la finalitat de cobrir la possibilitat que ens trobéssim amb una caixa que té el centre de masses allunyat del centre de gravetat de la peça.

Així doncs, les dimensions de l'agafador que hem dissenyat i creat, recollides en els plànols, s'han pensat per a unes caixes amb les següents proporcions:

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Nº CAJA	MEDIDAS (Largo-Ancho-Alto) mm	CAJAS/FARDO	CARTÓN
51.484	200x200x100	20	DOBLE
19.723	250x200x200	20	DOBLE
75.381	304x185x132	20	SENCILLO
31.054	320x320x170	25	SENCILLO
23.170	330x220x310	25	SENCILLO
23.447	360x240x270	20	DOBLE
19.724	375x250x305	25	SENCILLO
23.448	400x350x300	15	DOBLE
21.539	490x490x300	15	DOBLE
13.976	600x500x150	15	DOBLE
13.914	600x500x300	10	DOBLE
14.594	600x500x400	10	DOBLE
15.549	615x380x340	20	SENCILLO
15.005	420x315x270	10	DOBLE
37.250	790x590x540	sueltas	SENCILLO
19.983	800x440x250	8	DOBLE

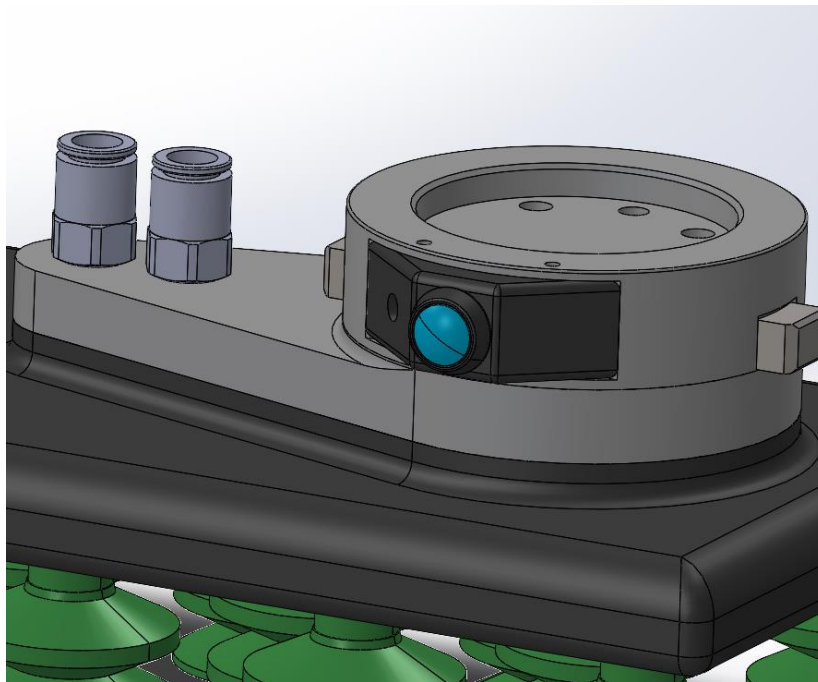
Figura A.4. Proporcions de les caixes. Font: Estalki.

Cal esmentar que la quantitat de caixes que hi cabran en un palet vindrà condicionada per l'alçada de les caixes i pel tipus de palet, a causa que el de tipus europeu té una alçada de 122mm, mentre que l'Americà mesura 145 mm; i que, a més, el robot té l'altura limitada del braç a 2.300 mm del terra.

El recanvi o manteniment de peces que siguin comercials, com per exemple, les ventoses, els cargols, l'ejector al buit entre d'altres, s'hauran de substituir quan es deteriorin pels mateixos components de les mateixes marques que ja porta instal·lats i estan pensats per a aquest mecanisme.

A.1.4. Polsador per al moviment manual.

S'ha afegit un polsador a fi que quan aquest es premi, s'alliberin els frens dels eixos del robot, aconseguint una fàcil manipulació per a l'operari del moviment del braç robòtic, de forma manual. Cal afegir que aquesta opció no la porta incorporada el robot de sèrie, i es realitza a fi de millorar la seva ergonomia. A més a més, cal remarcar que quan es dóna aquest cas, la velocitat del braç del robot disminueix, conforme a la normativa de seguretat. El polsador anirà incorporat en un dels laterals de la peça superior unió braç, de tal forma que tot i canviar l'agafador amb el mecanisme de canvi ràpid, aquest seguirà incorporat a la peça. Es pot observar la seva ubicació en la següent il·lustració.



A.5. Localització botó alliberament frens.

Tal i com es pot veure en l'anterior il·lustració, hi ha un forat en el costat esquerre de la peça. Per aquí entrarà el cable que anirà connectat a la màquina perquè una vegada sigui premut, realitzi la correcta funció.

Tot seguit s'exposen d'altres condicionants que van afectar el nostre projecte.

- Ha de complir totes les normes i requisits essencials de seguretat exigits per llei.
- Les dimensions de l'acoblament del braç robòtic ens imposa quines seran les dimensions que haurà de tenir la nostra peça unió braç superior.
- La llargada del braç robòtic imposa les dimensions de longitudinals de l'agafador, ja que sinó, no arriba a tots els extrems del pallet. També, aquest vindrà condicionat per les dimensions externes del pallet i de la caixa.
- Estudi de mercat.

A.2. Condicionants legislatius de seguretat.

Cal remarcar que, per tractar-se d'una màquina fabricada a partir del 22/12/2009 és d'obligat compliment que tingui els requisits tècnics i de seguretat exigits per la Directiva 2006/42/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de maig del 2006, per a poder ser comercialitzades dins de la Unió Europea.

Aquesta mateixa Directiva esmentada es veu de nou recollida dins de l'ordenança jurídica nacional en el Real Decret 1644/2008, del 10 d'octubre, pel que s'estableixen les normes per la comercialització i posada en servei de les màquines, que entra en vigor el 29/12/2009 per garantir la seguretat de les màquines i la seva lliure circulació durant la comercialització i primer posada en servei.

Per tant, el producte a entregar ha de complir amb tots els requisits legals i de seguretat exigits, així com normatives. I està subjecte a les següents:

- *Directiva 2006/42/CE, establece los requisitos técnicos que deben cumplir las máquinas y sus componentes de seguridad para poder ser comercializadas en la Unión Europea y en el Espacio Económico Europeo.*
- *Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.*
- *UNE EN ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mandos relativos a la Seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015).*
- *UNE EN ISO 13855:2011. Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010).*

- *EN1200:201. Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).*

A.3. Acoblament de la peça unió braç superior al braç robòtic.

Les dimensions de l'acoblament del braç robòtic ens imposa quines seran les dimensions que haurà de tenir la nostra peça unió braç superior. (Vegeu en més detall a la pàgina 42).

A.4. Dimensions de l'agafador imposades per la longitud del braç robòtic.

La llargada del braç robòtic imposa les dimensions longitudinals de l'agafador, ja que sinó, no arriba a tots els extrems del palet. També, aquest vindrà condicionat per les dimensions externes del palet i de la caixa. (Vegeu en més detall a la pàgina 56).

A.5. Estudi de mercat.

BINDER – Magnetism&Engineering té a l'abast tots els mitjans i recursos necessaris per tal de dur a terme el projecte.

B. Estudi d'alternatives.

Tot seguit s'expliquen les diferents alternatives que s'han estudiat al llarg de la fase de disseny dels diferents components del conjunt.

- Disseny del mecanisme de canvi ràpid:
 - ✓ Sistema d'una molla amb con.
 - ✓ Ganxo en forma de "T" amb dues molles.
 - ✓ Ganxo en forma de "L" amb una molla.

- Disseny de l'agafador:
 - ✓ Agafador amb mecanisme, tot junt.
 - ✓ Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.
 - ✓ Agafador amb eixos.

B.1. Disseny del mecanisme de canvi ràpid.

Amb l'objectiu de fer el canvi de l'agafador de forma més ràpida i senzilla es van plantejar diversos dissenys. Tots ells funcionaven mitjançant molles. A continuació, s'expliquen.

B.1.1. Sistema d'una molla amb con.

Aquest va ser el primer prototip de mecanisme de canvi ràpid que es va dissenyar. Es va, fins i tot, imprimir amb una de les impressores en 3D de les oficines. Però dies després de la seva producció, ens vam adonar que aquell mecanisme dificultaria el procés de fabricació de l'agafador. I que per altra banda, no era capaç d'aixecar el pes que el disseny definitiu necessitava. A continuació, es mostra una imatge del mecanisme, on s'observen les diferents peces que el formen.

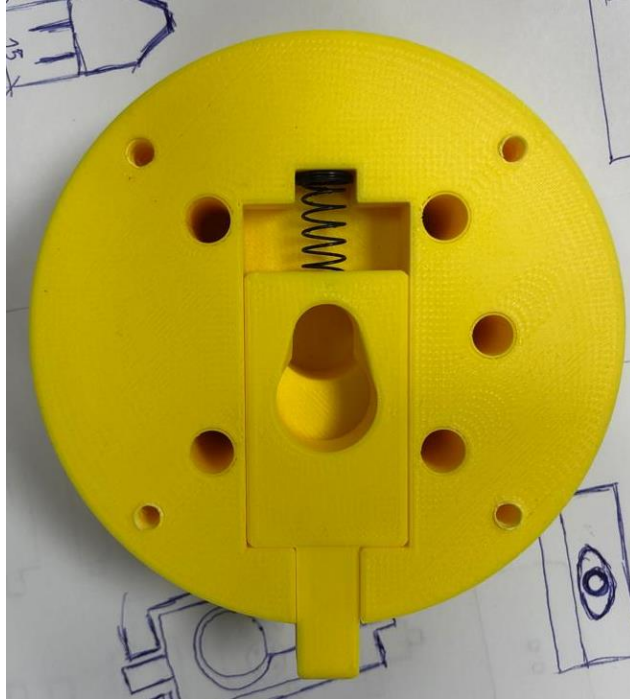


Figura B.1. Sistema d'una molla amb con. Prototip 1r de mecanisme de canvi ràpid.

Tal i com es pot veure, es mostren dos de les quatre peces que formaven el mecanisme de canvi ràpid. La molla empenyia la peça que estava inserida a l'interior de la ranura, la qual tenia un forat especial, de tal manera que quan es premia el botó i es comprimia la molla, el forat gran d'aquesta peça coincidia amb el forat gran de la peça sobre la qual estava inserida.

En la següent foto, Figura B.2. Sistema d'una molla amb con.. Altres peces, podem observar les altres dues peces que finalitzaven la proposta del primer mecanisme de canvi ràpid.



Figura B.2. Sistema d'una molla amb con. Altres peces.

Com es pot veure, aquest eix en forma de con, es va dissenyar de tal manera que quan es premia el botó, la peça de l'interior es desplaçava. Deixava entrar aquesta al seu interior, i una vegada estava dins, es deixava de prémer el botó. I aquesta, mitjançant la molla, tornava a la seva posició inicial, fent contacte la secció inferior del con amb la secció més reduïda de la peça interior.

Finalment, observem la quarta peça que era la que realitzaria la funció de tapa d'aquest mecanisme, per tal que ni la molla ni la seva peça interior sortissin de dins. Per altra banda, aquesta, estant cargolada, feia que l'eix quedés subjecte i no caigués.

B.1.2. Ganxo en forma de "t" amb dues molles.

Una altra opció que es va considerar, va ser una semblant al mecanisme final. La diferència entre les dues va ser la forma del ganxo i la quantitat de molles inicials, que va passar a ser d'una. A continuació es mostra un croquis dibuixat a mà del suposat ganxo.

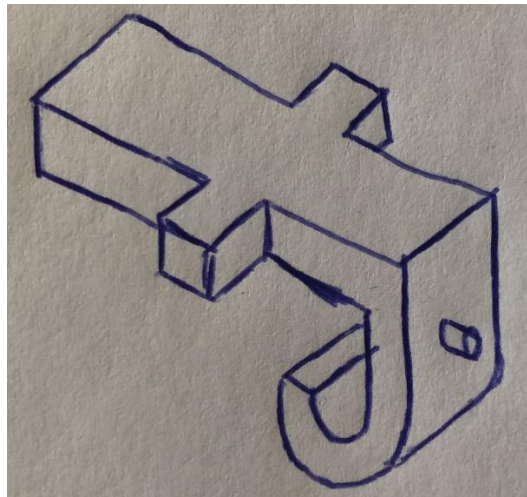


Figura B.3. Sistema d'una molla amb con. Ganxo en forma de T amb dues molles.

Tal i com es pot veure en la imatge, les ales que sobresurten pels laterals de la peça eren les que feien de límit del recorregut per l'interior de la peça on eren inserits. Pel costat on no es troba la superfície corba que baixa era per on s'espitjava el ganxo, per tal que deixés d'estar en contacte la part corba de la peça i s'alliberés dels eixos. El cilindre que s'observa en el lateral dret de la peça era on anava inserida per l'exterior d'aquest, la molla.

Finalment, aquest element tal com s'havia dissenyat va ser descartat, ja que la part que havia de resistir l'esforç de suportar el paquet en aquesta eren les ales que sobresortien pels costats, i al ser de dimensions massa petites, es va descartar.

B.1.3. Ganxo en forma de "L" amb una molla.

Aquesta opció és la que finalment es va tirar endavant i es va creure que era la més viable en termes de fabricació, resistència, fiabilitat durant el funcionament i facilitat de muntatge. S'adjunta una imatge d'aquesta peça per tal de facilitar la comprensió de la seva elecció.

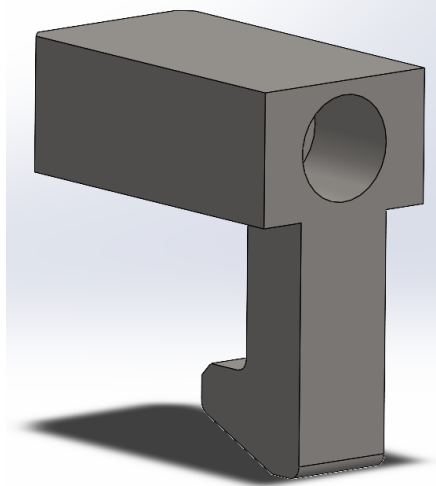


Figura B.4. Ganxo en forma de "L" amb molla.

Es va triar aquest element, ja que la molla quedava inserida en el forat circular que té la peça en la part posterior. El cos recte que baixa en la peça té un xamfrà calculat per facilitar la inserció dels eixos sobre aquesta. I tal i com es pot veure, la secció resistent que suporta els esforços és molt més gran que la de l'alternativa anterior, la qual seria la superfície inferior de la base juntament amb el rectangle extruït de baix. Més endavant, en l'apartat d'Enginyeria de projecte, s'explicarà en detall el seu procés de disseny i el seu funcionament.

B.2. Disseny de l'agafador.

L'agafador és aquella peça que eleva els paquets. Primerament es va pensar en realitzar un mecanisme format per una cremallera i uns engranatges que es desplaçaven. Aquests portaven incorporades unes pinces per tal d'estrènyer els paquets i que els mateixos quedessin subjectats. Però es va arribar a la conclusió que aquest mecanisme, primer que tot, feia incrementar molt el pes del conjunt. I en segons cas, feia augmentar tant el preu final del producte com el manteniment d'aquest.

Amb la qual cosa, es va pensar una alternativa a les pinces. I aquesta va ser la incorporació d'unes ventoses que funcionessin mitjançant un sistema al buit. Per tant, a continuació es mostren els diferents models que es van anar dissenyant fins arribar al model definitiu d'agafador.

B.2.1. Agafador amb mecanisme, tot junt.

Inicialment, es va pensar en dissenyar el mateix agafador amb el mecanisme de canvi d'eina, tot junt, en una sola peça. El problema d'aquest prototip va ser que al tenir el mecanisme de canvi juntament amb el de l'agafador, cada vegada que es volgués canviar l'eina, ens empotaríem amb nosaltres el mecanisme. I això feia que cada model d'agafador hagués de portar el mecanisme de canvi ràpid. Cosa que feia incrementar molt el preu del producte, i per aquest motiu, es va descartar.

B.2.2. Agafador amb la connexió dels tubs d'aspiració.

A continuació, es va pensar aquest segon prototip, ja que era la forma més ràpida i senzilla de connectar els tubs a l'agafador. El problema radicava en què cada vegada que l'operari volgués canviar d'eina per les dimensions del paquet, també hauria de desconnectar els ràcords i això ho convertia en un canvi d'eina no tan ràpid, amb la qual cosa també va ser descartat.

B.2.3. Agafador amb eixos.

Finalment, s'arribava a un model en què no s'incorporaven els ràcords a la peça ni portava incorporat el mecanisme de canvi. Això feia molt més ràpid el canvi d'eina i l'abaratia, ja que cada model de canvi d'eina no havia de portar incorporats ni el mecanisme de canvi ni els ràcords.

C. Selecció de materials.

C.1. Introducció.

A continuació, es procedeix a realitzar un estudi sobre la selecció dels materials de cada component que forma el conjunt. Per fer-ho consultarem el document *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva.³

Els materials a escollir han de ser unsels quals posseeixin les propietats requerides per tal de realitzar la funció que han de fer. A més, han de ser aptes per tal de ser conformats segons el mètode d'elaboració desitjat.

Un altre aspecte a destacar en la selecció dels materials és el cost i el subministrament d'aquests, ja que en funció de la regularitat en les propietats i la disponibilitat, escollirem un material o un altre.

La propietat física que ens interessa tenir en les nostres peces, és una densitat baixa, ja que d'aquesta forma aconseguim reduir el pes de les peces i facilitar la mobilitat i manipulació d'aquestes. Cal mencionar també, que com menor sigui el pes del mecanisme de canvi ràpid, el robot podrà manipular paquets de pes superior, ja que és una restricció que ens ve imposada per part del robot.

Les propietats mecàniques més importants a observar del material a escollir són les relacionades amb l'assaig de tensió-deformació, ja que ens dóna la resistència a la ruptura, el límit elàstic i el mòdul d'elasticitat; propietats mecàniques que ens faran obtenir uns resultats o uns altres de l'anàlisi estàtica de les peces.

Com més elevades siguin aquestes propietats, més resistent serà la peça i més elevat serà el preu unitari d'aquesta. Però, el que tampoc seria idoni és seleccionar un material amb propietats mecàniques molt elevades, i que aquestes mai s'arribin a veure afectades. És a dir, que els esforços que la peça rebi, siguin tan petits en comparació amb el límit elàstic que seria el corresponent a sobredimensionar una peça.

Una altra propietat mecànica a destacar és el fenomen de fregament i desgast, ja que en el nostre cas tenim peces que estan en contacte entre elles. I que a més a més, aquest contacte

³ RIBA ROMEVA, C. (2008). *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. Barcelona, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

entre algunes peces és de desplaçament, la qual cosa requereix d'un material amb un coeficient de fricció baix.

Però aspectes així, com una bona resistència a la abrasió i a la temperatura, no són necessàries, ja que l'únic moviment que tenim és a l'hora d'estrènyer els ganxos per tal de poder extreure o col·locar l'agafador. Amb la qual cosa, es considera que no és un moviment que sigui repetitiu i a alta velocitat com per tenir en compte la temperatura i la resistència a l'abrasió. En el nostre cas, entre les peces mòbils tindriem un fregament sec, ja que es creu que no és necessària la lubricació de les superfícies tenint aquestes un bon acabat superficial.

En relació amb la ruptura en materials, aquesta pot ser de dos tipus, per ruptura dúctil o per fràgil. La dúctil és deguda a una gran deformació plàstica en un temps molt curt. Una variant d'aquesta és la ruptura per fluència on té lloc una deformació a altes temperatures durant un període de temps llarg. La fràgil es produeix sense cap deformació plàstica aparent, i trobem diverses variants dins d'aquesta. La primera, una ruptura catastròfica, la qual té lloc de manera sobtada un cop s'obtenen uns certs valors de tensió. La segona, una ruptura per impacte, quan el material és sotmès a xocs. La tercera i en últim lloc, una ruptura per fatiga, produïda per un gran nombre de càrregues repetides a tensions relativament baixes en comparació amb la resistència a la ruptura i sense deformació plàstica.

Unes altres propietats a tenir en compte en la selecció de materials són les propietats tecnològiques, que estan relacionades amb la fabricació, la utilització i el final de la seva vida útil. Dins de les propietats tecnològiques, trobem dos grups:

En el primer trobem:

- El cost
- El subministrament.
- L'aptitud per al conformat.

En el segon grup trobem:

- La relació amb l'usuari.
- La interacció amb l'entorn.

El cost del material del primer grup de propietats tecnològiques és de gran importància, perquè en funció dels materials que seleccionem pels diferents components que formen el mecanisme,

s'obindrà un preu final o un altre. Tot i que el preu sigui un motiu rellevant, en el nostre cas, ens interessa més el fet de pagar una quantitat més elevada per unitat de massa d'un material, però que aquest tingui una densitat més baixa. Que no pas pagar una quantitat menys elevada i que tingui una densitat més alta, ja que el pes sí que ens és una limitació. Cal destacar també, que el cost del material té diverses variants, així com la forma de subministrament, les dimensions i acabats superficials dels productes semielaborats i dels preus que trobem en el mercat temporal.

Per altra banda, dins del primer grup també trobem el subministrament, ja que s'han de tenir en compte diferents condicionants així com presentacions habituals de subministrament amb la finalitat d'evitar sobre costos, volums mínims de compra i terminis d'entrega llargs. A més a més, hem d'assegurar una garantia del subministrament referent a aspectes, així com la fiabilitat de les característiques del material. Aquests requisits els obtenim d'empreses que realitzen estudis i proves amb els materials que proporcionen. I obtenen certificats conforme tenen una garantia del subministrament en relació a propietats mecàniques d'entre altres característiques.

Així mateix, dins de les propietats del primer grup trobem l'aptitud per al procés de conformat. Aquesta propietat és important ja que en funció del material s'han de realitzar uns processos o uns altres, com per exemple el moldeig per peces de fundació gris o d'injecció per plàstics. Per tant, en funció de la forma final que volem donar a la peça farem la selecció d'un material o un altre que s'adapti a un procés de mecanitzat. Per exemple, en el cas del nostre agafador, a causa de la geometria final que es vol obtenir, aquest o bé s'haurà de fabricar mitjançant injecció, augmentant de forma considerable el cost en el procés d'obtenció d'aquesta peça; o bé mitjançant la impressió 3D, que avui en dia es duu a terme en molts processos de fabricació de peces, i fa abaratir el seu cost en el preu del producte final.

Dins del segon grup, que tracta sobre la relació amb l'usuari, destaquem els aspectes estètics, que probablement són els que tenen més rellevància, ja que és el primer que es percep. Per tal d'obtenir una relació amb l'usuari més afectiva, hi ha diverses opcions per les quals optar, entre elles trobem la possibilitat de pintar els components, de donar-li textures i reflexes i aplicar-li un tractament per la incidència del deteriorament. En el nostre cas, la mateixa empresa que realitza els diferents components que formen el mecanisme, s'encarregarà de realitzar un coloriment, tant a l'agafador com a les peces d'alumini. En l'agafador, es realitzarà un coloriment submergint la peça final a un tractament de pintura negra; i en el cas de les peces d'alumini,

aquestes seran sotmeses a un anoditzat, el qual farà que les peces d'alumini siguin d'un color gris.

Un altre aspecte a tenir en compte és el confort que ens donen les peces. Així com la seva sensació de finor, la sensació que el component pesa, i que transmet una sensació de què el component no propaga fàcilment el soroll. En el nostre cas, interessa l'àmbit de la sensació de finor en les peces, per tal de donar una millor sensació al tacte, mitjançant un bon acabat superficial en el mecanitzat d'aquestes.

La compatibilitat sanitària en aquest cas, és un aspecte que no cal tenir en compte degut a què el nostre producte no està en contacte amb aliments o teixits vius.

Com a últim aspecte a destacar dins del segon grup relacionat amb la interacció amb l'usuari trobem la seguretat. Aquesta cada dia està adquirint una major importància, i es troba regulada tant per la norma europea UNE-EN ISO 12100:2012, com per la norma ISO 12849-1:2016.

Una vegada vam tenir definits tots els paràmetres a tenir en compte en la selecció dels materials que formaven el conjunt, vam definir quin seria el material de cadascun dels components.

C.2. Agafador.

Començant la selecció dels materials dels components del mecanisme de baix cap a dalt, primerament trobem l'agafador. És una peça que principalment degut a la seva geometria, haurà de ser fabricada mitjançant la impressió en 3D. Un punt a favor de la producció d'aquesta peça mitjançant la impressora 3D, és que degut a que s'haurà d'utilitzar un polímer, això farà disminuir considerablement el pes d'aquest component i també el preu. A continuació s'observa el component.



Figura C.1. Agafador

Per a la fabricació de l'agafador no s'utilitza una impressora 3D normal i corrent, sinó que s'utilitza una impressora 3D de la casa *HP*, la qual compta amb tecnologia *Multi Jet Fusion*. Aquesta tecnologia basada en pols no utilitza làser, el llit de pols es calenta de forma uniforme a la sortida. Es polvoritza un agent fusor en aquells punts on les partícules s'han de fondre de forma selectiva. Així mateix, es projecta un agent de detall sobre els contorns per tal de millorar la resolució de la peça. A mesura que les llums passen sobre la superfície del llit de pols, el material projectat captura el calor i aquest es contribueix de forma igualada.

Consultem els materials disponibles dels que disposa el fabricant dels components de la impressió 3D amb *Multi Jet Fusion*. I observem que disposa de dos materials, el primer anomenat *Ultrasint TPU 90A-01*, el qual és poliuretà termoplàstic que té una gran elongació de ruptura i una bona resistència al desgast i a l'abrasió. El segon material amb el qual es poden fabricar components amb aquesta tecnologia s'anomena *PA12*, i és el material que seleccionem per fabricar l'agafador, ja que permet crear peces amb geometries molt complexes i ofereix una gran versatilitat. Aquest material és una pols que s'autososté, no necessita estructures de recolzament. Utilitzat per la tecnologia *Multi Jet Fusion*, compta amb un gra molt fi, cosa que permet obtenir peces amb una densitat més elevada i una porositat més baixa, la qual cosa ens

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

interessa ja que a l'interior d'aquesta peça es troben els conductes d'aspiració de l'ejector al buit. Aquesta característica el converteix en l'opció ideal quan es necessiti un acabat superficial més detallat o parets més primes de les que es podrien obtenir mitjançant sinteritzat amb làser.

El PA12 (poliamida 12-Laurinactama o àcid càpric), forma part del grup de plàstics tècnics dins dels grups de plàstics; aquests són d'un cost més elevat, però amb propietats mecàniques i tèrmiques més elevades. El PA12 és una poliamida, la qual és un homopolímer, el que significa que conté una sola unitat estructural. És considerat un termoplàstic semicristalí, i la seva temperatura de fusió de les cristal·lites es troba entre 170 i 180 °C.

La fitxa tècnica del material la podem observar a continuació, extreta del mateix fabricant que ens imprimeix les peces, *Materialise*.⁴

Taula C.1. Fitxa tècnica PA-12. Font: *Materialise*.

Categoria	Medida	Valor	Mètode
Propiedades generales	Densidad de las piezas	1,01 g/cm ³	ASTM D792
Propiedades mecánicas	Resistencia a tensión, carga máxima - XY	48 MPa/6.960 psi	ASTM D638
	Resistencia a tensión, carga máxima - Z	48 MPa/6.960 psi	ASTM D638
	Coefficiente de tensión ⁴ - XY	1.700 MPa/245 ksi	ASTM D638
	Coefficiente de tensión ⁴ - Z	1.800 MPa/260 ksi	ASTM D638
	Elongación a la ruptura ⁴ - XY	20%	ASTM D638
	Elongación a la ruptura ⁴ - Z	15%	ASTM D638
Propiedades térmicas	Temperatura de deflección del calor (a 0,45 MPa) - Z	175 °C	ASTM D648
	Temperatura de deflección del calor (a 1,82 MPa) - Z	95 °C	ASTM D648

Cal afegir, que la resistència mecànica dels plàstics és unes 10 vegades inferior a la dels metalls i que la seva rigidesa es troba entre 20 i 100 vegades per sota. El PA12 s'inclou també dins de les poliamides cristal·lines; les poliamides destaquen per una excel·lent tenacitat i resistència a la fatiga, a banda també tenen bones propietats de lliscament, un bon comportament químic i excel·lents aptituds per l'emmotllament. Una altra propietat bona a destacar del PA12, és el menor grau d'absorció d'humitat que té en comparació amb la resta de materials.

⁴Materialise (24 de març de 2022). Manufacturing materials PA-12. Obtingut de [PA 12 \(MJF\) | Polyamide | Multi Jet Fusion at Materialise](#).

C.3. Eixos.

Una vegada vam tenir seleccionat el material de l'agafador, vam passar a seleccionar el material dels eixos que van inserits a l'interior de l'agafador. A continuació s'observa una imatge del component.

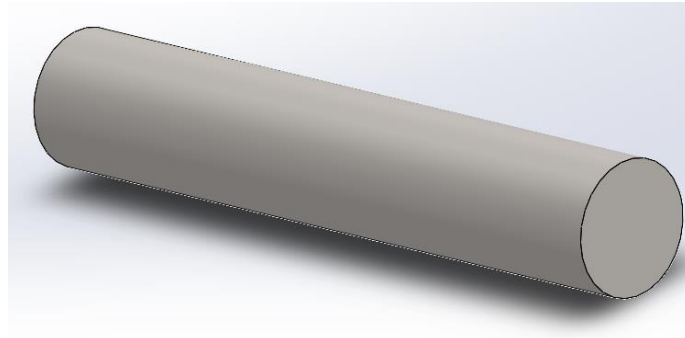


Figura C.2. Eixos inserits en l'agafador.

Per tal de seleccionar el material d'aquests, primerament es va fer una recerca intensiva relacionada amb quins són els materials més usats per fabricar eixos i passadors. Per tal de dimensionar el passador, aquest ve regit per la normativa DIN 6325, però aquesta normativa no especifica la designació de cap tipus de material. Així que es va consultar quins eren els materials més usats per passador que estan sotmesos a valors alts de càrregues i vam trobar els següents:

- C22E
- 34CrMo4
- 100Cr6
- 18CrMo4
- 16MnCr5
- C60E

Dins de la norma d'acers de bonificació, trobem un dels materials llistats anteriorment, el C22E. És un acer suau de resistència moderada, però de gran tenacitat i amb una bona ductilitat. S'utilitza per a peces sotmeses a baixes càrregues.

També trobem el C60E, que és un acer dur d'elevada resistència mecànica, que destaca més per la seva duresa i resistència al desgast que per la tenacitat. Es fa servir en peces sotmeses a un gran desgast i xocs moderats.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

En darrer lloc, trobem també el 34CrMo4. És un acer de bona resistència i tenacitat, el qual té un gran ús en peces bonificades de seccions mitjanes i grans, sotmeses a fortes sol·licitacions. És el que més es fa servir entre els acers de característiques elevades.

Dins del grup d'acers per a cimentació trobem el 18CrMo4. Aquest és un acer de templabilitat mitjana, de bona resistència al desgast i bona tenacitat. Es fa servir en peces cimentades d'espessors no molt grans.

També trobem el 16MnCr5, un acer amb una duresa superficial, una templabilitat i una resistència a la fatiga mitja. La cimentació és un procediment que se li aplica a certs materials per tal de donar-los-hi una major resistència a altes sol·licitacions.

I per finalitzar aquest grup, tenim el 100Cr6. És un acer per a rodaments, aquest és un acer bàsic que és capaç de suportar càrregues més elevades que els acers de cimentació, gràcies a la presència de carburs distribuïts en l'estructura martensítica, el quals proporcionen una duresa en tota la secció i una millor estabilitat dimensional. També té una bona resistència al desgast, però a la vegada és sensible als xocs.

Després de valorar les propietats mecàniques dels diferents materials, s'acaba escollint un d'ells, aquest és el 16MnCr5, que té les següents propietats extrems del llibre de "*Selección de materiales en el diseño de máquinas*" de Carles Riba i Romeva.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Taula C.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5. Font: *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva. Pàg. 106.

		Aceros para cementación		
		C10E ⁽¹⁾ C10R ⁽²⁾	16MnCr5 ⁽¹⁾ 16MnCrS5 ⁽²⁾	
Designación numérica EN 10027-2		1.1121 ⁽¹⁾ 1.1207 ⁽²⁾	1.7131 ⁽¹⁾ 1.7139 ⁽²⁾	
AISI/SAE		1010	(5115)	
Composición química				
Carbono	C	%	0,07÷0,13	0,14÷0,19
Manganeso	Mn	%	0,30÷0,60	1,00÷1,30
Silicio	Si	%	≤0,40	≤0,40
Cromo	Cr	%	-	0,80÷1,10
Níquel	Ni	%	-	-
Molibdeno	Mo	%	-	-
Otros		%	-	-
Propiedades mecánicas				
Resist. tracción	$d \leq 10\text{mm}$	MPa	540÷830	930÷1220
	$10 \leq d \leq 30$	MPa	440÷740	830÷1130
	$30 \leq d \leq 65$	MPa	-	690÷980
	$65 \leq d \leq 160$	MPa	-	-
Límite elástico	$d \leq 10\text{mm}$	MPa	>345	>885
	$10 \leq d \leq 30$	MPa	>295	>585
	$30 \leq d \leq 65$	MPa	-	>490
	$65 \leq d \leq 160$	MPa	-	-
Alargamiento rotura		%	>15	>12
Resiliencia <i>KV</i>		J	-	-
	$d \leq 65\text{mm}$	J	34	>20
	$65 \leq d \leq 160$	J	-	-
Dureza para mecanizar		HB	<130	<205
Dureza después tratamiento		HRC	-	38÷46
Propiedades tecnológicas				
Coste		€/kg	0,85/0,95	1,15
Maquinabilidad		⁽³⁾	55	-
Temp. cement./nitruración		°C	880÷980	880÷980
Temperatura temple núcleo		°C	880÷920	860÷900
Temperatura temple capa		°C	770÷810	860÷900
Medio de temple		()	agua	aceite
Temperatura de revenido		°C	150÷200	150÷200

⁽¹⁾ Contenido de S ≤ 0,035%

⁽²⁾ Contenido de S 0,020÷0,040%

...

C.4. Peça inferior unió braç.

El següent material a definir és el de la peça inferior unió braç. A continuació es mostra una imatge d'aquesta peça.

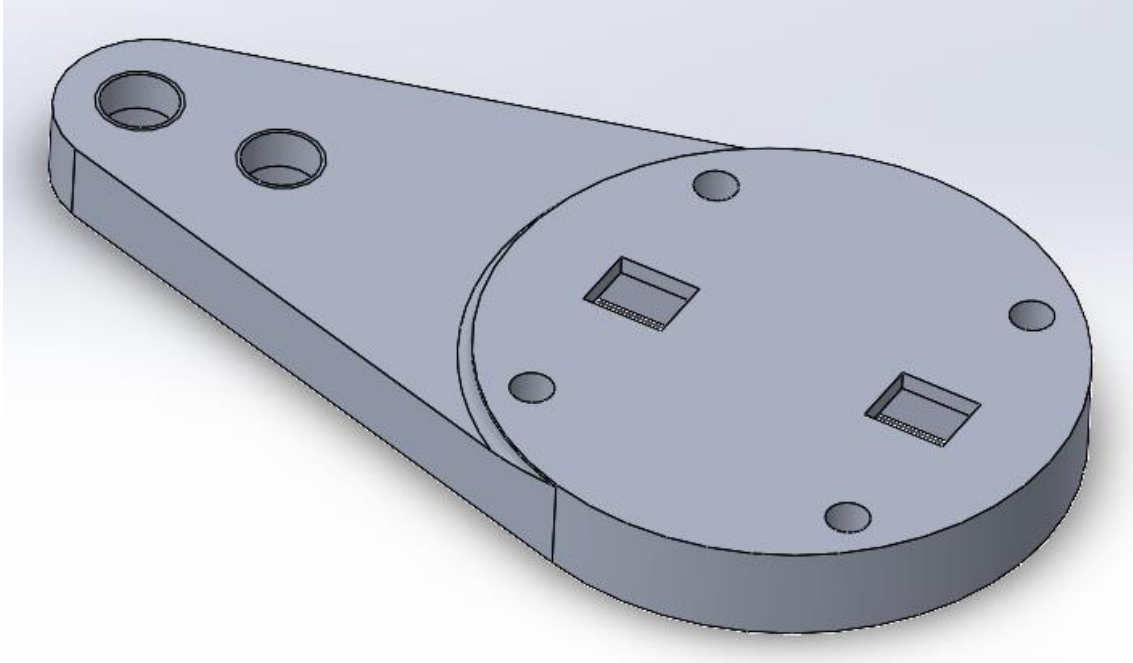


Figura C.3. Peça inferior unió braç.

Tal i com es pot observar, tant aquesta peça com l'agafador són els components amb dimensions més grans de tot el conjunt del mecanisme. I com hem dit d'entrada, ens interessa que el conjunt pesi el mínim possible. Amb la qual cosa, per a aquest component, els factors primordials que ens interessin són una densitat baixa, que no hi hagi cap problema en realitzar operacions de mecanitzat, i que tingui una resistència mecànica mínima per tal de resistir els esforços que se li transmetin. Per altra banda, si agafem la resistència o la rigidesa en relació amb la densitat, els aluminis tenen més avantatja que els acers en determinades aplicacions.

Així doncs, el material que més s'adapta als requisits principals que tenim és l'alumini, ja que aquest és mecanitzable, té una baixa densitat comparada amb altres components metàl·lics i a banda, arriba a tenir propietats mecàniques que són suficients en comparació amb els esforços que haurà de rebre.

Dins de l'alumini trobem diversos aliatges i grups, entre ells, els aliatges d'alumini de forja, trobem treure trobem) els no bonificables i els bonificables. I com a últim grup, els aliatges

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

d'alumini per emmotllament. Dins d'aquests grups es troben altres subgrups que es diferencien pels percentatges dels diferents components que els formen.

Dins del grup de no bonificables, trobem el grup Al. Aquests tenen baixes característiques mecàniques, però una bona resistència a la corrosió; soldabilitat i facilitat de conformació.

També trobem el grup Al-Mn, on l'addició d'un petit percentatge de Mn a l'alumini, li fa obtenir una millor resistència mecànica, una molta bona resistència a la corrosió, una excel·lent soldabilitat i una bona conformabilitat.

Dins del grup de bonificables, trobem el grup Al-Cu. Es caracteritzen per una elevada resistència mecànica, una baixa resistència a la corrosió, poca soldabilitat i mala aptitud per l'anoditzat.

Per altra banda, tenim el grup Al-Mg-Si, on els percentatges de Mg i Si són en la majoria de casos inferiors al 1%, amb unes propietats de conformabilitat, soldabilitat, resistència mecànica, resistència a la corrosió i una aptitud per a l'anoditzat que sense ser cap d'elles extraordinàries, constitueixen un equilibri molt equilibrat.

Finalment trobem el grup Al-Zn, amb continguts de Zn superiors al 4% amb elements secundaris, que li proporcionen les resistències mecàniques més elevades entre els aliatges d'alumini, però a la vegada tenen una resistència a la corrosió i una soldabilitat menors.

I l'últim grup on trobem diversos aliatges són els aliatges d'alumini per emmotllament. Però no es farà menció dels diferents subgrups, ja que no surt a compte fer per emmotllament el component que volem fabricar a causa de l'elevació del preu final que resultaria d'aquest procés.

Així que es fa una selecció del material per a la peça entre els grups Al-Mg-Si i Al-Zn, ja que es creu que són els que aporten els millors requisits per a l'aplicació que ha de realitzar el component. Dins d'aquest dos grups, destaquen l'EN AW-6082 dins del primer grup mencionat, i l'EN AW-7075 dins del segon. L'EN AW-6082 té un compromís molt equilibrat entre les diferents propietats, i és utilitzat per a peces mecanitzades. L'EN AW-7075 en comparació, té unes propietats mecàniques més elevades, però una resistència a la corrosió, una soldabilitat i una aptitud per a l'anoditzat menors.

A continuació es mostra una taula on es descriuen les diferents propietats físiques, mecàniques i tecnològiques, que es va consultar per tal d'ajudar amb la tria de quin dels dos aliatges seria el

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

millor per al component. La taula està extreta del llibre de *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. de C. Riba i Romeva. Pàg. 143.

Taula C.3. Propietats de l'EN AW-6082 i de l'EN AW-7075. Font: *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva. Pàg. 143.

		Aleaciones de forja bonificables			
		Grupo Al-Mg-Si		Grupo Al-Zn	
EN 573-1, denominación numérica		AW-6082		AW-7075	
EN 573-2, denominación simbólica		AW-Al SiMgMn		AW-Al Zn6MgCu	
Composición química					
Aluminio	Al	%	resto		resto
Cromo	Cr	%	≤0,25	0,18÷0,28	
Cobre	Cu	%	≤0,10	1,20÷2,00	
Hierro	Fe	%	≤0,50	≤0,50	
Magnesio	Mg	%	0,60÷1,20	2,10÷2,90	
Manganeso	Mn	%	0,40÷1,00	≤0,30	
Silicio	Si	%	0,70÷1,30	≤0,40	
Titanio	Ti	%	≤0,10	≤0,20	
Cinc	Zn	%	≤0,20	5,10÷6,10	
Otros		%	-	(2)	
Propiedades físicas					
Densidad		Mg/m ³	2,71		2,81
Coefficiente dilatación		μm/m·K	23,1		23,5
Calor específico		J/kg·K	894		862
Conductividad térmica		W/m·K	167/172		134/155
Resistividad eléctrica		nΩ·m	42/44		52/43,5
		%IACS	41,1/39,2		33,2/39,6
Propiedades mecánicas					
Tratamiento			T4	T6	T6
Resist. tracción máx. 24°C mín. 24°C 150°C 205°C	MPa		260	340	570
	MPa		205	310	530
	MPa		-	-	215
	MPa		-	-	110
Resistencia cortadura	MPa		170	210	350
Límite elástico	MPa		≥110	≥260	460
Alargamiento A50	%		≥12	≥8	≥8
Límite de fatiga (5·10 ⁸)	MPa		-	102	150
Dureza	HB		70	95	160
Módulo de elasticidad	GPa		70,0		72,0
Coefficiente de Poisson	-		0,33		0,33
Propiedades tecnológicas					
Coste	€/kg		-		6,00
Temperatura de fusión	°C		575÷650		475÷635
Resistencia corrosión	[1÷5]		[4]		[2]
Anodizado	[1÷5]		[4]		[2]
Conformación en frío	[1÷5]		[3]/[2]		[1]
Maquinabilidad	[1÷5]		[3]		[4]
Soldabilidad	[1÷5]		[4]		[2]

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per tal d'entendre millor les propietats mecàniques, a continuació s'exposa una taula amb un resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis extreta del llibre *Selección de materiales en el diseño de máquinas*. C. Riba i Romeva.

Taula C.4. Resum dels estats de tractament tèrmic dels aluminis. Font: *Selección de materiales en el diseño de máquinas* de Carles Riba Romeva. Pàg. 135.

Maduración	Acritud	Enfriamiento desde la conformación	Enfriamiento desde solubilización en horno
Natural	No	T1	T4
	Sí	T2	T3
Artificial	No	T5	T6, T7
	Antes de maduración	-	T7, T8
	Después de maduración	-	T9

Tal i com podem observar, en l'EN AW-6082 destaquen més les propietats amb el tractament tèrmic T6 i l'EN AW-7075 també ho fa. Finalment, s'acaba escollint l'EN AW-6082, ja que té una resistència mecànica suficient com per aguantar sense cap problema els valors sobre els que es veurà sotmès. I per altra banda, és millor de cara al tractament d'anoditzat. A més, també cal comentar que se li donarà el color a la peça mitjançant el mateix procés d'anoditzat.

C.5. Peça superior unió braç.

El següent material a triar és el de la peça superior unió braç, que es pot veure representada en la següent imatge.

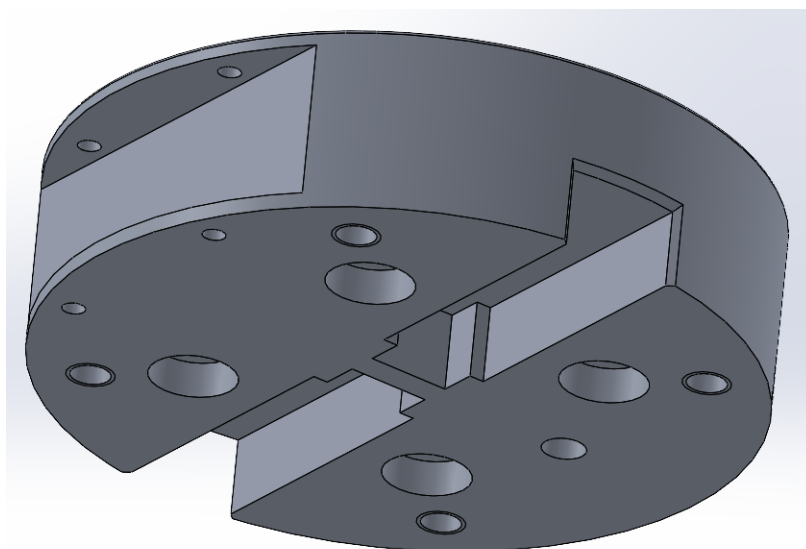


Figura C.4. Peça superior unió braç.

De la mateixa manera que ens hem decantat per l'alumini en la peça anterior a causa de les dimensions i els esforços que s'emporta, en aquest cas ens trobem en la mateixa situació. Amb la qual cosa, es decideix que el material amb què es farà aquesta peça també serà amb l'aliatge EN AW-6082, i aplicant-li també un tractament d'anoditzat.

C.6. Ganxos.

La següent peça sobre la qual hem de definir el material són els ganxos, que es mostren a continuació.

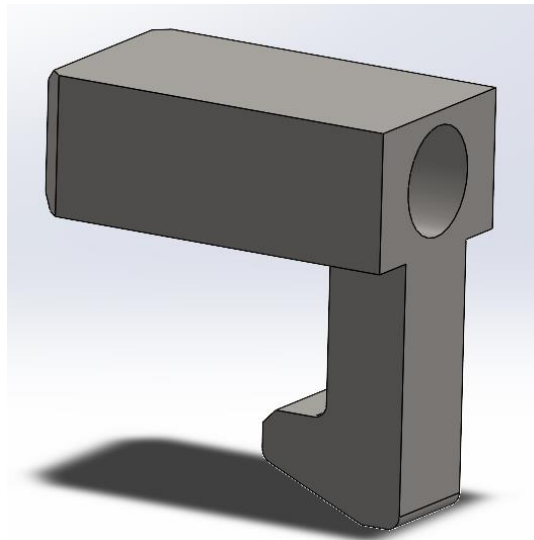


Figura C.5. Ganxos.

El procés més fàcil i econòmic per fabricar aquesta peça seria mitjançant una sèrie d'operacions de mecanitzat. Aquesta peça requereixd'una bona resistència mecànica i una bona duresa. Primerament es va pensar en fabricar-la amb alumini per tal d'intentar alleugerir al màxim el pes del conjunt. Però degut a que els eixos són d'acer, provocarien una entalla en la superfície sobre la qual queden recolzats, en la part inferior dels ganxos.

Però pel sol fet que han de tenir unes bones propietats mecàniques, en el cas que seleccionéssim algun aliatge d'alumini, hauria de ser el que tingués les propietats mecàniques més elevades, que ja hem vist anteriorment, l'EN AW-7075. I a banda, realitzar-li un tractament per tal de millorar la duresa, tant en el nucli de la peça com en la capa superficial.

Per tal d'estalviar-nos problemes resistents i ser més conservadors, es decideix que aquesta peça serà fabricada amb un acer. Avui en dia, la indústria s'ha especialitzat molt durant aquests últims anys, s'ha fet molta investigació i recerca de nous acers. És per això que ara és fàcil trobar una

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

àmplia gamma en el mercat de diferents tipus d'acers. S'ha fet una recerca dels materials més indicats per a l'aplicació d'aquesta peça, i s'ha cregut que el millor material que s'adapta a les seves necessitats en quant a termes de resistència, a l'oxidació i en proporcionar una vida el més llarga possible, és l'acer AISI 304. A continuació s'adjunta una taula amb les principals propietats d'aquest material extreta del llibre *Selección de materiales para el diseño de máquinas* de C. Riba i Romeva. Pàg. 121.

Taula C.5. Propietats de l'acer AISI 304. Font: *Selección de materiales para el diseño de máquinas* de C. Riba i Romeva. Pàg. 121.

EN 10088-1:1995		X5CrNi18-10	
Designación numérica EN 10027-2		1.4301	
AISI		304	
Composición química			
Carbono	C	%	≤ 0,07
Cromo	Cr	%	17,0÷19,5
Molibdeno	Mo	%	-
Niquel	Ni	%	8,0÷10,5
Otros		%	-
Propiedades físicas			
Densidad		Mg/m ³	7,9
Dilatación térmica	(1)	μm/m·K	16,0
Calor específico	(2)	J/kg·K	500
Conductividad térmica	(2)	W/m·K	15,0
Resistividad eléctrica	(2)	nΩ·m	730
Propiedades mecánicas			
Resistencia a tracción	(3)	MPa	≤700
	(4)	MPa	690÷1030
Límite elástico (0,2%)	(3)	Mpa	195
	(4)	MPa	380÷760
	(5)	MPa	125
	(6)	MPa	98/90
Alargamiento a rotura	(7)	%	50/10
Límite de fatiga		MPa	240
Dureza	(7)	HB	≤185/320
Resiliencia KV		J	≥85
Módulo de elasticidad	(2)	GPa	200
Coefficiente de Poisson		-	0,29
Propiedades tecnológicas			
Coste		€/kg	4,50
Temperatura recocido		°C	1000÷1100
temple		°C	-
revenido		°C	-
de servicio (corrosión) (8)		°C	870°
de servicio (mecánicas) (9)		°C	-220°/350°
Soldabilidad		[1÷5]	[5]
Maquinabilidad		[1÷5]	[3]
Aptitud al corte		[1÷5]	[4]
Aptitud a la embutición		[1÷5]	[5]

La següent peça sobre la qual vam fer l'estudi de la selecció de materials van ser les molles. La pròpia empresa que les fabrica ens va imposar els materials que tenia disponibles per a la seva fabricació. Hi havia l'opció de fabricar les molles amb 3 materials diferents, amb filferro de piano, acer inoxidable i galvanitzat. Com que les molles estaran sotmeses a un ambient sec, qualsevol dels 3 materials seria funcional, per al nostre cas. En relació amb les dimensions, tenint en compte que ens interessa un valor mínim de precàrrega, hem hagut de seleccionar el material de filferro de piano, ja que és l'únic material que s'adequava a les necessitats dimensionals i de precàrrega del mecanisme.

C.7. Juntes.

Continuant amb la selecció de materials de les diferents peces, procedim a definir el material de les juntes que aniran inserides entre la unió de l'agafador i la part inferior de la peça inferior unió braç. On aniran connectats els ràncors amb la instal·lació pneumàtica. Avui en dia, hi ha un gran nombre de materials per a juntes. Els trobem classificats en diferents grups de materials com: els polímers elastòmers termoestables, els elastòmers detectables, polímers elastòmers termoplàstics, fluoropolímers i metalls.

Les principals propietats dels polímers elastòmers termoestables són una resistència en major o menor mesura a la intempèrie i a la radiació solar. Són aïllants acústics i de vibracions. Ofereixen un ampli rang de temperatures de servei que varia des dels -65 fins els 320 °C. Admeten una gran varietat de pigmentacions i són resistents al foc amb diversos comportaments.

La propietat dels elastòmers detectables es troba en la finalitat de permetre una ràpida detecció davant d'una contaminació en el producte de procés. Minimitzen el risc que apareguin petits trossos en el producte acabat i que en conseqüència, redueixi l'índex de rebutjos i les pèrdues del producte.

El polímer elastòmer termoplàstic, a diferència d'un elastòmer termoestable, es pot fondre i remodelar gairebé de manera indefinida. Es fon quan es calenta i s'endureix quan es refreda; aquesta circumstància permet la seva fabricació per emmotllament i per injecció.

Els fluoropolímers s'inclouen dins de la família de plàstics d'alt rendiment. Aquests materials destaquen per les seves propietats antiadherents, la seva elevada inèrcia química, el cremar sense flama, tenir una baixa fricció i una constant dielèctrica elevada entre altres propietats.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I per finalitzar, trobem els metalls, que es fan servir sempre i quan siguin aplicacions estàtiques, quan la junta d'estanqueïtat vagi a treballar en condicions extremes així com alt buit, alta pressió o temperatura i quan l'elastòmer pugui patir un atac per radiació.

La següent norma defineix els requisits dels materials no metàl·lics per l'estanqueïtat i resistència a la descompressió ràpida de gasos, ISO 23936-2.

Després de consultar tota la informació exposada, s'arriba a la conclusió que les juntes del polímer elastòmer termoestable són el millor candidat. I concretament el conegut NBR, ja que aquest és el més indicat per a juntes que creen estanqueïtat en una superfície que transporta aire. Per altra banda, és el material més estanderitzat en el mercat en el sector de les juntes tòriques, la qual cosa ens proporciona una alta oferta i una gran variació de dimensions i formes.

C.8. Cargols.

El següent element sobre el qual definirem el material seran els cargols. Aquests s'emporten la càrrega que rep la peça inferior unió braç per tal de transmetre-la a la peça superior unió braç. Així que també es fa la selecció de material d'aquest element, ja que no es poden posar uns cargols de qualsevol material. Sinó que en seleccionarem uns, assegurant-nos que aguantin sense cap problema les càrregues i que a més, tinguin una llarga vida útil.

En la següent taula extreta del llibre de *Selección de materiales en el diseño de maquinas de Carles Riba i Romeva*, podem observar les diferents classes de cargols i els materials més usuals amb els corresponents límits elàstics i de ruptura. Pàg. 103.

Taula C.6. Classes de cargols i materials més usuals. Font: *Selección de materiales en el diseño de maquinas de Carles Riba i Romeva*. Pàg. 103.

Clase	R_m (MPa)	R_e (MPa)	Conformados en frío ⁽¹⁾			Conformados en caliente ⁽¹⁾		
			<M8	<M18	<M36	<M8	<M18	<M36
5.6	500	300			C22E			
6.8	600	480			38MnB5 ⁽²⁾ 35E			C45E 41Cr2
8.8	800	640	20MnB5 ⁽²⁾ 30MnB5 ⁽²⁾	38MnB5 ⁽²⁾ C35E	34Cr4 37Cr4	20MnB5 ⁽²⁾ 30MnB5 ⁽²⁾	C45E	46Cr2
10.9	1000	900	20MnB5 ⁽¹⁾ 30MnB5 ⁽¹⁾	34Cr4	41Cr4 34CrMo4 42CrMo4	38MnB5 ⁽²⁾ 3C35	41Cr4	41Cr4 34CrMo4 42CrMo4
12.9	1200	1080		34Cr4 41Cr4 42CrMo4	34CrNiMo6 36NiCrMo16		34Cr4 41Cr4 42CrMo4	34CrNiMo6 36NiCrMo16

⁽¹⁾ Aceros especiales para temple y revenido (aleados y no aleados), según la norma EN 10083-1

⁽²⁾ Aceros al boro para temple y revenido (las dos primeras cifras indican el contenido de C), según la norma EN 10083-3

En el nostre cas, amb els cargols de classe 6.8 en tenim més que suficient, per tal de suportar les càrregues que aquests rebran. Aquesta taula es una referència per a saber sobre quins materials moure's en la selecció d'aquest. Però no s'ha de seguir al peu de la lletra, sinó més bé com una orientació. És per això que seleccionem el material C22E, el qual té un límit elàstic de valor 300 MPa i un límit de ruptura de 500 MPa. Aquest material és un acer suau de resistència moderada, però de gran tenacitat. Té una bona ductilitat, una bona soldabilitat i es fa servir en peces sotmeses a baixes sol·licitacions, que correspondria al nostre cas.

C.9. Passadors.

Definit el material dels cargols, passem a definir el dels passadors. El material d'aquest també serà un acer. La única funció que aquest té en el mecanisme és la de subjectar el botó que té com a finalitat que el braç robòtic passi de funcionar de forma automàtica a manual. Busquem en catàlegs normalitzats passadors i en trobem un que s'adapta a les nostres necessitats. Té el següent material: 100Cr6. Trobem aquest element normalitzat amb la norma DIN 6325.

C.10. Suport botó elèctric.

Per acabar amb l'apartat de la selecció de materials, Hem definint el material que tindrà el suport del botó elèctric que hem comentat anteriorment. Aquest es fabricarà de la mateixa forma que l'agafador, és a dir, amb la impressora 3D. I també amb el mateix material, el PA12.

D. Enginyeria del projecte.

En aquest apartat s'explicaran els components definitius que formen el mecanisme de canvi ràpid d'eina. I per tal d'establir un ordre en la seva explicació, s'ha procedit a descriure'ls segons la ubicació d'aquests en el mecanisme, en ordre descendent. En últim terme, es farà esment a la resta de components que formen el conjunt del projecte, com també de les peces normalitzades:

- Peça superior unió braç
- Molles
- Ganxos
- Suport botó elèctric
- Peça inferior unió braç
- Eixos
- Agafador

Abans de començar, cal puntualitzar que s'han tingut en compte les dimensions del braç robòtic, així com les dimensions de les caixes a manipular, ja que en funció d'aquestes, s'ha escollit un disseny d'agafador amb unes dimensions o unes altres. Cal destacar que en aquest treball només es tractarà l'agafador de dimensions 145x300 mm, però s'anomenaran els diferents models obtinguts a partir de les diferents dimensions de caixes normalitzades en la pàgina 57 d'aquest mateix document.

D.1. Peça superior unió braç.

Tal i com diu el seu nom, la peça superior unió braç és la peça que té com a funció unir el mecanisme de canvi ràpid al braç del robot. S'uneix mitjançant uns cargols que són inserits per la part inferior de la peça, concretament uns DIN 912 M6. Tenint en compte els condicionants, aquesta peça ha de tenir les mateixes dimensions internes a fi de poder encaixar en el seu interior. A més, ha de tenir un valor mínim de rigidesa amb la finalitat que aquesta suporti els esforços que li seran transmesos. En la següent il·lustració es poden observar les proporcions a les quals fem referència per al dimensionament d'aquesta peça.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

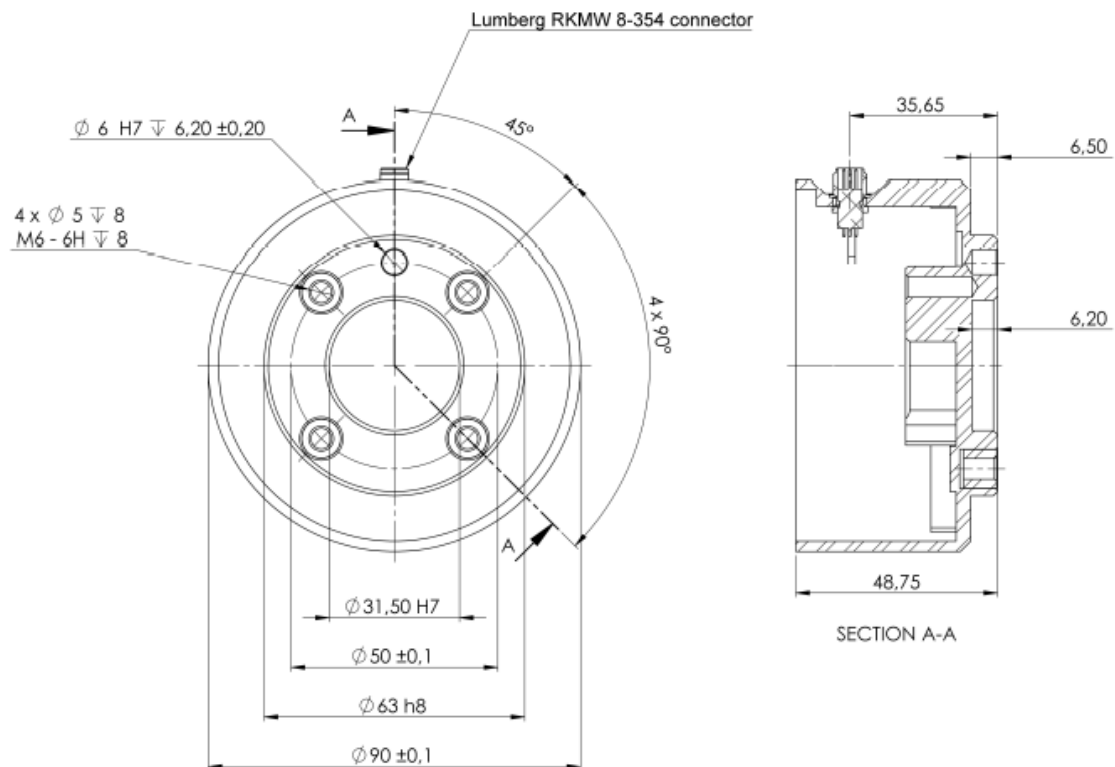


Figura D.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR.

Després de fer l'anàlisi de selecció de materials, se selecciona l'Alumini 6082 com el material per a aquesta peça.

Té la forma d'un cilindre extruït de 90 mm de dimensió exterior. En la seva part superior s'observa una ranura, en la qual entrarà l'acoblament del robot. També es poden distingir diverses operacions de trepant, 4 d'elles per la seva unió i una amb funció de centrador amb l'acoblament.

Finalment s'observen unes ranures en forma de quadrat per on els ganxos seran traslladats durant el seu moviment de funcionament. Per últim, trobem una ranura en un dels laterals de la peça on anirà inserit el botó elèctric. En la següent il·lustració es pot observar en detall la primera peça descrita. Figura D.2. Peça superior unió braç.

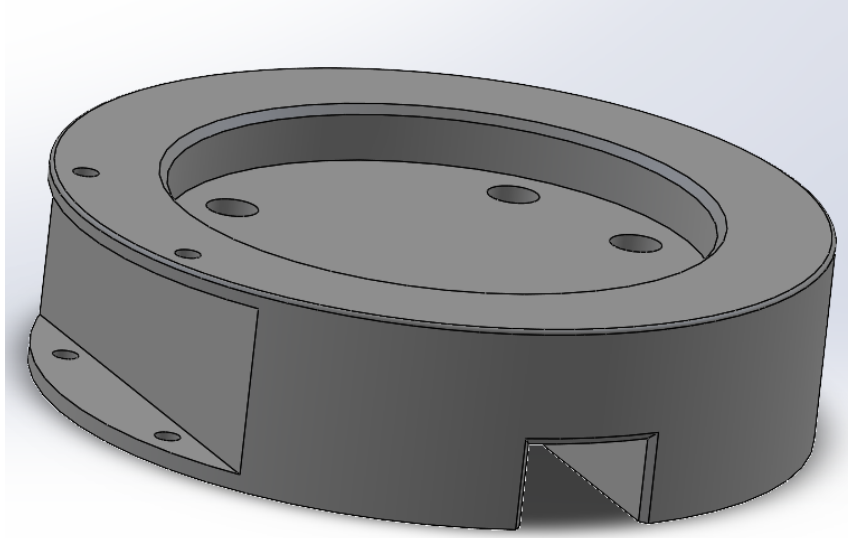


Figura D.2. Peça superior unió braç.

