



# DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE COMPLETA DE APLICAÇÃO DE SEALANT EM PNEUS

**NUNO TIAGO DIAS MARQUES**

novembro de 2019

# DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE COMPLETA DE APLICAÇÃO DE *SEALANTE* M PNEUS

Nuno Tiago Dias Marques

1140529

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE COMPLETA DE APLICAÇÃO DE *SEALANTE* M PNEUS

Nuno Tiago Dias Marques

1140529

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto e coorientação do Engenheiro Rui Manuel Fazenda da Silva.

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# JÚRI

## **Presidente**

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientador**

Engenheiro Rui Manuel Fazenda da Silva

Assistente Convidado, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutor Francisco José Malheiro Queirós de Melo

Professor Associado, Universidade de Aveiro



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro gostaria de agradecer à Gislotica e a todos os seus colaboradores o acolhimento e boa energia transmitida, bem como a partilha de conhecimentos.

Ao Sr. Eng. Rui Fazenda, coorientador da dissertação e CEO da Gislotica, por todo o apoio prestado e a quem devo de agradecer por toda a confiança depositada em mim.

Ao Sr. Eng. Arnaldo Pinto, orientador da dissertação, por toda a disponibilidade e orientação dada ao longo do desenvolvimento da mesma.

Um especial agradecimento aos meus camaradas da sala de projeto, administração e contabilidade da Gislotica que nunca me negaram um pedido de ajuda, respondendo ainda com palavras de motivação.

Apesar de não existirem palavras suficientes para agradecer àqueles que estiveram sempre presentes (a nível pessoal, académico e profissional), devo aos meus pais, irmãs e avós o maior dos agradecimentos. Eles que me ensinaram a nunca desistir perante qualquer obstáculo e que me transformaram no Homem que sou hoje, com muito a aprender ainda, mas especial e único. Eles são, sem dúvida alguma, os verdadeiros mestres a quem tenho que agradecer pelo orgulho que sempre demonstraram e, por em tão pouco tempo da minha vida, já terem feito tanto por mim. Também não podia deixar de agradecer a alguém igualmente especial e importante, à Débora Gonçalves, a minha namorada, sobretudo por toda a paciência, compreensão e suporte dados nesta longa caminhada.

A todos vós, obrigado!



## PALAVRAS CHAVE

Pneu, *Sealant*, Processo automatizado, Automação e Projeto mecânico.

## RESUMO

A presente dissertação resultou de um desafio proposto pela Gislotica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos Lda. que consistiu no desenvolvimento de uma unidade completa de aplicação de *sealant* em pneus.

O recurso a esta tecnologia permite a vedação de furos no piso do pneu, sendo que, em caso de perfuração por objetos estranhos (pregos, por exemplo), não é necessário substituir o pneu de imediato porque os furos mantêm-se vedados, mesmo que o objeto se liberte do pneu.

Para o desenvolvimento do estudo desta tecnologia tornou-se necessário, numa fase inicial, conhecer melhor o pneu, nomeadamente a sua constituição e processo de fabrico. Tendo a base do estudo bem assente, de seguida fez-se a pesquisa do produto em causa (*sealant*), bem como os processos envolvidos na aplicação manual ou automatizada deste em pneus. Apesar de ser uma tecnologia bastante mencionada existe muito pouca informação no que diz respeito ao processo automatizado de aplicação assim como a composição do produto.

Após ter sido idealizada aquela que seria a melhor solução para o projeto obteve-se um grupo totalmente funcional, moderno e adaptável para o processo de aplicação de *sealant* em pneus de 15" a 24", cujo custo estimado é de 655500€. Este é composto por quatro estações totalmente automatizadas (manipulação, rotativa e de centragem, aplicação e dispensação), facilmente integradas com as células de pré-aquecimento, pós-aquecimento e arrefecimento da Gislotica, formando assim a unidade completa de aplicação do composto vedante requisitada pela empresa.

A acrescentar à solução projetada foram também apresentadas duas outras soluções que visam o aumento da cadência de pneus para o dobro e quádruplo, respetivamente, visto que se trata dum projeto modular, dando a possibilidade da configuração de diversos *layouts*.

Por último, foi também realizado o Manual de instruções e manutenção de todo o grupo de aplicação do *sealant*.



**KEYWORDS**

*Tire, Sealant, Automated process, Automation, Mechanical project.*

**ABSTRACT**

*The herein dissertation resulted from a challenge proposed by Gislotica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos Lda. which consisted on the development of a complete unit of sealant application in tires.*

*Resorting to this technology allows for the sealing of holes in the tire tread, being, in case of perforation by foreign objects (nails, for example), unnecessary to replace the tire immediately because the holes stay sealed, even if the object gets loose from the tire.*

*For the development of the study of this technology, it became necessary to, at an early stage, better know the tire, namely its constitution and manufacturing process. Having the base of the study well established, a research was made of the product in question (sealant), as well as the processes involved in the manual or automated application in tires. Despite being a fairly mentioned technology, there is very little information in the automated process of application as well as the product's application.*

*After being idealized that which should be the best solution for the tire, a totally functional, modern and adaptable group was formed for the application of sealant in tires of 15" to 24", whose estimated cost is 655500€. This is composed by four totally automated stations (manipulation, rotative and centering, application and dispensation), easily integrated in the cells of pre-warming, post warming and cooling of Gislotica, thus forming the complete application unit of the gasket compound required by the company.*

*Two other solutions were also presented to add to the projected solution, which aim to double or quadruple of the cadence of tires, respectively, since it's a modular project, giving the possibility of setting up various layouts.*

*Lastly, it was also created the Instructions and Maintenance Manual of the whole group of sealant applications.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

CA	Corrente Alternada
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (em português – Desenho Assistido por Computador)
CC	Corrente Contínua
CE	Comunidade Europeia
DOT	<i>Department of Transportation</i> (em português – Departamento de Transporte)
HMI	<i>Human-Machine Interface</i> (em português – Interface Homem-Máquina)
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (em português – Organização Internacional de Normalização)
QR	<i>Quick Response</i> (em português – Resposta Rápida)
SUV	<i>Sport Utility Vehicle</i> (em português – Veículo Utilitário Desportivo)
TL	<i>Tubeless Type</i> (no contexto dos pneus designa os pneus sem câmara de ar)
TT	<i>Tube Type</i> (no contexto dos pneus designa os pneus com câmara de ar)
VITEC	<i>Visual Inspection Tire Embedded Control</i> (em português – Inspeção Visual de Pneus com Controlo Embebido)

### Lista de Unidades

°C	Grau Celsius
€	Euro
A	Ampere
bar	Bar
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
kg	Quilograma
kg.m <sup>2</sup>	Quilograma por metro quadrado
kgf/cm <sup>2</sup>	Quilograma-força por centímetro quadrado

km	Quilómetro
km/h	Quilómetro por hora
m	Metro
m/s	Metro por segundo
m/s <sup>2</sup>	Metro por segundo quadrado
mm	Milímetros
N	Newton
N.m	Newton metro
pol	Polegada (também representada por “)
rad/s	Radiano por segundo
rpm	Rotações por minuto
V	Volt

### Lista de Símbolos

$a$	Aceleração
$A$	Secção reta do êmbolo, no avanço
$d_e$	Diâmetro do êmbolo do cilindro
$D$	Diâmetro exterior do pneu
$d$	Diâmetro interior do pneu
$D_L$	Diâmetro primitivo (pinhão) de transmissão
$F_a$	Força de avanço ou atuação
$fc$	Fator de carga
$F_p$	Força de projeto
$g$	Aceleração da gravidade
$H$	Altura do pneu
$i_{redutor}$	Relação de transmissão do redutor
$J_{carga}^{motor}$	Momento de inércia do motor dimensionado
$J^{motor}$	Momento de inércia do motor selecionado
$M$	Massa total
$n_{veio entrada}^{redutor}$	Velocidade de rotação do redutor à entrada
$n_{veio saída}^{redutor}$	Velocidade de rotação do redutor à saída
$n_{veio motor}^{motor}$	Velocidade de rotação do veio do motor
$n_{nominal}^{motor}$	Velocidade de rotação nominal do motor selecionado

$P_t$	Pressão de trabalho
$s$	Curso
$T_{acel. carga}^{motor}$	Binário de aceleração do motor
$T_{acel. carga}^{reductor}$	Binário de aceleração do reductor
$T_{bloqueio}^{motor}$	Binário de bloqueio do motor selecionado
$T_{desacel. carga}^{motor}$	Binário de desaceleração do motor
$T_{desacel. carga}^{reductor}$	Binário de desaceleração do reductor
$T_{estat. carga}^{motor}$	Binário estático do motor
$T_{estat. carga}^{reductor}$	Binário estático do reductor
$T_{max}^{motor}$	Binário máximo do motor selecionado
$T_{total accel carga}^{motor}$	Binário total de aceleração do motor
$T_{total desacel carga}^{motor}$	Binário total de desaceleração do motor
$T_{total carga paragem}^{reductor}$	Binário total do reductor na paragem
$T_{total carga arranque}^{reductor}$	Binário total do reductor no arranque
$t_a$	Tempo aceleração
$t_d$	Tempo desaceleração
$v_{max}$	Velocidade máxima
$w^{motor}$	Velocidade angular do motor
$\mu$	Coefficiente de atrito
$\eta$	Rendimento do reductor



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - INSTALAÇÕES DA GISLOTICA - PROJETO E FABRICO DE SISTEMAS MECÂNICOS.	30
FIGURA 2 - PRINCIPAIS MÁQUINAS FABRICADAS PELA GISLOTICA PARA A INDÚSTRIA DOS PNEUS [1].	31
FIGURA 3 - PRESENÇA DA GISLOTICA EM VÁRIOS PAÍSES ESPALHADOS POR TODO O MUNDO [1].	32
FIGURA 4 - SEÇÃO TRANSVERSAL, EM ESCALA AMPLIADA, DO PNEU CONSTRUÍDO DE ACORDO COM A INVENÇÃO, EM QUE: A - COBERTURA EXTERNA DE BORRACHA, B - TUBO INTERNO EXPANSÍVEL, TAMBÉM DE BORRACHA, QUE CONTÉM O AR OU GÁS SOB PRESSÃO, C - ARO METÁLICO DA RODA, D - TIRAS DE BORRACHA OU OUTRA SUBSTÂNCIA ELÁSTICA. ADAPTADO DE [13].	36
FIGURA 5 - DIFERENÇAS ENTRE PNEU <i>TUBELESS TYPE</i> E PNEU <i>TUBE TYPE</i> . ADAPTADO DE [19].	37
FIGURA 6 - TIPOS DE CONSTRUÇÃO DOS PNEUS: A) BIAS OU DIAGONAL; B) RADIAL; C) DIAGONAL COM TELAS. ADAPTADO DE [28].	39
FIGURA 7 - COMPOSIÇÃO DO PNEU CONTIPREMIUM CONTACT 5, 205/55 R16 91V, DA MARCA CONTINENTAL AG, COM UM PESO DE 8,5 KG SEM CONTABILIZAR COM A JANTE. ADAPTADO DE [34].	40
FIGURA 8 - PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO PNEU: 1 – PISO; 2 – PAREDE LATERAL; 3 – CINTAS DE REFORÇO; 4 – CINTAS METÁLICAS; 5 – TELA SUPERIOR; 6 – TELA INTERIOR; 7 – APEX; 8 – TALÃO. ADAPTADO DE [35].	41
FIGURA 9 - PROCESSO PRODUTIVO DO PNEU. ADAPTADO DE [37].	42
FIGURA 10 - PNEU COM SISTEMA PAX, DA MARCA MICHELIN, ONDE ESTÁ EVIDENCIADO O ANEL DE APOIO (A COR DOURADA) FEITO DE POLIURETANO DENTRO DO PNEU [47].	45
FIGURA 11 - PNEU <i>RUN FLAT</i> , MODELO DRIVEGUARD, DA MARCA BRIDGESTONE. ADAPTADO DE [49].	46
FIGURA 12 - PNEU AUTO VEDANTE DO MODELO <i>CONTISEAL</i> , DA MARCA CONTINENTAL [50].	46
FIGURA 13 - MODELO CONTIMOBILITYKIT, DA MARCA CONTINENTAL. ADAPTADO DE [51].	47
FIGURA 14 - DEMONSTRAÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO 10011 <i>TUBELESS TIRE SEALANT</i> , DA MARCA SLIME. ADAPTADO DE [52].	47
FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO DO MODO DE ATUAÇÃO DA TECNOLOGIA <i>CONTISEAL</i> , DA MARCA CONTINENTAL. ADAPTADO DE [55].	48
FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO DO MOMENTO EM QUE UM OBJETO EXTERIOR PERFURA O PNEU E INDICAÇÃO DO DIÂMETRO MÁXIMO PERMITIDO PELA TECNOLOGIA <i>CONTISEAL</i> , DA MARCA CONTINENTAL. ADAPTADO DE [55].	49
FIGURA 17 - MÁQUINA DE LIMPEZA A LASER DO INTERIOR DO PNEU LCS, DA MARCA 4JET [63].	51
FIGURA 18 - ESTAÇÃO DE PRÉ-AQUECIMENTO DE PNEUS, DA MARCA GISLOTICA.	52
FIGURA 19 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO DE PNEUS, DA MARCA GISLOTICA.	54
FIGURA 20 - MÁQUINA DE GRAVAÇÃO A LASER NO PNEU <i>T-MARK SYSTEM</i> , DA MARCA 4JET [65].	55
FIGURA 21 - MÁQUINA DE INSPEÇÃO VISUAL DO PNEU VITEC, DA MARCA GISLOTICA [67].	55
FIGURA 22 - CURVA TÍPICA DE BINÁRIO MÁXIMO EM RELAÇÃO À VELOCIDADE DE ROTAÇÃO. ADAPTADO DE [69].	57
FIGURA 23 - CURVA TÍPICA DE BINÁRIO NOMINAL EM RELAÇÃO À VELOCIDADE DE ROTAÇÃO. ADAPTADO DE [69].	58
FIGURA 24 - CILINDRO DE SIMPLES EFEITO, DA MARCA FESTO, E RESPECTIVA SIMBOLOGIA [70].	58

FIGURA 25 - CILINDRO DE DUPLO EFEITO, DA MARCA FESTO, E RESPECTIVA SIMBOLOGIA [70].	59
FIGURA 26 – <i>ROBOTS</i> UTILIZADOS NO PROJETO, DA MARCA FANUC.	59
FIGURA 27 - SENSOR MECÂNICO, DA MARCA SIEMENS.	60
FIGURA 28 - SENSOR FOTOELÉTRICO, DA MARCA SICK.	61
FIGURA 29 - SENSOR INDUTIVO, DA MARCA SICK.	61
FIGURA 30 - SENSOR CAPACITIVO, DA MARCA SICK.	61
FIGURA 31 - SIMULADOR CYMEX 5, ETAPA 1: SELEÇÃO DO MODELO DO PROJETO.	64
FIGURA 32 - SIMULADOR CYMEX 5, ETAPA 2: INDICAÇÃO DO PERFIL DE MOVIMENTO E CARGAS ASSOCIADAS AO PROJETO.	65
FIGURA 33 - SIMULADOR CYMEX 5, ETAPA 3: INDICAÇÃO DAS PROPRIEDADES PRETENDIDAS PARA OS COMPONENTES DO PROJETO.	65
FIGURA 34 - DIREÇÕES DE APLICAÇÃO DA CARGA NUMA GUIA LINEAR.	68
FIGURA 35 - ENQUADRAMENTO DA UNIDADE DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> NO PROCESSO PRODUTIVO DO PNEU.	71
FIGURA 36 - DIMENSÕES DO PNEU.	72
FIGURA 37 - <i>LAYOUT</i> PRELIMINAR DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> NO PNEU, SENDO QUE: 1 – ZONA DE ENTRADA, 2 – ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO DO PNEU, 3 – ESTAÇÃO ROTATIVA E DE CENTRAGEM DO PNEU (3A – SISTEMA DE CENTRAGEM E APERTO, 3B – SISTEMA DE ESTIRAMENTO), 4 – ESTAÇÃO DE APLICAÇÃO DO <i>SEALANT</i> NO PNEU, 5 - ESTAÇÃO DE DISPENSAÇÃO DO <i>SEALANT</i> , 6 – ZONA DE SAÍDA, 7 – QUADRO PRINCIPAL E HMI.	73
FIGURA 38 - MESA DE INTERFACE DE ENTRADA (À ESQUERDA) E DE SAÍDA (À DIREITA) DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> .	75
FIGURA 39 – TRANSPORTADOR DE ENTRADA E DE SAÍDA DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> .	75
FIGURA 40 - SUPORTE DO TAPETE PARA CADA TRANSPORTADOR COM A RESPECTIVA DESCRIÇÃO DAS ZONAS DE ASSENTAMENTO DO TAPETE, DO SISTEMA DE AJUSTE DA ALTURA E FIXAÇÃO AO SOLO DO TRANSPORTADOR.	76
FIGURA 41 – TAPETE DO TRANSPORTADOR.	76
FIGURA 42 - ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO DO PNEU.	77
FIGURA 43 - DESCRIÇÃO DO MECANISMO DE ABERTURA E FECHO DOS DEDOS DA GARRA DA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO (SEGUNDO O SENTIDO DAS SETAS O MOVIMENTO PRESENTE É O DE ABERTURA DOS DEDOS).	77
FIGURA 44 - GARRA PARA A ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO.	78
FIGURA 45 - <i>ROBOT</i> FANUC 2000IC-210F UTILIZADO NA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO.	79
FIGURA 46 - BASE PARA <i>ROBOT</i> FANUC 2000IC-210F.	80
FIGURA 47 - LOCALIZAÇÃO DAS REFERÊNCIAS DE POSICIONAMENTO DO <i>ROBOT</i> NA RESPECTIVA BASE.	80
FIGURA 48 - ESTAÇÃO ROTATIVA E DE CENTRAGEM DO PNEU.	81
FIGURA 49 - BASE DE ASSENTAMENTO AO SISTEMA DE CENTRAGEM E APERTO E AO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	81
FIGURA 50 - LOCALIZAÇÃO DAS REFERÊNCIAS DE POSICIONAMENTO PARA O SISTEMA DE CENTRAGEM E APERTO E O SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	82
FIGURA 51 - <i>ROBOT</i> POSICIONADOR DE DOIS EIXOS.	82
FIGURA 52 - DIAGRAMA DO CAMINHO DA TUBAGEM.	83
FIGURA 53 - CONDIÇÕES DE CARGA ADMISSÍVEIS DO <i>ROBOT</i> POSICIONADOR DE 2 EIXOS.	83

FIGURA 54 - MOVIMENTO DE APERTO E CENTRAGEM DO PNEU.	84
FIGURA 55 - DESCRIÇÃO DO MECANISMO DE ABERTURA E FECHO DOS DEDOS DA GARRA DA ESTAÇÃO DE CENTRAGEM E APERTO.	84
FIGURA 56 - MOVIMENTO DE ROTAÇÃO PARA POSIÇÃO PERPENDICULAR À POSIÇÃO INICIAL.	85
FIGURA 57 - MOVIMENTO DE APROXIMAÇÃO PARA ESTIRAMENTO DO PNEU.	87
FIGURA 58 - DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO HORIZONTAL DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	87
FIGURA 59 - DESCRIÇÃO DO MOVIMENTO DE ABERTURA E FECHO DOS DEDOS DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	88
FIGURA 60 - TAXAS DE UTILIZAÇÃO DOS COMPONENTES SELECIONADOS PARA O MOVIMENTO HORIZONTAL DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	91
FIGURA 61 - TAXA DE UTILIZAÇÃO DOS COMPONENTES COM ALTERAÇÃO DO SERVOMOTOR PARA O MODELO 1FK7040-2AK71-1RH1.	91
FIGURA 62 - ESTAÇÃO DE APLICAÇÃO DO <i>SEALANT</i> .	93
FIGURA 63 - OPÇÕES DE ESTUDO PARA O PROCESSO DE APLICAÇÃO DO <i>SEALANT</i> .	93
FIGURA 64 - APLICADOR DE <i>SEALANT</i> COM A FUNÇÃO DE MISTURAR E APLICAR, SENDO QUE: A – COMPONENTE A; B – COMPONENTE B; S - <i>SEALANT</i> .	94
FIGURA 65 – DEPOSIÇÃO DE <i>SEALANT</i> NO INTERIOR DO PNEU.	94
FIGURA 66 - <i>THERM-O-FLOW</i> 200, DA MARCA GRACO. ADAPTADO DE [71].	95
FIGURA 67 - REPRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO <i>THERM-O-FLOW</i> 200, DA MARCA GRACO.	96
FIGURA 68 - SENSORES FOTOELÉTRICOS NOS TRANSPORTADORES.	96
FIGURA 69 - LOCALIZAÇÃO DO QUADRO DE CONTROLO E DO TRANSMISSOR DE POSIÇÃO DA GARRA DA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO.	97
FIGURA 70 - LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES INDUTIVOS UTILIZADOS NA GARRA DO SISTEMA DE CENTRAGEM E APERTO.	97
FIGURA 71 - LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES MECÂNICOS E INDUTIVOS USADOS NO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	98
FIGURA 72 - LOCALIZAÇÃO DAS VEDAÇÕES DE SEGURANÇA DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> .	98
FIGURA 73 – EXEMPLO DE PORTA DE ACESSO AO INTERIOR DO GRUPO DE APLICAÇÃO, COM A RESPECTIVA FECHADURA DE SEGURANÇA.	99
FIGURA 74 - LOCALIZAÇÃO DO QUADRO PRINCIPAL E HMI DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> .	99
FIGURA 75 - QUADRO PRINCIPAL E HMI.	100
FIGURA 76 - BOTÕES DE EMERGÊNCIA (I)), DE CORTE GERAL (II)) E DE OPERAÇÃO (III)).	100
FIGURA 77 - SOLUÇÃO FINAL DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE <i>SEALANT</i> EM PNEUS.	101
FIGURA 78 - <i>LAYOUT</i> REPRESENTATIVO DA INTEGRAÇÃO DO GRUPO DE APLICAÇÃO ELABORADO COM AS CÉLULAS DE PRÉ-AQUECIMENTO, PÓS-AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DA GISLOTICA.	101
FIGURA 79 – ENTRADA DO PNEU (FRIO) NA CÉLULA DE PRÉ-AQUECIMENTO (I) E RESPECTIVO PERCURSO NO PRIMEIRO TÚNEL DA REFERIDA CÉLULA (II).	102
FIGURA 80 - PERCURSO DO PNEU NO SEGUNDO E TERCEIRO TÚNEL DA CÉLULA DE PRÉ-AQUECIMENTO (III E IV).	102
FIGURA 81 - SAÍDA DO PNEU (QUENTE) DA CÉLULA DE PRÉ-AQUECIMENTO E ENTRADA NO GRUPO DE APLICAÇÃO (V), DE MODO A ESTE ENCONTRAR-SE AO ALCANCE DO <i>ROBOT</i> DA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO (VI).	103

FIGURA 82 - TRANSFERÊNCIA DO PNEU PARA A ESTAÇÃO ROTATIVA E DE CENTRAGEM, ATRAVÉS DO <i>ROBOT</i> DA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO (VII), PARA POSTERIOR CENTRAGEM E APERTO (VIII).	103
FIGURA 83 - MOVIMENTO DE ROTAÇÃO DO SISTEMA DE CENTRAGEM E APERTO PARA A POSIÇÃO DE APLICAÇÃO DO <i>SEALANT</i> (IX) E CONSEQUENTE APROXIMAÇÃO DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO (X).	103
FIGURA 84 - APLICAÇÃO DO <i>SEALANT</i> NO INTERIOR DO PNEU (XI) E POSTERIOR MOVIMENTO DE ROTAÇÃO DO SISTEMA DE CENTRAGEM E APERTO PARA A POSIÇÃO INICIAL (XII).	104
FIGURA 85 – O <i>ROBOT</i> DA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO AGARRA O PNEU (QUENTE COM <i>SEALANT</i> ) (XIII) E TRANSFERE-O PARA A ZONA DE SAÍDA DO GRUPO DE APLICAÇÃO (XIV).	104
FIGURA 86 - ENTRADA DO PNEU (QUENTE COM <i>SEALANT</i> ) NA CÉLULA DE PÓS-AQUECIMENTO (XV) E SEU PERCURSO ATÉ À SAÍDA DESTA CÉLULA (XVI).	104
FIGURA 87 – PERCURSO DO PNEU (FRIO COM <i>SEALANT</i> ) NA CÉLULA DE ARREFECIMENTO (XVII) E CONSEQUENTE SAÍDA DESTA (XVIII).	105
FIGURA 88 - SOLUÇÃO DE OTIMIZAÇÃO 1.	105
FIGURA 89 - SOLUÇÃO DE OTIMIZAÇÃO 2.	106

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PRINCIPAIS FABRICANTES E SEUS MODELOS DE PNEUS AUTO VEDANTES, COM OS RESPETIVOS DIÂMETROS MÁXIMOS SUPORTADOS.	49
TABELA 2 - DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CARGA, DE ACORDO COM O TIPO DE FUNCIONAMENTO. ADAPTADO DE [70].	66
TABELA 3 - ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAL E RESPETIVAS MARCAS A USAR NO PROJETO.	73
TABELA 4 - DIMENSIONAMENTO DO ATUADOR PNEUMÁTICO DA GARRA PRESENTE NA ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO DO PNEU.	79
TABELA 5 - DIMENSIONAMENTO DOS ATUADORES PNEUMÁTICOS RESPONSÁVEIS PELA ABERTURA E FECHO DOS DEDOS.	86
TABELA 6 - DIMENSIONAMENTO DOS ATUADORES PNEUMÁTICOS RESPONSÁVEIS PELA SUBIDA E DESCIDA DO PRATO DE APERTO.	86
TABELA 7 - DADOS DE ENTRADA PARA DIMENSIONAMENTO DO SERVOMOTOR RESPONSÁVEL PELO MOVIMENTO HORIZONTAL DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	89
TABELA 8 - RESULTADOS OBTIDOS ANALITICAMENTE PARA O SERVOMOTOR RESPONSÁVEL PELO MOVIMENTO HORIZONTAL DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	89
TABELA 9 - DADOS DO SERVOMOTOR 1FK7042-2AK71-1RH1, DA MARCA SIEMENS.	89
TABELA 10 - RAZÃO DE INÉRCIAS DA SELEÇÃO DO SERVOMOTOR 1FK7042-2AK71-1RH1, DA MARCA SIEMENS.	90
TABELA 11 - DADOS PARA PERFIL DE MOVIMENTO E CARGAS DO MOVIMENTO HORIZONTAL DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	90
TABELA 12 - SELEÇÃO DOS COMPONENTES DO MOVIMENTO HORIZONTAL DO SISTEMA DE ESTIRAMENTO.	90
TABELA 13 - ORÇAMENTAÇÃO DO GRUPO DE APLICAÇÃO DE SEALANT.	107



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	27
1.1	ENQUADRAMENTO .....	28
1.2	OBJETIVOS .....	28
1.3	METODOLOGIA .....	29
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	30
1.5	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA: GISLOTICA – PROJETO E FABRICO DE SISTEMAS MECÂNICOS LDA. ....	30
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35
2.1	O PNEU .....	35
2.1.1	BREVE HISTÓRIA .....	36
2.1.2	TIPOS DE PNEUS .....	38
2.1.3	TIPOS DE CONSTRUÇÃO .....	39
2.1.4	CONSTITUIÇÃO .....	40
2.1.5	PROCESSO PRODUTIVO .....	42
2.1.6	REVOLUÇÃO NA INDÚSTRIA DE PNEUS.....	45
2.2	O SEALANT.....	48
2.2.1	DESCRIÇÃO .....	48
2.2.2	CONSTITUIÇÃO .....	50
2.2.3	PROCESSO DE APLICAÇÃO .....	51
2.3	AUTOMAÇÃO E CONTROLO DO PROCESSO .....	56
2.3.1	ATUADORES.....	56
2.3.2	ROBÓTICA.....	59
2.3.3	SENSORES .....	60
2.4	SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO .....	62
2.4.1	SERVOMOTORES .....	62
2.4.2	ATUADORES PNEUMÁTICOS .....	66
2.4.3	GUIAS LINEARES .....	68

3	DESENVOLVIMENTO .....	71
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS DE PROJETO .....	71
3.1.1	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO .....	72
3.1.2	LAYOUT PRELIMINAR.....	73
3.2	PROJETO DESENVOLVIDO .....	74
3.2.1	ZONA DE ENTRADA E DE SAÍDA.....	75
3.2.2	ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO.....	77
3.2.3	ESTAÇÃO ROTATIVA E DE CENTRAGEM .....	81
3.2.4	ESTAÇÃO DE APLICAÇÃO DO SEALANT.....	92
3.2.5	ESTAÇÃO DE DISPENSAÇÃO DO SEALANT .....	95
3.2.6	DISPOSITIVOS DE CONTROLO DO PROCESSO.....	96
3.3	SOLUÇÃO FINAL.....	101
3.4	CICLO DE TRABALHO .....	102
3.5	OTIMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL.....	105
3.6	ORÇAMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO .....	107
3.7	MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO .....	107
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS .....	111
4.1	CONCLUSÕES.....	111
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	112
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	114
6	ANEXOS.....	121
6.1	ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS.....	121
6.2	ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS .....	175
6.3	ANEXO III – MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	235

# INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1.5 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA: GISLOTICA – PROJETO E FABRICO DE SISTEMAS MECÂNICOS LDA.



# 1 INTRODUÇÃO

A indústria de pneus é omnipresente no dia a dia de cada um, possibilitando a movimentação dos mais variados meios de transporte, com especial atenção ao conforto e segurança dos seus utilizadores. Como resultado do frequente estudo para a melhoria dos pneus fabricados em todo o mundo, esta indústria tem vindo a evoluir proporcionalmente ao avanço das mais diversas tecnologias a ela aplicadas.

A invenção deste componente responsável pela ligação entre o veículo e o solo remonta há mais de um século, passando por diversas fases de desenvolvimento, até se apresentar como se conhece nos dias de hoje. A sua produção envolve tecnologias próprias e exclusivas de cada marca sendo esta determinante para a criação de um produto competitivo no mercado em que se insere. Assim, a criação de um produto com qualidade e que vai de encontro às necessidades do cliente e aos desafios encontrados deve ser tão ou mais exigente do que àquela que o setor obriga. Um dos maiores e melhores exemplos que, de certa forma, transmite a exigência deste ramo foi a de encontrar uma solução para que os pneus não despressurizassem após a perfuração proveniente de um objeto exterior. A busca pela solução face a este desafio foi sendo desenvolvida ao longo dos tempos até se alcançar a tecnologia presente naqueles que são conhecidos como pneus auto vedantes (em inglês - *self sealing tires*). Neste tipo de pneus, durante o seu processo de fabrico, é inserido, de forma automatizada, um composto vedante (*sealant*) na camada interna do piso.

Esta dissertação, realizada em ambiente industrial na empresa Gislótica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos Lda., visa precisamente o desenvolvimento de uma unidade completa de aplicação de *sealant* em pneus. Desta forma, com a realização deste projeto, a Gislótica não só permite a realização de algo em contexto real e industrial, com elevado interesse para os seus clientes, mas também acrescentar ainda mais valor ao seu nome, mantendo-se na linha da frente desta recente tecnologia face aos seus concorrentes fabricantes de máquinas para a indústria dos pneus.

A dissertação “Desenvolvimento de uma unidade completa de aplicação de sealant em pneus” está inserida na Unidade Curricular de Dissertação/Projeto/Estágio, do Mestrado em Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Face ao tema proposto pela empresa foi necessária a colaboração do Engenheiro Arnaldo Manuel Guedes Pinto (docente orientador do ISEP), do Engenheiro Rui Manuel Fazenda da Silva (coorientador e supervisor na empresa), do Engenheiro Pedro Miguel Nunes (cossupervisor na empresa) e restantes colaboradores.

## 1.1 ENQUADRAMENTO

A tecnologia responsável pela aplicação de *sealant* nos pneus com esse fim não é comumente encontrada nas fontes de informação disponíveis, dado que os acordos de confidencialidade entre fornecedor e cliente não permitem a sua divulgação pública.

A utilização desta recente tecnologia no mercado origina a resolução de muitos problemas relacionados com as perfurações que os pneus sofrem diariamente. Assim, com esta tecnologia, em caso de perfuração do pneu por objetos estranhos (pregos, por exemplo), não é necessário substituir o pneu de imediato porque os furos mantêm-se vedados, mesmo que o objeto se liberte.

Todavia, em prol do desconhecimento do modo de processamento, sabe-se que o processo responsável, totalmente automatizado, é dividido em três grupos, sendo estes responsáveis pela pré-aplicação, aplicação e pós-aplicação do composto vedante. Neste sentido, o grupo projetado no final desta dissertação será inserido no centro de todo este processo, uma vez que a Gislotica já possui equipamentos completamente funcionais respeitantes à pré-aplicação e pós-aplicação.

No final pretende-se que sejam reunidos todos os requisitos impostos pela empresa, tendo em conta a necessidade da Gislotica obter uma unidade completa que vá de encontro às exigências dos seus clientes.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo central desta dissertação é o desenvolvimento do projeto de uma unidade completa para aplicação da tecnologia *sealant tires*, cuja finalidade é a aplicação de uma camada vedante no pneu que resista à perfuração do seu piso.

Para tal ser concretizado é necessário, em primeiro lugar, abordar através de um capítulo meramente teórico os seguintes pontos do tema em estudo: pneu, *sealant* e equipamentos.

Assim, como primeiro objetivo tem-se o estudo da constituição e processo de fabrico do pneu, seguido da análise do composto vedante, expondo a sua função, constituição e processo envolvente. Posteriormente são analisados os principais equipamentos, tendo em conta a automação e controlo do processo, bem como a seleção e dimensionamento destes. Após estarem bem conhecidas as envolventes destes é necessário avaliar a melhor solução para o desafio proposto pela Gislotica para que, na fase de desenvolvimento desta dissertação, possa ser concebido o grupo de aplicação de *sealant*.

Tendo em vista a conceção da melhor solução para a unidade pretendida torna-se essencial o cumprimento dos requisitos impostos pela empresa no projeto desenvolvido para que, numa fase final, seja realizada a orçamentação do equipamento e respetivo manual de utilização e manutenção do mesmo.

Como não poderia deixar de ser, após o fim deste projeto, espera-se que a Gislotica seja proprietária dum mecanismo totalmente funcional e capaz de realizar a aplicação de *sealant* em pneus, dentro dos parâmetros exigidos pelas várias partes interessadas.

### 1.3 METODOLOGIA

No decorrer da realização da presente dissertação foi utilizada a seguinte metodologia:

- Estudo e investigação do componente principal (pneu) e do produto (*sealant*), assim como dos equipamentos necessários;
- Interpretação de todo o mecanismo envolvente com o objetivo de alcançar a melhor solução de projeto (*layout* preliminar);
- Análise e otimização do anteprojecto;
- Projeto final do grupo de aplicação de *sealant* em pneus;
- Integração do projeto executado com as células de pré-aquecimento, pós-aquecimento e arrefecimento;
- Otimização do grupo de aplicação de *sealant* em pneus;
- Orçamentação da solução final apresentada;
- Realização do manual de acordo com o modelo-padrão definido pela empresa.

Visto que se trata dum projeto com elevado número de mecanismos e componentes, torna-se indispensável a atribuição de uma nomenclatura, meramente académica, para a divisão dos diversos constituintes do projeto. Assim, tem-se a unidade completa de aplicação de *sealant* em pneus dividida em três grupos (pré-aplicação, aplicação e pós-aplicação), cada um constituído por diversas células (limpeza, pré-aquecimento, aplicação do *sealant*, pós-aquecimento, arrefecimento, balanceamento, gravação e inspeção final). Em cada uma dessas células, descritas no subcapítulo 2.2.3, encontram-se as diferentes estações com os respetivos mecanismos/sistemas dos diversos componentes.

Importante referir que ao longo desta dissertação foi feito o estudo teórico dos três grupos e respetivas células mencionadas, mas apenas foi concebido o projeto para o grupo responsável pela aplicação do *sealant*.

## 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em quatro capítulos:

- Capítulo 1 – Introdução: breve introdução ao tema proposto para a presente dissertação, assim como a exposição dos objetivos pretendidos. De seguida é exposta a metodologia utilizada, a estrutura do trabalho e, por último, a entidade acolhedora;
- Capítulo 2 – Revisão bibliográfica: estudo e investigação dos pontos-chave da dissertação, abrangendo as principais informações respeitantes ao pneu e ao *sealant*. Posteriormente são referidas as informações necessárias para a automação e controlo do processo, bem como a seleção e dimensionamento dos diversos componentes;
- Capítulo 3 – Desenvolvimento: exposição de todo o projeto realizado, descrevendo os diversos constituintes da solução final obtida;
- Capítulo 4 – Conclusões e propostas de trabalhos futuros: apresentação das principais conclusões retidas de acordo com o projeto final obtido, assim como a sugestão de algumas propostas para trabalhos futuros no âmbito do projeto desenvolvido.

## 1.5 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA: GISLOTICA – PROJETO E FABRICO DE SISTEMAS MECÂNICOS LDA.

Fundada em 2000, na freguesia de Perafita, distrito do Porto, a Gislótica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos Lda. (Figura 1) é uma empresa de *design* e fabrico de maquinaria e sistemas para a Indústria.



Figura 1 - Instalações da Gislótica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos.

Atualmente conta com 42 colaboradores nas suas instalações, sendo 16 o número de elementos constituintes da equipa de engenharia dos vários ramos associados aos projetos desenvolvidos pela empresa.

A Gislotica é empenhada em fornecer inovação em todos os seus projetos tendo como principal objetivo ajudar os seus clientes a realizar as suas visões, satisfazendo assim as suas necessidades. Tendo já produzido para mais de 30 países, é líder na construção de máquinas específicas para a indústria dos pneus tais como aplicadores de códigos de barras, lubrificador de *beads*, máquinas de pintura robotizadas e outros - Figura 2.

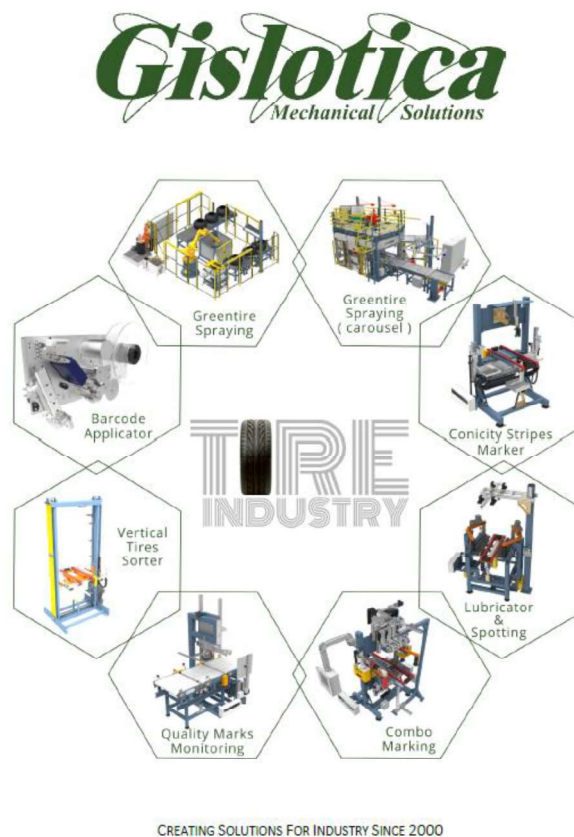


Figura 2 - Principais máquinas fabricadas pela Gislotica para a indústria dos pneus [1].