Tal i com es pot observar en els plànols, trobem les toleràncies i els acabats superficials específics per a cada element. A continuació es mostra una imatge de les toleràncies i els acabats superficials més imprescindibles en aquesta peça:

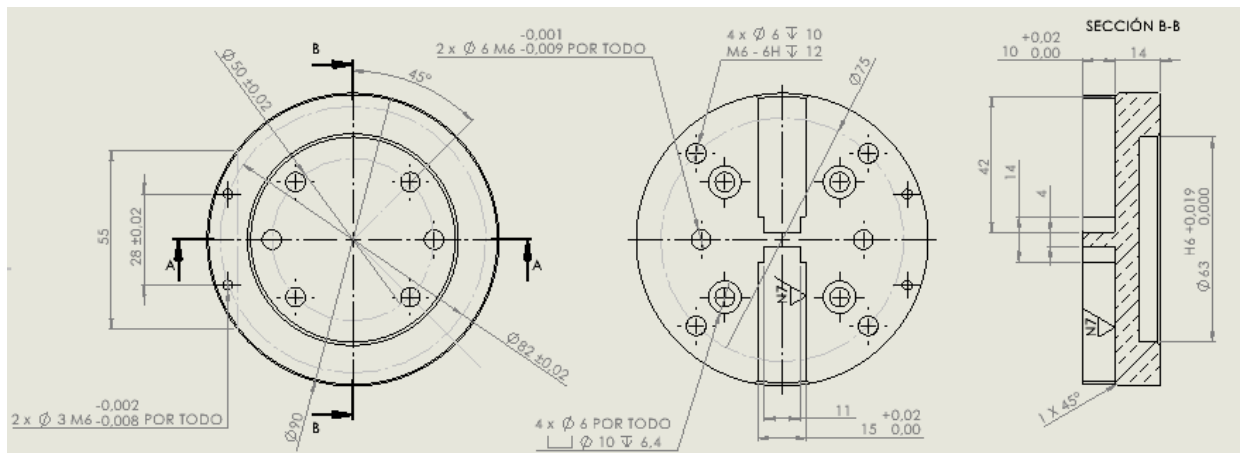


Figura D.3. Plànol peça unió braç superior.

Com es pot observar en el plànol anterior, es defineixen una sèrie de toleràncies i acabats superficials. A continuació es raona la explicació de la seva acotació.

Les toleràncies M6 dels dos forats de la vista de l'esquerra s'han ficat per tal de que el passador que s'insereixi no tingui joc respecte els forats de la peça, i no pugui sortir amb facilitat. Continuant amb la vista de l'esquerra, podem veure toleràncies en les cotes dels diàmetres.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Aquestes s'han definit amb una tolerància simètrica ja que d'aquesta forma ens assegurem la correcta alineació dels forats de la nostra peça respecte l'acoblament del robot.

En la vista del mig, veiem també una anotació del diàmetre del passador a l'esquerre del centre de la peça, la qual fa la mateixa que l'esmentada anteriorment. Observem també l'acabat superficial de l'interior de la peça anotat amb un N7, ja que per aquestes superfícies es traslladarà el ganxo, i es fiquen per tal d'evitar un possible fregament que causaria un mal funcionament o desgast més ràpid de la peça. En aquestes mateixes guies per on es trasllada el ganxo, veiem una tolerància en la cota de l'ample del forat perquè no tinguem serratge entre el ganxo i les parets per on es trasllada.

Finalment, en la vista de la dreta, observem l'acabat superficial esmentat anteriorment, el qual té la mateixa explicació que l'anterior. I una tolerància en l'alçada del forat de la guia, el qual tindria el mateix raonament que en el paràgraf anterior. Per últim, veiem una tolerància en el diàmetre intern de la peça, ja que a dins anirà inserit l'acoblament del braç robòtic. Per tant, no podem ficar una tolerància negativa atès que sinó ens podríem trobar en la situació que aquest no entrés amb facilitat.

En relació amb els tractaments que aquesta peça rebrà, s'ha decidit realitzar-li un anoditzat a l'efecte d'obtenir una superfície que repeli la brutícia i millori la resistència a la corrosió. L'anoditzat proporcionarà una superfície amb revestiment aïllat elèctricament i preservarà l'acabat del metall, com també millorarà l'ergonomia d'aquesta peça relacionada amb el tacte.

En la pàgina 128, es troben els càlculs resistents justificatius

D.2. Molles.

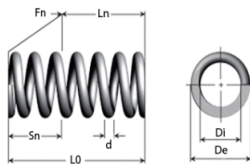
Les molles són uns elements que no fabriquem nosaltres, però s'han inclòs dins d'aquest apartat ja que s'han hagut de calcular segons les prestacions que necessitàvem en el nostre cas en particular. A continuació s'explica amb més detall.

Les molles tenen un paper molt important en el mecanisme de canvi ràpid, ja que són aquestes les que ens permeten el retorn del ganxo una vegada l'operari el deixa de pressionar, de tal forma que ens assegura la correcta posició del ganxo. Vam haver de definir un requisit mínim, el qual era la força de precàrrega que realitzava la molla respecte el ganxo amb l'objectiu que aquest quedés ben subjecte i no fos tan fàcil treure el mecanisme, com tampoc aquest tingués una precàrrega tan gran que dificultés a l'operari la seva compressió.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per a la selecció de la molla vam visitar la pàgina del fabricant de molles *Sodemann*. Partint del fet que la molla que volem és de compressió, seleccionem aquest tipus de molles a la *web*, i se'ns obria una finestra amb una sèrie de filtres que ens ajuden a trobar el model de molla que millor s'adapta a les nostres necessitats. Es mostren en la següent il·lustració.

Muelles de compresión - Galvanizado



[Ir a información técnica](#)

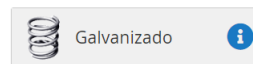
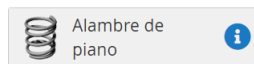
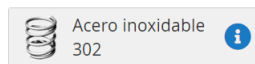
Si hace su pedido de lunes a jueves antes de las 15:30 y el viernes antes de las 14:45, le enviaremos su pedido el mismo día con una entrega prevista de 2 a 4 días. Esto se aplica a todos los muelles de compresión en stock

Consulte los descuentos por volumen y los precios haciendo clic en la cesta de la compra junto al producto en cuestión.

Para encontrar el muelle que desea de forma rápida y sencilla, use las barras deslizadoras.

Aunque tenemos la mayor selección de muelles de compresión estándar de Dinamarca, con más de 500.000 muelles de compresión de más de 5.000 tamaños diferentes en stock, se lo ponemos fácil para encontrar el muelle de compresión adecuado

▼ Mostrar más



d - Diámetro del alambre (mm) ▼

De - Diámetro externo (mm) ▼

Di - Diámetro interno (mm) ▼

L0 - Longitud sin carga (mm) ▼

Ln - Longitud máx. con carga (mm) ▼

Sn - Recorrido máximo (mm) ▼

Fn - Carga máxima en N en Ln (N) ▼

R - Constante del muelle (N/mm) ▼

Material ▼

Gama ▼

Figura D.4. Filtres per a la selecció de la molla-*Sodemann*.

En el nostre cas, teníem una sèrie de limitacions que ens restringien la selecció de la molla, com per exemple el diàmetre extern de la molla. Aquest ve condicionat per les dimensions de les parets sobre les quals se suporta. Altrament, la longitud de la molla també ve imposada i restringida per les dimensions sobre les quals el ganxo es desplaça respecte el centre de la peça superior unió braç. A continuació, per tal d'entendre millor la ubicació de la molla, es mostra una imatge on es pot veure aquest representat dins del conjunt.

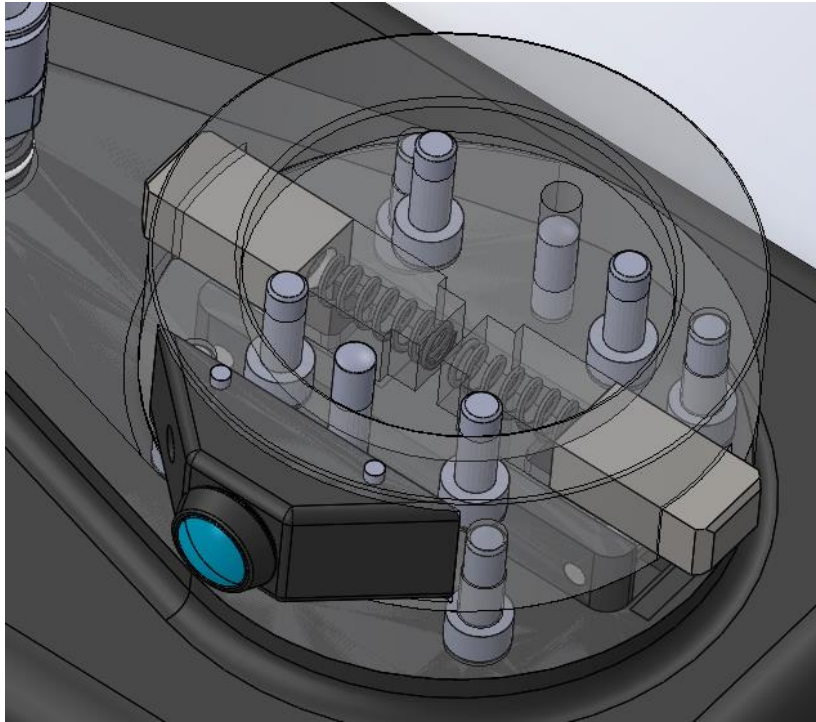


Figura D.5. Ubicació molles en el conjunt.

Així doncs, localitzada la seva ubicació, el raonament dels motius de les restriccions és més entenedor.

Si ens fixem en la Figura D.4. Filtres per a la selecció de la molla-*Sodemann*, podem percebre que el diàmetre del fil queda restringit només per la relació que té aquest amb el diàmetre extern i intern. Tal i com hem dit convé ressaltar que el diàmetre extern queda restringit, ja que com ha de quedar inserit a l'interior dels components, no pot ser que el diàmetre quedi molt ajustat als límits de l'espai que té disponible. Perquè altrament quan aquest es comprimeixi i a conseqüència augmenti el diàmetre extern, tocaria a les parets i s'ocasionaria un possible desgast del component.

La longitud sense càrrega és un dels paràmetres que sí que podíem modificar vist que aquesta ens ajudava a tenir més o menys precàrrega. De manera paral·lela, la longitud màxima amb càrrega també la podíem variar de la mateixa forma que la longitud sense càrrega. La càrrega màxima la vam establir fent proves amb una bàscula i mirant quina força creiem que havia de ser màxima a fi de poder fer accionar el mecanisme. Vam arribar a la conclusió que aquesta havia de tenir un valor d'uns 50 Kg. aproximadament. Per últim, la constant de la molla, és el

factor que ens ajuda a estar més a prop o més lluny de l'objectiu de precàrrega, atès que en funció de la K que tingui la molla, ens serà més fàcil prémer el mecanisme o no.

Després de realitzar diverses proves vam arribar a la conclusió que cap molla amb les condicions inicials que teníem ens donava la suficient precàrrega que volíem tenir en el sistema. Per consegüent, vam pensar en augmentar les longituds i els diàmetres, i ho vam fer trepanant el ganxo en una de les seves cares, tal i com es pot veure en la Figura D.5. Ubicació molles en el conjunt. Després de realitzar aquesta modificació, vam procedir a fer una nova recerca de molles de la qual ja vam obtenir les possibles a considerar. Vam fer una taula amb aquestes a l'efecte de poder-les comparar de manera més fàcil. A continuació, en la pàgina següent, es mostra la Taula D.1. Prototips de molla viable, amb els diferents prototips viables per al nostre cas particular, i el que podem observar en color verd és el que es va escollir finalment.

Així doncs, localitzada la seva ubicació, el raonament dels motius de les restriccions queda més entenedor.

Si tornem a munt i ens fixem en la Figura D.4. Filtres per a la selecció de la molla-*Sodemann*., veiem que el diàmetre del fil no queda restringit només que per la relació que té aquest amb el diàmetre extern i intern. Tal i com hem dit, el diàmetre extern queda restringit ja que com ha de quedar inserit a l'interior dels components, no pot ser que el diàmetre quedi molt ajustat als límits de l'espai que té disponible, perquè sinó quan aquest es comprimeixi i a conseqüència augmenti el diàmetre extern, tocarà a les parets i s'ocasionarà un possible desgast del component que no podem permetre.

La longitud sense càrrega és un dels paràmetres que sí que podíem modificar, ja que aquesta ens ajudava a tenir més o menys precàrrega. Per altra banda, la longitud màxima amb càrrega també la podíem variar, de la mateixa forma que la longitud sense càrrega. La càrrega màxima la vam establir fent proves amb una bàscula i mirant quina força crèiem que havia de ser màxima per tal de poder fer accionar el mecanisme. Vam arribar a la conclusió que aquesta havia de tenir un valor d'uns 50 Kg. aproximadament.

Per últim, la constant de la molla, és el factor que ens ajuda a estar més a prop o més lluny de l'objectiu de precàrrega, atès que en funció de la K que tingui la molla, ens serà més fàcil apretar el mecanisme o no.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Després de realitzar diverses proves arribem a la conclusió que cap molla amb les condicions inicials que teníem ens donava la suficient precàrrega que volíem tenir en el sistema. Així que vam pensar en augmentar les longituds i els diàmetres, i ho vam fer perforant el ganxo en una de les seves cares, tal i com es pot veure en la Figura D.5. Ubicació molles en el conjunt. Després de realitzar aquesta modificació, vam procedir a fer una nova recerca de molles de la qual ja vam obtenir possibles candidates. Vam fer una taula amb aquestes per tal de poder-les comparar entre elles de manera més fàcil. A continuació es mostra la Taula D.1. Prototips de molla viables, amb els diferents models de molla addients pel nostre cas particular. El tipus marcat en color verd és el que s'ha escollit finalment.

Taula D.1. Prototips de molla viables.

diam. Filferro (mm)	diam. Ext. (mm)	long. Sensecàrrega (mm)	long. ambcàrrega (mm)	Fn (N)	K (N)	Precàrrega (N)
1,02	7,62	38,1	22,4	43,81	2,8	22,8
1,07	7,62	35,05	21,21	43,76	3,17	16,1353
1,07	7,62	35,05	21,21	52,53	3,8	19,342
1,07	7,62	38,1	22,89	52,53	3,45	28,083
1,14	7,62	35,05	22,61	52,84	4,25	21,6325
1,14	7,62	35,05	22,61	63,43	5,1	25,959

El material de la molla seleccionada és el filferro de piano, el qual està certificat conforme la norma DIN 17223 Classe C Wire WERKSTOFF NO. 1.1200, i la seva temperatura de servei està entre els -30° i 120 °C.

D.3. Ganxos.

Els ganxos són la peça clau d'aquest mecanisme de canvi ràpid, ja que gràcies a ella podem separar l'agafador de la resta de conjunt. És una peça que està en contacte tant amb els eixos que estan inserits a l'interior de l'agafador com amb l'element descrit anteriorment. Aquesta peça no s'ha vist condicionada per cap factor extern, només per aquelles amb les quals té una relació, així com amb la peça superior i inferior unió braç i amb l'agafador. És a dir, depenent de l'alçada a la que estiguessin els eixos, el ganxo hauria de tenir una llargada o una altra.

Una vegada realitzat l'anàlisi de selecció de materials, s'arriba a la conclusió que el més idoni per a aquesta peça és l'AISI 304.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Aquest element té un forat en una de les cares frontals, la finalitat del qual és la d'assegurar el correcte posicionament de la molla i que aquesta no pugui sortir del seu lloc, evitant així que proporcioni un mal funcionament. Gràcies a la molla que estarà pretensada, farà que aquesta peça sempre estigui en contacte amb els eixos sinó realitzem un esforç cap a ella. El moment en el qual l'operari espitja el ganxo cap a endins és quan aquest deixa d'estar en contacte amb l'eix, deixant via lliure a l'agafador per a la seva extracció.

Els xamfrans que porta aquesta peça han estat dissenyats segons la normativa de seguretat de les màquines i el personal que les manipula. Però a banda de dissenyar-la pel compliment de la normativa, també s'han realitzat xamfrans amb l'objectiu de realitzar altres funcions, així com facilitar l'entrada de l'agafador amb els seus eixos quan aquest es vulgui inserir per baix. Podem observar el disseny d'aquesta peça en la Figura D.6. Acotació del ganxo, la qual mostra l'acotació d'aquesta. Tot seguit explicarem les toleràncies que se li han imposat i els acabats superficials.

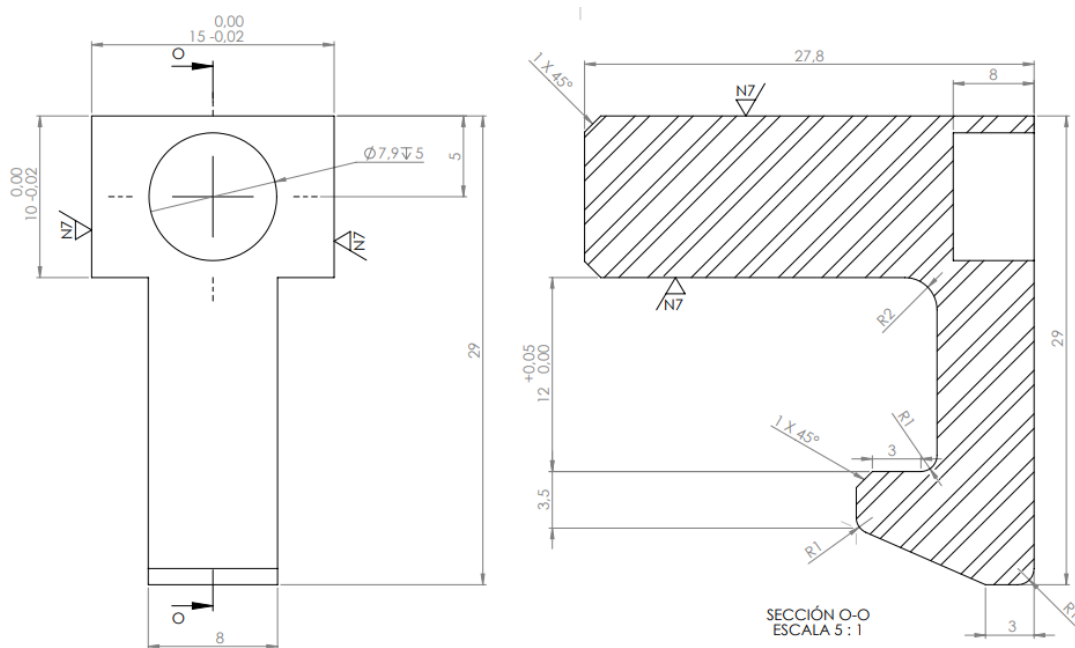


Figura D.6. Acotació del ganxo.

Si analitzem primerament els acabats superficials, ens adonem que aquests només els trobem en les superfícies que estan en contacte amb altres peces quan aquesta es desplaça. El xamfrà al qual fèiem menció anteriorment per facilitar la inserció de l'agafador al mecanisme és el que podem observar a la vista seccionada, el de baix de tot.

Les toleràncies que podem distingir en el plànol, fan referència a la funció que fa la peça. És a dir, en la vista de l'esquerra dividem una tolerància en la cota de l'alçada de la peça. Aquesta

tolerància s'ha d'incloure atès que no podem permetre que tingui una tolerància positiva i que per culpa d'això, la peça no pugui realitzar un correcte desplaçament. El mateix cas es dona en les cotes de l'amplada de la cara superior de la peça.

En el cas contrari, si observem la vista de la dreta la qual representa la secció, a banda d'observar els acabats superficials, podem veure l'única tolerància que té aquesta secció. L'alçada sobre la qual s'imposa la tolerància positiva és molt important que la porti inclosa, ja que si en aquesta dimensió fiquèssim una tolerància negativa correríem el risc de que no arribés suficientment baix per tal de subjectar l'eix de l'agafador.

En la pàgina 113 es troben els càlculs resistents justificatius mitjançant elements finits.

D.4. Suport botó elèctric.

El suport del botó elèctric és l'element que s'encarrega de contenir el botó que fa que s'alliberin els frens dels eixos del braç robòtic, permeten a l'operari el seu desplaçament de forma manual. Aquesta peça ha d'anar subjecte al el mecanisme i que sigui el menys voluminosa possible, perquè és una peça que sobresurt del mecanisme i interessa que sigui el més petita possible, per evitar possibles danys a l'operari. Considerant aquestes possibles lesions de l'operari i també per temes de facilitat de fabricació i pes, es decideix realitzar aquesta peça mitjançant impressora.

La forma més senzilla perquè aquest element quedi subjecte a la peça superior unió braç és realitzant-li uns forats de tal manera que, mitjançant uns passadors, aquesta no pugui sortir de la seva posició. Tal i com es pot veure en la Figura D.7. Disseny final suport botó elèctric., la ranura en forma de mitja lluna amb dos forats passants, on s'inseriria aquesta peça.

El seu disseny s'ha basat amb les dimensions de la ranura, sense que aquestes ens provoquessin un ample de paret molt petit amb el forat superior de la peça superior unió braç. En la il·lustració següent podem contemplar el resultat final del disseny d'aquesta.

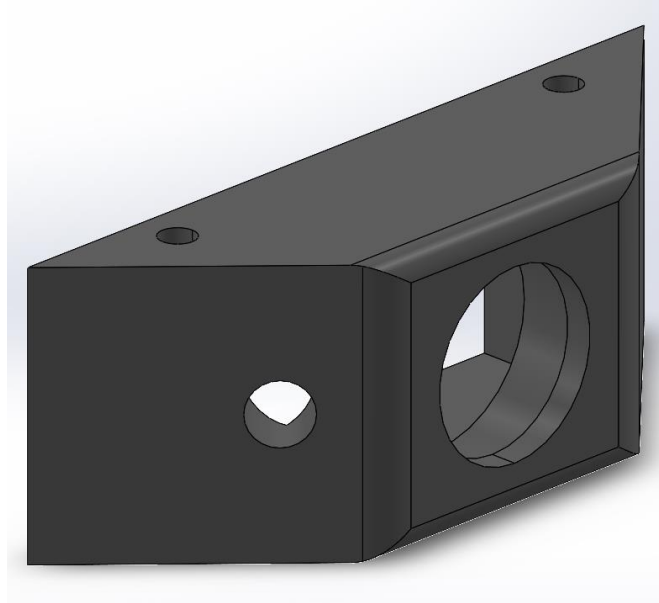


Figura D.7. Disseny final suport botó elèctric.

Tal i com podem observar en l'anterior il·lustració, la peça té un forat en un dels seus laterals. Aquest forat és per inserir el cable en el seu interior a fi i efecte que el botó quedi connectat al braç robòtic. És aquest el motiu de buidar l'interior de la peça, per tal que pugui contenir al seu interior el cable.

Convé subratllar, que tant aquesta peça com l'agafador seran fabricants mitjançant impressió. No es faran els plànols detallats d'aquests, amb tota la informació necessària per a la seva fabricació ja que mitjançant aquesta tecnologia, només introduint al programa d'impressió l'arxiu *STEP* que genera el programa *SolidWorks*, permet la seva impressió. S'han generat uns plànols amb les dimensions generals de les dues peces, la finalitat dels quals és que es tinguin en compte les dimensions d'aquestes. En relació a l'acabat superficial d'aquesta peça, se li realitzarà un tintat de color negre amb l'objectiu de millorar la seva estètica.

Per últim, afegir que en aquesta peça no s'han realitzat càlculs resistents perquè no rep cap tipus d'esforç que pugui comprometre la vida útil d'aquesta.

D.5. Peça inferior unió braç.

Aquesta peça és troba situada sota de la primera peça descrita. S'uneix a aquesta mitjançant quatre cargols DIN 912. La seva geometria, per una part, ve imposada per la peça superior unió braç, de la qual adapta la geometria circular. I per altra banda, ve condicionada per tal

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

d'aproximar els ràncors a l'agafador. Se li ha de donar aquesta geometria de forma semblant a un òvul, el qual talla tangencialment amb la geometria circular anteriorment descrita.

En la següent il·lustració es pot observar la peça per tal d'entendre millor les descripcions.

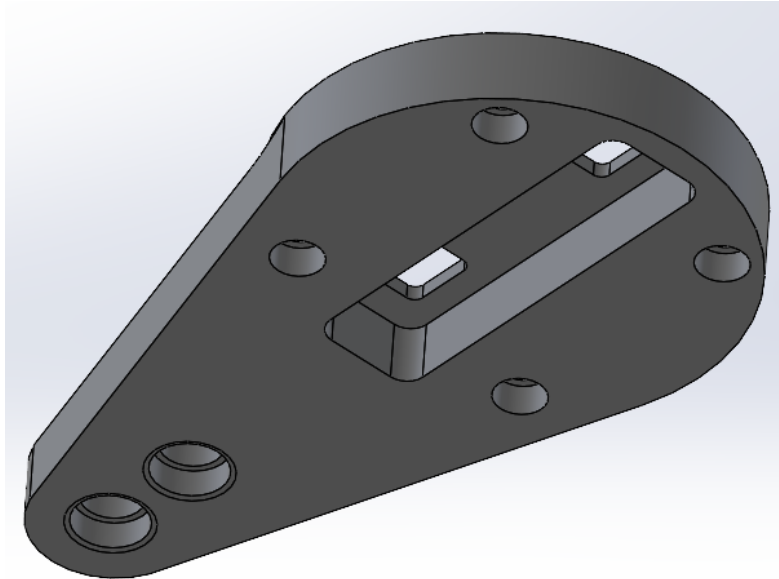


Figura D.8. Peça inferior unió braç.

En el forat rectangular que s'observa en la part inferior d'aquesta peça, anirà inserida la part extruïda de l'agafador, la qual porta inserits els eixos. Mitjançant aquest forat per tal de que entri el rectangle de l'agafador aconseguim diverses coses. Una d'elles, la possible rotació de l'agafador respecte el conjunt, ja que les parets estaran en contacte i restringiran aquest moviment rotatiu. Cal destacar també, que el gruix d'aquesta peça, igual que el de la resta de peces, ha estat portat al límit per al correcte funcionament i no per un sobredimensionament de material, ja que com hem vist en l'apartat de condicionants, l'alleugeriment de pes en aquest conjunt és important perquè el robot pugui aixecar paquets de pes superior.

A banda de no permetre que l'agafador pugui rotar, aquestes parets també fan que els eixos no es puguin traslladar lateralment. Si observem la part interna del forat rectangular podem veure que hi ha uns forats rectangulars. Aquests han estat calculats de tal forma que en funció de la distància a la que es troben els eixos, tinguin una longitud exacta a fi que quan el ganxo es desplaci pel seu interior, quan està totalment comprimit, aquest no dificulti l'extracció de l'agafador. I que a més, quanaquest no està comprimit, que el ganxo quedi per sota tenint l'eix just a sobre de la superfície plana inferior d'aquest.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Un altre punt a considerar són les dimensions de la geometria amb forma d'òvul. Aquestes s'han obtingut a partir de les dimensions de l'agafador, a causa que aquesta superfície té la funció d'unir els cilindres extruïts de l'agafador amb els forats que s'observen en la part inferior de la peça que estem descrivint. Els cilindres extruïts s'han ubicat a partir de la longitud total de l'agafador, ja que aquests se situen al voltant del centre de la peça. Com que pel seu interior hi ha els canals d'aspiració de l'aire, s'ha cregut convenient per temes constructius ficar aquests al centre.

Els forats que observem a l'extrem d'aquesta peça, porten en una longitud un tram amb rosca *Witworth*. Allí aniran roscats els ràncors i pel seu interior circularà aire. I per l'altre tram es realitzarà un forat passant, sobre el qual, tal i com hem comentat, anirà inserit el cilindre extruït de l'agafador. Cal recalcar que aquests forats han estat dimensionats de primera mà pel cilindre de l'agafador. I que finalment, una vegada vam trobar la junta tòrica que va al seu interior, vam acabar de definir el diàmetre que aquest hauria de tenir a l'efecte que la junta quedés ben fixada per assegurar un correcte assentament i una correcta estanqueïtat.

Tot seguit, en la il·lustració podem veure les toleràncies i acabats superficials definits.

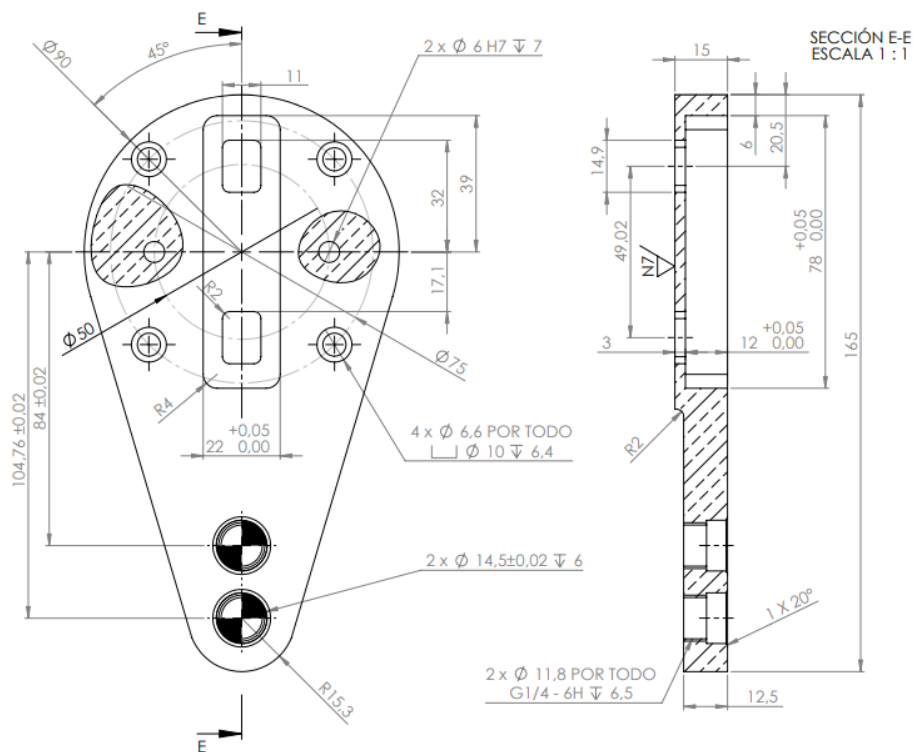


Figura D.9. Plànol peça inferior unió braç.

Les toleràncies que es defineixen tal i com podem veure en la vista de l'esquerra, fan referència a la distància que tenen els forats sobre els quals aniran roscats els ràncors, i aquests comunicaran amb els cilindres extruïts de l'agafador. També podem notar com la cota de l'amplada del forat rectangular que té la peça, té una tolerància positiva. Perquè en el cas que el rectangle extruït de l'agafador no entrés al seu interior, aquest deixaria de fer la seva funció. Si ens fixem en el plànol de la dreta, podem percebre les toleràncies que s'imposen en relació amb l'alçada i la llargada del forat rectangular, pels mateixos motius que s'ha raonat la tolerància de la seva amplada.

Quant als acabats superficials en aquesta peça, només li afegim un acabat N7 en la superfície superior, la qual estarà en contacte amb el ganxo quan aquest es desplaci per realitzar la seva funció.

El motiu del disseny de l'extrem d'aquesta peça, el qual té una geometria en forma d'òvul, ha sigut més per temes estètics que no pas per temes de resistència, ja que d'aquesta forma la peça és més atractiva visualment.

Finalment, aquest element, igual que la peça superior unió braç, rebrà un tractament superficial d'anoditzat pels mateixos motius que s'han raonat amb la primera peça descrita, els quals es poden resumir en optimitzar la seva resistència a la corrosió i una millora en el tacte.

En relació amb els càlculs resistents d'aquesta, es podran observar en la pàgina 120.

D.6. Eixos.

Els eixos, els incloem en aquest apartat tot i que siguin elements normalitzats, ja que hem realitzat el disseny de la resta de components de tal forma que els eixos i passadors tinguessin unes dimensions que els fessin normalitzats, amb l'objectiu d'abaratir costos. Per tant, el nostre eix correspondria a un DIN 6325 amb diàmetre 4 i longitud 22.

Els eixos van ubicats en l'agafador, concretament a l'interior dels forats del rectangle extruït. Aquests tenen un paper molt important dins del mecanisme perquè són ells els que uneixen l'agafador amb la resta del conjunt, mitjançant el contacte amb els ganxos. Atès que l'agafador es fabrica mitjançant impressió i que el plàstic no és un material molt resistent, no ens podíem permetre el luxe de dissenyar un mecanisme de grans dimensions, ja que això hagués suposat un augment considerable en el pes del conjunt. A més, a causa del fet que l'agafador és de

plàstic, no podíem dimensionar els eixos amb un diàmetre gaire gran perquè haguéssim tingut uns forats en el rectangle extruït de l'agafador molt grans. I aquests haguessin quedat molt a prop dels extrems de la peça, augmentant la possibilitat de la ruptura.

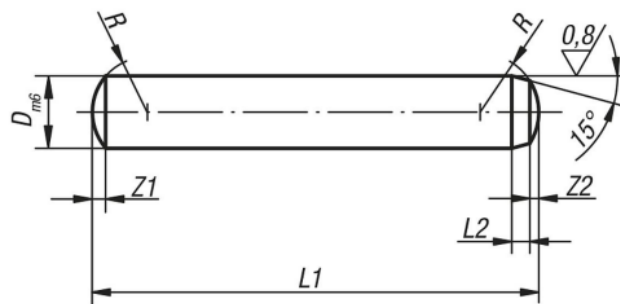
Certament, abans de pensar en realitzar el forat rectangular a la peça inferior unió braç i a l'extrusió rectangular de l'agafador per tal d'evitar la rotació entre els components i un possible desplaçament de l'eix, es va pensar en la inserció de circlips a l'eix a fi d'evitar una possible translació de l'eix, ja que aquest no quedaria fixat per culpa que a l'agafador no li podíem inserir toleràncies, al ser fabricat mitjançant impressió. El problema el vam trobar quan pel fet d'insertar-li un circlip al nostre eix de 4 mm de diàmetre, ens quedava una secció resistent de 2,3 mm, la qual no s'hagués vist tan resistent com la secció d'entrada.

És per aquesta raó que es va fer un bon estudi per a la selecció del material de l'eix, amb l'objectiu de poder tenir un eix de dimensions petites, però alhora que aquest pogués suportar els esforços majorats. Aquest material és el 16MnCr5, del qual podem veure les propietats mecàniques en la Taula C.2. Propietats mecàniques del 16MnCr5, pàg. 31.

En primer lloc, es va pensar en utilitzar toleràncies per tal d'evitar el joc d'aquests eixos en el forat. Però pel fet que la impressió, avui en dia, no permet imprimir amb la suficient precisió com per afegir toleràncies a les cotes, es va descartar l'opció. Per tant, es va optar per dimensionar els forats de l'agafador amb un diàmetre de de 3,9 mm. I posteriorment a la seva fabricació, se'ls hi realitzarà una operació amb el trepant per tal d'aconseguir un diàmetre amb una dimensió més precisa que no pas l'obtinguda amb la impressió.

El trobem normalitzat per les dimensions que a nosaltres ens interessa, que és amb un diàmetre de 4 amb una tolerància m6 i una longitud de 22 mm. A continuació s'adjunta una imatge del catàleg del fabricant on es comprarien els eixos, del qual ens quedariem el que té la referència 03320-04X.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.



Nuestros productos

Referencia	D	L1 = longitud	L2	R	Z1	Z2
03320-02X	2	6/8/10/12/14/16/18/20	0,6	2	0,3	0,18
03320-25X	2,5	6/8/10/12/14/16/18/20/22/24	0,7	2,5	0,4	0,25
03320-03X	3	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32	0,8	3	0,45	0,3
03320-04X	4	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40	1	4	0,6	0,4

Figura D.10. Eixos normalitzats-Norelem.

En la pàgina 107, podem trobar els càlculs resistents d'aquest component.

D.7. Agafador.

L'agafador és la peça que té com a funció subjectar les ventoses amb la finalitat que aquestes succionin el paquet i el braç robòtic el pugui transportar a la seva corresponent ubicació. S'ha dimensionat mitjançant les mides estàndard de les proporcions de les caixes tal i com hem pogut observar en la Figura A.4. Proporcions de les caixes, Pàg.13. En aquest projecte s'ha fet referència només a una mida d'agafador, però a continuació s'exposaran les diferents mesures que es fabricarien en funció de les dimensions de les caixes a l'efecte que les ventoses ocupin en la mesura del possible la totalitat de la superfície dels paquets. En resum, en aquest treball s'ha dimensionat l'agafador amb unes dimensions externes de 300x145x22.

Les dimensions dels altres prototips d'agafador, en funció de les mides de les caixes, només variarien les cotes longitudinals i transversals; i a conseqüència, les dimensions dels canals d'aspiració, ja que aquests van relacionats amb la ubicació de la localització de la posició de la ventosa. Per realitzar el croquis d'aquesta peça, s'ha inserit una funció en la cota de tal manera que quan variem les dimensions externes de l'agafador, la posició de les ventoses quedi repartida de manera uniforme al llarg de la peça. En la següent il·lustració podem observar el croquis definit amb les funcions.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

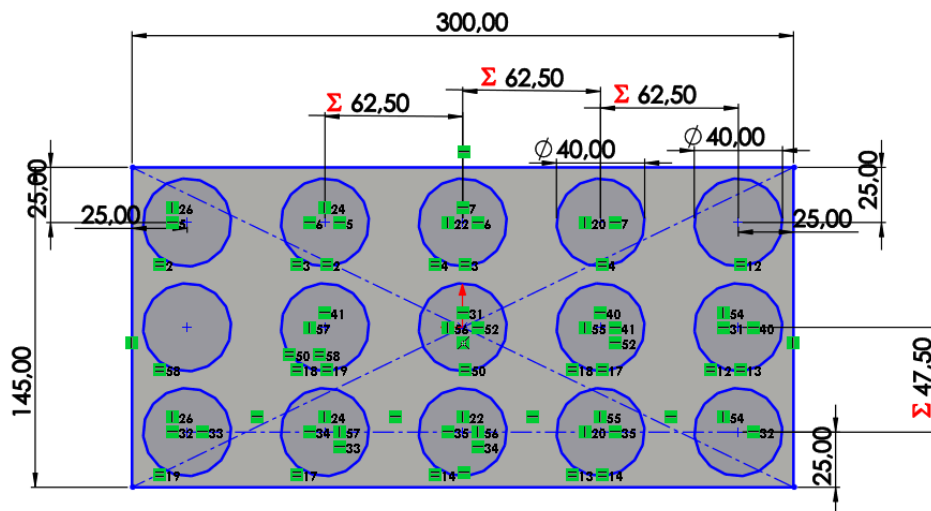


Figura D.11. Dimensions agafador amb les funcions.

Per tant, només caldria modificar les dimensions externes d'aquest perquè l'agafador tingués la posició de les ventoses distribuïdes de manera uniforme. Les dimensions de l'agafador que s'han proposat en funció de les diferents mides de caixa són les següents:

- 200x145x22mm.
- 300x145x22mm.
- 400x200x22mm.
- 500x300x22mm.
- 700x375x22mm.

El procés de fabricació més fàcil i econòmic d'aquesta, a causa de la geometria tan complexa que té en el seu interior, és mitjançant la impressió.

En relació a la part inferior de l'agafador, aquesta ha sigut dimensionada a partir de les dimensions que tenen el nucli de les ventoses, en la següent il·lustració podem observar el plànol en el qual et dimensionen la peça que ha de subjectar la ventosa per tal de que encaixi correctament i permeti el seu perfecte funcionament.

Sobre la part inferior de l'agafador, aquesta ha sigut dimensionada a partir de les proporcions que tenen el nucli de les ventoses. En la següent il·lustració podem observar el plànol en el qual

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

es dimensiona la peça que ha de subjectar la ventosa perquè encaixi correctament i permeti el seu perfecte funcionament.

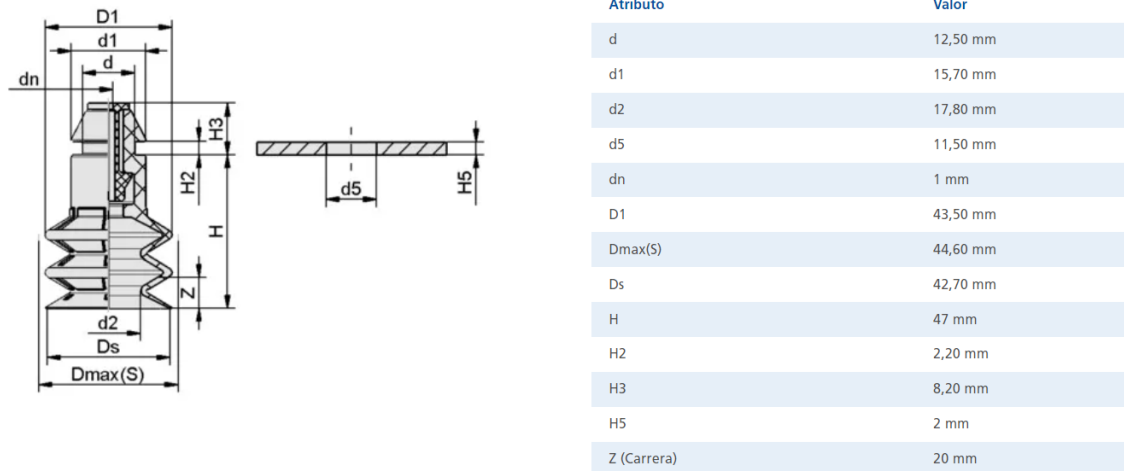


Figura D.12. Dimensions forat per ventosa-Schmalz.

Tal i com podem percebre, el mateix fabricant de ventoses de la casa *Schmalz* ens indica quines són les dimensions que li hem de donar a la peça sobre la qual la ventosa estarà fixada. Així doncs, la secció que ens quedaria a la part inferior per a la subjecció de les ventoses més el canal d'aspiració, es pot veure representat en la següent il·lustració.

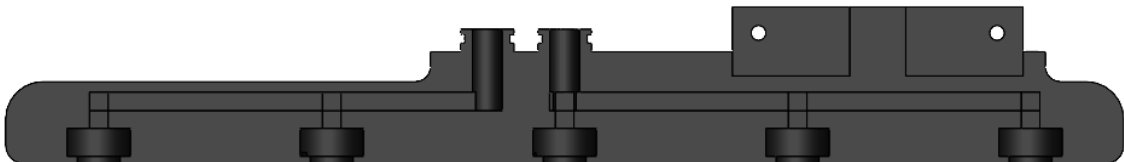


Figura D.13. Secció agafador.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per tal de definir els conductes d'aspiració dels diferents punts on van inserides les ventoses, es van plantejar diverses opcions de canals, en les quals variava el recorregut dels canals d'aspiració. Però finalment es va arribar al següent disseny dels conductes d'aspiració, el qual es considera el més òptim pel fet que la longitud dels canals és la més petita, i amb això aconseguiríem un valor de pèrdues menor.

Si ens fixem, es podia haver simplificat bastant el disseny dels canals d'aspiració i de la resta de peces si haguéssim considerat només una entrada d'aire. Però vam posar-ne dues, atès que d'aquesta manera, si el braç robòtic s'estigués aproximant al palet per tal de deixar la caixa, hagués pogut xuclar altres paquets en el cas de que l'agafador tingués dimensions més grans que el paquet. Ficant una doble entrada d'aire ens podem permetre que quan estem deixant el paquet, deixar una de les dos bandes de les ventoses sense aspirar per tal de que no ens emportem o desplacem un paquet sense voler.

En la següent il·lustració podem veure quina és l'opció final de la distribució dels conductes d'aspiració.

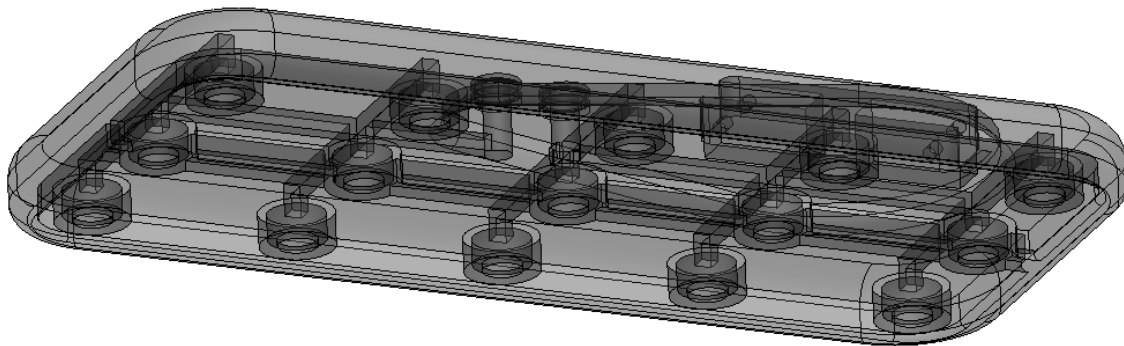


Figura D.14. Distribució conductes d'aspiració.

A continuació s'explicarà el que trobem en la part superior de l'agafador, mitjançant la següent il·lustració, a fi d'ajudar a entendre millor l'explicació.



Figura D.15. Part superior agafador.

En l'anterior il·lustració podem contemplar una superfície igual que la part inferior unió braç extruïda, a l'efecte que aquestes dues encaixin entre elles i quedi estèticament bonic. Tot seguit també podem veure el famós rectangle extruït que quedaria inserit a l'interior del forat rectangular de la peça inferior unió braç.

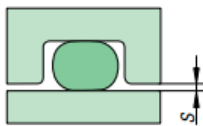
Tal i com veiem, aquest rectangle té una forma de H amb l'objectiu de donar més rigidesa a les parets transversals. I si ens fixem en la part interna d'aquesta H, podem notar com el terra està en un nivell inferior que el de la resta de la superfície sobre la qual tot s'extrueix. Això s'ha fet per un motiu, i és perquè després de realitzar el dimensionament del ganxo i obtenir les mides amb les quals passaria a ser fabricat, ens vam adonar que aquest, quan es traslladava, tocava amb el terra de la superfície extruïda. Amb la qual cosa, vam haver de rebaixar l'alçada d'aquesta àrea a fi que el ganxo es pogués desplaçar pel seu interior sense interferència amb altres components.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Si analitzem l'altre costat d'aquesta superfície podem veure dos cilindres extruïts amb una ranura. Aquests cilindres són els que van inserits a l'interior dels forats de la part inferior de la peça inferior unió braç. Els mateixos farien comunicar l'aire d'aspiració de l'ejector cap als conductes d'aspiració i aquests cap a les ventoses. La ranura que observem és per a la inserció de juntes tòriques de NBR, que ens proporcionaran una estanqueïtat en la unió d'aquests dos components. Cal esmentar que aquests cilindres han estat disposats de tal manera que quan el ganxo estigui en la posició inicial, és a dir, quan no estigui comprimit per l'operari, hi hagi suficient distància entre la superfície del ganxo sobre la qual s'espitja i el ràcor que queda més a prop per tal que hi càpiga un dit sense cap mena de problema.

Per al dimensionament de les ranures, s'ha fet ús de la guia que proporciona l'empresa *Norelem* al correcte muntatge i funcionament d'aquestes. Ja que si realitzem la ranura de l'estancament massa gran podria causar que la junta tòrica es trenqui per l'extrusió de la ranura. En la següent il·lustració extreta del catàleg de *Norelem*, podem observar uns valors empírics de la dimensió de la ranura en funció de la pressió i de la secció de la junta.

Taula D.2. Dimensions ranura junta-*Norelem*.

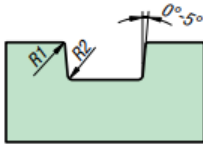


Junta tòrica duresa 70 Shore A					
Secció cruzada D2	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 7	>7
Presión (bar)	Medida de hendidura S (mm)				
≤3,5	0,08	0,09	0,1	0,13	0,15
≤7,0	0,05	0,07	0,08	0,09	0,1
≤10	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08

En el nostre cas, ens trobem amb una secció D2 inferior a 2, i amb una pressió negativa, ja que és d'aspiració de 0,8 bar; amb la qual cosa, tindrem un valor de la cota S de 0,08 mm respecte el diàmetre que té el forat sobre el qual van inserits aquests cilindres.

Per altra banda, no podem tenir arestes vives tant en les vores internes com en les externes. Amb la qual cosa, totes les vores que estiguin o puguin estar en contacte amb la junta, ja sigui durant el seu funcionament o bé durant el seu muntatge, han de tenir els següents radis en funció de la dimensió D2.

Taula D.3. Radis de la ranura-Norelem.



Sección cruzada D2	R1	R2
< 2	0,1	0,3
< 3	0,2	0,3
< 4	0,2	0,5
< 5	0,2	0,6
< 6	0,2	0,6
< 8	0,2	0,8
> 8	0,2	1

Per tant, en el nostre cas, hem de tenir un radi intern de 0,3 mm. i un radi extern de 0,1 mm.

El muntatge de la junta i la seva inserció es pot veure associat a la següent representació, la qual s'anomena com una instal·lació radial i junta de pistó, on l'estanqueïtat és exterior. Aquesta és estàtica/ dinàmica aïllant. Per a l'inserit d'estanqueïtat exterior té validesa: junta tòrica diàmetre $D1 \leq D3$.

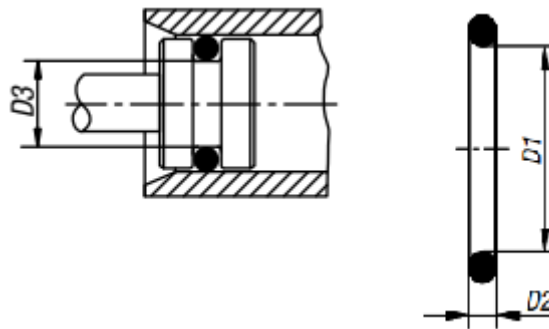


Figura D.16. Acotació dimensions-Norelem.

En el nostre cas, tenim el mateix valor de D1 com de D3, amb una dimensió de 12 mm.

A continuació s'insereix una altra il·lustració amb acotacions per tal d'entendre la taula resum de les dimensions de la instal·lació.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

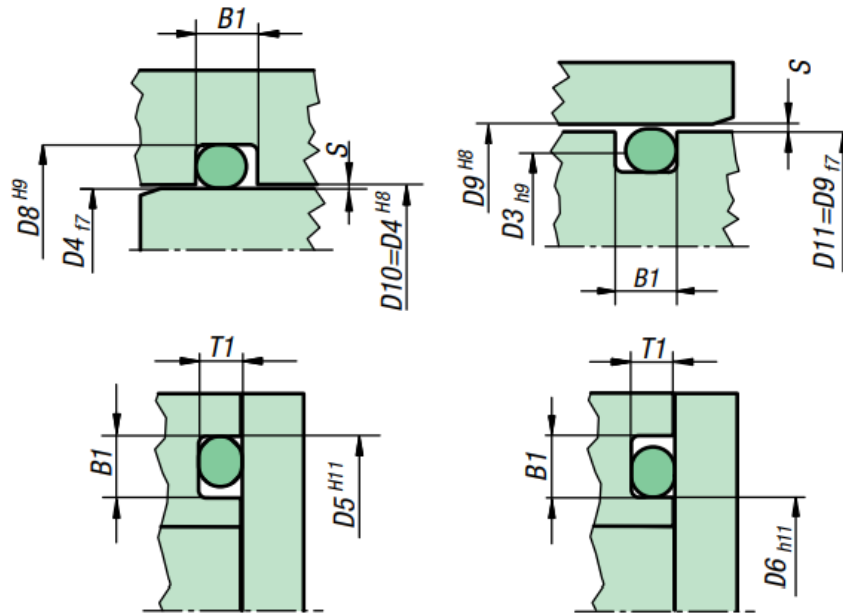


Figura. D.17. Nomenclatura dimensions-Norelem.

I tot seguit, passem a mostrar la taula amb les dimensions que ha de tenir la nostra ranura en funció de les dimensions de la secció creuada, del tipus d'instal·lació i d'altres factors.

Taula D.4. Dimensions de la instal·lació-Norelem.

Dimensiones de instalación							
Junta tórica sección cruzada	Instalación radial Diámetro base de ranura				Ancho de ranura	Instalación axial	
	dinámico	estático	dinámico	estático		Profundidad de ranura	Radio
D2	D3h9	D3h9	D8H9	D8H9	B1 +02	T1 +0,05	R2
0,5	-	D9-0,7	-	D4+0,7	0,8	0,35	0,2
0,74	-	D9-1,0	-	D4+1,0	1	0,5	0,2
1,00 1,02	-	D9-1,4	-	D4+1,4	1,4	0,7	0,2
1,2	-	D9-1,7	-	D4+1,7	1,7	0,85	0,2
1,25 1,27	-	D9-1,8	-	D4+1,8	1,7	0,9	0,2
1,3	-	D9-1,9	-	D4+1,9	1,8	0,95	0,2
1,42	-	D9-2,1	-	D4+2,1	1,9	1,05	0,3
1,50 1,52	D9-2,5	D9-2,2	D4+2,5	D4+2,2	2	1,1	0,3

Més tard, es va considerar l'opció de col·locar un posicionador de bola als extrems de la superfície amb geometria d'òvul amb la finalitat de millorar la fixació entre aquests dos components i garantir el no desplaçament d'aquest element, a més, d'assegurar totalment la estanqueïtat entre les dues peces. Però després de realitzar els càlculs, ens vam adonar que mitjançant el nervi que comunica entre les ventoses del mig, ens assegurava una deformació en la ubicació de les juntes, la qual era menor que la distància entre la junta i el final de la peça. Per

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

altra banda, tenim l'aspiració que aspiraria la junta, amb la qual cosa, el punt de connexió entre les dos peces quedaria ben subjectat.

D.8. Peces normalitzades.

En el nostre conjunt tenim una sèrie de components que els trobem al mercat, alguns dels quals estan normalitzats i d'altres en què hem de buscar una empresa que els fabriqui amb les característiques que més ens convinguin per al nostre cas particular. Podem llistar els següents elements dins d'aquest apartat:

- Ejector al buit
- Ventoses
- Tubs
- Cargols
- Juntes tòriques
- Passadors
- Botó elèctric

D.8.1. Ejector al buit.

Per al dimensionament de l'ejector al buit, ho vam fer mitjançant la pàgina del mateix fabricant, SMC. Una vegada vam ser dins de la pàgina principal, vam seleccionar la casella "*soportetécnico*", dins d'aquesta pestanya vam clicar a "*herramientas de ingeniería*". Se'ns va tornar a obrir una pestanya, i vam clicar a "*cálculo y selección de sistemas de vacío*". Vam tornar a clicar al requadre *online* i se'ns va obrir la següent pestanya on vam començar a seleccionar dades a fi de dimensionar el que seria el nostre ejector al buit. Cal fer esment, que les ventoses que sortien en aquesta plataforma de càlcul són les mateixes que realitza l'empresa SMC. Però en el nostre cas, tal i com veurem en el següent apartat, són de la casa *Schmalz*.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

SMC Software de soporte al diseño de aplicaciones

Language:Español
Región:Europa

Software de Selección de Sistemas de Manipulación por Vacío Industrial

Selección por función → Selección del circuito → Condiciones de trabajo → Selección de la ventosa → Selección del tubo →
Selección del eyector de vacío → Selección de la válvula → Resultados de la selección del modelo

1. Seleccione la función

Selección de producto Cálculo de características

En la selección de componentes, queda seleccionado el tamaño óptimo que cumple las condiciones de trabajo. En el cálculo de características, el tiempo de adsorción se calcula en base a los datos introducidos

Atrás Siguiente

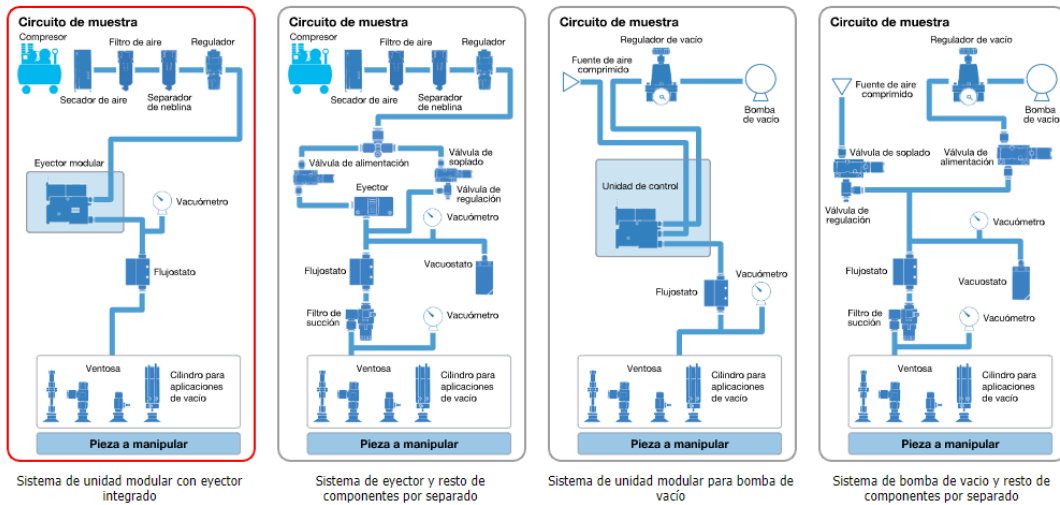
Version:1.3.05

Figura D.18. Selecció de la funció – SMC.

En la primera finestra vam clicar a “Selección de producto”, perquè el que nosaltres volíem era dimensionar l'ejector al buit que necessitàvem . Una vegada havent clicat en la mateixa finestra ens va sortir el següent.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

2. Seleccione la construcción del sistema



Nombre del sistema	Explicación
Sistema de unidad modular con eyector integrado	Una unidad que comprende tanto el eyector para la adsorción, como los elementos para la rotura del vacío. Es modular y se pueden montar varias estaciones
Sistema de generación de vacío por eyector	Es un sistema flexible donde se puede seleccionar la configuración del circuito y cómo van situados los elementos. El eyector es otro elemento más
Sistema de unidad modular para bomba de vacío	Una unidad que contiene los elementos para controlar el nivel de vacío requerido . Es modular y se pueden montar varias estaciones
Sistema de generación de vacío por bomba de vacío	Es un sistema flexible donde se puede seleccionar la estructura del circuito de vacío y el lugar de montaje de los componentes.

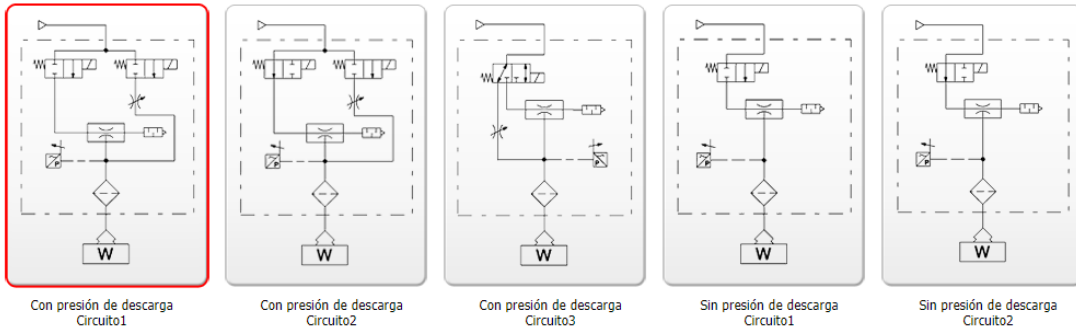
Atrás Siguiente

Figura D.19. Selecció de la construcció del sistema – SMC.

Vam seleccionar el sistema d'unitat modular amb eyector integrat, ja que nosaltres volíem que la màquina portés l'eyector integrat. Seguidament, vam clicar a "siguiente" i se'ns va obrir la següent pestanya.

3. Seleccione el tipo de circuito

Construcción del sistema: Sistema de unidad modular con eyector integrado



Configuración de Circuito	Componentes
presión de descarga Con Circuito1	Eyector, tubo, ventosa
presión de descarga Con Circuito2	
presión de descarga Con Circuito3	
presión de descarga Sin Circuito1	
presión de descarga Sin Circuito2	

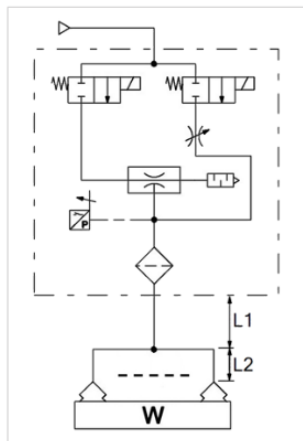
1 La rotura de vacío es lo que ocurre durante el corto periodo de tiempo que se requiere para soltar y dejar la pieza de trabajo de la ventosa. La rotura de vacío se produce cuando se pasa de presión negativa, (fase de adsorción), a presión atmosférica o presión positiva (fase de soplado). El regulador de caudal sirve para ajustar el caudal y con ello, el tiempo de dejada de pieza, evitando el riesgo de que la pieza sea expulsada de forma violenta

Atrás Siguiente

Figura D.20. Selecció del tipus de circuit – SMC.

Vam creure que el millor disseny per al nostre prototip seria jo bé el circuit 1 o el 2. La diferència entre aquests es troba en què, quan el cabdal de l'aire està funcionant, el circuit 2 deixa passar l'aire quan l'activem. És a dir, que estaria normalment obert, mentre que el circuit 1, no deixaria passar l'aire fins que l'activem, per la qual cosa seria un sistema normalment tancat. Vam acabar escollint el circuit 1 com el més òptim. Vam clicar a "Siguiente" i se'ns va obrir la pestanya següent.

4. Introduzca las condiciones de trabajo.

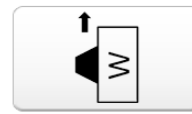


Sistema de unidad modular con eyector integrado
presión de descarga Con Circuito1

Seleccione el tipo de orientación



Orientación horizontal
(factor de seguridad ≥ 4)



Orientación vertical
(factor de seguridad ≥ 8)

Orientación vertical: Trate de evitar en la medida de lo posible la elevación en orientación vertical

Tiempo de respuesta de adsorción:	<input type="text" value="0.34"/>	s	[0.01 ~ 100]
Factor seguridad:	<input type="text" value="4"/>		[4 ~ 100]
masa de la pieza W:	<input type="text" value="10"/>	kg	[0.001 ~ 100]
Presión de vacío:	<input type="text" value="-80"/>	kPa	[-80 ~ -1]
Numero de ventosas:	<input type="text" value="15"/>		[1 ~ 16]
Fuga por ventosa:	<input type="text" value="3.8"/>	L/min(ANR)	[0 ~ 500] >>>
Longitud de tubo entre eyector (válvula) y la derivación L1:	<input type="text" value="3.500"/>	m	[0.1 ~ 40]
Longitud de tubo entre derivación y ventosa L2:	<input type="text" value="0.200"/>	m	[0.1 ~ 40]
Presión de alimentación:	<input type="text" value="0.5"/>	MPa	[0.2 ~ 0.6]

Figura D.21. Condicions de treball – SMC.

En aquesta pestanya es defineixen molts paràmetres importants, el primer d'ells és el temps d'adsorció. Aquest l'imposem nosaltres, atès que volem un temps d'adsorció ràpid, inferior a 1 segon. Però que aquest tampoc sigui extremadament ràpid, ja que podria danyar la caixa de cartró. Se li va ficar un factor de seguretat de 4 perquè el robot s'ha configurat de tal manera perquè en cap ocasió realitzi un moviment amb una orientació vertical. Per la qual cosa, s'utilitza un factor de seguretat de 4, ja que aquest es creia que era més que suficient.

Seguidament vam definir la massa de la peça que transportàvem, la qual corresponia als 10 Kg. dels paquets. El següent paràmetre a definir va ser la pressió al buit. Aquesta es va posar de -80 kPa. Tot i que realment, el valor que tindríem seria de -90, ja que aquesta seria la que ens donava l'ejector a la pressió d'alimentació. El número de ventoses rebia un valor de 15 després de realitzar diversos càlculs i fórmules per conèixer el nombre de ventoses que necessitàvem. Aquests es podran observar en la pàgina 135. La fuga per ventosa es va definir amb un valor de 3,8 L/min, valor que vam obtenir de la següent taula que ens proporcionava la mateixa pàgina.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Dato de fuga ✕

El dato siguiente ha sido medido utilizando una pieza de trabajo en concreto. Por favor, utilícelo sólo como ejemplo , ya que las condiciones pueden ser diferentes a su aplicación

Ventosa

ZP10

ZP20

ZP40

Forma

Plana

Fuelle

Material

NBR

Silicona

Goma fluorada

Imagen de muestra



	Pieza		Presión de vacío	Fuga
	Material	Estado en superficie	kPa	L/min(ANR)
<input type="radio"/>	Cemento	Suave	-70 ~ -40	0.4 ~ 0.42
<input type="radio"/>	Cemento	Rugosidad	-70 ~ -40	23.6 ~ 25.54
<input type="radio"/>	Sustrato	Sin agujero		
<input checked="" type="radio"/>	Caja de cartón	Fino	-70 ~ -40	3.82 ~ 3.38
<input type="radio"/>	Caja de cartón	Rango suave	-70 ~ -40	0.92 ~ 0.76
<input type="radio"/>	Caja de cartón	Grosor rugosidad	-70 ~ -40	2.22 ~ 1.74
<input type="radio"/>	Panel	Perforado		21.64

Figura D.22. Dades del valor de pèrdues – SMC.

Per tal d’obtenir el valor de les pèrdues, vam seleccionar el model de ventosa ZP40, ja que era el que tenia més semblança en termes de dimensions al model que nosaltres havíem seleccionat. Pel que fa a la forma, vam seleccionar la de “*Fuelle*” pels motius que es veuran en l’apartat següent. Per últim, vam seleccionar l’NBR pel material de les ventoses, ja que aquest era el que va sortir després de realitzar l’estudi de selecció de materials. Finalment, al’hora d’escollir les dades de la peça a transportar, vam seleccionar primerament la caixa de cartó. Id’aquestes vam seleccionar la que ens provocava unes fugues de valor més gran perquè d’aquesta forma tindrem una posició més conservadora. Per això vam agafar el valor de 3,8 L/min.

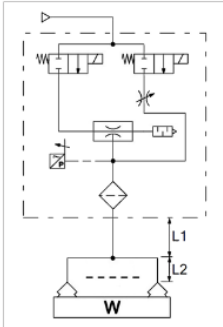
Definides les pèrdues, passem a definir les longituds dels tubs. Primerament, la longitud entre la vàlvula i la derivació L1, la definim amb una longitud de 3,5 m, a causa del recorregut que hauria de fer el tub desde la seva ubicació dins de la caixa del braç robòtic fins arribar a l’agafador. A la longitud entre la derivació i la ventosa també se li imposa una longitud de 0,2m., obtinguda calculant la longitud dels diferents canals que porten des de la derivació fins les ventoses.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per últim, només ens quedava definir la pressió d'alimentació, la qual corresponia a la pressió òptima de l'ejector, que estava al voltant dels 5 bars. Si els passem a MPa, correspondria amb els 0,5 MPa que mostrem en la Figura D.23. Selecció de la ventosa – SMC.

Una vegada definits tots aquests paràmetres vam clicar a “siguiente” i ens va mostrar la següent pestanya.

Selecció de la ventosa





ZP3



ZP2



ZP

Series	Diàmetre ventosa	Tipo de ventosa
ZP3	ø1.5 – ø125	Plana, con fuelle
ZP2	ø0.8 – ø340	plana, fina, con fuelle, de boquilla, perfil plano, ovalada, esponja, ventosa plana de carga pesada, con fuelle de carga pesada, ovalada de carga pesada, fina de carga pesada
ZP	ø2 – ø125	plana, fina, con fuelle, concava, ovalada, plana de carga pesada, con fuelle de carga pesada

Selecció de les característiques de la ventosa

Tipo de ventosa: Unidad Ventosa de vacío >>>

Tipo de ventosa: Modelo de fuelle (4.5 etapas) >>>

Diàmetre ventosa: ø40

Material de la ventosa: NBR (Caucho nitrilo) >>>

Entrada de vacío: --Seleccione por favor--

Dirección de la entrada de vacío: --Seleccione por favor-- >>>

Montaje: --Seleccione por favor--

Recorrido telescópico: --Seleccione por favor--

Accesorio: --Seleccione por favor--

Selecció de la forma de Número de productos aplicables 1 Caso

Referencia de producto	Diàmetre ventosa mm	Factor seguridad	Entrada de vacío	Montaje
<input checked="" type="radio"/> ZP2-40ZJN	ø40	15.4	Ninguna	Ninguna

Figura D.23. Selecció de la ventosa – SMC.

En aquesta pestanya vam ficar tots els paràmetres, per tal de seleccionar la ventosa més semblant al model que volíem incorporar al nostre sistema. L'únic paràmetre que tindríem diferent de la nostra ventosa real era el nombre d'etapes, el qual el tindríem en 2,5 en comptes de 4,5. Però si li ficàvem que fos de 2,5 etapes, no ens deixava seleccionar el diàmetre de la

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

ventosa de 40 mm. És per això que es va seleccionar el model de 4,5 etapes. Una vegada teníem el model de la ventosa amb les característiques més semblants a les que incorporàvem, vam clicar a “siguiente” i se'ns va obrir la pestanya que es pot veure a continuació.

Seleccione la serie del tubo

Nombre	Series	Presión máx. de trabajo MPa	Rango de temperatura de trabajo °C	Diámetro exterior mm
<input checked="" type="radio"/> Tubo de poliuretano	TU	0.8	-20 ~ 60	2 ~ 16
<input type="radio"/> Tubo de poliuretano flexible	TUS	0.6	-20 ~ 60	4 ~ 12
<input type="radio"/> Tubo de poliuretano / estándar	TUH(S)	0.8	-20 ~ 60	4 ~ 12
<input type="radio"/> Tubo de poliuretano / alta presión	TUH(H)	1	-20 ~ 60	4 ~ 12
<input type="radio"/> Tubo resistente a la abrasión	TUZ	0.8	-20 ~ 60	2 ~ 16
<input type="radio"/> Tubo de poliuretano de doble capa no inflamable	TRBU	0.8	-20 ~ 60	6 ~ 12
<input type="radio"/> Tubo de poliuretano de triple capa no inflamable	TRTU	0.8	-20 ~ 60	6 ~ 12
<input type="radio"/> Antiestático, Tubo de poliuretano	TAU	0.9	0 ~ 40	3.2 ~ 12

La máxima presión de trabajo se mide a 20°C. La temperatura de trabajo es para aire.

Seleccione las especificaciones de tubo

Color del tubo central:

Longitud de rollo de tubo central:

Seleccione la referencia del tubo central Número de productos aplicables 3 Caso

Referencia del tubo central	Diámetro exterior mm	Diámetro interior mm	Mínimo radio de curvatura mm	Presión máx. de trabajo MPa
<input checked="" type="radio"/> TU1065B-20	10	6.5	27	0.8
<input type="radio"/> TU1208B-20	12	8	35	0.8
<input type="radio"/> TU1610B-20	16	10	45	0.8

Como el tamaño del eyector y de la válvula es grande, el tamaño del tubo debería ser lo más pequeño posible

Seleccione las especificaciones de tubo de derivación

Color del tubo de la derivación:

Longitud de rollo de tubo de derivación:

Seleccione la referencia del tubo de la derivación Número de productos aplicables 2 Caso

Referencia de tubo de la derivación	Diámetro exterior mm	Diámetro interior mm	Mínimo radio de curvatura mm	Presión máx. de trabajo MPa
<input type="radio"/> TU0425B-20	4	2.5	10	0.8
<input checked="" type="radio"/> TU0604B-20	6	4	15	0.8

Como el tamaño del eyector y de la válvula es grande, el tamaño del tubo debería ser lo más pequeño posible

Figura D.24. Selecció dels tubs – SMC.

En aquesta finestra el que fem és definir el material dels tubs, el color i la longitud del rolo de tub central. Pel tub central, seleccionem com a material el poliuretà ja que aquest té una pressió màxima de treball superior a la pressió d'alimentació de l'eyector. Seleccionem color negre per temes d'estètica, i el rolo de tub central de 20 m ja que aquesta és la longitud mínima que ens proporcionen. Darrerament seleccionem el tub amb diàmetre interior 6,5 ja que tal i com ens aconsella l'empresa SMC, el tamany del tub ha de ser el més petit possible.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per definir les característiques del tub de derivació, seleccionem els paràmetres de les especificacions tot i que aquestes no tinguin repercussió en els nostres càlculs ja que estariem seleccionant les característiques dels canals de l'agafador. Així que seleccionem el color negre i el rolo de 20 m. Pels tubs, agafem el de diàmetre interior 4 ja que és el més semblant a la dimensió del canal que té l'agafador pel seu interior, la qual té una dimensió de 5 mm. Una vegada el tenim seleccionat, cliquem a siguiente i se'ns obren la següent pestanya.

Series	Nombre	Rango de presión de alimentación MPa	Presión máx. de vacío kPa	Presión de alimentación estándar MPa
ZK2	Unidad de vacío, Sistema de eyector con válvulas	0.3 - 0.6	-91	0.35 ZK2[]15:0.37
ZR	Unidad de alto vacío, sistema de vacío de eyector con válvula	0.2 - 0.55	STipo: -84 LTipo: -53	0.45
ZL1/ZL3/ZL6	Con eyector de vacío multietapa	ZL1: 0.2 - 0.5 ZL3/ZL6: 0.2 - 0.6	ZL1: -84 ZL3/ZL6: -91(MTipo) ZL3/ZL6: -93(HTipo)	ZL1: 0.35 ZL3: 0.35(MTipo) ZL3: 0.50(HTipo) ZL6: 0.37(MTipo) ZL6: 0.52(HTipo)

Seleccione las especificaciones de tubo

Tipo de válvula:	Válvula de alimentación: Electroválvula N.C. / Válvula de soplado: Electrová
Tipo de cuerpo:	Unidad individual
Modo de escape del eyector:	Escape del silenciador (Silenciador integrado)
Conexión de vacío:	2xRosca hembra Rc1/2
Conexión de alimentación:	Conexión instantánea ø8
Conexión de escape:	Escape del silenciador
Alimentación común para presión de descarga:	Conexión de alimentación común
Conexión de entrada del pilotaje de presión:	Conexión de alimentación común
Otras especificaciones:	Conforme CE

Seleccione la referencia de la unidad de eyector

Número de productos aplicables 4 Caso

Referencia de la unidad del eyector	Referencia del bloque	Diámetro de boquilla mm	Modo de escape del eyector	Otras especificaciones	Cantidad de elementos que se usan a la vez
<input type="radio"/> ZL3M04-K1		1.9	Escape del silenciador (Silenciado)	Conforme CE	14
<input checked="" type="radio"/> ZL3H04-K1		1.5	Escape del silenciador (Silenciado)	Conforme CE	8
<input type="radio"/> ZL6M04-K1		1.9X2	Escape del silenciador (Silenciado)	Conforme CE	9
<input type="radio"/> ZL6H04-K1		1.5X2	Escape del silenciador (Silenciado)	Conforme CE	5

Atrás

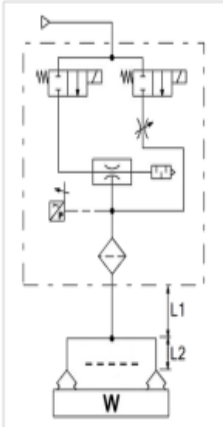
Siguiente

Figura D.25. Referència de la unitat modular de l'ejector – SMC.

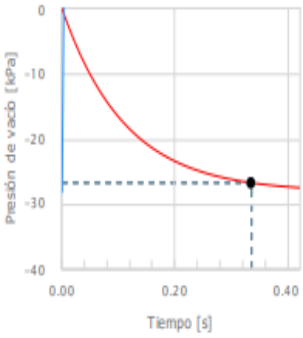
En aquesta pestanya el que vam fer és definir les característiques que volíem que tingués el nostre eyector. Així com la vàlvula d'alimentació, l'escapament de l'ejector, el tipus de connexió i finalment el model de la unitat de l'ejector, la qual té un diàmetre de filtre de 1,5 mm. Finalment, vam clicar a "Siguiente" i ens va extreure un full amb els resultats del nostre càlcul. Aquest es mostra a continuació.

Software de Selección de Sistemas de Manipulación por Vacío Industrial

Circuito



Características del sistema



— Señal de respuesta de vacío
— señal de respuesta del soplado

Resultados de la selección del modelo

Componentes	Referencia de producto	Cantidad
Ventosa	ZP2-40ZIN	15
Tubo central	TU1065B-20	1
Tubo de derivación	TU0604B-20	1
Unidad de eyector	ZL3H04-X1	1

Entrada de condiciones

Cálculo de características⇒Sistema de unidad modular con eyector integrado
presión de descarga Con Circuito 1

masa de la pieza : 10 kg
Presión de vacío : -80 kPa
Numero de ventosas : 15
Fuga por ventosa : 3.8 L/min(ANR)

Longitud de tubo entre eyector (válvula) y la derivación L1 : 3.5 m
Longitud de tubo entre derivación y ventosa L2 : 0.2 m
Presión de alimentación : 0.5 MPa
Número de eyectores que actúan simultáneamente : 1

Resultados del cálculo

Elementos	Unidad	Valores calculados
Tiempo de adsorción	s	0.335
Presión de adsorción	kPa	-26.8
Factor seguridad	-	5.1
Tiempo de soplado	s	0.003
El tiempo que tarda al presión en llegar al 95% de la máxima presión de vacío	s	0.335
Presión de vacío máx.	kPa	-28.2
Consumo de aire	L/min(ANR)	135.00

Figura D.26. Full 1 de resultats eyector – SMC.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Especificaciones de las ventosas
<p>Tipo de ventosa : Unidad Ventosa de vacío</p> <p>Tipo de ventosa : Modelo de fuelle (4,5 etapas)</p> <p>Material de la ventosa : NBR (Caucho nitrilo)</p>
<p>Entrada de vacío : Ninguna</p> <p>Dirección de la entrada de vacío : Ninguna</p> <p>Montaje : Ninguna</p> <p>Recorrido telescópico : Ninguna</p> <p>Accesorio : Ninguna</p> <p>Referencia de producto : ZP2-40ZIN</p> <p>Diámetro ventosa : $\varnothing 40$ mm</p> <p>Factor seguridad : 15.4</p>
Especificación del tubo principal
<p>Color del tubo central : Negro</p> <p>Longitud de rollo de tubo central : Rollo de 20m</p> <p>Referencia del tubo central : TU1065B-20</p> <p>Diámetro exterior : 10 mm</p> <p>Diámetro interior : 6.5 mm</p> <p>Mínimo radio de curvatura : 27 mm</p> <p>Presión máx. de trabajo : 0.8 MPa</p>
Especificación del tubo de derivación
<p>Color del tubo de la derivación : Negro</p> <p>Longitud de rollo de tubo de derivación : Rollo de 20m</p> <p>Referencia de tubo de la derivación : TU0604B-20</p> <p>Diámetro exterior : 6 mm</p> <p>Diámetro interior : 4 mm</p> <p>Mínimo radio de curvatura : 15 mm</p> <p>Presión máx. de trabajo : 0.8 MPa</p>
Especificación de la unidad modular del eyector
<p>Tipo de válvula : Válvula de alimentación: Electroválvula N.C. / Válvula de soplado: Electroválvula N.C.</p> <p>Tipo de cuerpo : Unidad individual</p> <p>Modo de escape del eyector : Escape del silenciador (Silenciador integrado)</p> <p>Conexión de vacío : 2xRosca hembra Rc1/2</p> <p>Conexión de alimentación : Conexión instantánea $\varnothing 8$</p> <p>Conexión de escape : Escape del silenciador</p> <p>Alimentación común para presión de descarga : Conexión de alimentación común</p> <p>Conexión de entrada del pilotaje de presión : Conexión de alimentación común</p> <p>Otras especificaciones : Conforme CE</p> <p>Referencia de la unidad del eyector : ZL3H04-K1</p> <p>Referencia del bloque :</p> <p>Diámetro de boquilla : 1.5</p> <p>Cantidad de elementos que se usan a la vez : 1</p>

Figura D.27. Full 2 de resultats de l'ejector – SMC.

D.8.2. Ventoses.

Per a la selecció de les ventoses, vam procedir a mirar a la pàgina del fabricant Schmalzquins són els diferents tipus de ventoses que podem trobar en el mercat. Amb el programa de productes que tenen, inclouen una gran varietat de ventoses amb diferents dissenys, materials i tamanys oferint la ventosa més adequada per a cada aplicació. Aquestes ventoses són compostes d'una ventosa i d'una boquilla de connexió.

De la mateixa forma que hem vist amb la selecció de la molla, en la pàgina de les ventoses se'ns mostren una sèrie de paràmetres per tal de trobar la ventosa que millor s'adapta al nostre cas particular, a continuació s'observen aquests paràmetres.

Tanmateix, per a la selecció de les ventoses, vam procedir a mirar a la pàgina del fabricant *Schmalzquins* tots els diferents tipus de ventoses que podíem trobar en el mercat. Amb el programa de productes que tenen, inclouen una gran varietat de ventoses amb diferents dissenys, materials i mides, oferint la ventosa més adequada per a cada aplicació. Aquestes ventoses són compostes d'una ventosa i d'una boquilla de connexió.

De la mateixa forma que amb la selecció de la molla, en la pàgina de les ventoses se'ns mostren una sèrie de paràmetres per tal de trobar la ventosa que millor s'adapta al nostre cas particular. A continuació es detallen aquests.

Ventosas de vacío

Nuestro programa de productos incluye gran variedad de ventosas con diferentes diseños, tamaños y materiales, ofreciéndole la ventosa más adecuada para cada aplicación. Las ventosas se componen de ventosa y boquilla de conexión.

Número de pliegues	▼	Tamaño	▼
Dimensiones (LxB)	▼	Material de ventosa	▼
Rosca G1	▼	Altura H	▼
Familia de productos	▼	Sectores	▼
Señalización	▼	Seleccionar / Conectar	▼

Figura. D.28. Paràmetres de selecció de la ventosa-Schmalz.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Quant al primer paràmetre, el nombre de plecs que tindrà la ventosa, es decideix que aquest no sigui zero, perquè d'aquesta forma la ventosa no podrà agafar amb la mateixa facilitat altres productes que no tinguin una superfície plana, ja que la idea principal del nostre producte és per caixes. Però si mai s'oferta algun projecte on s'hagin d'agafar components de geometria més complexa, gràcies als plecs no hi hauria cap problema. Es decideix que aquestes tinguin 2,5 plecs, atès que es creu que seran suficients.

El segon paràmetre que és la grandària, ve imposada per les dimensions externes de l'agafador, vist que en la mesura del possible, les ventoses haurien d'ocupar tota la superfície inferior de l'agafador, però que tampoc es toquin entre elles. Tal i com veiem en la següent il·lustració, després de provar diferents dimensions de ventosa, es creu que la de 40 mm. és la més idònia.

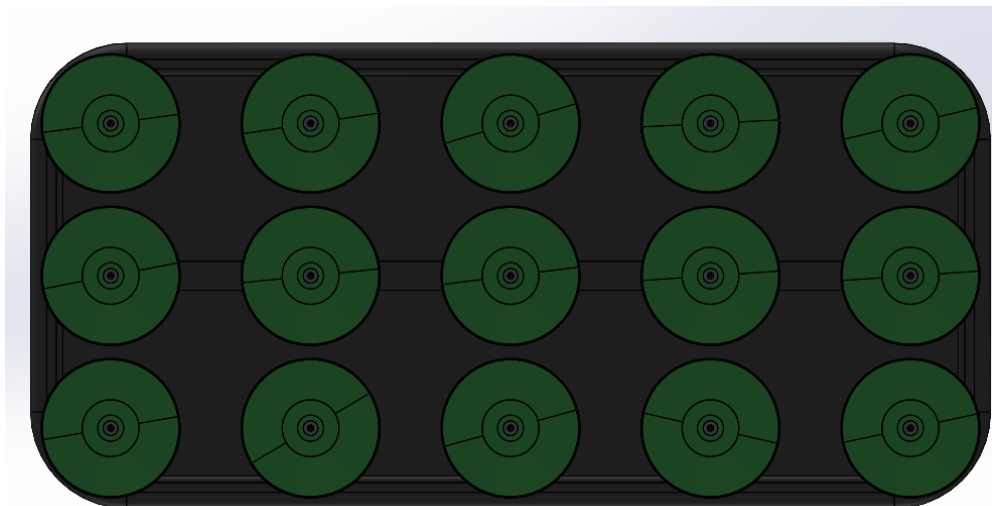


Figura D.30. Selecció del diàmetre de les ventoses.

El següent paràmetre és el material d'aquestes. L'empresa les fabrica amb tres materials diferents, Elastodur, PVC i Silicona SI. D'aquests, el que millor s'adapta a les nostres necessitats és l'Elastodur i la Silicona SI. Entre aquests dos materials, podem observar que el que té més varietat de productes és la Silicona SI. A més, aquesta té un preu més reduït que el de l'Elastodur, la qual cosa és un motiu per a la seva selecció final.

La rosca és el pròxim paràmetre. Però es decideix que aquestes no en portin, perquè la peça on s'insereixen és el plàstic PA12, i aquest material no està pensat per tal de fer-li rosques o suportar elements que portin rosca. Això, a la llarga, provocaria un gran desgast en la peça i pel

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.


sol fet que una rosca es fes malbé, suposaria canviar tota la peça sencera de l'agafador. La mateixa pàgina proporciona ventoses que són inserides sense una rosca, sinó que tenen una peça al seu interior que fa que la ventosa s'insereixi a la seva posició, mitjançant pressió. Aquests models corresponen a la família de productes SPB2, amb la qual cosa ja tenim un altre paràmetre seleccionat.

Amb tots aquests paràmetres definits, la cerca de la nostra ventosa es va reduir a 9 productes. La diferència entre ells es trobava en el diàmetre nominal, el qual el podem veure acotat en la Figura D.31. Model de ventosa escollit - *Schmalz* com a d_n , en la duresa del material, on aquesta varia entre 40 i 55 Shore A, i l'alçada H. També podem veure en la mateixa Figura D.31. Model de ventosa escollit - *Schmalz* l'acotació d'aquesta última. Finalment, acabem escollint el següent model.

SPB2 40 SI-55 SW100 P

Nº de artículo: 10.01.06.03225

Ventosa de fuelle (redonda) con 2,5 pliegues para alta dinámica cartón y envases con estabilidad propia



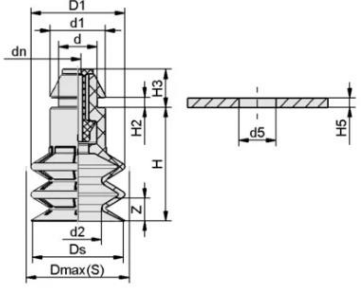
[Añadir a la lista de comparación](#) [Hoja de datos del producto](#) [Instrucciones de pedido](#)

Iniciar sesión para ver precios y disponibilidades

1 Cantidad (Piezas) [ADJUNTAR A CESTA](#)

Tamaño	40
Material de ventosa	Silicona SI
Dureza del material [Shore A]	55 Shore A
Altura H	47 mm

Datos de diseño



Atributo	Valor
d	12,50 mm
d1	15,70 mm
d2	17,80 mm
d5	11,50 mm
dn	1 mm
D1	43,50 mm
Dmax(S)	44,60 mm
Ds	42,70 mm
H	47 mm
H2	2,20 mm
H3	8,20 mm
H5	2 mm
Z (Carrera)	20 mm

Figura D.31. Model de ventosa escollit – *Schmalz*.

Tal i com podem veure en l'anterior il·lustració, aquesta ventosa ja porta incorporada la peça de connexió, la qual mitjançant pressió seria inserida en el seu corresponent lloc de l'agafador. Té

un llavi segellador flexible optimitzat per a caixes de cartró especialment, material d'embalatge i altres superfícies inestables. Suau succió de fuell amb un gran recorregut a baixa força de restauració donada l'alçada que aquesta peça té, la qual cosa la fa ideal per a l'ús en sistemes d'agafament. Per últim, afegir que la silicona SI compleix amb la FDA, és a dir, que permet el contacte directe amb els aliments, amb la qual cosa, si mai necessitéssim un agafador per transportar aliments, només hauríem de modificar les dimensions d'aquest.

El càlcul del nombre de ventoses el podem veure en detall en la pàgina 135.

D.8.3. Tubs.

El nostre mecanisme requereix de tubs per tal de comunicar l'aire que es genera al buit amb l'agafador i que aquest darrerament sigui transmès a les ventoses. Per tal de fer-ho s'utilitzen tubs, la dimensió dels quals ve imposada pel dimensionament de la sortida de l'ejector al buit.

Pel fet que s'ha realitzat el dimensionament de l'ejector mitjançant el fabricant *SMC*, aquest també té un departament de pneumàtica que s'encarrega de fabricar tubs, així doncs s'ha cregut com a bona opció, realitzar la demanda dels tubs en la mateixa empresa *SMC*. Aquests tenen un diàmetre extern de 10 mm i un diàmetre intern de 6,5 mm. A més, cal afegir que la pressió màxima de treball que tenen té un valor de 0,8 MPa.

El material amb el que està fabricat aquest tub és poliuretà, i es comercialitza en diferents colors. Nosaltres vam escollir el color negre. La referència d'aquest producte en la pàgina oficial d'*SMC* és 10.TU1065B-20. El venen amb un total de 20 m.36.36., però en el nostre cas només necessitem una longitud de tub de 7 m en total, ja que el tram de tub que va des de l'ejector fins al ràcor té una longitud de 3,5 m. Però degut a que tenim dues canalitzacions dins de l'agafador, es crea una altra sortida des de l'ejector, la qual fa que la suma dels trams dels tubs sigui 7 m.

D.8.4. Cargols.

Els cargols són un altre dels components que porta incorporats el nostre mecanisme, i la seva funció és la d'unir el mecanisme amb el braç del robot i que aquest presenti una rigidesa considerable. Degut a que tenim els cargols per l'interior del mecanisme, s'ha cregut que el millor candidat per aquests són els coneguts DIN 912, aquests cargols són de cap circular i en el seu interior tenen un forat tipus allen. Aquests cargols tenen una part del cos sense rosca i una altra amb rosca, la qual cosa ens afavoreix en el nostre mecanisme ja que només es realitzaria

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

el procés de mecanitzat de la rosca en les peces on s'han de rosca en comptes d'haver-ho de fer en la peça on s'insereixen.

Després de realitzar la selecció de materials, arribem a la conclusió que el C22E és un material amb unes propietats mecàniques més que suficients pels esforços que aquests han de rebre. A continuació, podem observar una imatge dels cargols que portarà el nostre mecanisme.

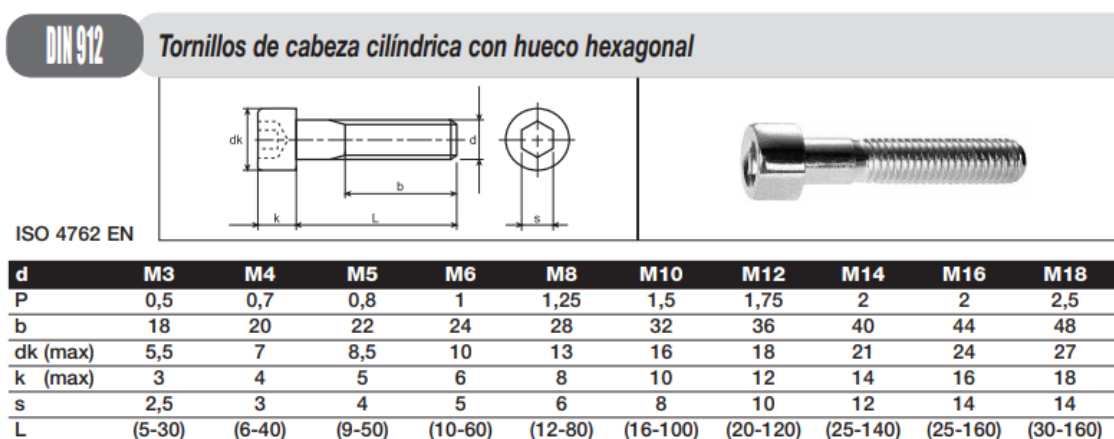


Figura D.32. Cargols DIN 912-*Baselga Lizaga*.

Es va realitzar el càlcul dels cargols manualment, els quals es poden observar en els l'apartat de càlculs, i es va obtenir que amb cargols de mètrica 3 i classe 5.6 ja en tenim més que suficient per tal de resistir els esforços que aquests rebran. Tot i així, es va decidir per termes d'estandardització, dimensionar aquests com uns M6, ja que els cargols que han d'unir el nostre mecanisme amb el braç robòtic ens vénen imposats pel fabricant del braç tal i com podem observar en la Figura D.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR. pàg. 42. En definitiva, decidim que el nostre mecanisme contingui un total de 8 cargols DIN 912 M6X1-16 classe 5.6.

D.8.5. Juntes tòriques.

Les juntes tòriques, al igual que la resta de components, tenen una funció important. Aquesta és la de garantir l'estanqueïtat entre la unió de la peça inferior unió braç i l'agafador. En la següent il·lustració podem veure la seva ubicació de forma més clara.

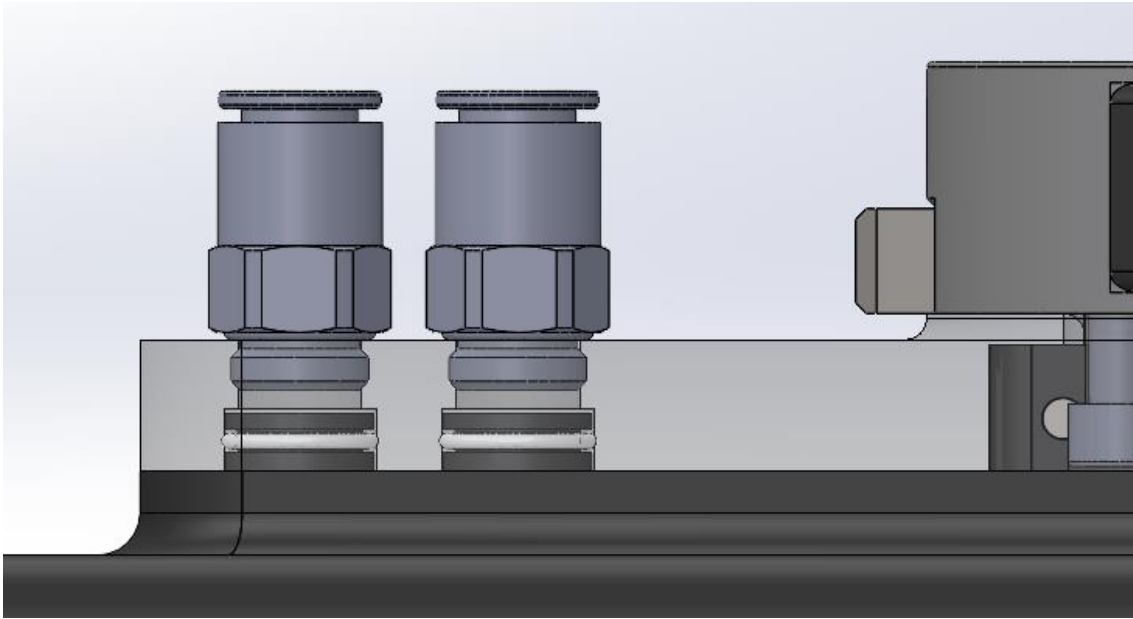


Figura D.33. Ubicació juntes tòriques.

Després d'haver realitzat l'estudi de la selecció de materials, s'arriba a la conclusió que el millor per a les juntes és el NBR, el qual té unes molt bones propietats contra el desgast, i contra l'estanqueïtat en gasos. Aquestes s'han dimensionat a partir del diàmetre del component sobre el qual van inserides, buscant una mida normalitzada per tal d'evitar preus elevats en la seva compra. Concretament, les juntes tòriques tenen una secció de 1,5 mm de diàmetre i un diàmetre intern de 12 mm. Les juntes es comprarien a l'empresa de juntes *Epidor*.

La vida útil d'una junta tòrica està vinculada a la norma DIN 9088, el temps màxim d'emmagatzemat de les juntes d'NBR és de 10 anys. Tot i així, com en l'extracció de l'agafador podrem observar les juntes, es realitzaria un manteniment d'aquestes vigilant sobretot si presenten un comportament elàstic o si tenen algun tipus de fissura.

Una vegada tenim ubicades les juntes, gràcies a les toleràncies i al correcte dimensionament de les seves ranures, aconseguim que tot i que l'agafador estigui carregat amb el pes del paquet, la deformació que tindriem en la ubicació de la junta, sigui menor que la distància que hi ha entre l'extrem inferior de la secció de la junta i la superfície superior plana de l'agafador, amb la qual cosa ens assegurem de no tenir perill de fuga d'aire.

D.8.6. Passadors.

Els passadors tenen la funció de subjectar els elements que no estan fixats, i fer que aquests es mantinguin en la seva posició. En el nostre mecanisme tenim un total de 4 passadors, sense considerar els 2 eixos que hem vist anteriorment, 2 dels quals tenen la mateixa mesura i aniran inserits per aguantar el botó. I els altres dos que són de diàmetre i longituds més grans, els quals aniran col·locats, un d'ells per centrar la peça inferior amb la superior unió braç, i l'altre posicionador que centrarà la peça inferior amb la superior i aquesta amb l'acoblament del braç robòtic.

Els dos passadors que tenen la mateixa mesura els trobem passant entre la peça superior unió braç i el botó elèctric. En la següent il·lustració podem veure de forma més clara la seva ubicació.

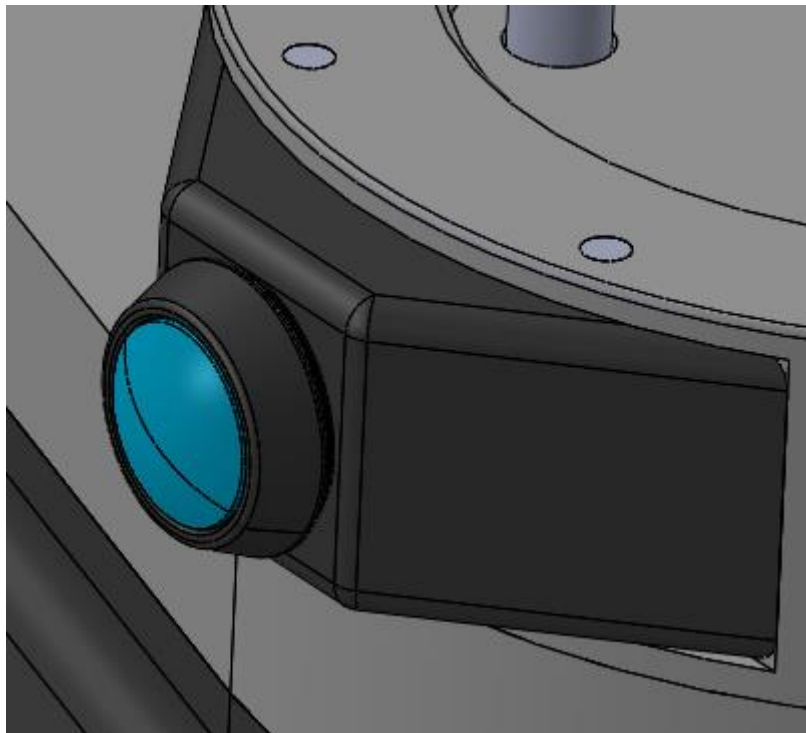


Figura D.34. Passadors botó elèctric.

Aquests passadors són peces normalitzades que trobem en catàlegs de diversos fabricants. Si mirem el catàleg del fabricant *Norelem*, observem la taula de dimensions que tenen i ens adonem que la nostra està dins de la norma DIN 6325. Aquests passadors els fabriquen tant amb tolerància h7 com m6. En la Figura D.36. Dimensions passadors DIN 6325 -Norelem, pàg. 83, podem veure les dimensions dels passadors que s'utilitzarien.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Les mesures que necessitem per la funció que aquests han de realitzar en el botó elèctric són un diàmetre 3 i una longitud de 24 mm. La referència del producte en la pàgina oficial és la següent: 03320-0324.

Per altra banda, tenim 2 passadors més, la ubicació dels quals la podem observar de millor forma mitjançant la següent il·lustració.

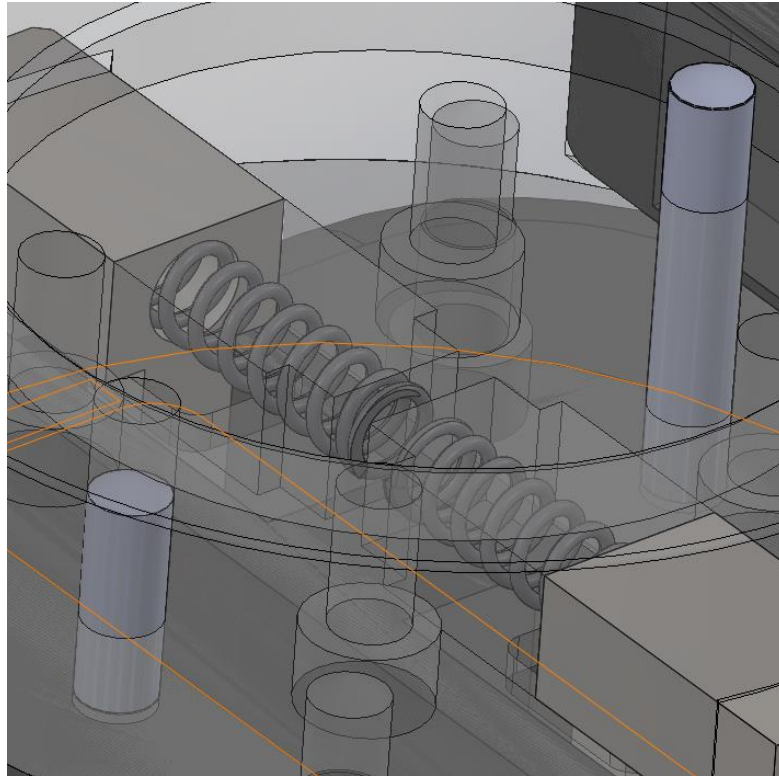


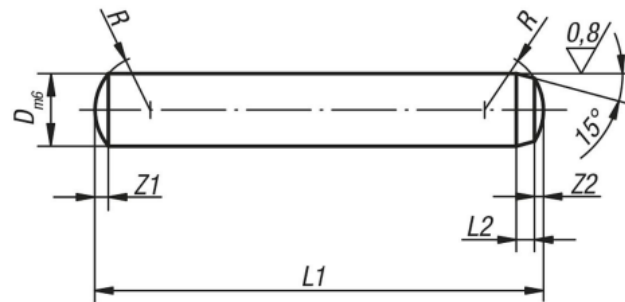
Figura D.35. Posició dels posicionadors entre components.

Aquests passadors realitzen la funció de centradors, un d'ells en 3 peces i l'altre en 2. Podem observar en l'anterior il·lustració un passador d'una longitud més gran. Aquest seria el que centraria les 3 peces que serien l'acoblament del braç robòtic, la peça superior unió braç i la peça inferior unió braç. Les dimensions d'aquest serien de diàmetre 6mm. i una longitud de 30mm. Per altra banda, podem observar a l'esquerra un altre passador que uneix la peça inferior amb la superior i aquest té una longitud de 14 mm., amb un diàmetre de 6mm.

La referència dels productes la podem observar en la següent il·lustració.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Planos



Nuestros productos

Referencia	D	L1 = longitud	L2	R	Z1	Z2
03320-02X	2	6/8/10/12/14/16/18/20	0,6	2	0,3	0,18
03320-25X	2,5	6/8/10/12/14/16/18/20/22/24	0,7	2,5	0,4	0,25
03320-03X	3	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32	0,8	3	0,45	0,3
03320-04X	4	8/10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40	1	4	0,6	0,4
03320-05X	5	10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40/45/50	1,2	5	0,75	0,5
03320-06X	6	10/12/14/16/18/20/22/24/28/30/32/36/40/45/50/55/60	1,5	6	0,9	0,6

Figura D.36. Dimensions passadors DIN 6325 –Norelem.

L'altre passador que ens falta nombrar, el trobem en la superfície superior de la peça superior unió braç. Aquest té la funció de posicionador del mecanisme amb el braç. En la Figura D.1. Dimensions acoblament braç robòtic-UR pàg. 42, on podem observar l'acotació del forat del passador, el fabricant del braç veiem que li imposa una tolerància H7. Consegüentment, als forats que hem realitzat li hem imposat una tolerància M6, ja que com podem veure en l'anterior il·lustració, els passadors vénen amb tolerància m6, i ens volem assegurar d'una fixació correcta. Per tant, tindriem un ajust amb serratge, atès que ens interessa que una vegada estiguin instal·lats, aquests passadors no es desmuntin, perquè l'únic component del mecanisme que es traurà i posarà de nou serà l'agafador.

Les referències d'aquests dos últims passadors serien: 03320-0614 i 03320-0630.

D.8.7. Botó elèctric.

El botó elèctric és el component que allibera el frens dels eixos del robot, fent que aquest es pugui manipular de forma manual i no automàtica per tal d'augmentar l'ergonomia del robot. Avui en dia s'han normalitzat un gran nombre de components, els quals estan fabricats per diverses peces, entre ells trobem el botó elèctric. Aquest l'encarreguem a l'empresa Digi-Key, una empresa distribuïdora de components electrònics.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Aquest botó es muntaria en panell a pressió i el circuit d'aquest és normalment obert, té un corrent nominal de 150 mA. El venen amb color blau i amb unes dimensions de l'apertura del panell circular de 15,20 mm de diàmetre. Ens proporcionen la dada tant de duració mecànica com elèctrica d'aquest component i té un valor de 500.000 cicles.

El color del botó elèctric té un gran significat, l'ordre d'aquest pot variar totalment en funció del color. Pot significar des d'una parada o desconnexió amb el color vermell, una posta en marxa o connexió amb el color verd o negre, el color groc significa l'anul·lació o retrocés de la maniobra i finalment, el color blau que s'utilitza per altres funcions.

La seva ubicació la podem observar en la Figura D.34. Passadors botó elèctric. pàg. 81.

Les dimensions d'aquest les podem observar en la següent il·lustració.

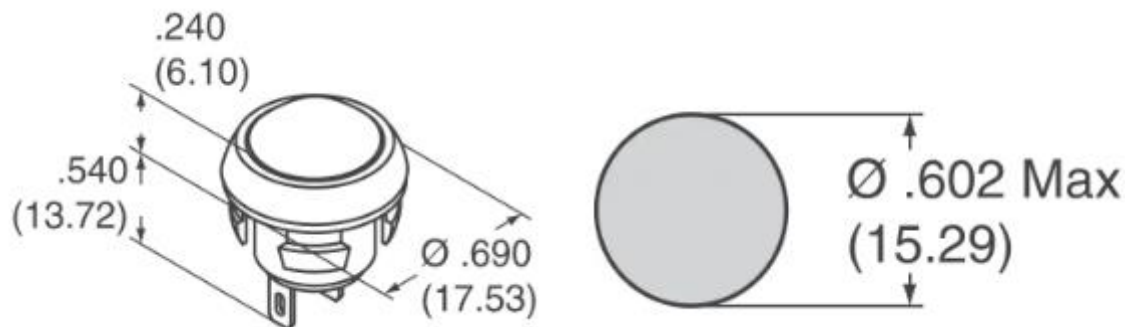


Figura D.37. Dimensions botó elèctric – *Digi-Key*.

D.8.8. Ràncors.

Tenim un total de 2 ràncors en el nostre mecanisme de canvi ràpid. Els ràncors són peces les que tenen com a funció enllaçar i connectar tubs entre sí i amb altres perfils que tinguin forma cilíndrica. En el nostre cas, utilitzem els ràncors per connectar el tub que surt de l'ejector al buit a la peça inferior unió braç, la qual connecta directament amb l'agafador, a fi que l'aire d'aspiració sigui transmès a les ventoses i aquestes realitzin el correcte funcionament. En la següent il·lustració podem veure una imatge del model extreta de la pàgina oficial del fabricant, *Parker*.



Figura D.38. Ràcor – Parker.

El dimensionament d'aquests ràcors ve imposat per la dimensió del tub de sortida que té l'ejector, el qual té una dimensió de 6,5 mm. de diàmetre interior i de 10 mm. de diàmetre exterior. D'aquestes dues dimensions, la cota que a nosaltres ens interessa és la del diàmetre extern perquè és aquest el que ens afecta al ràcor. És per això que s'ha seleccionat un ràcor que tingui un diàmetre intern de 10 mm., i aquest mateix té un diàmetre extern de 13 mm. Aquest ràcor és ideal per a aplicacions de buit o de pressió, té materials d'alta resistència amb la finalitat de donar-li la màxima eficiència a la màquina, donant-li una plena garantia que aquest està fabricat contra prova de fugues durant la producció.

El tamany de la rosca de la connexió és una G1/4, el material del cos d'aquest és de llautó niquelat, el material de l'anell de subjecció és d'acer inoxidable i el de la junta tòrica és d'NBR.

La pressió màxima de treball se situa en 20 barg, i compleix amb les següents especificacions: ISO 14743, Directiva: 97/23/CE (PED), Directiva: 2002/95/CE (RoHS), 2011/65/CE, Directiva: 1907/2006 (REACH).

La referència del producte dins de la pàgina oficial del distribuïdor és la següent: 3101 10 13.

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling*
per a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu
VOLUM II**

**DOCUMENT 3 ANNEXOS (E-I)
DOCUMENT 4: PLÀNOLS
DOCUMENT 5: PLEC DE CONDICIONS
DOCUMENT 6: ESTAT D'AMIDAMENTS
DOCUMENT 7: PRESSUPOST**

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling*
per a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu**

VOLUM II

DOCUMENT 3: ANNEXOS (E-I)

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

ANNEXOS (E-I)

E. Càlcul i dimensionament peces.	98
E.1. Agafador.....	98
E.1.1 resultats agafador.	105
E.2. Eixos.....	107
E.2.1 resultats eixos.....	110
E.3. Ganxos.....	113
E.3.1 resultats ganxo.	116
E.4. Peça inferior unió braç.....	120
E.4.1 resultats peça inferior unió braç.....	123
E.5. Peça superior unió braç.....	128
E.5.1 resultats peça superior unió braç.....	130
E.6. Cargols.....	132
E.7. Ventoses.....	135
F. Programació temporal.....	138
G. Justificació de preus.....	141
G.1. Preus bàsics.....	141
G.1.1. Materials.....	141
G.1.2. Mà d'obra	141
G.1.2.3. Maquinària.....	141
G.2. Preus unitat d'obra	142
H. Especificacions generals.....	145
H.1. Braç robòtic.....	145
H.2. Ejector al buit.....	146
H.3. Ventoses.....	147

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H.4. Botó.....	148
H.5. Molles.	149
I. Catàlegs.....	150
I.1. Ventoses.....	150
I.2. Cargols.....	157
I.3. Passadors.....	158
I.4. Ejector al buit.	159
I.5. Ràncors.....	164
I.6. Juntres.	170
I.7. Tubs.....	171

ÍNDIX DE TAULES ANNEXOS (E-I)

Taula E.1. Factor de collada.....	134
Taula E.2. Dimensions dels cargols.....	135
Taula F.1. Definició d'activitats.....	138
Taula F.2. Matriu d'encadenaments.....	138
Taula F.3. Càlcul dels temps	139
Taula F.4. Matriu de Zaderenko.....	140
Taula F.5. Càlcul de Folgances	140

ÍNDIX DE FIGURES ANNEXOS (E-I)

Fig. E. 1. DSL inicial agafador.....	99
Fig. E. 2. Pestanya anàlisi estàtica.....	100
Fig. E. 3. Propietats del PA-12.....	100
Fig. E. 4. Subjecció de l'agafador.....	101
Fig. E. 5. Situació de les forces transmeses per les ventoses.....	102
Fig. E. 6. Esforç de l'eix en agafador.....	103
Fig. E. 7. Esforç F_y en l'agafador.....	103
Fig. E. 8. Definició del mallat.	104
Fig. E. 9. Tensions de Von Mises agafador part superior.....	105
Fig. E. 10. Tensions de Von mises agafador part inferior.....	105
Fig. E. 11. Desplaçament agafador.....	106
Fig. E. 12. Deformació unitària agafador.....	106
Fig. E. 13. Coeficient de seguretat agafador.....	107
Fig. E. 14. DSL eix.....	108
Fig. E. 15. Subjecció dels eixos.....	109
Fig. E. 16. Tensió de Von Mises eixos.....	110
Fig. E. 17. Desplaçament eixos.....	110
Fig. E. 18. Deformació unitària eixos.....	111
Fig. E. 19. Factor de seguretat eixos.....	111
Fig. E. 20. Representació real de la deformada de l'eix – <i>civil engineeringtutoriales</i>	112
Fig. E. 21. Detall de les tensions en els extrems	112

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. E. 22. DSL ganxo.....	114
Fig. E. 23. Subjeccions ganxo.....	115
Fig. E. 24. Esforços ganxo.....	116
Fig. E. 25. Tensió de Von Mises ganxo (1 de 2).....	116
Fig. E. 26. Tensió de Von Mises ganxo (2 de 2).....	117
Fig. E. 27. Desplaçaments ganxo.	117
Fig. E. 28. Deformacions unitàries ganxo (1 de 2).	118
Fig. E. 29. Deformacions unitàries ganxo (2 de 2).....	118
Fig. E. 30. Factor de seguretat ganxo.....	119
Fig. E. 31. DSL peça inferior unió braç.	120
Fig. E. 32. Subjecció de la peça inferior unió braç.....	121
Fig. E. 33. Representació de l'esforç F_{y2} aplicat.....	122
Fig. E. 34. Esforços F_c i F_y aplicats.....	122
Fig. E. 35. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (1 de 4).....	123
Fig. E. 36. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (2 de 4).....	123
Fig. E. 37. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (3 de 4).....	124
Fig. E. 38. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (4 de 4).....	124
Fig. E. 39. Deformacions unitàries peça inferior unió braç (1 de 2).....	125
Fig. E. 40. Deformacions unitàries peça inferior unió braç (2 de 2).....	125
Fig. E. 41. Desplaçament peça inferior unió braç (1 de 2).....	126
Fig. E. 42. Desplaçament peça inferior unió braç (2 de 2).....	126
Fig. E.43. Factor de seguretat peça inferior unió braç.....	127

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Fig. E. 44. Subjecció peça superior unió braç.....	128
Fig. E. 45. Esforços dels cargols aplicats a la peça superior unió braç.....	129
Fig. E. 46. Tensions de Von Mises peça superior unió braç.....	130
Fig. E. 47. Desplaçaments peça superior unió braç.....	130
Fig. E. 48. Deformacions unitàries peça superior unió braç.....	131
Fig. E. 49. Factor de seguretat peça superior unió braç.....	131
Fig. E. 50. Tipus de força separadora.....	133
Fig. E. 51. Diàmetre requerit – <i>Schmalz</i>	137
Fig. F.1. Diagrama de PERT.....	139
Fig. H.1. Fitxa tècnica braç robòtic – <i>Universal Robots</i>	145
Fig. H.2. Fitxa tècnica ejector.....	146
Fig. H.3. Fitxa tècnica ventoses	147
Fig. H.4. Fitxa tècnica Botó.....	148
Fig. H.5. Fitxa tècnica Molles.....	149

ÍNDEX D'EQUACIONS ANNEXOS (E-I)

Eq. E.1.	99
Eq. E.2.	99
Eq. E.3.	99
Eq. E.4.	121
Eq. E.5.	133
Eq. E.6.	134
Eq. E.7.	134
Eq. E.8.	135
Eq. E.9.	136
Eq. E. 10.	137

ÍNDEX DE CATÀLEGS

I.1. Ventoses.....	150
I.2. Cargols.....	157
I.3. Passadors.....	158
I.4. Ejector al buit.....	159
I.5. Ràncors.....	164
I.6. Juntes.....	170
I.7. Tubs.	171

E. Càlcul i dimensionament peces.

A continuació, es procedeix a realitzar els càlculs resistents de tots aquells element del conjunt que rebin uns esforços que es creguin convenients a considerar. En aquest primer component a calcular, es farà una descripció detallada de tot el procés de càlcul realitzat dins del programa *SolidWorks*. Per la resta d'apartats es farà una descripció dels esforços que reben i dels resultats de l'anàlisi estàtic, sense la descripció pas a pas del procés seguit fins l'obtenció d'aquests.

E.1. Agafador.

Primerament, abans de començar amb l'anàlisi estàtic d'aquesta peça, s'han de calcular els esforços que li seran transmesos per la resta de peces. Per fer-ho, es planteja primerament un diagrama del sòlid lliure inicial on es realitzen una sèrie d'hipòtesis, entre elles:

- La càrrega del paquet es transmet tota a les ventoses, i aquestes les transmeten directament a la superfície sobre la qual es recolzen en l'agafador.
- Aquesta reacció pel fet que l'agafador està suportat mitjançant els eixos que són aguantats pels ganxos, sense una força vertical descendent, provocaria la rotació d'aquesta peça. Per tant, situem una reacció en l'eix de l'esquerra, el qual rebrà l'esforç més gran, i igualem a zero l'esforç que l'altre eix realitza, ja que aquest no pot realitzar un esforç vertical descendent.
- Aquest esforç vertical descendent l'apliquem a la superfície de la dreta de l'agafador que estaria en contacte, simulant una petita àrea per tal de poder ubicar aquests esforços a la peça. Fent que l'esforç que li transmet la peça inferior unió braç, sigui la que prohibeix a l'agafador la rotació sobre l'eix.
- Els esforços que realitzaria cadascuna de les ventoses en la seva ubicació, se simplifiquen pel càlcul a mà dels esforços i aquests es representen com una única força ubicada en el centre de masses de la peça.
- Se simula una massa de 11 Kg. en el cdm de l'agafador.

Esmentades les hipòtesis, podem passar a representar els esforços a ubicar en aquesta peça, en la següent il·lustració es mostren.

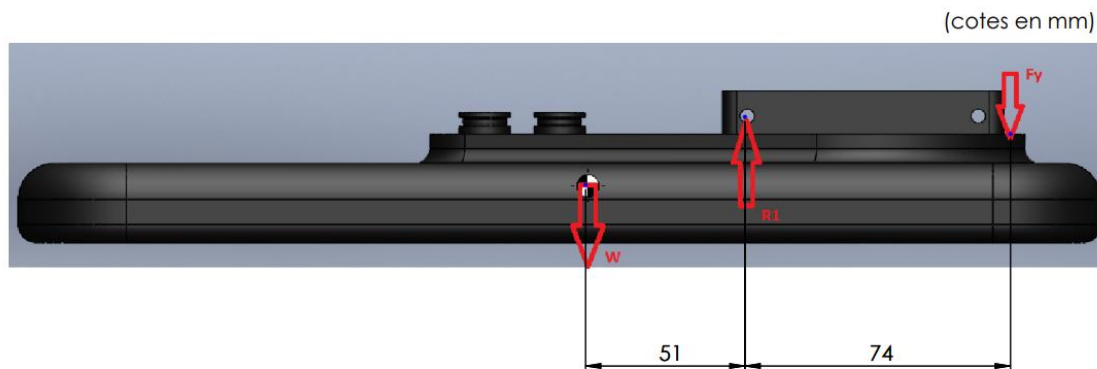


Figura E. 1. DSL inicial agafador.

Una vegada tenim situades les forces, podem procedir al càlcul d'aquestes. Partim de la massa que ha de suportar, ja que és l'esforç principal que provoca la resta d'esforços en el component. Aquesta massa correspondria amb la massa dels paquets, es simula d'uns 11 Kg. Per tant, el pes que suposarà aquesta força, multiplicada pel coeficient de majoració, el qual té un valor de 4, es pot calcular mitjançant la següent fórmula:

$$W = m \cdot g \cdot Cs \quad (\text{Eq. E.1})$$

$$W = 11 \cdot 9,81 \cdot 4 = 431,64 \text{ N}$$

Calculat el valor de la component W de l'agafador, podem procedir a extreure la resta de components mitjançant les equacions d'esforços verticals i moments (E.2 i E.3).

$$\Sigma Fy = 0 \rightarrow R1 = W + Fy \quad (\text{Eq. E.2})$$

$$\Sigma M_{R1}(\curvearrowright) = 0 \rightarrow W \cdot 0,051 - Fy \cdot 0,074 = 0 \quad (\text{Eq. E.3})$$

De l'equació E.3 podem extreure el valor de Fy, perquè el valor de W és conegut. Fy per tant, té un valor de 300,165 N verticals descendents. Si substituïm aquest valor en l'equació E.2, obtenim el valor de R1, el qual és igual a 731,8 N verticals ascendents.

Obtinguts els esforços que tindran lloc en l'agafador, podem passar a realitzar l'anàlisi estàtic d'aquest component. Per fer-ho utilitzem mitjançant el programa *SolidWorks*. Per tal de començar amb l'anàlisi estàtic el procediment que seguim serà el següent:

Primerament, ens ubiquem dins de l'apartat de "*Complementos de SOLIDWORKS*", i fem clic a "*SOLIDWORKS Simulation*". Una vegada hem fet clic, a la barra inferior del programa se'ns obrirà

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

una pestanya amb el nom "Análisiestático 1" per defecte. Cliquem en aquesta pestanya nova i se'ns obra la següent finestra.

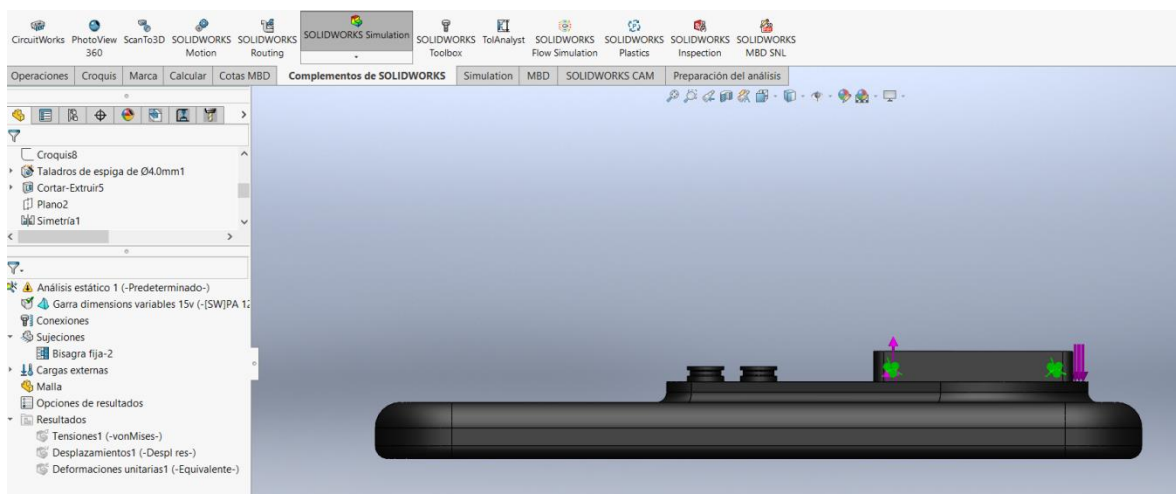


Figura E. 2. Pestanya anàlisi estàtica.

El primer que hem de tenir per tal de procedir amb l'anàlisi estàtica és, tenir definit el material dels components que volem estudiar. En aquest cas el material de l'agafador és el PA12, al qual se li han insertat les dades que ens proporciona l'empresa que ens fabricarà la peça.

Propiedades Tablas y curvas Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicac...

Propiedades de material
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: Guardar tipo de modelo en la bil

Unidades:

Categoría:

Nombre:

Criterio de fallos predeterminado:

Descripción:

Origen:

Sostenibilidad:

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1700	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.394	N/D
Módulo cortante	1600	N/mm ²
Densidad de masa	1010	kg/m ³
Límite de tracción	68	N/mm ²
Límite de compresión	55	N/mm ²
Límite elástico	48	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.3	W/(m·K)
Calor específico	1800	J/(kg·K)

Figura E. 3. Propietats del PA-12.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Tal i com podem observar, se'ns marquen unes caselles en vermell. Aquestes caselles són les que el programa t'obliga a omplir, ja que sinó no es pot procedir amb l'execució de l'anàlisi. Les que s'observen de color blau, són dades que ajuden a millorar la precisió de les dades dels resultats.

Una vegada tenim omplertes les dades dels materials, passem a l'apartat de connexions. Comencem fent clic amb el botó dret a sobre de "Conexiones", i seleccionem "Contacto entre componentes". Tot seguit, se'ns obrirà una pestanya i ens preguntarà quin tipus de contacte tenim entre els components a estudiar. Seleccionem "Unió rígida" i "Contacte global" de tota la peça, perquè representa que la peça no té penetració entre ella mateixa.