A Gislotica é uma empresa de engenharia que entrega projetos chave-na-mão nos quais a inovação e soluções altamente automatizadas feitas à medida são imperativas para satisfazer os requisitos dos clientes.

Tendo em vista uma mais rápida e eficiente incorporação dos produtos e serviços em grandes mercados em crescimento no mundo, a Gislotica criou um acordo de agente de vendas com Dawson Exim Corporation, Qingdao Great Ocean Company Ltd e Ilpa Tech.

Espalhada por todo o mundo, tem presença em marcas como Continental, Goodyear, Pirelli, MRF Tyres, Apollo, Michelin, entre outros - Figura 3.



Figura 3 - Presença da Gislötica em vários países espalhados por todo o Mundo [1].

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 O PNEU
- 2.2 O *SEALANT*
- 2.3 AUTOMAÇÃO E CONTROLO DO PROCESSO
- 2.4 SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo pretende familiarizar o leitor com os seguintes pontos: pneu, *sealant*, automação e controlo do processo, seleção e dimensionamentos de equipamentos. Iniciando pelo primeiro mencionado, é feita uma breve nota histórica do pneu, seguida da apresentação dos tipos existentes deste componente, tipos de construção, constituição e processo produtivo. Ainda agregado a este ponto acrescentou-se um subcapítulo destinado à referência de uma das grandes revoluções nesta indústria e que, de certa forma, faz a junção entre o pneu e o *sealant* usado no mesmo. Terminada esta primeira revisão é feita a investigação do composto vedante, expondo a sua função, constituição e processo circundante. Numa fase final deste capítulo são ainda mencionados os conceitos necessários para a automação e controlo do processo, bem como a seleção e dimensionamento dos diversos componentes.

### 2.1 O PNEU

O pneu representa um forte aliado no que diz respeito à segurança, estabilidade e conforto em toda a vasta gama de veículos onde é utilizado. Este componente, imprescindível ao funcionamento de qualquer veículo, é vital para a criação das forças necessárias para que o veículo possa deslocar-se nas melhores condições, oferecendo aos seus utilizadores o maior conforto e segurança possível. Suporte, transmissão, absorção e movimento são as palavras de ordem no que diz respeito às funções do pneu, estabelecendo assim uma relação mútua entre o veículo e a superfície onde este se desloca [2][3][4][5][6][7].

Conforme referido por Valerie L. Shulman, e passando a citar:

*“Um pneu é frequentemente descrito como uma maravilha da engenharia. É basicamente uma casca grande, redonda, preta e oca, preenchida com ar comprimido que pode suportar mais de 50 vezes o seu próprio peso. Meticulosamente construído com mais de trinta componentes diferentes para corresponder a diversos padrões de desempenho, com o propósito de proporcionar o máximo conforto e segurança, em superfícies secas ou húmidas, regulares ou irregulares, a altas ou baixas velocidades. Muitas vezes é levado para além dos seus limites ou abusado por um comportamento descuidado.” [8].*

### 2.1.1 BREVE HISTÓRIA

Em meados do século XIX, nos Estados Unidos da América, o inventor Charles Goodyear, perante o grande problema dos derivados da borracha que endureciam no frio e derretiam no calor, criou o processo conhecido como vulcanização, ao deixar cair acidentalmente no fogão uma mistura de borracha com enxofre e chumbo e verificar que esta mistura endureceu ao invés de derreter [9]. Assim, em 1844, Goodyear patenteia o processo batizando-o como melhoria em tecidos de borracha, afirmando ainda que, com a combinação destes três componentes, é possível formar uma folha que se espalha uniformemente sobre qualquer superfície lisa [10].

Em 1844, no Reino Unido, o engenheiro escocês Robert William Thomson descobriu uma nova e útil melhoria nas rodas utilizadas para efeitos de transporte e, passando a citar, define-se como um *“cinturão oco composto por um material impermeável ao ar e à água, insuflado com ar”* [11]. Nasceu assim a descoberta do primeiro pneu, descrito como sendo uma almofada de ar que facilita o movimento de cada veículo e também diminui o ruído que este emite ao movimentar-se [12].

Após 25 anos depois da descoberta de Thomson começaram a nascer por todo o mundo as primeiras empresas produtoras de pneus: B. F. Goodrich Company, atual Goodrich Corporation (1870 - Ohio, EUA); Continental (1871 - Hanôver, Alemanha); G.B. Pirelli & C, atual Pirelli (1872 – Milão, Itália).

Mais tarde, em 1887, no Reino Unido, o veterinário John Boyd Dunlop decidiu usar a sua habilidade com a borracha para aprimorar a bicicleta do seu filho que possuía os pneus demasiado rígidos. Um ano depois, perante este problema, Dunlop criou um pneu de borracha, oco e flexível, insuflado com ar sob pressão, tal como representado na Figura 4.

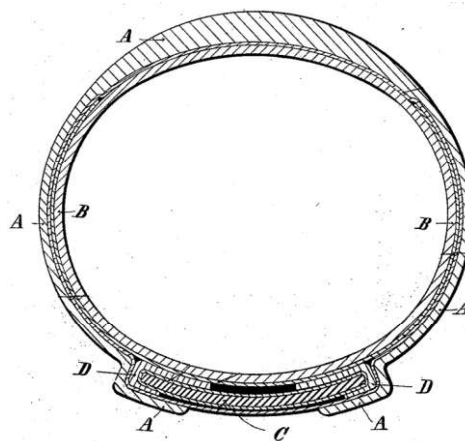


Figura 4 - Seção transversal, em escala ampliada, do pneu construído de acordo com a invenção, em que: A - cobertura externa de borracha, B - tubo interno expansível, também de borracha, que contém o ar ou gás sob pressão, C - aro metálico da roda, D - tiras de borracha ou outra substância elástica. Adaptado de [13].

Este encontra-se rodeado de um outro material com o intuito de suportar a pressão interna do ar, contido no seu interior. Assim, o próprio criador designa este como pneu “pneumático” [13]. Perante o seu sucesso, em 1889, é fundada a empresa com o seu nome – Dunlop Pneumatic Tire Co. Ltd.

Já no ano de 1891, em França, os dois irmãos Édouard e André Michelin, proprietários da empresa Société Michelin e Cie, atual Michelin, criaram o pneu de bicicleta desmontável, pois até então este era colado à roda. Com o intuito de provar a durabilidade do seu produto, participaram em corridas de bicicletas obtendo resultados surpreendentes. Dado o sucesso nesta categoria, decidiram também experimentar em automóveis, provando que existia uma alternativa ao pneu sólido, já que todos os outros usavam pneus de borracha maciça. Assim, em meados do ano de 1895, deu-se a grande revolução da implantação dos pneus em prol de diversas vantagens, tanto para as pessoas como para o próprio automóvel [14].

Alguns anos depois, em 1900, nos EUA, nasceu a Firestone Tire and Rubber Company, empresa que seis anos depois passou a equipar todos os automóveis produzidos em série da Ford Motor Company, fundada por Henry Ford [15][16].

Durante todos estes anos, com a ligação de todos estes inventores e as respetivas ideias, cada acréscimo feito foi melhorando a tecnologia do pneu, originando assim aquele que é conhecido como pneu com câmara de ar, usualmente denominado, pelo inglês, *tube type* (TT). Mais tarde, na década de 1950, deu-se outra grande revelação no aperfeiçoamento desta tecnologia aquando a empresa Michelin introduziu pela primeira vez o pneu radial no mercado. A fabricante apresentou ao mundo uma opção aos pneus até então conhecidos que, por contraposição, não necessitam de um tubo interno, originando o outro tipo de pneus vulgarmente denominado, pelo inglês, *tubeless type* (TL) [17][18][19]. Na Figura 5 estão representadas, graficamente, as principais diferenças entre um pneu TL e um TT.

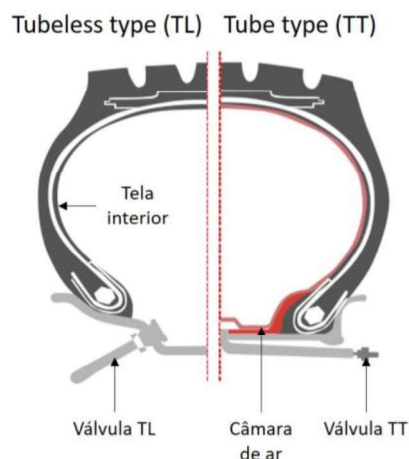


Figura 5 - Diferenças entre pneu *tubeless type* e pneu *tube type*. Adaptado de [19].

### 2.1.2 TIPOS DE PNEUS

Além dos conhecidos pneus pneumáticos, descritos anteriormente, existem, atualmente, outros tipos deste componente, cada um com a sua constituição e aplicação. Por vezes este tema é bastante debatido no que diz respeito a quantos tipos de pneus existem e quais as suas designações, na realidade. Para efeito desta tese considerou-se que existem três grandes grupos: pneumático, semi-pneumático e sólido.

Tal como descrito no subcapítulo anterior, o pneu do tipo pneumático é definido como sendo um pneu de borracha, oco e flexível, insuflado com ar sob pressão [13]. Este tipo de pneu pode ainda ser com ou sem câmara de ar, ou seja, *tube* ou *tubeless*, respetivamente.

Ainda referente ao mencionado no parágrafo anterior, é importante salientar um outro tipo de pneus que não se encontra nos três grupos selecionados. Na verdade, os pneus recauchutados apresentam-se como uma variante dos pneus pneumáticos pois, como a própria denominação indica, estes advêm de um processo de reabilitação que implica a reutilização do pneu, através da deposição de um novo piso, garantindo a extensão do ciclo de vida deste componente [20][21][22]. Nos casos em que, por exemplo, as telas estejam danificadas, o pneu não pode ser reaproveitado, visto que põe em risco a segurança, independentemente do nível de desgaste que apresente [23]. A sua utilização constitui uma medida amiga do ambiente, através da redução dos consumos de recursos naturais, e inúmeras vantagens para a economia nacional, sendo estes usados sobretudo em camiões, autocarros e outros veículos pesados [24].

Os pneus do tipo semi-pneumáticos são constituídos por uma secção transversal, mas que não são pressurizados. Estes, geralmente, são leves, de baixo custo e apresentam bom amortecimento, não prejudicando assim o seu desempenho [25][26]. A sua utilização é mais indicada para carrinhos de compras, cadeiras de rodas, cortadores de relva e outros equipamentos do uso doméstico, visto que estes geralmente vêm já em conjunto com a roda e respetivos rolamentos.

Os pneus do tipo sólidos apresentam-se inteiramente de borracha sem ar dentro [5]. Na sua constituição apresentam várias camadas de borracha de diferentes espessuras, de modo a formar uma estrutura composta [27]. Dada a sua rigidez, este tipo de pneus é instalado por meio de uma prensa hidráulica destinada para o efeito. São sobretudo projetados para as condições fora de estrada (em inglês - *off-the-road*), como é o caso da construção civil, aterros sanitários e armazéns, visto que nestas áreas existem alguns perigos que poderiam danificar os pneus comuns, mas também são usados em *karts*, *scooters* e carrinhos de golfe.

Ao longo desta dissertação o tipo de pneu considerado é o pneumático.

### 2.1.3 TIPOS DE CONSTRUÇÃO

O tipo de construção de um pneu também apresenta um papel significativo no seu comportamento, sendo este parâmetro analisado pelo ângulo entre os cordões presentes na tela da carcaça e a linha de centro do piso [3]. Assim, tal como apresentado na Figura 6, um pneu pode ser construído de três formas possíveis: bias (também denominado por diagonal), radial ou diagonal com telas [3][28].

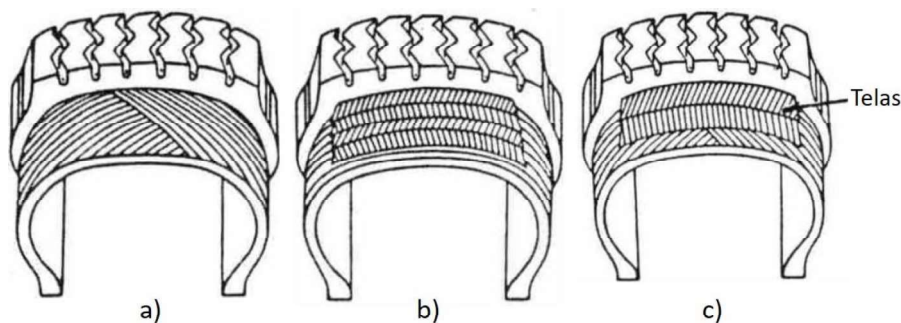


Figura 6 - Tipos de construção dos pneus: a) bias ou diagonal; b) radial; c) diagonal com telas. Adaptado de [28].

Nos pneus de construção diagonal as várias camadas de cordões da tela da carcaça são colocadas em ângulos inferiores a  $90^\circ$ , em relação à linha de centro do piso, estendendo-se de talão a talão [3][29]. Os cordões presentes nas camadas adjacentes são dispostos em direções opostas, produzindo uma matriz de cordão cruzado que, de certa forma, provoca a rigidez estrutural neste tipo de pneus [28]. Apesar de não ser tão frequente encontrar pneus com este tipo de construção, ainda existem veículos pesados como caminhões, tratores agrícolas e reboques que os utilizam [29].

Os pneus radiais, desde a década de 1970, dominam por completo o mercado dos pneus para veículos de passageiros. Este tipo de pneus, tal como a designação indica, apresentam os cordões da tela da carcaça na direção perpendicular à linha de centro do piso, de talão a talão. Por cima destas camadas pode encontrar-se telas ou cintas de reforço, geralmente metálicas, que têm como função aumentar a rigidez e estabilidade do pneu, sendo estas dispostas na diagonal em relação aos cordões [3][29].

Por último, o pneu diagonal com telas é o resultado da junção dos dois tipos anteriormente mencionados, isto é, apresenta-se como sendo um pneu bias (construção diagonal) e com telas de reforço entre o piso e as telas da carcaça, tal como nos pneus radiais. Em comparação com um pneu bias, graças à presença destas telas, é garantido ao piso maior estabilidade e rigidez e, conseqüentemente, menor desgaste [3][28][29]. Relativamente à aplicação deste tipo de pneus (diagonais com telas) a informação encontrada relaciona-se com modelos *Pick-Ups* e *Sport Utility Vehicle* (SUV), bastante popular na década de 1960 [29][30]. Existe, porém, a informação que estes pneus deixaram de ser produzidos [4], dada a grande adesão, por parte dos fabricantes e clientes, aos pneus radiais.

Tal como referido anteriormente, a maioria dos fabricantes de pneus produzem sobretudo pneus radiais pois são os que apresentam melhor aderência ao piso, assim

como transmitem melhor conforto na condução. Por outro lado, os pneus diagonais apresentam maior robustez e resistência a sobrecargas, daí a sua utilização em veículos pesados [3][29][33].

#### 2.1.4 CONSTITUIÇÃO

O conhecimento sobre o que realmente é um pneu não se deve prender somente à sua definição, às suas variantes e respectivas aplicações que este componente tem, sendo imprescindível analisar a sua constituição. Com esta análise pretende-se expor a sua constituição, sobretudo os aspetos relacionados com a composição e estrutura, sabendo que estes variam de acordo com o tipo e tamanho de pneu.

Comum a todo o tipo de pneus existentes sabe-se que os materiais presentes na sua composição são, fundamentalmente, quatro: borracha, negro de fumo/sílicas, materiais de reforço e aditivos. Os valores tomados como padrão de cada tipo de pneu são calculados tendo em conta aproximações realizadas pelos diversos fabricantes. Por exemplo, o pneu ContiPremium Contact 5, 205/55 R16 91V<sup>1</sup>, da marca Continental AG [34], apresenta a composição descrita na Figura 7.

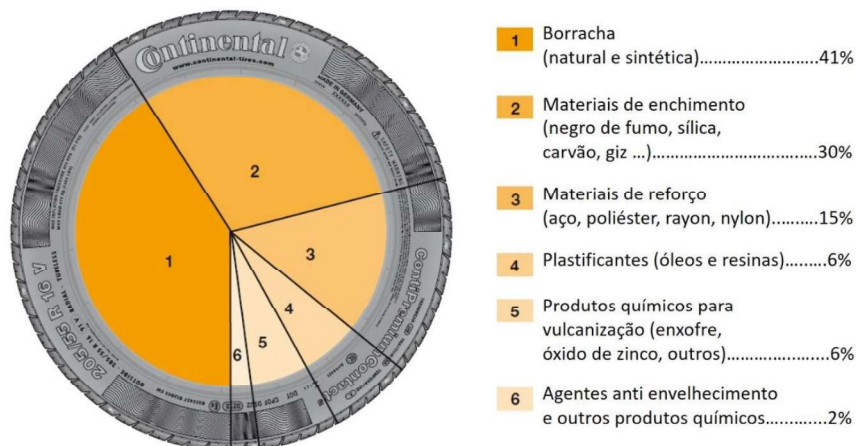


Figura 7 - Composição do pneu ContiPremium Contact 5, 205/55 R16 91V, da marca Continental AG, com um peso de 8,5 kg sem contabilizar com a jante. Adaptado de [34].

No que diz respeito aos componentes que compõem a estrutura típica de um pneu, apresenta-se na Figura 8 uma vista em corte de um pneu de veículos ligeiros de construção radial, com as respetivas descrições.

<sup>1</sup> Designação usada para definir o tamanho e descrição de utilização do pneu, sendo:

205: Largura do pneu, em mm;

55: Razão altura / largura, em percentagem;

R: Construção radial;

16: Diâmetro da jante, em polegadas;

91: Índice de carga - define a carga máxima que o pneu suporta, sendo neste caso de 615 kg;

V: Índice de velocidade - define a velocidade máxima a que o pneu pode circular, sendo neste caso de 240 km/h [34].

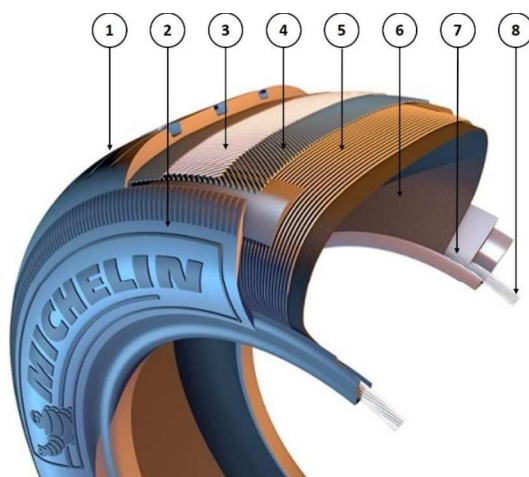


Figura 8 - Principais elementos estruturais do pneu: 1 – Piso; 2 – Parede lateral; 3 – Cintas de reforço; 4 – Cintas metálicas; 5 – Tela superior; 6 – Tela interior; 7 – Apex; 8 – Talão. Adaptado de [35].

Presente na Figura 8 tem-se:

1. Piso (em inglês - *Tread*): camada de borracha que entra em contacto direto e permanente com o solo, sendo o principal responsável pela aderência e resistência ao desgaste. Os padrões apresentados nesta região têm como função a drenagem da água presente na superfície da estrada;
2. Parede lateral (em inglês - *Sidewall*): camada de borracha responsável pela proteção do pneu contra os danos externos laterais e por suportar as tensões de flexão dentro do pneu;
3. Cintas de reforço (em inglês - *Cap ply*): cintas compostas por cordas de *nylon* envolvidas em borracha, colocadas entre as cintas metálicas e o piso, concebidas para manter a forma do pneu quando este atinge altas velocidades, reduzindo, também, o aquecimento por fricção;
4. Cintas metálicas (em inglês - *Steel belts*): cintas normalmente em aço, orientadas em ângulos opostos, tendo como principal função otimizar a estabilidade direcional e a resistência do pneu;
5. Tela superior (em inglês - *Body ply*): camada composta por fibras têxteis (*nylon*, *poliéster*, *kevlar*) revestidas com borracha e está localizada na zona superior do revestimento interior do pneu. Esta é responsável por fortalecer toda a estrutura do pneu, nomeada à parede lateral;
6. Tela interior (em inglês - *Inner Line*): camada de borracha situada na zona mais interna do pneu, sendo esta responsável por criar uma barreira eficaz contra a água e ao mesmo tempo formar um espaço hermético;
7. Apex: perfil de borracha muito dura, em formato triangular, aplicado na periferia externa do talão;
8. Talão (em inglês - *Bead*): camada constituída por anéis de aço com elevada resistência envolvidos com borracha, formando assim uma vedação hermética entre o pneu e a jante [29].

### 2.1.5 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo de um pneu compreende diversas fases até atingir o seu aspeto final. Apesar de diferir de fabricante para fabricante, a produção de pneus, geralmente, compreende cinco etapas:

- i) Preparação dos compostos;
- ii) Preparação dos componentes;
- iii) Construção;
- iv) Vulcanização;
- v) Inspeção final [29][36].

Na Figura 9 está apresentada uma visão geral de todo o processo e respetivos recursos necessários.

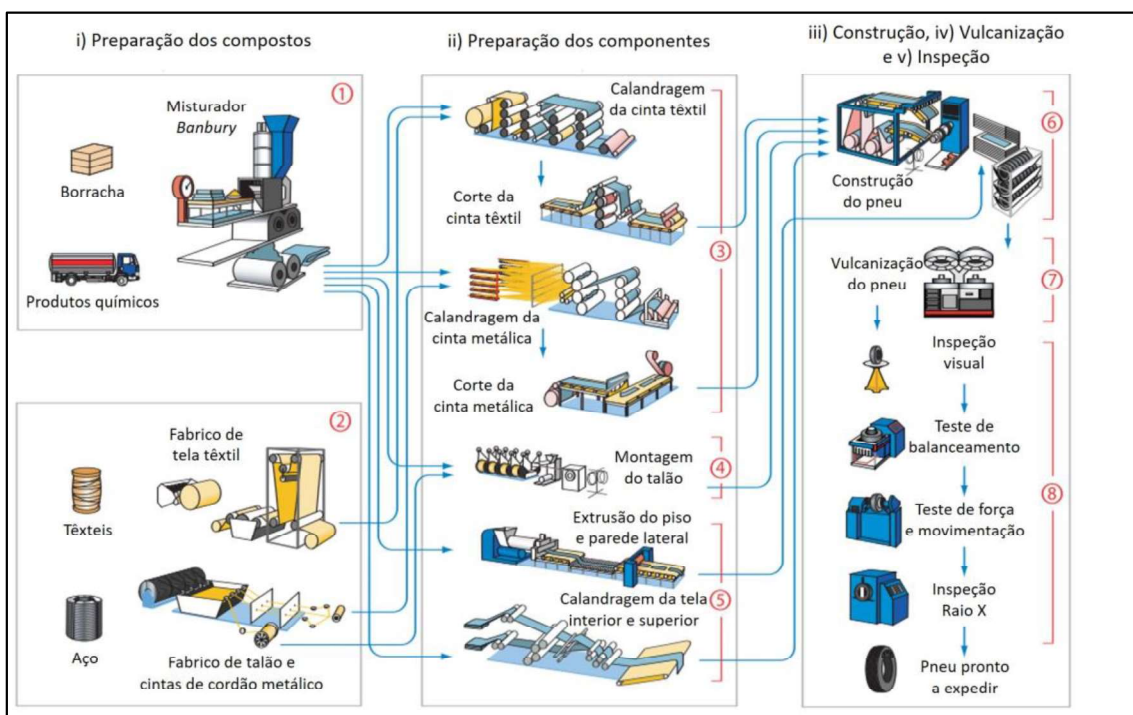


Figura 9 - Processo produtivo do pneu. Adaptado de [37].

#### i) Preparação dos compostos

A primeira fase na produção de um pneu consiste em preparar e misturar as matérias primas (borracha natural, borracha sintética, negro de fumo, sílica, óleos, entre outros) de acordo com a receita do pneu a fabricar, tal como é apresentado nos pontos 1 e 2 da Figura 9.

Esta operação é realizada em equipamentos apropriados, denominados por misturadores, sendo possível monitorizar as quantidades a misturar bem como as

condições de fabrico do composto, nomeadamente as pressões e temperaturas [29][38][39]. Devido à natureza elástica da borracha e, também, por apresentar alta viscosidade é necessário o uso de equipamentos resistentes, tais como os misturadores *Banbury* [40]. No final obtém-se um lençol de borracha com a composição requerida na receita, prosseguindo assim para a próxima etapa.

## ii) Preparação dos componentes

Posterior à etapa de mistura inicia-se o processo de preparação dos principais componentes que constituem o pneu, sendo estes:

- Cintas têxteis e metálicas (ponto 3 da Figura 9);
- Talão (ponto 4 da Figura 9);
- Piso e parede lateral (ponto 5 da Figura 9);
- Tela interior e superior (ponto 5 da Figura 9).

Para tal ser possível é necessário recorrer a extrusoras, calandras e máquinas de corte.

Nas extrusoras a borracha é comprimida entre dois ou mais rolos rotativos, formando assim uma folha com uma determinada largura e espessura, previamente especificadas [29]. O produto obtido com este processo (extrusão) dá origem ao piso e à parede lateral de um pneu, sendo estes posteriormente cortados [41].

O processo de calandragem consiste em revestir tecido têxtil ou metálico em ambos os lados com borracha, com determinada espessura. As calandras são, geralmente, formadas por um conjunto de três ou mais rolos de aço que giram em direções opostas, com movimentos giratórios e pressão regulável, através dos quais as folhas de tecido e borracha passam [7][42]. No final deste processo obtém-se rolos de borracha com tecido têxtil ou metal, com espessura especificada de acordo com a receita. Os rolos compostos por borracha e tecido têxtil seguem para a máquina de corte onde são cortados num ângulo de 90°, conforme a largura pretendida, dando assim origem às telas e cintas têxteis. Por outro lado, os rolos que apresentarem uma mistura de borracha com metal prosseguem para a máquina de corte onde são cortados num determinado ângulo, originando as cintas metálicas [29].

O processo responsável pela preparação dos talões envolve a passagem de cordões de aço revestidos com bronze por uma matriz de extrusão onde são revestidos com borracha para posteriormente serem enrolados em forma de aro, com diâmetro e número de voltas definido [29].

No final desta segunda etapa os componentes nela processados seguem para a etapa de construção do pneu.

### iii) Construção

A terceira etapa do processo de fabrico de um pneu é responsável pela montagem dos componentes previamente preparados, tal como apresentado no ponto 6 da Figura 9.

A construção é, geralmente, composta por duas fases, ambas realizadas em tambores giratórios. Em primeiro lugar é feita a montagem da carcaça do pneu, sendo que esta compreende o conjunto formado pela camada interior, talões e parede lateral. Num processo semelhante e paralelo a este é feita a montagem das cintas (metálicas e têxteis) com o piso. Após estes dois conjuntos estarem formados prosseguem para um terceiro tambor responsável pela junção de ambos, usando ar comprimido, originando assim o pneu em verde (em inglês - *green tire*). Designa-se por pneu em verde o pneu que ainda não sofreu vulcanização [29][38].

### iv) Vulcanização

Após a construção do pneu em verde estes são transportados para as respetivas cabines de pintura, onde o seu interior é pintado/lubricado, através da aplicação de um silicone, com a finalidade de garantir uma boa lubrificação entre o pneu e o diafragma, componente presente nas prensas [38].

De seguida estes seguem para a zona responsável pela cura ou vulcanização do pneu, sendo as prensas as responsáveis por este processo representado no ponto 7 da Figura 9. Após o pneu em verde ser depositado no centro da prensa e esta estar completamente fechada, um diafragma é inflado a alta pressão no interior do pneu, forçando-o contra a superfície interna do molde. No interior deste diafragma circula água ou vapor a altas temperaturas que posteriormente desencadeiam uma reação química, isto é, a vulcanização propriamente dita do pneu, conferindo assim as propriedades desejadas.

No final de todo este processo que envolve a aplicação de temperaturas e pressões elevadas obtém-se o aspeto final do pneu tal como é conhecido no quotidiano [29][43][44]. Estima-se que o processo de vulcanização, geralmente, é realizado durante 10 a 15 minutos, a temperaturas entre 170 e 200°C e pressões a rondar os 22 bar, sendo que estes valores dependem do tipo de pneu e respetivo tamanho [36].

### v) Inspeção final

Por último realiza-se a inspeção individual de cada pneu. Esta etapa compreende também o corte de fios de borracha indesejados e polimento da parede lateral do pneu.

Ao longo desta última etapa são realizadas inspeções (visuais e por raio x) e todos os ensaios (equilíbrio, força e movimentação) necessários que comprovam os requisitos que devem de ser garantidos de acordo com o controlo de qualidade da marca fabricante [29].

Terminada esta fase, apresentada pelo ponto 8 da Figura 9, e aprovado o pneu, este é alocado para o armazém de expedição.

### 2.1.6 REVOLUÇÃO NA INDÚSTRIA DE PNEUS

No final do século passado deu-se mais um importante desenvolvimento no mundo dos pneus graças, uma vez mais, ao avanço da engenharia. O aparecimento de novas tecnologias permite, por exemplo, solucionar muitos dos problemas relacionados com os danos causados nos pneus por agentes externos, como é o caso de perfurações. Os melhores exemplos que comprovam tal feito são os pneus suportados por algum sistema auxiliar, os pneus autossustentáveis (em inglês - *run flat tires*) e os pneus auto vedantes (em inglês - *self sealing tires*) [45][46].

No que diz respeito ao primeiro tipo de tecnologia mencionada, os pneus que possuem um sistema auxiliar de suporte, no momento em que o pneu perde a pressão, o piso do pneu furado apoia-se sobre um anel de suporte preso à roda [46]. Na Figura 10 é apresentado o exemplo do Sistema PAX, da marca Michelin, que permite percorrer até 200 km, a 88 km/h, com o pneu despressurizado [47].



Figura 10 - Pneu com sistema PAX, da marca Michelin, onde está evidenciado o anel de apoio (a cor dourada) feito de poliuretano dentro do pneu [47].

Mais conhecidas que esta tecnologia são as outras duas mencionadas e que, do ponto de vista do conhecimento da sociedade atual, merecem um pouco mais de atenção, visto que são facilmente confundíveis. Os pneus *run flat* têm as paredes laterais reforçadas, apresentado assim uma construção mais rígida face ao pneu convencional. Com o uso deste tipo de pneu, o veículo não precisa de parar de imediato para posterior reparação ou substituição do pneu danificado, sendo possível que a viagem possa prosseguir até um local mais adequado. Quando estes imprevistos surgem, os pneus *run flat* continuam aptos para percorrer mais 80 km, a uma velocidade de 80 km/h, sendo que estes valores são facilmente afetáveis pela carga do veículo [46][48].

Consoante a marca deste tipo de pneus, a respetiva designação apresenta uma sigla própria que permite a sua identificação, como é exemplo: DSST (Dunlop), EMT (Goodyear), RFT (Bridgestone e Firestone), SSR (Continental), SSRF (Pirelli) e ZP

(Michelin). Na Figura 11 é apresentado o exemplo do modelo *DriveGuard*, da marca Bridgestone [49].



Figura 11 - Pneu *run flat*, modelo *DriveGuard*, da marca Bridgestone. Adaptado de [49].

Por último, e alvo desta dissertação, os pneus auto vedantes são a maior revelação dos últimos tempos. Na grande parte dos casos, salvo raras exceções, a reparação do piso do pneu é feita de forma instantânea e permanente graças a uma camada de vedante, viscoso e elástico, que se encontra na zona interior do piso [46]. A aplicação deste composto vedante no pneu pode ser realizada de modo manual (após a perfuração) ou automatizada (o pneu é produzido na linha de fabrico com esse propósito), descritos de seguida. Na Figura 12 é apresentado o exemplo do modelo *ContiSeal*, da marca Continental [50].



Figura 12 - Pneu auto vedante do modelo *ContiSeal*, da marca Continental [50].

A par da inovação originada pelo fabrico automatizado dos pneus auto vedantes, em que o pneu é entregue ao cliente com essa mesma característica vinda de fábrica, existem alternativas semelhantes que têm o mesmo objetivo. Sobretudo pelo custo elevado dos pneus auto vedantes, algumas marcas, fabricantes e não fabricantes de pneus, desenvolveram este modo de aplicação de vedante apesar de apresentarem menor eficácia. Independentemente da marca, o pneu auto vedante, no caso de sofrer uma perfuração, deve de ser substituído logo que possível.

*ContiMobilityKit* e *Michelin Tire Sealant* são duas das alternativas para aplicar o vedante em pneus, após perfuração, das marcas Continental e Michelin, respetivamente.

Usualmente o kit é composto por uma embalagem onde está armazenado o vedante que é introduzido no interior do pneu, através da ação de um compressor. Na Figura 13 é exposto o *ContiMobilityKit*, da fabricante Continental [51].



Figura 13 - Modelo ContiMobilityKit, da marca Continental. Adaptado de [51].

Por outro lado, marcas como Slime e Fix-A-Flat são alguns exemplos pertencentes ao grupo de não fabricantes de pneus, mas que produzem este tipo de produtos, comercializados em embalagens próprias de modo a facilitar o seu transporte. Na Figura 14 é demonstrada a aplicação do produto 10011 *Tubeless Tire Sealant*, da marca Slime [52].



Figura 14 - Demonstração da aplicação do produto 10011 *Tubeless Tire Sealant*, da marca Slime. Adaptado de [52].

A aplicação do produto é feita através da válvula presente no pneu e após a injeção, com ou sem recurso a um compressor, a distribuição do composto sobre a superfície interna do pneu é feita no momento em que o carro começa a movimentar-se, originando assim a camada vedante. De acordo com o fabricante as instruções de aplicação devem de ser seguidas rigorosamente, bem como a quantidade a depositar.

A análise do procedimento de aplicação manual deste composto permite constatar alguns inconvenientes que devem de ser tidos em conta, pois quando aplicado incorretamente pode originar graves problemas. Em primeiro lugar, qualquer que seja o vedante desta natureza, quando aplicado num pneu, é fabricado com o intuito de se dispersar facilmente e preencher os furos presentes ao longo do interior do pneu,

auxiliado pelo calor do mesmo. Caso este não tenha essa condição, ou seja, não aqueça rápido o suficiente, existe a possibilidade deste agrupar-se na parte inferior do pneu, causando, por exemplo, o desalinhamento das rodas e posterior mau funcionamento do pneu como, por exemplo, desgaste irregular, desconforto e insegurança ao dirigir.

A nível tecnológico, visto que a maioria dos veículos possuem sensores dentro do pneu capazes de alertar o condutor para a sua despressurização, a utilização deste tipo de produtos coloca em risco o bom funcionamento dos mesmos e, conseqüentemente, a segurança dos ocupantes. Outro aspeto a ter em conta prende-se ao facto de que o uso destes vedantes, aplicados manualmente e de marcas não fabricantes de pneus, podem anular a garantia do pneu, no momento da sua substituição [53].

## 2.2 O SEALANT

Tal como referido anteriormente, os pneus auto vedantes possuem uma camada interna de material vedante flexível e viscoso, aplicada, através de um processo automatizado ou manual, ao longo do interior do piso do pneu [54].

Ao longo deste capítulo é apenas mencionado o método automatizado dado que é o alvo desta dissertação e, como tal, por pneus auto vedantes, nos capítulos seguintes, entende-se os pneus que chegam ao cliente final com essa mesma característica vinda de fábrica.

### 2.2.1 DESCRIÇÃO

O modo de atuação da tecnologia *sealant* nos momentos antes, durante e após perfuração estão representados na Figura 15.

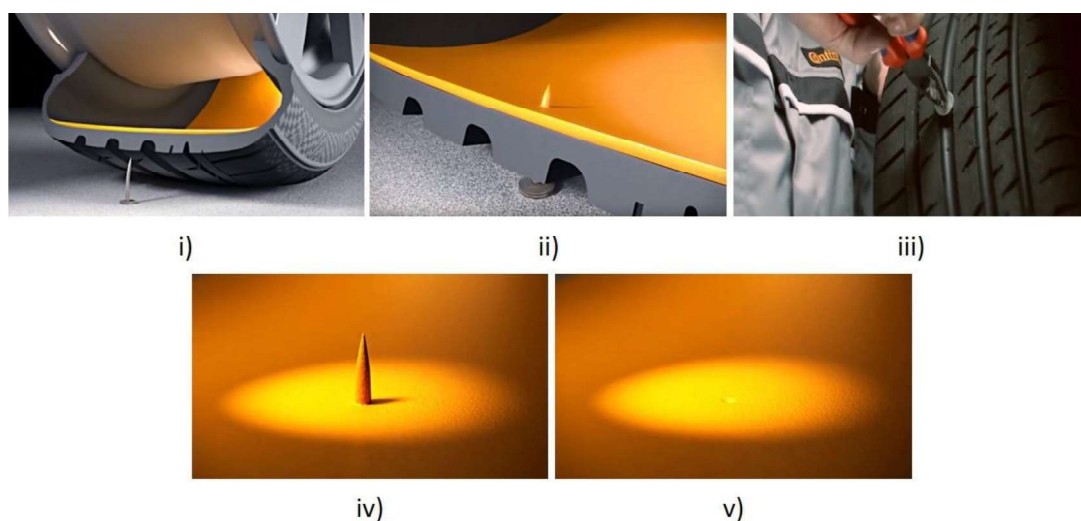


Figura 15 - Representação do modo de atuação da tecnologia *ContiSeal*, da marca Continental. Adaptado de [55].

Descrevendo o processo exposto na Figura 15, tem-se que, na eventualidade de ocorrer uma perfuração no pneu (etapa i)), por exemplo por um prego, a vedação ocorre em redor do objeto responsável pelo dano (etapa ii)), não permitindo que este entre em contacto com o interior do pneu. Para que o processo seja finalizado o objeto tem que ser removido ou expelido do pneu (etapas iii) e iv)), de modo a que o composto possa atuar sobre a zona danificada, preenchendo assim esse espaço criado pelo objeto (etapa v)), evitando a perda de ar [55].

No caso do modelo *ContiSeal* para que o vedante funcione corretamente e nas melhores condições, o diâmetro máximo que o objeto pode ter é 5 mm - Figura 16 [55].



Figura 16 - Representação do momento em que um objeto exterior perfura o pneu e indicação do diâmetro máximo permitido pela tecnologia *ContiSeal*, da marca Continental. Adaptado de [55].

Para além da tecnologia *ContiSeal*, da marca Continental, existem outras soluções no mercado. Dependendo de cada fabricante, o produto designado por vedante apresenta as suas próprias características.

Na Tabela 1 é feita a comparação dos principais fabricantes existentes com os diâmetros máximos que cada vedante suporta [55] [56] [57] [58] [59].

Tabela 1 - Principais fabricantes e seus modelos de pneus auto vedantes, com os respetivos diâmetros máximos suportados.

Fabricante	Designação	Diâmetro máximo (mm)
Continental	<i>ContiSeal</i>	5
Michelin	<i>SelfSeal</i>	6
Goodyear	<i>DuraSeal</i>	6
Pirelli	<i>Seal Inside</i>	3
Hankook	<i>Sealguard</i>	5

Apesar de se apresentar como uma tecnologia com inúmeras vantagens, nomeadamente no que diz respeito ao conforto e segurança durante a condução e ao desuso de pneu sobressalente, existem, por outro lado, alguns pontos a ter em ponderação, visto que:

- Acima do valor referência de limite para o tamanho do objeto que o composto pode suportar o pneu pode estar comprometido;
- Não é uma solução para cortes profundos no piso, nem para cortes ou furos na parede lateral do pneu;
- No final, de acordo com o fabricante, o pneu deve ainda de ser examinado e reparado, se necessário;
- Nem todas os fabricantes de pneus possuem este tipo de tecnologia, limitando assim a escolha e, conseqüentemente, o elevado custo associado à sua aquisição [60].