El següent apartat a definir són les subjeccions. Per tal de fer-ho, es considera que la subjecció que té aquesta peça, a fi de representar-la de la millor manera possible a la realitat seria utilitzant una subjecció de tipus frontissa, i seleccionant els dos forats que té l'agafador per tal que passin els eixos. En la següent il·lustració es pot veure representat.

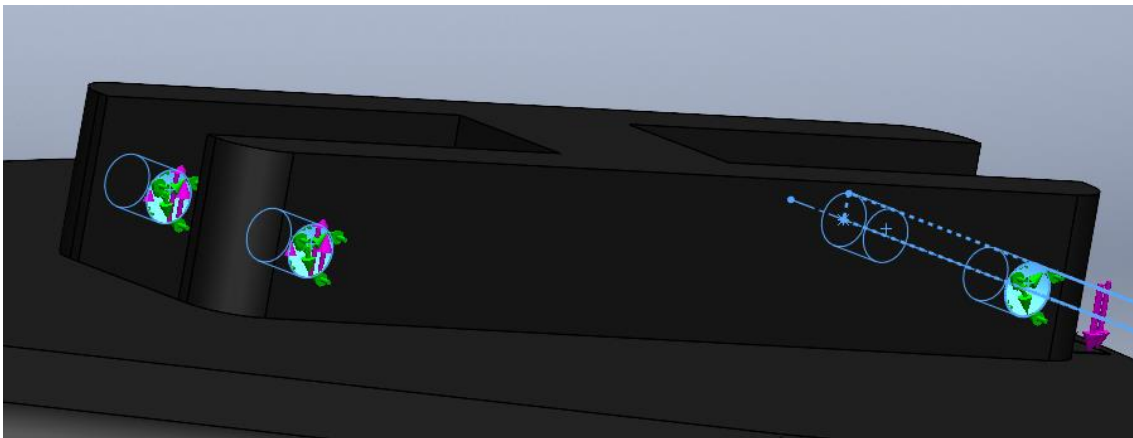


Figura E. 4. Subjecció de l'agafador.

Després, el que fem és de definir els esforços que rebrà aquesta peça. Aquí és on sí que podem ser més precisos amb la ubicació de les forces que transmeten les ventoses a l'agafador. Per ubicar aquests esforços primerament cliquem amb botó dret a l'apartat de "Cargasexternas" i seleccionem "Fuerza". A continuació seleccionem la superfície sobre la qual la peça interna de la ventosa es recolzaria, obtenint un resultat de la següent forma.

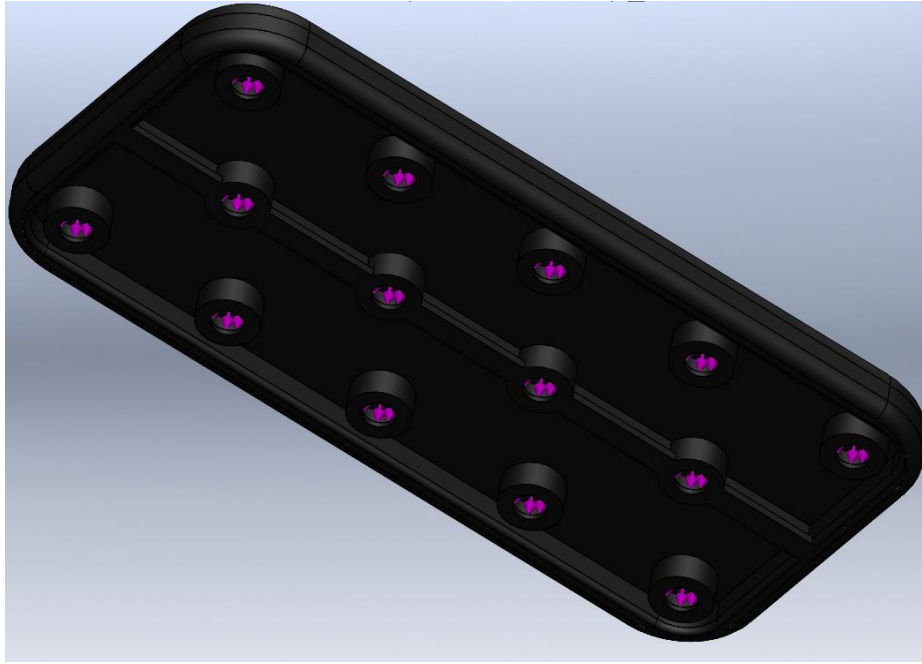


Figura E. 5. Situació de les forces transmeses per les ventoses.

Una vegada estan ubicades les forces, passem a definir el valor d'aquestes. Per fer-ho agafem el valor obtingut amb l'Equació E.1 i el dividim entre 15 atès que és el nombre de ventoses. Obtenint un esforç per element amb un valor de 28,77 N verticals descendents.

El següent esforç a col·locar en el component és la reacció que ens transmet l'eix. L'esforç s'ha extret de l'Equació E.2, i per tal de situar-lo en els forats on aniria l'eix, seleccionem aquests dos, i inserim el valor calculat però dividint aquest entre dos, ja que se situa en tots dos forats de l'agafador. Seleccionem que l'esforç sigui per element perquè volem l'esforç dividit entre dos en cadascuna de les seccions internes. En la següent imatge podem veure de forma més entenedora la representació d'aquest esforç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

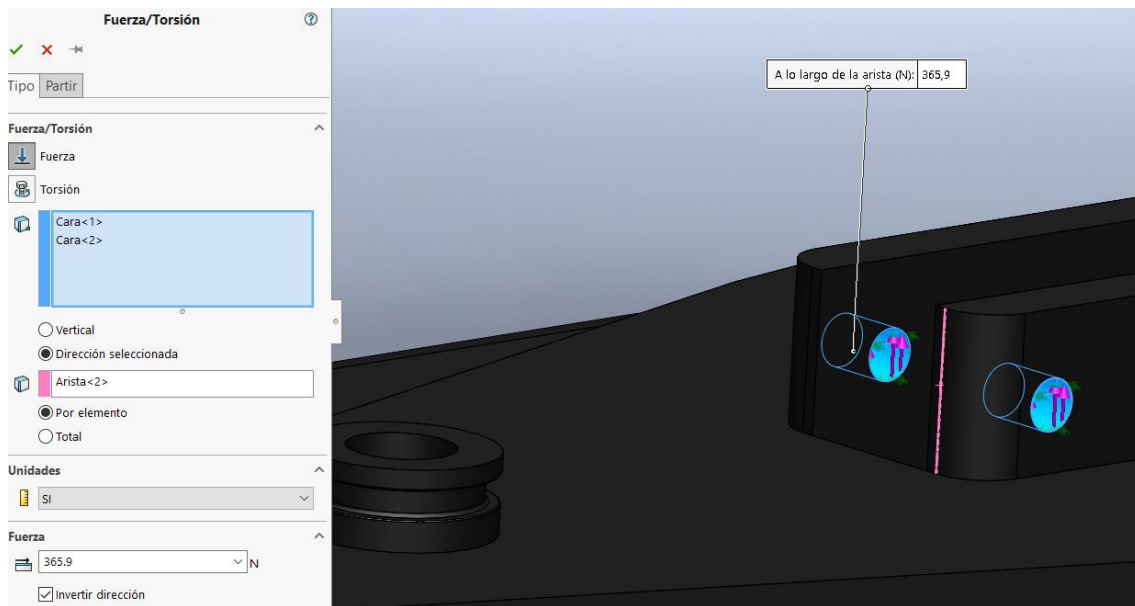


Figura E. 6. Esforç de l'eix en agafador.

Després d'inserir l'esforç R1, passem a inserir l'esforç F_y que seria aplicat en l'agafador. Per fer-ho, tal i com s'ha comentat abans, s'ha hagut d'extruir una petita superfície per tal d'ubicar de manera més precisa la força que hi té lloc. Una vegada l'hem extruït, es realitza el mateix procediment que en l'anterior força, així doncs, ens quedaria de la següent forma.

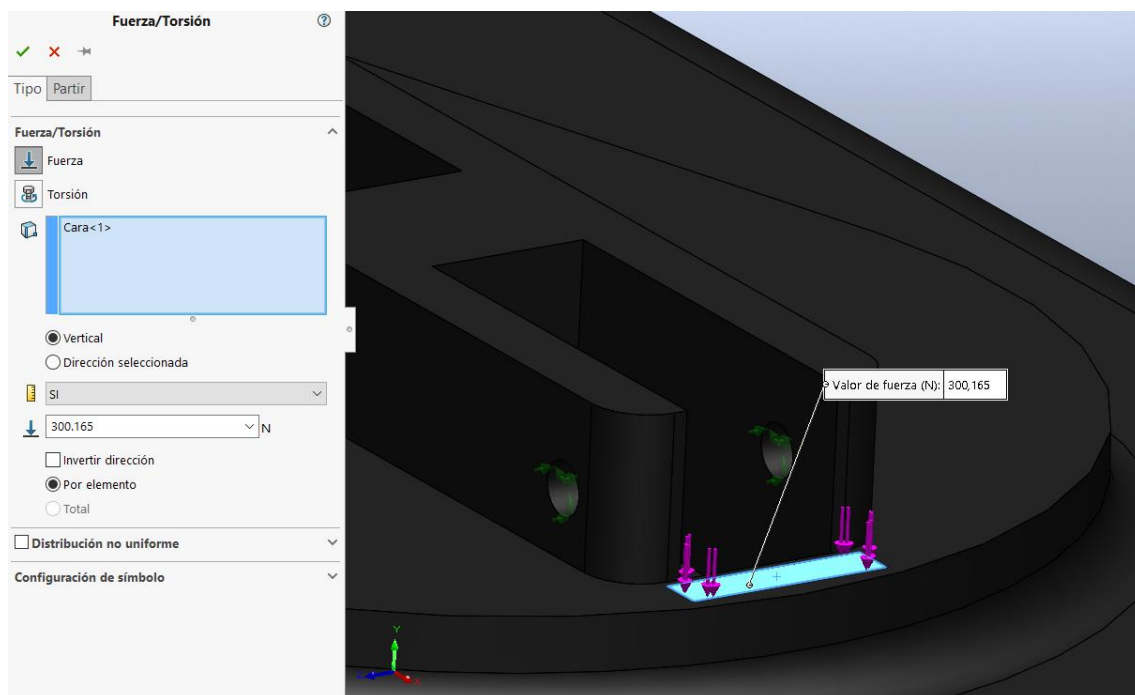


Figura E. 7. Esforç F_y en l'agafador.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Una vegada ubicats els esforços en la peça, el següent que fem és fer el mallat per tal de procedir en l'execució dels resultats. Per fer-ho, fem clic amb el botó dret a "Malla", i cliquem a "Crear malla". Selecciónt els següents paràmetres:

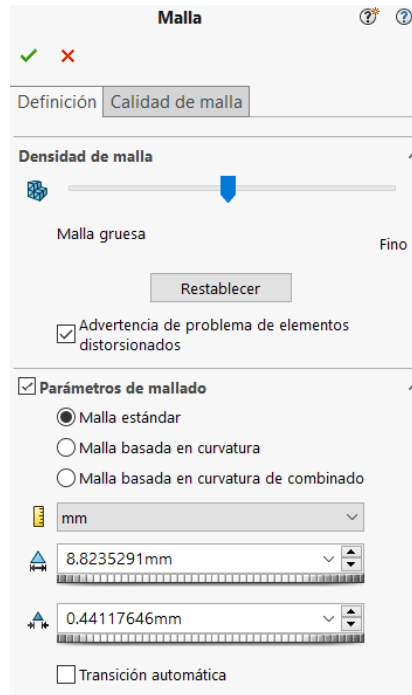


Figura E. 8. Definició del mallat.

Una cop seleccionat, li donem a "Aceptar" i seguidament a "Ejecutar este estudio". Tot seguit el programa ens mostra els resultats de les tensions de Von Mises, deformacions unitàries i desplaçaments.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

E.1.1 resultats agafador.

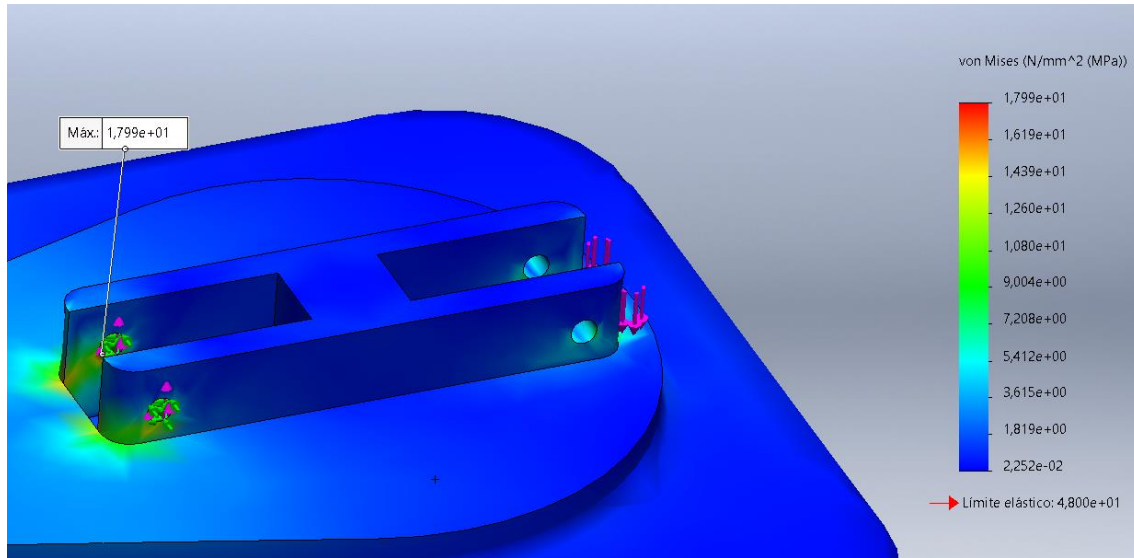


Figura E. 9. Tensions de Von Mises agafador part superior.

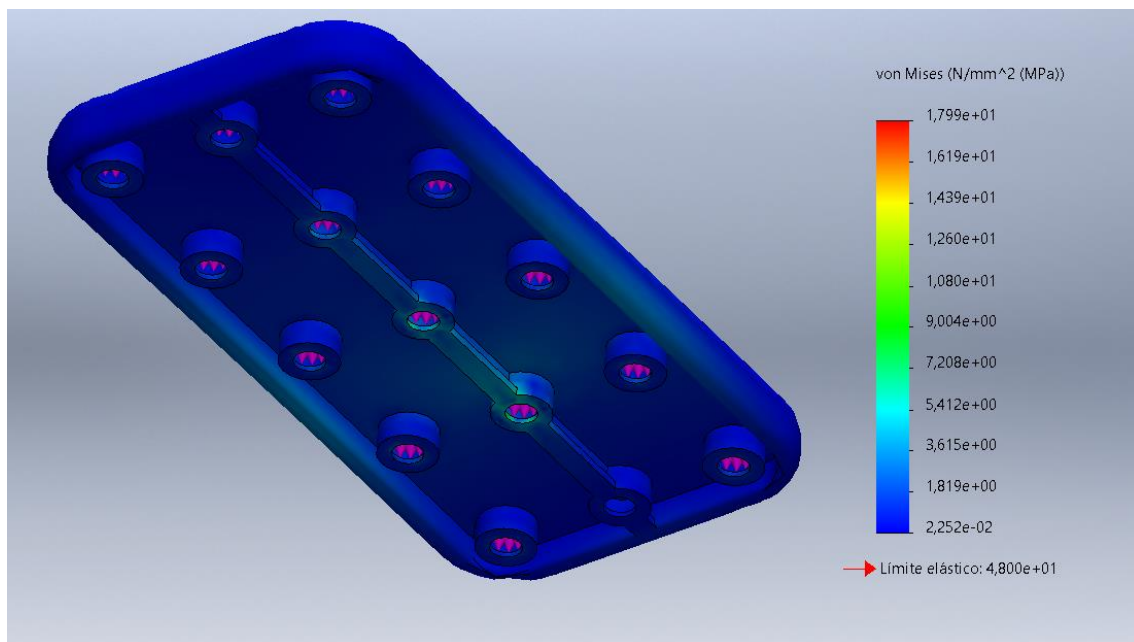


Figura E. 10. Tensions de Von mises agafador part inferior.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

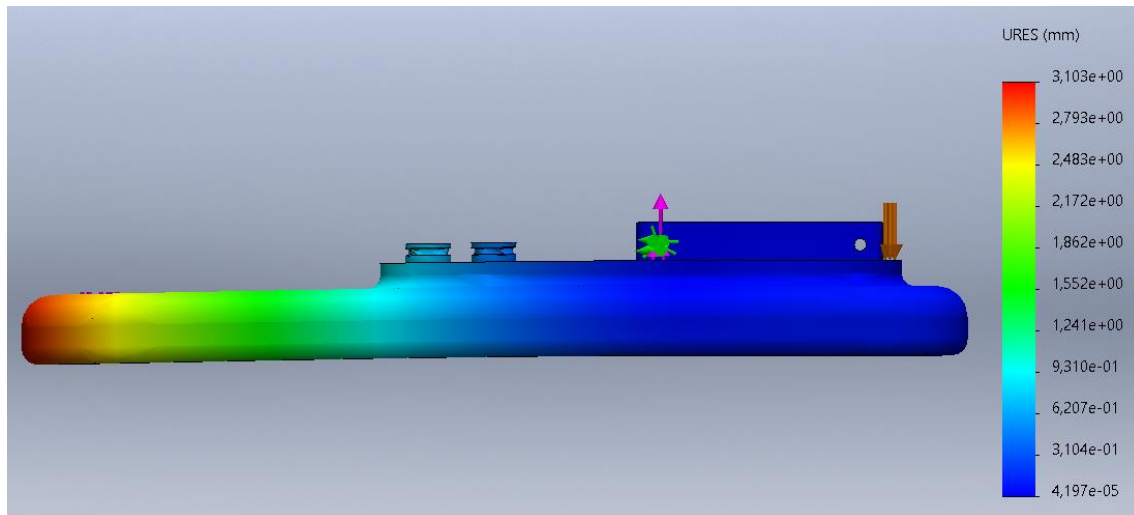


Figura E. 11. Desplaçament agafador.

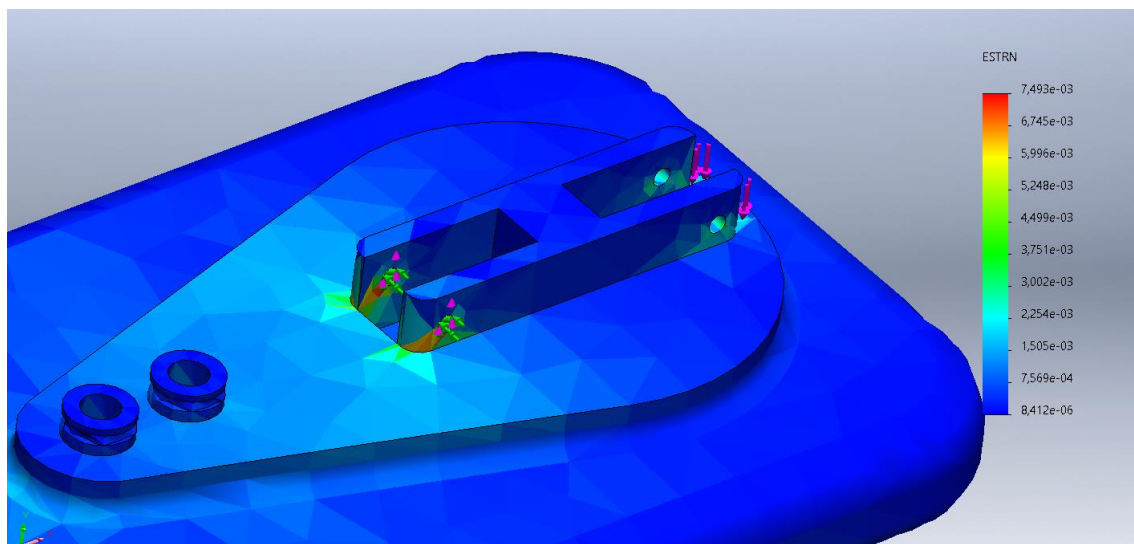


Figura E. 12. Deformació unitària agafador.

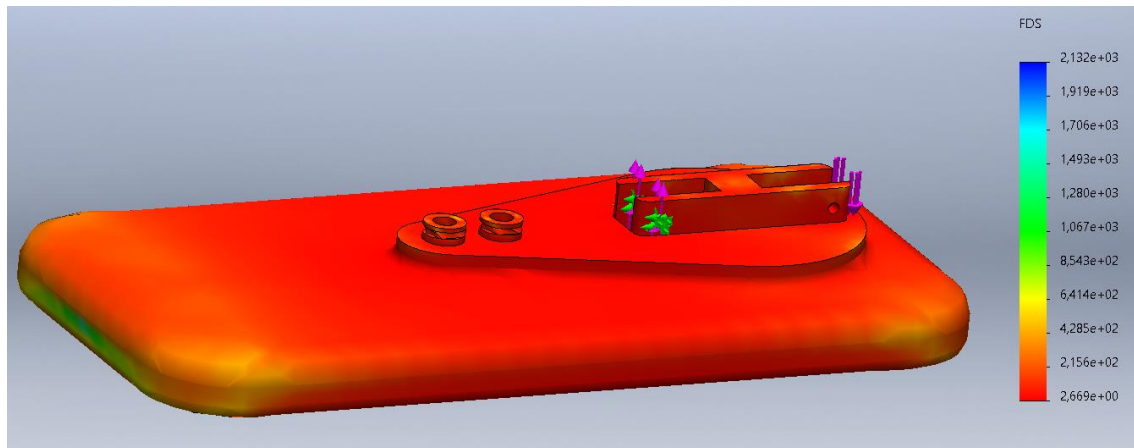


Figura E. 13. Coeficient de seguretat agafador.

Tal i com podem veure en els resultats, determinem que els espessors amb els quals hem dimensionat la peça, ens permetran que aquesta resisteixi les càrregues anteriorment descrites, tot i que li apliquem un coeficient de majoració en les càrregues amb valor de 4. En definitiva, afirmem que l'agafador és vàlid per a la seva aplicació. Per altra banda, podem afirmar la concordança dels resultats, a causa que tal i com es pot veure en la *Figura E. 9. Tensions de Von Mises agafador part superior*, s'obté el valor de tensions més alt en el punt on es localitzaria l'eix esquerra, el qual realitza un esforç amb la magnitud més gran.

E.2. Eixos.

Per tal de començar a estudiar els eixos, partim del fet que aquests estan situats en l'interior dels forats que té l'agafador. Cal afegir que aquests eixos estan inserits en l'interior del forat amb un ajust de serratge, la qual cosa fa considerar els seus extrems com si estiguessin encastats.

L'anàlisi estàtic dels eixos el realitzem una vegada tenim calculats els esforços que rebrà l'eix de forma manual. Per fer-ho, s'ha fet una hipòtesi que és la següent: l'eix que està més a prop dels ràcorss'emportarà la càrrega més elevada, i l'altre eix s'emportarà una altra càrrega, però de valor molt més inferior. Així que l'anàlisi estàtic, el realitzarem amb la càrrega que s'emportarà aquest primer eix, atès que és la més restrictiva.

Després de realitzar els càlculs amb l'agafador, com hem pogut observar en l'Equació E.2, obtenim una reacció en l'eix d'un valor de 731,8 N. Consegüentment, dins de l'extensió de

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Simulation de SolidWorks, realitzem un nou anàlisi estàtic de la peça eix. Abans però, realitzem el DSL de l'eix on es veuran representats els esforços que aquest rebrà.

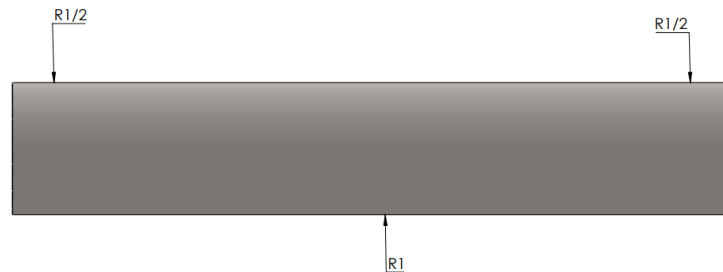


Figura E. 14. DSL eix.

Tal i com podem veure, en el DSL de l'eix col·loquem una força al mig d'aquest, la qual correspondria amb la força que realitza el ganxo sobre aquesta per tal d'impedir que aquesta peça es traslladi cap a baix a causa de la càrrega del paquet. Per altra banda, la càrrega que transmet el paquet a l'agafador, passa a ser transmesa als eixos mitjançant els forats pels quals l'eix és suportat. Com podem veure, els esforços que tenen lloc en aquestes ubicacions són iguals, i sumats donen el mateix valor que l'esforç que realitza el ganxo, obtenint d'aquesta forma que la peça es mantingui en estat d'equilibri.

Si observem la Figura E. 15. Subjecció dels eixos, podem veure com només hi ha representada dins del programa la força que realitzaria el ganxo sobre aquesta. I és que els esforços que realitzaria l'agafador sobre l'eix no cal representar-los, perquè ja s'han tingut en compte a l'hora de definir les subjeccions d'aquesta peça, de tal forma que allà on indiquem que serà encastat, tindrem a conseqüència un esforç normal, el qual es compensarà amb el de l'encastament de l'altre extrem; un tallant, el qual es compensarà juntament amb el de l'altre extrem per equilibrar l'esforç imposat. I finalment, uns moments en els encastaments, els quals es contrarestaran entre si i faran que la peça estigui en equilibri. Tot i així, aquests moments faran que la deformada no sigui igual que la deformada en la realitat.

El primer que fem es definir el tipus de subjecció que té aquesta peça. Com hem comentat abans, serà inserida a l'interior dels forats de l'agafador mitjançant toleràncies de serratge. Per altra banda, a l'estar a l'interior del forat rectangular de la peça inferior unió braç, aquesta fa que els eixos no es puguin desplaçar lateralment, ni verticalment, ja que estan inserits a l'interior dels forats de l'agafador. Com a conseqüència es consideren els extrems encastats.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Es realitza aquesta suposició ja que la única càrrega que rebran els eixos seran esforços tallants en diferents punts al llarg d'aquest. Per tant, partim del fet que sabem que en la realitat aquests eixos no estaran encastats perquè no es generarà un moment en els seus punts d'encastament. Però per tal d'introduir al programa la seva subjecció, és la millor forma d'aproximar-nos a la realitat.

Alhora de realitzar-ho dins del programa, ens fiquem de la banda més conservativa i seleccionem les cares exteriors del cilindre com a les superfícies que estan encastades, aconseguint així una tensió al centre de la peça més gran del que hi hauria en realitat. Ja que els eixos realment estaran recolzats pels dos extrems de l'agafador, els quals tenen un ample de 5 mm. A continuació es pot observar la selecció de les cares per la geometria fixa, la qual correspondria a un encastament.

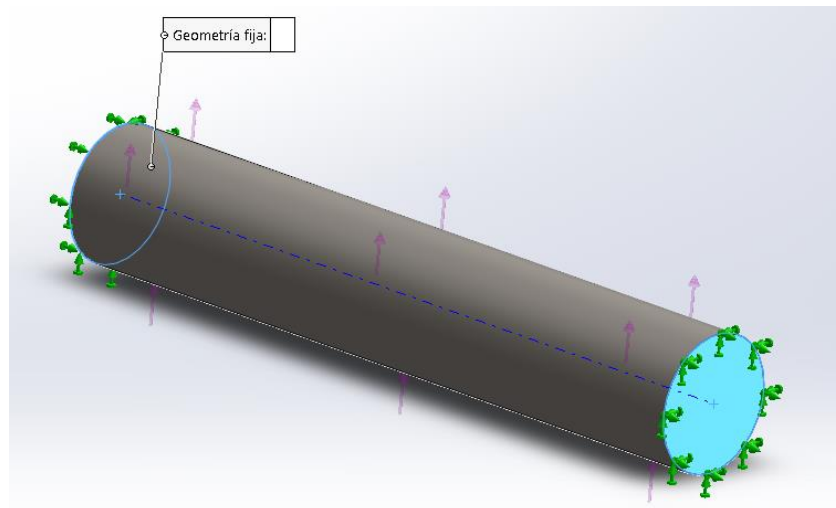


Figura E. 15. Subjecció dels eixos.

Una vegada tenim imposades les subjeccions apliquem les càrregues. En aquest cas, aquestes s'apliquen als dos laterals per on està subjectada la peça i també al mig, atès que el ganxo està en contacte amb l'eix i situem la reacció que aquest fa sobre l'eix. El valor de la força ha sigut prèviament calculat tal i com s'ha explicat abans amb un valor de 731,8 N.

Aplicades les càrregues, procedim a crear la malla de la peça de forma automàtica i executem l'anàlisi. A continuació es mostren els resultats obtinguts.

E.2.1 resultats eixos.

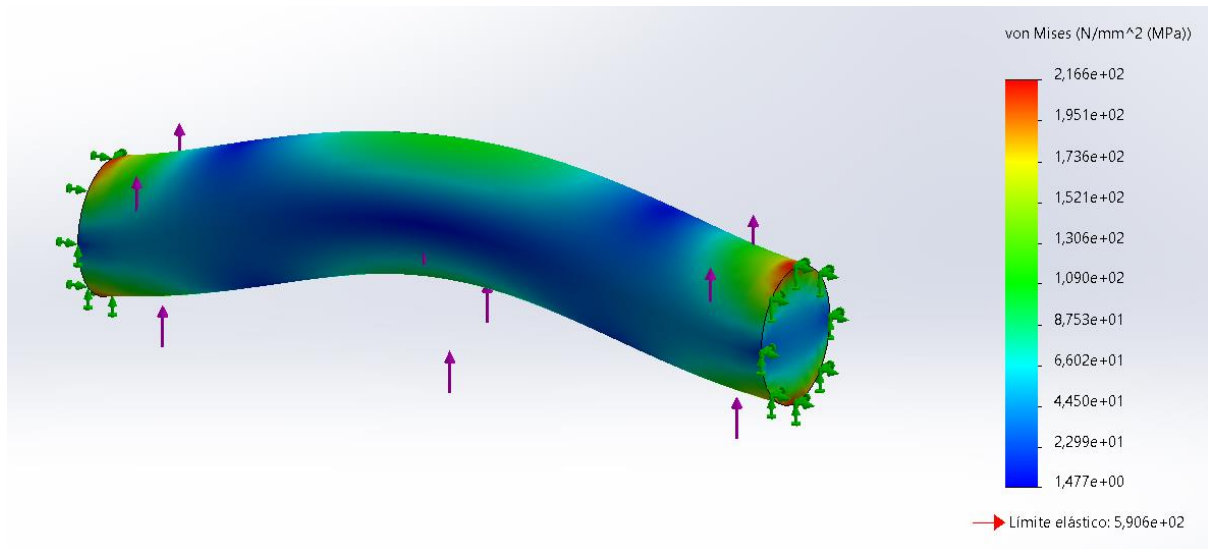


Figura E. 16. Tensió de Von Mises eixos.

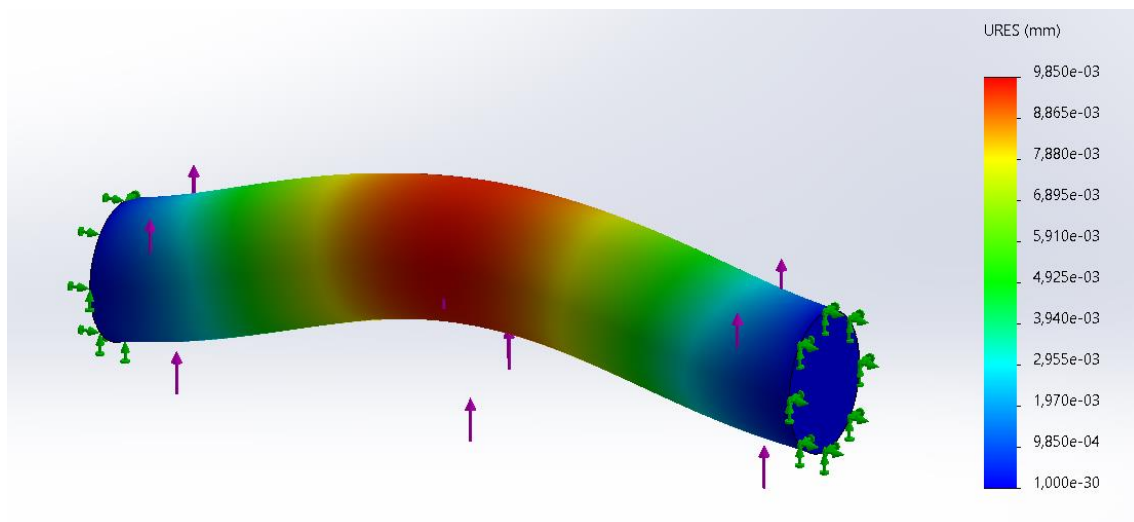


Figura E. 17. Desplaçament eixos.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

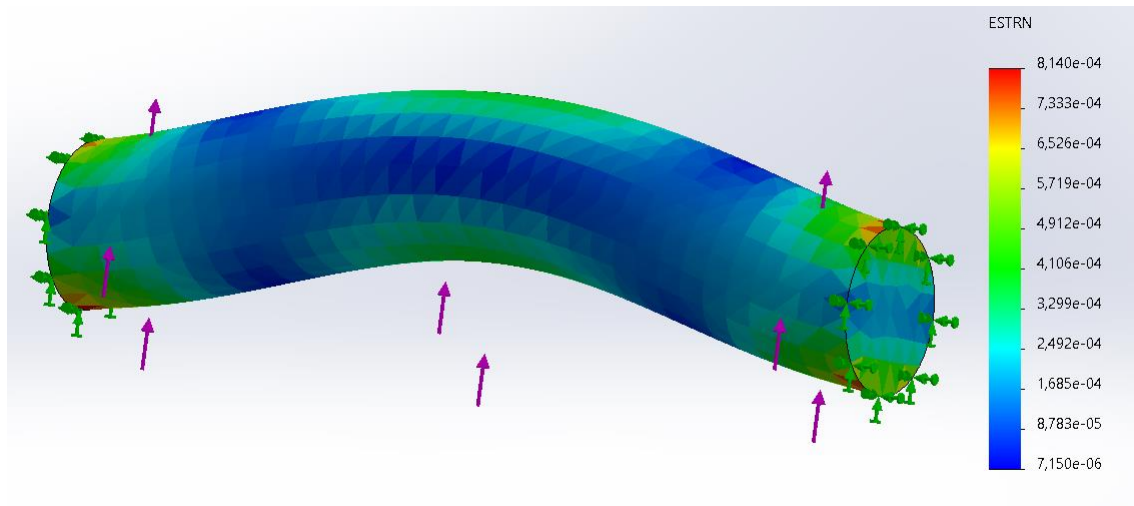


Figura E. 18. Deformació unitària eixos.

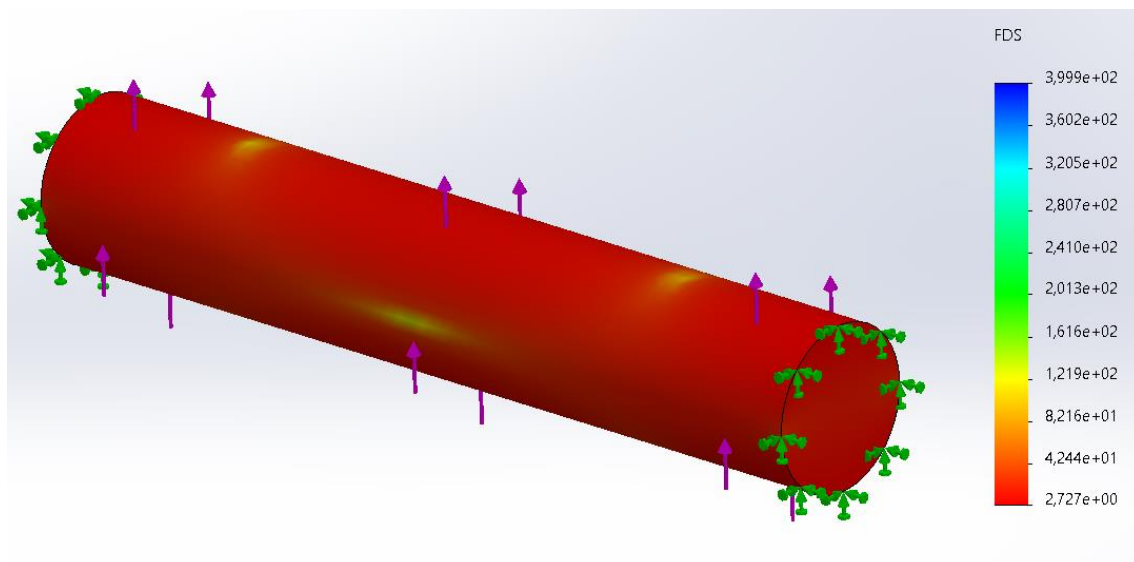


Figura E. 19. Factor de seguretat eixos.

Com es pot veure, les tensions màximes que s'obtenen s'apropen una mica al límit elàstic del material. Però, en cap moment s'apropen tant com per haver de considerar que la peça trenqui. També cal afegir que la força que realitzaria en ganxo sobre l'eix s'ha representat al llarg de tota la secció. Però aquestes, realment, estarien ubicades al centre de la peça. Tot i això, no s'ha aconseguit fer que aquestes forces només fossin aplicades a un tram de l'eix. Per tant, s'ha considerat que aquesta era l'aproximació que millor definia la realitat.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Les deformacions que pateix la peça són molt petites, de l'ordre de 9,85 micròmetres. El que sí que podem veure, que no s'aproximaria a la realitat, és la deformació. Cal destacar que aquesta ha sigut representada amb una escala per tal de veure millor com seria aquesta. Però observant l'ordre dels valors que obtenen els resultats, sabem que no es podrien percebre a primera vista. Per altra banda, també sabem que la deformació que aquest eix hauria de tenir no s'aproxima a la realitat, ja que els extrems no quedarien rectes, sinó que seguirien el traçat de la corba. Es pot percebre en la següent il·lustració.

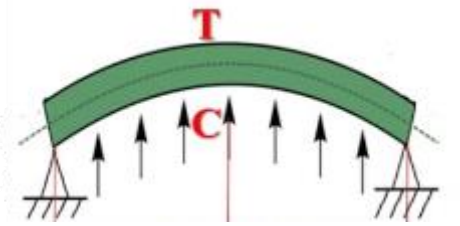


Figura E. 20. Representació real de la deformada de l'eix – *civil engineering tutoriales*.

Per altra banda, en relació amb les tensions que s'obtenen als extrems, al tenir aquests empotrats, se'ns generen tensions tant en la part inferior de la secció com en la part superior. Tal i com es pot veure en més en detall en la següent il·lustració.

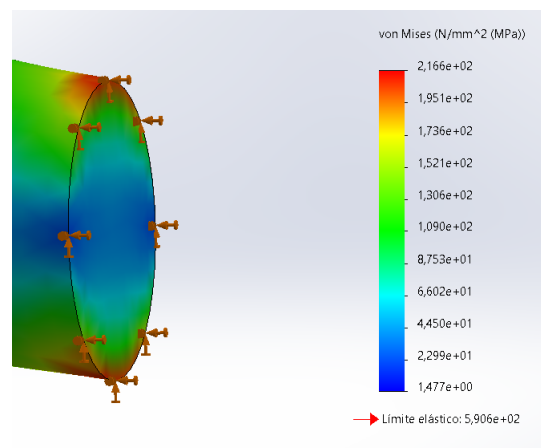


Figura E. 21. Detall de les tensions en els extrems.

En la realitat, tindriem representades només tensions en la part inferior de la secció, que és per on es produïrien els esforços de compressió.

E.3. Ganxos.

Per tal de començar amb l'anàlisi estàtic dels ganxos, partim del fet que aquests van recolzats a sobre de la peça inferior unió braç en tot moment, tant quan aquests estan sotmesos a la càrrega que els hi transmet els eixos com quan no. L'únic desplaçament que poden realitzar aquests és de tipus longitudinal, i aquest el realitzen quan l'operari els prem per tal de poder inserir l'agafador. Cal afegir que s'ha pres com a hipòtesi que quan aquest component es trasllada, es menysprea el fenomen del frec. Això passa per diversos motius. Primerament, per l'acabat superficial que tenen les peces en contacte. Segon, que quan aquestes estan en contacte durant el moviment, el ganxo mai rep cap càrrega, amb la qual cosa, la força de frec és molt més inferior que no pas si féssim moure els ganxos amb la càrrega dels eixos sobre aquests.

Així doncs, de la mateixa forma que hem fet amb la resta de components, el primer pas a realitzar és l'estudi de les càrregues que aquest rep. Partint de la seva ubicació i les peces amb les quals està en contacte, podem fer-nos una primera idea de com seran els esforços que tindran lloc en aquesta peça. Per un costat, tindrem la força tallant que transmet l'eix al ganxo quan a l'eix se li transmet la càrrega del pes dels paquets. I per l'altre costat, tenim la força que farà que aquesta peça es mantingui en equilibri. Aquesta força la transmet la superfície de la peça inferior unió braç sobre la qual es recolza cap a ell.

Per tal de dimensionar aquesta peça amb els càlculs mitjançant el mètode d'elements finits, com sempre, primerament realitzem un DSL amb les càrregues que aquest rebrà.

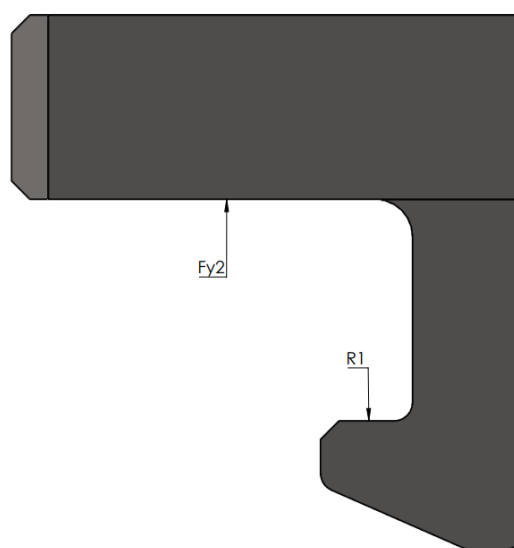


Figura E. 22. DSL ganxo.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Les forces que el ganxo rebrà són: Primerament l'esforç de tallant que realitza l'eix sobre aquest, intentant estirar la peça cap a baix. Eent contra, com el ganxo està recolzat a sobre de la superfície de la peça inferior unió braç, aquesta realitza una força normal sobre la superfície inferior del ganxo, la qual li fem el nom de F_{y2} . El valor de R_1 , és el mateix que hem obtingut mitjançant les primeres equacions, concretament mitjançant l'Equació E.2, amb un valor de 731,8 N. Per tant, només cal fer un sumatori d'esforços verticals per conèixer el valor d'aquesta incògnita F_{y2} . En el qual obtenim que $R_1 = F_{y2}$, amb sentit contrari. Cal afegir que s'ha menyspreat l'esforç que realitza la molla sobre aquesta peça a causa del seu baix valor en comparació amb la resta d'esforços que tenen lloc a la peça. La molla dona un precàrrega de 28 N, amb la qual cosa s'ha decidit menysprear aquest esforç.

Coneguts els esforços que li seran aplicats a la peça, podem passar a definir les subjeccions. De la mateixa forma que en la resta de peces, atès que les subjeccions dins del programa són molt limitades, no podem definir aquestes tal i com serien en el cas real. Però, si que les hem intentat aproximar al màxim a la realitat. Els ganxos es desplacen per l'interior de les parets laterals de la peça superior unió braç, amb la qual cosa, aquestes restringeixen d'una rotació sobre l'eix pel qual es desplacen. Per altra banda, la paret superior també està en contacte amb aquesta, per la qual cosa, la peça no podria inclinar-se quan els ganxos estan en la posició de funcionament. Els ganxos només tenen la possibilitat de desplaçar-se longitudinalment quan es prem aquesta peça i el ganxo comprimeix la molla, la qual el manté pretensat. I per tal que el ganxo es desplaci longitudinalment, se li ha d'aplicar sobre aquesta una força de compressió d'uns 5 Kg.aproximadament. Així doncs, donades aquestes situacions, es creu que la millor forma de representar la realitat és indicant que les parets d'aquesta peça estan encastades. Tot i que aquesta subjecció generarà moments, els quals no hi són en la realitat. En la il·lustració següent podem observar les superfícies que s'han imposat i la subjecció d'encastament per tal de representar la realitat el millor possible.

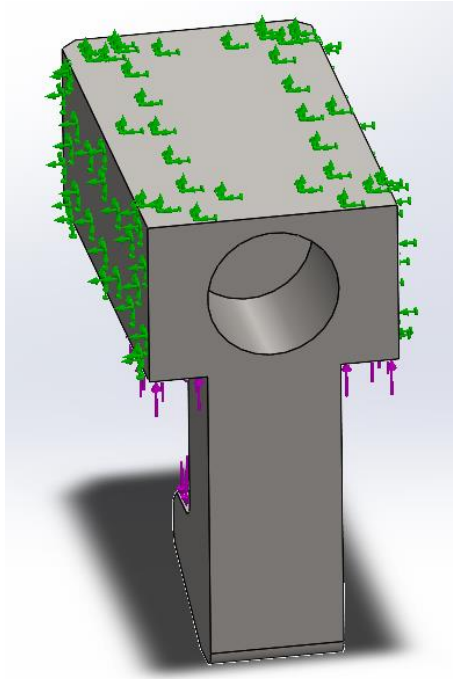


Figura E. 23. Subjeccions ganxo.

Definides les subjeccions, podem passar a definir ja les càrregues que tindran lloc en aquest component. En primer lloc, tenim l'esforç que transmet l'eix al ganxo, el qual podem veure representat en la superfície plana de la part inferior de la peça, amb un esforç igual 731,8 N tal i com s'ha comentat anteriorment. De la mateixa forma que es rep aquest esforç, la superfície sobre la qual es recolza realitza un esforç en sentit contrari, per tal d'equilibrar la peça. Aquests els podem veure representats en la següent il·lustració.

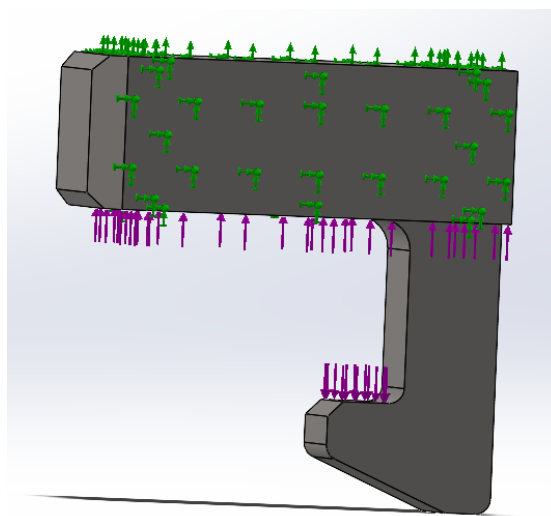


Figura E. 24. Esforços ganxo.

E.3.1 resultats ganxo.

Definits els esforços, ja només ens falta mallar la superfície de la peça i seguidament donar-li a executar l'anàlisi. A continuació es mostren els resultats obtinguts de l'anàlisi.

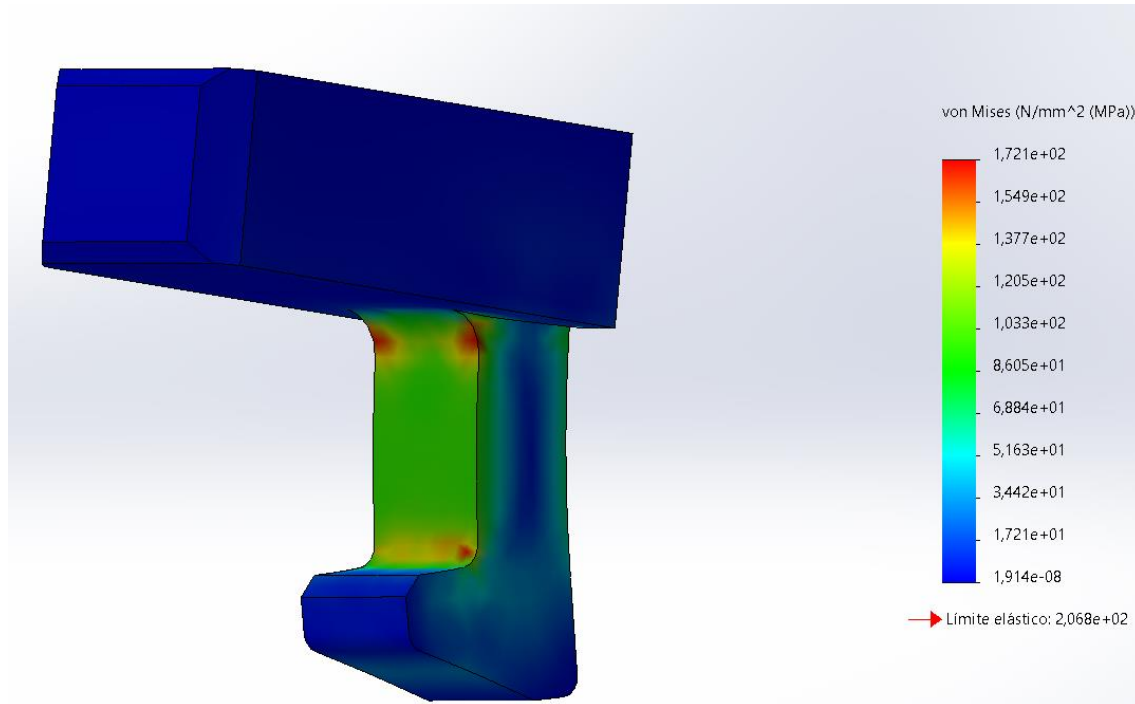


Figura E. 25. Tensió de Von Mises ganxo (1 de 2).

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

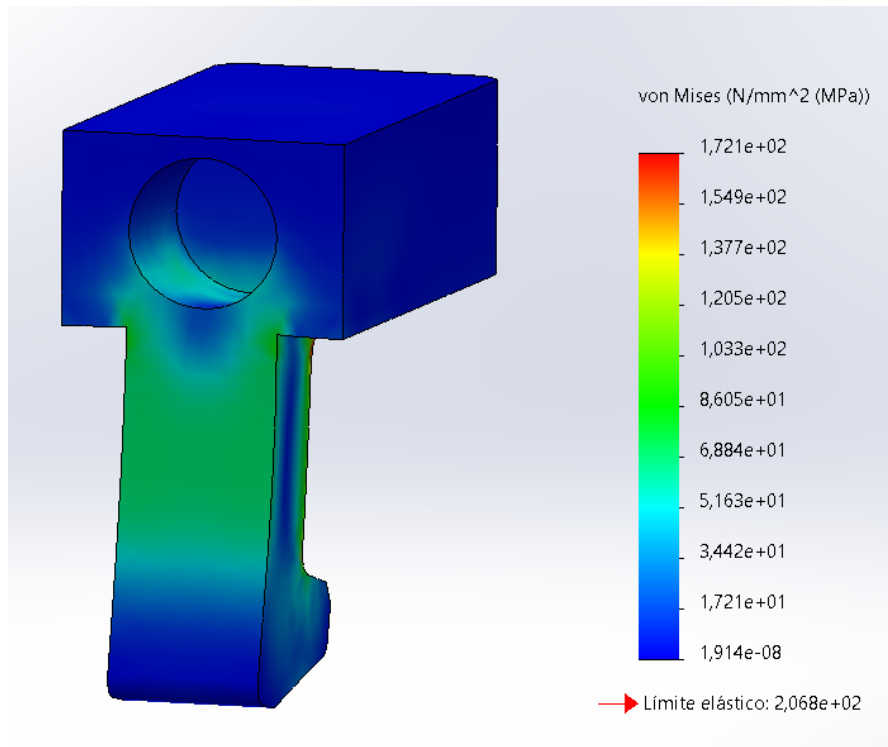


Figura E. 26. Tensió de Von Mises ganxo (2 de 2).

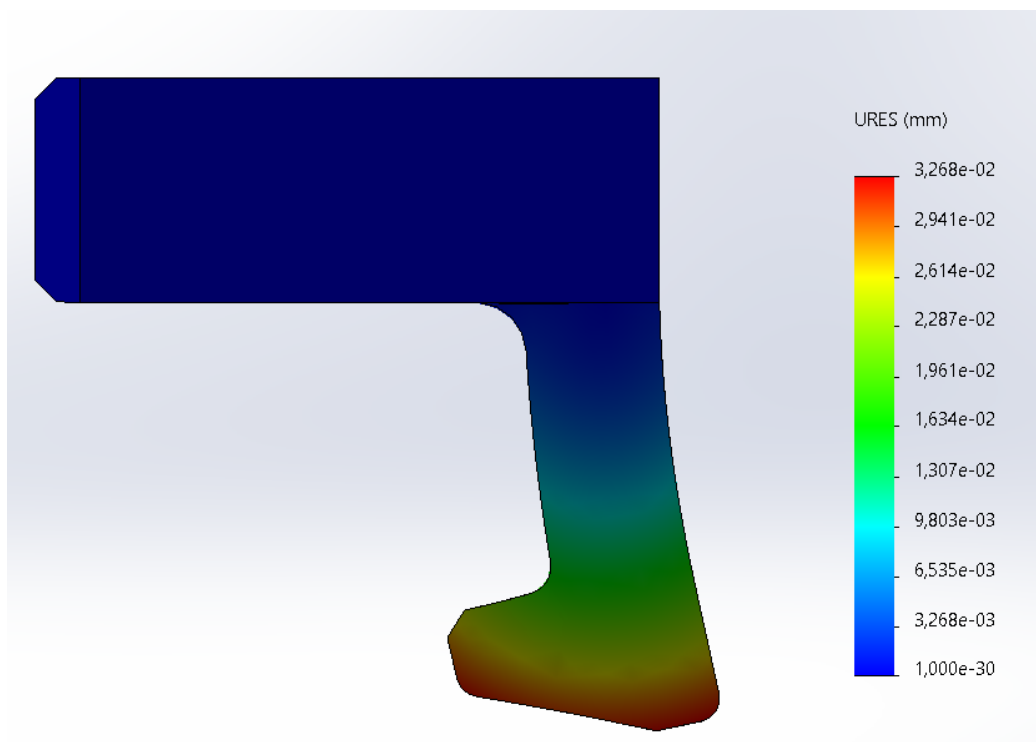


Figura E. 27. Desplaçaments ganxo.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

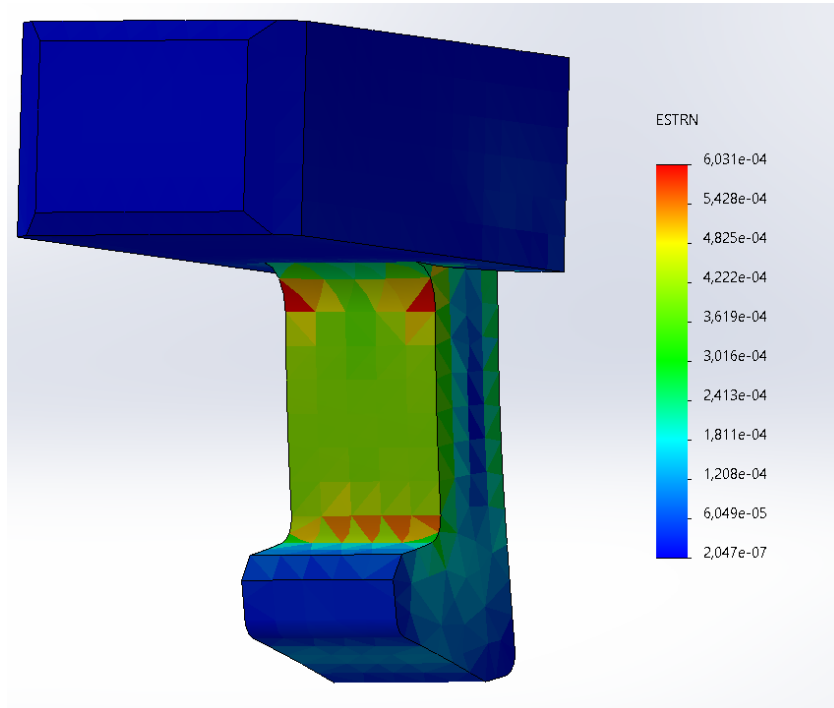


Figura E. 28. Deformacions unitàries ganxo (1 de 2).

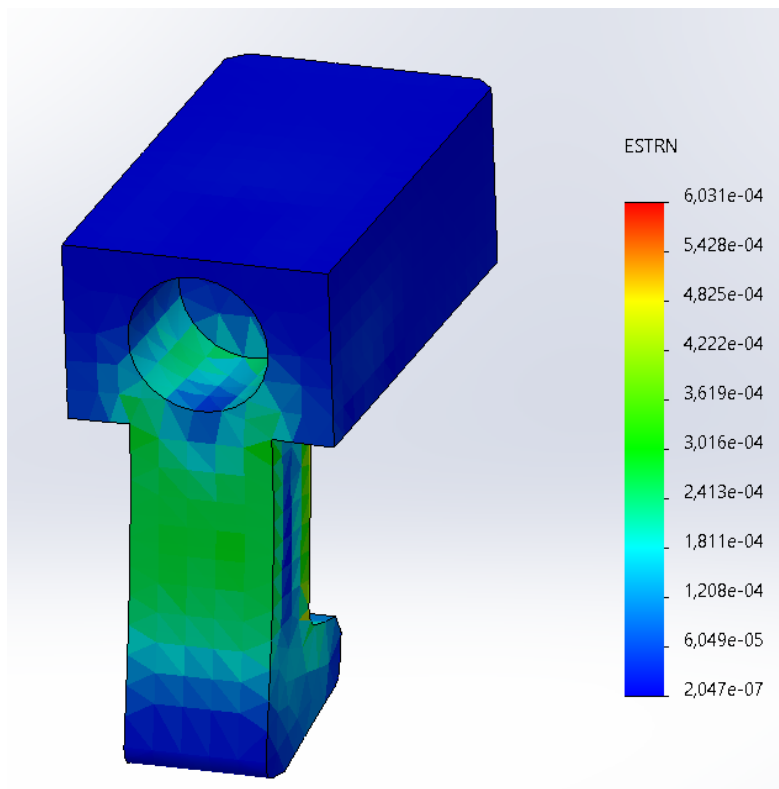


Figura E. 29. Deformacions unitàries ganxo (2 de 2).

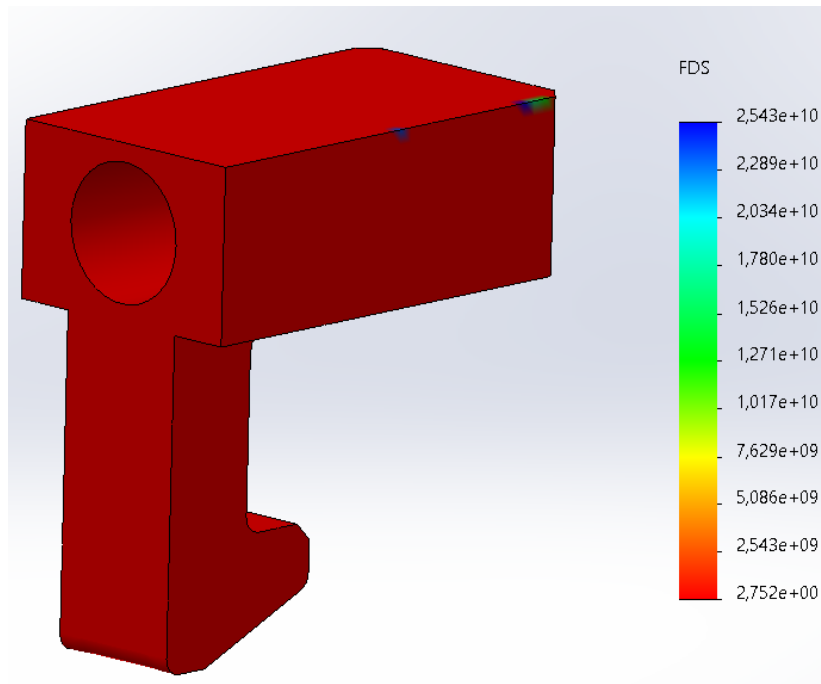


Figura E. 30. Factor de seguretat ganxo.

Tal i com podem veure, els resultats són bastant coherents amb allò que esperàvem. Per una banda, la localització dels punts on es dona la tensió màxima; i per altra banda, la forma de la deformada de la peça, sobre la qual cal afegir que no s'ha representat amb una escala real, com podem veure els valors de la deformada.

Diem que són coherents els punts on tenim tensió màxima, ja que l'esforç tallant R1 genera un moment, el qual podem veure que ens genera unes tensions màximes tant en la secció inferior on realitza el radi, com en la part superior on torna a realitzar el radi, ja que aquestes seccions són les que s'emporten els moments que genera aquest esforç tallant.

Per últim, afegir que les tensions màximes que s'obtenen s'apropen una mica al límit elàstic del material, però en cap moment s'apropen tant com per haver de considerar que la peça trenqui. Tot i això, cal recordar que les càrregues que se li han aplicat a aquesta són amb un coeficient de majoració de 4. Però sabem que en la realitat, els esforços no sobrepassaran aquest valor, ja que el pes màxim que suporta el robot està imposat en els 10 Kg.

E.4. Peça inferior unió braç.

Per procedir amb l'anàlisi estàtica de la peça inferior unió braç, partim de la informació que aquesta va cargolada a la peça superior unió braç. I que aquesta darrera va cargolada a l'acoblament del braç robòtic. Cal afegir, que la peça inferior unió braç porta, a banda de 4 cargols, 2 passadors que tenen la funció de centradors. Aquesta informació la donem per tal de poder justificar les subjeccions i les càrregues d'aquesta peça.

El primer pas que realitzem al igual que en la resta de peces, és l'aplicació de les càrregues que aquesta peça rep. La peça inferior unió braç és la peça sobre la qual recolzen els ganxos, amb la qual cosa s'imposarà la càrrega que hem vist en l'apartat inferior F_{y2} , ja que aquesta és la força màxima que poden transmetre aquests sobre el component a estudiar. Per altra banda, tal i com hem vist en el càlcul de l'agafador, a fi que aquesta no giri, se li imposa la força F_y , la qual sorgeix del contacte entre l'agafador i la peça inferior unió braç amb l'objectiu que aquesta no roti quan se li aplica la càrrega que genera el pes del paquet. A més, també tenim els esforços que generaran els cargols sobre aquesta peça per tal d'acabar de contrarestar l'esforç que genera el ganxo sobre la peça inferior unió braç, fent que aquesta peça es mantingui en equilibri.

En definitiva, sabem que aquesta peça haurà de suportar tres esforços: els esforços F_{y2} en la superfície superior sobre la qual es recolza el ganxo, l'esforç F_y que s'ha calculat en l'Equació E.3 en la part inferior de la peça i finalment, els esforços que generen els cargols sobre aquesta peça, per tal de mantenir aquesta en equilibri.

A continuació es mostra el DSL del component. Cal esmentar que els esforços dels cargols s'han representat com a una única força per a simplificar els càlculs a mà. Però després, alhora d'introduir aquest esforç calculat dels cargols en l'anàlisi estàtica, es representarà dividint l'esforç calculat entre 4, i cadascun d'aquest a la seva correcte ubicació.

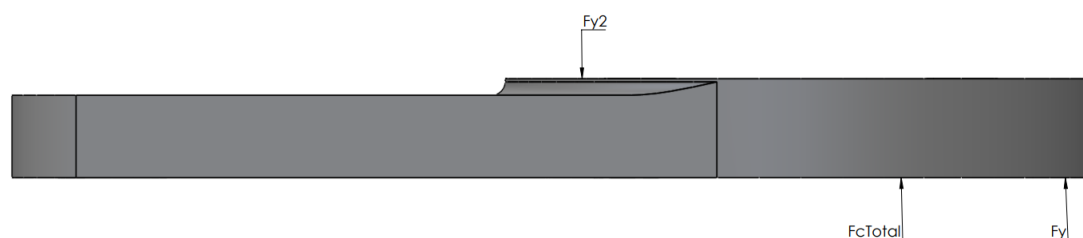


Figura E. 31. DSL peça inferior unió braç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Representats els esforços, podem passar a calcular la incògnita que tenim, la qual és la força que realitzen els cargols. Tal i com s'ha explicat abans, simplifiquem aquest esforç suposant-lo com una única força ubicada al centre dels cargols. Per calcular aquest esforç, ho fem mitjançant la següent Equació E.4:

$$\Sigma Fy = 0 \rightarrow F_{C_{TOTAL}} + F_y = Fy_2 \quad (Eq. E. 4)$$

$$F_{C_{TOTAL}} = Fy_2 - F_y \rightarrow F_{C_{TOTAL}} = 731,8 - 300,165 \rightarrow F_{C_{TOTAL}} = 431,635 \text{ N}$$

Una vegada tenim l'esforç total que realitzaran els cargols sobre la peça, només cal dividir aquest entre el nombre de cargols per tal de saber l'esforç que realitzarà cadascun d'aquests en la seva ubicació. Una vegada fet, aquest esforç ens surt amb un valor de 107,91 N.

Així doncs, coneguts els esforços, passem a realitzar a continuació les subjeccions d'aquesta peça. A causa que aquesta està cargolada a la peça superior unió braç, la considerem com a encastada. A l'estar cargolada per 4 cargols, aquests fan que no pugui desplaçar-se ni rotar en cap dels eixos. Per tant, li imposem una subjecció d'encastament en cadascun dels forats on estan ubicats els cargols. Ho veiem representat en la següent il·lustració.

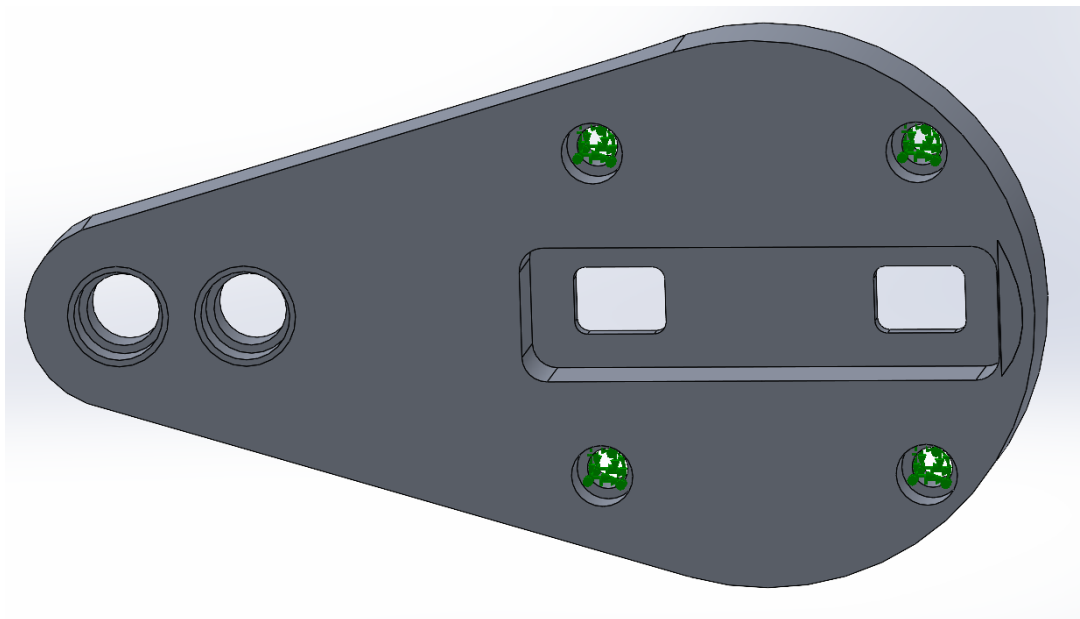


Figura E. 32. Subjecció de la peça inferior unió braç.

Definida la subjecció d'aquesta peça, podem procedir a afegir les càrregues que tindran lloc en aquesta.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Cal esmentar que per a aquesta peça, s'ha realitzat una extrusió en forma de la superfície sobre la qual es transmetrien aquests esforços, ja que quan volíem seleccionar la superfície sobre la qual eren aplicats, ens seleccionava tota la superfície superior. En la següent il·lustració es pot observar en detall la superfície que s'acaba d'esmentar i com se li aplica l'esforç tallant a aquesta.

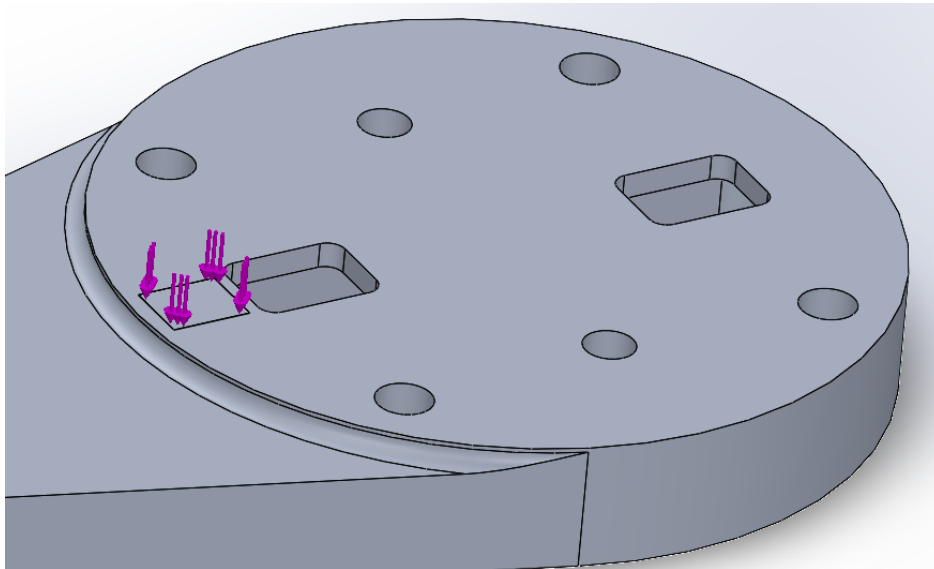


Figura E. 33. Representació de l'esforç F_{y2} aplicat.

Aplicat aquest esforç amb valor de 731,8 N, passem a aplicar-li els altres dos esforços verticals ascendents que s'ubiquen en la part inferior de la peça. Els veiem representats en la següent il·lustració.

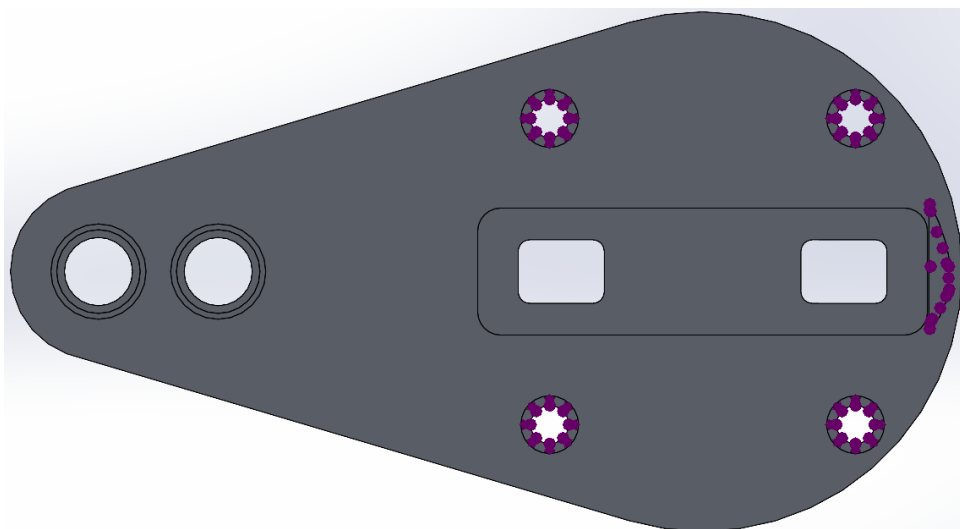


Figura E. 34. Esforços F_c i F_y aplicats.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

E.4.1 resultats peça inferior unió braç.

Una vegada aplicats els esforços i les subjeccions podem passar a realitzar el mallat i executar l'anàlisi estàtic. A continuació es mostren els resultats obtinguts.

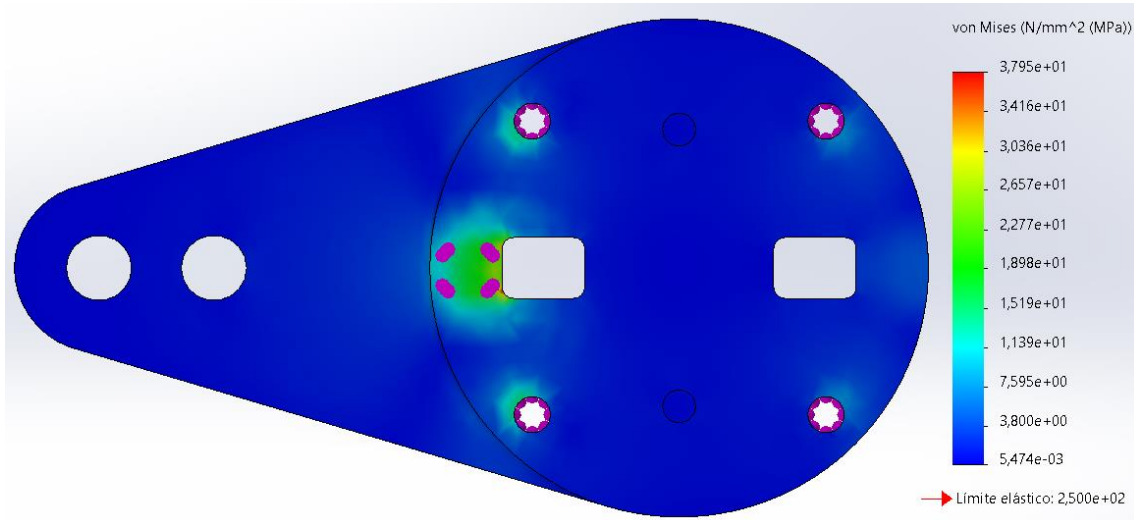


Figura E. 35. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (1 de 4).

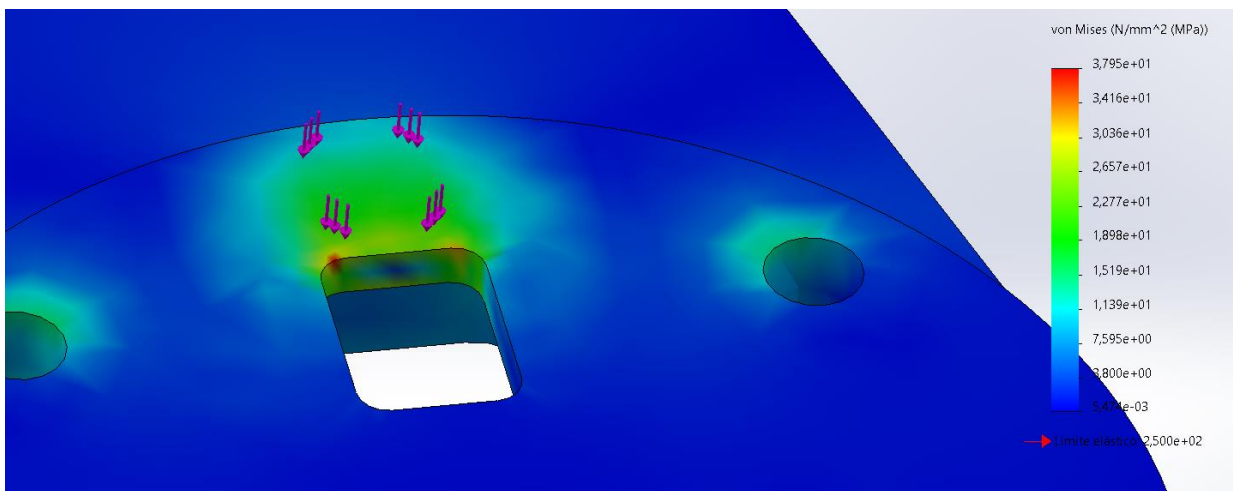


Figura E. 36. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (2 de 4).

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

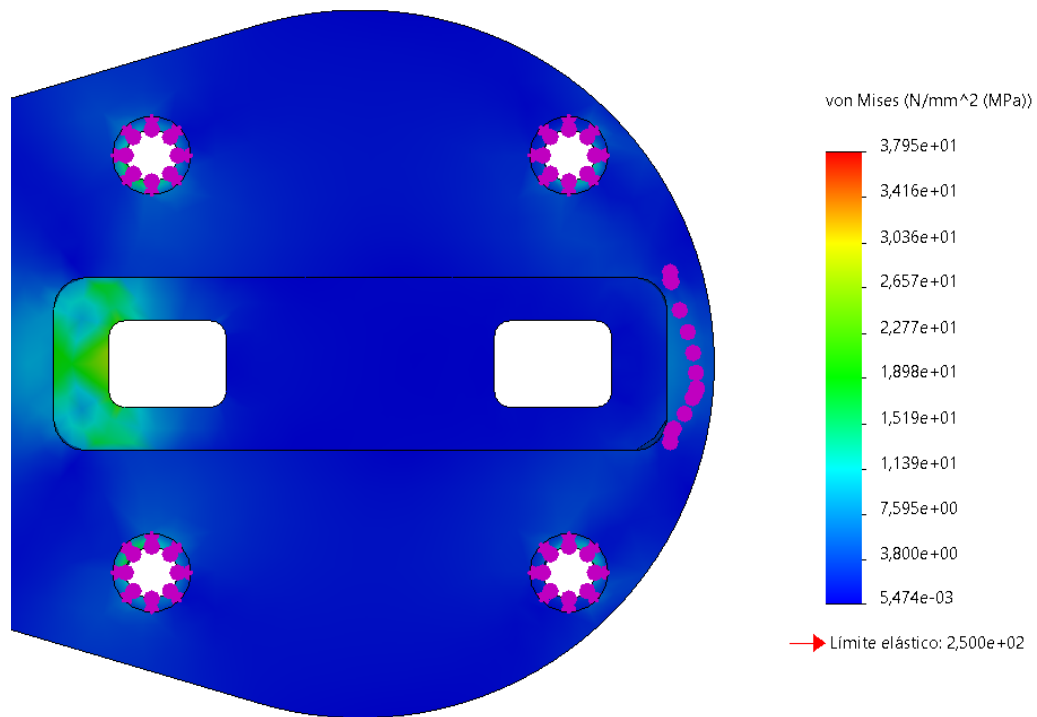


Figura E. 37. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (3 de 4).

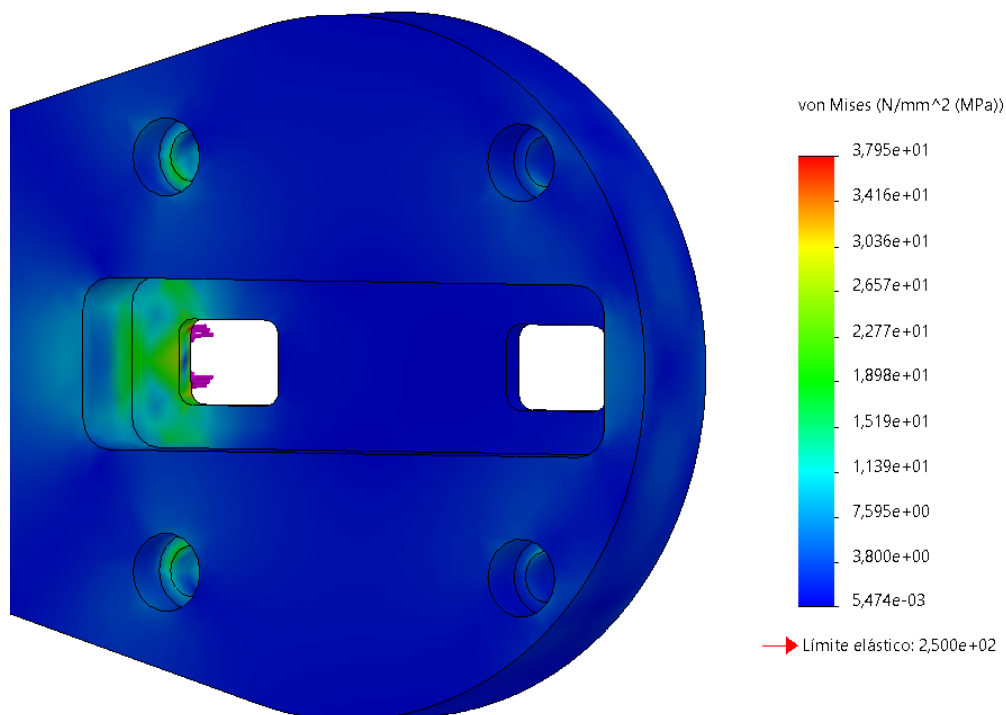


Figura E. 38. Tensions de Von Mises peça inferior unió ganxo (4 de 4).

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

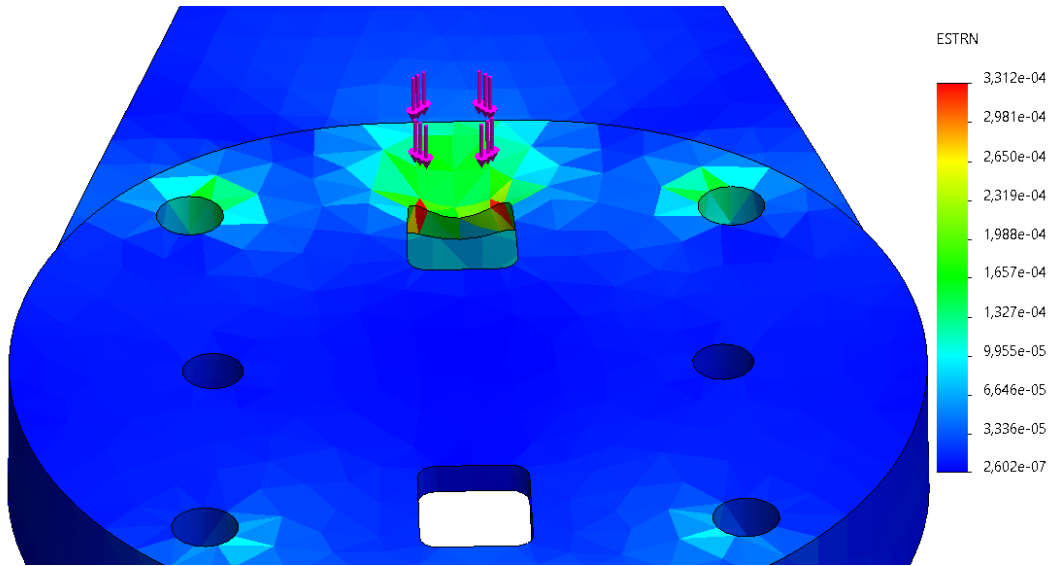


Figura E. 39. Deformacions unitàries peça inferior unió braç (1 de 2).

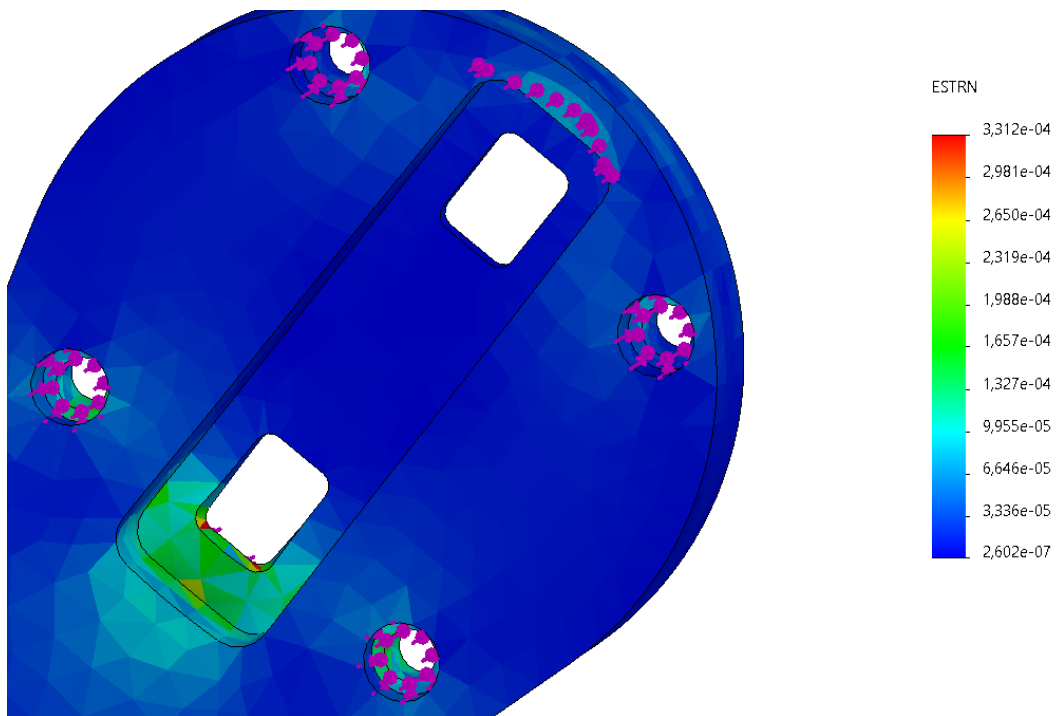


Figura E. 40. Deformacions unitàries peça inferior unió braç (2 de 2).

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

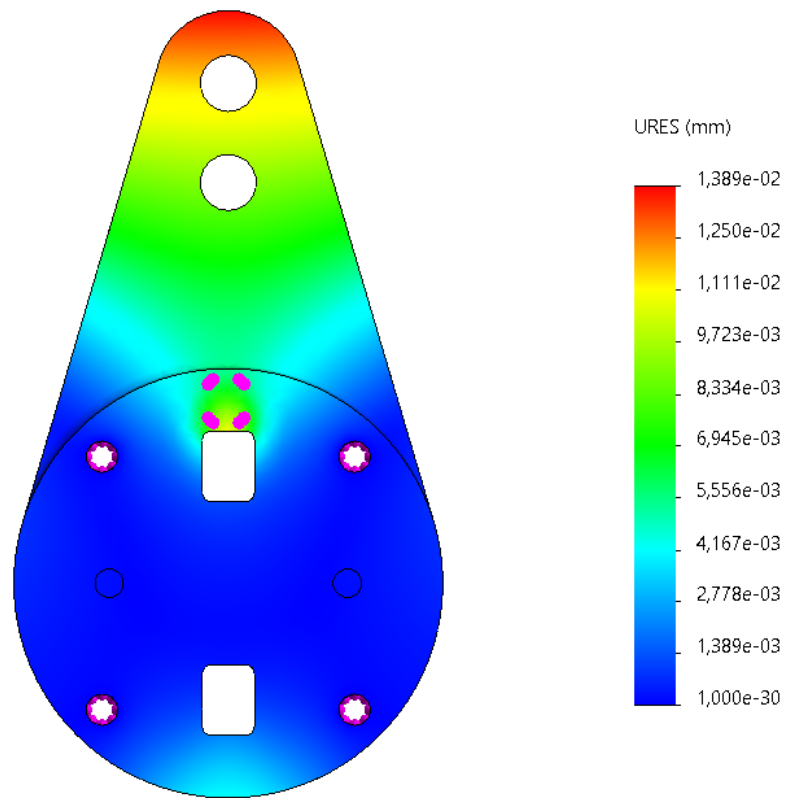


Figura E. 41. Desplaçament peça inferior unió braç (1 de 2).

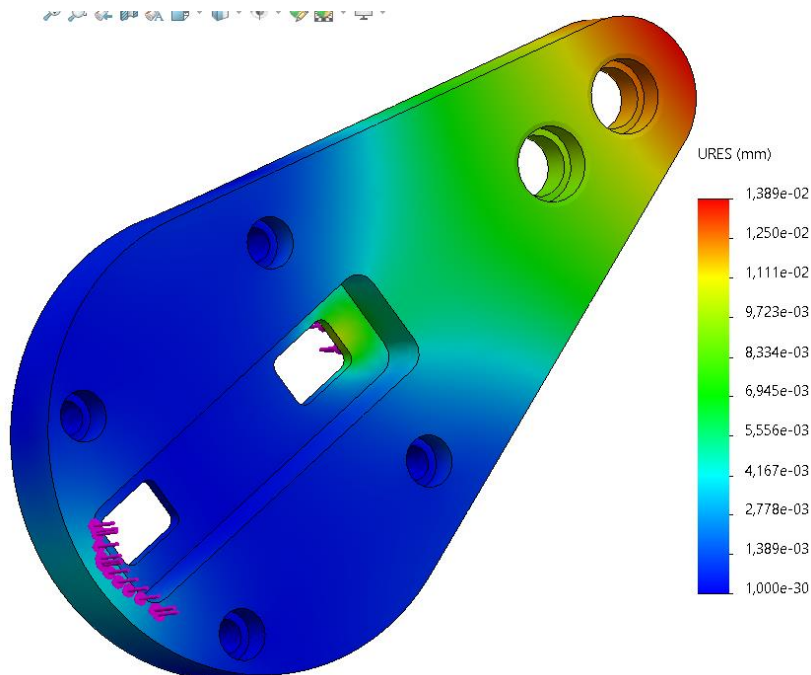
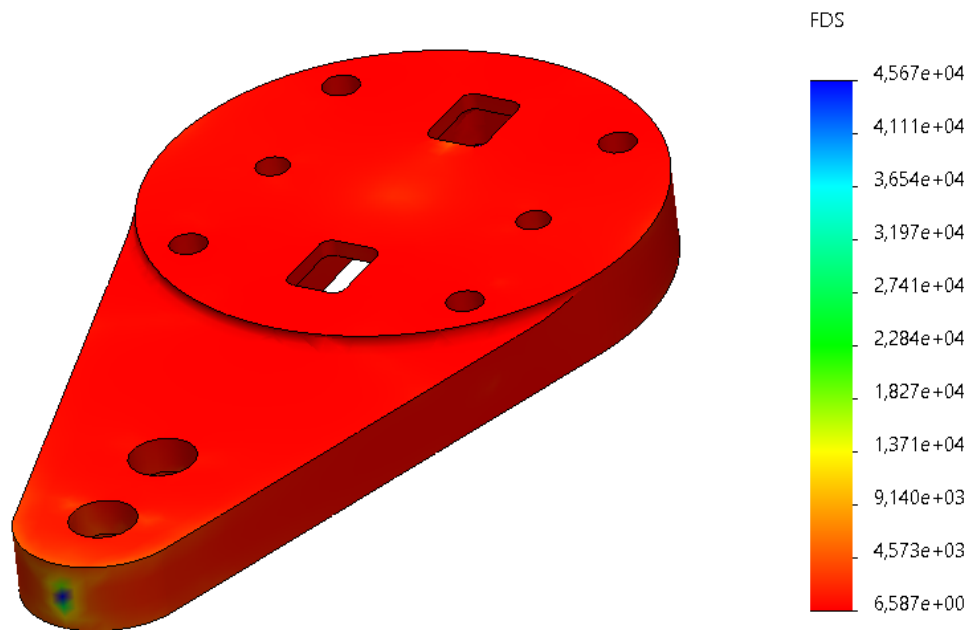


Figura E. 42. Desplaçament peça inferior unió braç (2 de 2).



E.43. Factor de seguretat peça inferior unió braç.

Observant els resultats, podem confirmar que la peça suportarà els esforços sense cap tipus de problema. I que en aquest cas, les tensions màximes que s'originen en la peça són coherents amb les seccions més crítiques d'aquesta. A més a més, tal i com podem veure, les tensions màximes que s'originen estan molt lluny d'arribar al límit elàstic del material, consegüentment, tenim uns factors de seguretat més elevats. En conclusió, podem afirmar que en aquesta peça difícilment s'ocasioni una ruptura.

Les deformacions s'han mostrat amb un factor d'escala de 400 per tal que aquestes es veiessin representades de millor forma, tot i que ja es podia intuir que la deformació seria tal i com ha resultat ser.

Els desplaçaments que es generen en la peça, concorden amb els que s'esperarien en la realitat, ja que si tenim un petit desplaçament en el punt on s'apliquen els esforços, en l'altre extrem que està més allunyat, tindrem un desplaçament encara més gran.

Calculada la peça inferior unió braç, ja podem passar a calcular la peça superior unió braç.

E.5. Peça superior unió braç.

Comencem a realitzar l'anàlisi estàtica de la peça superior unió braç. En primer lloc, indiquem com es troba aquesta dins del mecanisme. Aquesta peça es troba cargolada a l'acoplament del braç robòtic mitjançant quatre cargols. A més, a aquesta peça trobem unida la peça inferior unió braç que acabem de veure, també mitjançant quatre cargols. Per tant, els esforços que tingui la peça inferior unió braç es transmetran a la peça superior, mitjançant els cargols que uneixen aquestes dues.

El primer pas que realitzem, doncs, és la subjecció que tindrà aquesta peça dins del mecanisme. I de la mateixa forma que es trobava la peça inferior, la superior es troba en les mateixes condicions, és a dir, cargolada per 4 cargols. Amb la qual cosa, podem assimilar aquest tipus d'unió entre components com un encastament de la peça, ja que la restringeix en el desplaçament i gir en els 4 eixos.

Per tant, el primer pas que fem és imposar la subjecció d'encastament. Aquesta la realitzem seleccionant la superfície superior d'aquesta, la qual estaria en contacte amb l'acoblament. Es representa en la següent il·lustració.

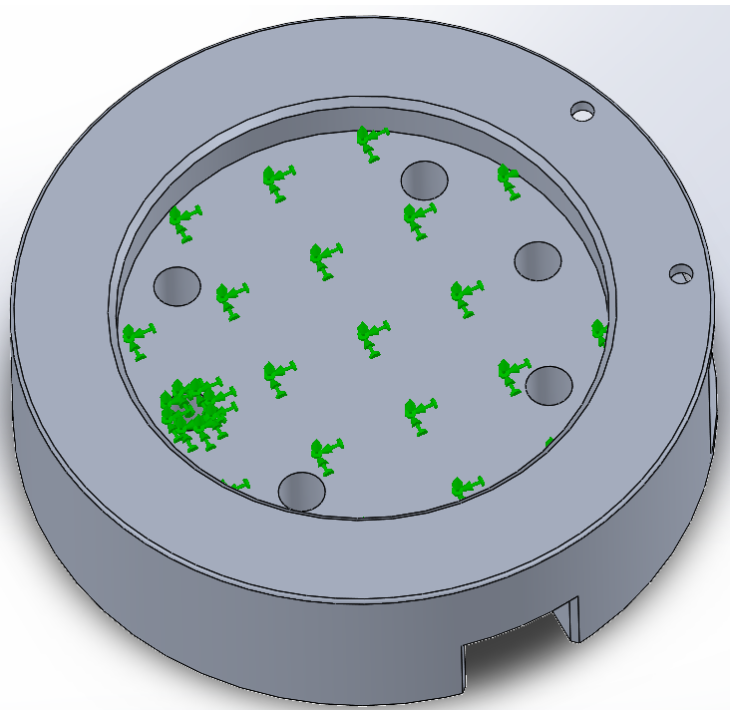


Figura E. 44. Subjecció peça superior unió braç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Una vegada hem imposat la subjecció que tindrà aquesta peça, procedim a realitzar l'anàlisi de les càrregues que aquesta tindrà. Per fer-ho, primer observem que els esforços que rep de la peça inferior són transmesos mitjançant els quatre cargols que uneixen aquestes. Aquests esforços, els hem calculat anteriorment en l'Equació E.4.

Altrament, també tenim els altres 4 cargols que uneixen aquest component amb l'acoblament, i que per tant, també transmeten uns esforços a la peça. Els quals hauran de realitzar el mateix esforç per tal que la peça es mantingui en equilibri, ja que no hi ha cap altre esforç tallant que pugui fer variar el valor d'aquests esforços.

Cal esmentar abans de res, que tampoc s'han considerat els esforços que realitza la molla quan aquesta està pretensada contra les parets internes de la peça superior i del ganxo, atès que és un valor d'ordre molt petit, el qual es decideix menysprear.

Així doncs, tenim que els cargols que uneixen la peça superior amb l'acoblament, realitzaran el mateix esforç que realitzen els cargols que uneixen la peça inferior amb la superior. És a dir, faran un esforç total de 431,635 N. Que si el dividim pel nombre de cargols, ens surt un valor de 107,91 N per cargol.

Obtinguts els valors dels esforços, podem procedir a inserir aquests en l'anàlisi estàtica. Es poden veure representats a continuació.

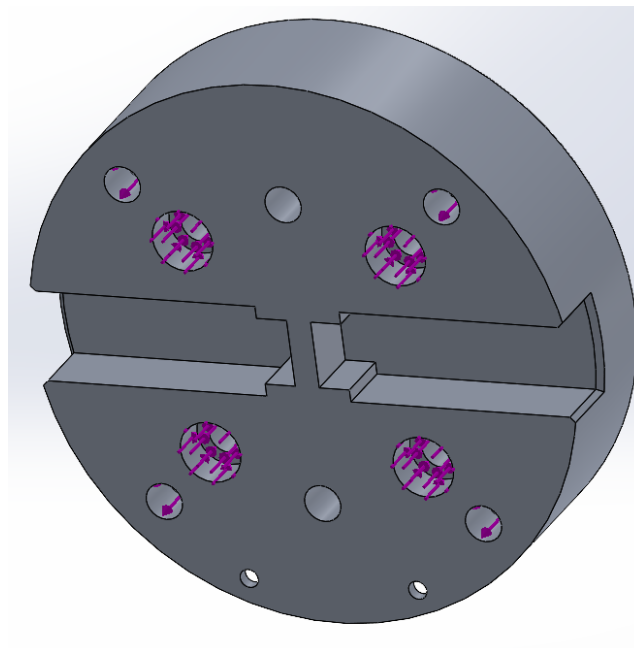


Figura E. 45. Esforços dels cargols aplicats a la peça superior unió braç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Una vegada aplicats els esforços, ja només ens queda realitzar el mallat i executar l'anàlisi. A continuació es mostren els resultats d'aquest.

E.5.1 resultats peça superior unió braç.

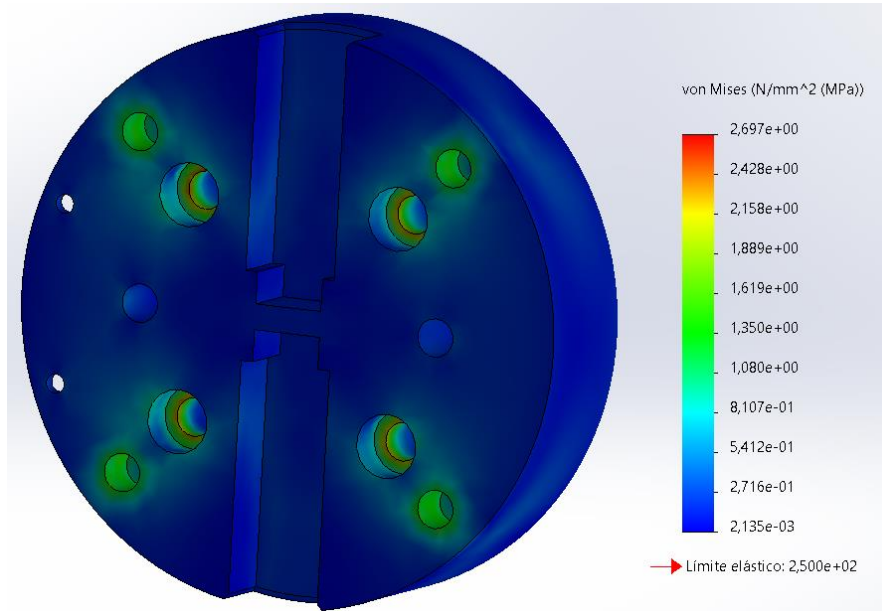


Figura E. 46. Tensions de Von Mises peça superior unió braç.

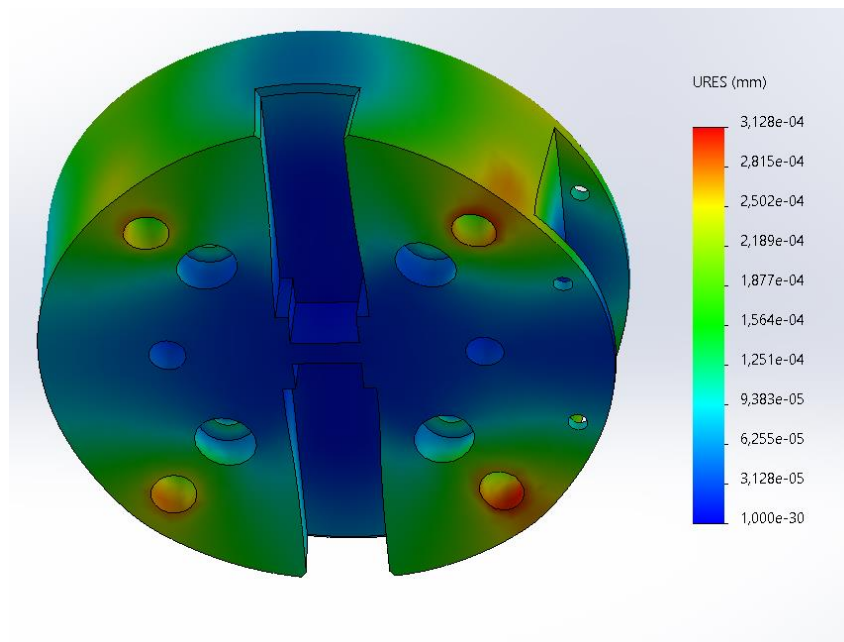


Figura E. 47. Desplaçaments peça superior unió braç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

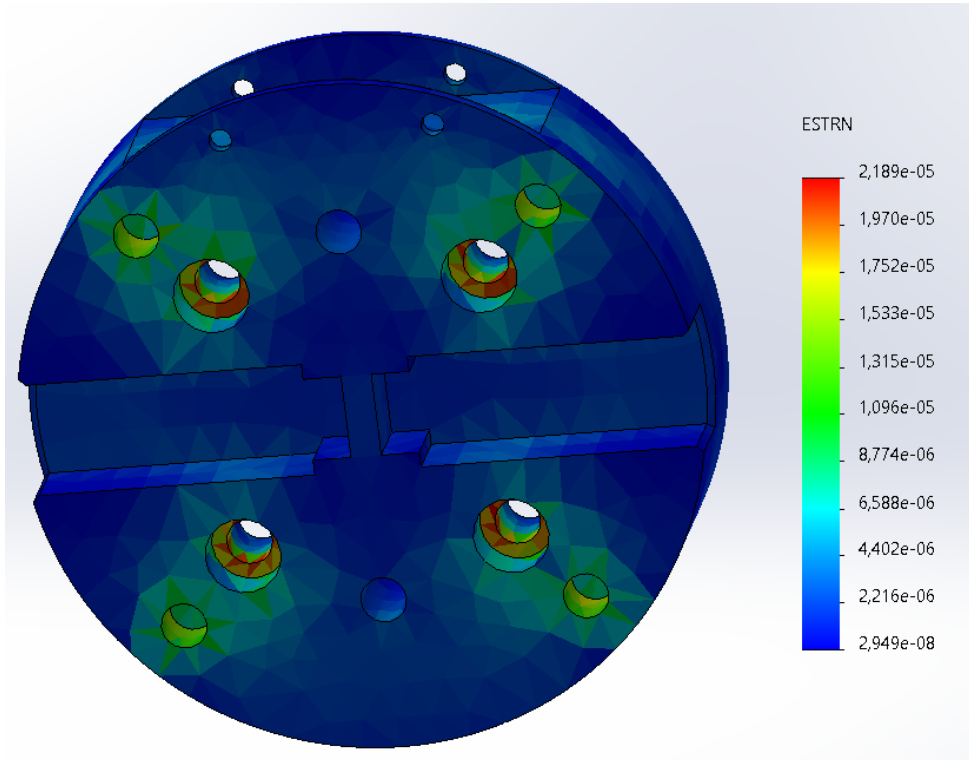


Figura E. 48. Deformacions unitàries peça superior unió braç.

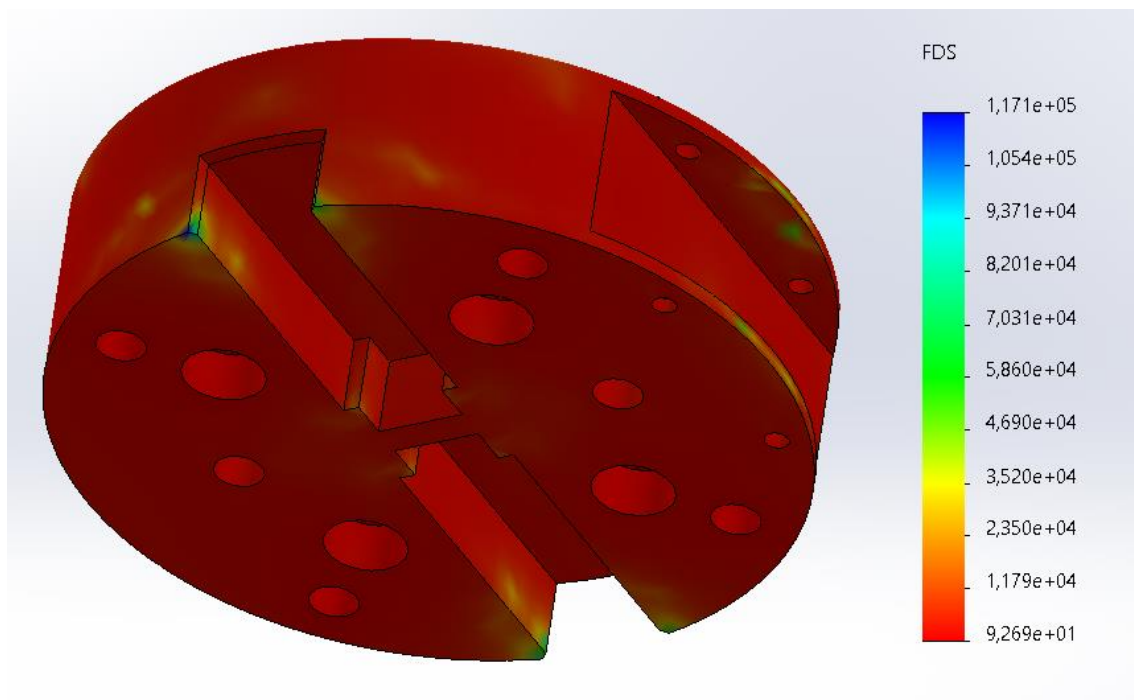


Figura E. 49. Factor de seguretat peça superior unió braç.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Obtinguts tots els resultats, podem concloure el que s'esperava d'aquesta peça, aguanta els esforços sobre els quals està sotmesa sense cap tipus de problema. Cal dir que s'ha sobredimensionat en el seu gruix, perquè en la part superior, aquesta té un gran buit per tal que l'acoblament pugui ser inserit sense cap problema. I la secció que havíem de deixar per sota d'aquesta havia de ser una que fos el suficientment resistent com per aguantar esforços d'altres magnituds més grans.

Tal i com podem veure, els valors de les tensions màximes que rep la peça no s'acosten al límit elàstic del component. Aquest és un dels motius d'haver obtingut uns factors de seguretat tan grans.

Per altra banda, si ens fixem en el desplaçaments, podem observar que els màxims es donen en el costat de la peça, el qual té un forat per poder afegir el botó elèctric. Això és bastant coherent a causa que la secció resistent en aquell costat és molt menor que no pas en l'altre.

A les deformacions d'aquesta peça, de la mateixa forma que en la resta de components, se li aplica un factor d'escala, a fi que aquesta es pugui apreciar millor. Però si ens fixem en els valors, ens adonem que aquests són molt petits, de l'ordre de 0,2 micròmetres la màxima. La ubicació d'aquestes correspon amb el que s'esperaria en la realitat.

E.6. Cargols.

Es creu convenient utilitzar cargols de classe normal, ja que les sol·licitacions que aquests rebran serà el pes del conjunt del mecanisme més el pes del paquet en la pitjor situació. A més a més, aquest càlcul es realitza de manera simplificada, ja que no es considera l'assentament ni el nivell d'acció de la força separadora. S'utilitza un factor de seguretat del 1,4 amb la finalitat de cobrir el desconeixement de tots els factors que afecten a la unió cargolada. Però tal i com recomanen en molts llibres d'unions cargolades, a l'estar davant d'una força separadora variable, l'execució de la unió hauria de passar a ser d'alta qualitat. És per això que, com no realitzarem el càlcul com si fos una unió d'alta qualitat, li aplicarem un factor de seguretat de 4.

El cargol és considera de classe 5 al ser aquest de classe normal. n tipus que presenta fluència quan s'aproxima a la deformació plàstica del material.

En relació a la força separadora que afecta a la nostra unió es considera variable, ja que la unió no estarà treballant sempre amb els mateixos esforços, sinó que en el moment en què l'agafador

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

absorbeixi el paquet, serà quan els cargols hauran de treballar contra la màxima sol·licitació que rebran. I quan el paquet sigui descarregat, treballaran amb la càrrega del pes del mecanisme. En definitiva, es considera una força separadora fluctuant, ja que els valors de la força separadora no seran constants, ni aquests mai seran zero. En la Figura E. 50. Tipus de força separadora, podem veure els diferents tipus de força separadora que podem trobar.

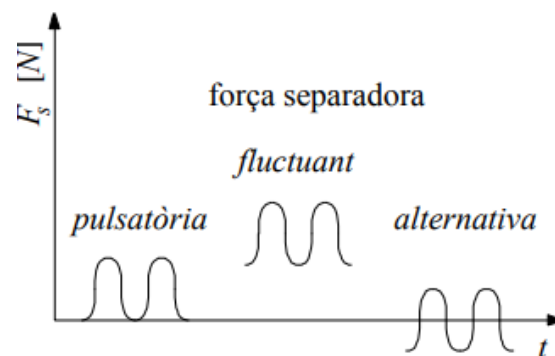


Figura E. 50. Tipus de força separadora.

Font: FENOLLOSA I CORAL, Josep (2016). Unions cargolades, Barcelona. Edicions UPC, pàg. 77

Abans de procedir a començar amb el càlcul, cal esmentar les suposicions prèvies al càlcul. Com per exemple, que els cargols estan isocarregats, és a dir, que tots treballen igual. Per altra banda, també suposem que aquests seran collats a mà i sense cap tipus de lubricant.

Per tal de començar amb el càlcul del dimensionament dels cargols, el primer que calculem és la força separadora que rebran aquests. Per fer-ho partim del fet que els cargols hauran d'aguantar una massa total d'aproximadament 11 Kg.

Per tant, la força separadora que rebran els cargols, la calculem amb la següent Equació E.5:

$$F_s = m \cdot g \cdot f_s \text{ (Eq. E.5)}$$

$$F_s = 11 \cdot 9,81 \cdot 4 = 431,64 \approx 432 \text{ N}$$

Obtinguda la força de separació, passem a calcular la força que rebrà cada cargol. I això ho fem dividint la força separadora entre el nombre de cargols que reben aquesta sol·licitació. A continuació es mostra l'Equació E.6.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

$$F_c = \frac{F_s}{N^{\circ} \text{cargols}} = \frac{432}{4} = 108 \frac{N}{\text{cargol}} \quad (\text{Eq. E. 6})$$

Amb la suposició que els cargols estan collats a mà, s'obté un factor de collada, el qual l'extraiem de la Taula E.1. Factor de collada, del llibre de J. Fenollosa i Coral, *Unions Cargolades*, pàg. 42.

Taula E.1. Factor de collada.

Procediment de collada	Estat lubricació rosca	α_c
Clau dinamomètrica	Lubricada	1,4
	No lubricada	1,8
Clau pneumàtica	Lubricada	1,6
	No lubricada	2,0
Clau de mà (eventualment allargada)	Qualsevol estat de lubricació	3,0

Font: Fenollosa i Coral, Josep (2016). *Unions cargolades*, Barcelona Edicions UPC pàg. 42

Tal i com es pot observar, pel nostre cas ens correspon un factor de collada amb valor igual a 3. El qual representa el pitjor cas, ja que significa que pot variar de 1 a 3 la pressió que el cargol acabi suportant. Amb el valor del factor de collada, passem a calcular quin serà el valor de força màxima del cargol. El calculem mitjançant la següent Equació E.7, on multipliquem el factor de collada per la força del cargol.

$$F_{\text{maxcargol}} = \alpha_c \cdot F_c \quad (\text{Eq. E. 7})$$

$$F_{\text{maxcargol}} = 3 \cdot 108 = 324 \text{ N}$$

Una vegada tenim la força màxima del cargol, passem a calcular quina serà la secció mínima que aquest haurà de tenir. Per fer-ho, utilitzem la següent Equació E.8, on dividim la força màxima del cargol per la tensió admissible, la qual es calcula multiplicant el límit elàstic per 0,52, atès que és de qualitat normal.

$$\sigma_R = 500 \text{ MPa}$$

$$\sigma_e = 500 \cdot 0,6 = 300 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm} = 0,52 \cdot \sigma_e = 0,52 \cdot 300 = 156 \text{ MPa}$$

$$A_{Tmin} = \frac{F_{\text{maxcargol}}}{\sigma_{adm}} \quad (\text{Eq. E. 8})$$

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

$$A_{Tmin} = \frac{324}{156} = 2,07mm^2$$

Amb la secció mínima anem a la TAULA E.2. Dimensions dels cargols, per tal de calcular el valor de la secció mínima partint del fet que aquesta ha de ser més gran o igual a 2,07 mm².

TAULA E.2. Dimensions dels cargols.

Diàmetre nominal d	Pas P	Diàmetre de flancs d_2	Diàmetre de nucli d_3	Secció de nucli A_3	Secció resistent A_T
Rosca normal					
3	0,5	2,675	2,387	4,47	5,03
(3,5)	0,6	3,110	2,764	6,00	6,78
4	0,7	3,545	3,141	7,75	8,78
(4,5)	0,75	4,013	3,580	10,1	11,3
5	0,8	4,480	4,019	12,7	14,2
6	1	5,350	4,773	17,9	20,1
(7)	1	6,350	5,773	26,2	28,9
8	1,25	7,188	6,466	32,8	36,6
10	1,5	9,026	8,160	52,3	58,0
12	1,75	10,863	9,853	76,2	84,3
(14)	2	12,701	11,546	104,7	115,4
16	2	14,701	13,546	144,1	156,7
(18)	2,5	16,376	14,933	175,1	192,5
20	2,5	18,376	16,933	225,2	244,8
(22)	2,5	20,376	18,933	281,5	303,4
24	3	22,051	20,319	324,3	352,5
(27)	3	25,051	23,319	427,1	459,4
30	3,5	27,727	25,706	519,0	560,6
(33)	3,5	30,727	28,706	647,2	693,6
36	4	33,402	31,093	759,3	816,7
(39)	4	36,402	34,093	912,9	975,8

Font: Fenollosa i Coral, Josep (2016). Unions cargolades, Barcelona Edicions UPC pàg. 23.

Tal i com podem observar en la TAULA E.2. Dimensions dels cargols, la secció més petita que trobem és de 5,03mm², la qual correspondria amb un mètric 3. Per tant, amb quatre cargols de mètrica 3, el nostre mecanisme aguantaria els esforços majorats amb un coeficient de 4. De totes formes, es decideix posar cargols de mètrica 6, perquè són els mateixos que té el robot, i es faria en motiu d'estandardització.

E.7. Ventoses.

Per tal de finalitzar amb els Annexos de càlculs, es procedeix a mostrar quin ha sigut el càlcul realitzat per tal de saber el nombre de ventoses necessari perquè realitzin correctament el seu funcionament en el conjunt.

Per tal de dur a terme el dimensionament del nombre de ventoses, hem utilitzat el manual de càlcul que ens proporciona la mateixa empresa que ens les subministra, *Schmalz*.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

La força de retenció d'una ventosa depèn del seu diàmetre efectiu. A més, les propietats de la peça i el número de ventoses són factors decisius per la força de retenció que pot aconseguir un sistema al buit. El càlcul de les forces de retenció pot tractar-se sempre de només valors teòrics. Així que no només tenen un paper decisiu les propietats de la peça i el número de ventoses, sinó que també el tenen el dimensionament constructiu de les ventoses, així com les propietats de la superfície i l'estabilitat inherent de la peça.

És per aquest motiu, que el fabricant *Schmalz* ens recomana un factor de seguretat de 2 com a mínim. Tot i així, la UVV (Norma Alemanya per a la Prevenció d'Accidents) exigeix obligatòriament un factor de seguretat de 1,5 com a mínim. En el nostre cas, decidim posar-nos al costat de la seguretat, aplicant-li al càlcul un factor de seguretat amb valor igual a 3, ja que considerem que es menyspreen el valor de les fugues que es produïrien entre la caixa de cartró i la ventosa.

Així doncs, partint del fet que el model escollit per a les ventoses del nostre prototip és el SPB2 40 SI-55 SW100 P, podem saber el diàmetre "d" que es té com a incògnita en la següent Equació E.9, extreta de la pàgina *Schmalz* per al dimensionament de les ventoses.

$$d = 1,12 \cdot \sqrt{(m \cdot S) / (P_u \cdot n)} \text{ (Eq. E. 9)}$$

On "d", és el diàmetre requerit d'una ventosa en cm., "m" és la massa de la peça en Kg., "S" és el factor de seguretat, "P_u" és la depressió en bars i "n" és el nombre de ventoses.

La massa de l'objecte que aquestes aixecaran serà de 10 Kg. com a màxim. Tal com hem definit abans, aplicarem un coeficient de seguretat (S) amb valor igual a 3. Les dades de la depressió en bars, les obtenim de la Figura D.21. Condicions de treball – SMC, pàg. 68. Amb un valor de 80 KPa, que passats a bars tenen un valor de 0,8 bar. I el diàmetre requerit, si observem una imatge del dimensionament de ventoses, veiem quina és la dimensió d'aquesta cota, i es veu representada en la següent il·lustració.

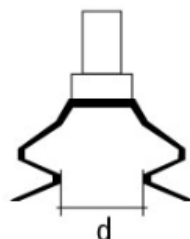


Figura E. 51. Diàmetre requerit –*Schmalz*.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Per tal d'obtenir aquest diàmetre en el nostre tipus de ventoses, anem a la Figura D.31. Model de ventosa escollit – *Schmalz*, pàg. 77, on es mostra aquesta dimensió, la qual correspondria amb la dimensió “d2” que es mostra, que té un valor de 1,78 cm.

Per tant, com ja tenim totes les dades necessàries per calcular el valor del nombre de ventoses en l'Equació E.9, substituïm aquests valors i ens queda de la següent forma.

$$1,78 = 1,12 \cdot \sqrt{(10 \cdot 3)/(0,8 \cdot n)} \text{ (Eq. E. 9)}$$

$$n = 14,85$$

A causa que el nombre de ventoses ha de ser un nombre enter, passem a agafar 15 unitats.

Per tal de comprovar que la força de retenció que generin aquestes ventoses sigui superior al pes del paquet, realitzem el següent càlcul aplicant l'Equació E.10 que es mostra a continuació.

$$F = \Delta p \cdot A \text{ (Eq. E. 10)}$$

On “ Δp ” és la diferència de pressió en Kg./cm.² i “A” és l'àrea requerida. Nosaltres, pel fet que l'ejector ens crea una depressió de 80 KPa, si la passem a Kg./cm.², obtenim un valor de 0,816 Kg./cm.². Per tant, calculem la força substituint els valors en l'Equació E.10.

$$F = 0,816 \cdot \pi \cdot \left(\frac{1,78}{2}\right)^2 = 2,03 \text{ Kg (Eq. E. 10)}$$

Els quals, si els multipliquem pel nombre total de ventoses, obtenim un total de 30,45 Kg. Si aquests els comparem amb el pes que han d'aixecar les ventoses, que és 10 Kg., podem veure com aquest és 3 vegades major, amb la qual cosa no hi haurà problema en aixecar el pes màxim que ens imposa el braç robòtic.

F. Programació temporal

Tot seguit es pot observar la programació temporal proposada per dur a terme l'execució d'aquest projecte. El procediment que s'ha seguit ha sigut: primerament definir quines són les activitats a realitzar, darrerament se'ls hi ha assignat una lletra a cada definició amb la finalitat de poder identificar-les alhora de realitzar posteriorment el diagrama de PERT. Per altra banda, hem definit cadascuna de les activitats precedents que els hi correspon a cada activitat.

Taula F.1. Definició d'activitats.

Activitats	Definició	Activitat precedent
A	Adquisició de components normalitzats	-
B	Fabricació peça superior i inferior unió braç juntament amb ganxo	-
C	Fabricació agafador i suport botó elèctric	-
D	Instal·lació cables i ejector	A
E	Instal·lació agafador amb els seus components	C,A
F	Instal·lació peça inferior i superior amb els seus components	B,A
G	Posta en marxa	D,E,F
H	Modificacions finals i revisió	G

A continuació, es procedeix a realitzar la matriu d'encadenaments, on es veuran la relació entre les activitats.

Taula F.2. Matriu d'encadenaments.

		ACTIVITATS PRECEDENTS						
		A	B	C	D	E	F	G
ACTIVITATS	A							
	B							
	C							
	D	x						
	E	x		x				
	F	x	x					
	G				x	x	x	
	H							x

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Tot seguit es mostra la taula amb els diferents temps assignats i el temps PERT calculat per cadascun d'aquests.

Taula F.3. Càlcul dels temps.

Activitats	Temps (dies)			
	Temps opt.	Temps modal	Temps pes.	Temps PERT
A	7	20	35	20,3333333
B	7	14	21	14
C	5	7	12	7,5
D	0,25	0,5	1,1	0,55
E	0,3	0,5	1,25	0,6
F	0,3	0,5	2,2	0,75
G	0,35	0,75	1	0,725
H	0,35	0,7	1,2	0,725

Una vegada calculats els temps PERT de cadascuna de les activitats, amb tota la informació que tenim, podem passar a realitzar el diagrama de PERT, el qual es mostra a continuació, on el camí crític és el que es marca en vermell. Els apartats així com la matriu de Zaderenko i càlcul de folgances es poden veure en detall en els Annexes a la memòria en l'apartat de Planificació Temporal.

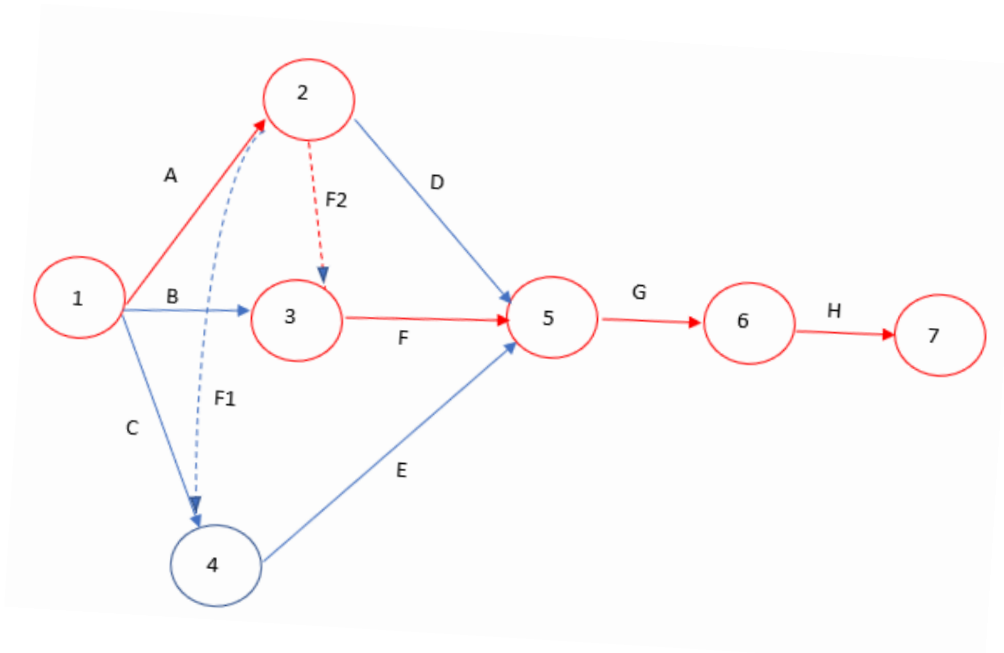


Figura F.1 Diagrama de PERT.

Taula F.4. Matriu de Zaderenko.

		1	2	3	4	5	6	7
0	1	x	20	14	7,5			
20	2		x	0	0	0,55		
20	3			x		0,75		
20	4				x	0,6		
20,75	5					x	0,725	
21,475	6						x	0,725
22,2	7							x
		0	20	20	20,15	20,75	21,475	22,2

Taula F.5. Càlcul de Folgances.