### 2.2.2 CONSTITUIÇÃO

Após a passagem por todos os processos responsáveis pela obtenção desta mistura como produto final tem-se um material com propriedades viscoelásticas. Este composto referido como sendo um material viscoelástico está incluído na classe de materiais que apresenta propriedades tanto viscosas como elásticas [61].

Antes de se prosseguir para a descrição da constituição e processos envolvidos na preparação do *sealant* é de todo importante referir que não existe qualquer informação detalhada dos componentes envolvidos, visto que se trata do segredo de cada fabricante.

Sendo assim, sabe-se que neste material estão presentes diversos componentes dos quais se destacam o polibutileno, integrado a quente no composto, sendo o principal responsável pela alta impermeabilidade ao ar. Algumas referências indicam que a origem do *sealant* vem da mistura dum componente A com um componente B que se encontram armazenados em recipientes próprios para o efeito. A mistura dos dois componentes é bastante sensível e complexa, daí que, até ser aplicado no pneu, são abrangidos sistemas de derretimento, bombeamento e medição específicos, onde se encontram mecanismos que permitem derreter o material até uma temperatura máxima de 200°C. A mistura obtida resulta numa goma bastante pegajosa pelo que necessita, obrigatoriamente, de ser aplicada de imediato para que não ocorra bloqueamento dos canais [62].

Este material polimérico é aplicado no pneu quando este já se encontra pronto (vulcanizado e inspecionado) e, para que seja possível a sua aplicação nas melhores condições, o pneu necessita de ser limpo e aquecido na sua superfície interior.

### 2.2.3 PROCESSO DE APLICAÇÃO

O processo responsável pela aplicação automatizada de *sealant* nos pneus engloba as seguintes células:

- i) Limpeza;
- ii) Pré-aquecimento;
- iii) Aplicação do *sealant*;
- iv) Pós-aquecimento;
- v) Arrefecimento;
- vi) Balanceamento;
- vii) Gravação;
- viii) Inspeção final.

De seguida é apresentada a descrição de cada uma das células mencionadas anteriormente.

#### i) Célula de limpeza

O processo de aplicação de *sealant* inicia-se pela limpeza do interior do pneu. A adesão do vedante à superfície do pneu nem sempre é a suficiente devido à contaminação por aditivos utilizados durante a produção deste, sendo que para tal é necessário que estes sejam removidos na totalidade.

Recentemente, adota-se a limpeza realizada por meio de sistemas a laser, totalmente automatizados, obtendo resultados com alta precisão, sem comprometer a estrutura do pneu. A 4Jet Technologies e a SLCR Lasertechnik são detentoras de máquinas com esta tecnologia. Na Figura 17 apresenta-se a LCS, da marca 4Jet.



Figura 17 - Máquina de limpeza a laser do interior do pneu LCS, da marca 4Jet [63].

Comum a ambas as marcas e respetivas máquinas, destacam-se os seguintes aspetos no que diz respeito à limpeza a laser:

- Totalmente automatizada, flexível e eficiente;
- Alta precisão e repetibilidade; processo seco e sem qualquer toque;
- Processo sem impacto ambiental e sem uso de materiais perigosos;
- Limpeza fiável e sem manchas.

Assim, a limpeza por laser proporciona maior eficiência na relação qualidade-custo [63][64].

#### ii) Célula de pré-aquecimento

Terminada a fase de limpeza o pneu prossegue para a célula de pré-aquecimento. Esta célula, constituída pelo menos por um túnel (também designado por estufa), é projetada com o objetivo de garantir a adesão do *sealant* e evitar um choque térmico, de acordo com as temperaturas pré-estabelecidas.

A Gislotica é titular de uma estufa responsável pelo pré-aquecimento anteriormente descrito – Figura 18.

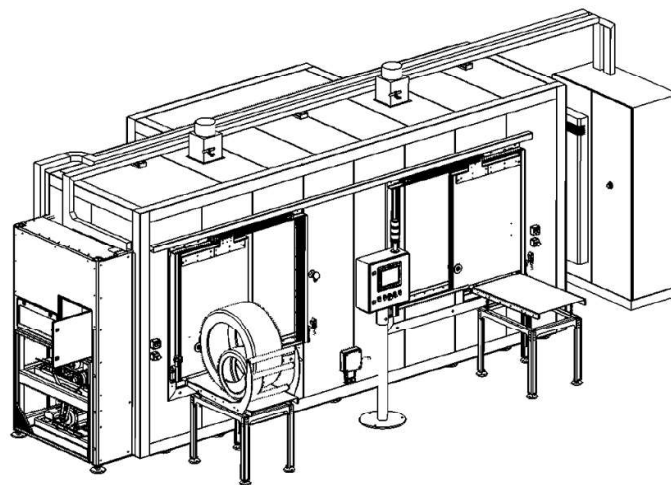


Figura 18 - Estação de pré-aquecimento de pneus, da marca Gislotica.

Após a entrada do pneu na unidade, este é posicionado naturalmente sobre os dois rolos convergentes responsáveis por conceder o movimento de rotação do mesmo. Este movimento tem como objetivo transladar o pneu ao longo da estufa e, ao mesmo tempo, homogeneizar o perfil de temperatura através da espessura do pneu. A estação de pré-aquecimento fabricada pela Gislotica pode ser constituída pelo número de túneis indicados pelo próprio cliente, colocados em linha.

O tempo de permanência do pneu no interior da estação de pré-aquecimento é determinado pelo tempo que esta demora a atingir a temperatura de processo, previamente definida pela marca. Com o objetivo de evitar que os valores apresentem discrepâncias face ao exigido para a correta adesão do *sealant*, no final da estação de pré-aquecimento é sempre verificada a temperatura do pneu com recurso a um pirómetro, antes de ser enviado para a célula de aplicação do *sealant*.

### iii) Célula de aplicação do *sealant*

De seguida o pneu é entregue à estação responsável pela aplicação do composto vedante, sendo esta o alvo desta dissertação. Nesta unidade é possível encontrar-se estações responsáveis por: (i) manipular o pneu na deslocação entre a zona de entrada do pneu e a zona de aplicação do composto; (ii) centrar o pneu para a aplicação do *sealant*; (iii) aplicar o *sealant*; (iv) dosear o *sealant*; (v) manipular o pneu na deslocação entre a zona de aplicação do composto e a zona de saída do pneu [62].

### iv) Célula de pós-aquecimento

Após a aplicação do *sealant* o pneu é encaminhado para uma estação de pós-aquecimento, semelhante à apresentada na estação de pré-aquecimento. Esta célula, constituída pelo menos por um túnel, é projetada com dois objetivos: (i) elevar uma última vez a temperatura do pneu, agora com *sealant*, até à temperatura de processo visto que, durante a aplicação do composto vedante, esta diminui; (ii) reforçar a uniformização da camada de *sealant* ao longo do interior do pneu.

A Gislotica é titular de uma estação responsável pelo pós-aquecimento anteriormente descrito, semelhante à estrutura demonstrada na célula de pré-aquecimento.

Uma vez mais, em concordância com o descrito na estação de pré-aquecimento, os critérios para o tempo de permanência do pneu no interior desta estação e o número de unidades são os mesmos.

### v) Célula de arrefecimento

O pneu proveniente da unidade de pós-aquecimento é enviado para a célula de arrefecimento. Esta célula, constituída pelo menos por um túnel, é responsável pela homogeneização da dissipação térmica em toda a área exposta do pneu, através do próprio movimento de rotação.

A Gislotica é, também, titular de uma estação responsável pelo arrefecimento anteriormente descrito – Figura 19.

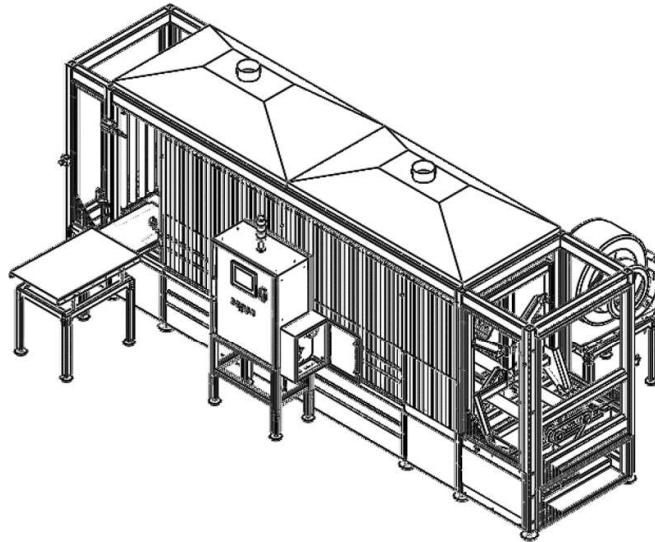


Figura 19 - Estação de arrefecimento de pneus, da marca Gislotica.

No interior da estação estão também presentes rolos onde o pneu é posicionado. A estes componentes é imposto um movimento de rotação em simultâneo com o movimento que translada o pneu ao longo do túnel. A estação de arrefecimento fabricada pela Gislotica é, também, constituída pelo número de unidades que o cliente determine.

#### vi) Célula de balanceamento

Após o arrefecimento do pneu é comum encontrar-se uma balança, acompanhada por um leitor de código de barras, responsável pelo balanceamento do pneu após a aplicação do composto vedante.

Assim, graças a esta fase de validação do pneu, desde a sua entrada até à saída do túnel de arrefecimento, é possível garantir que a quantidade de composto vedante inserida no pneu encontra-se dentro dos valores especificados pelo fabricante e uniformemente distribuída [62].

#### vii) Célula de gravação

Os pneus que apresentem a camada de *sealant* descrita na sua constituição são, obrigatoriamente, marcados com uma designação específica e própria da marca. A indicação deve ser o mais explícita possível de modo a que o pneu possa ser facilmente identificado como sendo auto vedante. Em regra, esta marcação é realizada a laser, totalmente automatizada e com máxima precisão.

Retornando os exemplos dos fabricantes 4Jet Technologies e SLCR Lasertechnik, nas suas máquinas responsáveis por este processo, o pneu é identificado, centrado, posicionado e, por fim, marcado a laser quer seja com o número de série, DOT, QR Code

e/ou logótipos, selecionáveis no *software* da máquina e aplicados individualmente [65][66]. Na Figura 20 é apresentada a *T-Mark System*, da marca 4Jet.



Figura 20 - Máquina de gravação a laser no pneu *T-Mark System*, da marca 4Jet [65].

#### viii) Célula de inspeção final

Nesta célula, presente na fase final de todo o processo descrito até então, encontram-se máquinas que auxiliam a inspeção do pneu. Esta inspeção consiste na análise do interior do pneu com a finalidade de verificar a correta aplicação do *sealant* e a validação da respetiva gravação realizada a laser.

A Gislotica é fabricante da VITEC (Inspeção Visual de Pneus com Controlo Embebido – acrónimo do inglês – *Visual Inspection Tire Embedded Control*), que foi concebida para o propósito anteriormente descrito. Tal como apresentado na Figura 21, a VITEC é composta por sistemas de rolos que garantem a rotação do pneu enquanto a inspeção é realizada, simplificando assim a função do operador [67].

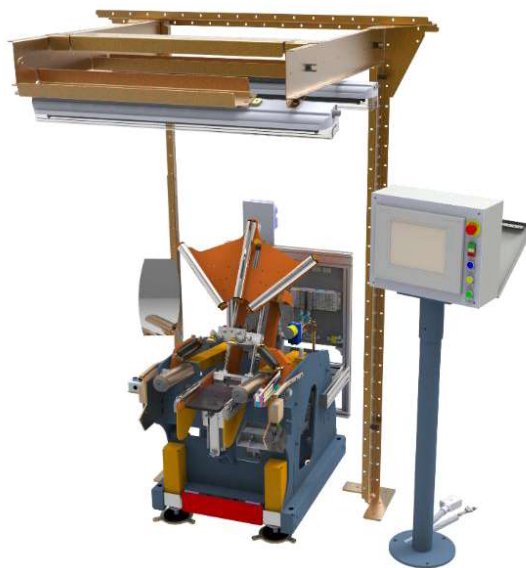


Figura 21 - Máquina de inspeção visual do pneu VITEC, da marca Gislotica [67].

## 2.3 AUTOMAÇÃO E CONTROLO DO PROCESSO

A elaboração de uma solução totalmente automatizada envolve o uso de alguns componentes que são imprescindíveis para o controlo do processo. Assim, neste capítulo são abordados os principais conceitos teóricos e técnicos de atuadores (elétricos e pneumáticos), robótica e sensores.

### 2.3.1 ATUADORES

Define-se como sendo um atuador o componente responsável pela conversão de um sinal oriundo dum controlador de comando, num determinado parâmetro físico. A mudança desde parâmetro é normalmente mecânica, como por exemplo através da alteração de velocidade e da posição [68].

Os atuadores podem operar para a concretização de movimentos lineares ou rotativos, sendo que nesta dissertação foram usados:

- i) Atuadores elétricos: incluem motores de vários tipos e têm como principal função transformar a energia elétrica em movimento mecânico;
- ii) Atuadores pneumáticos: utilizam ar comprimido para funcionar [68].

De seguida é feita a descrição das duas categorias de atuadores mencionados anteriormente, em concordância com o utilizado no projeto desta dissertação.

#### i) Atuadores elétricos

No grupo dos atuadores elétricos estão inseridos os motores e os servomotores síncronos de íman permanente usados no presente projeto.

Antes de partir para a descrição de ambos torna-se necessário uma breve referência à distinção entre os motores de corrente contínua e os de corrente alternada.

Os motores de corrente contínua (CC) utilizam corrente contínua como fonte de energia com distinta relação binário-velocidade em diversas aplicações, quando comparada com a relação binário-velocidade de motores de corrente alternada. Exemplo disso são os motores elétricos usados nos automóveis que têm que ser obrigatoriamente de corrente contínua devido ao fornecimento de corrente direta da bateria. Este tipo de motores geralmente estão acompanhados por redutores, visto que apresentam maior eficiência a grandes velocidades [68]. Já os motores de corrente alternada (CA) são, geralmente, mais usados na indústria graças aos baixos custos de instalação e manutenção em comparação com os de corrente contínua. Estes são ainda divididos em motores de indução assíncronos (o rotor roda a velocidades inferiores às do campo girante do estator) e motores de indução síncronos (o rotor roda à mesma velocidade

do campo girante gerado no estator, ficando assim os campos sincronizados) [68]. Neste último grupo inserem-se os motorreductores e os servomotores utilizados neste projeto.

Os servomotores usados nesta dissertação (síncrono, de ímã permanente) são atuadores rotativos ou lineares constituídos por um motor sem escovas, um estator bobinado (induzido) e um rotor de ímã permanente (indutor). Estes baseiam-se no conhecimento da posição do rotor, usando um transdutor de posição, com a finalidade de definir a sequência de alimentação dos enrolamentos do motor. Quando ocorre o desalinhamento dos dois campos magnéticos (indutor e induzido) obtém-se o binário máximo. Para que seja possível a implementação de algoritmos de controlo (corrente, velocidade, posição ou outro) e posterior monitorização, este componente necessita de um driver [69].

De seguida passa-se a apresentar as curvas típicas dos servomotores síncronos de ímã permanente, relacionando as seguintes grandezas:

- Binário máximo e velocidade de rotação;
- Binário nominal e velocidade de rotação;

Na Figura 22 apresenta-se a curva típica de binário máximo em função da velocidade de rotação, respeitante ao comportamento dinâmico dos servomotores. Analisando a curva depara-se que o binário máximo diminui a velocidades elevadas, devido à limitação imposta ao fornecimento de corrente pelo aumento da força contraelectromotriz nos enrolamentos do estator. O ponto de funcionamento máximo deve encontrar-se abaixo da linha dinâmica, isto é, na área demarcada a vermelho.

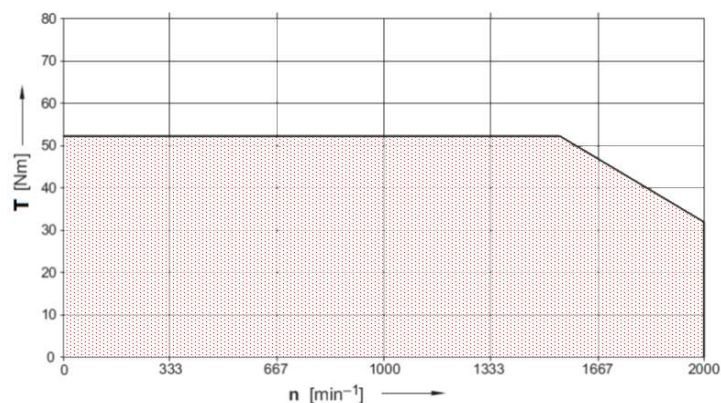


Figura 22 - Curva típica de binário máximo em relação à velocidade de rotação. Adaptado de [69].

Na Figura 23 apresenta-se a curva típica de binário nominal em função da velocidade de rotação, sendo que estas foram determinadas tendo em conta a capacidade térmica do motor. Nesta figura a linha a traço interrompido corresponde às situações que abrangem ventilação forçada.

Geralmente, à medida que a velocidade aumenta, o binário tende a diminuir, devido às perdas no entreferro, por histerese e correntes de Eddy. O ponto de funcionamento médio, referente ao binário eficaz e à velocidade média, deve encontrar-se abaixo da curva de limite térmico.

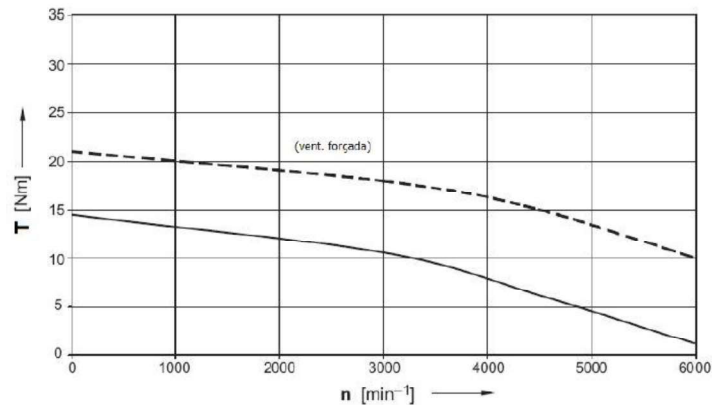


Figura 23 - Curva típica de binário nominal em relação à velocidade de rotação. Adaptado de [69].

## ii) Atuadores pneumáticos

No grupo dos atuadores pneumáticos inserem-se os cilindros de simples e duplo efeito.

Os cilindros de simples efeito são acionados por ar comprimido de um só lado e, portanto, realizam trabalho num só sentido. O retorno é efetuado mediante a ação de uma mola ou através de força externa [70]. Na Figura 24 apresenta-se um exemplo de um cilindro de simples efeito e respetiva simbologia, da marca Festo.



Figura 24 - Cilindro de simples efeito, da marca Festo, e respetiva simbologia [70].

Os cilindros de duplo efeito utilizam a força exercida pelo ar comprimido para movimentar o êmbolo do cilindro nos dois sentidos, sendo produzidas forças semelhantes no avanço e no retorno de êmbolo. Em comparação com os de simples efeito, estes permitem melhor controlo de velocidade e existem sem amortecimento e com amortecimento (fixo ou variável) [70].

Na Figura 25 apresenta-se um exemplo de um cilindro de duplo efeito e respetiva simbologia, da marca Festo.



Figura 25 - Cilindro de duplo efeito, da marca Festo, e respetiva simbologia [70].

### 2.3.2 ROBÓTICA

A robótica tem trazido inovadores resultados em todas as indústrias, sempre a acompanhar a crescente evolução da indústria consumidora, tendo como vantagens:

- Flexibilidade e adaptação: realização das mais diversificadas tarefas com o objetivo de agilizar o processo onde se encontram inseridos;
- Aumento de produtividade: um *robot* pode trabalhar continuamente por longos períodos de tempo sem paragens nem manutenções;
- Maior segurança e conforto: realização de movimentos complexos e manipulação de cargas pesadas;
- Maior eficácia: o ciclo de trabalho dos *robots* é repetitivo e consistente ao longo do decorrer da sua função [68].

Na Figura 26 estão presentes os modelos de *robots* usados neste projeto, da marca FANUC.



Figura 26 – *Robots* utilizados no projeto, da marca FANUC.

### 2.3.3 SENSORES

Os sensores são dispositivos indispensáveis na automação industrial, sendo estes capazes de detetar ações externas, transformando as grandezas físicas ou químicas em outra grandeza (geralmente elétrica) para fins de medição e/ou monitoramento. Existe uma vasta variedade de sensores, sendo que para este projeto destacam-se:

- i) Sensores mecânicos;
- ii) Sensores fotoelétricos;
- iii) Sensores indutivos;
- iv) Sensores capacitivos.

De seguida é feita a descrição dos diferentes tipos de sensores mencionados anteriormente, em concordância com o utilizado no projeto desta dissertação.

#### i) Sensores mecânicos

Os sensores mecânicos recorrem a recursos mecânicos para monitorizar o movimento de um determinado elemento. Estes funcionam como interruptores que atuam sobre um circuito no modo liga/desliga no momento em que ocorre uma ação no seu elemento atuador.

Um exemplo deste tipo de sensores são os fins de curso usados para detetar o deslocamento máximo de um componente, tal como o apresentado na Figura 27, da marca Siemens.



Figura 27 - Sensor mecânico, da marca Siemens.

#### ii) Sensores fotoelétricos

Os sensores fotoelétricos também permitem monitorizar o movimento de um elemento, mas, ao contrário dos sensores mecânicos, não necessitam de contacto físico para que sejam atuados. Através de um transmissor de luz e um recetor colocados paralelamente um ao outro, tal como apresentado na Figura 28, da marca Sick, é possível detetar o movimento de uma parte móvel aquando esta interceta a zona abrangida pela referida luz.



Figura 28 - Sensor fotoelétrico, da marca Sick.

### iii) Sensores indutivos

Os sensores indutivos permitem a deteção de elementos que apresentem características magnéticas, através da mudança de impedância do sensor. Estes tipos de sensores são constituídos por uma bobina em torno de um núcleo que faz a leitura da presença ou não de um objeto metálico. Caso a leitura seja positiva, o campo magnético gerado é alterado, traduzindo-se assim numa variação da impedância no sensor e, posteriormente, é alterado o estado do sensor de OFF para ON ou vice-versa. Na Figura 29 apresenta-se um exemplo de sensor indutivo, da marca Sick.



Figura 29 - Sensor indutivo, da marca Sick.

### iv) Sensores capacitivos

Os sensores capacitivos permitem detetar qualquer tipo de material, quer estes sejam ferrosos ou não ferrosos. Neste caso, graças à proximidade do elemento monitorizado, ocorre a alteração do dielétrico entre as armaduras de um condensador ocorrendo assim a variação da capacitância do sensor. Na Figura 30 apresenta-se um exemplo de sensor capacitivo, da marca Sick.



Figura 30 - Sensor capacitivo, da marca Sick.

## 2.4 SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO

### 2.4.1 SERVOMOTORES

O processo de seleção e dimensionamento dos servomotores requer que sejam pré-determinados os valores respeitantes ao sistema responsável pela movimentação da carga: massa, curso, velocidade, aceleração, relação de transmissão, rendimento, entre outros.

Analiticamente, um servomotor é selecionado a partir dos valores de referência para a velocidade e binário, seguindo o procedimento:

1. Cálculo das velocidades referentes ao redutor:

$$n_{\text{veio saída}}^{\text{redutor}} = \frac{v_{\text{max}}}{D_L/2} \quad (1)$$

$$n_{\text{veio entrada}}^{\text{redutor}} = n_{\text{veio saída}}^{\text{redutor}} \times i_{\text{redutor}} \quad (2)$$

Onde:

$n_{\text{veio saída}}^{\text{redutor}}$ : Velocidade de rotação do redutor à saída [rpm];

$v_{\text{max}}$ : Velocidade máxima [m/s];

$D_L$ : Diâmetro primitivo (pinhão) de transmissão [m];

$n_{\text{veio entrada}}^{\text{redutor}}$ : Velocidade de rotação do redutor à entrada [rpm];

$i_{\text{redutor}}$ : Relação de transmissão do redutor.

2. Cálculo dos binários referentes ao redutor:

$$T_{\text{acel. carga}}^{\text{redutor}} = \frac{1}{\eta} \times M \times a \times \frac{D_L}{2} \quad (3)$$

$$T_{\text{desacel. carga}}^{\text{redutor}} = \eta \times M \times a \times \frac{D_L}{2} \quad (4)$$

$$T_{\text{estat. carga}}^{\text{redutor}} = \frac{1}{\eta} \times M \times g \times \mu \times \frac{D_L}{2} \quad (5)$$

$$T_{\text{total carga arranque}}^{\text{redutor}} = T_{\text{acel. carga}}^{\text{redutor}} + T_{\text{estat. carga}}^{\text{redutor}} \quad (6)$$

$$T_{\text{total carga paragem}}^{\text{redutor}} = T_{\text{desacel. carga}}^{\text{redutor}} + T_{\text{estat. carga}}^{\text{redutor}} \quad (7)$$

Onde:

$T_{\text{acel. carga}}^{\text{redutor}}$ : Binário de aceleração do redutor [N.m];

$\eta$ : Rendimento do redutor;

$M$ : Massa total [kg];

$a$ : Aceleração [ $m/s^2$ ];

$T_{desacel. carga}^{redutor}$ : Binário de desaceleração do redutor [N.m];

$g$ : Aceleração da gravidade [ $9,81 m/s^2$ ];

$\mu$ : Coeficiente de atrito;

$T_{estat. carga}^{redutor}$ : Binário estático do redutor [N.m];

$T_{total carga arranque}^{redutor}$ : Binário total do redutor no arranque [N.m];

$T_{total carga paragem}^{redutor}$ : Binário total do redutor na paragem [N.m].

### 3. Cálculo das velocidades referentes ao veio do motor:

$$n_{veio motor}^{motor} = n_{veio entrada}^{redutor} \quad (8)$$

Onde:

$n_{veio motor}^{motor}$ : Velocidade de rotação do veio do motor [rpm].

### 4. Cálculo dos binários referentes ao veio do motor:

$$T_{acel. carga}^{motor} = \frac{T_{acel. carga}^{redutor}}{i_{redutor}} \times \frac{1}{\eta} \quad (9)$$

$$T_{desacel. carga}^{motor} = \frac{T_{desacel. carga}^{redutor}}{i_{redutor}} \times \eta \quad (10)$$

$$T_{estat. carga}^{motor} = \frac{T_{estat. carga}^{redutor}}{i_{redutor}} \times \frac{1}{\eta} \quad (11)$$

$$T_{total acel carga}^{motor} = T_{acel. carga}^{motor} + T_{estat. carga}^{motor} \quad (12)$$

$$T_{total desacel carga}^{motor} = T_{desacel. carga}^{motor} + T_{estat. carga}^{motor} \quad (13)$$

Onde:

$T_{acel. carga}^{motor}$ : Binário de aceleração do motor [N.m];

$T_{desacel. carga}^{motor}$ : Binário de desaceleração do motor [N.m];

$T_{estat. carga}^{motor}$ : Binário estático do motor [N.m];

$T_{total acel carga}^{motor}$ : Binário total de aceleração do motor [N.m];

$T_{total desacel carga}^{motor}$ : Binário total de desaceleração do motor [N.m].

### 5. Parâmetros de seleção do motor:

$$T_{max}^{motor} > T_{total acel carga}^{motor} \quad (14)$$

$$T_{bloqueio}^{motor} > \frac{T_{max}^{motor}}{2} \quad (15)$$

$$n_{nominal}^{motor} > n_{veio\ motor}^{motor} \quad (16)$$

Onde:

$T_{max}^{motor}$ : Binário máximo do motor selecionado [N.m];

$T_{bloqueio}^{motor}$ : Binário de bloqueio do motor selecionado [N.m];

$n_{nominal}^{motor}$ : Velocidade de rotação nominal do motor selecionado [rpm].

## 6. Razão de inércias:

$$J_{carga}^{motor} = \frac{M}{\eta} \times \left( \frac{v_{max}}{w^{motor}} \right) \quad (17)$$

$$\frac{J_{carga}^{motor}}{J^{motor}} < 10 \quad (18)$$

Onde:

$J_{carga}^{motor}$ : Momento de inércia do motor dimensionado [kg.m<sup>2</sup>];

$J^{motor}$ : Momento de inércia do motor selecionado [kg.m<sup>2</sup>];

$w^{motor}$ : Velocidade angular do motor [rad/s].

A par do dimensionamento analítico do servomotor e respetivo redutor utilizou-se a plataforma online Cymex 5, da marca Wittenstein. Com o recurso a esta ferramenta é possível obter uma seleção mais minuciosa. Como exemplo, meramente demonstrativo, apresenta-se de seguida as diferentes etapas para o funcionamento desta ferramenta:

1. Seleção do modelo do projeto (Figura 31): Com uma vasta gama de modelos onde o utilizador pode selecionar aplicações como transportador com sistema de polia e correia, mesa giratória, transportador de pinhão e cremalheira, sistema pinhão e cremalheira, fuso de esferas, entre outros;



Figura 31 - Simulador Cymex 5, etapa 1: Seleção do modelo do projeto.

- Indicação do perfil de movimento e cargas do projeto (Figura 32): De acordo com a aplicação selecionada, no menu “Perfil de movimento e cargas” são indicados os tempos, deslocamentos, velocidades, cargas movimentadas, sendo esses dados transpostos para formato gráfico;

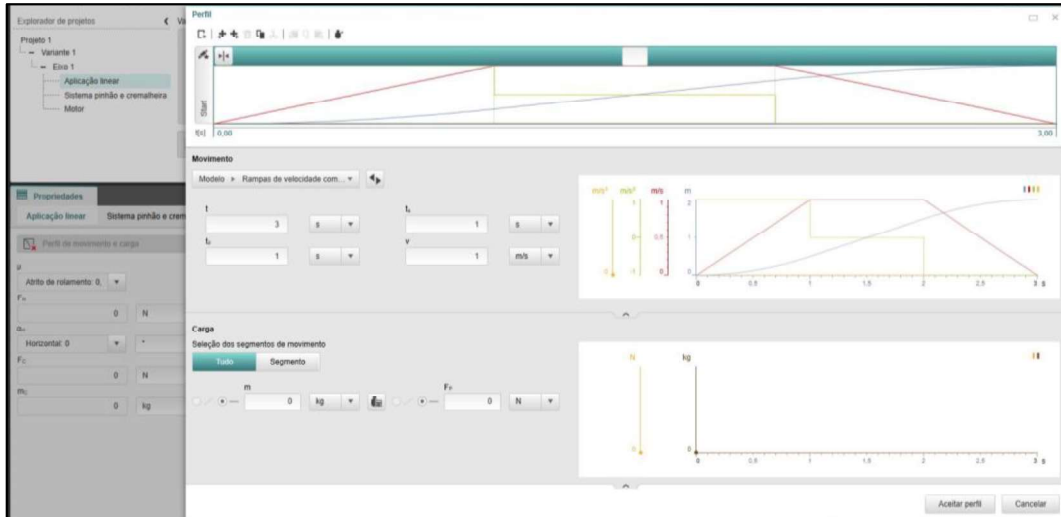


Figura 32 - Simulador Cymex 5, etapa 2: Indicação do perfil de movimento e cargas associadas ao projeto.

- Propriedades do projeto (Figura 33): Para os valores de entrada, dados na etapa anterior, o *software* apresenta as possíveis soluções que podem ser analisadas individualmente e em conjunto com o auxílio dos gráficos obtidos.

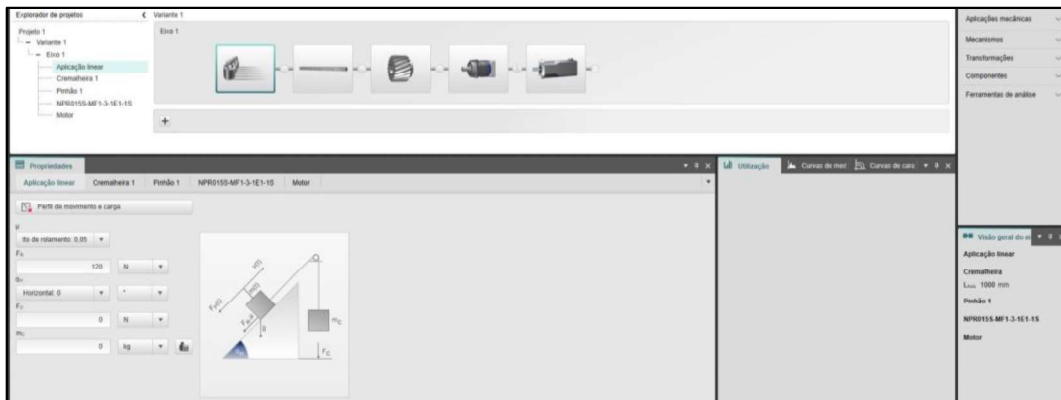


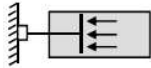
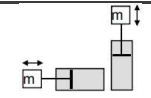
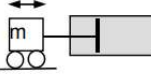
Figura 33 - Simulador Cymex 5, etapa 3: Indicação das propriedades pretendidas para os componentes do projeto.

## 2.4.2 ATUADORES PNEUMÁTICOS

Para seleção e dimensionamento dos atuadores pneumáticos é necessário ter em consideração os seguintes pressupostos:

- Classificação do atuador: os atuadores pneumáticos lineares podem ser de simples ou duplo efeitos;
- Força de projeto,  $F_p$ : Força necessária para a operação, estando esta relacionada com a massa do sistema a ser transladado;
- Fator de carga,  $f_c$ : Dependente do tipo de funcionamento, conforme indicado na Tabela 2;

Tabela 2 - Determinação do fator de carga, de acordo com o tipo de funcionamento. Adaptado de [70].

Tipo de funcionamento	Simbologia	Fator de carga, $f_c$
Cilindros estacionários (cargas aplicadas no final do curso)		0,7
Cilindros dinâmicos (cargas aplicadas ao longo de toda ação do cilindro)		0,5
Cilindros com guia horizontal (movimentação horizontal de cargas)		1,0

- Força de avanço ou atuação,  $F_a$ : Força de atuação do cilindro, obtida através da razão entre a força de projeto e o fator de carga;
- Pressão de trabalho,  $P_t$ : Pressão de alimentação do cilindro, para que este consiga exercer a força necessária na carga. Por imposição da empresa, a pressão de trabalho a usar é de 6 bar.

Tendo definidos os pressupostos mencionados, procede-se ao dimensionamento analítico dos cilindros de acordo com o seguinte procedimento:

1. Classificação do atuador: No projeto em questão usou-se cilindros de duplo efeito para que o ar comprimido atue tanto no avanço como no recuo, de modo a obter melhor controlo da velocidade deste componente.

Foi também selecionada a opção de amortecimento ajustável nas posições finais de curso, com o propósito de reduzir a velocidade da haste na parte final dos seus movimentos;

2. Determinação do fator de carga,  $f_c$ : A abertura e fecho representa um sistema de movimentação horizontal de cargas, em que o corpo do cilindro se encontra fixo e a haste ligada ao conjunto a transladar, o fator de carga é  $f_c = 1,0$ ;

3. Cálculo da força de avanço,  $F_a$ :

$$F_a = \frac{F_p}{f_c} \quad (19)$$

Onde:

$F_a$ : Força de avanço ou atuação [kg];

$F_p$ : Força de projeto [kg];

$f_c$ : Fator de carga.

4. Cálculo da secção reta do êmbolo,  $A$ :

$$A = \frac{F_a}{P_t} \quad (20)$$

Onde:

$A$ : Secção reta do êmbolo, no avanço [cm<sup>2</sup>];

$P_t$ : Pressão de trabalho [6 bar = 6 kgf/cm<sup>2</sup>].

5. Cálculo do diâmetro do êmbolo,  $d_e$ :

$$A = \frac{\pi \times d_e^2}{4} \leftrightarrow d_e = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \quad (21)$$

Onde:

$d_e$ : Diâmetro do êmbolo do cilindro [cm].

### 2.4.3 GUIAS LINEARES

As guias lineares usadas no presente projeto são da marca INA FAG e, tendo como base a informação disponibilizada pelo fabricante, para o dimensionamento da guia linear adequada a cada projeto é necessário optar entre um modelo de esferas ou de rolos e, em simultâneo, ter em conta todas as forças e momentos a que esta está submetida, consoante o apresentado na Figura 34.

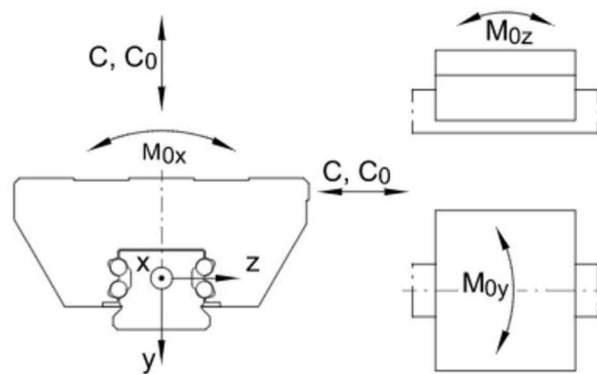


Figura 34 - Direções de aplicação da carga numa guia linear.

# DESENVOLVIMENTO

- 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS DE PROJETO
- 3.2 PROJETO DESENVOLVIDO
- 3.3 SOLUÇÃO FINAL
- 3.4 CICLO DE TRABALHO
- 3.5 OTIMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL
- 3.6 ORÇAMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO
- 3.7 MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO



### 3 DESENVOLVIMENTO

O presente capítulo pretende transmitir ao leitor toda a informação relevante para a compreensão do equipamento projetado, de acordo com os objetivos impostos.

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS DE PROJETO

De acordo com o mencionado anteriormente, sabe-se que a unidade de aplicação de *sealant* encontra-se após a etapa de inspeção final do processo produtivo do pneu, garantindo assim que o pneu se encontra totalmente aprovado. A referida unidade compreende diversas células, divididas em três grupos responsáveis pela pré-aplicação, aplicação e pós-aplicação do composto vedante. Assim, a divisão das respetivas células (limpeza, pré-aquecimento, aplicação do *sealant*, pós-aquecimento, arrefecimento, balanceamento, gravação, inspeção final) nos grupos indicados é feita consoante o apresentado na Figura 35.



Figura 35 - Enquadramento da unidade de aplicação de *sealant* no processo produtivo do pneu.

De acordo com a Figura 35, tal como já referido, não existe informação do grupo responsável pela aplicação do *sealant*, sendo este o principal objetivo desta dissertação.

### 3.1.1 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

O grupo de aplicação de *sealant* em pneus a ser desenvolvido deve de cumprir com as especificações impostas pela Gislotica, sendo estas:

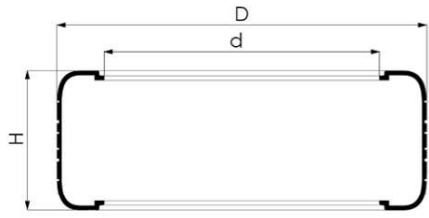
#### i. Especificações do processo

Para a elaboração do projeto deve-se ter em conta os seguintes pontos:

- Pressão de trabalho dos equipamentos pneumáticos: 6 bar;
- Tensão de alimentação: 400 V, 200 A;
- Projeto dos constituintes do grupo de aplicação do *sealant*;
- Criação de uma unidade completa constituída pelo grupo de aplicação desenvolvido e pelos equipamentos da Gislotica;
- Fornecimento externo da estação de dispensação por uma entidade competente;
- Garantir a segurança dos operadores, dos pneus e dos equipamentos usando para isso os dispositivos de segurança adequados.