Càlcul de Folgances												
Activitat	Succés	Duració	ti	tj	ti*	tj*	Hi	Hj	Hij T	Hij L	Hij I	C.C.
A	1-2	20	0	20	0	20	0	0	0	0	0	x
B	1-3	14	0	20	0	20	0	0	6	6	6	
C	1-4	7,5	0	20	0	20,15	0	0,15	12,65	12,5	12,5	
D	2-5	0,55	20	20,75	20	20,75	0	0	0,2	0,2	0,2	
E	4-5	0,6	20	20,75	20,15	20,75	0,15	0	0,15	0,15	1,4433E-15	
F	3-5	0,75	20	20,75	20	20,75	0	0	0	0	0	x
G	5-6	0,725	20,75	21,475	20,75	21,475	0	0	0E+00	1,4433E-15	1,4433E-15	x
H	6-7	0,725	21,475	22,2	21,475	22,2	0	0	0E+00	-2,109E-15	-2,109E-15	x

G. Justificació de preus

G.1. Preus bàsics

G.1.1. Materials

MATERIALS (PRESSUPOST)

DISSENY I CÀLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	UT.	PREU/UT.
02.02.03	Xapa acer AISI 304 15x30x30	Ud	25,00
ANR-011	Anoditzat color Ref 11	m ²	30,00
BTE-001	Botó elèctric Ref. GH7268-ND	Ud	6,82
CAR-0056	Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	Ud	0,20
EJBT-001	Ejector al buit ZL3H04-K1	Ud	289,40
ELVL-001	Electrovàlvula N.C.	Ud	83,73
JNT-001	Juntes tòriques 1,5x12 NBR	Ud	1,40
MOL-001	Molles Ref. C03000421500M	Ud	6,26
PAS-0324	Passadors DIN 6325 diam. 3 long. 24, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0324	Ud	0,30
PAS-0422	Eixos DIN 6325, diam. 4 long. 22, 16MnCr5	Ud	1,40
PAS-0614	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 14, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0614	Ud	0,70
PAS-0630	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 30, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0630	Ud	0,75
PNO-001	Pintura negra opaca	m ²	13,40
RAC-001	Ràncors Ref. 3101 10 13	Ud	7,16
ROFM-001	Rosca femella Rc1/2	Ud	0,15
RPA-001	Rollo de PA-12	m	0,88
SNPB-001	Sensor de pressió al buit	Ud	116,72
TUPT-001	Tub poliuretà TU1065B-20 (20m)	Ud	17,25
VNT-001	Ventoses Ref. SPB2 40 SI-55 SW100 P	Ud	11,45
XAL-0001	Xapa d'alumini EN AW-6082 95x95x25	Ud	25,00
XPA-002	Xapa d'alumini EN AW-6082 100x170x20	Ud	30,00

G.1.2. Mà d'obra

MÀ D'OBRA (PRESSUPOST)

DISSENY I CÀLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	UT.	PREU/UT.
OFP-001	Oficial de 1a pintor	h	25,00
OIM-001	Operari impressora 3D	h	20,00
OME-001	Operari mecanitzat	h	40,00
OPNE-001	Operari sistema pneumàtic	h	35,00

G.1.2.3. Maquinària

MAQUINÀRIA (PRESSUPOST)

DISSENY I CÀLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	UT.	PREU/UT.
EMA-001	Eines de mà	h	8,00
IMJ-001	Impressora 3D MultiJet	h	100,00
OPM-001	Operacions de mecanitzat	h	100,00

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

G.2. Preus unitat d'obra

QUADRE DE DESCOMPOSATS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
01	CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ				
FPS-001	Fabricació peça superior unió braç El preu inclueix les toleràncies i acabats superficials definits als plànols. El preu del transport està inclòs en totes les peces que s'envien a fabricar.	Ud			
XAL-0001	Xapa d'alumini EN AW-6082 95x95x25	1,000 Ud	25,00	25,00	
OPM-001	Operacions de mecanitzat	1,000 h	100,00	100,00	
OME-001	Operari mecanitzat	1,750 h	40,00	70,00	
RAN-001	Recobriments d'anoditzat	1,000 Ud	33,75	33,75	
	TOTAL PARTIDA.....				228,75
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS-CENTS VINT-I-VUIT EUROS con SETANTA-CINC CÉNTIMOS				
FSB-001	Fabricació suport botó elèctric No s'inclou en el preu el rolo de matèria prima de PA-12, ja que aquest ja s'ha tingut en compte en la partida de l'agafador. El mateix amb el tintat de color negre.	Ud			
IMJ-001	Impressora 3D MultiJet	0,150 h	100,00	15,00	
OIM-001	Operari impressora 3D	0,100 h	20,00	2,00	
	TOTAL PARTIDA.....				17,00
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DISSET EUROS				
PAS-0324	Passadors DIN 6325 diam. 3 long. 24, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0324	Ud			
	Sense descomposició				
	TOTAL PARTIDA.....				0,30
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ZERO EUROS con TRENTA CÉNTIMOS				
PAS-0630	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 30, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0630	Ud			
	Sense descomposició				
	TOTAL PARTIDA.....				0,75
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ZERO EUROS con SETANTA-CINC CÉNTIMOS				
PAS-0614	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 14, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0614	Ud			
	Sense descomposició				
	TOTAL PARTIDA.....				0,70
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ZERO EUROS con SETANTA CÉNTIMOS				
CAR-0056	Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	Ud			
	Sense descomposició				
	TOTAL PARTIDA.....				0,20
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ZERO EUROS con VINT CÉNTIMOS				
BTE-001	Botó elèctric Ref. GH7268-ND	Ud			
	Sense descomposició				
	TOTAL PARTIDA.....				6,82
	Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIS EUROS con VUITANTA-DOS CÉNTIMOS				

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

QUADRE DE DESCOMPOSATS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
03 CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR					
05	Fabricació agafador	Ud			
IMJ-001	Impressora 3D MultiJet	2,000 h	100,00	200,00	
OIM-001	Operari impressora 3D	1,000 h	20,00	20,00	
RPA-001	Rollo de PA-12	50,000 m	0,88	44,00	
RPN-001	Recobriments de pintura negra opaca	1,000 m	19,20	19,20	
TOTAL PARTIDA.....					283,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS-CENTS VUITANTA-TRES EUROS con VINT CÉNTIMOS					
PAS-0422	Eixos DIN 6325, diam. 4 long. 22, 16MnCr5	Ud			
		Sense descomposició			
TOTAL PARTIDA.....					1,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con QUARANTA CÉNTIMOS					
VNT-001	Ventoses Ref. SPB2 40 SI-55 SW100 P	Ud			
		Sense descomposició			
TOTAL PARTIDA.....					11,45
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONZE EUROS con QUARANTA-CINC CÉNTIMOS					
JNT-001	Juntes tòriques 1,5x12 NBR	Ud			
		Sense descomposició			
TOTAL PARTIDA.....					1,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con QUARANTA CÉNTIMOS					

QUADRE DE DESCOMPOSATS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
04 CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC					
INEJ-001	Instal·lació ejector al buit	Ud			
EJBT-001	Ejector al buit ZL3H04-K1	1,000 Ud	289,40	289,40	
EMA-001	Eines de mà	0,250 h	8,00	2,00	
OPNE-001	Operari sistema pneumàtic	0,250 h	35,00	8,75	
TUPT-001	Tub poliuretà TU1065B-20 (20m)	1,000 Ud	17,25	17,25	
ELVL-001	Electrovàlvula N.C.	1,000 Ud	83,73	83,73	
SNPB-001	Sensor de pressió al buit	1,000 Ud	116,72	116,72	
ROFM-001	Rosca femella Rc1/2	1,000 Ud	0,15	0,15	
TOTAL PARTIDA.....					518,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCCENTS DIVUIT EUROS					
VFFG-001	Verificació fugues i funcionament circuit	Ud			
OPNE-001	Operari sistema pneumàtic	0,500 h	35,00	17,50	
TOTAL PARTIDA.....					17,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DISSET EUROS con CINQUANTA CÉNTIMOS					

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H. Especificacions generals.

A continuació es mostraran les fitxes tècniques dels equips que envolten el nostre mecanisme de canvi ràpid. En elles podrem veure moltes característiques de les quals, algunes seran d'interès, mentre que d'altres, no tant. També es mostraran les fitxes tècniques de components que no s'han inclòs en l'estudi d'aquest treball, però que es considera que són d'especial interès, com per exemple, la fitxa del braç robòtic.

H.1. Braç robòtic.

Tipo de robot	UR10e
Peso	33.3 kg / 73.5 lb
Carga máxima	10 kg / 22 lb (5.4. Carga máxima en la página 31)
Alcance	1300 mm / 51,2 pulg.
Rango giro juntas	± 360 ° for all joints
Speed	Juntas de base y hombro: Máx. 120 °/s. Todas las otras juntas: Máx. 180 °/s.Tool: Approx. 1 m/s / Approx. 39.4 in/s.
System Update Frequency	500 Hz
Precisión del sensor de par de torsión de fuerza	5.5 N
Repetibilidad de poses	± 0,05 mm / ± 0,0019 pulg. (1,9 mils) según ISO 9283
Espacio necesario	Ø190 mm / 7,5 pulg.
Grados de libertad	6 rotating joints
Dimensiones de la Caja de control (ancho, alto, largo)	460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 in
Puertos de E/S de la caja de control	16 digital in, 16 digital out, 2 analog in, 2 analog out
Puertos de E/S de la herramienta	2 entradas digitales, 2 salidas digitales, 2 entradas analógicas
Comunicación con herramienta	RS
Suministro eléctrico E/S de la herramienta	12 V/24 V 2 A (clavija dual) 1 A (clavija individual)
Fuente de alimentación de E/S	24 V 2 A in Control Box
Comunicación	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3ab, 1000BASE-T Ethernet socket, MODBUS TCP & EtherNet/IP Adapter, Profinet
Programación	PolyScope graphical user interface on 12" touchscreen
Ruido	Brazo robótico: Menos de 65dB(A) Caja de control: Menos de 50dB(A)
Clasificación IP	IP54
Clasificación de sala blanca	Brazo robótico: Clase ISO 5 Caja de control: Clase ISO 6
Potencia media máxima	615 W

Figura H.1. Fitxa tècnica braç robòtic – *Universal Robots*.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H.2. Ejector al buit.

Ejector de vacío multietapa Serie ZL3/ZL6



* La electroválvula montada en este producto es la electroválvula de 5 vías de la serie JSY3000 de SMC.

Para más detalles sobre las funciones de la electroválvula, consulta el Manual de funcionamiento de la serie JSY3000 en el sitio web de SMC (<http://www.smc.eu>)

Electroválvula de 5 vías Serie JSY3000
(ZL3-) JSY3140-5

Ejector de vacío multietapa Serie ZL3

ZL3-□□□□-5

Accionamiento manual

Entrada eléctrica

Consulta la página 26.

Características técnicas del ejector

ZL3

Modelo	ZL3M□□	ZL3H□□
Tamaño de la boquilla [mm]	1.9	1.5
Presión de alimentación estándar [MPa]	0.35	0.50
Presión de vacío máx. [kPa] ^{*1}	-91	-93
Caudal máx. de aspiración [l/min (ANR)]	280	
	Doble conexión/Conexión de escape	
	300	
Consumo de aire [l/min (ANR)]	150	135
Rango de presión de alimentación [MPa]	0.2 a 0.6	
Rango de temperatura de trabajo [°C]	-5 a 50 (sin congelación ni condensación)	
Fluido	Aire	
Resistencia a vibraciones [m/s ²] ^{*2}	20	
Resistencia a impactos [m/s ²] ^{*3}	100	

- *1 Valores basados en el estándar de mediciones de SMC a presión de alimentación estándar. Dependen de la presión atmosférica (clima, altitud, etc.) y del método de medición.
- *2 10 a 500 Hz durante 2 horas en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)
- *3 3 veces en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)

ZL6

Modelo	ZL6M□□	ZL6H□□
Tamaño de la boquilla [mm]	1.9 x 2	1.5 x 2
Presión de alimentación estándar [MPa]	Sin válvula 0.35	0.50
	Con válvula 0.37	0.52
Presión de vacío máx. [kPa] ^{*1}	-91	-93
Caudal de succión máx. [l/min(ANR)]	580	
	Doble conexión/ Conexión de escape	
	600	
Consumo de aire [l/min(ANR)]	300	270
Rango de presión de alimentación [MPa]	0.2 a 0.6	
Rango de temperatura de trabajo [°C]	-5 a 50 (sin congelación ni condensación)	
Fluido	Aire	
Resistencia a vibraciones [m/s ²] ^{*2}	20	
Resistencia a impactos [m/s ²] ^{*3}	100	

- *1 Valores basados en el estándar de mediciones de SMC a presión de alimentación estándar. Dependen de la presión atmosférica (clima, altitud, etc.) y del método de medición.
- *2 10 a 500 Hz durante 2 horas en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)
- *3 3 veces en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)

Características de la válvula de alimentación/válvula de descarga

Modelo	ZL3-JSY3140
Tiempo de respuesta (a 0.6 MPa)	27 ms o menos ^{*1}
Max. frecuencia de trabajo	5 Hz
Accionamiento manual	Pulsador sin enclavamiento, Modelo de enclavamiento para destornillador, Modelo de enclavamiento con mando giratorio
Tensión nominal de la bobina	24 VDC
Rango de tensión admisible	Tensión nominal ±10 %
Consumo de energía	0.4 W

- *1 Basado en la prueba de rendimiento dinámico JIS B 8419: 2010 (Temperatura de bobina 20 °C, a tensión nominal)
- *2 Consulta el catálogo WEB para obtener más información sobre la serie JSY3000.

Características técnicas del manómetro

Modelo	GZ33-K1K-01-X56	GZ33-P1C-N01-X55
Unidades de presión	kPa	Escala doble en Hg/psi
Rango de presión	-100 a 100 kPa	-30 inHg a 14 psi
Rosca de conexión	R1/8	NPT1/8
Precisión	Vacío ±3 % fondo de escala, Presión positiva ±5 % fondo de escala	
Peso	30 g	

Figura. H.2. Fitxa tècnica ejector.


Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H.3.Ventoses.

SPB2 40 SI-55 SW100 P

Nº de artículo: 10.01.06.03225

Ventosa de fuella (redonda) con 2,5 pliegues para alta dinámica cartón y envases con estabilidad propia



[Añadir a la lista de comparación](#)
[Hoja de datos del producto](#)
[Instrucciones de pedido](#)

Iniciar sesión para ver precios y disponibilidades

1 Cantidad (Piezas)
 ADJUNTAR A CESTA

Tamaño	40
Material de ventosa	Silicona SI
Dureza del material [Shore A]	55 Shore A
Altura H	47 mm

Datos de diseño +

Datos técnicos -

Atributo	Valor
Fuerza aspir.	14,90 N
Fuerza arranque	40 N
Volumen	22 cm ³
Radio de curvatura (mín) (convexa)	75 mm
Tamaño	40
Número de pliegues	2,50
Material de ventosa	Silicona SI
Dureza del material [Shore A]	55 Shore A
Peso	18,50 g
Familia de productos	SPB2

Figura H.3. Fitxa tècnica ventoses.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H.4. Botó.

SERIES 30 Snap-in Panel Mounting

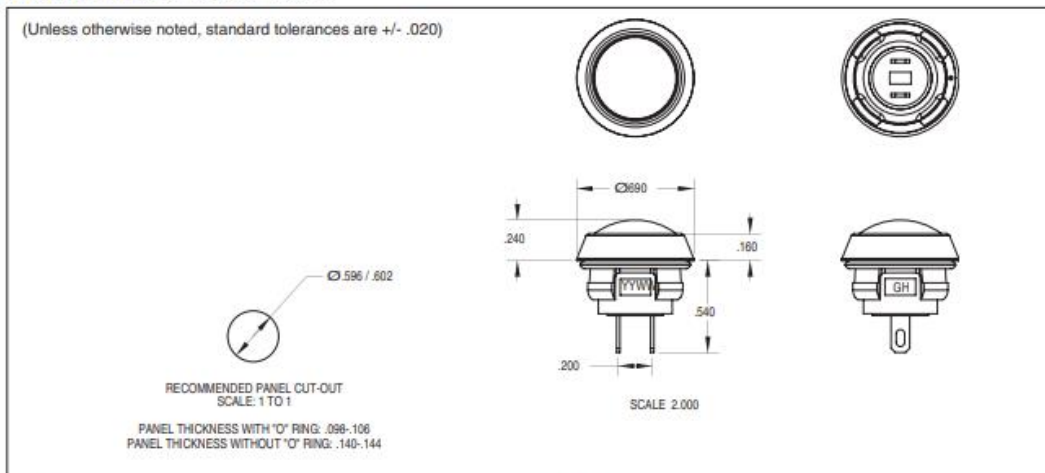
FEATURES

- Convenient Snap-in Panel Mounting
- Choice of 6 Button Colors
- SPST (Momentary Contact)
- Gold Plated Contacts
- Sealed
- Butt Contact System



DIMENSIONS In inches (and millimeters)

(Unless otherwise noted, standard tolerances are +/- .020)



Pushbutton Switches

MATERIAL

- Button, Housing, Base and Plunger: Nylon, 45% Glass-filled
- Terminal: Brass, gold-plated over nickel
- Shorting Bar: Brass, gold-plated over nickel
- Internal Seal: Silicone Rubber
- O-ring Seal: Silicone
- Spring: Tinned music wire
- Travel: .090 Nominal
- Travel Before Make: .035 Nominal

RATINGS

- Cycles: 500,000 Actuations
- Operating Temperature: -40° C to +80° C
- Shock: 100 G's / 6 Milliseconds
- Rating at 24 VDC: 150 Milliamps
- Voltage Breakdown: 1000 VAC between mutually insulated parts
- Contact Resistance: 25 milliohms max on new switch
- Insulation: 1,000 megaohms minimum

ORDERING INFORMATION

Part Number	Description
30-100	Black
30-101	Red
30-102	Green
30-103	Yellow
30-104	Orange
30-105	Blue

CIRCUITRY

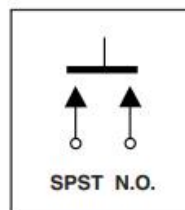
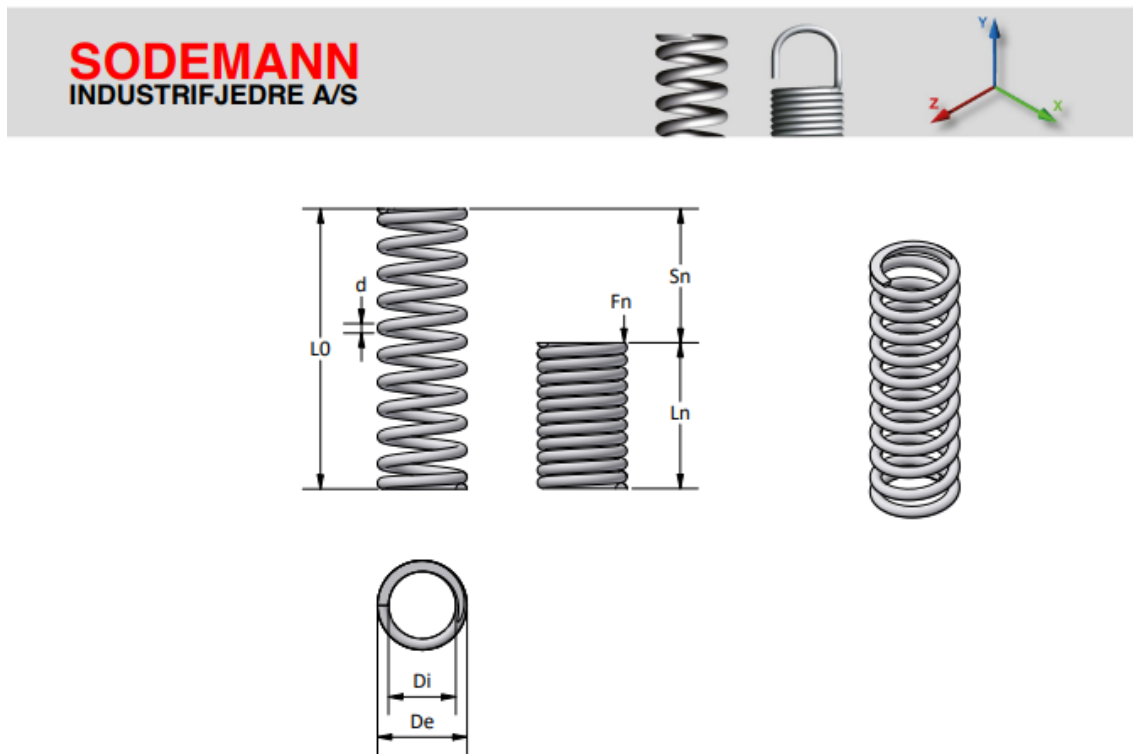


Figura H.4. Fitxa tècnica Botó.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

H.5. Molles.



C03000421500M

Atributo del producto	Valor
Tipo de muelle	Muelle comp.
Tipo	Alambre de piano
d - Diámetro del alambre (mm)	1,07
De - Diámetro externo (mm)	7,62
Di - Diámetro interno (mm)	5,48
L0 - Longitud sin carga (mm)	38,10
Ln - Longitud máx. con carga (mm)	22,89
Sn - Recorrido máximo (mm)	15,21
Fn - Carga máxima en N en Ln (N)	52,53
R - Constante del muelle (N/mm)	3,45
Amarres	Cerrado, rectificado
Peso (g)	2,42
Código hs	7320208100
País de origen	UK

Figura H. 5. Fitxa tècnica Molles.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I.Catàlegs.

Tot seguit es mostraran els diferents catàlegs que s'han fet servir per tal de trobar el component més idoni, alguns d'ells donada la seva gran extensió, només es mostrarà la part d'interès.

I.1. Ventoses.

Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

Superficie de ventosa (\emptyset) de 20 mm a 50 mm



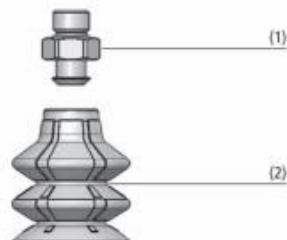
Adecuado para aplicaciones específicas de ramo



Aplicación

- Ventosa de fuelle redonda con 2,5 pliegues para el uso en formadoras de cajas de cartón y trays con exigencias altas de carrera de la ventosa, dinámica y resistencia al desgaste
- Manipulación de piezas flexibles, cajas de cartón con relleno para procesos de paletizado y despaletizado
- Aplicaciones en los que se exigen excelente capacidad de adaptación y compensación de altura, p. ej. retirada de cartones del cargador en formadoras rotativas
- Manipulación de cajas de cartón, embalajes flexibles y con estabilidad propia en máquinas de carga superior y lateral

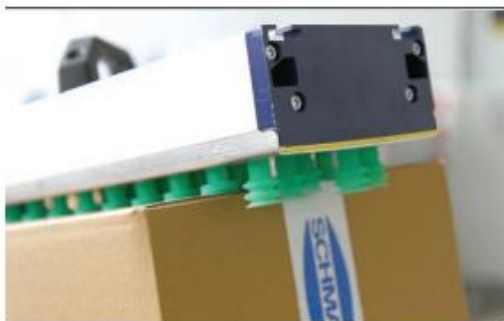
Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)



Diseño

- Ventosa de fuelle redonda SPB2 con 2,5 pliegues (2) y labio sellador y flexible
- Hasta un diámetro de 30 mm, con elemento de conexión de encaje (1)
- A partir de diámetro de 40 mm con un elemento integrador de 2 piezas: compuesto de componente para el lado de la máquina y componente para el lado de aspiración
- Disponible como ventosa montada (elemento de conexión y ventosa) o en piezas sueltas

Diseño del sistema Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)



Ventosas de fuelle SPB2 durante la manipulación de cartones

Nuestras prestaciones...

- Gran carrera de ventosa
- Gran diámetro interior del pliegue
- Labio sellador flexible y adaptable
- Elementos de encaje entre el labio sellador y el pliegue

Su beneficio...

- Excelente capacidad de adaptación y compensación de alturas superficies abombadas
- Altos flujos volum. para tiempos de ciclo cortos
- Buenas caract. de sellado sobre cartones y embalajes con estabilidad propia
- Engranaje dentado evita desplazamiento de la ventosa



Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)



Superficie de ventosa (Ø) de 20 mm a 50 mm



Clave de nomenclatura Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

SPB2	-	30	-	ED-65	-	G1/8-AG
1		2		3		4

1 - Designación breve

Código	Diseño
SPB2	2,5 pliegues

2 - Superficie de ventosa

Código	Diámetro en mm
20...50	ø 20 a 50

3 - Material

Código	Material
ED-65	Elastodur

4 - Conexión

Código	Conexión
G1/4-AG	G1/4-AG (AG = macho (MA))
G1/4-IG	G1/4-IG (IG = hembra (HE))
G1/8-AG	G1/8-AG
G1/8-IG	G1/8-IG

La ventosa SPB2 (pieza elástica + elemento de conexión) se suministra montada. El producto se compone de:

- Ventosa del tipo SPB2 – pieza elástica, disponible en diversos diámetros
- Elemento de conexión del tipo SC – disponible con diversas roscas

Piezas de repuesto disponibles: ventosa SPB2, elemento de conexión (Schmalz-Connector)

Accesorios disponibles: inserto para ventosas SPI



Datos de pedido Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

Tipo	Conexión de vacío:			
	G1/4-AG	G1/4-IG	G1/8-AG	G1/8-IG
SPB2 20	-	-	10.01.06.03453	10.01.06.03454
SPB2 25	-	-	10.01.06.03455	10.01.06.03456
SPB2 30	-	-	10.01.06.03457	10.01.06.03458
SPB2 40	10.01.06.03459	10.01.06.03460	-	-
SPB2 50	10.01.06.03461	10.01.06.03462	-	-



Datos de pedido Parte de repuesto Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

Tipo	Parte de repuesto		Número de artículo
SPB2 20	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 20 ED-65 SC040	10.01.06.03409
SPB2 25	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 25 ED-65 SC040	10.01.06.03410
SPB2 30	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 30 ED-65 SC040	10.01.06.03411
SPB2 40	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 40 ED-65 SC050	10.01.06.03412
SPB2 50	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 50 ED-65 SC050	10.01.06.03413

Tipo	Parte de repuesto		Número de artículo
SPB2 20 ED-65 G1/8-AG	Schmalz-Connector	SC 040 G1/8-AG	10.01.06.02490
SPB2 20 ED-65 G1/8-IG	Schmalz-Connector	SC 040 G1/8-IG	10.01.06.02482
SPB2 25 ED-65 G1/8-AG	Schmalz-Connector	SC 040 G1/8-AG	10.01.06.02490
SPB2 25 ED-65 G1/8-IG	Schmalz-Connector	SC 040 G1/8-IG	10.01.06.02482
SPB2 30 ED-65 G1/8-AG	Schmalz-Connector	SC 040 G1/8-AG	10.01.06.02490
SPB2 30 ED-65 G1/8-IG	Schmalz-Connector	SC 040 G1/8-IG	10.01.06.02482

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)



Superficie de ventosa (\varnothing) de 20 mm a 50 mm



Datos de pedido Parte de repuesto Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

Tipo	Parte de repuesto		Número de artículo
SPB2 40 ED-65 G1/4-AG	Schmalz-Connector	SC 050 G1/4-AG	10.01.06.02487
SPB2 40 ED-65 G1/4-IG	Schmalz-Connector	SC 050 G1/4-IG	10.01.06.02488
SPB2 50 ED-65 G1/4-AG	Schmalz-Connector	SC 050 G1/4-AG	10.01.06.02487
SPB2 50 ED-65 G1/4-IG	Schmalz-Connector	SC 050 G1/4-IG	10.01.06.02488



Datos de pedido Accesorios Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

Tipo	Accesorios		Número de artículo
SPB2 20	Inserto para ventosas PA	SPI 20 SPB2-20	10.01.06.04041
SPB2 25	Inserto para ventosas PA	SPI 25 SPB2-25	10.01.06.04042
SPB2 30	Inserto para ventosas PA	SPI 30 SPB2-30	10.01.06.04043
SPB2 40	Inserto para ventosas PA	SPI 40 SPB2-40	10.01.06.04044
SPB2 50	Inserto para ventosas PA	SPI 50 SPB2-50	10.01.06.04045



Datos técnicos Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

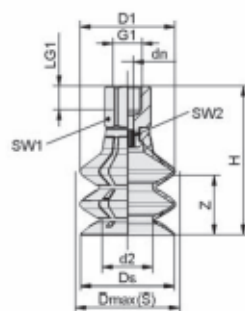
Tipo	Fuerza aspir. [N]*	Fuerza arranque [N]	Fuerza lateral [N]	Volumen [cm ³]	Radio de la pieza min. (convexo) [mm]	Diámetro interior tubo (recom.) d [mm]**
SPB2 20	6,8	15,7	8,4	4,2	20	4
SPB2 25	9,9	20,1	9,1	7,6	20	4
SPB2 30	14,4	28,4	12,8	12,4	30	6
SPB2 40	24,8	40,5	20,3	27,9	60	6
SPB2 50	34,6	61,8	28,5	51,8	75	6

*Los datos de fuerza de aspiración son valores teóricos a -0,6 bar de vacío y superficie de pieza seca, lisa y plana - se indican sin factor de seguridad

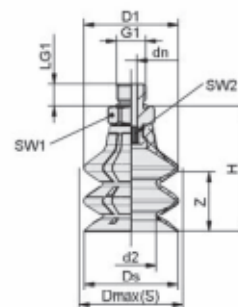
**Los diámetros de tubo flexible recomendados se refieren a una longitud de tubo flexible de aprox. 2 m.



Datos de diseño Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)



SPB2 IG



SPB2 AG

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

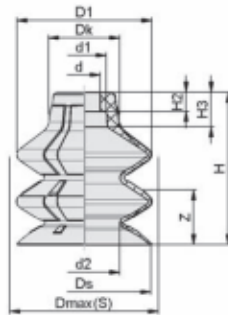
Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)

Superficie de ventosa (\emptyset) de 20 mm a 50 mm



Datos de diseño Ventosas de fuelle SPB2 (2,5 pliegues)



SPB2

Tipo*	d2 [mm]	dn [mm]	D1 [mm]	Dmax(S) [mm]**	Ds [mm]	G1	H [mm]	LG1 [mm]	SW1 [mm]	SW2 [mm]	Z (Carrera) [mm]
SPB2 20 ED-65 G1/8-AG	12,0	4,0	22,1	23,5	21,4	G1/8*-MA	32	7,5	14	4	13
SPB2 20 ED-65 G1/8-IG	12,0	4,0	22,1	23,5	21,4	G1/8*-HE	40	8,0	14	4	13
SPB2 25 ED-65 G1/8-AG	14,5	4,0	27,2	28,0	26,4	G1/8*-MA	37	7,5	14	4	17
SPB2 25 ED-65 G1/8-IG	14,5	4,0	27,2	28,0	26,4	G1/8*-HE	45	8,0	14	4	17
SPB2 30 ED-65 G1/8-AG	16,9	4,0	32,2	34,0	31,4	G1/8*-MA	43	7,5	14	4	20
SPB2 30 ED-65 G1/8-IG	16,9	4,0	32,2	34,0	31,4	G1/8*-HE	51	8,0	14	4	20
SPB2 40 ED-65 G1/4-AG	22,9	6,1	42,2	44,5	41,3	G1/4*-MA	53	10,0	17	6	25
SPB2 40 ED-65 G1/4-IG	22,9	6,1	42,2	44,5	41,3	G1/4*-HE	63	12,0	17	6	25
SPB2 50 ED-65 G1/4-AG	27,1	6,1	52,2	55,5	51,3	G1/4*-MA	64	10,0	17	6	32
SPB2 50 ED-65 G1/4-IG	27,1	6,1	52,2	55,5	51,3	G1/4*-HE	74	12,0	17	6	32

*Tolerancias de medida admisibles para piezas elastoméricas según DIN ISO 3302-1 M3

**Se refieren las medidas exteriores de la ventosa cuando está aspirando

Tipo*	d [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	D1 [mm]	Dk [mm]	Dmax(S) [mm]**	Ds [mm]	H [mm]	H2 [mm]	H3 [mm]	Z (Carrera) [mm]
SPB2 20	7,5	10,5	12,0	22,2	15,0	23,5	21,4	25,3	4,6	7,0	13,0
SPB2 25	7,5	10,5	14,5	27,2	15,5	28,0	26,4	30,9	4,6	7,8	17,0
SPB2 30	7,5	10,5	16,9	32,2	16,8	34,0	31,4	36,2	4,6	7,9	20,0
SPB2 40	11,0	17,3	22,9	42,2	22,5	44,5	41,3	45,0	7,0	9,9	25,0
SPB2 50	11,0	17,3	27,1	52,2	23,5	55,5	51,3	55,9	7,0	11,6	32,0

*Tolerancias de medida admisibles para piezas elastoméricas según DIN ISO 3302-1 M3

**Se refieren las medidas exteriores de la ventosa cuando está aspirando

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo



Superficie de ventosa (Ø) 20 mm y 40 mm



Adecuado para aplicaciones específicas de ramo

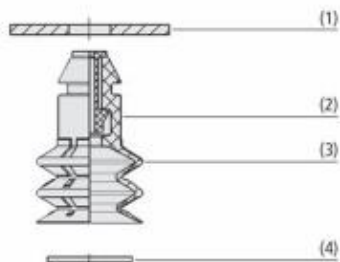
Aplicación

- Ventosa de fuelle redonda con 2,5 pliegues para procesos de paletizado y despaletizado en el sector del envasado
- Manipulación de material de envasado como cajas de cartón o envases con y sin estabilidad propia
- Manipulación de envases blister, productos envasados en lámina, bolsas de plástico o trays
- Uso en sistemas de planos aspirantes y «planos de ventosas»; integración de resistencias al flujo para reducir las fugas que ocurren en la disponibilidad de la pieza-parte



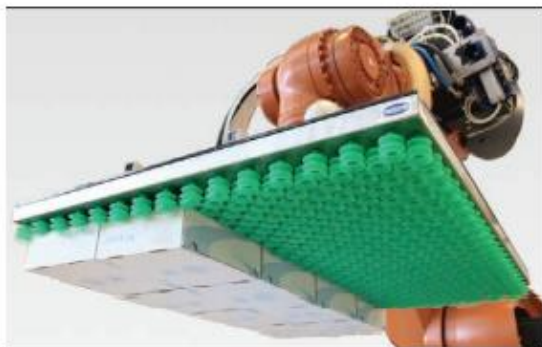
Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo

Diseño



- Ventosa de fuelle redonda SPB2 P con 2,5 pliegues (3) y labio sellador suave y flexible
- Con integración de resistencias al flujo de 0,8 a 1,5 mm (2)
- Montaje sin herramientas mediante agujero existente (1) a la máquina por función de inserción
- Integración opcional de tamiz filtrante (4) como filtro previo (120 µm de finura de filtro)

Diseño del sistema Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo



Ventosas de fuelle SPB2 P durante la manipulación de cartones

Nuestras prestaciones...

- Montaje sin herramientas mediante función de inserción «Push-In»
- Labio sellador flexible y adaptable
- Suave de los pliegues con gran carrera y reducida fuerza de retroceso
- Material de silicona 51 conforme con FDA

Su beneficio...

- Montaje y desmontaje de las ventosas muy rápido
- Excelente hermetizado sobre cajas de cartón y material de envasado
- Uso en sistemas de planos aspirantes y «planos de ventosas»
- Es posible el uso directo en el ramo alimenticio



Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo



Superficie de ventosa (Ø) 20 mm y 40 mm

Clave de nomenclatura Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo

SPB2	-	20	-	SI-40	-	SW80	-	P
1		2		3		4		5

1 - Designación breve

Código	Diseño
SPB2	2,5 pliegues

2 - Superficie de ventosa

Código	Diámetro en mm
20...40	Ø 20 y 40

3 - Material

Código	Material
SI-40	Caucho de silicona
SI-55	Caucho de silicona

4 - Resistencia al flujo

Código	Diámetro en mm
SW80	Ø 0,8
SW100	Ø 1
SW130	Ø 1,3
SW150	Ø 1,5

5 - Complemento de la gama de producto

Código	Modelo
P	Función de inserción

La ventosa de fuelle SPB2 P se suministra como componente listo para enchufar. Disponible en diversos diámetros.

Piezas de repuesto disponibles: ventosa SPB2 P, resistencia al flujo

Accesorios disponibles: disco del filtro

Datos de pedido Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo

Tipo	Número de artículo
SPB2 20 SI-40 SW80 P	10.01.06.03220
SPB2 20 SI-40 SW100 P	10.01.06.03221
SPB2 20 SI-40 SW130 P	10.01.06.03222
SPB2 20 SI-40 SW150 P	10.01.06.03223
SPB2 40 SI-55 SW80 P	10.01.06.03224
SPB2 40 SI-55 SW100 P	10.01.06.03225
SPB2 40 SI-55 SW130 P	10.01.06.03226
SPB2 40 SI-55 SW150 P	10.01.06.03227

Datos de pedido Parte de repuesto Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo

Tipo	Parte de repuesto	Número de artículo
SPB2 20 SI-40 SW80 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 20 SI-40 P 10.01.06.03125
SPB2 20 SI-40 SW100 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 20 SI-40 P 10.01.06.03125
SPB2 20 SI-40 SW130 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 20 SI-40 P 10.01.06.03125
SPB2 20 SI-40 SW150 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 20 SI-40 P 10.01.06.03125
SPB2 40 SI-55 SW80 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 40 SI-55 P 10.01.06.03126
SPB2 40 SI-55 SW100 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 40 SI-55 P 10.01.06.03126
SPB2 40 SI-55 SW130 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 40 SI-55 P 10.01.06.03126
SPB2 40 SI-55 SW150 P	Ventosa de fuelle (redonda)	SPB2 40 SI-55 P 10.01.06.03126

Tipo	SW 80 P	SW 100 P	SW 130 P	SW 150 P
SPB2 0,8	10.05.04.00090	-	-	-
SPB2 1,0	-	10.05.04.00091	-	-
SPB2 1,3	-	-	10.05.04.00092	-
SPB2 1,5	-	-	-	10.05.04.00093

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Ventosas para embalaje

Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo



Superficie de ventosa (Ø) 20 mm y 40 mm



Datos de pedido Accesorios Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo

Tipo	Accesorios			Número de artículo
SPB2 20	Disco del filtro	FD 16 120	10.01.06.02565	
SPB2 40	Disco del filtro	FD 34 120	10.01.06.02572	



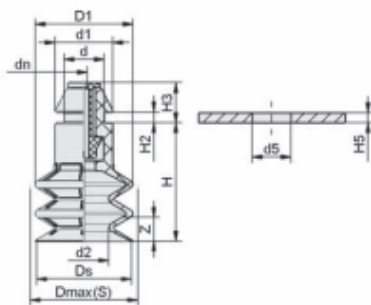
Datos técnicos Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo

Tipo	Fuerza aspir. [N]*	Fuerza arranque [N]	Radio de la pieza min. (convexo) [mm]	Volumen [cm ³]
SPB2 20	4,9	8	25	2,5
SPB2 40	14,9	40	75	22,0

*Los datos de fuerza de aspiración son valores teóricos a -0,6 bar de vacío y superficie de pieza seca, lisa y plana - se indican sin factor de seguridad



Datos de diseño Ventosas de fuelle SPB2 P (2,5 p.) resistencia al flujo



SPB2 P

Tipo*	d [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	d5 [mm]	D1 [mm]	Dmax(S) [mm]**	dn [mm]	Ds [mm]	H [mm]	H2 [mm]	H3 [mm]	H5 [mm]	Z (Carrera) [mm]	
SPB2 20	0,8	8,5	11,8	10,2	7,9	20,0	20,5	0,8	19,6	24,3	2,2	8,2	2	9
SPB2 20	1	8,5	11,8	10,2	7,9	20,0	20,5	1,0	19,6	24,3	2,2	8,2	2	9
SPB2 20	1,3	8,5	11,8	10,2	7,9	20,0	20,5	1,3	19,6	24,3	2,2	8,2	2	9
SPB2 20	1,5	8,5	11,8	10,2	7,9	20,0	20,5	1,5	19,6	24,3	2,2	8,2	2	9
SPB2 40	0,8	12,5	15,7	17,8	11,5	43,5	44,6	0,8	42,7	47,0	2,2	8,2	2	20
SPB2 40	1	12,5	15,7	17,8	11,5	43,5	44,6	1,0	42,7	47,0	2,2	8,2	2	20
SPB2 40	1,3	12,5	15,7	17,8	11,5	43,5	44,6	1,3	42,7	47,0	2,2	8,2	2	20
SPB2 40	1,5	12,5	15,7	17,8	11,5	43,5	44,6	1,5	42,7	47,0	2,2	8,2	2	20

*Tolerancias de medida admisibles para piezas elastoméricas según DIN ISO 3302-1 M3

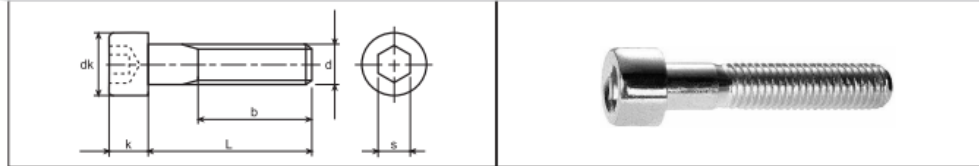
**Se refieren las medidas exteriores de la ventosa cuando está aspirando

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I.2. Cargols.

DIN 912

Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal



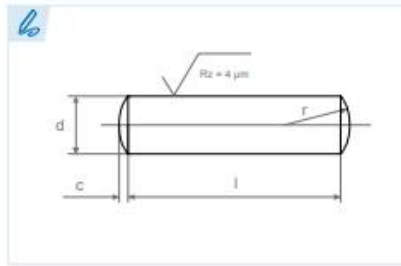
ISO 4762 EN

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18
P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
b	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48
dk (max)	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27
k (max)	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
s	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14
L	(5-30)	(6-40)	(9-50)	(10-60)	(12-80)	(16-100)	(20-120)	(25-140)	(25-160)	(30-160)
d	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M42	M48	M56
P	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4,5	5	6,5
b	52	56	60	66	72	78	84	96	108	124
dk (max)	30	33	36	40	45	50	54	63	72	84
k (max)	20	22	24	27	30	33	36	42	48	56
s	17	17	19	19	22	24	27	32	36	41
L	(30-200)	(35-220)	(40-260)	(45-260)	(45-300)	(50-300)	(55-300)	(60-300)	(70-300)	(160-300)
	4.6	4.8	5.6 ●	5.8	6.8 ●	8.8 ●	10.9 ●	12.9 ●	A2 ●	A4 ●

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I.3. Passadors.

DIN 7



Pasador cilíndric

Parallel pins
Goupille cylindrique
Cavilha cilíndrica

Material: 9SMnPb28K

Material: 9SMnPb28K

Matière: 9SMnPb28K

Material: 9SMnPb28K

Tolerància: m6

Tolerance: m6

Tolérance: m6

Tolerància: m6

d	m6	0,8*	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	25	30	40	50	m6	d
c	max.	0,12	0,15	0,18	0,23	0,3	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	4	4,5	6	7,5	max.	c
r	≈	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	16	20	25	32	40	50	≈	r
l	02	03	03	03	04	04	04	05	05	06	06	08	10	10	14	16	20	24	32	40	50	l	
	03	04	04	04	05	05	05	06	06	08	10	12	12	16	18	22	28	36	45	55			
	04	05	05	05	06	06	06	08	08	10	12	14	14	18	20	24	32	40	50	60			
	05	06	06	06	08	08	08	10	10	12	14	16	16	20	22	26	36	45	55	70			
	06	08	08	08	10	10	10	12	12	14	16	18	18	22	24	28	40	50	60	80			
	08	10	10	10	12	12	12	14	14	16	18	20	20	24	26	30	45	55	70	90			
		12	12	12	14	14	14	16	16	18	20	22	22	26	28	32	50	60	80	100			
		14	14	14	16	16	16	18	18	20	22	24	24	28	30	36	55	70	90	120			
		16		16	18	18	18	20	20	22	24	26	26	30	32	40	60	80	100	140			
		18		18	20	20	20	22	22	24	26	28	28	32	36	45	70	90	120	160			
		20		20	22	22	22	24	24	26	28	30	30	36	40	50	80	100	140	180			
			22	24	24	24	24	26	26	28	30	32	32	40	45	55	90	120	160	200			
			24	26	26	26	26	28	28	30	32	36	36	45	50	60	100	140	180				
			26	28	28	28	28	30	30	32	36	40	40	50	55	70	120	160	200				
			28	30	30	30	32	32	36	40	45	45	55	60	80	140	180						
			30	32	32	32	36	36	40	45	50	50	60	70	90	150	200						
			32			36	36	40	40	45	50	55	55	70	80	100	160						
						40	40	45	45	50	55	60	60	80	90	120	180						
						45	50	50	55	60	70	70	90	100	140	200							
						50	55	55	60	70	80	80	100	120	160								
					55	60	60	70	80	90	90	120	140	180									
					60	70	70	80	90	100	100	140	160	200									
					80	80	90	100	120	120	160	180											
					90	90	100	120															
					100	100																	

Tolerància de la longitud (l) - Tolerance of the length (l) - Tolérance de la longueur (l) - Tolerância do comprimento (l)

La siguiente tabla muestra la tolerancia de la longitud según la longitud y la tolerancia del diámetro.

The following table shows the length tolerance according to length and the diameter tolerance.

Le tableau ci-joint indique la tolérance de la longueur suivant la longueur et la tolérance du diamètre.

A seguinte tabela mostra a tolerância do comprimento conforme o comprimento e a tolerância do diâmetro.

	l = 2 - 10	l = 12 - 50	l = 58 - 200
d m6	+0,3 / 0	+0,5 / 0	+0,8 / 0
d h8	+0,5 / 0	+1 / 0	+1,5 / 0

Las longitudes en negrita son las más utilizadas.

Bold numbers represent the most commonly used lengths.

En noir les longueurs les plus utilisées.

Os comprimentos em negrito são os mais utilizados.

Otras medidas bajo consulta.

Other dimensions by request.

Autres dimensions sur demande.

Outras medidas, sob consulta.

Medidas fuera de norma DIN.

Dimensions outside DIN standard.

Longueur hors norme DIN.

Medidas fora da norma DIN.

* d = 0,8mm, sólo normalizado para h8.

d = 0,8 mm, Only standardized for h8.

d = 0,8 mm, Seulement normalisé pour h8.

d = 0,8 mm normalizado apenas para h8.

Ref: ?

ejemplo

exemple

exemplo

Ref. = D70 - XX - XXX

d

l

DIN 7 10 x 20

Ref. = D70-10-20

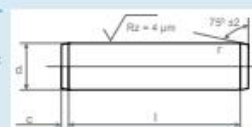
h8

Disponible en stock pasadores DIN 7 en tolerancia h8. Consulte con nuestro departamento comercial.

We stock DIN 7 dowel pins with an h8 tolerance. Contact our sales department.

Disponible sur stock goupilles DIN7 en tolérance h8. Nous consulter.

Disponível em estoque cavilhas DIN 7 em tolerância h8. Consulte o nosso departamento comercial.



Inoxidable - Stainless Steel - Inoxydable - Inoxidável

También disponibles en stock en material inoxidable.

Consulte con nuestro departamento comercial.

We also have stainless steel available in stock. Contact our sales department.

Également disponible sur stock en inox. Nous consulter.

Também disponíveis em estoque em material inoxidável. Consulte o nosso departamento comercial.



Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I.4. Ejector al buit.

Ejector de vacío multietapa

Caudal de succión máx.: 300 l/min (ANR) Caudal de succión máx.: 600 l/min (ANR)

Serie ZL3/ZL6



Forma de pedido

Sin válvula	ZL 3 M F06		
Con válvula	ZL 3 M F06	- K1 5 LO Z	- E B M G
Presostato con función de ahorro energético	ZL 3 M F06	- K1 5 LO Z	- V B M

1 2 3 4

Ejector

5 6 7 8 9

Válvula de alimentación/
Válvula de descarga

10 11 12 13 14

Sensor de presión de vacío ZL3 únicamente

1 Caudal de succión máx.

3	300 l/min (ANR) ^{*1}	M	0.35 MPa
6	600 l/min (ANR) ^{*1}	H	0.50 MPa

^{*1} Doble conexión, Conexión de escape

2 Presión de alimentación estándar

M	0.35 MPa
H	0.50 MPa

3 Tamaño de conexión de vacío (2/V) Diám. ext. tubo aplicable para conexión (1/P) de alimentación

Símbolo	Conexión de vacío (2/V)	Conexión alimentación (1/P)
06	Rc3/4	8 (sist. métrico)
04	2 x Rc1/2 (Especificación con doble conexión)	
F06	G3/4 ^{*2}	
F04	2 x G1/2 ^{*2} (Especificación con doble conexión)	5/16" (pulgadas)
N06	NPT3/4	
N04	2 x NPT1/2 (Especificación con doble conexión)	

^{*2} La forma de la cresta de la rosca es compatible con la rosca G estándar (ISO 228-1), pero otras formas no son conformes con la norma ISO 16030 o ISO 1179.

4 Método de escape

—	Escape con silenciador
P	Conexión de escape (Rc1, G1, NPT1) ^{*3}

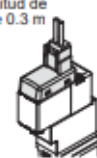
^{*3} Misma rosca de conexión que la seleccionada para 1

5 Combinación de válvula de alimentación / válvula de descarga


K1	Válvula de alimentación (N.C.), Válvula de descarga (N.C.)
K2	Válvula de alimentación (N.C.)
B1	Válvula de alimentación (N.A.), Válvula de descarga (N.C.)
B2	Válvula de alimentación (N.A.)

7 Entrada eléctrica

Conector enchufable L	Conector enchufable M
L: Longitud de cable 0.3 m	M: Longitud de cable 0.3 m



LO: Sin conector



MO: Sin conector

6 Tensión nominal

5	24 VDC
---	--------

8 LED/supresor de picos de tensión

Z	Con LED/supresor de picos de tensión
---	--------------------------------------

9 Accionamiento manual

—	Pulsador sin enclavamiento
D	Modelo de enclavamiento para destornillador
E	Modelo de enclavamiento con mando giratorio

10 Sensor de presión de vacío

—	Ninguno
GN	Con conexión (G) de detección de presión de vacío (Rc1/8, G1/8, NPT1/8) ^{*4}
G	Manómetro ^{*5}
E	Vacuostato (2 salidas de vacío)
F	Vacuostato (2 salidas de presión combinada)
V	Presostato para vacío con función de ahorro energético (1 salida de presión combinada) ^{*6}

^{*4} Para la conexión se usa el mismo tipo de rosca seleccionada para 1.

^{*5} No seleccionable cuando se selecciona «F06» o «F04» para 1. Si se selecciona «06» o «04» para 1, las unidades del manómetro se muestran en kPa. Cuando se selecciona «N06» o «N04», las unidades se muestran en inHg psi.

^{*6} Si se selecciona «V», solo se puede seleccionar «K1» para 1.

11 Salida

A	Colector abierto NPN
B	Colector abierto PNP

12 unidad

—	Con función de intercambio de unidades
M	Unidad SI únicamente (kPa)
P	Con función para intercambiar unidades (valor inicial en psi) ^{*7}

^{*7} Si se selecciona «V», para 1 no se puede seleccionar «P».

13 Cable

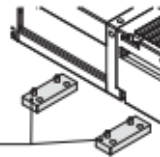
—	Sin cable con conector
G	Cable con conector (Longitud: 2 m) (Incluido)
W	Presostato digital con función de ahorro energético (Longitud: 2 m) (Incluido)

Solo aplicable a la serie ZL3

14 Opciones

—	Ninguno
B	Accesorio para montaje inferior ^{*9} (Incluido)

^{*9} Este accesorio se usa para ajustar el producto al paso de 27 mm de la rosca de montaje inferior del modelo ZL212 existente. Es necesario para sustituir un modelo ZL212 con montaje inferior. (2 uds./juego, con 4 pernos) Los orificios de montaje de la parte superior y del lateral son intercambiables como opción de serie.



Accesorio para montaje inferior

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.



* La electroválvula montada en este producto es la electroválvula de 5 vías de la serie JSY3000 de SMC.

Para más detalles sobre las funciones de la electroválvula, consulta el Manual de funcionamiento de la serie JSY3000 en el sitio web de SMC (<http://www.smc.eu>)

Electroválvula de 5 vías Serie JSY3000

(ZL3-) JSY3140-5

Eyector de vacío multistapa Serie ZL3

ZL3-5

5

Accionamiento manual

Entrada eléctrica

Consulta la página 26.

Características técnicas del eyector

ZL3

Modelo	ZL3M□□	ZL3H□□
Tamaño de la boquilla [mm]	1.9	1.5
Presión de alimentación estándar [MPa]	0.35	0.50
Presión de vacío máx. [kPa] ^{*1}	-91	-93
Caudal máx. de aspiración [l/min (ANR)]	280	
	Doble conexión/Conexión de escape	
Consumo de aire [l/min (ANR)]	150	135
Rango de presión de alimentación [MPa]	0.2 a 0.6	
Rango de temperatura de trabajo [°C]	-5 a 50 (sin congelación ni condensación)	
Fluido	Aire	
Resistencia a vibraciones [m/s ²] ^{*2}	20	
Resistencia a impactos [m/s ²] ^{*3}	100	

*1 Valores basados en el estándar de mediciones de SMC a presión de alimentación estándar. Dependen de la presión atmosférica (clima, altitud, etc.) y del método de medición.

*2 10 a 500 Hz durante 2 horas en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)

*3 3 veces en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)

ZL6

Modelo	ZL6M□□	ZL6H□□
Tamaño de la boquilla [mm]	1.9 x 2	1.5 x 2
Presión de alimentación estándar [MPa]	Sin válvula 0.35	0.50
	Con válvula 0.37	0.52
Presión de vacío máx. [kPa] ^{*1}	-91	-93
Caudal de succión máx. [l/min(ANR)]	580	
	Doble conexión/Conexión de escape	
Consumo de aire [l/min(ANR)]	300	270
Rango de presión de alimentación [MPa]	0.2 a 0.6	
Rango de temperatura de trabajo [°C]	-5 a 50 (sin congelación ni condensación)	
Fluido	Aire	
Resistencia a vibraciones [m/s ²] ^{*2}	20	
Resistencia a impactos [m/s ²] ^{*3}	100	

*1 Valores basados en el estándar de mediciones de SMC a presión de alimentación estándar. Dependen de la presión atmosférica (clima, altitud, etc.) y del método de medición.

*2 10 a 500 Hz durante 2 horas en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)

*3 3 veces en cada una de las direcciones X, Y y Z (desactivado, valor inicial)

Características de la válvula de alimentación/válvula de descarga

Modelo	ZL3-JSY3140
Tiempo de respuesta (a 0.5 MPa)	27 ms o menos ^{*1}
Max. frecuencia de trabajo	5 Hz
Accionamiento manual	Pulsador sin enclavamiento, Modelo de enclavamiento para destornillador, Modelo de enclavamiento con mando giratorio
Tensión nominal de la bobina	24 VDC
Rango de tensión admisible	Tensión nominal ±10 %
Consumo de energía	0.4 W

*1 Basado en la prueba de rendimiento dinámico JIS B 8419: 2010 (Temperatura de bobina 20 °C, a tensión nominal)

*2 Consulta el **catálogo WEB** para obtener más información sobre la serie JSY3000.

Características técnicas del manómetro

Modelo	GZ33-K1K-01-X56	GZ33-P1C-N01-X55
Unidades de presión	kPa	Escala doble en Hg/psi
Rango de presión	-100 a 100 kPa	-30 inHg a 14 psi
Rosca de conexión	R1/8	NPT1/8
Precisión	Vacío ±3 % fondo de escala, Presión positiva ±5 % fondo de escala	
Peso	30 g	

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

El vacuostato montado en este producto es equivalente a nuestro presostato digital compacto de la serie ZSE10 de SMC.

Para más detalles sobre las funciones del presostato digital, consulta el «Manual de funcionamiento» de la serie ZSE10 en el sitio web de SMC (<https://www.smc.eu>).

● Tabla de correspondencias de presostatos

Presostato digital Serie ZSE10

ZSE10

Eyector de vacío multi-etapa Serie ZL3/ZL6

ZL

Rango de presión nominal

Salida

Unidad

Cable

Excepto el presostato digital con función de ahorro energético

Consulta la página 26.

Características técnicas del vacuostato

Modelo	ZSE10		
	Vacuostato	Presostato de presión combinada	Presostato para vacío con función de ahorro energético
Rango de presión nominal	0 a -101 kPa	-100 a 100 kPa	
Rango de presión de regulación/Rango de presión de visualización	10 a -101 kPa	-105 a 105 kPa	
Presión de prueba	500 kPa		
Incremento mínimo ajustable	0.1 kPa		
Fluido aplicable	Aire, gas no corrosivo/no inflamable		
Tensión de alimentación	12 a 24 VDC ±10 %, fluctuación (p-p) 10 % o menos (con protección de polaridad del suministro eléctrico)		
Consumo de corriente	40 mA o menos		
Salida digital	2 salidas de colector abierto NPN o PNP (seleccionable)		Colector abierto NPN o PNP; OUT1: Uso general, OUT2: Control de válvula
Corriente de carga máx.	80 mA		
Tensión aplicada máx.	28 V (en salida NPN)		26.4 V (en salida PNP)
Tensión residual	2 V o menos (con corriente de carga de 80 mA)		
Tiempo de respuesta	2.5 ms o menos (con función antivibración: 20, 100, 500, 1000, 2000 ms)		
Protección frente a cortocircuitos	Sí		
Repetitividad	±0.2 % fondo de escala ±1 dígito		
Modo de histéresis	Variable (0 o superior)**1		
Modo de ventana comparativa	Variable (0 o superior)**1		—
Display	Indicador de 3 1/2 dígitos, LED de 7 segmentos, display de un color (rojo)		
Precisión del indicador	±2 % fondo de escala ±1 dígito (temperatura ambiente de 25 ±3 °C)		
LED indicador	Se enciende cuando la salida digital está activada. OUT1: Verde, OUT2: Rojo		
Protección	IP40		
Rango de temperatura de trabajo	Funcionamiento: -5 a 50 °C Almacenado: -10 a 60 °C (sin congelación ni condensación)		
Rango de humedad de trabajo	En funcionamiento/Almacenado: 35 a 85 % H.R. (sin condensación)		
Resistencia dieléctrica	1000 VAC durante 1 minuto entre los terminales y la carcasa		
Resistencia de aislamiento	50 MΩ o más (500 VDC medido mediante megaohmímetro) entre los terminales y el alojamiento		
Características de temperatura	±2 % fondo de escala ±1 dígito (at 25 °C in an ambient temperature of -5 and 50 °C)		
Cable	Cable de vinilo oleoresistente de alta resistencia, 5 hilos Área del conductor: 0.15 mm ² (AWG26) Diám. ext. aislante: 1.0 mm		
Normas	Marca CE, conforme con RoHS		

*1 Si la presión aplicada varía alrededor del valor de ajuste, la histéresis debe ajustarse a un valor superior al valor de fluctuación. De lo contrario, podrían producirse vibraciones.

Peso

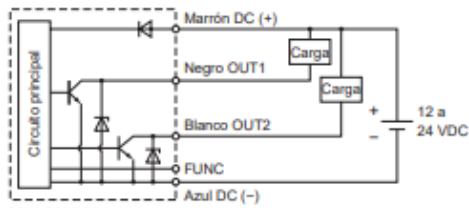
Modelo	ZL3	ZL6
Modelo básico	390	470
Conexión de escape	+80	+25
Vacuostato (excluyendo el cable)	+20	+20
Vacuostato (incluyendo el cable)	+60	+60
Con válvula de alimentación y de descarga	+120	+120
Con válvula de alimentación y sin válvula de descarga	+80	+80
Con manómetro	+30	+30
Con accesorio para montaje inferior	+60	—

[g]

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Ejemplos de circuito interno y cableado

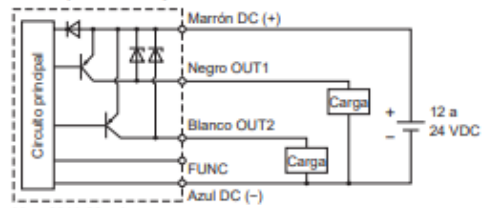
■ Vacuostato NPN (2 salidas)



Max. 28 V, 80 mA
Tensión residual 2 V o menos

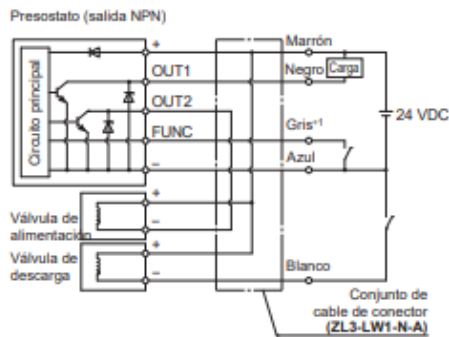
* El terminal FUNC está conectado cuando se utiliza función de copia. (consulta el manual de funcionamiento).

PNP (2 salidas)



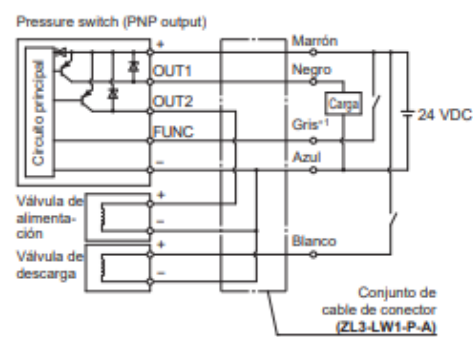
Max. 28 V, 80 mA
Tensión residual 2 V o menos

■ Presostato para vacío con función de ahorro energético NPN (1 salida)



*1 El cable gris (FUNC) se conecta cuando se acciona la válvula de alimentación mediante el control de ahorro energético (para adsorción de piezas). (Consultar manual operativo.)