#### ii. Especificações dos pneus

As especificações dos pneus a serem usados no projeto encontram-se na Figura 36.



Dimensões do pneu		Mínimo	Máximo
Diâmetro exterior (D)	mm	500	850
	pol	20	34
Diâmetro interior (d)	mm	381	610
	pol	15	24
Altura (H)	mm	150	400
	pol	6	16
Massa	kg	6	30

Figura 36 - Dimensões do pneu.

#### iii. Especificações de material

As especificações do restante material (mecânico, pneumático e elétrico) estão dependentes do caderno de encargos de cada cliente.

No entanto, apesar dessa informação ainda não existir serão contempladas, para os principais componentes, as marcas presentes na Tabela 3.

Tabela 3 - Especificações de material e respetivas marcas a usar no projeto.

Componente	Marca
Rolamentos e chumaceiras	INA FAG
Tela (transportadores)	Intralox
Motores	SEW
Servo Motores	Siemens
Calhas	Igus
Sensores	Sick, IFM, Turck, Siemens
Robots	FANUC
Material pneumático	Festo

### 3.1.2 LAYOUT PRELIMINAR

Numa fase preliminar do projeto do grupo de aplicação de *sealant* é feito o estudo do *layout*, de forma a obter-se a solução mais viável para o projeto, tendo-se obtido o esboço presente na Figura 37.

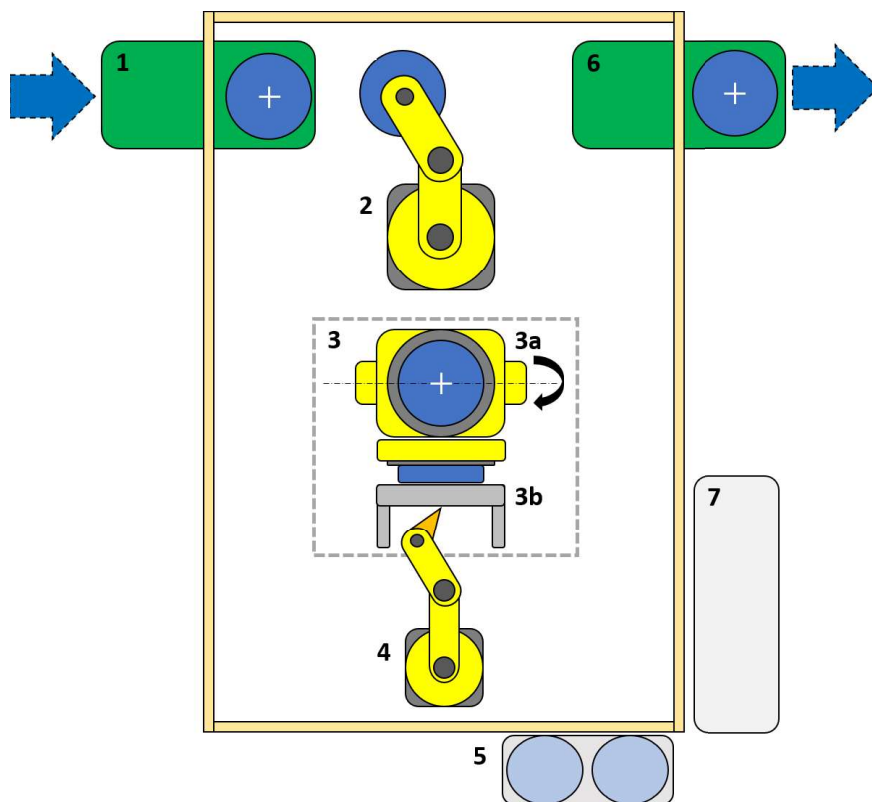


Figura 37 - *Layout* preliminar do grupo de aplicação de *sealant* no pneu, sendo que: 1 – Zona de entrada, 2 – Estação de manipulação do pneu, 3 – Estação rotativa e de centragem do pneu (3a – Sistema de centragem e aperto, 3b – Sistema de estiramento), 4 – Estação de aplicação do *sealant* no pneu, 5 - Estação de dispensação do *sealant*, 6 – Zona de saída, 7 – Quadro principal e HMI.

De acordo com o apresentado na Figura 37, o pneu (representado por um círculo azul) é transportado, sem intervenção humana, para o interior do grupo de aplicação através da zona de entrada (1), visto que toda a área respeitante se encontra totalmente vedada, garantido assim segurança dos operadores. Após a sua entrada, o *robot* (2) é responsável pelo deslocamento do pneu até a estação seguinte.

Na estação rotativa e de centragem (3) encontra-se um posicionador de dois eixos (3a) onde o pneu é centrado e estirado de um dos lados para que possa ser posicionado numa posição perpendicular à que se encontra. Com o pneu disposto na vertical, o sistema de estiramento (3b) aproxima-se deste e garante a abertura necessária para a deposição do composto. Reunidas todas as condições necessárias para a aplicação do *sealant*, o posicionador (3a) inicia o movimento de rotação segundo o eixo horizontal, originando assim a rotação do pneu a uma velocidade constante.

Simultaneamente ao descrito, o *robot* (4) move o aplicador linearmente a uma velocidade constante e a uma determinada distância sobre o interior da superfície do pneu para que a camada de *sealant* seja aplicada no interior da superfície do pneu.

Terminada esta fase o pneu retorna à posição horizontal para que o *robot* (2) possa transferi-lo para a zona de saída (6).

De modo a facilitar a operação Homem-Máquina e a respetiva manutenção do equipamento de abastecimento de *sealant*, optou-se por dispor a estação de dispensação do composto vedante (5) e o quadro principal (7) na zona exterior da vedação.

### 3.2 PROJETO DESENVOLVIDO

O principal objetivo deste projeto centra na realização de um equipamento totalmente funcional e capaz de realizar a aplicação de *sealant* em pneus, sendo de seguida expostos os pontos mais relevantes da concretização do mesmo.

Para complementar o mecanismo projetado, no ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS podem ser consultados os desenhos técnicos dos componentes e conjuntos que perfazem a solução final alcançada. Por questões de confidencialidade e imposição da Gislotica serão apresentados apenas alguns desenhos dos componentes projetados.

### 3.2.1 ZONA DE ENTRADA E DE SAÍDA

Nas zonas de entrada e de saída do pneu do grupo de aplicação existem duas opções:

- Opção 1: as células de pré-aquecimento e pós-aquecimento são as fabricadas pela Gislotica. Utilizando as mesas de interface fabricadas pela Gislotica (Figura 38), o pneu dispõe-se na vertical, de forma a entrar/sair na respetiva estufa na posição correta. Por questões de confidencialidade não é apresentada a descrição deste componente;

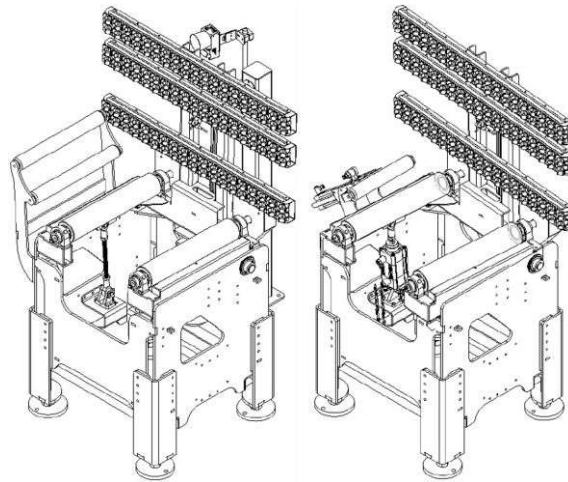


Figura 38 - Mesa de interface de entrada (à esquerda) e de saída (à direita) do grupo de aplicação de *sealant*.

- Opção 2: as células de pré-aquecimento e pós-aquecimento não são as fabricadas pela Gislotica. Neste caso, dependente do processo exigido pelo cliente, pode ser necessário um transportador de entrada e outro de saída, tal como apresentado na Figura 39.

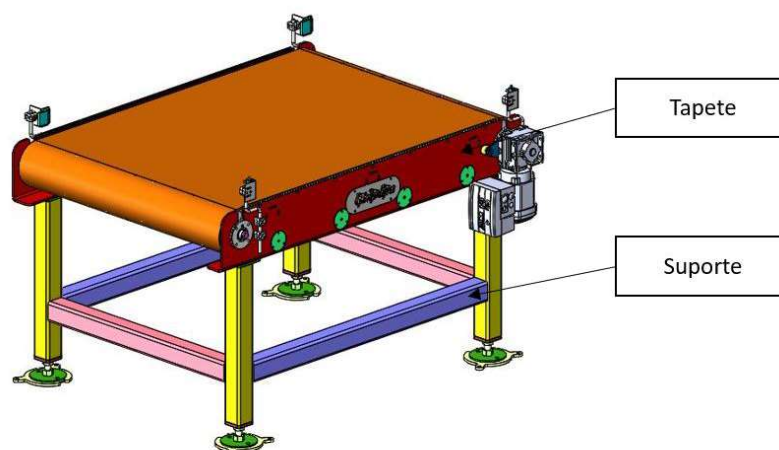


Figura 39 – Transportador de entrada e de saída do grupo de aplicação de *sealant*.

### i. Suporte

O suporte que serve de apoio ao tapete é constituído por tubo de seção quadrada, posteriormente soldado. No projeto é necessário ter em conta alguns aspetos nomeadamente a zona de assentamento do tapete, o sistema de ajuste de altura e, por último, os pontos destinados à elevação e fixação ao solo de toda a estrutura. Na Figura 40 encontra-se a solução final para o referido suporte, apresentando as soluções para os pontos enumerados anteriormente.

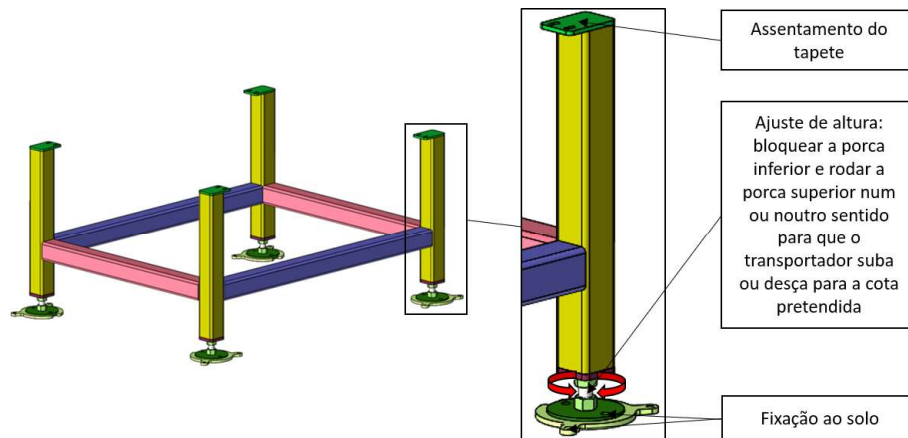


Figura 40 - Suporte do tapete para cada transportador com a respetiva descrição das zonas de assentamento do tapete, do sistema de ajuste da altura e fixação ao solo do transportador.

### ii. Tapete

Em cada um dos transportadores, para a concretização do movimento de deslocação do pneu, respeitou-se o modelo padrão da empresa. Assim, tem-se o motorreductor Movimot WA30/T DRS71S4MM03, da marca SEW, acompanhado pela tela Intralox da série 900, modelo *flush grid* e com largura de 1067 mm, visto que o diâmetro exterior máximo do pneu é de 850 mm. Toda a restante informação referente a ambos os componentes encontra-se no ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS.

Na Figura 41 apresenta-se o projeto do tapete transportador.

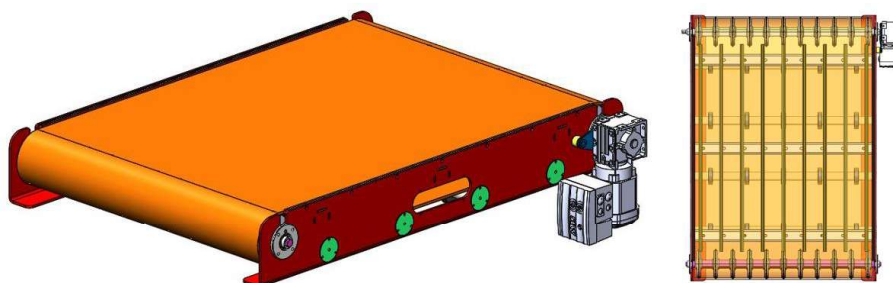


Figura 41 – Tapete do transportador.

### 3.2.2 ESTAÇÃO DE MANIPULAÇÃO

A estação de manipulação do pneu, apresentada na Figura 42, é constituída por uma garra que segura o pneu, um *robot* responsável pela movimentação entre estações e uma base de suporte para o mesmo.

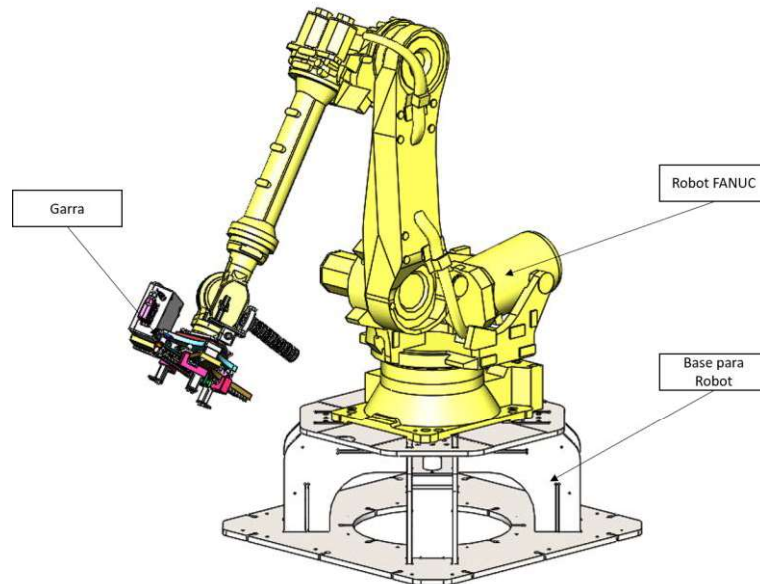


Figura 42 - Estação de manipulação do pneu.

#### i. Garra

A garra projetada e aconselhada pela Gislótica encontra-se acoplada na flange do *robot* selecionado, sendo esta constituída por três dedos cujo movimento de abertura e fecho destes é realizado por um sistema apresentado na Figura 43.

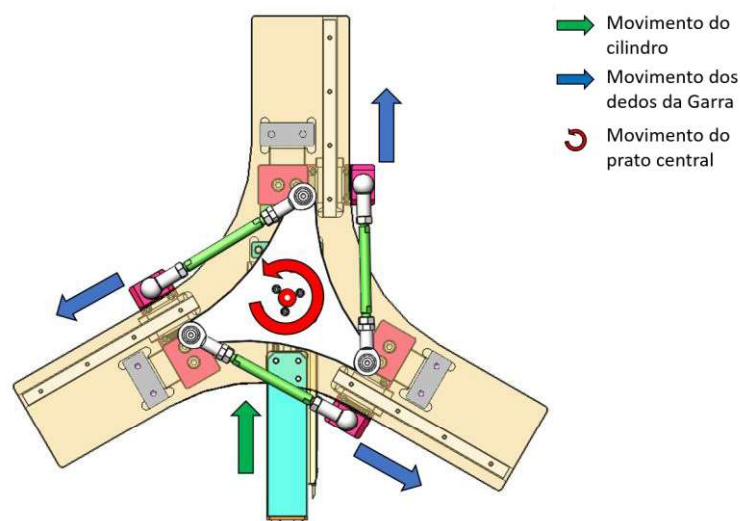


Figura 43 - Descrição do mecanismo de abertura e fecho dos dedos da garra da estação de manipulação (segundo o sentido das setas o movimento presente é o de abertura dos dedos).

A solução passa por usar-se um prato central com três braços (cada um respeitante a cada dedo) que, aquando o seu movimento de rotação oriundo da atuação de um cilindro, faz a transmissão aos três patins que se movimentam simultaneamente ao longo da respetiva guia linear. Cada dedo encontra-se acoplado ao respetivo patim.

No final obtém-se a garra presente na Figura 44, com uma massa aproximada de 30 kg.

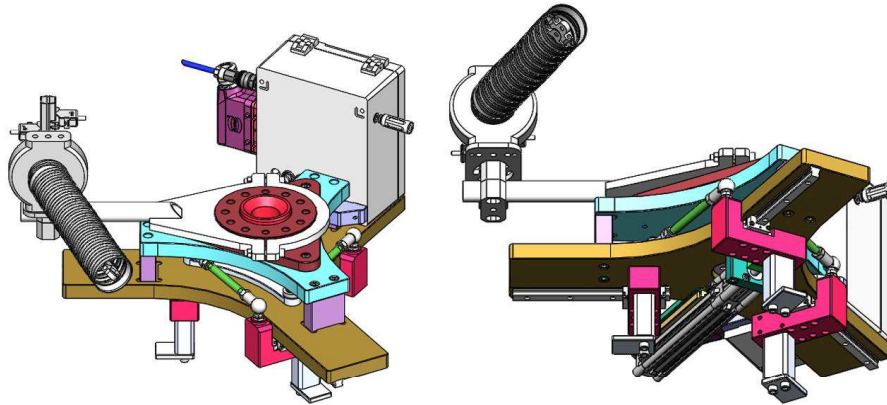


Figura 44 - Garra para a estação de manipulação.

No decorrer do projeto, apesar da garra presente na Figura 44 ser totalmente funcional, é essencial fazer a validação da seleção das guias lineares e do atuador pneumático.

O modelo das guias lineares envolvidas no movimento de abertura e fecho dos dedos da garra foi selecionado tendo em conta a distribuição uniforme do peso do pneu pelos três dedos da garra e, de acordo com o mecanismo projetado, a solicitação mais crítica para as mesmas, isto é, o momento em torno de Z, de acordo com a Figura 34. Considerando uma altura do dedo de 100 mm e tendo a referência de 500 N como força máxima do cilindro, obtém-se um momento de 50 N.m. Assim, a opção pelo modelo de guia linear de esferas KUVE15-B (patim KWVE15-B-V1-G2 e trilho TKVD15-B-G2/220-20/20), da marca INA, é válida.

No ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS encontra-se toda a informação respeitante a este modelo de guia linear, onde é possível verificar os valores para a seleção efetuada.

Relativamente ao atuador pneumático, através do procedimento de cálculo mencionado no capítulo anterior, obteve-se os resultados indicados na Tabela 4. Este deve ser capaz de transladar a massa respeitante ao peso de um dedo com o respetivo patim e ao valor associado à distribuição uniforme da massa do pneu pelos três dedos (10 kg), acrescido de um fator de segurança de 1,5.

Tabela 4 - Dimensionamento do atuador pneumático da garra presente na estação de manipulação do pneu.

Dados de entrada		Dados de saída	
Força de projeto, $F_p$	18,0 kg	Força de avanço, $F_a$	18,0 kg
Fator de carga, $f_c$	1,0	Secção reta do êmbolo, $A$	3,00 cm <sup>2</sup>
Pressão de trabalho, $P_t$	6,0 kgf/cm <sup>2</sup>	Diâmetro do êmbolo, $d_e$	1,95 cm

O modelo selecionado para o cilindro pneumático insere-se no grupo dos cilindros normalizados conforme ISO 15552, da marca Festo, cuja referência é DSBC-32-150-PPVA-N3. Para esta escolha foi necessário selecionar o diâmetro do êmbolo de 32 mm, sendo este o valor mais próximo dos 19,5 mm obtidos pelo cálculo analítico, o curso de 150 mm, suficiente para o deslocamento do patim até aos limites impostos pelo projeto e, por fim, o uso de amortecimento pneumático, ajustável nas posições finais de curso (PPV).

Além do cálculo analítico, consultou-se também os dados disponibilizados pelo fabricante, obtendo-se, para a pressão de trabalho de 6 bar, uma força teórica de 483 N no avanço, valor abaixo dos 500 N estipulado no dimensionamento das guias lineares. Este valor e a restante informação relativamente a este componente encontram-se disponíveis no ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS.

## ii. Robot

O robot selecionado para manipular o pneu para a estação de rotativa e de centragem foi o 2000iC-210F, da marca FANUC, exibido na Figura 45.

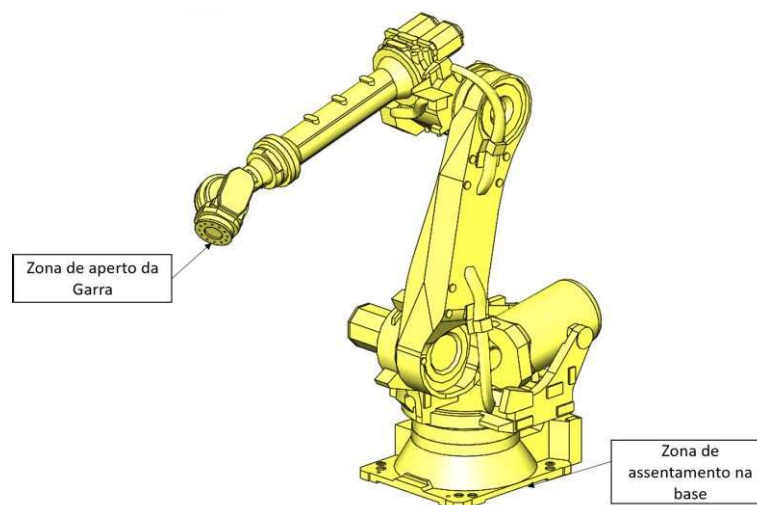


Figura 45 - Robot FANUC 2000iC-210F utilizado na estação de manipulação.

A par do número de eixos, alcance e outras características técnicas, um dos pontos mais importantes durante a seleção do modelo de *robot* foi a sua capacidade de carga. Esta particularidade diz respeito ao conjunto pneu e garra ( $30 + 30 = 60$  kg) e respetivo fator de segurança (1,5), obtendo como massa total 90 kg.

No ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS encontram-se todas as informações a respeito deste modelo de *robot*.

### iii. Base do *robot*

Tendo em conta as características de movimentação do *robot* e a altura das estações que se encontram antes e depois da manipulação foi necessário projetar uma base em aço soldado para assentamento do *robot* e fixação ao solo (Figura 46).

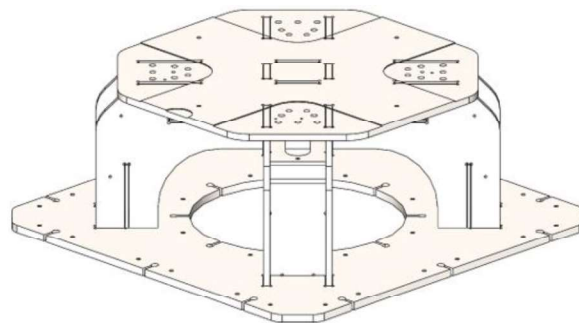


Figura 46 - Base para *robot* FANUC 2000iC-210F.

Para o correto posicionamento do *robot* na base apresentada na Figura 46, além da fixação e assentamento, foi necessária a criação de referências, assinaladas com um círculo vermelho na Figura 47.

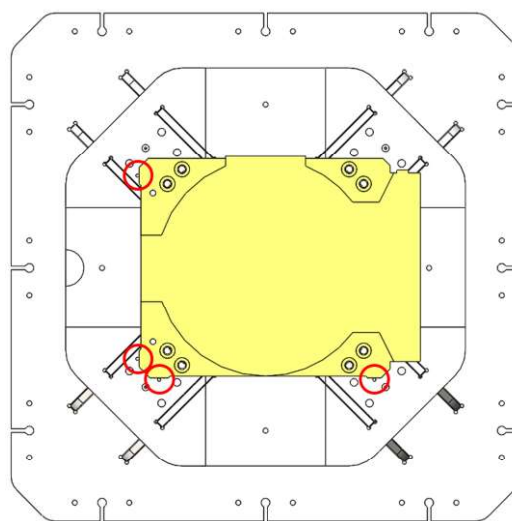


Figura 47 - Localização das referências de posicionamento do *robot* na respetiva base.

### 3.2.3 ESTAÇÃO ROTATIVA E DE CENTRAGEM

A estação rotativa e de centragem do pneu abrange um sistema posicionador de dois eixos, integrando o *robot* responsável pelo posicionamento do sistema de centragem e aperto do pneu, e um sistema de estiramento do pneu. Esta estação encontra-se dividida em quatro grupos, tal como consta na Figura 48: base da estação, *robot* posicionador de dois eixos, sistema de centragem e aperto e sistema de estiramento.

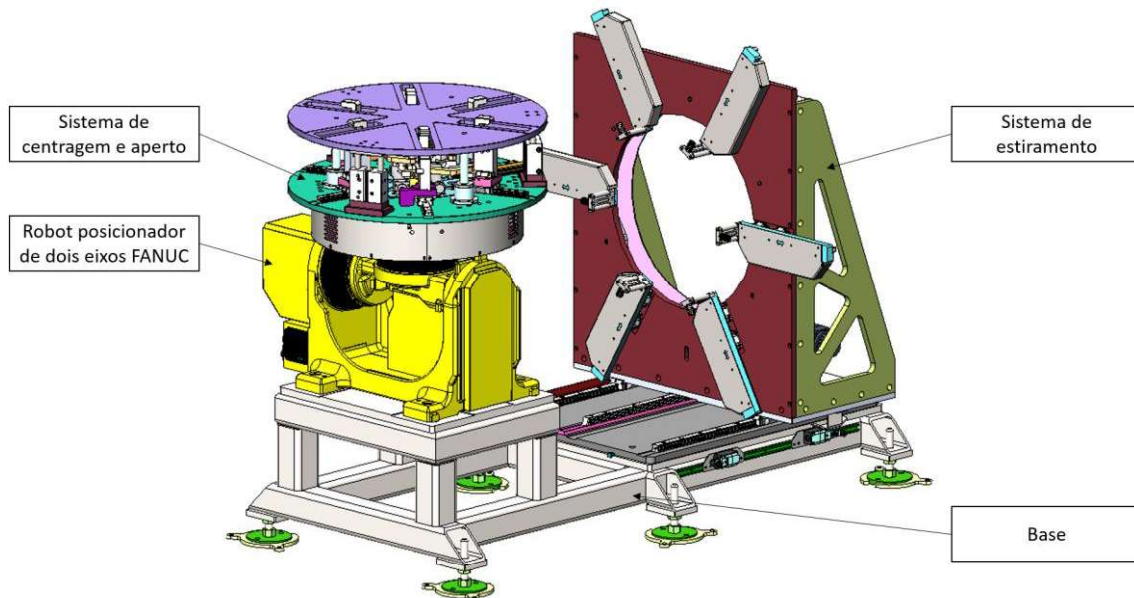


Figura 48 - Estação rotativa e de centragem do pneu.

#### i. Base

Tendo em conta as imposições do projeto nesta estação, foi necessário desenvolver uma base, em estrutura soldada, onde são montados os dois sistemas, como demonstrado na Figura 49.

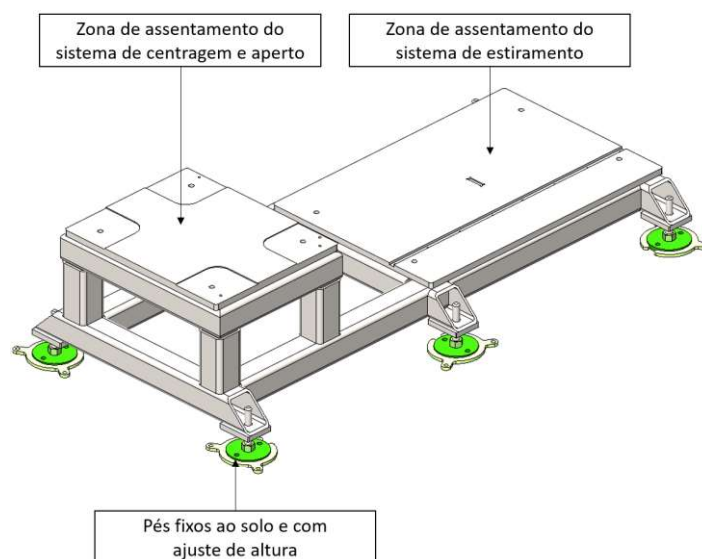


Figura 49 - Base de assentamento ao sistema de centragem e aperto e ao sistema de estiramento.

Assim como na outra base já projetada, foi também necessário a criação de referências, assinaladas na Figura 50, com o intuito de garantir o posicionamento de ambos os sistemas.

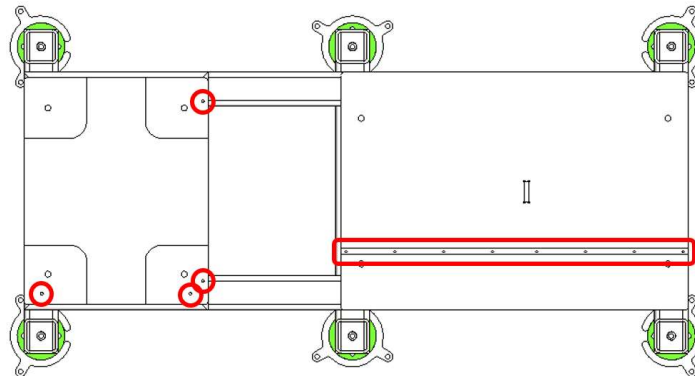


Figura 50 - Localização das referências de posicionamento para o sistema de centragem e aperto e o sistema de estiramento.

## ii. Robot posicionador de dois eixos

O *robot* escolhido para o posicionamento do pneu entre duas posições perpendiculares entre si é o Servo-posicionador de dois eixos, da marca FANUC, apresentado na Figura 51.

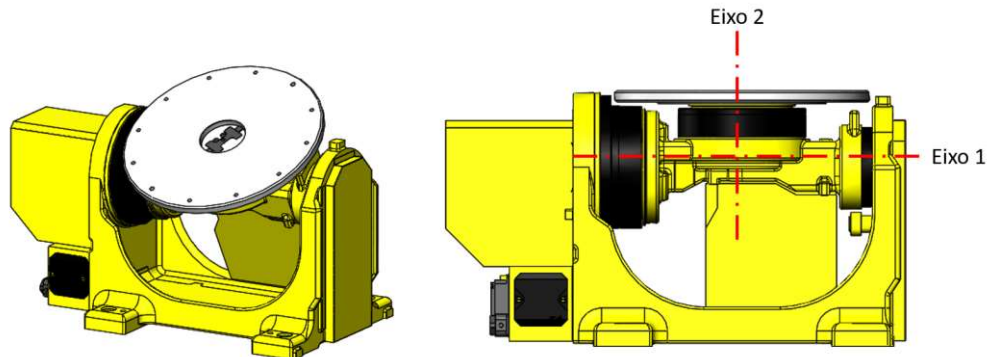


Figura 51 - Robot posicionador de dois eixos.

Mais detalhes deste *robot* estão presentes no ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS.

De acordo com o fabricante, provedor do diagrama presente na Figura 52, a utilização deste componente permite a entrada de ar comprimido para um posterior uso em equipamentos pneumáticos na base.

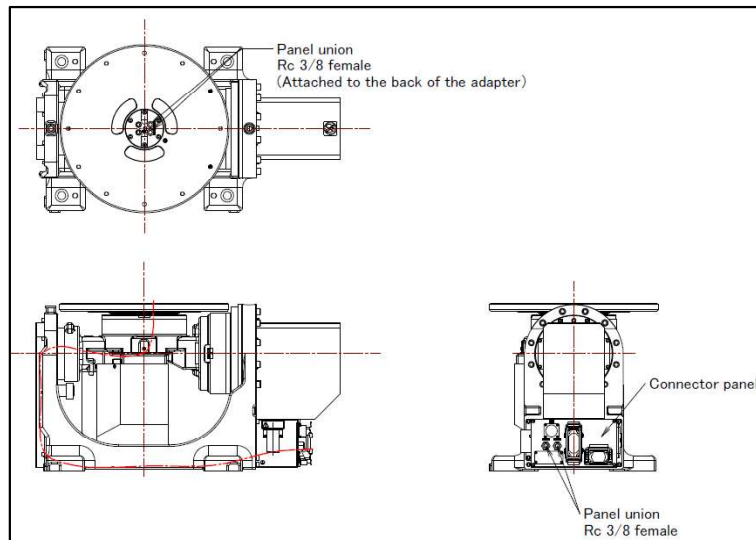
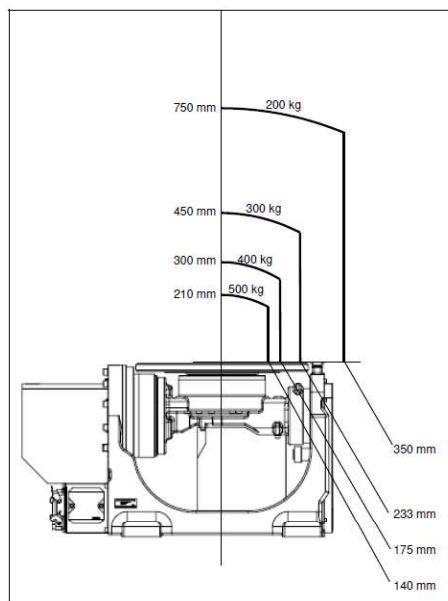


Figura 52 - Diagrama do caminho da tubagem.

Outro aspeto também importante para o desenvolvimento do projeto são as condições de carga admissíveis representadas na Figura 53. Caso não sejam cumpridas as condições mencionadas, o projeto deve de ser analisado pelo fabricante para validação do sistema.

Figura 53 - Condições de carga admissíveis do *robot* posicionador de 2 eixos.

### iii. Sistema de centragem e aperto

O sistema de centragem e aperto é equipado com uma placa de pressão que permite pressionar a parede lateral do pneu quando este se encontrar corretamente posicionado e centrado nos dedos da garra, tal como exemplificado na Figura 54. Os dedos da garra, visíveis nesta figura, situam-se no interior do pneu.

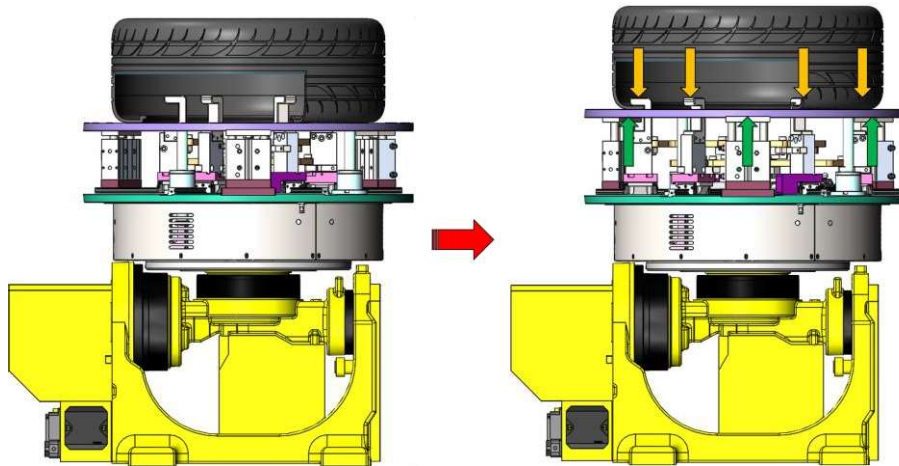


Figura 54 - Movimento de aperto e centragem do pneu.

Este sistema é composto pelo sistema de abertura e fecho dos dedos (setas amarelas da Figura 54), semelhante ao da garra presente na estação de manipulação, mas com o acréscimo de três dedos, dando um total de seis dedos. Para o movimento de sobe e desce do prato responsável pelo aperto do pneu (setas a verde na Figura 54) utilizou-se três atuadores pneumáticos, guiados, tal como exemplificado na Figura 54.

A representação do mecanismo projetado para o sistema de abertura e fecho dos dedos encontra-se na Figura 55.

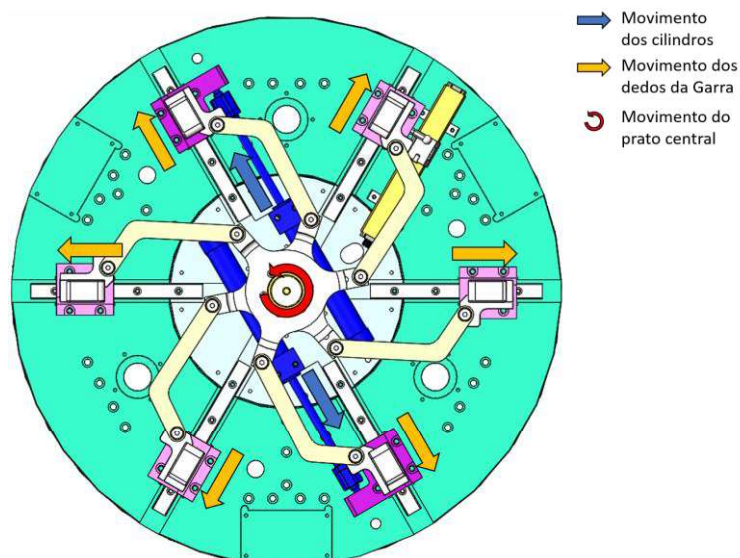


Figura 55 - Descrição do mecanismo de abertura e fecho dos dedos da garra da estação de centragem e aperto.

Assim, com a conjugação dos movimentos de abertura e aperto do pneu, é possível realizar a rotação deste para a posição perpendicular a que se encontra inicialmente, tal como apresentado na Figura 56.

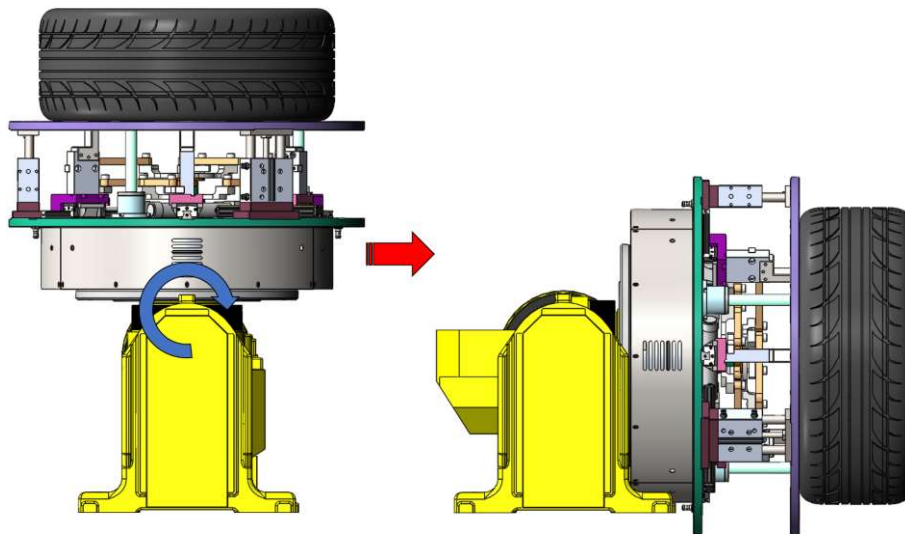


Figura 56 - Movimento de rotação para posição perpendicular à posição inicial.