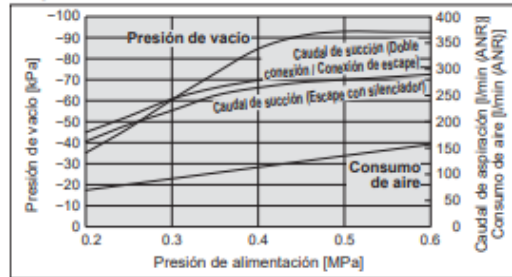
PNP (1 salida)



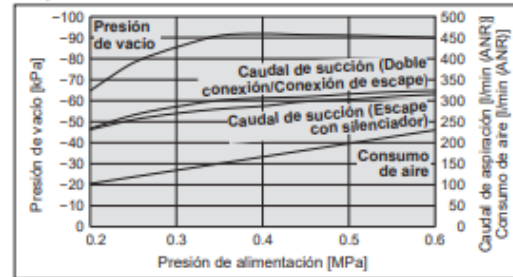
Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Características escape (Valor representativo)

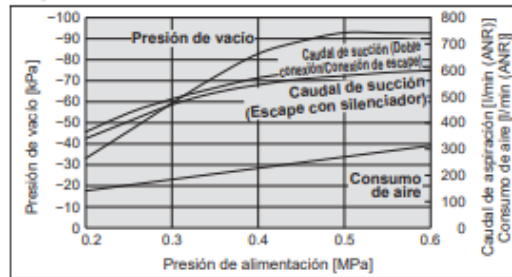
ZL3H



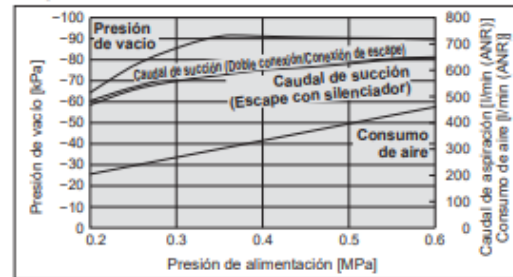
ZL3M



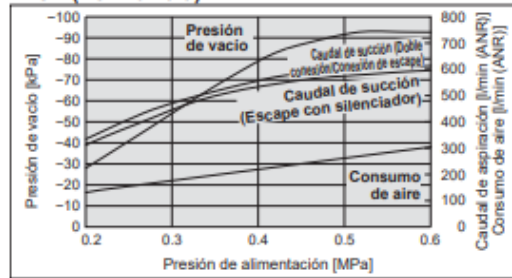
ZL6H



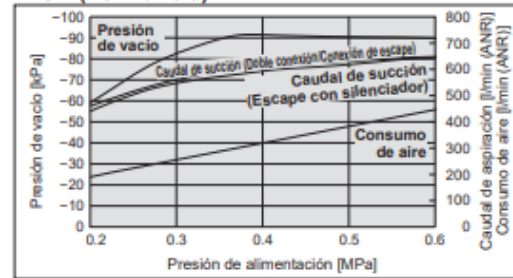
ZL6M



ZL6H (Con válvula)



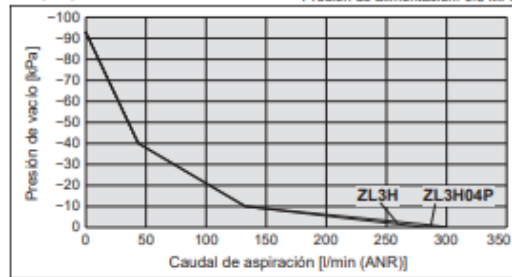
ZL6M (Con válvula)



Características de caudal (Valor representativo)

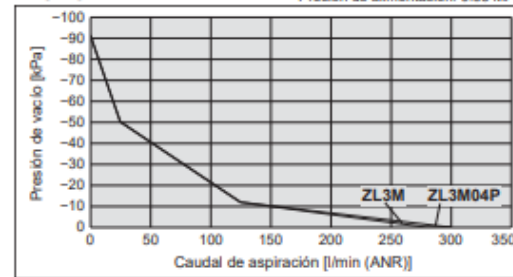
ZL3H04P

Presión de alimentación: 0.5 MPa



ZL3M04P

Presión de alimentación: 0.35 MPa



Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I.5. Ràcores.

racores de unió

3140 "Y" simple igual y desigual

ØD1	ØD2	
4	4	3140 04 00
6	6	3140 06 00
8	8	3140 08 00
10	10	3140 10 00
12	12	3140 12 00
4	6	3140 04 06
6	8	3140 06 08
8	10	3140 08 10
10	12	3140 10 12

3144 "Y" doble igual y desigual

ØD1	ØD2	
4	4	3144 04 04
6	6	3144 06 06
4	6	3144 04 06
6	8	3144 06 08

3104 te igual

ØD	
3	3104 03 00
4	3104 04 00
6	3104 06 00
8	3104 08 00
10	3104 10 00
12	3104 12 00
14	3104 14 00

3106 unió doble igual

Ø D	
3	3106 03 00
4	3106 04 00
6	3106 06 00
8	3106 08 00
10	3106 10 00
12	3106 12 00
14	3106 14 00

3102 codo igual

ØD	
4	3102 04 00
6	3102 06 00
8	3102 08 00
10	3102 10 00
12	3102 12 00
14	3102 14 00

3104 te desigual

ØD1	ØD2	
4	6	3104 04 06
6	4	3104 06 04
6	8	3104 06 08
8	6	3104 08 06
8	10	3104 08 10
10	8	3104 10 08
10	12	3104 10 12
12	10	3104 12 10
14	8	3104 14 08

3106 unió doble desigual

ØD1	ØD2	
3	4	3106 03 04
4	6	3106 04 06
4	8	3106 04 08
6	8	3106 06 08
6	10	3106 06 10
8	10	3106 08 10
8	12	3106 08 12
10	12	3106 10 12
12	14	3106 12 14

3102 codo desigual

ØD1	ØD2	
4	6	3102 04 06
6	8	3102 06 08
8	10	3102 08 10
10	12	3102 10 12

racores de unió pasatabiques

3116 unió doble igual pasatabiques

ØD	
4	3116 04 00
6	3116 06 00
8	3116 08 00
10	3116 10 00
12	3116 12 00
14	3116 14 00

3136 racor de entrada pasatabiques, rosca hembra BSP cilíndrica

ØD	C	
4	G1/8	3136 04 10
4	G1/4	3136 04 12
6	G1/8	3136 06 10
6	G1/4	3136 06 12
6	G3/8	3136 06 17
8	G1/8	3136 08 10
8	G1/4	3136 08 12
10	G3/8	3136 10 13
12	G3/8	3136 12 17
12	G1/2	3136 12 21

3139 codo igual pasatabiques

ØD	
4	3139 04 00
6	3139 06 00
8	3139 08 00
10	3139 10 00
12	3139 12 00
14	3139 14 00

3146 unió mixta pasatabiques (universal - LF 3000)

ØD	
4	3146 04 00
6	3146 06 00
8	3146 08 00
10	3146 10 00
12	3146 12 00
14	3146 14 00

racores auto-obturants

3391 racor de entrada recto auto-obturante, rosca macho BSP cilíndrica

ØD	C	
4	G1/8	3391 04 10
6	G1/8	3391 06 10
8	G1/8	3391 08 10
8	G1/4	3391 08 13
10	G3/8	3391 10 17

3091 racor de entrada recto auto-obturante, rosca macho BSP cònica

ØD	C	
4	R1/8	3091 04 10
6	R1/8	3091 06 10
8	R1/8	3091 08 10
8	R1/4	3091 08 13
10	R3/8	3091 10 17

3160 racor auto-obturante, enclavable

ØD	
4	3160 04 00
6	3160 06 00
8	3160 08 00

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

racores de implantación

3114 racor de entrada recto, rosca hembra BSP cilíndrica y M5

ØD	C	
4	M5x0,8	3114 04 19
4	G1/8	3114 04 10
4	G1/4	3114 04 13
6	G1/8	3114 06 10
6	G1/4	3114 06 13
8	G1/8	3114 08 10
8	G1/4	3114 08 13
8	G3/8	3114 08 17
10	G1/4	3114 10 13
10	G3/8	3114 10 17
10	G1/2	3114 10 21
12	G3/8	3114 12 17
12	G1/2	3114 12 21
14	G3/8	3114 14 17

3109 racor de entrada codo orientable, rosca macho BSP cónica

ØD	C	
4	R1/8	3109 04 10
4	R1/4	3109 04 13
4	R3/8	3109 04 17
6	R1/8	3109 06 10
6	R1/4	3109 06 13
6	R3/8	3109 06 17
6	R1/2	3109 06 21
8	R1/8	3109 08 10
8	R1/4	3109 08 13
8	R3/8	3109 08 17
8	R1/2	3109 08 21
10	R1/8	3109 10 10
10	R1/4	3109 10 13
10	R3/8	3109 10 17
10	R1/2	3109 10 21
12	R1/4	3109 12 13
12	R3/8	3109 12 17
12	R1/2	3109 12 21
14	R3/8	3109 14 17
14	R1/2	3109 14 21

3169 racor de entrada codo elevado orientable, rosca macho BSP cilíndrica, M5 y M7

ØD	C	
4	M5x0,8	3169 04 19
4	M7x1	3169 04 55
4	G1/8	3169 04 10
4	G1/4	3169 04 13
6	M5x0,8	3169 06 19
6	M7x1	3169 06 55
6	G1/8	3169 06 10
6	G1/4	3169 06 13
8	G1/8	3169 08 10
8	G1/4	3169 08 13
8	G3/8	3169 08 17
10	G1/4	3169 10 13
10	G3/8	3169 10 17
10	G1/2	3169 10 21
12	G1/4	3169 12 13
12	G3/8	3169 12 17
12	G1/2	3169 12 21
14	G3/8	3169 14 17
14	G1/2	3169 14 21

3124 "banjo" codo con asiento, rosca hembra y macho BSP cilíndrica y M5

ØD	C	
4	M5x0,8	3124 04 19
4	G1/8	3124 04 10
6	G1/4	3124 06 13
8	G3/8	3124 08 17

3118 "banjo" codo, rosca macho BSP cilíndrica M5 y M3

ØD	C	
3	M3x0,5	3118 03 09
3	M5x0,8	3118 03 19
4	M5x0,8	3118 04 19
4	G1/8	3118 04 10
6	M5x0,8	3118 06 19
6	G1/8	3118 06 10
6	G1/4	3118 06 13
8	G1/8	3118 08 10
8	G1/4	3118 08 13
8	G3/8	3118 08 17
10	G1/4	3118 10 13
10	G3/8	3118 10 17
10	G1/2	3118 10 21
12	G3/8	3118 12 17
12	G1/2	3118 12 21

3101 racor de entrada recto, rosca macho BSP cilíndrica, M3, M5 y M7

ØD	C	
3	M3x0,5	3101 03 09
3	M5x0,8	3101 03 19
4	M3x0,5	3101 04 09
4	M5x0,8	3101 04 19
4	M7x1	3101 04 55
4	G1/8	3101 04 10
4	G1/4	3101 04 13
6	M5x0,8	3101 06 19
6	M7x1	3101 06 55
6	M10x1	3101 06 60
6	M12x1,5	3101 06 67
6	G1/8	3101 06 10
6	G1/4	3101 06 13
6	G3/8	3101 06 17
6	G1/2	3101 06 21
8	M10x1	3101 08 60
8	M12x1,5	3101 08 67
8	G1/8	3101 08 10
8	G1/4	3101 08 13
8	G3/8	3101 08 17
8	G1/2	3101 08 21
10	G1/4	3101 10 13
10	G3/8	3101 10 17
10	G1/2	3101 10 21
12	G1/4	3101 12 13
12	G3/8	3101 12 17
12	G1/2	3101 12 21
14	G3/8	3101 14 17
14	G1/2	3101 14 21

3133 racor de entrada codo 45° orientable, rosca macho BSP cilíndrica y métrica

ØD	C	
4	M5x0,8	3133 04 19
4	G1/8	3133 04 10
6	M5x0,8	3133 06 19
6	G1/8	3133 06 10
6	G1/4	3133 06 13
8	G1/8	3133 08 10
8	G1/4	3133 08 13
8	G3/8	3133 08 17
10	G1/4	3133 10 13
10	G3/8	3133 10 17
10	G1/2	3133 10 21
12	G1/4	3133 12 13
12	G3/8	3133 12 17
12	G1/2	3133 12 21

3129 racor de entrada codo elevado orientable, rosca macho BSP cónica

ØD	C	
4	R1/8	3129 04 10
4	R1/4	3129 04 13
6	R1/8	3129 06 10
6	R1/4	3129 06 13
8	R1/8	3129 08 10
8	R1/4	3129 08 13
8	R3/8	3129 08 17
10	R1/4	3129 10 13
10	R3/8	3129 10 17
10	R1/2	3129 10 21
12	R1/4	3129 12 13
12	R3/8	3129 12 17
12	R1/2	3129 12 21
14	R3/8	3129 14 17
14	R1/2	3129 14 21

3018 "banjo" simple, rosca macho BSP cónica

ØD	C	
4	R1/8	3018 04 10
6	R1/8	3018 06 10
6	R1/4	3018 06 13
8	R1/8	3018 08 10
8	R1/4	3018 08 13
8	R3/8	3018 08 17
10	R1/4	3018 10 13
10	R3/8	3018 10 17
12	R1/4	3018 12 13
12	R3/8	3018 12 17
12	R1/2	3018 12 21

3119 "banjo" en te, rosca macho BSP cilíndrica y M5

ØD	C	
4	M5x0,8	3119 04 19
4	G1/8	3119 04 10
6	G1/8	3119 06 10
6	G1/4	3119 06 13
8	G1/4	3119 08 13
8	G3/8	3119 08 17
10	G3/8	3119 10 17

3181 racor de entrada recto, rosca macho BSP cilíndrica y métrica, con hexágono interior

ØD	C	
4	M7x1	3181 04 55
6	M7x1	3181 06 55

3175 racor de entrada recto, rosca macho BSP cónica

ØD	C	
4	R1/8	3175 04 10
4	R1/4	3175 04 13
4	R3/8	3175 04 17
6	R1/8	3175 06 10
6	R1/4	3175 06 13
6	R3/8	3175 06 17
6	R1/2	3175 06 21
8	R1/8	3175 08 10
8	R1/4	3175 08 13
8	R3/8	3175 08 17
8	R1/2	3175 08 21
10	R1/8	3175 10 10
10	R1/4	3175 10 13
10	R3/8	3175 10 17
10	R1/2	3175 10 21
12	R1/4	3175 12 13
12	R3/8	3175 12 17
12	R1/2	3175 12 21
14	R3/8	3175 14 17
14	R1/2	3175 14 21

3113 racor de entrada codo 45° orientable, rosca macho BSP cónica

ØD	C	
4	R1/8	3113 04 10
6	R1/8	3113 06 10
6	R1/4	3113 06 13
8	R1/8	3113 08 10
8	R1/4	3113 08 13
8	R3/8	3113 08 17
10	R1/4	3113 10 13
10	R3/8	3113 10 17
10	R1/2	3113 10 21
12	R1/4	3113 12 13
12	R3/8	3113 12 17
12	R1/2	3113 12 21

3199 racor de entrada codo orientable, rosca macho BSP cilíndrica, M3, M5 y M7

ØD	C	
3	M3x0,5	3199 03 09
3	M5x0,8	3199 03 19
4	M3x0,5	3199 04 09
4	M5x0,8	3199 04 19
4	M7x1	3199 04 55
4	G1/8	3199 04 10
4	G1/4	3199 04 13
6	M5x0,8	3199 06 19
6	M7x1	3199 06 55
6	M10x1	3199 06 60
6	M12x1,5	3199 06 67
6	G1/8	3199 06 10
6	G1/4	3199 06 13
6	G3/8	3199 06 17
6	G1/2	3199 06 21
8	M10x1	3199 08 60
8	M12x1,5	3199 08 67
8	G1/8	3199 08 10
8	G1/4	3199 08 13
8	G3/8	3199 08 17
8	G1/2	3199 08 21
10	G1/4	3199 10 13
10	G3/8	3199 10 17
10	G1/2	3199 10 21
12	G1/4	3199 12 13
12	G3/8	3199 12 17
12	G1/2	3199 12 21
14	G3/8	3199 14 17
14	G1/2	3199 14 21

3149 "banjo" en "Y", rosca macho BSP cilíndrica

ØD	C	
4	M5x0,8	3149 04 19
4	G1/8	3149 04 10
6	G1/8	3149 06 10
6	G1/4	3149 06 13
8	G1/4	3149 08 13
8	G3/8	3149 08 17
10	G3/8	3149 10 17

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

3108 racor de entrada te orientable, rosca macho central BSP cónica



ØD	C	
4	R1/8	3108 04 10
4	R1/4	3108 04 13
6	R1/8	3108 06 10
6	R1/4	3108 06 13
8	R1/8	3108 08 10
8	R1/4	3108 08 13
8	R3/8	3108 08 17
10	R1/4	3108 10 13
10	R3/8	3108 10 17
10	R1/2	3108 10 21
12	R1/4	3108 12 13
12	R3/8	3108 12 17
12	R1/2	3108 12 21
14	R3/8	3108 14 17
14	R1/2	3108 14 21

3103 racor de entrada te orientable, rosca macho lateral BSP cónica



ØD	C	
4	R1/8	3103 04 10
4	R1/4	3103 04 13
6	R1/8	3103 06 10
6	R1/4	3103 06 13
8	R1/8	3103 08 10
8	R1/4	3103 08 13
8	R3/8	3103 08 17
10	R1/4	3103 10 13
10	R3/8	3103 10 17
10	R1/2	3103 10 21
12	R1/4	3103 12 13
12	R3/8	3103 12 17
12	R1/2	3103 12 21
14	R3/8	3103 14 17
14	R1/2	3103 14 21

3121 adaptador de orientación, rosca macho BSP cónica



ØD	C	
4	R1/8	3121 04 10
4	R1/4	3121 04 13
6	R1/8	3121 06 10
6	R1/4	3121 06 13
8	R1/8	3121 08 10
8	R1/4	3121 08 13
8	R3/8	3121 08 17
10	R1/4	3121 10 13
10	R3/8	3121 10 17
10	R1/2	3121 10 21
12	R3/8	3121 12 17
12	R1/2	3121 12 21
14	R1/2	3121 14 21

3198 racor de entrada te orientable, rosca macho central BSP cilíndrica y M5



ØD	C	
4	MSx0,8	3198 04 19
4	G1/8	3198 04 10
4	G1/4	3198 04 13
6	MSx0,8	3198 06 19
6	G1/8	3198 06 10
6	G1/4	3198 06 13
8	G1/8	3198 08 10
8	G1/4	3198 08 13
8	G3/8	3198 08 17
10	G1/4	3198 10 13
10	G3/8	3198 10 17
10	G1/2	3198 10 21
12	G1/4	3198 12 13
12	G3/8	3198 12 17
12	G1/2	3198 12 21
14	G3/8	3198 14 17
14	G1/2	3198 14 21

3193 racor de entrada te orientable, rosca macho lateral BSP cilíndrica y M5



ØD	C	
4	MSx0,8	3193 04 19
4	G1/8	3193 04 10
4	G1/4	3193 04 13
6	MSx0,8	3193 06 19
6	G1/8	3193 06 10
6	G1/4	3193 06 13
8	G1/8	3193 08 10
8	G1/4	3193 08 13
8	G3/8	3193 08 17
10	G1/4	3193 10 13
10	G3/8	3193 10 17
10	G1/2	3193 10 21
12	G1/4	3193 12 13
12	G3/8	3193 12 17
12	G1/2	3193 12 21
14	G3/8	3193 14 17
14	G1/2	3193 14 21

3131 adaptador de orientación, rosca macho BSP cilíndrica y M5



ØD	C	
4	MSx0,8	3131 04 19
4	G1/8	3131 04 10
4	G1/4	3131 04 13
6	G1/8	3131 06 10
6	G1/4	3131 06 13
8	G1/8	3131 08 10
8	G1/4	3131 08 13
8	G3/8	3131 08 17
10	G1/4	3131 10 13
10	G3/8	3131 10 17
10	G1/2	3131 10 21
12	G3/8	3131 12 17
12	G1/2	3131 12 21
14	G3/8	3131 14 17
14	G1/2	3131 14 21

3148 racor de entrada en "Y", rosca macho BSP cónica



ØD	C	
4	R1/8	3148 04 10
4	R1/4	3148 04 13
6	R1/8	3148 06 10
6	R1/4	3148 06 13
8	R1/8	3148 08 10
8	R1/4	3148 08 13
8	R3/8	3148 08 17
10	R1/4	3148 10 13
10	R3/8	3148 10 17
10	R1/2	3148 10 21
12	R3/8	3148 12 17
12	R1/2	3148 12 21

3158 racor de entrada en "Y", rosca macho BSP cilíndrica y M5



ØD	C	
4	MSx0,8	3158 04 19
4	G1/8	3158 04 10
4	G1/4	3158 04 13
6	MSx0,8	3158 06 19
6	G1/8	3158 06 10
6	G1/4	3158 06 13
8	G1/8	3158 08 10
8	G1/4	3158 08 13
8	G3/8	3158 08 17
10	G1/4	3158 10 13
10	G3/8	3158 10 17
10	G1/2	3158 10 21
12	G3/8	3158 12 17
12	G1/2	3158 12 21

3192 racor de entrada codo orientable, rosca hembra BSP cilíndrica



ØD	C	
4	G1/8	3192 04 10
4	G1/4	3192 04 13
6	G1/8	3192 06 10
6	G1/4	3192 06 13
8	G1/8	3192 08 10
8	G1/4	3192 08 13
8	G3/8	3192 08 17
10	G1/4	3192 10 13
10	G3/8	3192 10 17
10	G1/2	3192 10 21
12	G1/4	3192 12 13
12	G3/8	3192 12 17
12	G1/2	3192 12 21

3189 racor de entrada, codo compacto oscilante, rosca macho BSP cilíndrica y M5



ØD	C	
4	MSx0,8	3189 04 19
4	G1/8	3189 04 10
6	MSx0,8	3189 06 19
6	G1/8	3189 06 10
6	G1/4	3189 06 13
8	G1/8	3189 08 10
8	G1/4	3189 08 13
8	G3/8	3189 08 17
10	G1/4	3189 10 13
10	G3/8	3189 10 17
12	G1/4	3189 12 13
12	G3/8	3189 12 17

3159 racor de entrada, codo compacto oscilante, rosca macho BSP cónica



ØD	C	
4	R1/8	3159 04 10
6	R1/8	3159 06 10
6	R1/4	3159 06 13
8	R1/8	3159 08 10
8	R1/4	3159 08 13
8	R3/8	3159 08 17
10	R1/4	3159 10 13
10	R3/8	3159 10 17
12	R1/4	3159 12 13
12	R3/8	3159 12 17

3112 racor de entrada en "Y" doble, rosca macho BSP cónica



ØD	C	
4	R1/8	3112 04 10
4	R1/4	3112 04 13
6	R1/8	3112 06 10
6	R1/4	3112 06 13

3132 racor de entrada en "Y" doble, rosca macho BSP cilíndrica



ØD	C	
4	G1/8	3132 04 10
4	G1/4	3132 04 13
6	G1/8	3132 06 10
6	G1/4	3132 06 13

carstick®

3100 funda carstick®



ØD cartucho	
4	3100 04 00
6	3100 06 00
8	3100 08 00
10	3100 10 00
12	3100 12 00

Un servicio gratuito y accesible a todos.
 Descargue los planos CAD de todos los modelos de la gama LF 3000 en www.legris.com

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

racores modulares

3538 mòdul apilable para la conexi3n en codo de un tubo

ØD	C	
3	M5x0,8	3538 03 19
4	M5x0,8	3538 04 19
4	G1/8	3538 04 10
6	M5x0,8	3538 06 19
6	G1/8	3538 06 10
6	G1/4	3538 06 13
8	G1/8	3538 08 10
8	G1/4	3538 08 13
8	G3/8	3538 08 17
10	G1/4	3538 10 13
10	G3/8	3538 10 17
10	G1/2	3538 10 21
12	G3/8	3538 12 17
12	G1/2	3538 12 21

3527 tornillo taladrado para 1 módulo, rosca macho BSP cilíndrica y M5

C	
M5x0,8	3527 00 19
G1/8	3527 00 10
G1/4	3527 00 13
G3/8	3527 00 17
G1/2	3527 00 21

3539 mòdul apilable para la conexi3n en te de 2 tubos contrapuestos

ØD	C	
4	M5X0,8	3539 04 19
4	G1/8	3539 04 10
6	G1/8	3539 06 10
6	G1/4	3539 06 13
8	G1/4	3539 08 13
8	G3/8	3539 08 17
10	G3/8	3539 10 17

3528 tornillo taladrado para 2 módulos, rosca macho BSP cilíndrica y M5

C	
M5x0,8	3528 00 19
G1/8	3528 00 10
G1/4	3528 00 13
G3/8	3528 00 17

3524 tornillo taladrado con asiento para 1 módulo, rosca BSP cilíndrica y M5

C1	C2	
M5x0,8	M5x0,8	3524 00 19
G1/8	G1/8	3524 00 10
G1/4	G1/4	3524 00 13
G3/8	G3/8	3524 00 17
G1/2	G1/2	3524 00 21

3549 mòdul apilable para la conexi3n en "Y" de 2 tubos juntos

Ø D	C	
4	M5x0,8	3549 04 19
4	G1/8	3549 04 10
4	G1/4	3549 04 13
6	G1/8	3549 06 10
6	G1/4	3549 06 13
6	G3/8	3549 06 17
8	G1/4	3549 08 13
8	G3/8	3549 08 17
10	G3/8	3549 10 17

3529 tornillo taladrado para 3 módulos, rosca macho BSP cilíndrica

C	
G1/8	3529 00 10
G1/4	3529 00 13
G3/8	3529 00 17

conectores

3306 codo múltiple desigual, con orificios de fijaci3n

ØD2	ØD1	ØD2	
6	4	3306 06 04	
8	4	3306 08 04	
8	6	3306 08 06	
10	6	3306 10 06	
10	8	3306 10 08	

3107 cruz igual

ØD	
4	3107 04 00
6	3107 06 00
8	3107 08 00

3310 regleta de distribuci3n con conexi3nes instantáneas LF 3000

ØD	C	
4	G1/4	3310 04 13
6	G1/4	3310 06 13
8	G3/8	3310 08 17
10	G1/2	3310 10 21
12	G1/2	3310 12 21

3107 cruz desigual

ØD1	ØD2	ØD1	ØD2	
4	6	3107 04 06		
6	8	3107 06 08		

3304 multi-te de alimentaci3n desigual, con orificios de fijaci3n

ØD1	ØD2	
6	4	3304 06 04
8	4	3304 08 04
8	6	3304 08 06
10	6	3304 10 06
10	8	3304 10 08

3107 cruz desigual

ØD1	ØD2	ØD1	ØD2	
4	6	3107 06 04		
6	8	3107 08 06		

multi - conector LF 3000

3300 conector múltiple modular para panel

ØD	
4	3300 04 00
6	3300 06 00
8	3300 08 00

3320 cuerpo rosca macho

Ø ext. del tubo en mm	Número de cables de tubo	
4	2	3320 04 00 02
4	4	3320 04 00 04
4	7	3320 04 00 07
4	15	3320 04 00 15
6	2	3320 06 00 02
6	4	3320 06 00 04
6	7	3320 06 00 07
6	2	3320 06 00 02

3381 borne de conexi3n para 3 tubos

ØD	
4	3381 04 00
6	3381 06 00
8	3381 08 00

3321 cuerpo rosca hembra

Ø ext. del tubo en mm	Número de cables de tubo	
4	2	3321 04 00 02
4	4	3321 04 00 04
4	7	3321 04 00 07
4	15	3321 04 00 15
6	2	3321 06 00 02
6	4	3321 06 00 04
6	7	3321 06 00 07
6	2	3321 06 00 02

3379 borne de conexi3n para 2 tubos en línea

ØD	
4	3379 04 00
6	3379 06 00
8	3379 08 00

3329 casquillo a rosca

Número de cables de tubo	
2	3329 00 01
4-7	3329 00 02
12	3329 00 03

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

racores instantàneos del sistema LF 3000®

accessorios

0178 reducció macho-hembra, roscas BSP cilíndriques, M5 y M7

C1	C2	
M5x1	M5x0,8	0178 55 19
G1/8	M5x0,8	0178 10 19
G1/4	G1/8	0178 13 10
G3/8	G1/8	0178 17 10
G3/8	G1/4	0178 17 13
G1/2	G1/4	0178 21 13
G1/2	G3/8	0178 21 17
G3/4	G1/2	0178 27 21

0179 reducció hembra-macho, roscas BSP cilíndriques

C1	C2	
M12x1,5	G1/4	0179 67 13
G1/8	G1/4	0179 10 13
G1/4	G3/8	0179 13 17
G3/8	G1/2	0179 17 21

0222 tapón hexagonal, rosca macho BSP cilíndrica, M5 y M7

C	
M5x0,8	0222 19 00
M7x1	0222 55 00
G1/8	0222 10 00
G1/4	0222 13 00
G3/8	0222 17 00
G1/2	0222 21 00

3000 útil para desconexión

ØD	
4	3000 70 04
6	3000 70 06
8	3000 70 08
10	3000 70 10
12	3000 70 12
14	3000 70 14

Clip regleta de clips para tubos

ØD	
4	Clip 04 00
6	Clip 06 00
8	Clip 08 00
10	Clip 10 00
12	Clip 12 00
14	Clip 14 00

3110 funda para pulsador de color amovible

Ø D					
4	3110 04 00	3110 04 02	3110 04 03	3110 04 04	3110 04 05
6	3110 06 00	3110 06 02	3110 06 03	3110 06 04	3110 06 05
8	3110 08 00	3110 08 02	3110 08 03	3110 08 04	3110 08 05
10	3110 10 00	3110 10 02	3110 10 03	3110 10 04	3110 10 05
12	3110 12 00	3110 12 02	3110 12 03	3110 12 04	3110 12 05
14	3110 14 00	3110 14 02	3110 14 03	3110 14 04	3110 14 05

racores de 3 mm

3281 racor de entrada recto, rosca macho M3 y M5

ØD	C	
3	M3x0,5	3281 03 09
3	M5x0,8	3281 03 19

3206 unión doble igual

ØD	
3	3206 03 00

3202 codo igual

ØD	
3	3202 03 00

3299 racor de entrada codo compacto, rosca macho M3 y M5

ØD	C	
3	M3x0,5	3299 03 09
3	M5x0,8	3299 03 19

3298 racor de entrada te, rosca macho central M3 y M5

ØD	C	
3	M3x0,5	3298 03 09
3	M5x0,8	3298 03 19

3204 te igual

ØD	
3	3204 03 00

3229 racor de entrada codo elevado, rosca macho M3 y M5

ØD	C	
3	M3x0,5	3229 03 09
3	M5x0,8	3229 03 19

3293 racor de entrada te, rosca macho lateral M3 y M5

ØD	C	
3	M3x0,5	3293 03 09
3	M5x0,8	3293 03 19

3266 reductor enclavable

ØD1	ØD2	
3	4	3266 03 04

3218 racor de entrada "banjo" codo, rosca macho M3 y M5

ØD	C	
3	M3x0,5	3218 03 09
3	M5x0,8	3218 03 19

3226 tapón enclavable

ØD	
3	3226 03 00

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

racores enclavables

3188 te compacta igual y desigual con espiga lisa central

ØD1	ØD2	
4	4	3188 04 00
6	6	3188 06 00
8	8	3188 08 00
10	10	3188 10 00
12	12	3188 12 00
4	6	3188 04 06
6	8	3188 06 08
8	10	3188 08 10
10	12	3188 10 12

3183 te compacta igual y desigual con espiga lisa lateral

ØD1	ØD2	
4	4	3183 04 00
6	6	3183 06 00
8	8	3183 08 00
10	10	3183 10 00
12	12	3183 12 00
4	6	3183 04 06
6	8	3183 06 08
8	10	3183 08 10
10	12	3183 10 12

3180 codo compacto 45° igual con espiga lisa

ØD1	ØD2	
4	4	3180 04 00
6	6	3180 06 00
8	8	3180 08 00
10	10	3180 10 00
12	12	3180 12 00

3184 codo compacto prolongado igual y desigual con espiga lisa

ØD1	ØD2	
4	4	3184 04 00
6	6	3184 06 00
8	8	3184 08 00
10	10	3184 10 00
12	12	3184 12 00
4	6	3184 04 06
6	8	3184 06 08
8	10	3184 08 10
10	12	3184 10 12

3182 codo compacto igual y desigual con espiga lisa

ØD1	ØD2	
4	4	3182 04 00
6	6	3182 06 00
8	8	3182 08 00
10	10	3182 10 00
12	12	3182 12 00
4	6	3182 04 06
6	8	3182 06 08
8	10	3182 08 10
10	12	3182 10 12

accesorios enclavables

3142 "Y" simple igual y desigual

ØD1	ØD2	
4	4	3142 04 00
6	6	3142 06 00
8	8	3142 08 00
10	10	3142 10 00
12	12	3142 12 00
4	6	3142 04 06
6	8	3142 06 08
8	10	3142 08 10
10	12	3142 10 12

3143 "Y" doble desigual

ØD1	ØD2	
4	6	3143 04 06
4	8	3143 04 08
6	8	3143 06 08

3168 ampliador

ØD1	ØD2	
6	4	3168 06 04
8	6	3168 08 06
10	8	3168 10 08
12	10	3168 12 10

3166 reductor

ØD1	ØD2	
3	4	3166 03 04
4	6	3166 04 06
4	8	3166 04 08
4	10	3166 04 10
6	8	3166 06 08
6	10	3166 06 10
6	12	3166 06 12
6	14	3166 06 14
8	10	3166 08 10
8	12	3166 08 12
8	14	3166 08 14
10	12	3166 10 12
10	14	3166 10 14
12	14	3166 12 14

3120 unión doble macho

ØD	
4	3120 04 00
6	3120 06 00
8	3120 08 00
10	3120 10 00
12	3120 12 00
14	3120 14 00

3126 tapón

ØD	
3	3126 03 00
4	3126 04 00
6	3126 06 00
8	3126 08 00
10	3126 10 00
12	3126 12 00
14	3126 14 00

3122 espiga acanalada

ØD1	ØD2	
4	5	3122 04 05
4	3,2	3122 04 53
6	5	3122 06 05
8	6,3	3122 08 56
8	8	3122 08 08
10	6,3	3122 10 56
10	8	3122 10 08
12	8	3122 12 08
12	10	3122 12 10
12	12,5	3122 12 62
14	12,5	3122 14 62
14	14	3122 14 14

legris
connectic



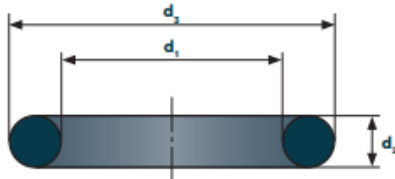
J.6. Juntas.

TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN

... SIGUE

A continuación se presentan las tolerancias tanto del diámetro interior (d_1) como de la sección (d_2).

Tolerancias de fabricación d_1 de juntas tóricas encapsuladas de elastómero.



Rango de d_1 / mm	Tolerancia de d_1 / mm
de 10,60 a 16,09	$\pm 0,20$
de 16,10 a 25,09	$\pm 0,25$
de 25,10 a 40,09	$\pm 0,35$
de 40,10 a 63,09	$\pm 0,40$
de 63,10 a 100,09	$\pm 0,50$
de 100,10 a 160,00	$\pm 0,70$
> 160	$\pm 0,5 \%$

Para cada sección (d_2), existe un intervalo de diámetros (d_1) donde la tolerancia de la sección es algo mayor que la convencional.

A partir de ese intervalo de diámetros, la tolerancia de la sección se reduce. No es posible fabricar juntas de diámetro inferior al mínimo especificado en la tabla.

Por razones constructivas, en referencia a la tolerancia de la sección (d_2), existe una limitación en el diámetro mínimo interior de la junta (d_1).

Tolerancias de fabricación d_2 de juntas tóricas encapsuladas de elastómero.

Sección d_2 / mm	Tolerancia Sección \pm / mm	d_1 mínimo / mm	d_1 máximo / mm
1,57	0,13	7,62	63,50
1,78	0,13	7,62	139,70
1,96	0,13	12,19	139,70

SIGUE ...

Sección d_2 / mm	Tolerancia Sección \pm / mm	d_1 mínimo / mm	d_1 máximo / mm
2,03	0,13	12,19	139,70
2,36	0,13	12,19	254,00
2,49	0,13	12,19	254,00
2,54	0,13	12,19	254,00
2,62	0,13	12,19	254,00
2,72	0,13	12,70	254,00
2,79	0,13	12,70	254,00
2,92	0,13	12,70	254,00
3,00	0,13	12,70	254,00
3,10	0,13	12,70	254,00
3,18	0,13	12,70	508,00
3,43	0,15	12,70	508,00
3,53	0,15	12,70	508,00
3,76	0,15	19,05	508,00
3,99	0,15	19,05	635,00
4,19	0,15	25,40	635,00
4,32	0,15	25,40	635,00
4,50	0,15	25,40	635,00
4,70	0,20	25,40	635,00
4,93	0,20	27,94	635,00
5,33	0,20	27,94	> 38,60
5,59	0,25	31,75	> 42,93
5,72	0,25	38,10	> 49,54
5,99	0,25	38,10	> 50,08
6,35	0,25	44,45	> 57,15
6,99	0,25	57,15	> 71,13
7,52	0,25	76,20	> 91,24
8,00	0,25	82,55	> 98,55
8,51	0,38	88,90	> 105,92
9,02	0,38	95,25	> 113,29
9,53	0,38	101,60	> 120,66
10,03	0,38	101,60	> 121,66
11,00	0,38	184,15	> 206,15
12,07	0,38	203,20	> 227,34
12,70	0,38	304,80	> 330,20
13,97	0,64	304,80	> 332,74
14,99	0,64	381,00	> 410,98
15,88	0,64	381,00	> 412,76
19,05	0,89	457,20	> 495,30
19,99	0,89	635,00	> 674,98
25,4	1,27	939,80	> 990,60

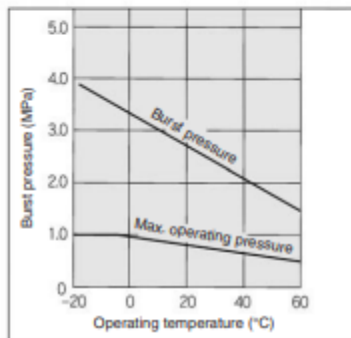
Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

I.7. Tubs.



For general pneumatic tubing Flexible Polyurethane tubing Additional 21 new colors.

Burst Pressure Characteristics Curve and Operating Pressure

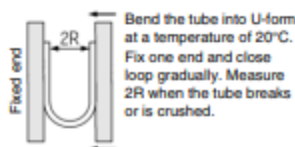


⚠ Precautions

Be sure to read before handling. Refer to front matters 58 and 59 for Safety Instructions and pages 13 to 16 for Fittings and Tubing Precautions.

⚠ Caution

- Applicable for general industrial water. Please consult with SMC if using for the other kind of fluid. Also, the surge voltage pressure must be under the maximum operating pressure. If the surge pressure exceeds the maximum operating pressure, it will result in damage to fittings and tubes.
- The value of the max. operating pressure is at a temperature of 20°C. Refer to the burst pressure characteristics curve for other temperatures. Furthermore, abnormal temperature rises caused by adiabatic compression may result in the burst of the tube.
- The value of the minimum bending radius is measured at the temperature of 20°C as shown in the figure below.



Model/Specifications

● — 20 m roll □ — 100 m roll
 ▲ — Option ■ — Manufactured upon receipt of order (Please consult with SMC.)

Model	Tubing size											
	Metric size (Series TU)						Inch size (Series TIUB)					
	TU0212	TU0425	TU0604	TU0805	TU1005	TU1208	TU1610	TIUB91	TIUB95	TIUB97	TIUB11	TIUB13
Tubing O.D. (mm)	2	4	6	8	10	12	16	3.18	4.76	6.35	9.53	12.7
Tubing I.D. (mm)	1.2	2.5	4	5	6.5	8	10	2	3.18	4.23	6.35	8.48
Black (B)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
White (W)	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
Red (R)	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
Blue (BU)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Yellow (Y)	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
Green (G)	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
Clear (C)	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
Orange (YR)	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
Solid blue (BU1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Clear blue (BU2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Medium blue (BU3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Brown (BR1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Solid green (G1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Clear green (G2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Neon green (G3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dark green (G4)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gray (GR1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Light gray (GR2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Neon pink (P1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Solid purple (PU1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Clear purple (PU2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Solid red (R1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Clear red (R2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Silver (S1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Solid yellow (Y1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Clear yellow (Y2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Neon yellow (Y3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Clear orange (YR1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Neon orange (YR2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
								Nominal size (inch)				
								1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	1/2"
Fluid	Air/Water											
Max. operating pressure at 20°C	0.8 MPa											
Burst pressure	Refer to the burst pressure characteristics curve.											
Applicable fittings	One-touch fittings, Insert fittings, Self-align fittings, Miniature fittings											
Min. bending radius (mm)	4	10	15	20	27	35	45	10	15	23	27	35
Operating temperature	-20 to +60°C (Water: 0 to 40°C) (No freezing)											
Material	Polyurethane											

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Polyurethane Tubing *Series TU/TIUB*

How to Order

TU0425 BU - 20

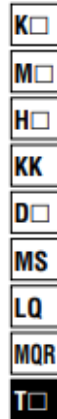
Tubing model

Length per roll

Symbol	Length
20	20 m roll
100	100 m roll

Color

Symbol	Color	Symbol	Color
B	Black	GR1	Gray
W	White	GR2	Light gray
R	Red	P1	Neon pink
BU	Blue	PU1	Solid purple
Y	Yellow	PU2	Clear purple
G	Green	R1	Solid red
C	Clear	R2	Clear red
YR	Orange	S1	Silver
BU1	Solid blue	Y1	Solid yellow
BU2	Clear blue	Y2	Clear yellow
BU3	Medium blue	Y3	Neon yellow
BR1	Brown	YR1	Clear orange
G1	Solid green	YR2	Neon orange
G2	Clear green		
G3	Neon green		
G4	Dark green		



Made to Order

(Please contact SMC for specifications in detail, dimensions, delivery and specifications other than those mentioned above.)

100 m reel	Metric size and Inch size: Suffix "-X3" to the end of part number. Ex.) TU0425R-100-X3
Longer length reel	Metric size: Suffix "-X3" to the end of part number. Ex.) TU0425G-500-X3
20 m roll	Inch size: Suffix "-X4" to the end of part number. Ex.) TIUB07W-20-X4

Made to Order Availability

Pat.no.	Length	Model	TU0425 *	TU0604 *	TU0805 *	TU1065 *	TU1208 *	TIUB01 *	TIUB05 *	TIUB07 *	TIUB11 *	TIUB13 *	Color
X3	100 m reel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Black, White, Red, Blue, Yellow, Green, Clear, Orange
	200 m reel			<input type="checkbox"/>									
	400 m reel			<input type="checkbox"/>									
	500 m reel		<input type="checkbox"/>										
X4	20 m roll							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Red, White, Yellow, Green, Clear, Orange	

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

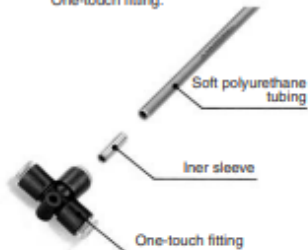
Soft Polyurethane Tubing Series TUS



Suitable for piping in confined spaces
Extremely flexible
Soft polyurethane tubing

TUS related accessories Inner sleeve Series TJ

Reinforces soft polyurethane tubing. Insert an inner sleeve into soft polyurethane tubing when used with a One-touch fitting.



Model

Model	Applicable tubing model	Length
TJ-0425	TUS0425	18
TJ-0604	TUS0604	19
TJ-0805	TUS0805	20.5
TJ-1065	TUS1065	23
TJ-1208	TUS1208	24

Specifications

Material	C2700T (Electroless nickel plated)
Wall thickness	0.2 mm

⚠ Precautions

Be sure to read before handling. Refer to front matters 58 and 59 for Safety Instructions and pages 13 to 16 for Fittings and Tubing Precautions.

⚠ Caution

1. Use a nylon or polyurethane tubing for general industrial water, otherwise the tube may result in being fallen out or bursted when the max. operating pressure is lower and the surge pressure is occurred.
2. The value of the max. operating pressure is at a temperature of 20°C. Refer to the burst pressure characteristics curve for other temperatures. Furthermore, abnormal temperature rises caused by adiabatic compression may result in the burst of the tube.
3. The value of the minimum bending radius is measured at the temperature of 20°C as shown in the figure on the right.
4. Use inner sleeve, taking the removing force into consideration when used with One-touch fittings.

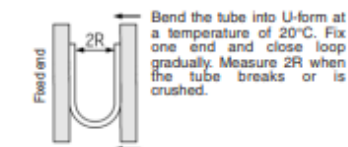
Model/Specifications

● — 20 m roll □ — 100 m reel

Model	TUS0425	TUS0604	TUS0805	TUS1065	TUS1208
Tubing O.D. (mm)	4	6	8	10	12
Tubing I.D. (mm)	2.5	4	5	6.5	8
Black (B)	●	●	●	●	●
White (W)	●	●	●	●	●
Red (R)	●	●	●	●	●
Blue (BU)	●	●	●	●	●
Yellow (Y)	●	●	●	●	●
Green (G)	●	●	●	●	●
Translucent (N) ⁽¹⁾	●	●	●	●	●
Yellow brown (YB)	●	●	●	●	●

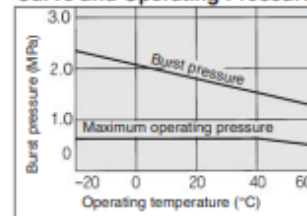
Fluid	Air					
Max. operating pressure at 20°C	0.6 MPa					
Burst pressure	Refer to the burst pressure characteristics curve.					
Applicable fittings	One-touch fitting, Insert tube fitting, Hose nipple ⁽²⁾					
Min. bending radius (mm) ⁽²⁾	8	15	15	22	29	
Operating temperature	-20 to +60°C (No freezing)					
Material	Polyurethane					
Tube drawing strength (N) (Using One-touch fitting)	Without inner sleeve	15	60	60	85	110
	With inner sleeve	80	230	250	300	480

Note 1) Not clear, but translucent due to material.
Note 2) Min. bending radius is measured as shown in the figure below.



Note 3) Always use inner sleeve (Series TJ) in safety circuit or critical area.

Burst Pressure Characteristics Curve and Operating Pressure



How to Order

TUS1065 **B** - **100**

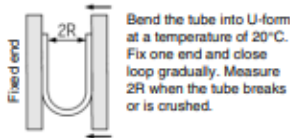
Tubing model Color Length per roll

Symbol	Color
B	Black
W	White
R	Red
BU	Blue
Y	Yellow
G	Green
N	Translucent
YB	Yellow brown

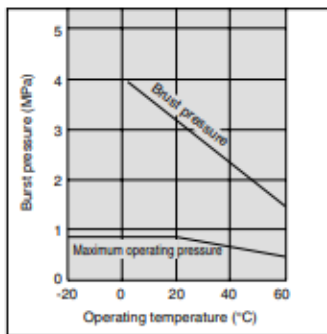
Symbol	Length
20	20 m roll
100	100 m reel (Black, Blue only)

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Hard Polyurethane Tubing/Standard Type Series **TUH**



Burst Pressure Characteristics Curve and Operating Pressure



⚠ Precautions

Be sure to read before handling. Refer to front matters 58 and 59 for Safety Instructions and pages 13 to 16 for Fittings and Tubing Precautions.

⚠ Caution

- Please consult with SMC regarding other fluids. Because ester polyurethane is used, water cannot be used due to the occurrence of hydrolysis.
- The value of the max. operating pressure is at a temperature of 20°C. Refer to the burst pressure characteristics curve for other temperatures. Furthermore, abnormal temperature rises caused by adiabatic compression may result in the burst of the tube.
- The value of the minimum bending radius is measured at the temperature of 20°C as shown in the figure above.

Model/Specifications

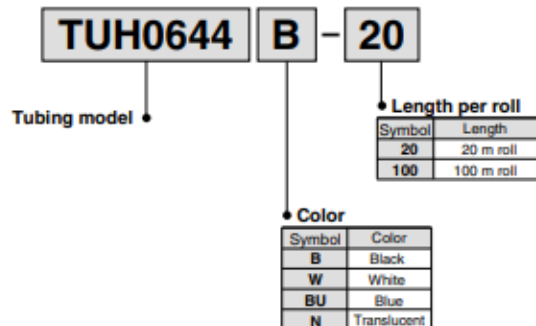
● — 20 m roll □ — 100 m roll

Model	TUH0428	TUH0644	TUH0858	TUH1073	TUH1288
O.D. (mm)	4	6	8	10	12
I.D. (mm)	2.8	4.4	5.8	7.3	8.8

Black (B)	●	●	□	●	●
White (W)	●	●	●	●	●
Blue (BU)	●	●	●	●	●
Translucent (N)	●	●	●	●	●

Fluid	Air				
Max operating pressure (at 20°C)	0.8 MPa				
Applicable fittings	One-touch fittings				
Min. bending radius (mm)	10	18	24	30	36
Burst pressure	Refer to the burst pressure characteristics curve.				
Operating temperature	-20 to 60°C				
Material	Polyurethane				

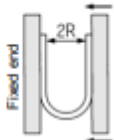
How to Order



- K
- M
- H
- KK
- D
- MS
- LQ
- MQR
- T

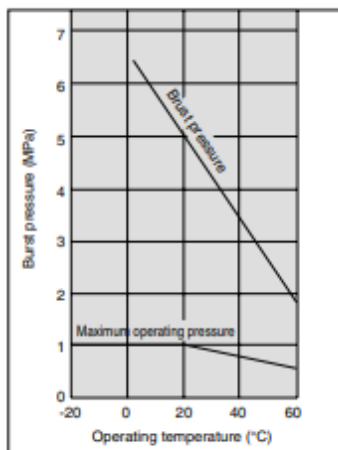
Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Hard Polyurethane Tubing/High Pressure Type Series *TUH*



Bend the tube into U-form at a temperature of 20°C. Fix one end and close loop gradually. Measure 2R when the tube breaks or is crushed.

Burst Pressure Characteristics Curve and Operating Pressure



⚠ Precautions

Be sure to read before handling. Refer to front matters 58 and 59 for Safety Instructions and pages 13 to 16 for Fittings and Tubing Precautions.

⚠ Caution

- Please consult with SMC regarding other fluids. Because ester polyurethane is used, water cannot be used due to the occurrence of hydrolysis.
- The value of the max. operating pressure is at a temperature of 20°C. Refer to the burst pressure characteristics curve for other temperatures. Furthermore, abnormal temperature rises caused by adiabatic compression may result in the burst of the tube.
- The value of the minimum bending radius is measured at the temperature of 20°C as shown in the figure above.

Model/Specifications

● — 20 m roll □ — 100 m roll

Model	TUH0425	TUH0604	TUH0805	TUH1065	TUH1208
O.D. (mm)	4	6	8	10	12
I.D. (mm)	2.5	4	5	6.5	8

Color	TUH0425	TUH0604	TUH0805	TUH1065	TUH1208
Black (B)	●	●	●	●	●
White (W)	□	□	□	□	□
Blue (BU)	●	●	●	●	●
Translucent (N)	□	□	□	□	□

Fluid	Air				
Max operating pressure (at 20°C)	1.0 MPa				
Applicable fittings	One-touch fittings, Insert fittings, Self-align fittings, Miniature fittings				
Min. bending radius (mm)	10	15	20	27	35
Burst pressure	Refer to the burst pressure characteristics curve.				
Operating temperature	-20 to 60°C				
Material	Polyurethane				

How to Order

TUH0604 **B** - **20**

Tubing model ●

● Length per roll

Symbol	Length
20	20 m roll
100	100 m roll

● Color

Symbol	Color
B	Black
W	White
BU	Blue
N	Translucent

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling*
per a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu**

VOLUM II

DOCUMENT 4: PLÀNOLS

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022

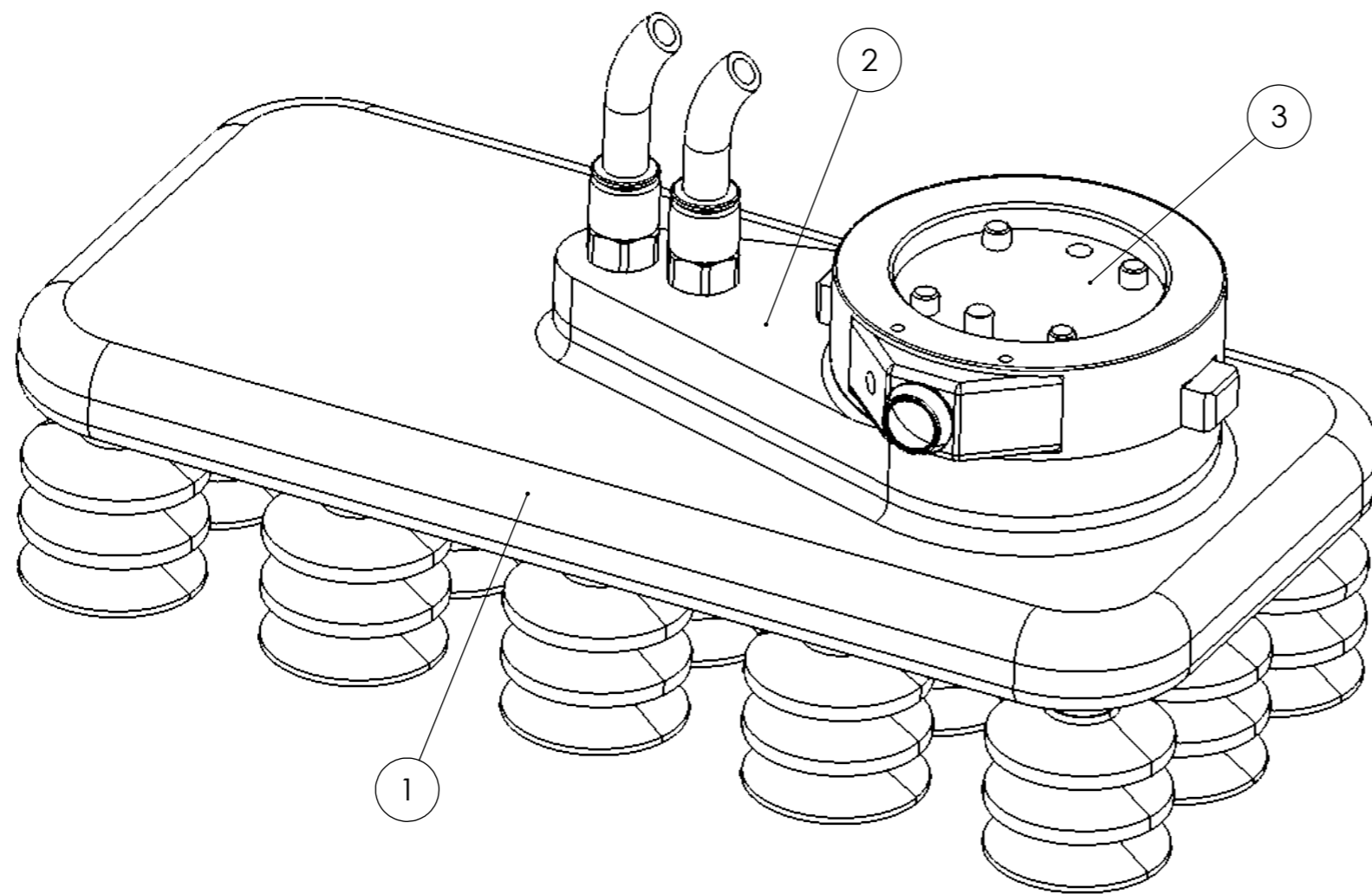


ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ


Índex Plànols.**ÍNDIX PLÀNOLS**

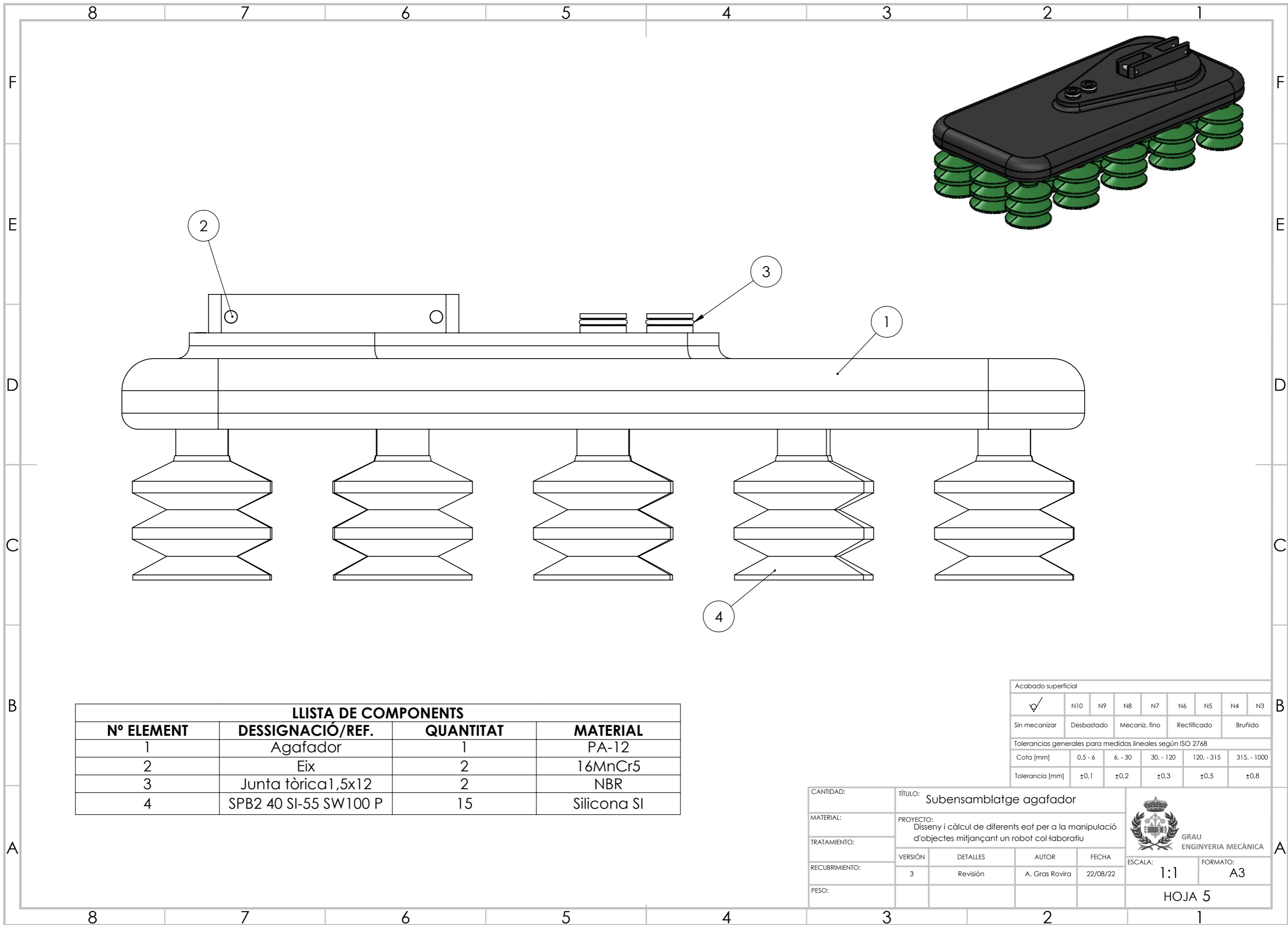
NÚMERO	DENOMINACIÓ	ESCALA	PÀGINA
1	Ensamblatge general	S/E	4
2	Subensamblatge agafador	1:1	5
3	Subensamblatge unió braç inferior	2:1	6
4	Subensamblatge unió braç superior	2:1	7
5	Peça superior unió braç	1:1	8
6	Peça inferior unió braç	1:1	9
7	Agafador	1:2	10
8	Ganxos	5:1	11
9	Suport botó elèctric	2:1	12



NÚMERO	DESSIGNACIÓ
1	Subensamblatge agafador
2	Subensamblatge unió braç inferior
3	Subensamblatge unió braç superior


Acabado superficial								
<input checked="" type="checkbox"/>	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino		Rectificado	Bruñido			
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

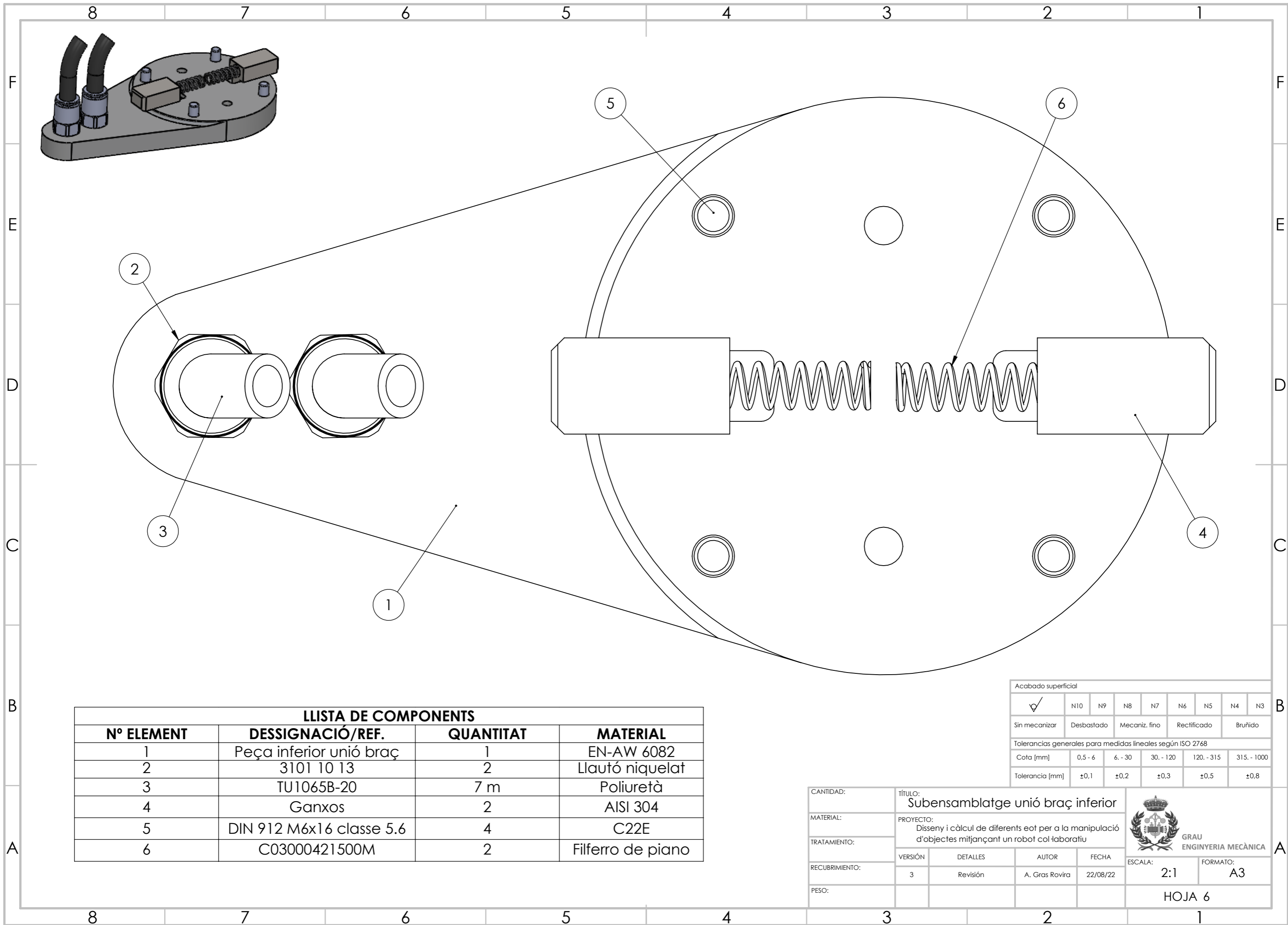
CANTIDAD:	TÍTULO: Ensamblatge general				 GRAU ENGINYERIA MECÀNICA		
MATERIAL:	PROYECTO: Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu						
TRATAMIENTO:	VERSIÓN	DETALLES	AUTOR	FECHA	ESCALA:	FORMATO:	
RECUBRIMIENTO:	3	Revisión	A. Gras Rovira	22/08/22	S/E	A3	
PESO:						HOJA 4	



LLISTA DE COMPONENTS			
Nº ELEMENT	DESSIGNACIÓ/REF.	QUANTITAT	MATERIAL
1	Agafador	1	PA-12
2	Eix	2	16MnCr5
3	Junta tòrica 1,5x12	2	NBR
4	SPB2 40 SI-55 SW100 P	15	Silicona SI


Acabado superficial								
<input checked="" type="checkbox"/>	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado		Mecaniz. fino		Rectificado		Bruñido	
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

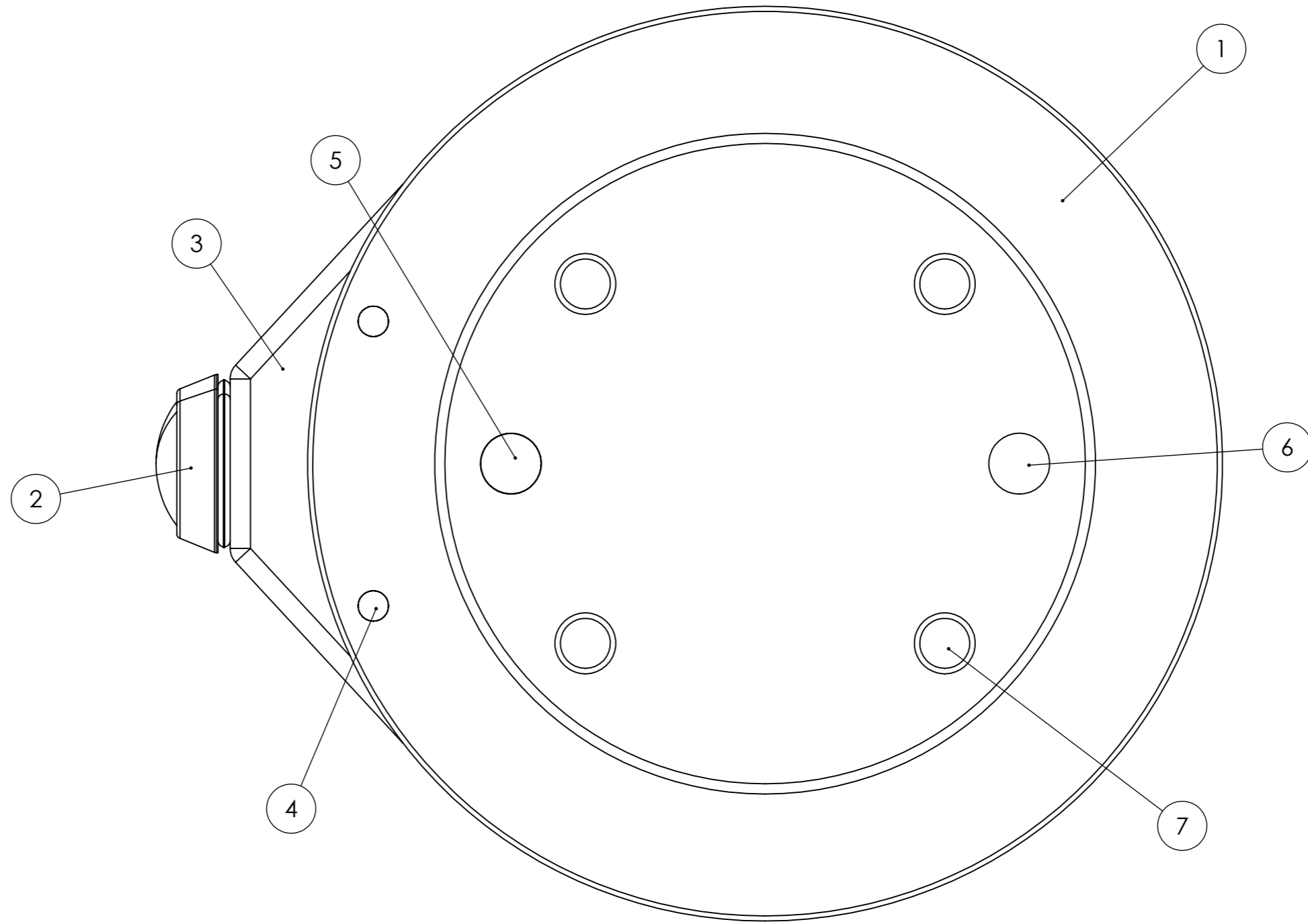
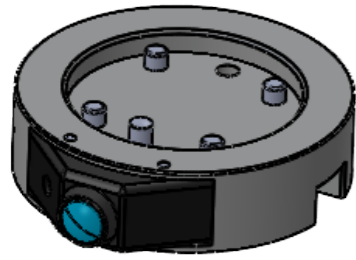
CANTIDAD:	TÍTULO: Subensamblatge agafador				 GRAU ENGINEERIA MECÀNICA	
MATERIAL:	PROYECTO: Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu					
TRATAMIENTO:	VERSIÓN	DETALLES	AUTOR	FECHA	ESCALA: 1:1	
RECUBRIMIENTO:	3	Revisión	A. Gras Rovira	22/08/22	FORMATO: A3	
PESO:					HOJA 5	



LLISTA DE COMPONENTS			
Nº ELEMENT	DESSIGNACIÓ/REF.	QUANTITAT	MATERIAL
1	Peça inferior unió braç	1	EN-AW 6082
2	3101 10 13	2	Llautó niquelat
3	TU1065B-20	7 m	Poliuretà
4	Ganxos	2	AISI 304
5	DIN 912 M6x16 classe 5.6	4	C22E
6	C03000421500M	2	Filferro de piano

Acabado superficial								
<input checked="" type="checkbox"/>	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino	Rectificado	Bruñido				
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			


CANTIDAD:	TÍTULO: Subensamblatge unió braç inferior				 GRAU ENGINYERIA MECÁNICA
MATERIAL:	PROYECTO: Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu				
TRATAMIENTO:	VERSIÓN	DETALLES	AUTOR	FECHA	ESCALA:
RECUBRIMIENTO:	3	Revisión	A. Gras Rovira	22/08/22	2:1
PESO:					FORMATO: A3
HOJA 6					

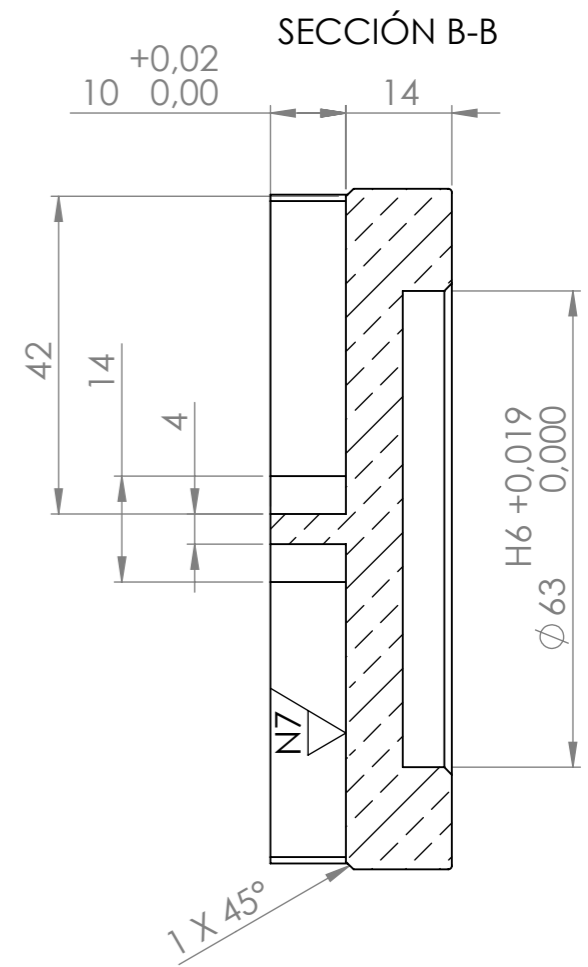
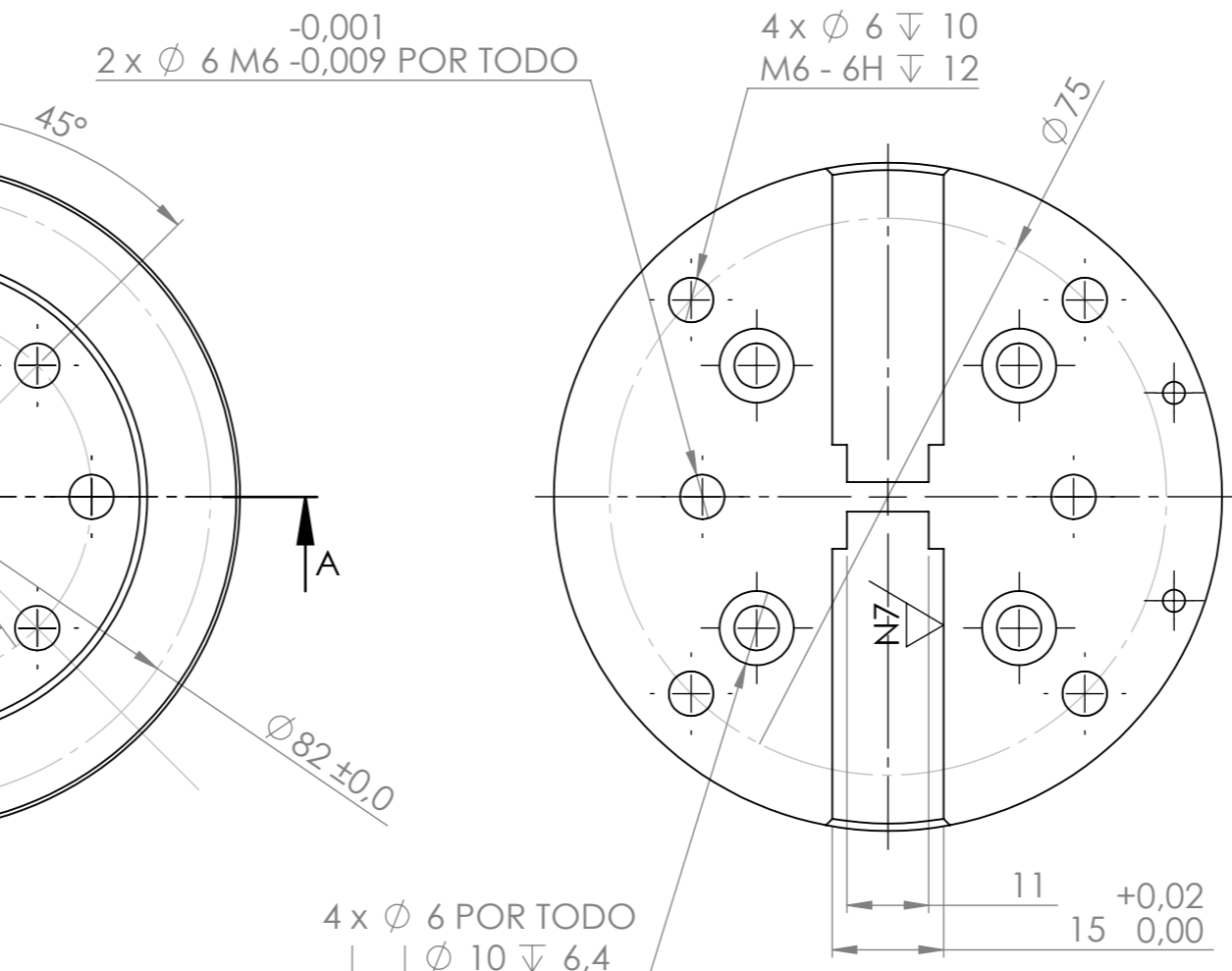
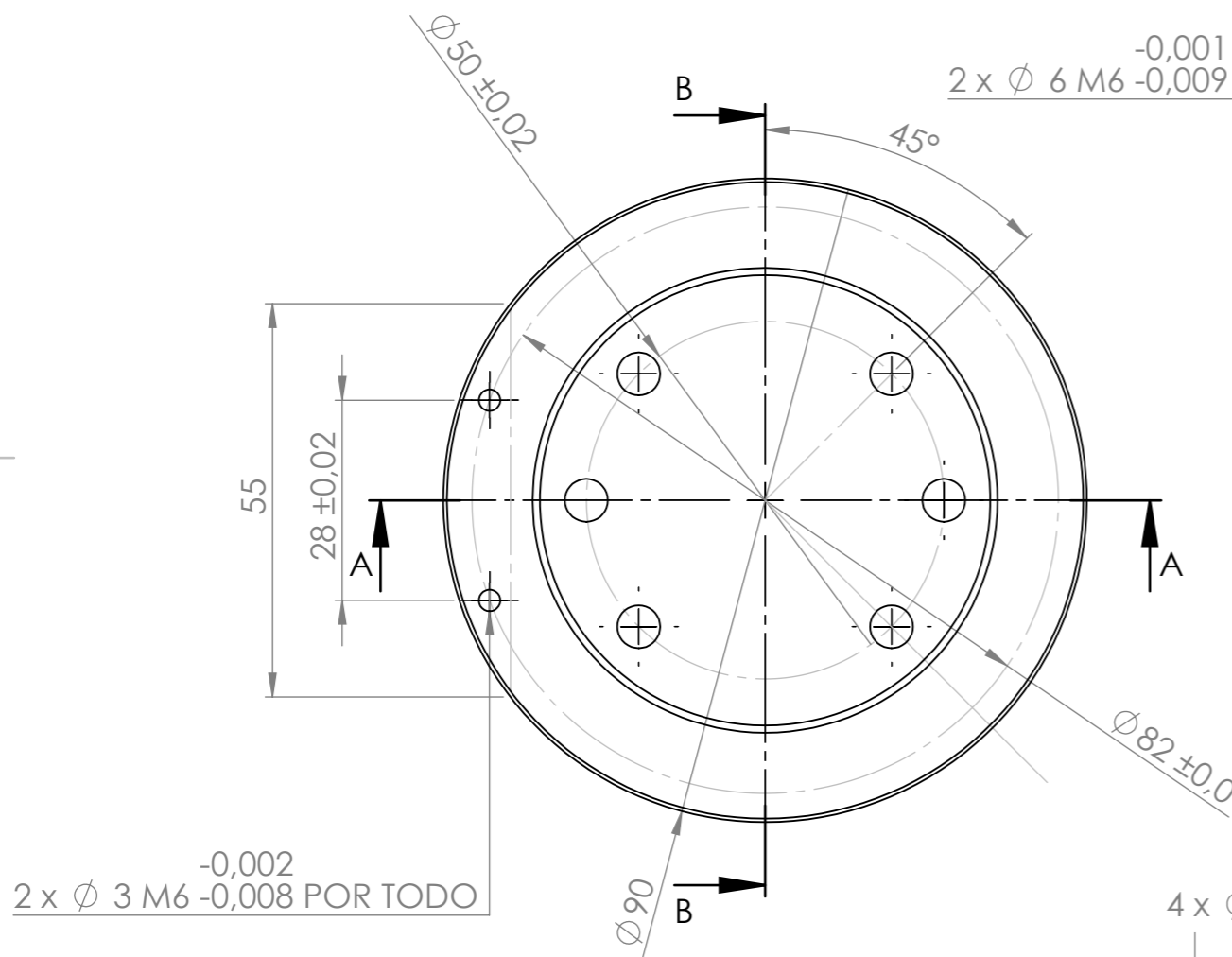
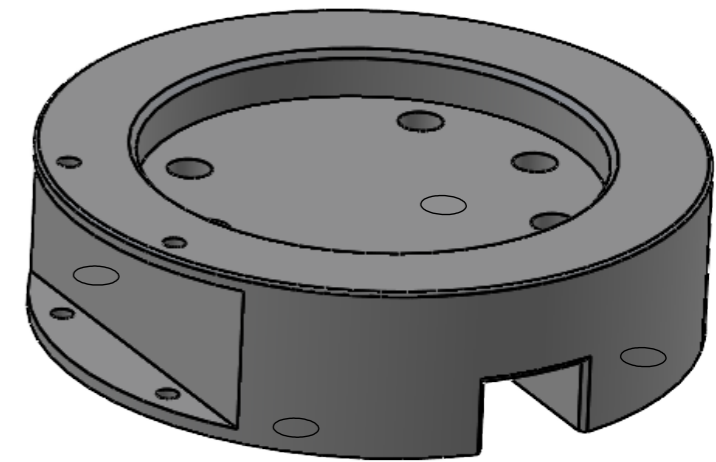
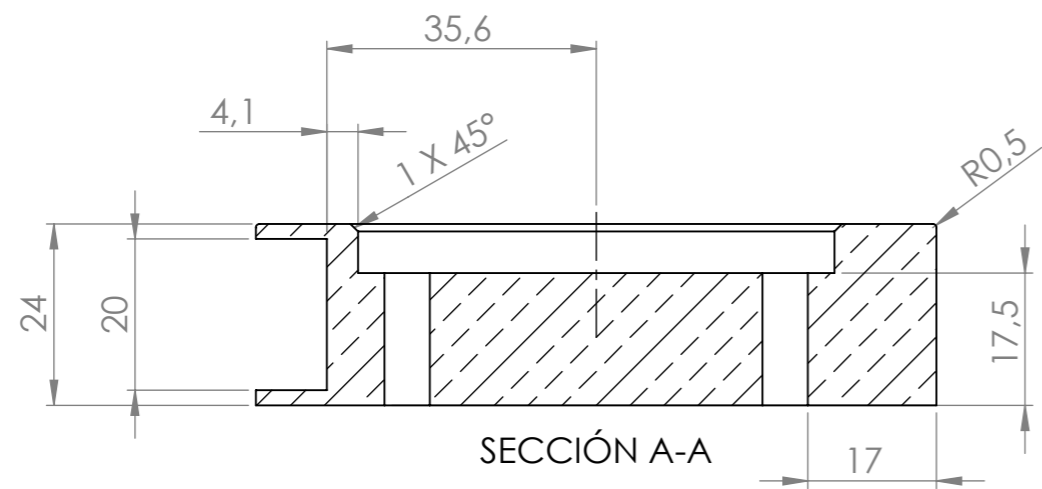


LLISTA DE COMPONENTS

Nº ELEMENT	DESSIGNACIÓ/REF.	QUANTITAT	MATERIAL
1	Peça superior unió braç	1	EN AW-6082
2	GH7268-ND	1	Nylon
3	Suport botó elèctric	1	PA-12
4	03320-0324	2	Acer per eines 1.2067
5	03320-0630	1	Acer per eines 1.2067
6	03320-0614	1	Filferro de piano
7	DIN 912 M6x16 classe 5.6	4	C22E

Acabado superficial								
<input checked="" type="checkbox"/>	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino	Rectificado	Bruñido				
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

CANTIDAD:	TÍTULO: Subensamblatge unió braç superior				 GRAU ENGINYERIA MECÀNICA		
MATERIAL:	PROYECTO: Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu						
TRATAMIENTO:	VERSIÓN	DETALLES	AUTOR	FECHA	ESCALA:	FORMATO:	
RECUBRIMIENTO:	3	Revisión	A. Gras Rovira	22/08/22	2:1	A3	
PESO:						HOJA 7	



2 x Ø 3 M6 -0,008 POR TODO

2 x Ø 6 M6 -0,009 POR TODO


4 x Ø 6 M6 -6H 12

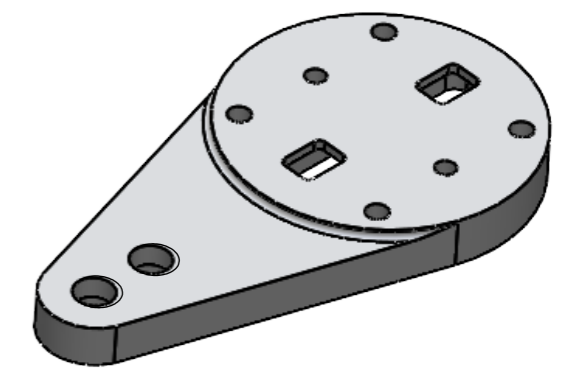
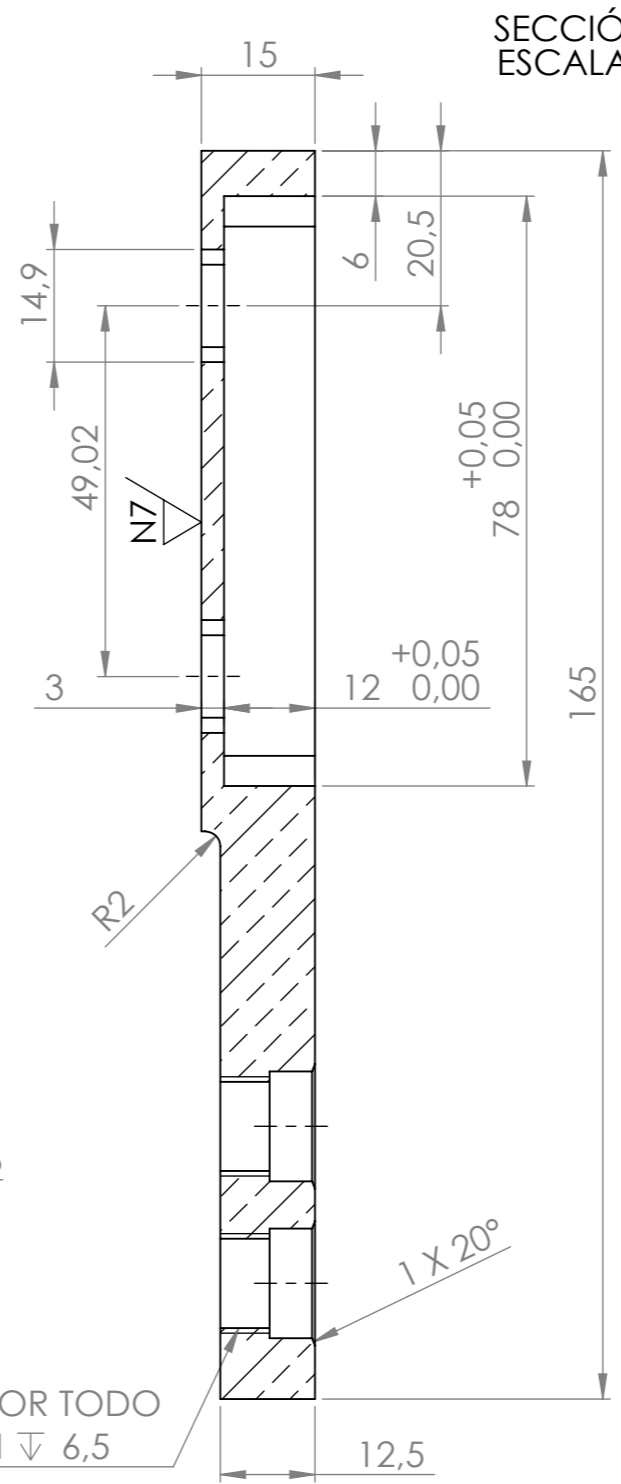
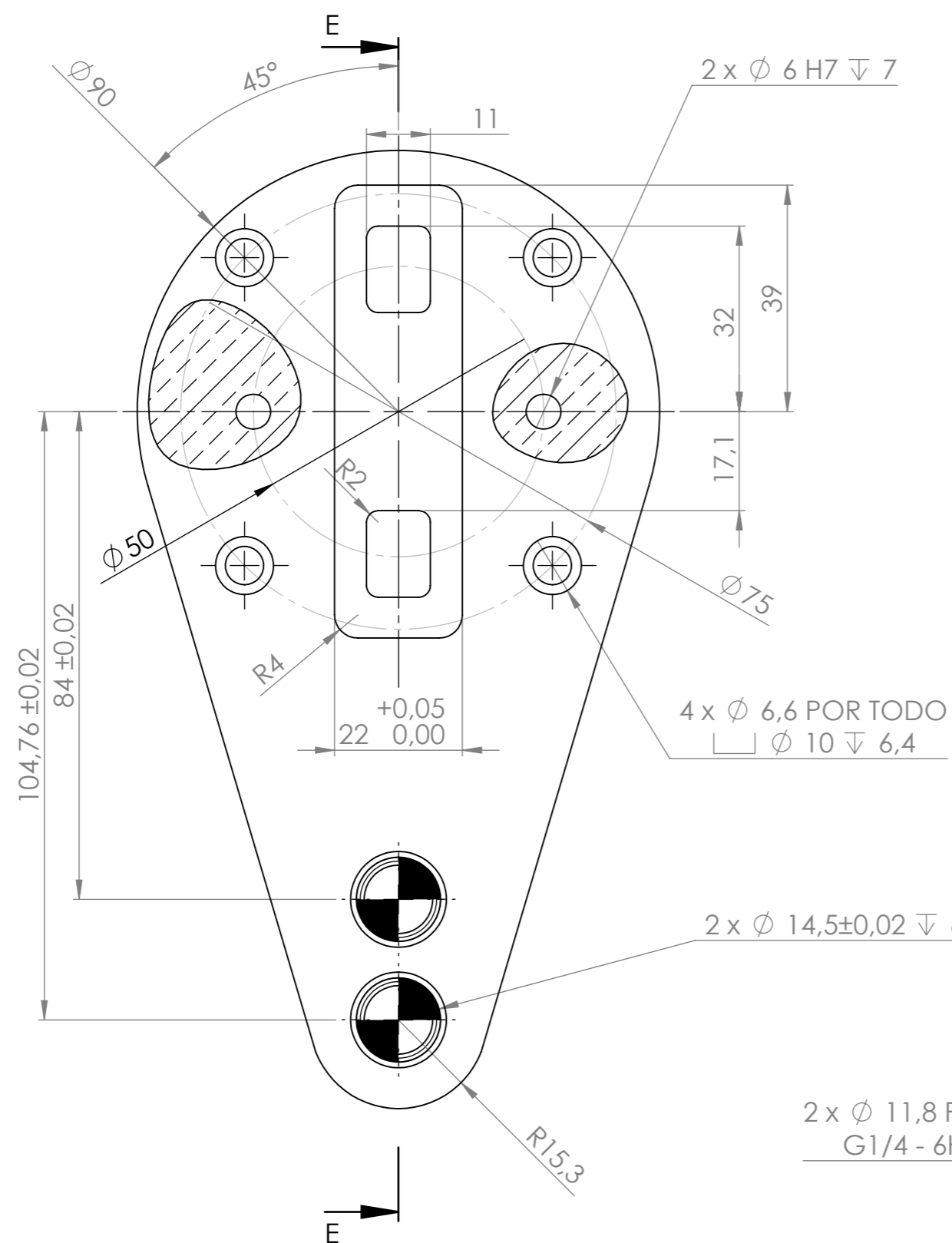
4 x Ø 6 POR TODO
Ø 10 6,4

SECCIÓN B-B

xamfranar arestes 0,5 x 45°


Acabado superficial								
✓	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino	Rectificado	Bruñido				
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

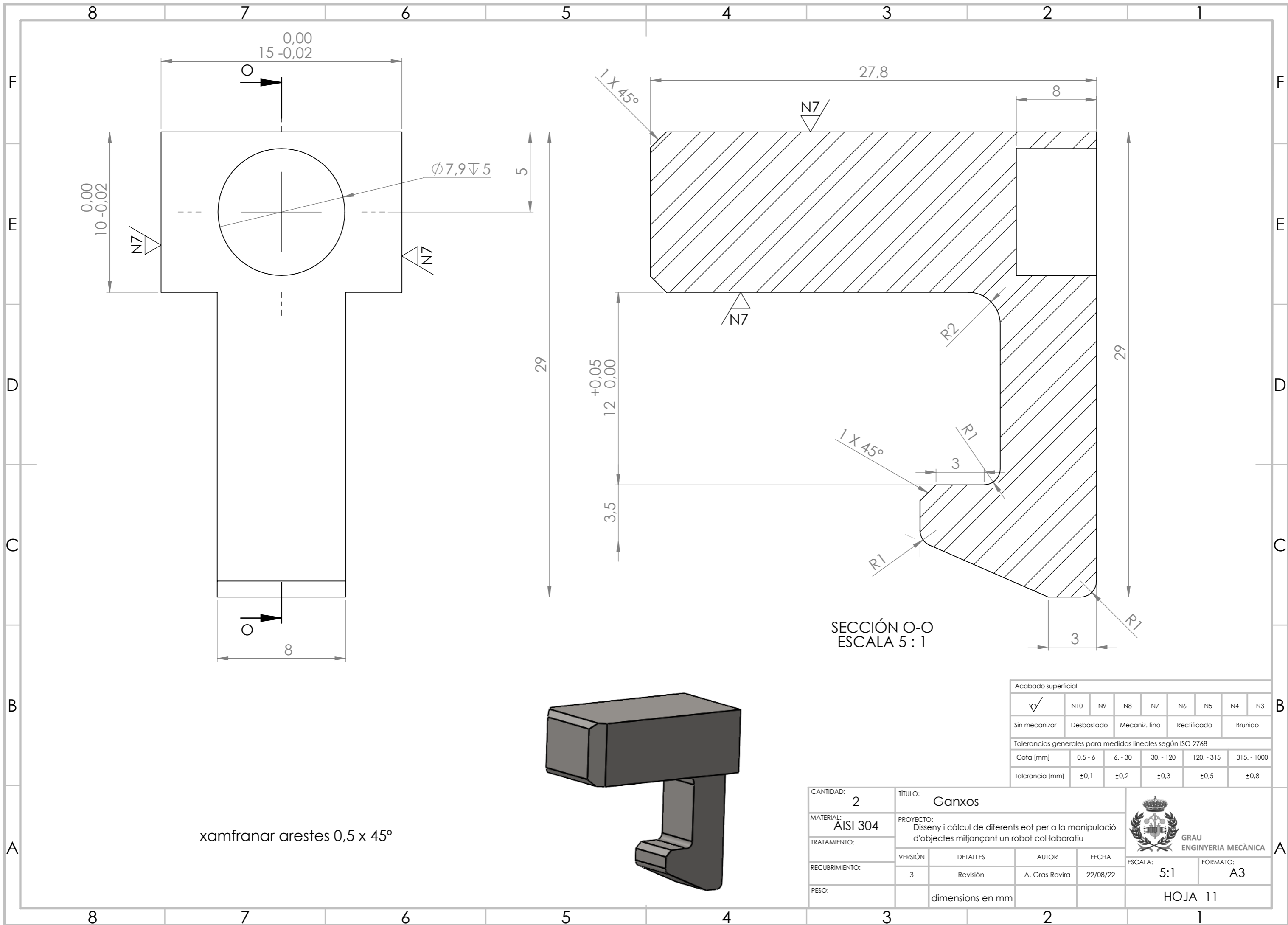
CANTIDAD: 1	TÍTULO: Peça superior unió braç			 GRAU ENGINYERIA MECÀNICA	
MATERIAL: EN AW-6082	PROYECTO: Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu				
TRATAMIENTO:	VERSIÓN	DETALLES	AUTOR	FECHA	ESCALA:
RECUBRIMIENTO: Anoditzat	3	Revisión	A. Gras Rovira	22/08/22	1:1
PESO:	dimensiones en mm			FORMATO: A3	HOJA 8



xamfrancar arestes 0,5 x 45°

Acabado superficial								
✓	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino	Rectificado	Bruñido				
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

CANTIDAD: 1	TÍTULO: Peça inferior unió braç			 GRAU ENGINYERIA MECÀNICA	
MATERIAL: EN AW-6082	PROYECTO: Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu				
TRATAMIENTO:	VERSIÓN: 3	DETALLES: Revisión	AUTOR: A. Gras Rovira	FECHA: 22/08/22	ESCALA: 1:1
RECUBRIMIENTO: Anoditzat	PESO: dimensions en mm			FORMATO: A3	HOJA 9



0,00
15 -0,02

Ø7,9 ∇ 5

27,8

8

+0,05
12 0,00

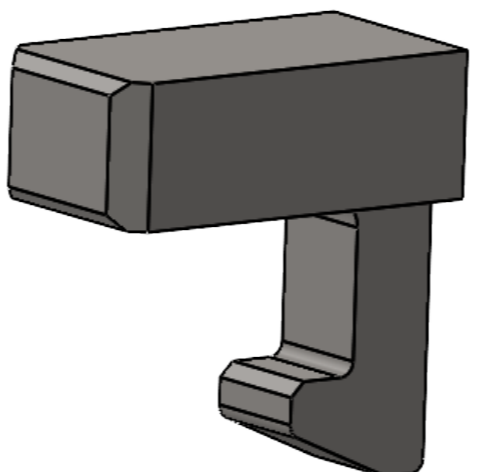
3,5

29

SECCIÓN O-O
ESCALA 5 : 1

3

xamfranar arestes 0,5 x 45°

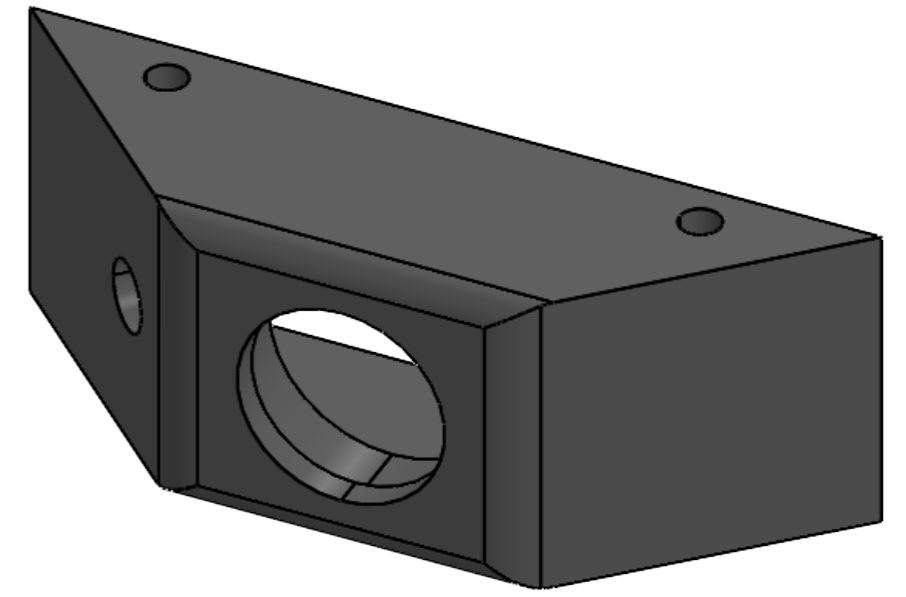
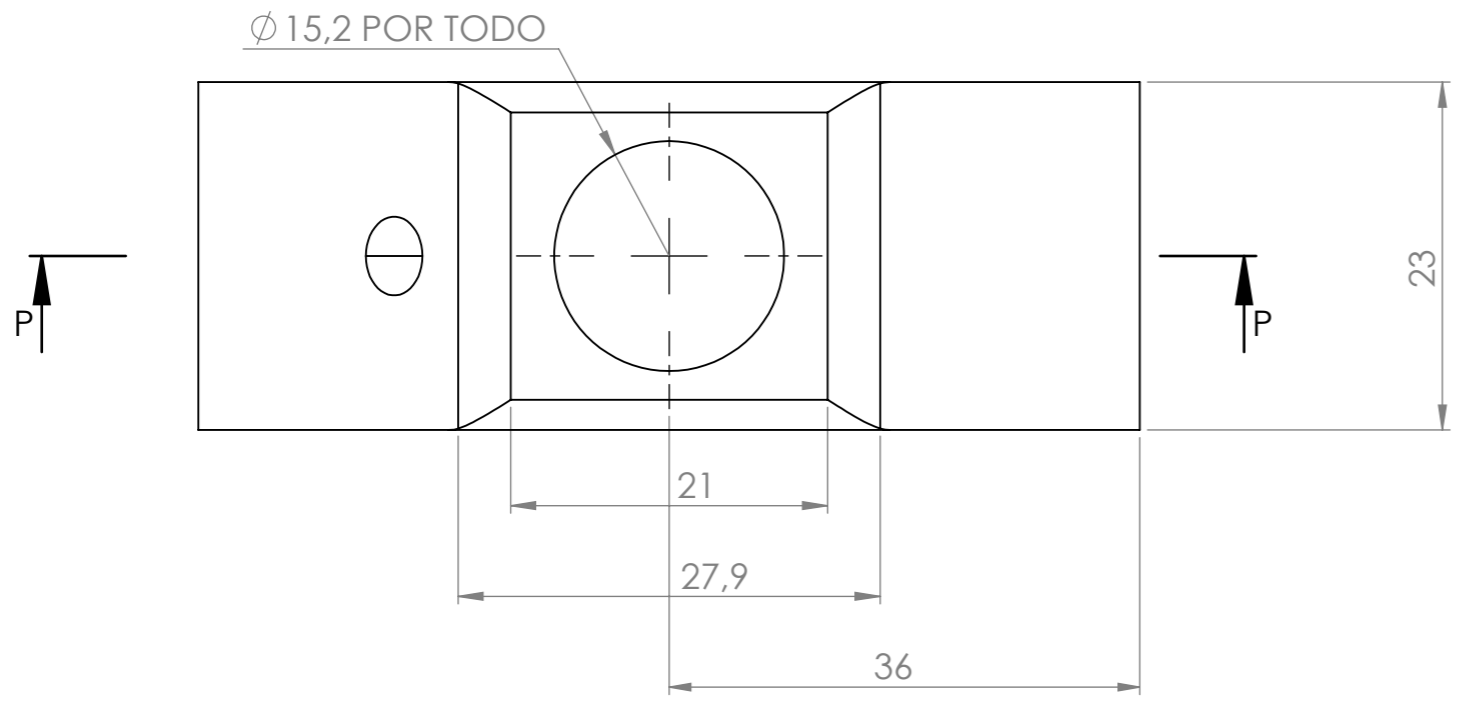


Acabado superficial								
✓	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino			Rectificado	Bruñido		
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

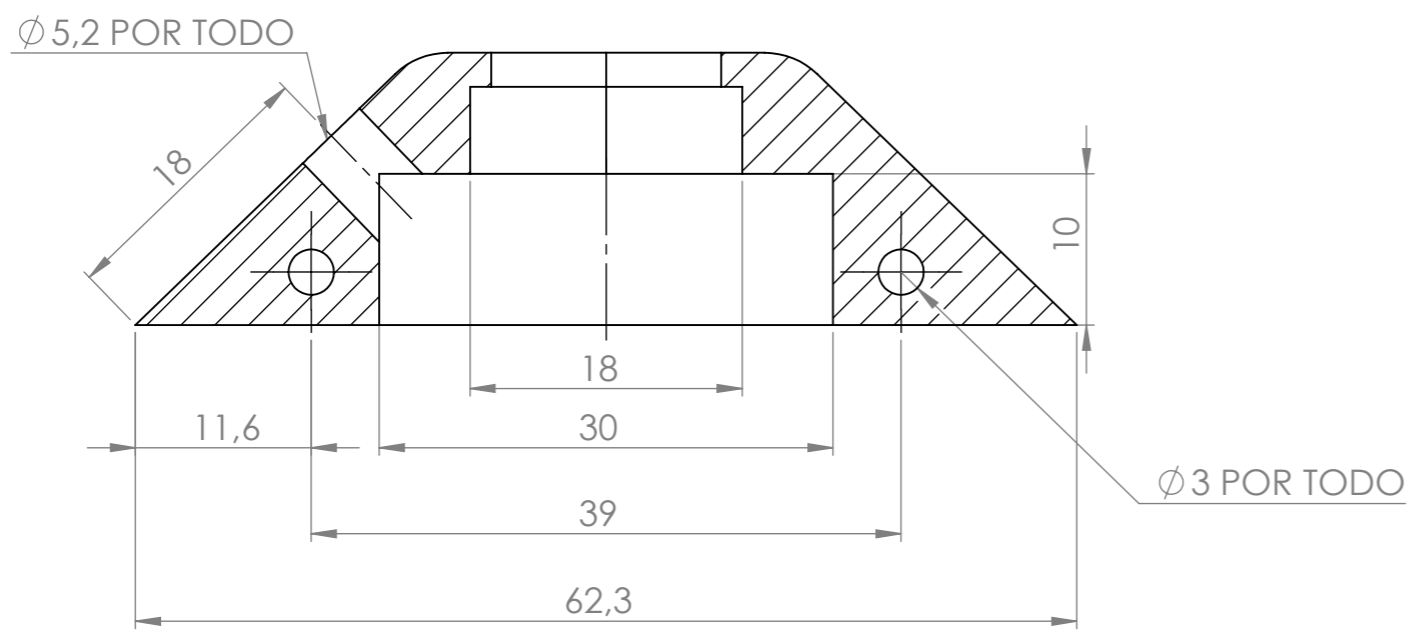
CANTIDAD:	2	TÍTULO:			Ganxos		
MATERIAL:	AISI 304	PROYECTO:			Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu		
TRATAMIENTO:		VERSIÓN:	3	DETALLES:	Revisión	AUTOR:	A. Gras Rovira
RECUBRIMIENTO:		FECHA:	22/08/22	ESCALA:		5:1	FORMATO:
PESO:		dimensiones en mm		HOJA		11	




8 7 6 5 4 3 2 1



SECCIÓN P-P



Acabado superficial								
✓	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3
Sin mecanizar	Desbastado	Mecaniz. fino			Rectificado	Bruñido		
Tolerancias generales para medidas lineales según ISO 2768								
Cota [mm]	0,5 - 6	6 - 30	30 - 120	120 - 315	315 - 1000			
Tolerancia [mm]	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8			

CANTIDAD:	1	TÍTULO:	Suport botó elèctric			 <p>GRAU ENGINYERIA MECÀNICA</p>		
MATERIAL:	PA-12	PROYECTO:	Disseny i càlcul de diferents eot per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu					
TRATAMIENTO:		VERSIÓN	DETALLES	AUTOR	FECHA			
RECUBRIMIENTO:	Tintat negre	3	Revisión	A. Gras Rovira	22/08/22			
PESO:		dimensiones en mm			ESCALA:	2:1	FORMATO:	A3
					HOJA 12			

8 7 6 5 4 3 2 1

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling*
per a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu**

VOLUM II

DOCUMENT 5: PLEC DE CONDICIONS

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

Índex Plec de Condicions.

1. Plec de condicions tècniques.....	4
1.1. Plec de condicions tècniques generals.....	4
1.1.1. Documents del projecte.....	4
1.1.2. Normes de caràcter generalitzades.	4
1.2. Plec de condicions tècniques particulars.	5
2. Condicions de caire econòmic.	7
3. Condicions de caire facultatiu	8
4. Condicions de caire legal.....	9

1. Plec de condicions tècniques.

1.1. Plec de condicions tècniques generals.

La finalitat d'aquest apartat és la d'especificar les condicions tècniques, legals, econòmiques i facultatives a tenir en compte en la realització d'aquest projecte.

1.1.1. Documents del projecte.

Primerament definirem els documents contractuals d'obligat compliment, amb els quals es constitueix la base del projecte, i són els següents:

- Document 1: Índex general
- Document 2: Memòria
- Document 3: Annexes
- Document 4: Plànols
- Document 5: Plec de condicions
- Document 6: Estat d'amidaments
- Document 7: Pressupost

1.1.2. Normes de caràcter generalitzades.

Per altra banda, la fabricació i construcció del prototip es durà a terme establint com a obligatòries les següents normes:

- Directiva 2006/42/CE, *establece los requisitos técnicos que deben cumplir las máquinas y sus componentes de seguridad para poder ser comercializadas en la Unión Europea y en el Espacio Económico Europeo.*
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, *sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, *por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.*
- UNE EN ISO 13849-1:2016. *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la Seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015)*

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

- UNE EN ISO 13855:2011 *Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. (ISO 13855:2010).*
- EN1200:201. *Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010).*
- UNE 157001:2014. *Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyectotécnico.*
- UNE 1039:1994. *Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.*

1.2. Plec de condicions tècniques particulars.

El producte no pot treballar amb una càrrega superior a 10 Kg., i en la mesura del possible s'hauran d'evitar situacions on aquest hagi de treballar amb esforços verticals. És a dir, les ventoses sempre hauran de treballar de forma que estiguin en disposició paral·lela amb el terra.

El client s'haurà d'assegurar que la cinta transportadora dels objectes estigui ben fixada al robot pal·letitzador. Així com també, assegurar-se que la pressió de l'aire amb què treballi l'ejector al buit sigui estable, i que aquesta sigui superior a 6 bars.

El manteniment i recanvi de les ventoses s'haurà d'efectuar amb els mateixos productes i models que vénen incorporats. El manteniment de les ventoses s'haurà de realitzar segons les especificacions del fabricant d'aquestes.

S'estableix una garantia d'un any del producte, incloent el manteniment corresponent del producte. Qualsevol canvi, reparació o manteniment efectuat per personal extern a l'empresa productora podrà significar una pèrdua de la garantia.

S'estableixen una sèrie de condicions relacionades amb el procés de fabricació. El client s'haurà d'assegurar que es compleixin en cas d'una possible reparació d'alguna de les peces del producte, una vegada s'hagi exhaurit la garantia d'aquest. Podem llistar les peces a fabricar en dos grups, les que es realitzaran mitjançant processos de mecanitzat, i les que es realitzaran mitjançant la impressió en 3D.

En cadascuna d'aquestes peces, s'haurà de respectar el compliment de l'ús del mateix material, acabats superficials i recobriments segons indicat als plànols.

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Les principals operacions que es realitzaran en les peces de mecanitzat són el fresat i el tornejat.

El material de les peces, tal i com s'ha indicat anteriorment, s'haurà de respectar en la fabricació dels components. I en cas que el client no trobi una empresa de mecanitzat que tracti amb alumini EN AW-6082, es podrà fer servir en la seva substitució, l'EN AW-7075.

La resta de components normalitzats, a excepció de les ventoses, de l'ejector al buit, així com els cargols, les molles, el botó elèctric, els ràncors, etc., es podran substituir per elements que compleixin les mateixes característiques que els descriuen, de fabricants diferents.

L'empresa garanteix que l'estat en el qual es subministraran els productes al client, sigui en perfectes condicions, exempt de defectes durant el procés. Havent realitzat, prèviament, unes proves del funcionament de l'equip, abans de la seva comercialització.

El manteniment del producte serà responsabilitat del client i del personal contractat.

2. Condicions de caire econòmic.

El preu del projecte s'ha realitzat en funció dels salaris dels treballadors i els costos dels materials, qualsevol canvi en aquestes especificacions podria variar el preu.

Davant d'una possible variació dels preus, ja sigui a l'alça o a la baixa, es realitzarà una revisió d'aquests a petició de qualsevol de les parts que el formen. Les quals hauran d'acordar en el preu pactat inicialment les possibles variacions, especificant la data en què aquesta s'ha aplicat.

Davant d'un possible error relacionat amb els materials, serà corregit en la mesura del possible. De la mateixa forma, si el nombre d'unitats previstes inicialment acaba resultant ser inferior, s'aplicarà el corresponent descompte en el pressupost final del projecte.

Tant els impostos vigents com les despeses van a càrrec del client, inclòs l'impost de l'IVA. Les despeses del país del comprador del producte aniran a compte del mateix.

Si per algun motiu hi ha un retard en l'efectuació del pagament, no se suspendrà la producció ni es relantitzarà l'execució dels treballs a un ritme menor de l'acordat.

Les millores de fabricació, tal i com s'ha comentat anteriorment, seran admeses en el cas que el client les hagi reclamat per escrit.

3. Condicions de caire facultatiu

El contractista es veurà obligat a facilitar a l'enginyer tota la informació que sigui considerada necessària, comunicant a aquest qualsevol tipus d'incidència. Anirà a càrrec del contractista qualsevol incidència relacionada amb defectes de la fabricació del producte.

Aquest mateix haurà de supervisar de forma presencial el procés de fabricació del producte, podent justificar la seva falta davant de qualsevol incidència, encarregant a un responsable amb la finalitat de la seva representació.

El contractista haurà de seleccionar una persona per tal que aquesta dirigeixi el procés de fabricació, a fi d'assegurar-se que la realització de les tasques s'estiguin duent a terme segons especificacions estipulades.

Tots els components que siguin de caire comercial, tindran la garantia que els sigui proporcionada pels fabricants o distribuïdors d'aquests.

4. Condicions de caire legal.

La realització del projecte s'ha de dur a terme segons les normatives i condicions esmentades en aquest.

Serà obligació del contractista la confirmació de la vigència de les normatives aplicades, i també s'encarregarà de procedir a sol·licitar les llicències o permisos pertinents.

Es podrà considerar motiu d'abolició del contracte per qualsevol de les dues parts que siguin afectades per les causes especificades a continuació.

- El demèrit de la data estipulada per tal de procedir amb l'inici del procés de fabricació.
- Qualsevol falta d'observació relacionada amb les responsabilitats assignades al contractista.
- Qualsevol augment de preu considerable ocasionat per la modificació de les condicions inicials establertes.

El contractista es responsabilitzarà de la seguretat durant el procés de fabricació del producte, aplicant la normativa de prevenció de riscos laborals. La possible ocasió de danys materials i personals que puguin ser ocasionats durant la realització d'aquest procés també serà responsabilitat seva.

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling*
per a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu**

VOLUM II

DOCUMENT 6: ESTAT D'AMIDAMENTS

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

Índex estat d'amidaments.

1. Estat d'amidaments.....	5
1.1 Sistema superior unió braç.....	5
1.2. Sistema inferior unió braç.....	6
1.3. Sistema agafador.....	6
1.4. Sistema pneumàtic.....	6

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1. Estat d'amidaments.

1.1. Sistema superior unió braç.

AMIDAMENTS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL-LABORATIU

CODI	RESUM	UTS	LONGITUD	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
01	CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ					
FPS-001	Ud Fabricació peça superior unió braç El preu inclueix les toleràncies i acabats superficials definits als plànols. El preu del transport està inclòs en totes les peces que s'envien a fabricar.					1,00
FSB-001	Ud Fabricació suport botó elèctric No s'inclou en el preu el rollo de matèria prima de PA-12, ja que aquest ja s'ha tingut en compte en la partida de l'agafador. El mateix amb el tintat de color negre.					1,00
PAS-0324	Ud Passadors DIN 6325 diam. 3 long. 24, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0324					1,00
PAS-0630	Ud Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 30, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0630					2,00
PAS-0614	Ud Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 14, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0614					1,00
CAR-0056	Ud Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6					1,00
BTE-001	Ud Botó elèctric Ref. GH7268-ND					4,00
						1,00

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.2. Sistema inferior unió braç.

AMIDAMENTS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
02 CAPÍTOL 02 SISTEMA INFERIOR UNIÓ BRAÇ						
FPI-001	Ud Fabricació peça inferior unió braç					1,00
GAN-001	Ud Ganxos					2,00
RAC-001	Ud Ràcors Ref. 3101 10 13					2,00
CAR-0056	Ud Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6					4,00
MOL-001	Ud Molles Ref. C03000421500M					2,00

1.3. Sistema agafador.

AMIDAMENTS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
03 CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR						
05	Ud Fabricació agafador					1,00
PAS-0422	Ud Eixos DIN 6325, diam. 4 long. 22, 16MnCr5					2,00
VNT-001	Ud Ventoses Ref. SPB2 40 SI-55 SW100 P					15,00
JNT-001	Ud Juntes tòriques 1,5x12 NBR					2,00

1.4. Sistema pneumàtic.

AMIDAMENTS

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	QUANTITAT
04 CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC						
INEJ-001	Ud Instal·lació ejector al buit					1,00
VFFG-001	Ud Verificació fugues i funcionament circuit					1,00

Treball de Fi de Grau
Enginyeria Mecànica



**Disseny i càlcul de diferents *end of tooling*
per a la manipulació d'objectes mitjançant un
robot col·laboratiu**

VOLUM II

Document 7: Pressupost

Autor: Adrià Gras Rovira
Director: Francesc Ferrando Piera
Tutor: Raúl Oteiza Chalezker
Data: Setembre 2022



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERIA QUÍMICA
Universitat Rovira i Virgili

etsEQ

Índex Pressupost.

1. Pressupost.....	4
1.1. Quadre de preus 1.....	4
1.1.1. Sistema d'alimentació.....	4
1.1.2. Sistema inferior unió braç.....	5
1.1.3. Sistema agafador.....	5
1.1.4. Sistema pneumàtic.....	5
1.2. Quadre de preus 2.....	6
1.2.1. Sistema superior unió braç.....	6
1.2.2. Sistema inferior unió braç.....	6
1.2.3. Sistema agafador.....	7
1.2.4. Sistema pneumàtic.....	7
1.3. Pressupost general.....	8
1.3.1. Sistema superior unió braç.....	8
1.3.2. Sistema inferior unió braç.....	8
1.3.3. Sistema agafador.....	9
1.3.4. Sistema pneumàtic.....	9
1.4. Resum del pressupost.....	10
1.4.1. Resum del pressupost.....	10

1. Pressupost.

1.1. Quadre de preus 1.

1.1.1. Sistema d'alimentació.

QUADRE DE PREUS 1

DISSENY I CÀLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
01		CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ	
FPS-001	Ud	Fabricació peça superior unió braç El preu inclueix les toleràncies i acabats superficials definits als plànols. El preu del transport està inclòs en totes les peces que s'envien a fabricar.	228,75
FSB-001	Ud	Fabricació suport botó elèctric No s'inclou en el preu el rolo de matèria prima de PA-12, ja que aquest ja s'ha tingut en compte en la partida de l'agafador. El mateix amb el tintat de color negre.	17,00
PAS-0324	Ud	Passadors DIN 6325 diam. 3 long. 24, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0324	0,30
PAS-0630	Ud	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 30, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0630	0,75
PAS-0614	Ud	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 14, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0614	0,70
CAR-0056	Ud	Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	0,20
BTE-001	Ud	Botó elèctric Ref. GH7268-ND	6,82

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.1.2. Sistema inferior unió braç

QUADRE DE PREUS 1

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
02		CAPÍTOL 02 SISTEMA INFERIOR UNIÓ BRAÇ	
FPI-001	Ud	Fabricació peça inferior unió braç	178,75
			CENT SETANTA-VUIT EUROS amb SETANTA-CINC CÈNTIMS
GAN-001	Ud	Ganxos	75,75
			SETANTA-CINC EUROS amb SETANTA-CINC CÈNTIMS
RAC-001	Ud	Ràcors Ref. 3101 10 13	7,16
			SET EUROS amb SETZE CÈNTIMS
CAR-0056	Ud	Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	0,20
			ZERO EUROS amb VINT CÈNTIMS
MOL-001	Ud	Molles Ref. C03000421500M	6,26
			SIS EUROS amb VINT-I-SIS CÈNTIMS

1.1.3. Sistema agafador.

QUADRE DE PREUS 1

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
03		CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR	
05	Ud	Fabricació agafador	283,20
			DOS-CENTS VUITANTA-TRES EUROS amb VINT CÈNTIMS
PAS-0422	Ud	Eixos DIN 6325, diam. 4 long. 22, 16MnCr5	1,40
			UN EUROS amb QUARANTA CÈNTIMS
VNT-001	Ud	Ventoses Ref. SPB2 40 SI-55 SW100 P	11,45
			ONZE EUROS amb QUARANTA-CINC CÈNTIMS
JNT-001	Ud	Juntes tòriques 1,5x12 NBR	1,40
			UN EUROS amb QUARANTA CÈNTIMS

1.1.4. Sistema pneumàtic.

QUADRE DE PREUS 1

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
04		CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC	
INEJ-001	Ud	Instal·lació ejector al buit	518,00
			CINC-CENTS DIVUIT EUROS
VFFG-001	Ud	Verificació fugues i funcionament circuit	17,50
			DISSET EUROS amb CINQUANTA CÈNTIMS

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.2. Quadre de preus 2.

1.2.1. Sistema superior unió braç.

QUADRE DE PREUS 2

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
01		CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ	
FPS-001	Ud	Fabricació peça superior unió braç El preu inclueix les toleràncies i acabats superficials definits als plànols. El preu del transport està inclòs en totes les peces que s'envien a fabricar.	
		Mà d'obra.....	88,75
		Maquinària.....	100,00
		Materials.....	40,00
		TOTAL PARTIDA	228,75
FSB-001	Ud	Fabricació suport botó elèctric No s'inclou en el preu el rolo de matèria prima de PA-12, ja que aquest ja s'ha tingut en compte en la partida de l'agafador. El mateix amb el tintat de color negre.	
		Mà d'obra.....	2,00
		Maquinària.....	15,00
		TOTAL PARTIDA	17,00
PAS-0324	Ud	Passadors DIN 6325 diam. 3 long. 24, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0324	
		TOTAL PARTIDA	0,30
PAS-0630	Ud	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 30, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0630	
		TOTAL PARTIDA	0,75
PAS-0614	Ud	Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 14, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0614	
		TOTAL PARTIDA	0,70
CAR-0056	Ud	Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	
		TOTAL PARTIDA	0,20
BTE-001	Ud	Botó elèctric Ref. GH7268-ND	
		TOTAL PARTIDA	6,82

1.2.2. Sistema inferior unió braç.

QUADRE DE PREUS 2

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
02		CAPÍTOL 02 SISTEMA INFERIOR UNIÓ BRAÇ	
FPI-001	Ud	Fabricació peça inferior unió braç	
		Mà d'obra.....	58,75
		Maquinària.....	75,00
		Materials.....	45,00
		TOTAL PARTIDA	178,75
GAN-001	Ud	Ganxos	
		Mà d'obra.....	14,00
		Maquinària.....	36,75
		Materials.....	25,00
		TOTAL PARTIDA	75,75
RAC-001	Ud	Ràncors Ref. 3101 10 13	
		TOTAL PARTIDA	7,16
CAR-0056	Ud	Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	
		TOTAL PARTIDA	0,20
MOL-001	Ud	Molles Ref. C03000421500M	
		TOTAL PARTIDA	6,26

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.2.3. Sistema agafador.

QUADRE DE PREUS 2

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
03		CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR	
05	Ud	Fabricació agafador	
		Mà d'obra.....	32,50
		Maquinària.....	200,00
		Materials.....	50,70
		TOTAL PARTIDA	283,20
PAS-0422	Ud	Eixos DIN 6325, diam. 4 long. 22, 16MnCr5	
		TOTAL PARTIDA	1,40
VNT-001	Ud	Ventoses Ref. SPB2 40 SI-55 SW100 P	
		TOTAL PARTIDA	11,45
JNT-001	Ud	Juntes tòriques 1,5x12 NBR	
		TOTAL PARTIDA	1,40

1.2.4. Sistema pneumàtic.

QUADRE DE PREUS 2

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	UT	RESUM	PREU
04		CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC	
INEJ-001	Ud	Instal·lació ejector al buit	
		Mà d'obra.....	8,75
		Maquinària.....	2,00
		Materials.....	507,25
		TOTAL PARTIDA	518,00
VFFG-001	Ud	Verificació fugues i funcionament circuit	
		Mà d'obra.....	17,50
		TOTAL PARTIDA	17,50

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.3. Pressupost general.

1.3.1. Sistema superior unió braç.

PRESSUPOST

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
01	CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ			
FPS-001	Ud Fabricació peça superior unió braç El preu inclueix les toleràncies i acabats superficials definits als plànols. El preu del transport està inclòs en totes les peces que s'envien a fabricar.	1,00	228,75	228,75
FSB-001	Ud Fabricació suport botó elèctric No s'inclou en el preu el rolo de matèria prima de PA-12, ja que aquest ja s'ha tingut en compte en la partida de l'agafador. El mateix amb el tintat de color negre.	1,00	17,00	17,00
PAS-0324	Ud Passadors DIN 6325 diam. 3 long. 24, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0324	2,00	0,30	0,60
PAS-0630	Ud Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 30, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0630	1,00	0,75	0,75
PAS-0614	Ud Passadors DIN 6325 diam. 6 long. 14, Acer per eines 1.2067, Ref. 03320-0614	1,00	0,70	0,70
CAR-0056	Ud Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	4,00	0,20	0,80
BTE-001	Ud Botó elèctric Ref. GH7268-ND	1,00	6,82	6,82
TOTAL 01.....				255,42

1.3.2. Sistema inferior unió braç.

PRESSUPOST

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
02	CAPÍTOL 02 SISTEMA INFERIOR UNIÓ BRAÇ			
FPI-001	Ud Fabricació peça inferior unió braç	1,00	178,75	178,75
GAN-001	Ud Ganxos	2,00	76,00	152,00
RAC-001	Ud Ràncors Ref. 3101 10 13	2,00	7,16	14,32
CAR-0056	Ud Cargols DIN 912 M6x16 classe 5.6	4,00	0,20	0,80
MOL-001	Ud Molles Ref. C03000421500M	2,00	6,26	12,52
TOTAL 02.....				358,39

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.3.3. Sistema agafador.

PRESSUPOST

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
03	CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR			
05	Ud Fabricació agafador	1,00	283,20	283,20
PAS-0422	Ud Eixos DIN 6325, diam. 4 long. 22, 16MnCr5	2,00	1,40	2,80
VNT-001	Ud Ventoses Ref. SPB2 40 SI-55 SW100 P	15,00	11,45	171,75
JNT-001	Ud Juntes tòriques 1,5x12 NBR	2,00	1,40	2,80
	TOTAL 03			460,55

1.3.4. Sistema pneumàtic.

PRESSUPOST

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CODI	RESUM	QUANTITAT	PREU	IMPORT
04	CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC			
INEJ-001	Ud Instal·lació ejector al buit	1,00	518,00	518,00
VFFG-001	Ud Verificació fugues i funcionament circuit	1,00	17,50	17,50
	TOTAL 04			535,50
	TOTAL			1.609,86

Disseny i càlcul de diferents *end of tooling* per a la manipulació d'objectes mitjançant un robot col·laboratiu.

1.4. Resum del pressupost.

1.4.1. Resum del pressupost.

RESUM DE PRESSUPOST

DISSENY I CàLCUL DE DIFERENTS EOT PER A LA MANIPULACIÓ D'OBJECTES MITJANÇANT ROBOT COL·LABORATIU

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT	%
01	CAPÍTOL 01 SISTEMA SUPERIOR UNIÓ BRAÇ.....	255,42	15,87
02	CAPÍTOL 02 SISTEMA INFERIOR UNIÓ BRAÇ	358,39	22,26
03	CAPÍTOL 03 SISTEMA AGAFADOR.....	460,55	28,61
04	CAPÍTOL 04 SISTEMA PNEUMÀTIC.....	535,50	33,26
	PRESSUPOST D' EXECUCIÓ MATERIAL	1.609,86	
	13,00 % Despeses generals	209,28	
	6,00 % Benefici industrial	96,59	
	Suma	305,87	
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ SENSE IVA	1.915,73	
	21% IVA	402,30	
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ	2.318,03	

Puja el pressupost l'esmentada quantitat de DOS MIL TRES-CENTS DIVUIT EUROS amb TRES CÈNTIMS

Constantí, 30 d'agost de 2022.