Durante o projeto do sistema presente na Figura 54 foi necessário proceder à seleção e dimensionamento das guias lineares e dos atuadores pneumáticos.

O modelo escolhido para as guias lineares foi também selecionado tendo em conta a distribuição uniforme do peso do pneu pelos seis dedos da garra. Por imposição do próprio projeto foi obrigatório o uso de um patim que tivesse largura igual ou superior a 65 mm, utilizando assim o modelo KUVE25-B (patim KWVE25-B-V1-G2 e trilho TKVD25-G2/250-35/35). Como tal, seguindo o mesmo princípio apresentado para a garra do sistema de manipulação, as guias lineares encontram-se sobredimensionadas.

No ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS encontra-se toda a informação respeitante a este modelo.

Relativamente aos dois atuadores pneumáticos com a função de permitir a abertura e fecho dos dedos, obteve-se os resultados indicados na Tabela 5. Este também deve ser capaz de transladar a massa respeitante ao peso de um dedo com o respetivo patim e ao valor associado à distribuição uniforme da massa do pneu pelos três dedos (10 kg), acrescido de um fator de segurança de 1,5.

Tabela 5 - Dimensionamento dos atuadores pneumáticos responsáveis pela abertura e fecho dos dedos.

Dados de entrada		Dados de saída	
Força de projeto, $F_p$	21,0 kg	Força de avanço, $F_a$	21,0 kg
Fator de carga, $f_c$	1,0	Secção reta do êmbolo, A	3,50 cm <sup>2</sup>
Pressão de trabalho, $P_t$	6,0 kgf/cm <sup>2</sup>	Diâmetro do êmbolo, $d_e$	2,11 cm

O modelo selecionado para o cilindro pneumático insere-se no grupo dos cilindros normalizados conforme ISO 6432, da marca Festo, cuja referência é DSNU-32-150-PPV-A-MH. Para esta escolha indicou-se também o diâmetro do êmbolo de 32 mm, o curso de 150 mm, suficiente para o deslocamento do patim até aos limites impostos pelo projeto, o uso de amortecimento pneumático, ajustável nas posições finais de curso (PPV), deteção de posição para sensor de proximidade (A) e de flange de fixação na parte dianteira do mesmo (MH). Assim, à pressão de trabalho de 6 bar, tem-se uma força teórica de 483 N no avanço.

A restante informação relativamente a este componente encontra-se disponível no ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS.

No que diz respeito aos três atuadores pneumáticos, responsáveis pelo movimento de subida e descida do prato de aperto, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 6. Na força de projeto está contabilizada a massa do pneu e do prato de apoio, acrescido de um fator de segurança de 1,5.

Tabela 6 - Dimensionamento dos atuadores pneumáticos responsáveis pela subida e descida do prato de aperto.

Dados de entrada		Dados de saída	
Força de projeto, $F_p$	30,0 kg	Força de avanço, $F_a$	30,0 kg
Fator de carga, $f_c$	1,0	Secção reta do êmbolo, A	5,00 cm <sup>2</sup>
Pressão de trabalho, $P_t$	6,0 kgf/cm <sup>2</sup>	Diâmetro do êmbolo, $d_e$	2,52 cm

O modelo selecionado para o cilindro pneumático insere-se no grupo dos cilindros com guias lineares integradas, da marca Festo, cuja referência é DFM-32-50-P-A-GF. Para esta escolha indicou-se também o diâmetro do êmbolo de 32 mm, sendo este o valor mais próximo dos 25,2 mm obtidos pelo cálculo analítico, o curso de 50 mm, suficiente para o deslocamento do prato até aos limites impostos pelo projeto, o uso de

amortecimento elástico nas posições finais (P), deteção de posição para sensor de proximidade (A) e guias de buchas deslizantes (GF). Com esta seleção, obtém-se, à pressão de trabalho de 6 bar, uma força teórica de 482 N no avanço.

No ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS encontra-se a restante informação deste componente.

#### iv. Sistema de estiramento

O sistema de estiramento é composto por um mecanismo que se aproxima da parede lateral do pneu que não se encontra pressionada para que a possa estirar, tal como exemplificado na Figura 57.

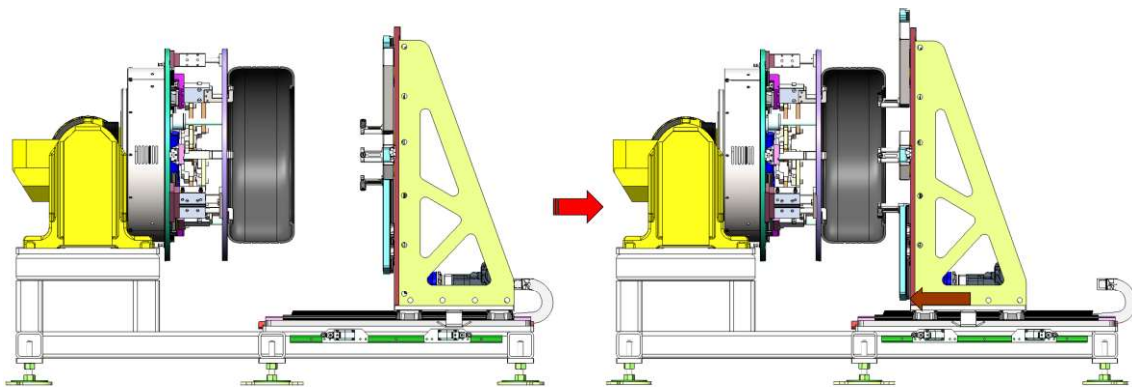


Figura 57 - Movimento de aproximação para estiramento do pneu.

De acordo com a Figura 58, o movimento horizontal do sistema de estiramento é realizado através dum sistema pinhão e cremalheira, acoplado a um redutor e respetivo servomotor, transformando assim a rotação em movimento linear.

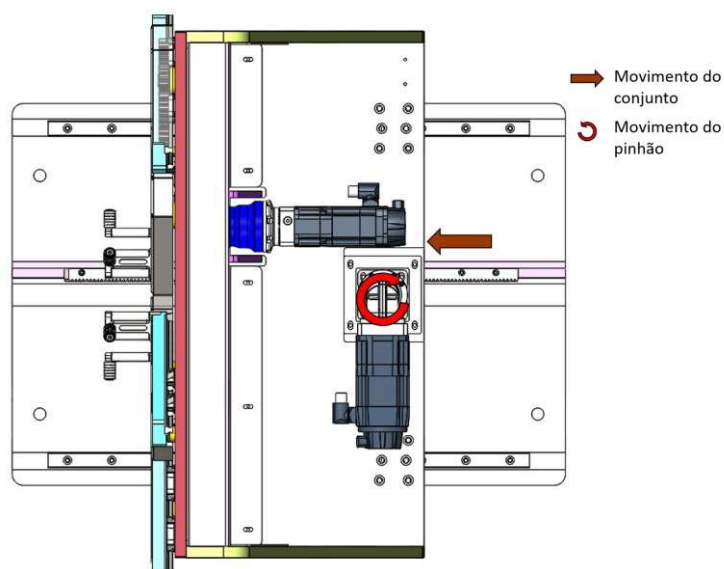


Figura 58 - Descrição do movimento horizontal do sistema de estiramento.

Após ser feita a movimentação do sistema procede-se à abertura dos dedos, através da transformação de rotação em movimento linear, como descrito na Figura 59.

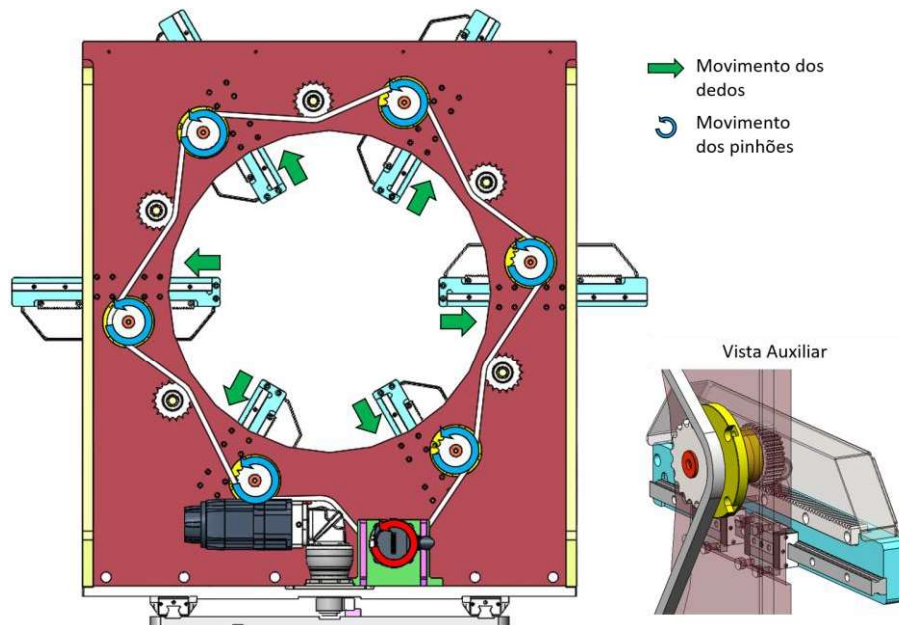


Figura 59 - Descrição do movimento de abertura e fecho dos dedos do sistema de estiramento.

Assim, para o efeito tem-se um carro, acoplado diretamente ao redutor e respetivo servomotor, que transmite a rotação para os restantes carros distribuídos pela placa, através de uma corrente. Em simultâneo com a rotação de cada um dos seis pinhões, a pinhão presente do outro lado transverte a rotação em movimento linear pelo sistema de pinhão e cremalheira, provocando a abertura e fecho dos dedos do sistema de estiramento.

O uso destes seis dedos tem como finalidade permitir a abertura necessária do pneu para um melhor acesso durante a operação de dispensação do *sealant*, garantindo um perfil mais homogéneo na camada depositada. Uma das particularidades que é necessário salientar e demonstrada na Figura 57 é o facto destes dedos serem constituídos por corpos rolantes (eixos e rolamentos), de modo a permitir a rotação da superfície do pneu quando estiverem em contacto, visto que o pneu encontra-se preso e em rotação solidária com o *robot* do outro lado (lado do posicionador de dois eixos).

Ao longo do projeto do sistema de estiramento foi necessário proceder à seleção e dimensionamento dos servomotores e das guias lineares. No que diz respeito aos servomotores são utilizados dois no mecanismo, sendo um responsável pelo movimento horizontal e o outro pela rotação do sistema que origina a abertura e fecho dos dedos.

Para o dimensionamento analítico do servomotor responsável pelo movimento horizontal é necessário ter em consideração os dados de entrada apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados de entrada para dimensionamento do servomotor responsável pelo movimento horizontal do sistema de estiramento.

Dados de entrada			
$M$	200 kg	$D_L$	51,7 mm
$s$	460 mm	$i_{reductor}$	10
$v_{max}$	0,5 m/s	$\eta$	0,80
$a$	5 m/s <sup>2</sup>	$\mu$	0,10

Prosseguindo para o processo analítico apresentado no capítulo anterior, obtém-se os seguintes resultados (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultados obtidos analiticamente para o servomotor responsável pelo movimento horizontal do sistema de estiramento.

Dimensionamento analítico			
$n_{veio\ saída}^{reductor}$	184,71 rpm	$n_{veio\ motor}^{motor}$	1847,06 rpm
$n_{veio\ entrada}^{reductor}$	1847,06 rpm	$T_{acel.\ carga}^{motor}$	4,04 N.m
$T_{acel.\ carga}^{reductor}$	32,31 N.m	$T_{desacel.\ carga}^{motor}$	(-) 1,65 N.m
$T_{desacel.\ carga}^{reductor}$	(-) 20,68 N.m	$T_{estat.\ carga}^{motor}$	0,79 N.m
$T_{estat.\ carga}^{reductor}$	6,34 N.m	$T_{total\ acel\ carga}^{motor}$	4,83 N.m
$T_{total\ carga\ arranque}^{reductor}$	38,65 N.m	$T_{total\ desacel\ carga}^{motor}$	(-) 0,86 N.m
$T_{total\ carga\ paragem}^{reductor}$	(-) 14,34 N.m	$J_{carga}^{motor}$	1,67x10 <sup>-3</sup> kg.m <sup>2</sup>

Tendo em conta os parâmetros de seleção do motor, selecionou-se o modelo 1FK7042-2AK71-1RH1, da marca Siemens. As características deste modelo para verificação do mesmo estão indicadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Dados do servomotor 1FK7042-2AK71-1RH1, da marca Siemens.

Servomotor 1FK7042-2AK71-1RH1	
$T_{max}^{motor}$	10,5 N.m
$n_{nominal}^{motor}$	6000 rpm
$J^{motor}$	3,2x10 <sup>-4</sup> kg.m <sup>2</sup>

Respeitando as condições do binário máximo e da velocidade de rotação nominal do motor, resta então fazer a verificação da razão de inércias. Sendo esta calculada através da formulação apresentada na Tabela 10, é possível validar a seleção deste servomotor.

Tabela 10 - Razão de inércias da seleção do servomotor 1FK7042-2AK71-1RH1, da marca Siemens.

### Razão de inércias

$$\frac{J_{carga}^{motor}}{J_{motor}} = 5,22 < 10$$

Tendo feito o dimensionamento analítico do servomotor prossegue-se para a validação do mesmo usando o Cymex 5, sendo necessário a indicação dos dados para o perfil de movimento presente na Tabela 11.

Tabela 11 - Dados para perfil de movimento e cargas do movimento horizontal do sistema de estiramento.

Perfil de movimento e cargas	
Movimento (Modelo)	Rampas de velocidade com curso total
$t_a$	0,2 s
$t_d$	0,2 s
$s$	460 mm
$v_{max}$	0,5 m/s
$M$	200 kg

Após a aceitação do perfil descrito obteve-se a seleção dos restantes componentes constituintes do sistema pinhão e cremalheira, presente na Tabela 12. Tanto o pinhão como a cremalheira são de módulo 2, com alta precisão de posicionamento. Para o redutor foi necessário selecionar um modelo a 90°, com relação de transmissão 10 e para o servomotor previamente selecionado.

Tabela 12 - Seleção dos componentes do movimento horizontal do sistema de estiramento.

Seleção de componentes	
Cremalheira	ZST 200-333-1000-R1
Pinhão	RMK 200-222-22L1-022-020
Redutor	NPRK025S-MF2-10-1E1-1S01-A
Motor	1FK7042-2AK71-1RH1

Tal como mencionado anteriormente, a par da seleção é possível analisar o sistema através das taxas de utilização de cada componente, tal como o apresentado na Figura 60.

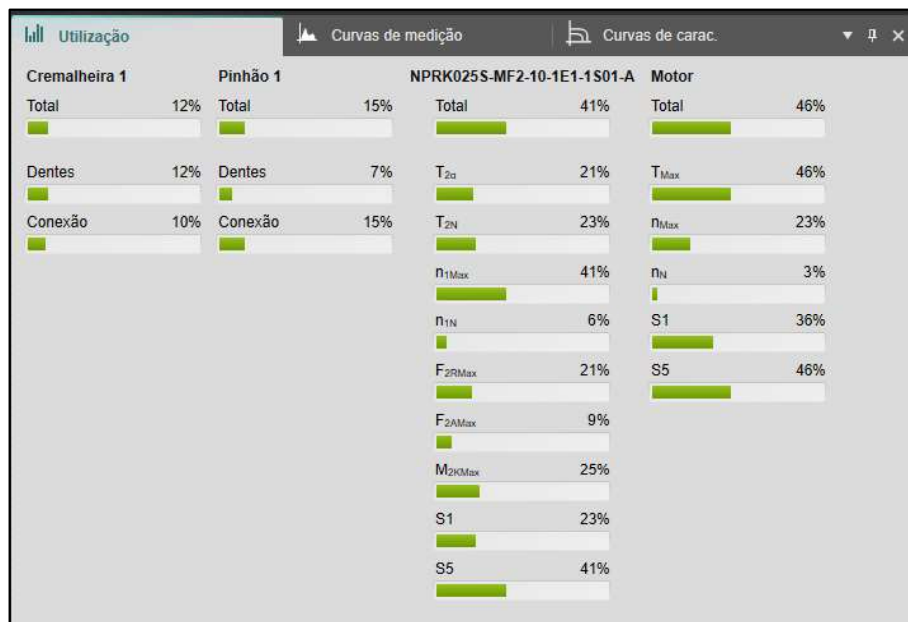


Figura 60 - Taxas de utilização dos componentes selecionados para o movimento horizontal do sistema de estiramento.

Analisando a Figura 60 depara-se que existe a possibilidade de o sistema estar sobredimensionado, visto que nenhum dos componentes atinge, pelo menos, os 50% de utilização. Tal acontecimento pode estar relacionado com a seleção do servomotor 1FK7042-2AK71-1RH1, sendo necessária a análise desta seleção através do *software*.

Ao ser feita a alteração da configuração para o servomotor abaixo (1FK7040-2AK71-1RH1), de acordo com a Figura 61, respeitando a seleção dos restantes componentes, obtém-se uma taxa de utilização acima dos 90% para este componente.

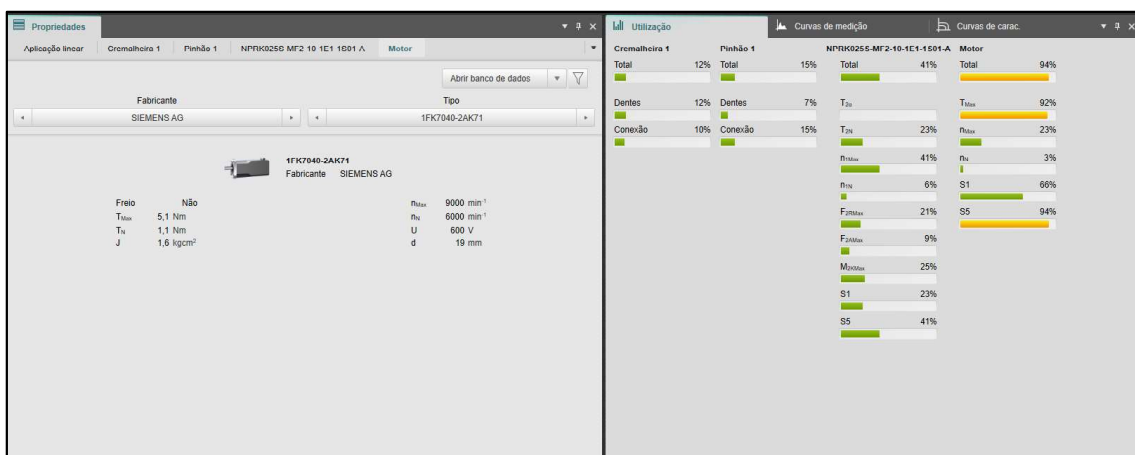


Figura 61 - Taxa de utilização dos componentes com alteração do servomotor para o modelo 1FK7040-2AK71-1RH1.

Após outras conjugações realizadas obteve-se que, efetivamente, o servomotor 1FK7042-2AK71-1RH1 é o mais indicado para o projeto em causa.

Seguindo o mesmo processo de cálculo para o servomotor responsável pela rotação do sistema que origina a abertura e fecho dos dedos e tendo em conta o espaço disponível no projeto para inserção deste componente, concluiu-se que a melhor escolha passa pelo uso do servomotor 1FK7032-2AK71-1CH1, da marca Siemens, com o redutor SP075S-MF2-20-1C1-2S, da marca Wittenstein.

Relativamente ao modelo das guias lineares envolvidas no movimento horizontal do sistema de estiramento (visíveis na Figura 58) foi selecionado tendo em conta as dimensões impostas pelo projeto e a estabilidade do mesmo durante o seu funcionamento. Sendo assim, optou-se por usar o modelo KUV30-B (patim KWVE30-B-V1-G2 e trilho TKVD30-870-35/35-G4), visto ser necessário o cumprimento da cota de altura para conjugação com o sistema pinhão e cremalheira.

Quanto ao modelo das guias lineares no movimento de abertura e fecho dos dedos presente no sistema de estiramento (visíveis na Figura 59) não é justificável a apresentação do seu dimensionamento visto que o pneu se encontra suportado pelo posicionador de dois eixos. Assim, optou-se por usar em cada dedo o modelo KUV15-B (patim KWVE15-B-V2-G3 e trilho TKVD15-B-385-42,5/42,5-G2) que satisfaz as condições impostas. De modo a garantir um maior curso e maior estabilidade, em cada dedo tem-se um conjunto de guia linear composto por dois patins e um trilho guia.

No ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS encontra-se toda a informação respeitante a estes modelos, onde é possível verificar os valores para as respetivas seleções.

### 3.2.4 ESTAÇÃO DE APLICAÇÃO DO SEALANT

A estação de aplicação do *sealant*, presente na Figura 62, é composta por um *robot* e pelo aplicador do produto.

A criação desta estação requer alguma atenção no que diz respeito ao aplicador do *sealant*, visto que este tem que ser capaz de aplicar o *sealant* nas condições exigidas pelo processo. Isto é, o processo tem, obrigatoriamente, que abranger as seguintes etapas: aquecimento, separado, dos componentes A e B até uma temperatura máxima de 200°C; mistura dos componentes A e B, originando o *sealant*; encaminhamento do *sealant* para o aplicador.

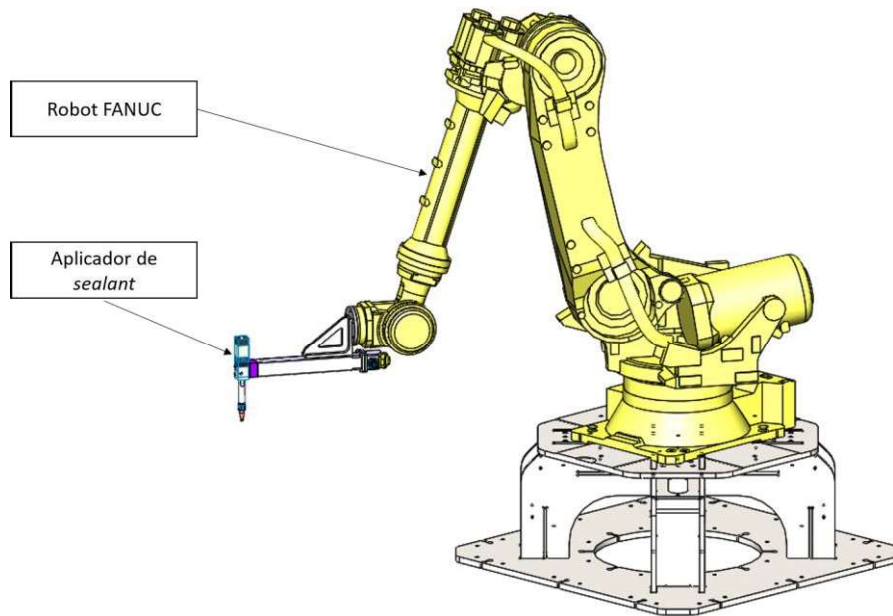


Figura 62 - Estação de aplicação do sealant.

Com o propósito de otimizar o processo estudou-se a hipótese do aplicador de sealant ser também o próprio misturador, obtendo assim duas opções para o processo mencionado no parágrafo anterior - Figura 63.

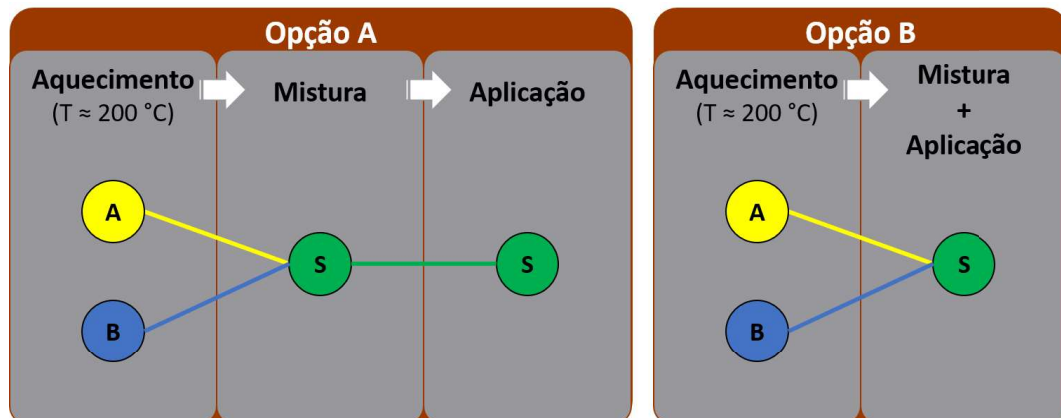


Figura 63 - Opções de estudo para o processo de aplicação do sealant.

A opção B da Figura 63 enquadra-se na melhor solução para a aplicação do composto vedante e, portanto, foi utilizado um aplicador com a função de misturar e aplicar o produto, presente na Figura 64.

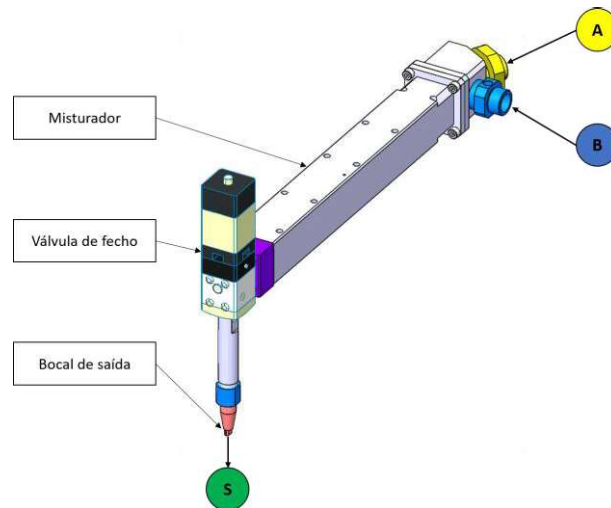


Figura 64 - Aplicador de *sealant* com a função de misturar e aplicar, sendo que: A – componente A; B – componente B; S - *Sealant*.

Este aplicador é então responsável pela medição exata e homogênea da mistura a ser aplicada em cada pneu, sendo que esses dados vêm de uma receita depositada no *software* da máquina. Com a instalação de uma válvula de fecho entre o bocal de saída e o misturador consegue-se controlar o fecho da câmara de mistura, evitando assim que seja levado material em excesso para o bocal de saída.

Na Figura 65 é exemplificado o processo de deposição da mistura no interior do pneu, onde o aplicador é movido linearmente a uma velocidade constante e a uma determinada distância sobre o interior da superfície do pneu para que a camada de *sealant* seja aplicada no interior da superfície do pneu, estando este animado de movimento de rotação.

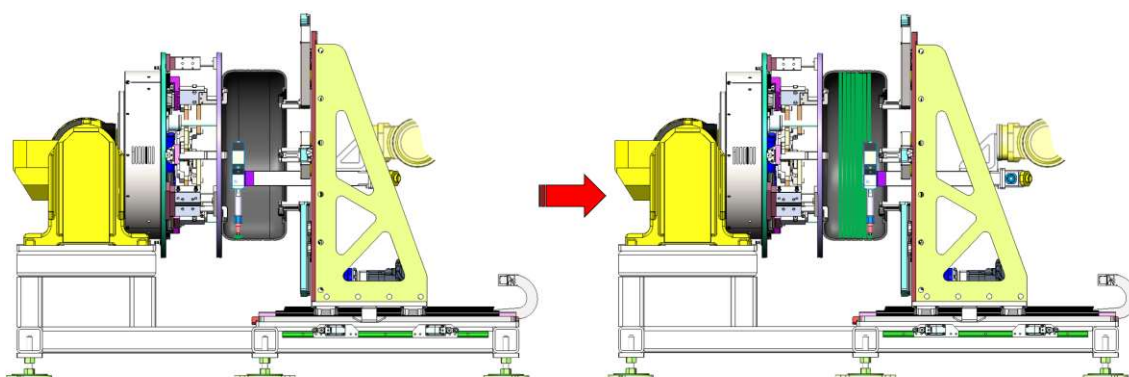


Figura 65 – Deposição de *sealant* no interior do pneu.

### 3.2.5 ESTAÇÃO DE DISPENSAÇÃO DO SEALANT

A estação de dispensação do *sealant* tem como principal função o fornecimento das quantidades certas do componente A e do componente B para que no *robot* seja feita a mistura nas proporções exigidas pelo processo, originando assim o *sealant* ideal.

Após a consulta de vários fornecedores e estudo da melhor solução concluiu-se que esta deverá de ficar a cargo da marca Graco, sendo fornecido o equipamento completo *Therm-O-Flow 200* com o respetivo sistema automático de controlo de caudal e mangueiras aquecidas de 10 metros.

O *Therm-O-Flow 200*, presente na Figura 66, é um sistema termo fusível que oferece excelentes taxas de fusão graças à sua grande capacidade de produção e precisão no controlo de temperatura com vista aos melhores resultados finais. A par do alto rendimento, cada equipamento deste tipo aquece e realiza a transferência de um componente único em recipientes de 200 litros de capacidade e facilita a integração com uma segunda unidade de *Therm-O-Flow* para os projetos que requerem uma operação conjunta [71]. No caso da aplicação em estudo é necessário a aquisição de duas unidades, visto que o componente A difere do componente B.



Figura 66 - *Therm-O-Flow 200*, da marca Graco. Adaptado de [71].

Ainda presente na Figura 66 está o aplicador do produto da Graco e o perfil que este tem após a sua disposição, muito semelhante ao pretendido para o *sealant*.

Como são equipamentos únicos, a marca não disponibilizou mais informações acerca dos equipamentos, sendo que, para efeitos de representação no projeto final, o equipamento *Therm-O-Flow 200* encontra-se representado pelo esboço da Figura 67.

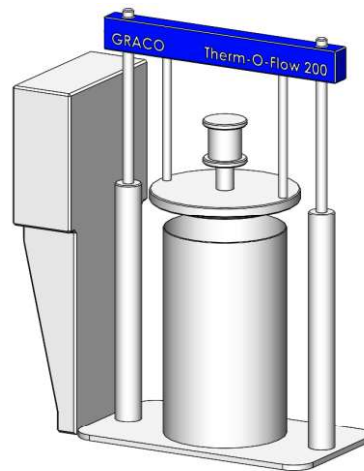


Figura 67 - Representação do equipamento *Therm-O-Flow 200*, da marca Graco.

### 3.2.6 DISPOSITIVOS DE CONTROLO DO PROCESSO

Além dos referidos componentes mencionados foram também usados outros componentes que permitem o controlo de todo o processo, nomeadamente:

- i) Válvulas e sensores;
- ii) Vedações de segurança;
- iii) Quadro principal e HMI (Interface Homem-Máquina);
- iv) Botoneiras.

De seguida são esclarecidos cada um destes dispositivos em cada componente projetado.

#### i) Válvulas e sensores:

- Transportadores: colocação de sensores fotoelétricos, da marca Sick, na entrada e saída de cada um, de modo a monitorizar a entrada e saída do pneu do tapete - Figura 68.

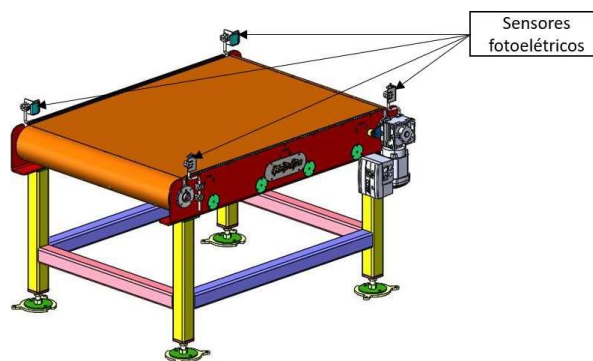


Figura 68 - Sensores fotoelétricos nos transportadores.

- Garra da estação de manipulação: com o propósito de assegurar que, em caso de falta de ar comprimido, o pneu não cai foi selecionada uma electroválvula, nomeadamente a válvula de distribuição 5-2 e a válvula de retenção (instaladas no quadro de controlo do cilindro) para assegurar o sistema de segurança em caso de falta de ar comprimido – Figura 69. Também presente na Figura 69, encontra-se um transmissor de posição instalado no cilindro responsável pela abertura e fecho dos dedos. Todos os componentes mencionados foram selecionados pela marca Festo.

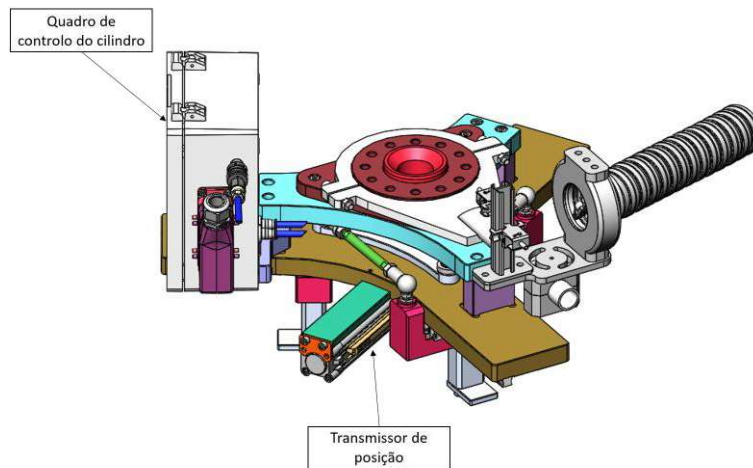


Figura 69 - Localização do quadro de controlo e do transmissor de posição da garra da estação de manipulação.

- Garra do sistema de centragem e aperto: para que possa ser conhecida e controlada a posição dos dedos no momento de abertura e fecho utilizou-se dois modelos de sensores indutivos. Assim, de acordo com a Figura 70, foi montado um sensor indutivo de posição linear, da marca Turck, a um dos dedos e outros seis sensores, do modelo mais comum da marca IFM, nas posições finais dos dedos que são atuados diretamente por cada cilindro.

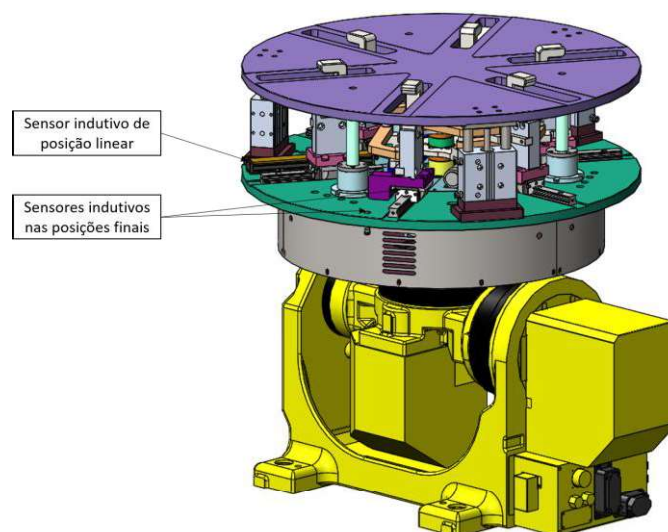


Figura 70 - Localização dos sensores indutivos utilizados na garra do sistema de centragem e aperto.

- Sistema de estiramento: para o controlo do movimento horizontal do sistema de estiramento, representado na Figura 71, para além do controlo do próprio servomotor, usou-se dois sensores mecânicos, marca Siemens, nas posições finais do curso do sistema. Também se tornou necessário o uso de seis sensores indutivos, dois por cada dedo, da marca IFM, para o controlo do movimento de abertura e fecho dos dedos.

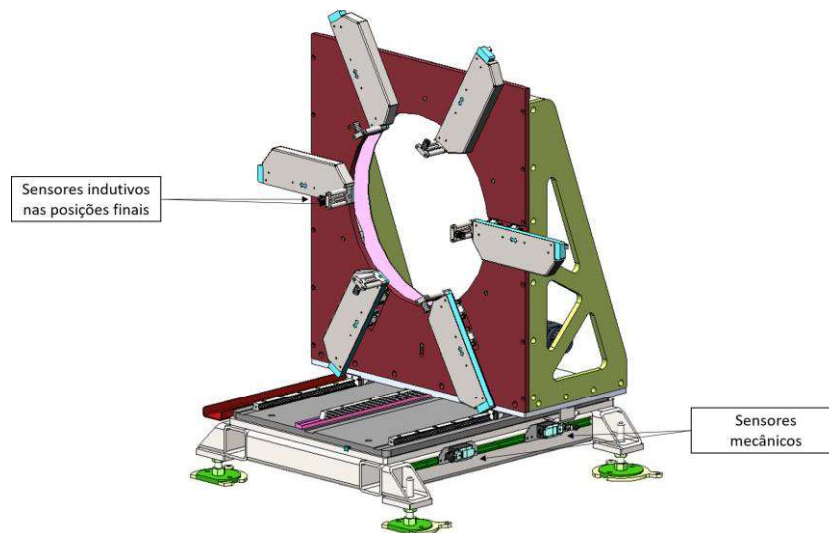


Figura 71 - Localização dos sensores mecânicos e indutivos usados no sistema de estiramento.

## ii) Vedações de segurança:

Após a integração do grupo projetado foi necessário a instalação de vedações de segurança, da marca AXELENT, conforme o apresentado na Figura 72.

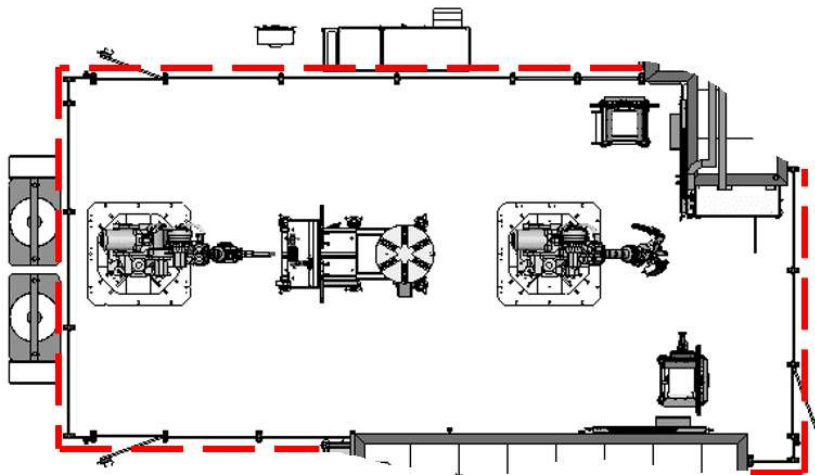


Figura 72 - Localização das vedações de segurança do grupo de aplicação de *sealant*.

Tendo sido definido que deve de ter acesso ao seu interior, selecionou-se um modelo de porta de abrir juntamente com a respetiva fechadura de segurança, exemplificado na Figura 73.

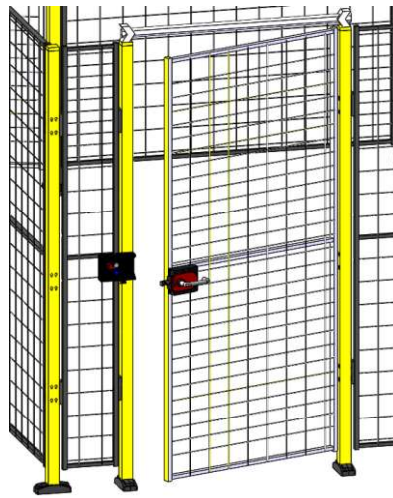


Figura 73 – Exemplo de porta de acesso ao interior do grupo de aplicação, com a respetiva fechadura de segurança.

### iii) Quadro principal e HMI

O quadro principal e o HMI encontram-se instalados na zona exterior à vedação de segurança para que, no caso de necessitar de intervenção por parte do operador, este esteja numa zona segura, tal como assinalado na Figura 74.

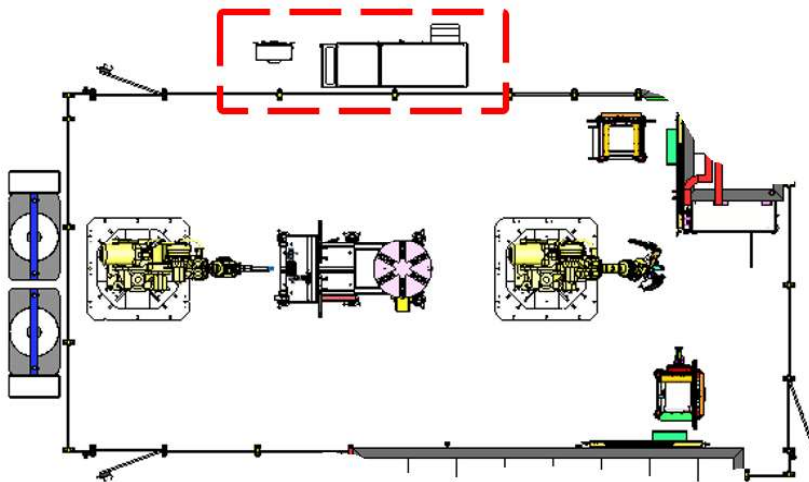


Figura 74 - Localização do Quadro principal e HMI do grupo de aplicação de *sealant*.

Na Figura 75 demonstra-se um exemplo de quadro e HMI utilizados para o efeito, sendo obrigatório o uso de ar condicionado. Estes dois componentes são os principais responsáveis pela transmissão da automação e controlo do processo que o equipamento requer.

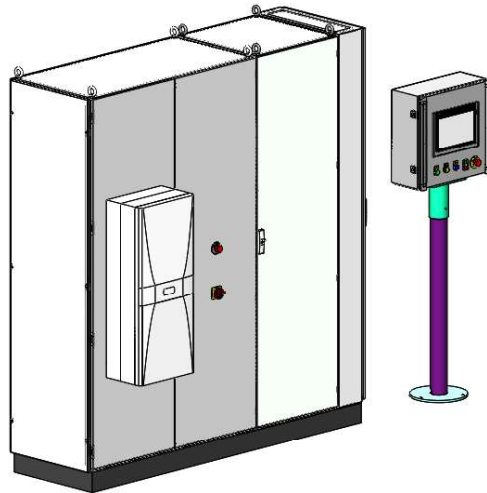


Figura 75 - Quadro principal e HMI.

#### iv) Comandos de emergência e operação

Por último e ainda no campo que abrange a segurança e o controlo foram instalados alguns comandos de emergência e de operação, nomeadamente os botões de emergência, de corte geral e de operação como os exemplos apresentados na Figura 76.

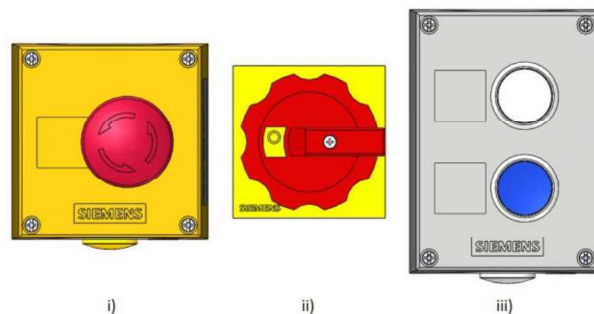


Figura 76 - Botões de emergência (i)), de corte geral (ii) e de operação (iii)).

Estas encontram-se localizadas no quadro principal, no HMI e em cada uma das portas de acesso ao interior do grupo de aplicação.

### 3.3 SOLUÇÃO FINAL

Após a concretização de cada uma das partes constituintes deste projeto é possível a elaboração de uma montagem representativa como sugerido na Figura 77.

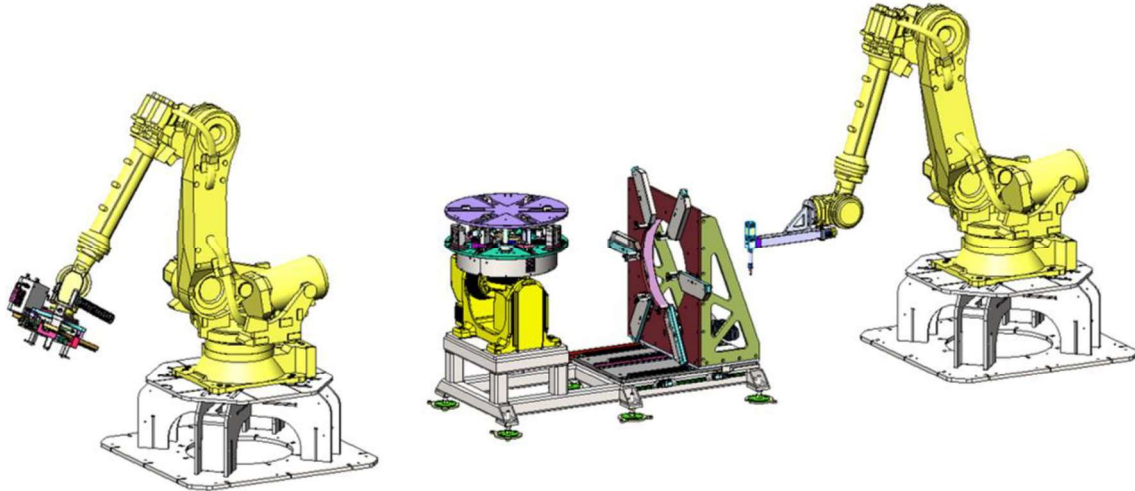


Figura 77 - Solução final do grupo de aplicação de *sealant* em pneus.

Na Figura 78 está presente uma sugestão de *layout* final do conjunto formado pelo grupo de aplicação de *sealant* em pneus projetado (delineado a vermelho com traço interrompido) e pelas células de pré-aquecimento (A), pós-aquecimento (B) e arrefecimento (C) da Gislotica. Nesta já se encontra posicionado o quadro principal (D), HMI (E) e a estação de dispensação da Graco (F).

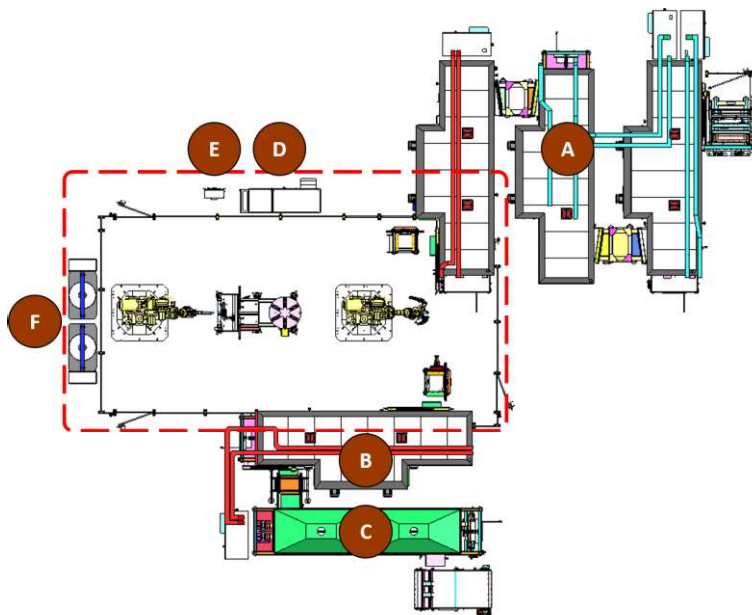


Figura 78 - *Layout* representativo da integração do grupo de aplicação elaborado com as células de pré-aquecimento, pós-aquecimento e arrefecimento da Gislotica.

### 3.4 CICLO DE TRABALHO

Tendo realizada a integração do grupo de aplicação de *sealant* com as células de pré-aquecimento, pós-aquecimento e arrefecimento da Gislotica, é possível elaborar o ciclo de trabalho que envolve a movimentação do pneu ao longo das diversas etapas.

Este ciclo pode ser observado nas figuras seguintes (Figura 79 a Figura 87), que por serem bastante elucidativas evitam qualquer descrição.

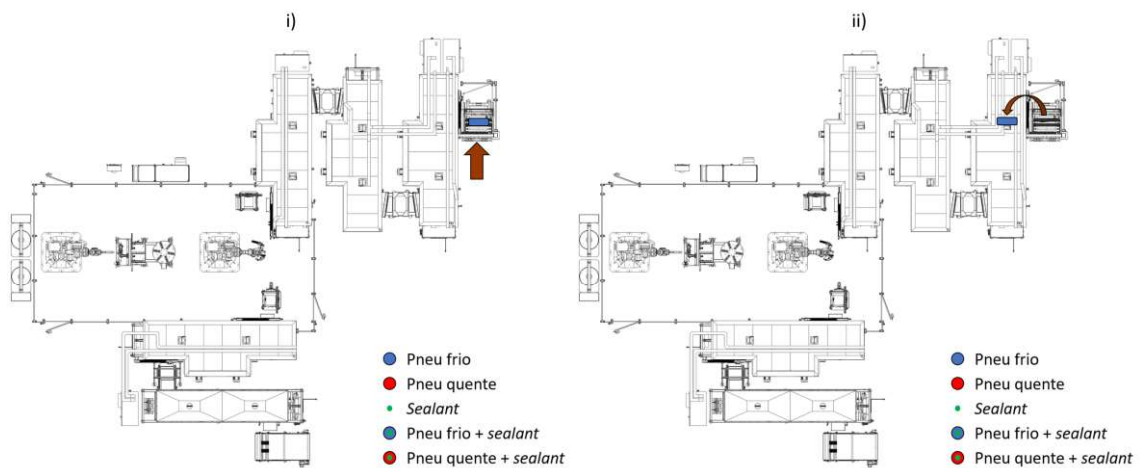


Figura 79 – Entrada do pneu (frio) na célula de pré-aquecimento (i) e respetivo percurso no primeiro túnel da referida célula (ii).

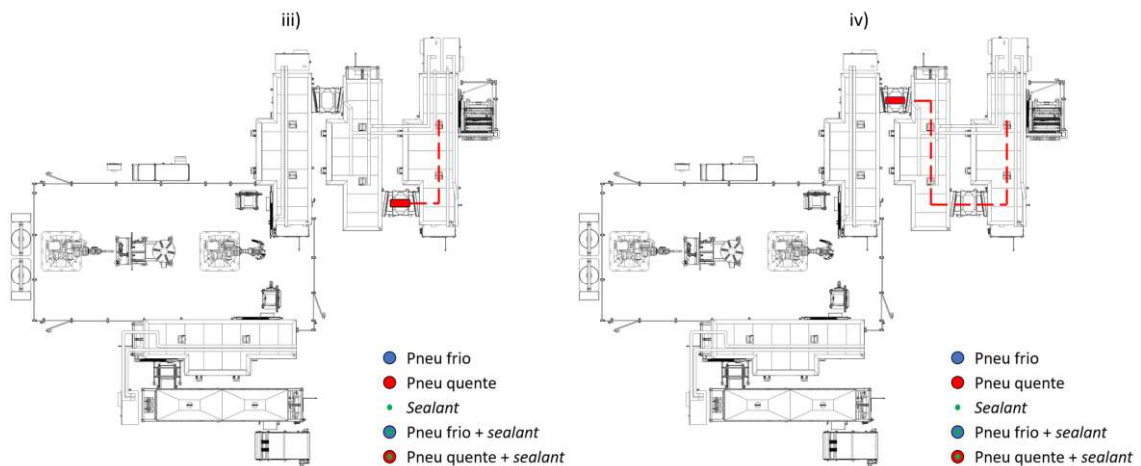


Figura 80 - Percurso do pneu no segundo e terceiro túnel da célula de pré-aquecimento (iii e iv).

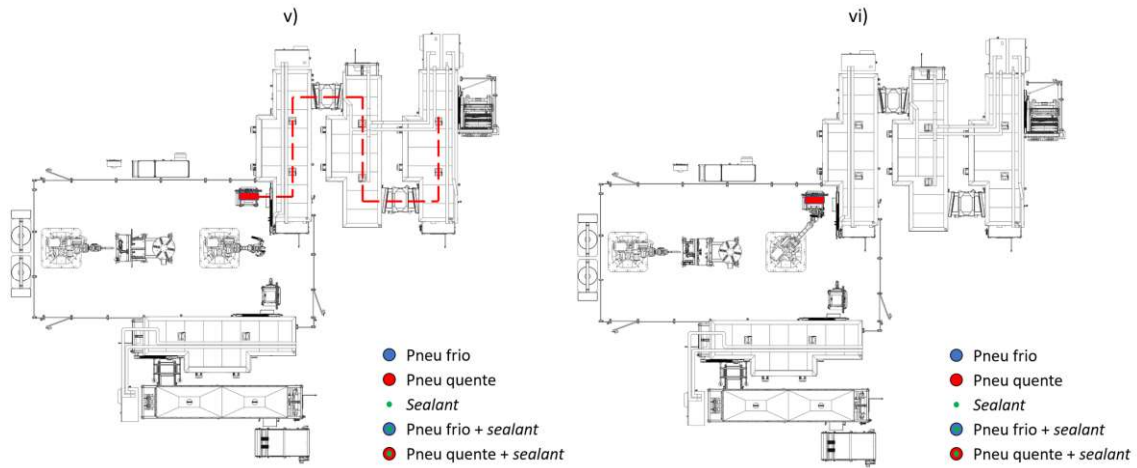


Figura 81 - Saída do pneu (quente) da célula de pré-aquecimento e entrada no grupo de aplicação (v), de modo a este encontrar-se ao alcance do *robot* da estação de manipulação (vi).

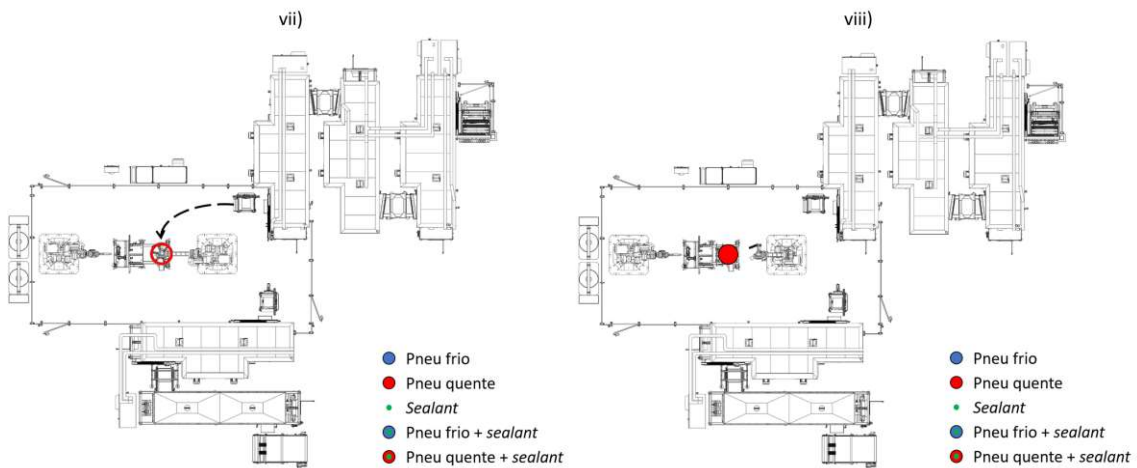


Figura 82 - Transferência do pneu para a estação rotativa e de centragem, através do *robot* da estação de manipulação (vii), para posterior centragem e aperto (viii).

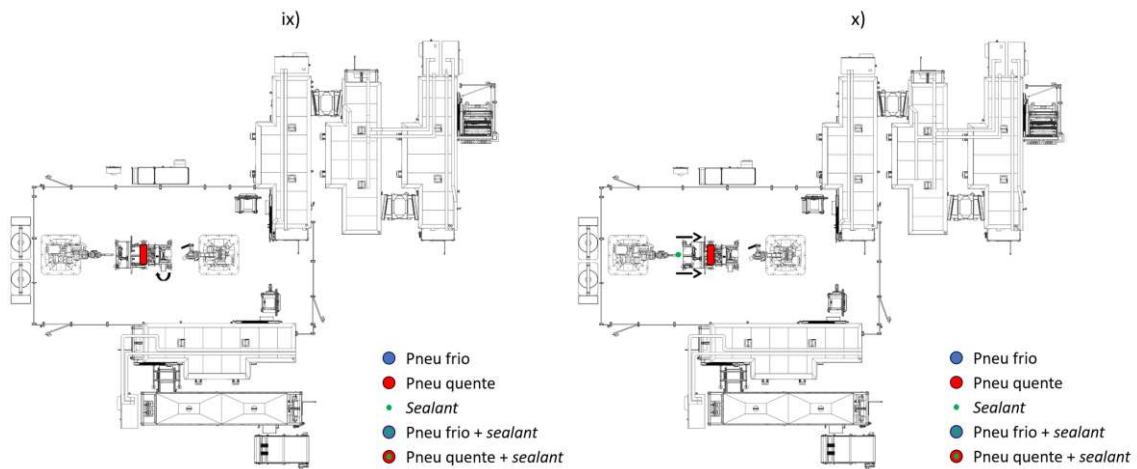


Figura 83 - Movimento de rotação do sistema de centragem e aperto para a posição de aplicação do *sealant* (ix) e consequente aproximação do sistema de estiramento (x).

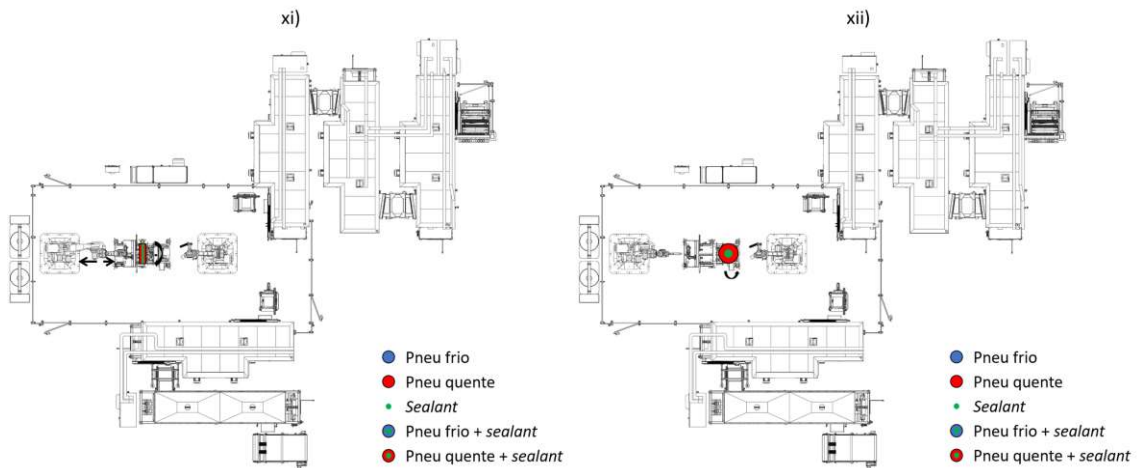


Figura 84 - Aplicação do *sealant* no interior do pneu (xi) e posterior movimento de rotação do sistema de centragem e aperto para a posição inicial (xii).

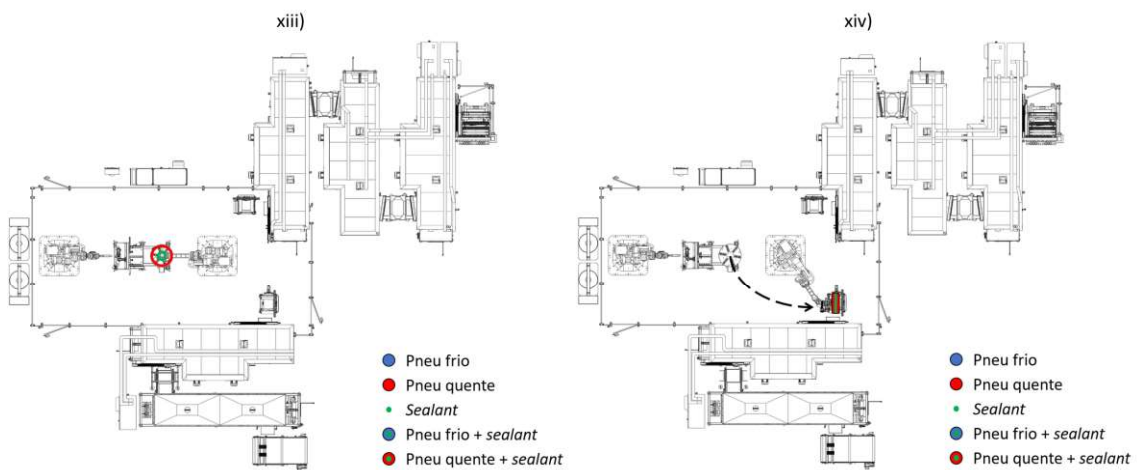


Figura 85 – O *robot* da estação de manipulação agarra o pneu (quente com *sealant*) (xiii) e transfere-o para a zona de saída do grupo de aplicação (xiv).

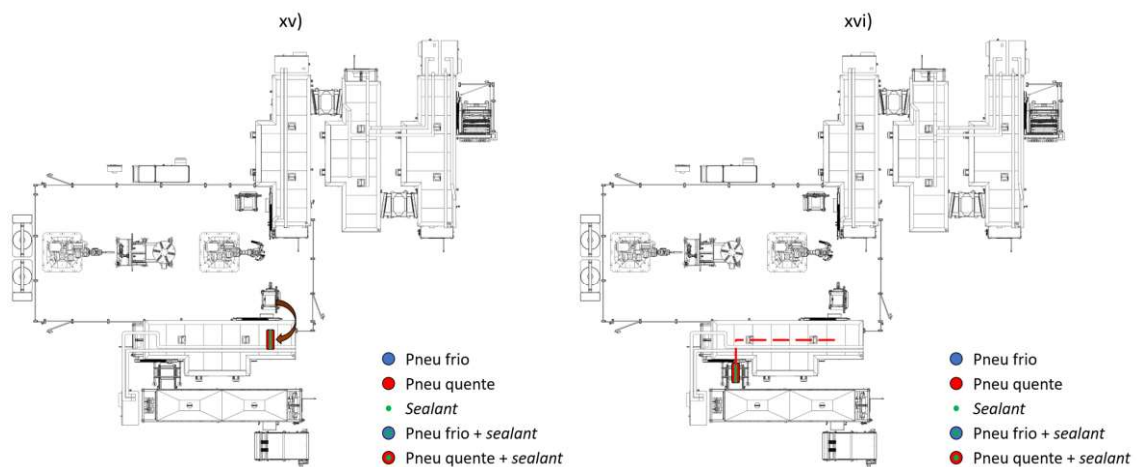


Figura 86 - Entrada do pneu (quente com *sealant*) na célula de pós-aquecimento (xv) e seu percurso até à saída desta célula (xvi).

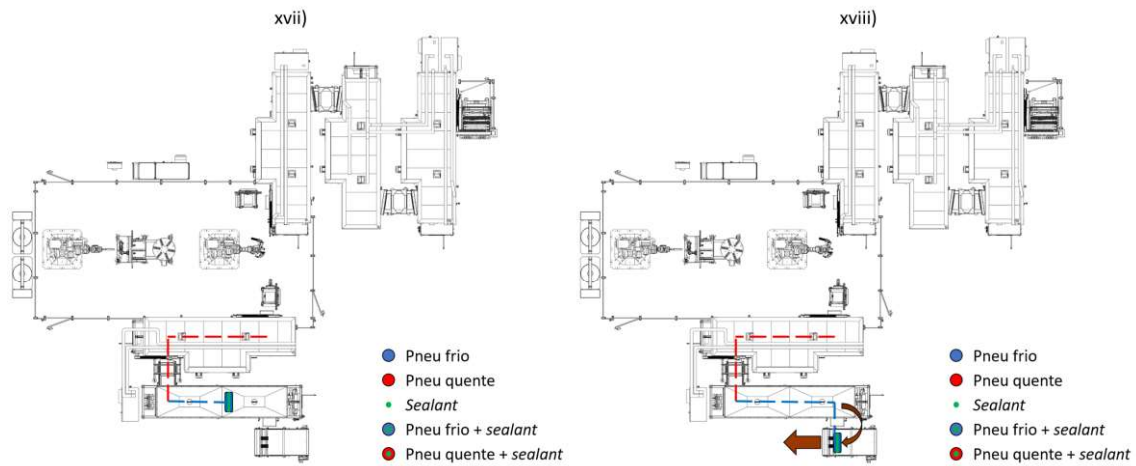


Figura 87 – Percurso do pneu (frio com *sealant*) na célula de arrefecimento (xvii) e consequente saída desta (xviii).

### 3.5 OTIMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO FINAL

Utilizando o mesmo princípio de representação da Figura 37, de seguida apresentam-se duas sugestões de otimização do *layout*:

- i) Solução de otimização 1: Na Figura 88 está presente uma solução que visa aumentar a cadência de pneus para o dobro, acrescentando uma unidade de estação rotativa e de centragem do pneu (demarcada a vermelho) face ao *layout* proposto na solução final (ver subcapítulo 3.3).

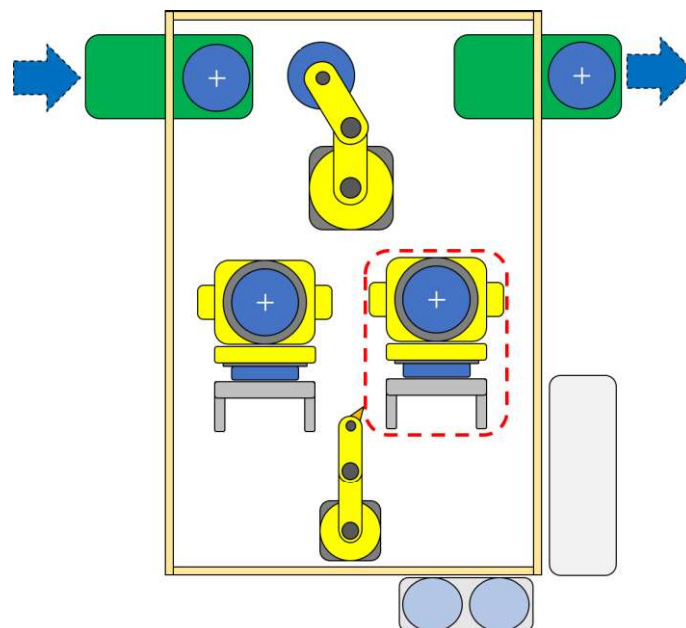


Figura 88 - Solução de otimização 1.

- ii) Solução de otimização 2: Na Figura 89 representa-se uma solução mais dispendiosa pois, em comparação com a solução final, possui quatro estações rotativas e de centragem, duas estações de aplicação e de dispensação, assim como a possibilidade do dobro dos quadros principais. Por outro lado, a cadência desta solução estima-se que seja aproximadamente o quádruplo, face à solução final apresentada (ver subcapítulo 3.3). Os equipamentos adicionais a esta opção de otimização estão assinalados na figura seguinte a traço interrompido vermelho.

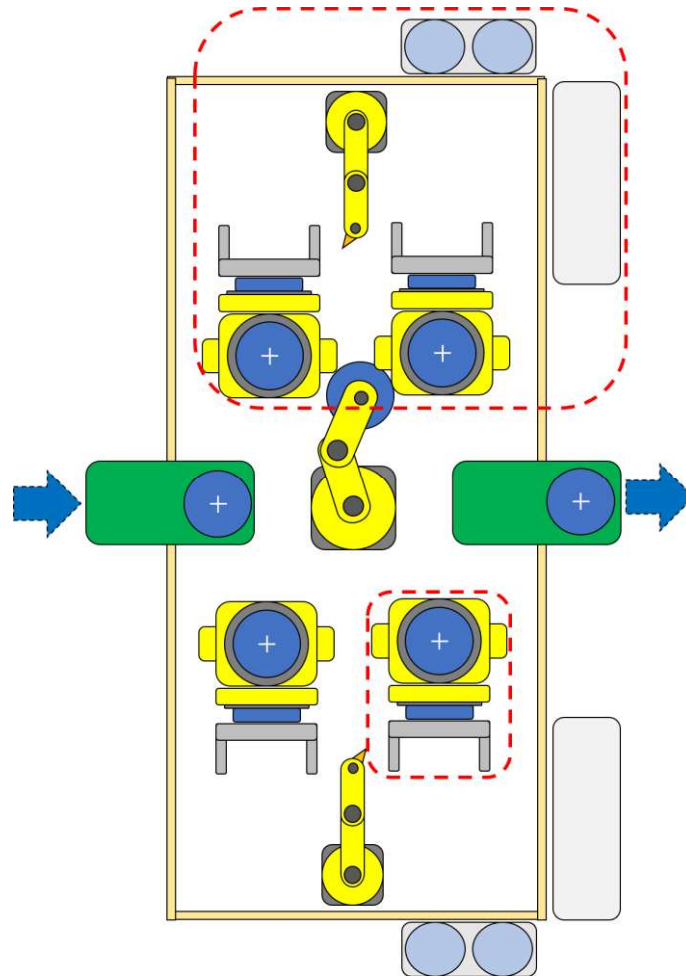


Figura 89 - Solução de otimização 2.

Existem várias conjugações de disposição dos diversos constituintes num *layout* sendo que foram apresentadas duas soluções possíveis e distintas que, de certa forma, vão de encontro a uma decisão final que depende sempre do pedido do cliente, ou seja, do investimento associado e/ou da cadência esperada.

### 3.6 ORÇAMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Na Tabela 13 encontra-se a respetiva orçamentação do grupo de aplicação de *sealant* em pneus.

Tabela 13 - Orçamentação do grupo de aplicação de *sealant*.

<b>Estação</b>	<b>Custo (€)</b>
Estação de manipulação	74000
Estação rotativa e de centragem	61000
Estação de aplicação	132000
Estação de dispensação	
Quadro principal + HMI	120000
Riscos associados ao protótipo	50000
<b>Total</b>	<b>437000</b>

Segundo as indicações dos responsáveis pela área comercial da Gislotica, ao total obtido na Tabela 13 é necessário adicionar um fator multiplicativo que, na realidade, reflete o custo da mão de obra e de lucro. Assim, acordou-se o fator de 1,5, alcançando o valor de 655500€ como custo final do grupo de aplicação de *sealant*.

### 3.7 MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO

Presente no ANEXO III – MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO encontra-se o Manual de utilização e manutenção do grupo de aplicação de *sealant* em pneus, tendo sido elaborado de acordo com o modelo que a Gislotica utiliza para todas as suas máquinas. Apesar de não se encontrar completo, pois a presente dissertação abrange apenas o projeto mecânico, o manual engloba os seguintes capítulos:

- Instruções gerais de segurança: Compromisso da empresa perante os atuais requisitos de segurança, assim como a sinalética presente no equipamento;
- Descrição da máquina: Exposição do equipamento com referência às especificações técnicas, ciclo de trabalho e interface;
- Instalação: Indicações da instalação do equipamento;
- Uso: Informações acerca da zona de trabalho do equipamento, comportamento em caso de emergência e análise de riscos;
- Manutenção: Instruções de limpeza, manutenção preventiva, lubrificação e substituição de peças sobresselentes;
- Resolução de problemas: Listagem de avisos e mensagens de erro que podem surgir durante o funcionamento do equipamento, descrição dos testes de autodiagnóstico e apresentação de um guia para a resolução de eventuais problemas;

- Desmantelamento e eliminação do equipamento;
- Esquemas elétricos e pneumáticos
- Propriedade intelectual;
- Legislação aplicável;
- Garantia;
- Exemplo de declaração de conformidade CE;
- Placa característica;
- Notas.

# CONCLUSÕES

- 4.1 CONCLUSÕES
- 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 4.1 CONCLUSÕES

O desenvolvimento de uma unidade completa de aplicação de *sealant* em pneus salientou uma vez mais a importância da engenharia na procura de soluções que satisfaçam as necessidades da sociedade, mais concretamente os consumidores de pneus automóveis.

Durante a análise do tema proposto pela empresa estimou-se que o estudo e desenvolvimento do equipamento pretendido não seria uma tarefa fácil pois, apesar de se identificar como tecnologia de topo e ser o mais recente tópico de discussão da área em que se enquadra, cada fabricante (de pneus e/ou máquinas) não permite a divulgação da informação relacionada com o produto e/ou o equipamento. De facto, contactou-se a existência de inúmeros obstáculos na obtenção de informação, objetiva e fidedigna, relativamente à pormenorização da constituição e processo envolvente na aplicação, totalmente automatizada, do *sealant*.

O desenrolamento do projeto de todo o equipamento surgiu de ideias e da designada arte do engenho, obtendo uma solução perfeitamente funcional, moderna e adaptável para o processo de aplicação de *sealant* em pneus de 15" a 24", consoante os requisitos impostos pela Gislótica perante as necessidades dum possível cliente.

Moderna, na medida em que foi projetada de forma a ser totalmente automatizada, através do recurso a *robots* e outros sistemas que permitem a automação e controlo de todo o processo de aplicação, sem intervenção humana. A utilização deste tipo de equipamentos na manipulação do pneu e da aplicação do *sealant* no interior do piso deste torna todo o sistema mais produtivo, fiável e seguro.

Adaptável, pois a solução encontrada apresenta-se como sendo uma solução modular, facilmente integrável com as células que se encontram imediatamente antes e depois, quer estas sejam fabricadas pela Gislótica ou não. Ainda a acrescentar a este atributo tem-se a facilidade de dispor o próprio grupo de aplicação em diversos *layouts*, dependendo das especificações do cliente, tal como demonstrado pela divisão feita em quatro estações: estação de manipulação, estação rotativa e de centragem, estação de aplicação e estação de dispensação.

A solução apresentada pode ser otimizada com o intuito de melhorar a cadência do grupo, face ao *layout* proposto na solução final. Nesta dissertação foram então acrescentadas duas possíveis soluções que, dependendo do pedido do cliente (investimento associado e/ou da cadência esperada), podem originar o aumento da

cadência de pneus para o dobro com o acréscimo duma estação rotativa e de centragem ou aproximadamente o quádruplo, caso se tenha três estações rotativas e de centragem e duas estações de aplicação e dispensação.

Na fase final do projeto do grupo de aplicação de *sealant* realizou-se a respetiva orçamentação, obtendo-se um custo final estimado de 655500€. Por questões de confidencialidade optou-se por apresentar a origem deste valor de acordo com o somatório obtido do custo das respetivas estações constituintes da solução encontrada.

A concluir o presente projeto foi também elaborado o Manual de instruções e manutenção de todo o grupo de aplicação, conforme requerido pela empresa. Neste são abordados tópicos referentes à descrição da máquina, às instruções de instalação e utilização, bem como à manutenção e limpeza que deve ser realizada ao equipamento. Toda a informação deste manual está clara, com imagens explícitas e a sua consulta é imprescindível para uma boa utilização do equipamento desenvolvido no âmbito desta dissertação.

Por fim é importante referir que a presente dissertação foi concluída com bastante satisfação, não só por possibilitar a expansão do conhecimento, mas também por ter sido atribuído um tema apelativo, atual e recente na área em que o mestrando desenvolve a sua atividade profissional.

## 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

A continuidade do estudo e desenvolvimento da unidade completa de aplicação de *sealant* em pneus é de certa forma excitante para qualquer engenheiro que esteja em contacto com a indústria.

Como é possível comprovar após a leitura e análise do grupo de aplicação de *sealant* desenvolvida, esta encontra-se finalizada a nível mecânico, sendo que, a curto prazo, torna-se relevante a concretização do respetivo projeto elétrico e pneumático, bem como a automação do equipamento. Após finalizado todo o projeto do equipamento é imperativo a realização de testes, em contexto de funcionamento real do equipamento, com o objetivo de se obter dados concretos como o tempo de ciclo e/ou cadência.

A longo prazo, outro aspeto relevante e de extrema importância na realização de trabalhos futuros está relacionado com a alteração da tecnologia do próprio composto vedante que pode sofrer modificações e, portanto, todo o mecanismo deve ser novamente analisado.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**

## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Gislotica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos Lda., *Products Portfolio*. Porto, Portugal, 2019.
- [2] T. French, *Tyre Technology*. Universidade de Michigan, 1989.
- [3] V. E. Gough, "Structure of the Tire," in *Mechanics of Pneumatic Tires*, National B., S. K. Clark, Ed. Birmingham, England: U.S. Government Printing Office, 1971, pp. 355–398.
- [4] J. C. Dixon, "The tire," in *Tires, Suspension and Handling*, 2nd ed., Society of Automotive Engineers, Inc., 1996, pp. 67–143.
- [5] Y. Ishikawa, "Systematic Review of Tyre Technology," 2011.
- [6] F. J. Kovac, "Tire Manufacture and Engineering," in *Science and Technology of Rubber*, Brooklyn, New York: Elsevier Science, 2012, pp. 569–606.
- [7] B. Rodgers and W. Waddell, "Tire Engineering," in *The Science and Technology of Rubber*, 4th ed., B. Erman, J. E. Mark, and C. M. Roland, Eds. Houston, TX, USA: Elsevier Science, 2013, pp. 653–694.
- [8] V. L. Shulman, "The Tyre: The Raw Material for Recycling," in *Tyre Recycling*, ETRA, Ed. Shropshire UK: RAPRA Technology Ltd, 2004, pp. 6–9.
- [9] D. M. Kiefer, "The Madman Who Made Rubber Useful," *Chem. Eng. News Arch.*, vol. 80, no. 32, pp. 44–45, Aug. 2002.
- [10] C. Goodyear, "Improvement in Indian Rubber Fabrics," US3633, 1844.
- [11] R. W. Thomson, "Improvement in Carriage-Wheels, &c.," US5104, 1847.
- [12] Tolbooth Museum, "Famous People - Robert William Thomson," in *Curator Notes*, vol. 2, Stonehaven, UK: Stonehaven Tolbooth Association, 2011, p. 6.
- [13] J. B. Dunlop, "Wheel-Tire for Cycles," US435995, 1890.
- [14] Société de Technologie Michelin, "The tyre." Clermont-Ferrand, France, p. 96, 2011.
- [15] Bridgestone Americas Inc., "Our History," 2018. [Online]. Available: <https://www.bridgestoneamericas.com/en/corporation/history#>. [Accessed: 16-Oct-2018].
- [16] D. Ralha, "Firestone 'divorcia-se' da Ford nos EUA," *Público*, 2001.
- [17] M. S. Evans, *Tyre Compounding for Improved Performance*, no. vol. 12. Rapra Technology Limited, 2002.

- [18] US Customs and Border Protection, "What Every Member of the Trade Community Should Know About: Tires," *Inf. Compliance Publ.*, p. 28, 2014.
- [19] H. Baig, "Tube Tyres vs Tubeless Tyres," *City Tyres UK*, 2018. [Online]. Available: <http://citytyresuk.com/tube-tyres/tube-tyres-vs-tubeless-tyres/>. [Accessed: 20-Jan-2019].
- [20] Valorpneu – Sociedade de Gestão de Pneus Lda., "Recauchutagem," 2018. [Online]. Available: [https://www.valorpneu.pt/artigo.aspx?lang=pt&id\\_object=223&name=Recauchutagem;Retreaded\\_tyres2012](https://www.valorpneu.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=223&name=Recauchutagem;Retreaded_tyres2012). [Accessed: 26-Oct-2018].
- [21] Tyre Specialists of Finland Retreading Group, *Retreaded Tyres. Quality, Economy and Eco-efficiency*. Helsinki, Finland: Tyre Specialists of Finland, 2012.
- [22] H. V. Patel, B. D. Kayasth, M. E. Scholar Machine Design, and Asst. Prof. Sal Collage of Engineering, "A Literature Review On Design And Analysis Of Tyre Envelope Expander For Tyre Retreading Process," *Int. J. Eng. Innov. Sci. Res.*, vol. 1, pp. 10–13, Dec. 2015.
- [23] P. da S. Campos, "Aproveitamento Industrial da Borracha Reciclada de Pneus Usados," Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2006.
- [24] Valorpneu – Sociedade de Gestão de Pneus Lda., "Recauchutagem de Pneus," *info Valorpneu*, Lisboa, Portugal, p. 8, Aug-2010.
- [25] M. B. Sacks, "Semi-Pneumatic Tire," US4362202, 1981.
- [26] T. H. Jones, "Get things moving with casters, glides, and wheels," *Pop. Sci.*, vol. Vol. 216, p. 196, 1980.
- [27] U. Suripa and A. Chaikittiratana, "Finite element stress and strain analysis of a solid tyre," *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, vol. 31, no. 2, pp. 576–579, 2008.
- [28] A. Bin Yahya, "A comparative analysis of radial and bias R-1 drive wheel tractor tires," Iowa State University, 1985.
- [29] B. E. Lindemuth, "An Overview of Tire Technology," in *Pneumatic Tire*, Rittman, Ohio: Mechanical Engineering Faculty Research, 2006, pp. 1–27.
- [30] RightTurn, "Bias-Belted Tires," 2018. [Online]. Available: <https://www.rightturn.com/tire-guide/bias-belted-tires/>. [Accessed: 26-Oct-2018].
- [31] B. Winkler, "Tire Lateral Performance: A Comprehensive," 1991.
- [32] R. Werlang, "A física dos pneumáticos," no. April 2015, 2013.
- [33] S. K. Mukhopadhyay and J. F. Partridge, "Automotive textiles," in *Textile Progress*, 1st–2nd ed., no. Vol. 29, ° 1-2, Textile Institute, Ed. Manchester, England: Textile Institute., 1999.
- [34] Continental AG, "Tyre Basics - Passenger Car Tyres." Continental Reifen Deutschland GmbH, Reifen, Deutschland, p. 32, 2013.

- [35] Michelin North America Inc., “How is a tire made?,” 2019. [Online]. Available: <https://www.michelinman.com/US/en/help/how-is-a-tire-made.html>. [Accessed: 03-Jan-2019].
- [36] Continental Tyres TV, “How Tyres are Made,” 2015.
- [37] Maxxis International–USA, “Maxxis Tire Production Flow Chart,” 2019. [Online]. Available: <https://www.maxxis.com/media/420097/flowchart.pdf>. [Accessed: 02-Jan-2019].
- [38] S. A. Bandara, “Design of Green Tire Painting Machine,” University of Moratuwa, Sri Lanka, 2009.
- [39] H. H. Kim, D. G. Kim, J. Y. Choi, and S. C. Park, “Tire mixing process scheduling using particle swarm optimization,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 110, Aug. 2017.
- [40] S. Anil, “A Review on Rubber Compound Mixing In Banbury Mixer at Tire Industries,” *Int. J. Eng. Res. Rev.*, vol. 2, no. 4, 2014.
- [41] T. Costa, F. J. G. Silva, and L. Pinto Ferreira, “Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology,” *Procedia Manuf.*, vol. 13, Jan. 2017.
- [42] NOKIAN TYRES PLC, “Rubber/textile composite assembly (Fabrication),” in *Reinforcing Materials in Rubber Products*, Virtual Education for Rubber Technology (VERT), 2015.
- [43] W. J. Bodziak, “Tire Manufacturing,” in *Tire Tread and Tire Track Evidence: Recovery and Forensic Examination*, CRC Press, 2008, pp. 119–138.
- [44] I.-S. Han, S.-J. Kang, and C.-B. Chung, *Dynamic Optimization of a Tire Curing Process for Product Quality*, vol. 34. Kwangju, Korea: Faculty of Applied Chemistry College of Engineering Chonnam National University, 1999.
- [45] J. D. Walter, “Tire Standards and Specifications,” in *The Pneumatic Tire*, 2006.
- [46] I. B. A. Veld, op het, “Run flat tires versus conventional tires,” Eindhoven, 2006.
- [47] C. Jensen, “Michelin Giving Up on PAX Run-Flat Tire,” *New York Times*, 2008.
- [48] British Tyre Manufacturer’s Association, “Self-supporting run flat tyres,” no. 2010. BTMA, Colchester, U.K., 2015.
- [49] Bridgestone Tires, *DriveGuard - Run-Flat Technology*. YouTube, 2014.
- [50] Continental AG, “Seal a damaged tire - ContiSeal,” 2019. [Online]. Available: <https://www.continental-tires.com/car/technology/extended-mobility-main/contiseal>. [Accessed: 19-Feb-2019].
- [51] Continental AG, “ContiMobilityKit,” 2016.
- [52] Dan Collins, “The best tire sealant,” 2018. [Online]. Available: <https://www.carbibles.com/best-tire-sealant/>. [Accessed: 11-Mar-2019].
- [53] S. Flynn, “Flat Tire? 7 Reasons Not to Repair It With Fix-a-Flat or Slime Tire

- Sealant,” 2019. [Online]. Available: <https://www.dealnews.com/features/Heres-Why-You-Should-Think-Twice-Before-Using-Tire-Sealant/1742217.html>. [Accessed: 11-Mar-2019].
- [54] K. Vangelder, *Automotive Steering and Suspension*. Jones & Bartlett Learning, 2017.
- [55] Continental Tyres TV, *Continental Tyres ContiSeal Technology Explained*. YouTube, 2015.
- [56] Michelin North America Inc., “Michelin Selfseal Technology,” 2019. [Online]. Available: <https://www.michelinman.com/US/en/why-michelin/michelin-selfseal-technology.html>. [Accessed: 20-Feb-2019].
- [57] The Goodyear Tire & Rubber Company, “There’s No Time For Downtime. Goodyear DuraSeal Technology,” 2008.
- [58] Pirelli & C. S.p.A., “Seal Inside,” 2019. [Online]. Available: <https://www.pirelli.com/tyres/en-gb/car/total-mobility>. [Accessed: 20-Feb-2019].
- [59] Hankook Tire Europe GmbH, “Hankook Tire’s self-sealing technology.” Hankook Tire Europe GmbH, Neu-Isenburg, Germany, 2015.
- [60] J. McIntosh, “Run-Flats vs Self-Sealing Tires,” *TRADER Corporation*, 2017. [Online]. Available: <https://www.autotrader.ca/newsfeatures/20171024/run-flats-vs-self-sealing-tires/>. [Accessed: 20-Feb-2019].
- [61] H. M. L. G. Cerejeira, “Optimization Of Scrap Reduction In ContiSeal’s Process,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [62] R. M. S. Pereira, “Projecto de Expansão do ContiSeal,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012.
- [63] 4JET Technologies GmbH, “TCS – Tire Cleaning Laser System,” 2019. [Online]. Available: <https://www.4jet.de/en/solutions/tire-inner-liner-laser-cleaning/tcs-laser-system/>. [Accessed: 16-Mar-2019].
- [64] SLCR Lasertechnik GmbH, “Cleaning / De-Greasing - Cleaning of Moulds in the Automotive Industry,” 2019. [Online]. Available: <http://www.slcr.de/en/applications/cleaning-de-greasing/>. [Accessed: 16-Mar-2019].
- [65] 4JET Technologies GmbH, “T-Mark - Laser Tire Marking System,” 2019. [Online]. Available: <https://www.4jet.de/en/solutions/laser-tire-marking/t-mark-tire-marking-system/>. [Accessed: 16-Mar-2019].
- [66] SLCR Lasertechnik GmbH, “Marking - Tire Sidewall Marking in the Automotive Industry,” 2019. [Online]. Available: <http://www.slcr.de/en/applications/cleaning-de-greasing/>. [Accessed: 16-Mar-2019].
- [67] Gislotica - Projeto e Fabrico de Sistemas Mecânicos Lda, “Vitec: Manual de Instruções & Manutenção,” 2018.

- [68] Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, 4ª. United States of America, 2015.
- [69] P. Abreu and M. Romano, "Sistemas eletromecânicos," Porto, Portugal, 2018.
- [70] F. da Silva and A. Santos, "Atuadores pneumáticos," Porto, Portugal, 2016.
- [71] K. Brockhaus, *Graco Therm-O-Flow 200 Bulk Hot Melt System*. Graco.

# ANEXOS

6.1 - ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS

6.2 - ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS

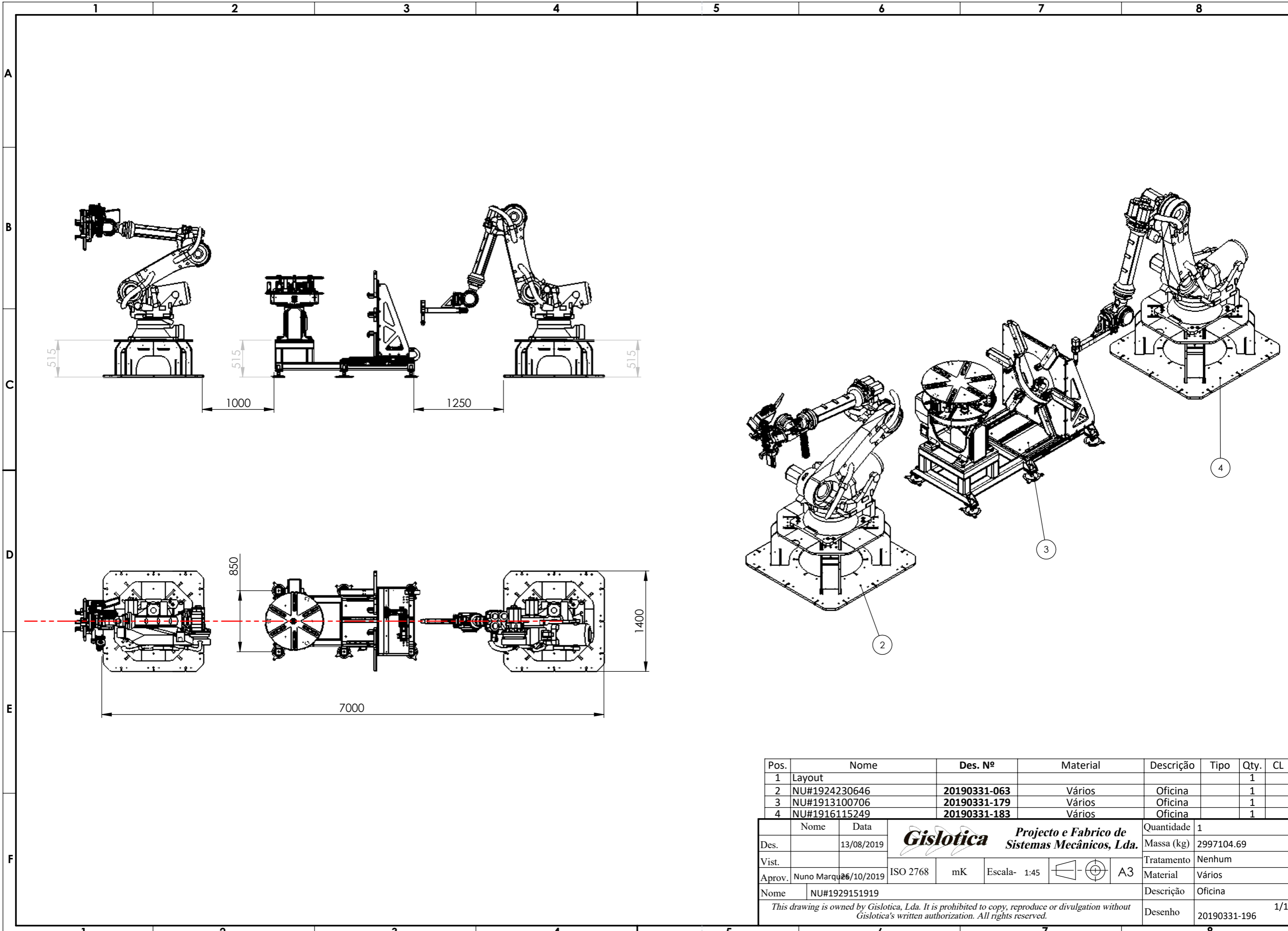
6.3 - ANEXO III – MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO



## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS

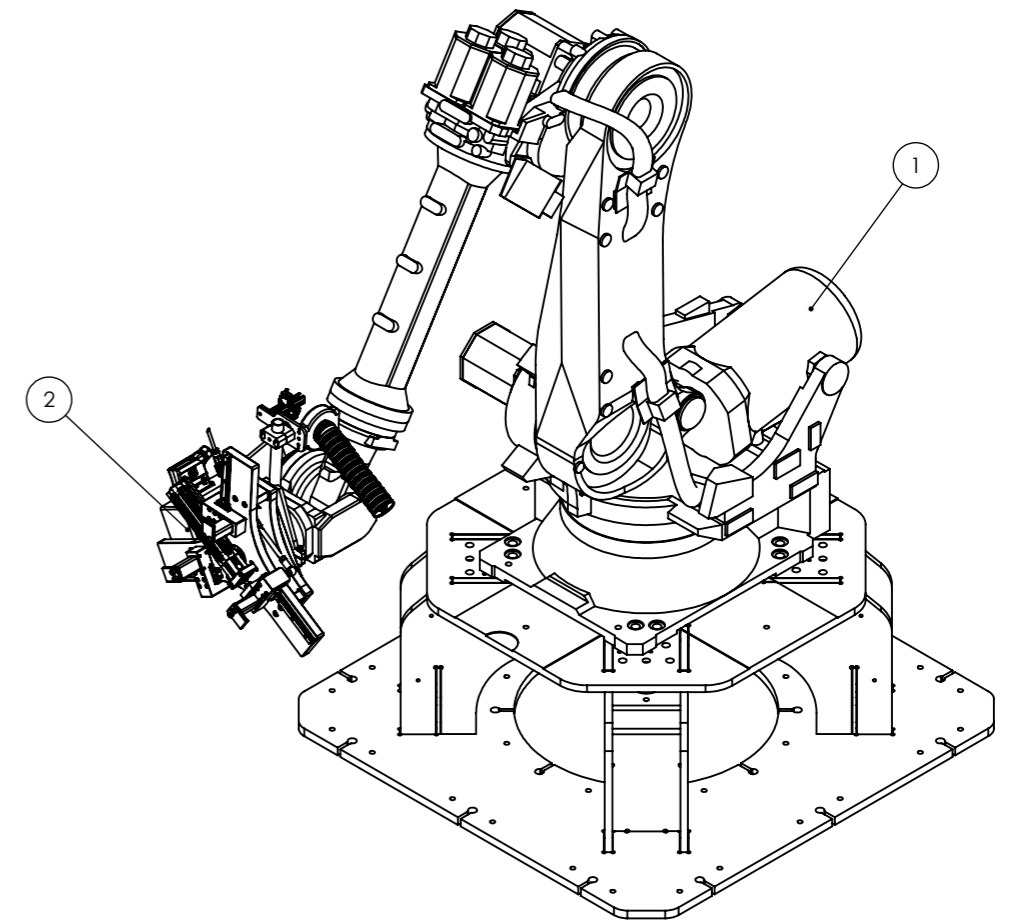
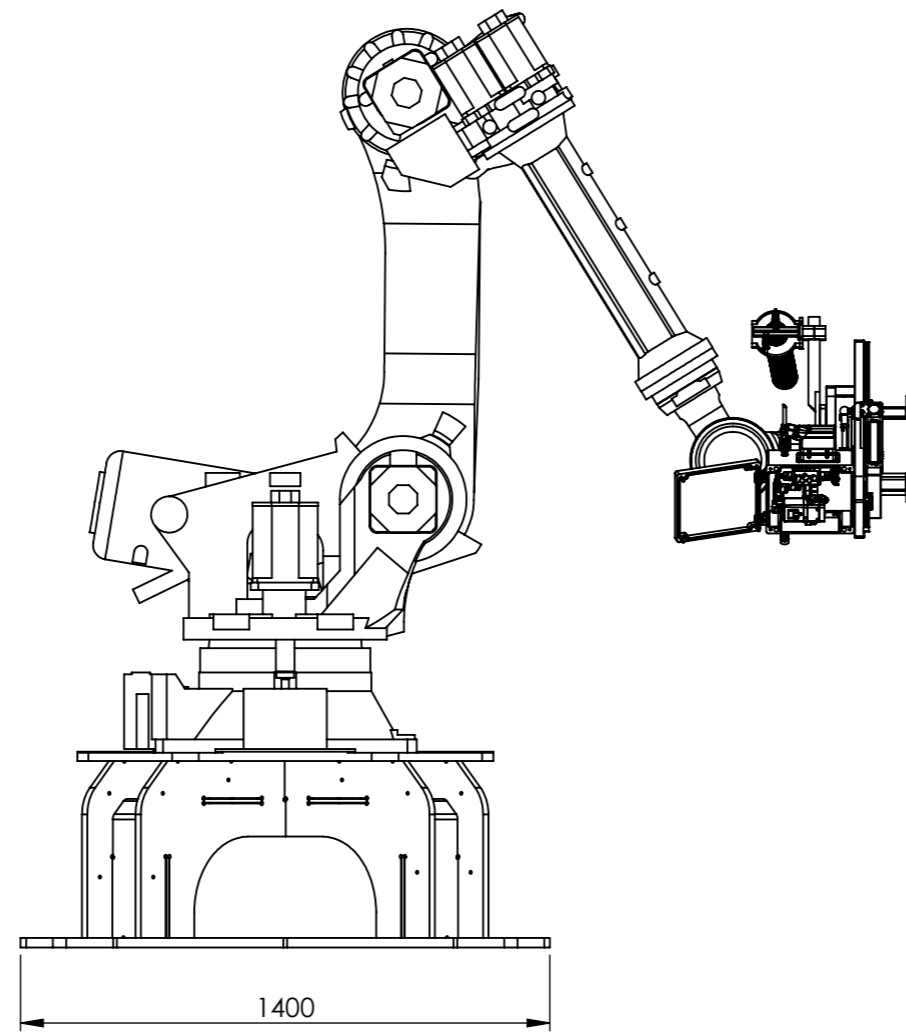
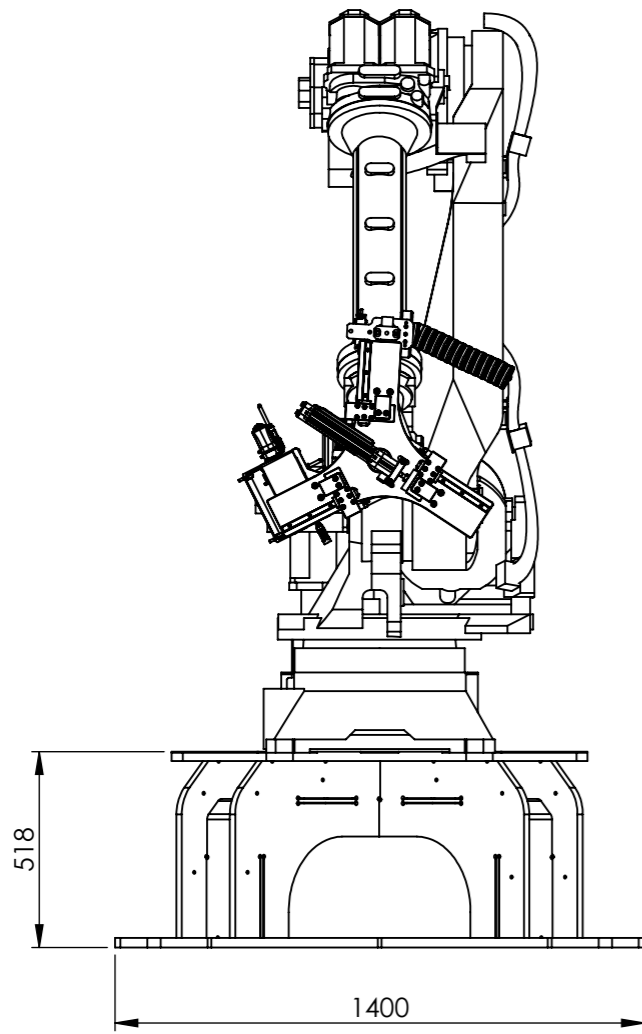




Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	Layout					1	
2	NU#1924230646	20190331-063	Vários	Oficina		1	
3	NU#1913100706	20190331-179	Vários	Oficina		1	
4	NU#1916115249	20190331-183	Vários	Oficina		1	

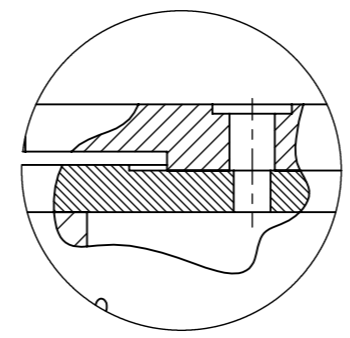
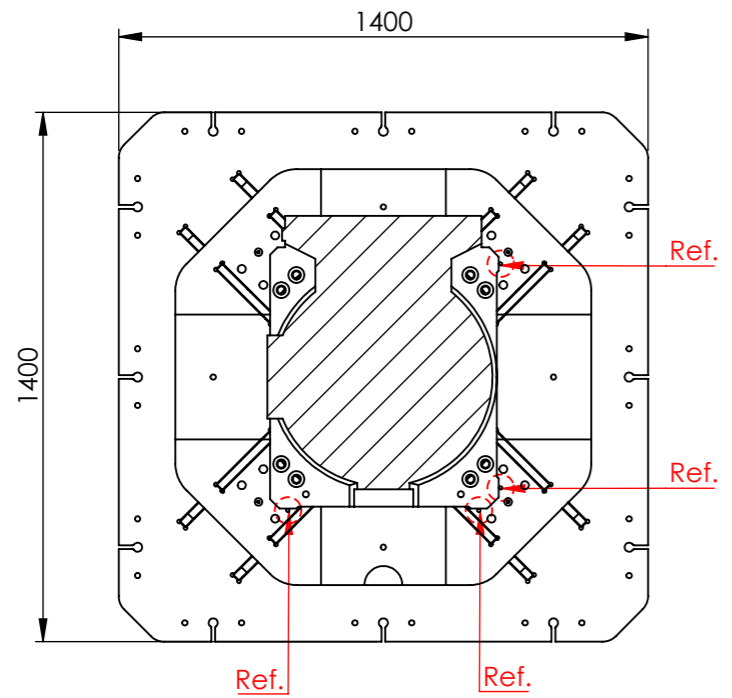
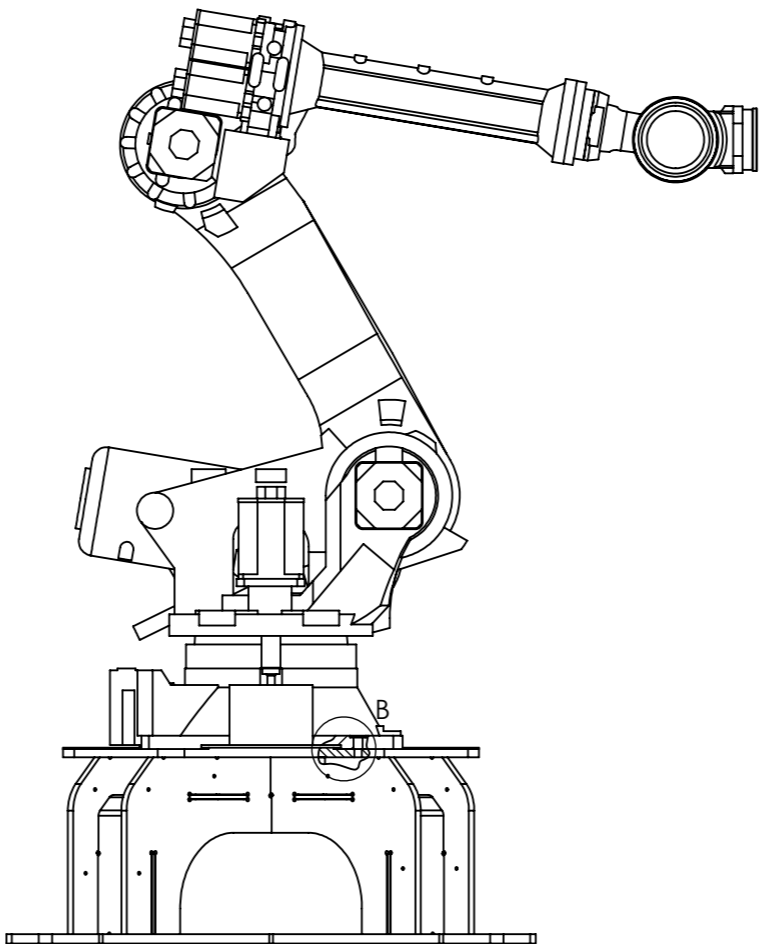
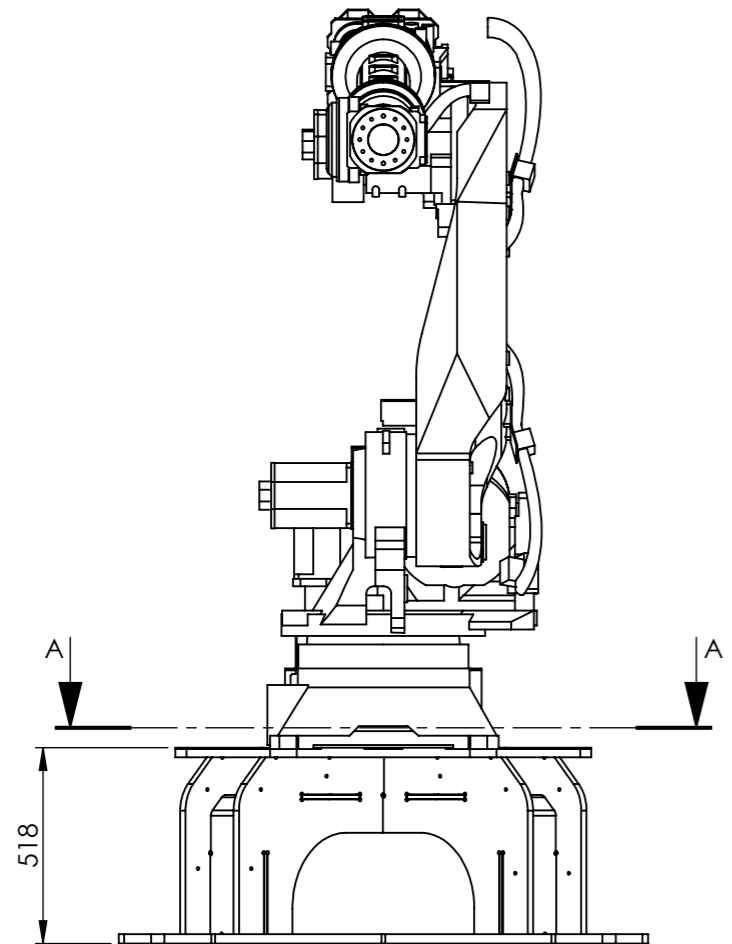
Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>	Quantidade	1
Des.	13/08/2019		Massa (kg)	2997104.69
Vist.		ISO 2768	Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019	mK	Material	Vários
Nome	NU#1929151919	Escala- 1:45	Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>			Desenho	20190331-196
				1/1



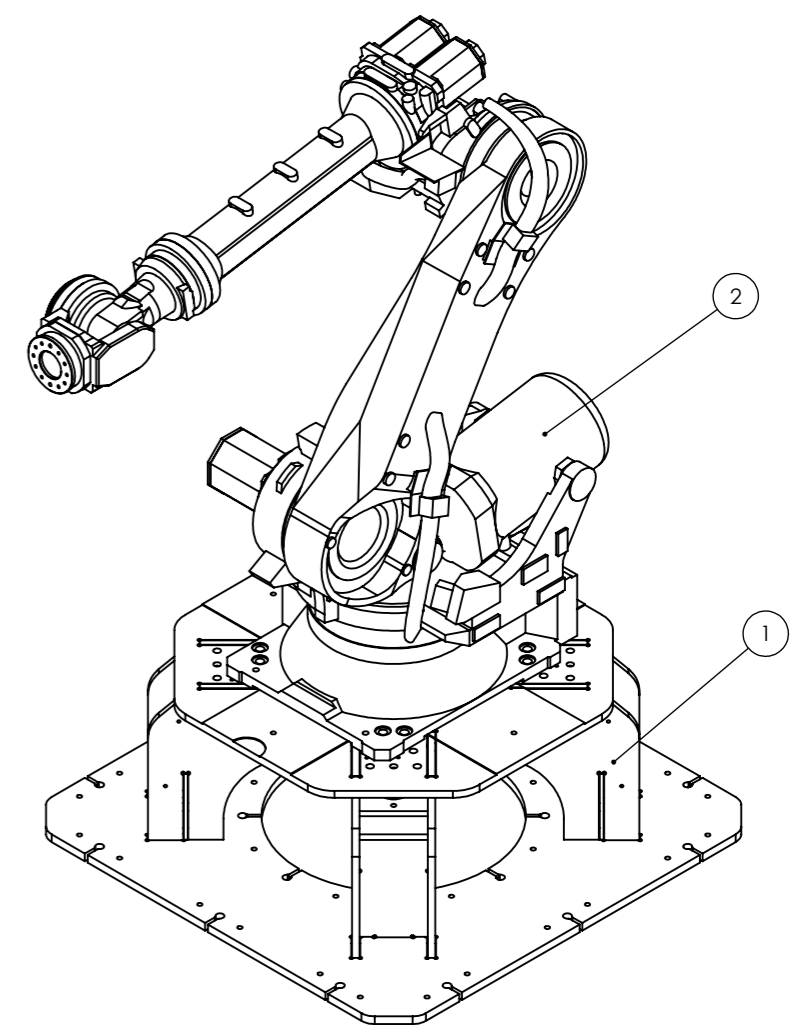
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1916113921	20190331-062	Vários	Oficina		1	
2	0 - FA#1720165815	20170282-113	Vários	Oficina		1	
	Nome	Data	<b>Gislótica</b> <i>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</i>		Quantidade	1	
Des.		24/07/2019			Massa (kg)	1078784.16	
Vist.			ISO 2768	mK	Escala- 1:20		A3
Aprov.	Nuno Marques	26/10/2019			Tratamento	Nenhum	
Nome	NU#1924230646				Material	Vários	
<i>This drawing is owned by Gislótica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislótica's written authorization. All rights reserved.</i>					Descrição	Oficina	
					Desenho	20190331-063	1/1

1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F



DETAIL B  
SCALE 1 : 4

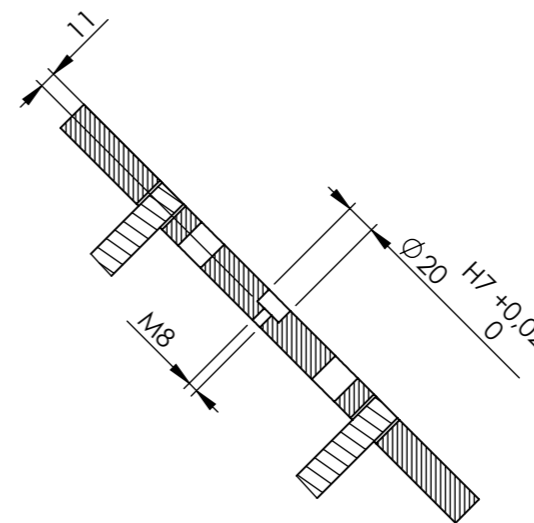
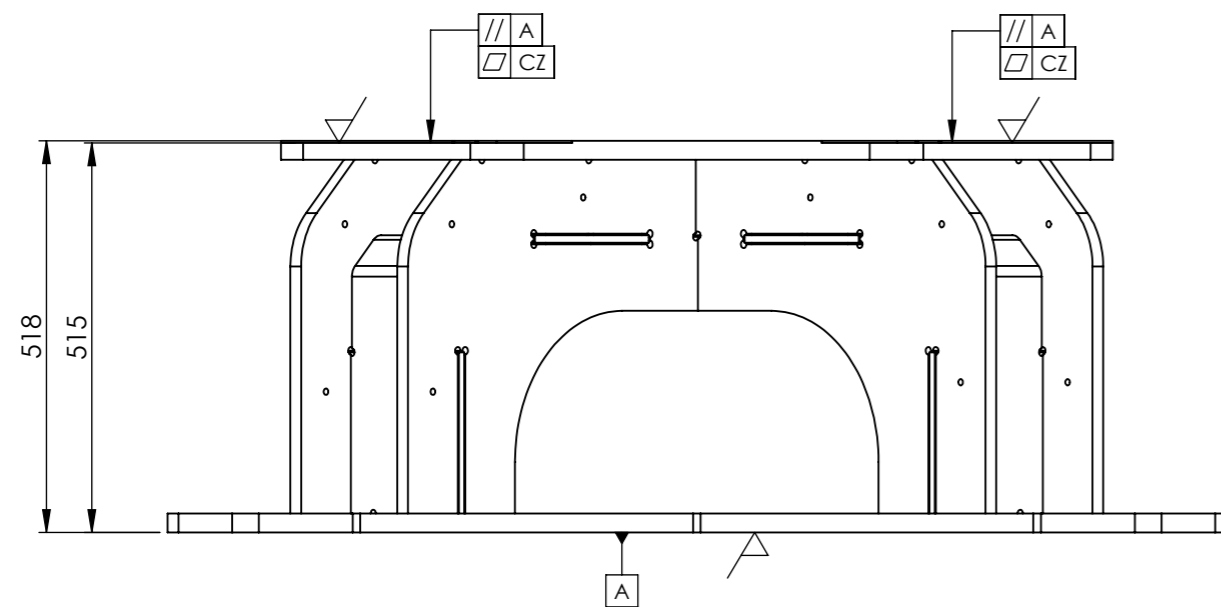


SECTION A-A

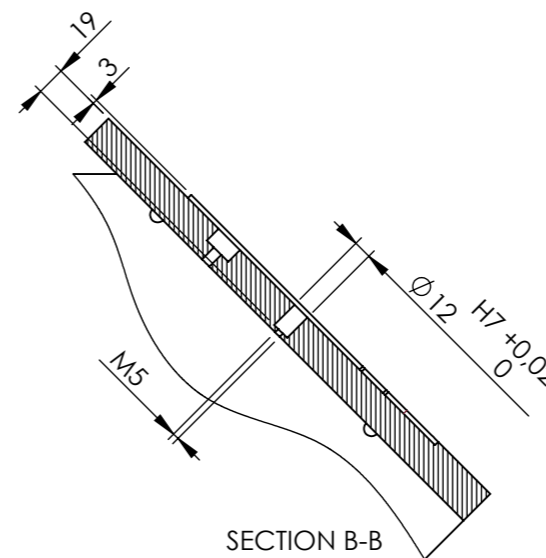
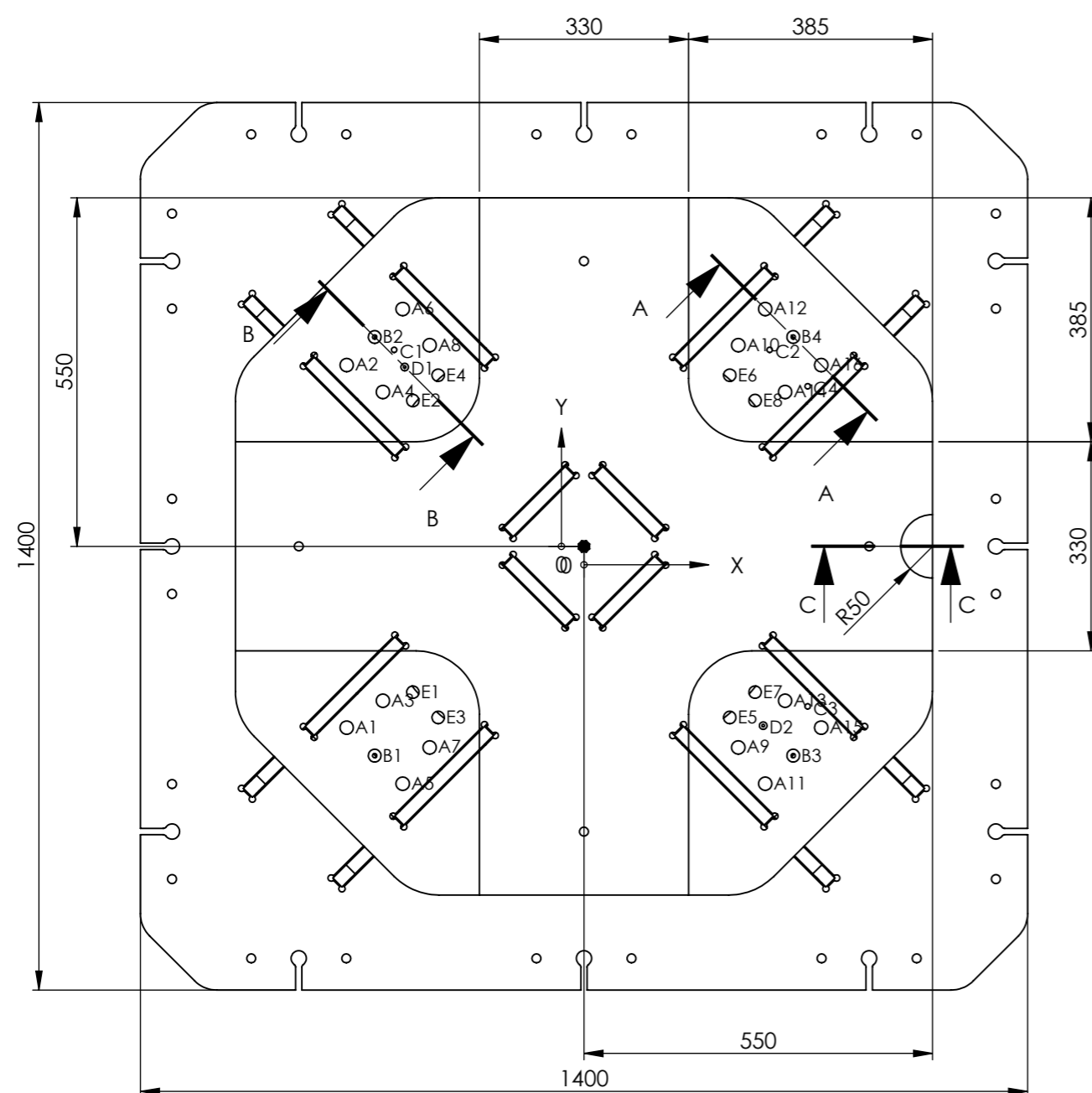
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1901204223	20190331-061	Vários	Maquinagem		1	
2	NU#1901202901	Fanuc	R2000IC 210F	Compra		1	
	Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>		Quantidade	2	
Des.		16/08/2019			Massa (kg)	1054569.62	
Vist.			Tratamento	Nenhum			
Aprov.	Nuno Marques	25/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:20		A3
Nome	NU#1916113921		Material	Vários			
	<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>					Descrição	Oficina
			Desenho	20190331-062			1/1

1 2 3 4 5 6 7 8

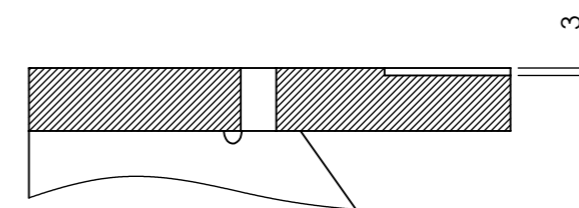
A  
B  
C  
D  
E  
F



SECTION A-A  
SCALE 1 : 5



SECTION B-B  
SCALE 1 : 5



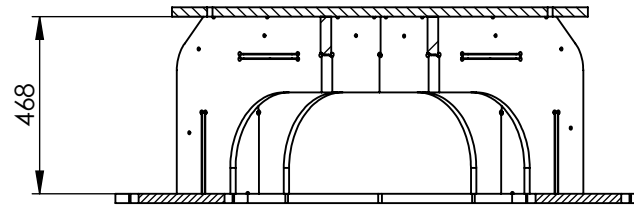
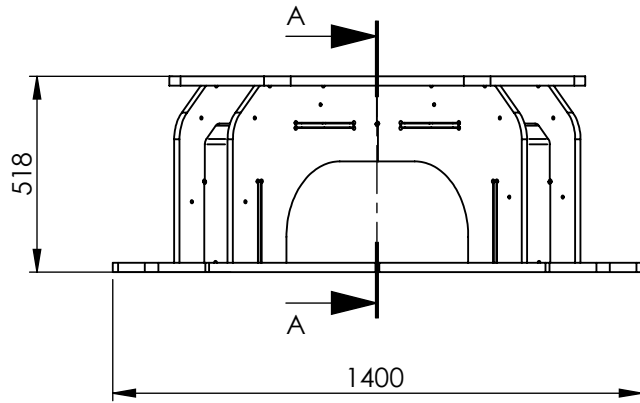
SECTION C-C  
SCALE 1 : 3

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	-374,41	-286,02	Ø 21 ∇ 25 M24 - 6H ∇ 48
A2	-374,41	286,02	
A3	-317,34	-243,50	
A4	-317,34	243,50	
A5	-286,02	-374,41	
A6	-286,02	374,41	
A7	-243,50	-317,34	
A8	-243,50	317,34	
A9	243,50	-317,34	
A10	243,50	317,34	
A11	286,02	-374,41	
A12	286,02	374,41	
A13	317,34	-243,50	
A14	317,34	243,50	
A15	374,41	-286,02	
A16	374,41	286,02	
B1	-330,22	-330,22	Ø 6,80 THRU ∇ Ø 20 ∇ 11
B2	-330,22	330,22	
B3	330,22	-330,22	
B4	330,22	330,22	
C1	-299,50	310	Ø 8,50 ∇ 25 M10 - 6H ∇ 20
C2	293	310	
C3	353	-252,50	
C4	353	252,50	
D1	-282,84	282,84	Ø 4,20 THRU ∇ Ø 12 ∇ 19
D2	282,84	-282,84	
E1	-270	-230	Ø 19,50 ∇ 25 M22 - 6H ∇ 44
E2	-270	230	
E3	-230	-270	
E4	-230	270	
E5	230	-270	
E6	230	270	
E7	270	-230	
E8	270	230	

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1901204330	20190331-060	St 37	Soldadura		1	
Des.	Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>		Quantidade	2	
Vist.		15/01/2019			Massa (kg)	752314.51	
Aprov.	Nuno Marques	25/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:10		A3
Nome	NU#1901204223		Descrição	Maquinagem			
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>				Desenho	20190331-061		1/1

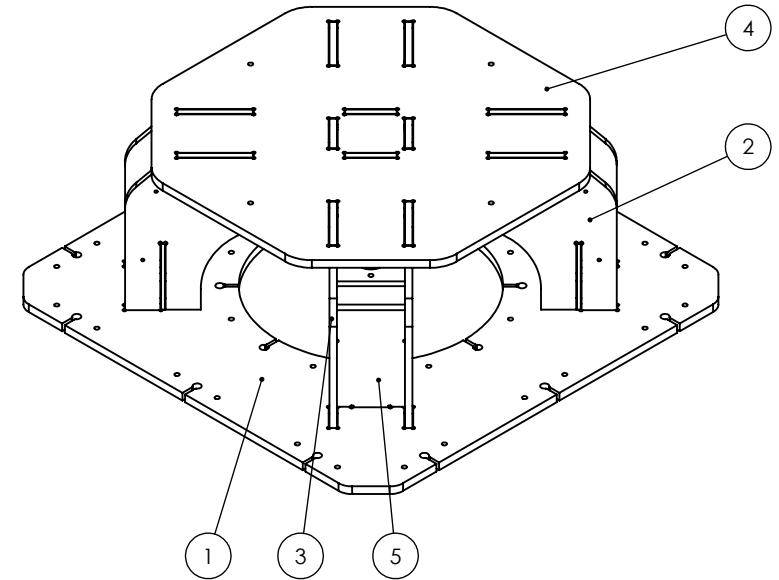
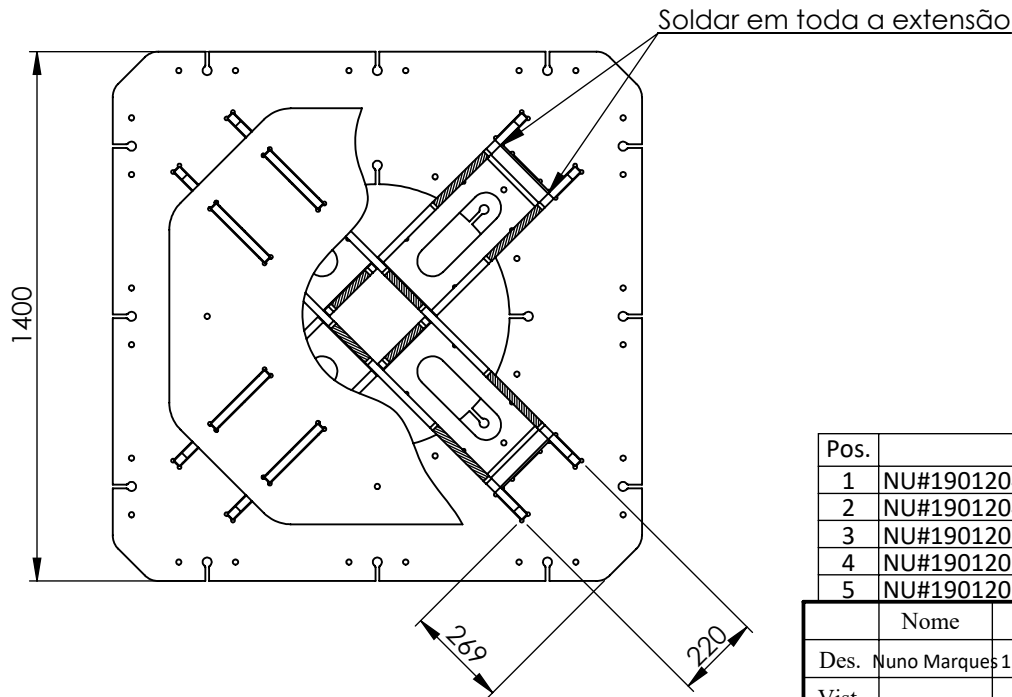
1 2 3 4 5 6

A



SECTION A-A

B



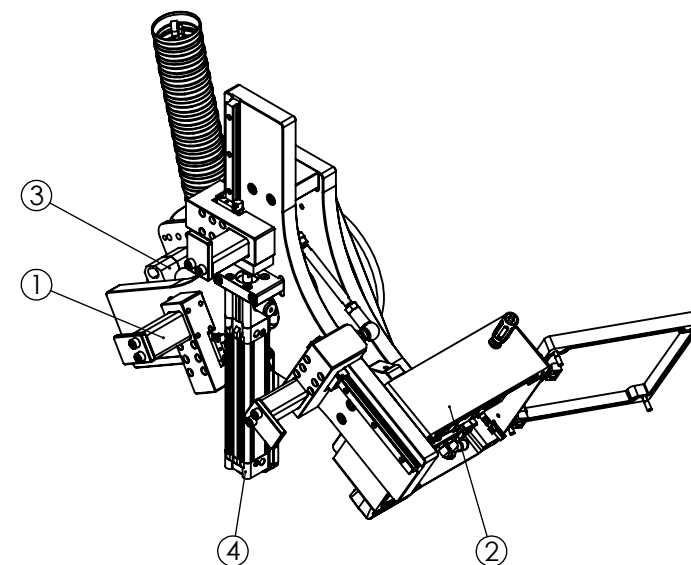
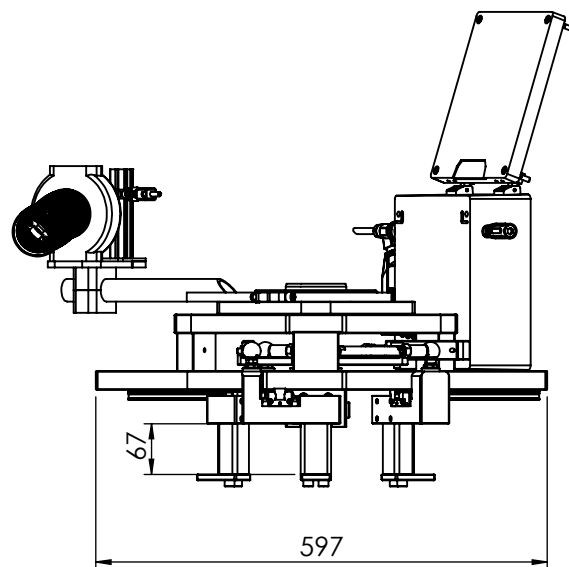
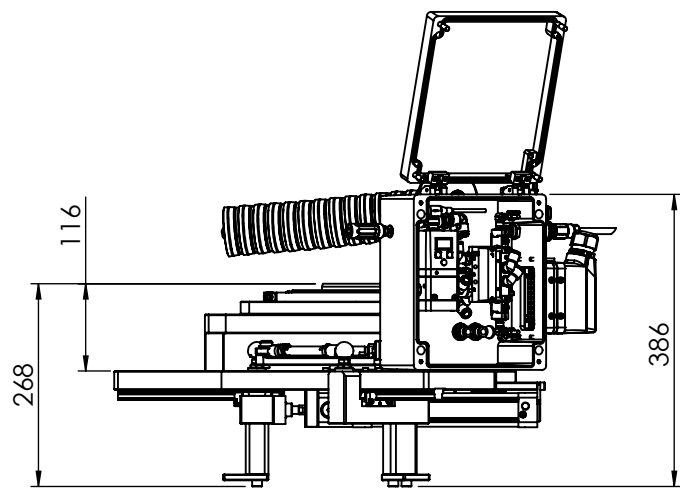
C

D

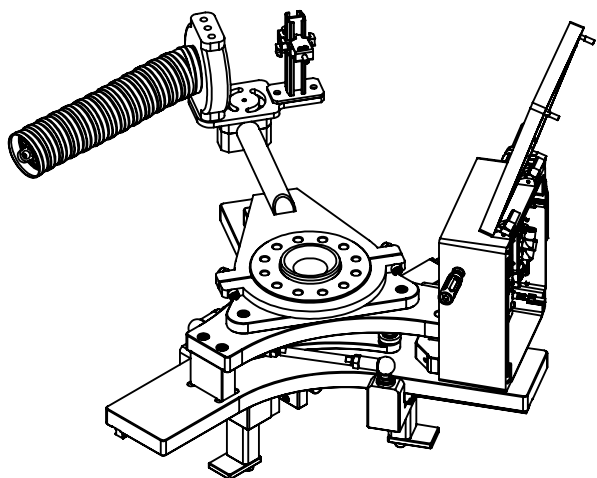
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1901204801	<b>20190331-055</b>	St 37	Laser		1	
2	NU#1901204927	<b>20190331-056</b>	St 37	Laser		2	
3	NU#1901205119	<b>20190331-057</b>	St 37	Laser		2	
4	NU#1901205602	<b>20190331-058</b>	St 37	Laser		1	
5	NU#1901205701	<b>20190331-059</b>	St 37	Laser		4	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	2	
Des.	Nuno Marques 15/01/2019					Massa (kg)	763765.92	
Vist.		Tratamento	Nenhum					
Aprov.	Nuno Marques 25/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:20		A4	Material	St 37
Nome	NU#1901204330	Descrição	Soldadura					
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-060
								1/1

1 2 3 4 5 6

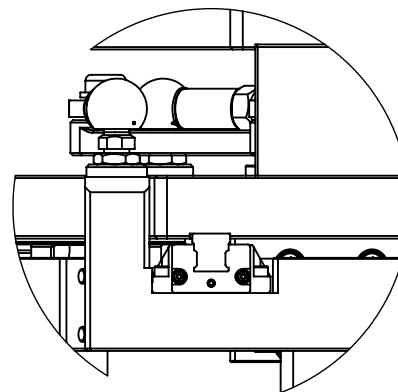
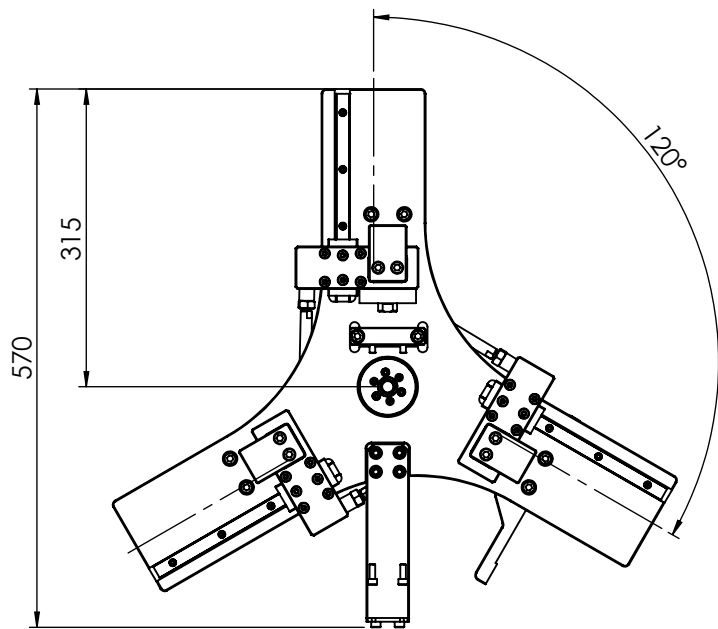


Vista Isométrica Auxiliar

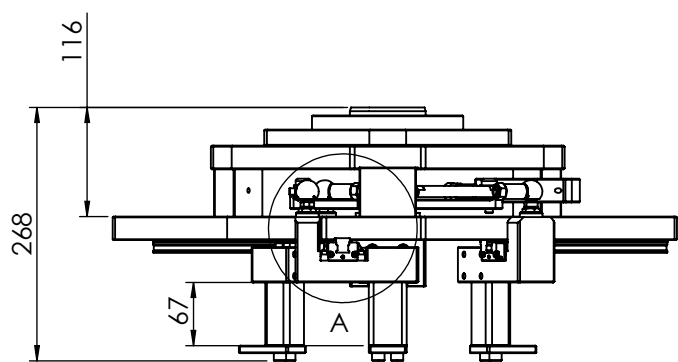
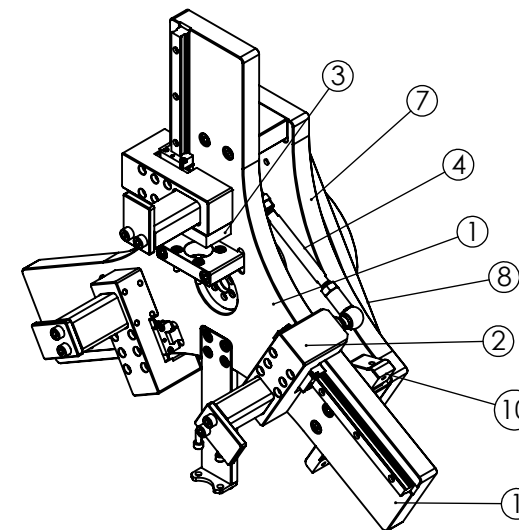


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	FA#1720234117	<b>20170282-114</b>	Vários	Oficina		1	
2	FA#1723200607	<b>20170282-123</b>	Vários	Oficina		1	
3	FA#1723200751	<b>20170282-124</b>	Vários	Oficina		1	
4	NU#1925230723	<b>Festo</b>	(163302) DNC-32-150-PPV-KP	Compra	Spare	1	A
5	FA#1720221020	<b>Festo</b>	(1531269) SDAT-MHS-M160-1L-SA-E-0_3-M8-p_11	Compra	Spare	1	A

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1	
Des. Nuno Marques	20/07/2017					Massa (kg)	24214.54	
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:10		A4	Tratamento	
Aprov. Nuno Marques	25/10/2019					Material	Vários	
Nome	0 - FA#1720165815				Descrição	Oficina		
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20170282-113
								1/1

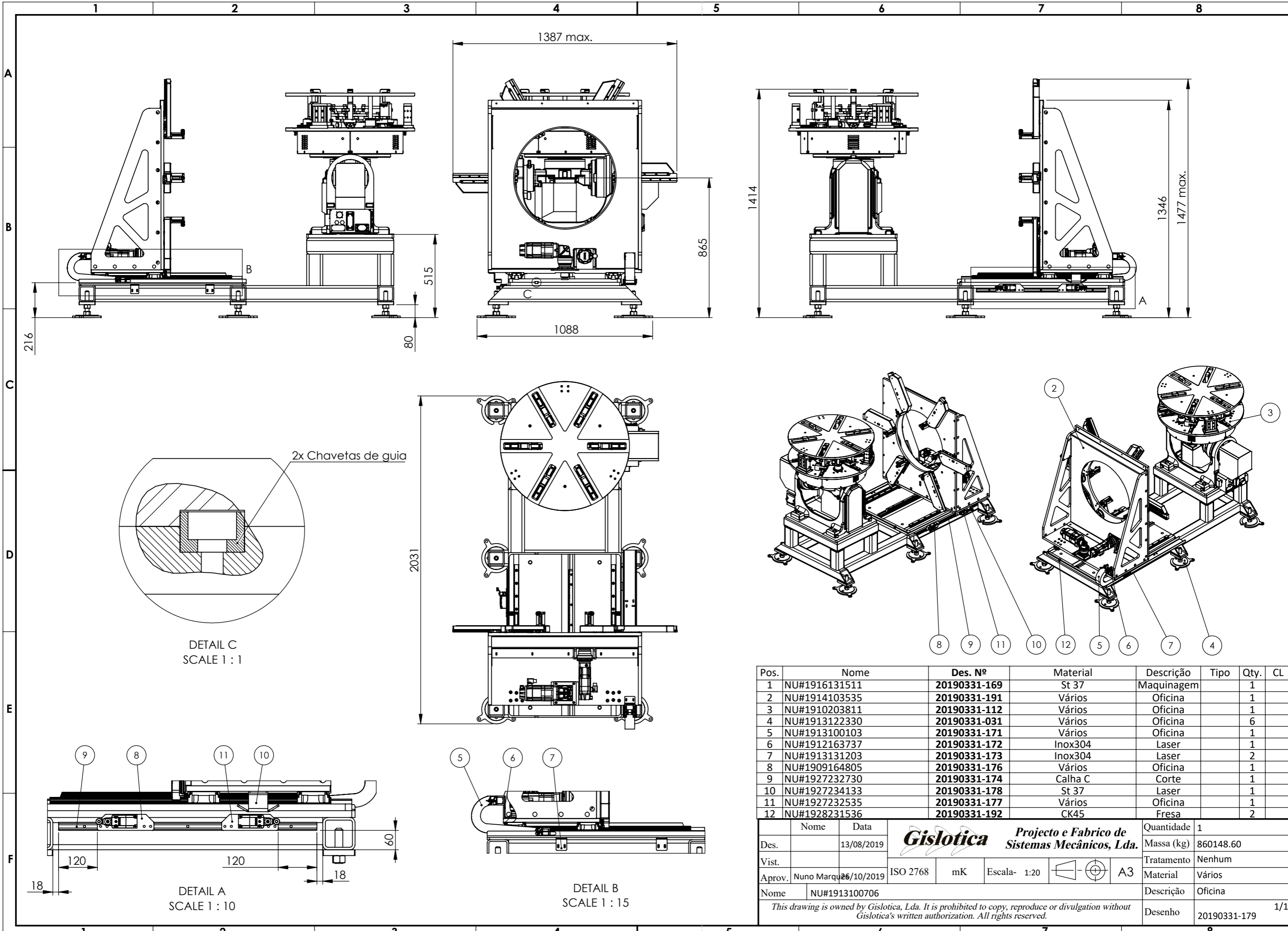


A (1:3)



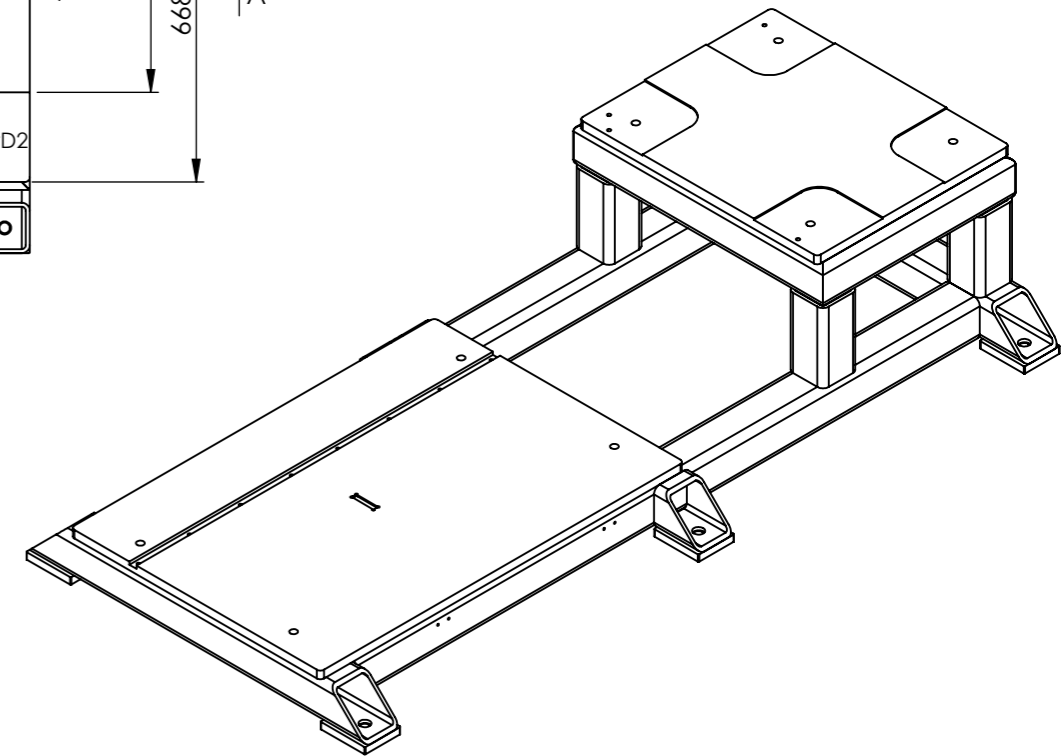
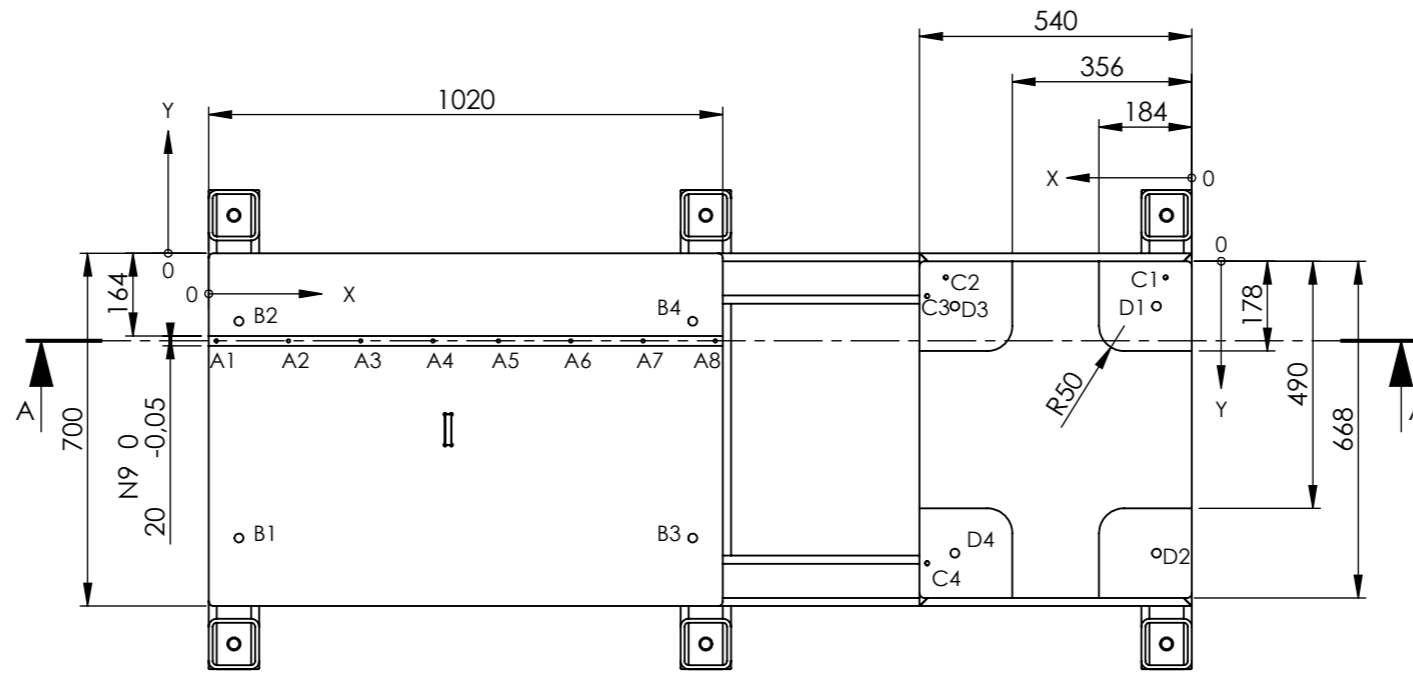
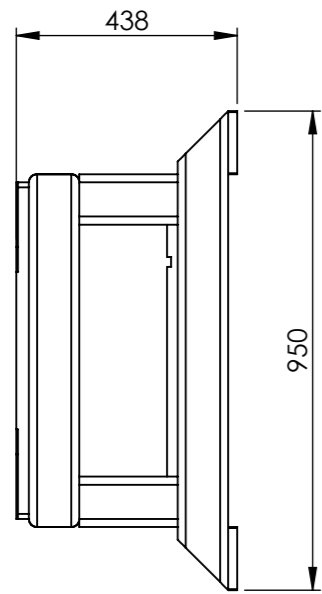
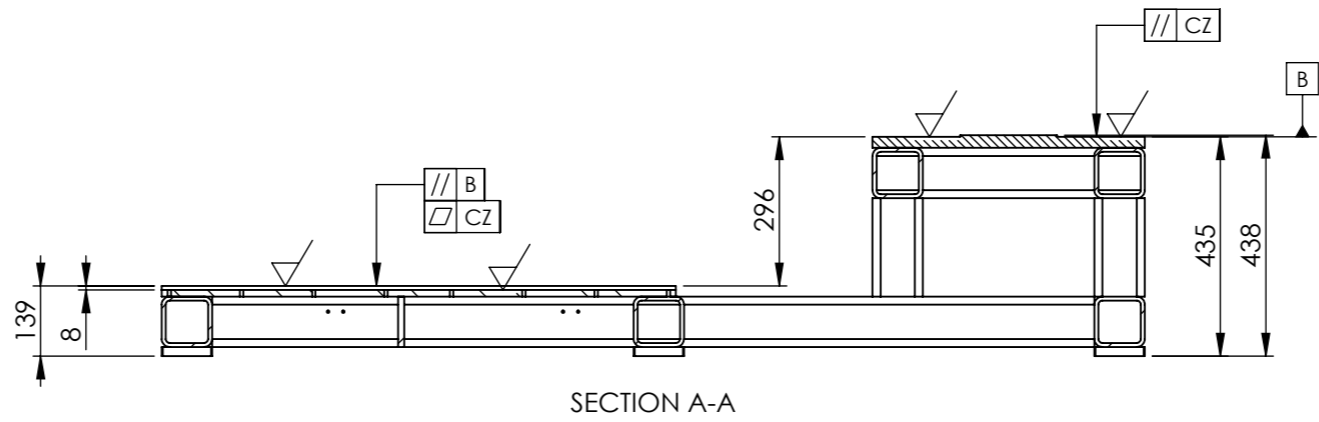
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	FA#1720184520	20170282-115	Vários	Oficina		1	
2	FA#1720231444	20170282-119	Vários	Oficina		3	
3	FA#1720233209	Festo	KSG-M10X1.25	Compra		1	
4	FA#1720231853	20170282-121	Vários	Oficina		3	
5	Parafuso CHC ISO 4762 - M6 x 20_1	Not Used	-	-		8	
6	Parafuso CHC ISO 4762 - M6 x 16_11	Not Used	-	-		2	
7	FA#1720172247	20170282-102	Aluminio	Fresa		1	
8	FA#1720233925	20170282-122	Vários	Oficina		1	
9	Parafuso CHC ISO 4762 - M8 x 30_21	Not Used	-	-		5	
10	FA#1720174342	20170282-105	Aluminio	Fresa		1	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1
Des.	Nuno Marques 20/07/2017					Massa (kg)	16383.57
Vist.		Tratamento					
Aprov.	Nuno Marques 25/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:8	A4	Material	Vários
Nome	FA#1720234117	Descrição	Oficina				
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>						Desenho	20170282-114



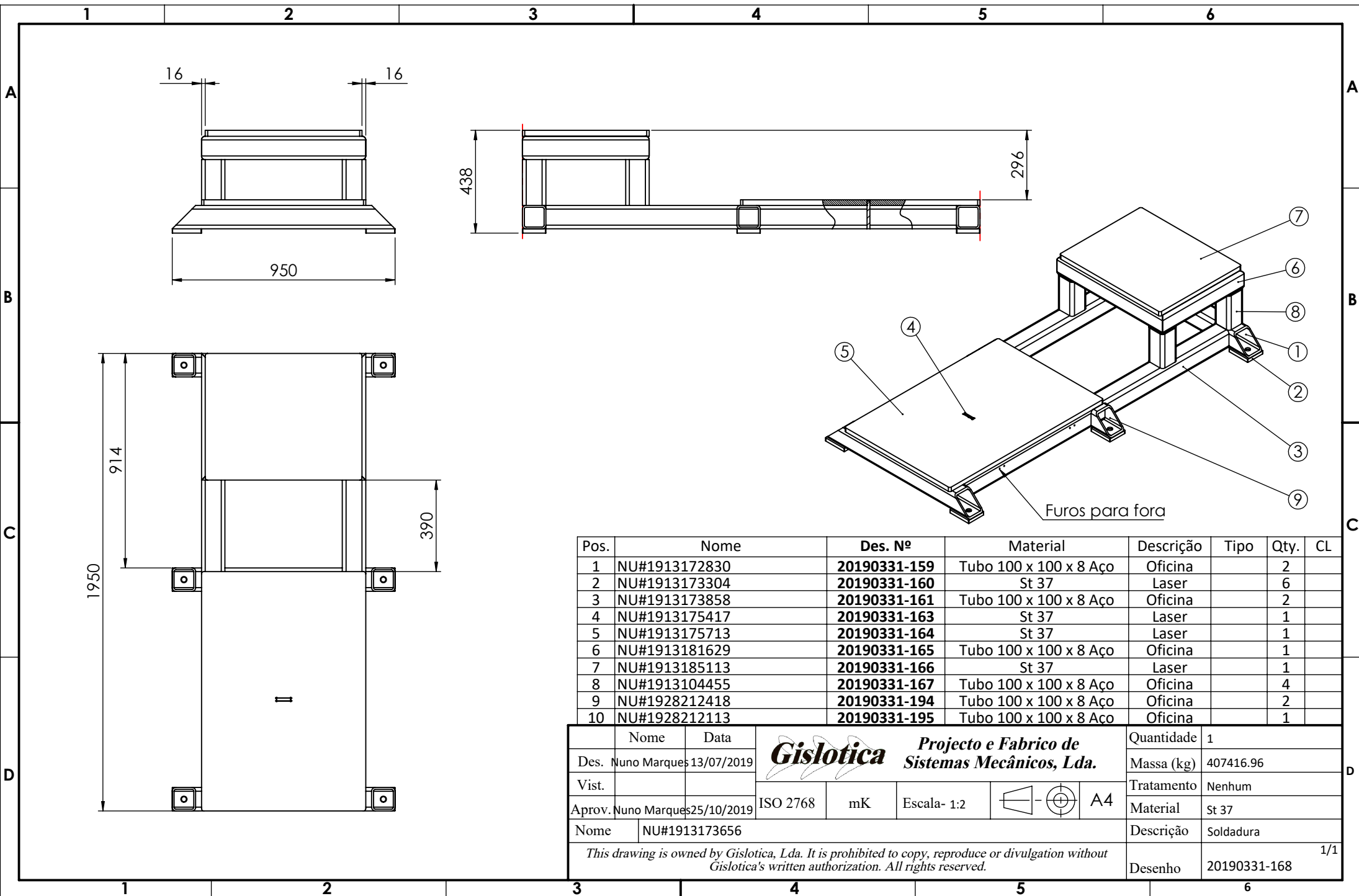
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1916131511	20190331-169	St 37	Maquinagem		1	
2	NU#1914103535	20190331-191	Vários	Oficina		1	
3	NU#1910203811	20190331-112	Vários	Oficina		1	
4	NU#1913122330	20190331-031	Vários	Oficina		6	
5	NU#1913100103	20190331-171	Vários	Oficina		1	
6	NU#1912163737	20190331-172	Inox304	Laser		1	
7	NU#1913131203	20190331-173	Inox304	Laser		2	
8	NU#1909164805	20190331-176	Vários	Oficina		1	
9	NU#1927232730	20190331-174	Calha C	Corte		1	
10	NU#1927234133	20190331-178	St 37	Laser		1	
11	NU#1927232535	20190331-177	Vários	Oficina		1	
12	NU#1928231536	20190331-192	CK45	Fresa		2	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>			Quantidade	1			
Des.	13/08/2019				Massa (kg)	860148.60			
Vist.		Tratamento	Nenhum						
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:20		A3	Material	Vários	
Nome	NU#1913100706	Descrição	Oficina						
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-179	1/1



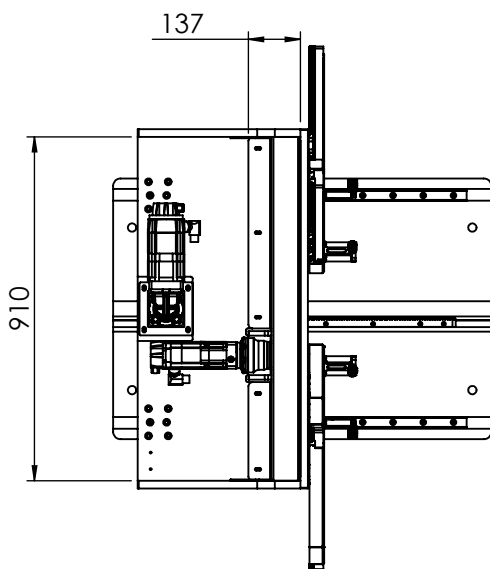
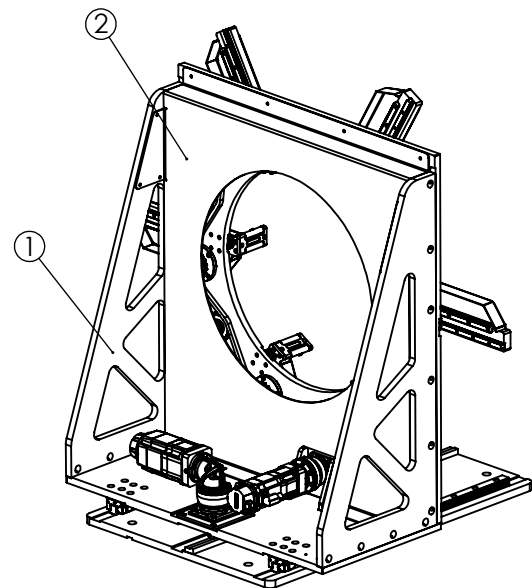
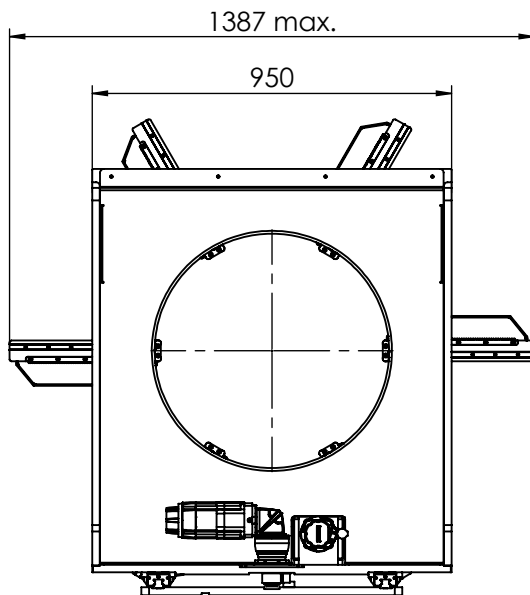
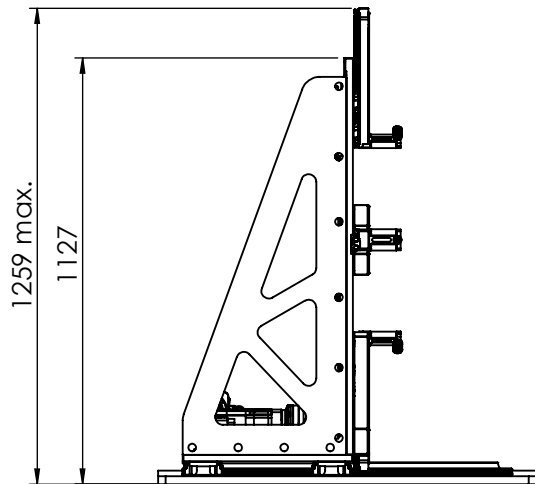
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE	TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	15	-174	$\phi 6,80 \downarrow 13$ M8 - 6H $\downarrow 16$	C1	52	32	$\phi 8,50 \downarrow 22$ M10 - 6H $\downarrow 20$
A2	158,33	-174		C2	488	32	
A3	301,67	-174		C3	525	69	
A4	445	-174		C4	525	599	
A5	575	-174		D1	70	89	$\phi 17,50 \downarrow 22$ M20 - 6H $\downarrow 22$
A6	718,33	-174		D2	70	579	
A7	861,67	-174		D3	470	89	
A8	1005	-174		D4	470	579	
B1	60	-565	$\phi 17,50 \downarrow 21$ M20 - 6H $\downarrow 17$				
B2	60	-135					
B3	960	-565					
B4	960	-135					

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1913173656	20190331-168	St 37	Soldadura		1	
Des.	Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>		Quantidade	1	F
		16/08/2019			Massa (kg)	386033.35	
Vist.			Tratamento	Pintura			
Aprov.	Nuno Marques	25/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:15		A3
Nome	NU#1916131511		Material	St 37	Descrição	Maquinagem	
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>				Descrição	Maquinagem		
				Desenho	20190331-169		1/1





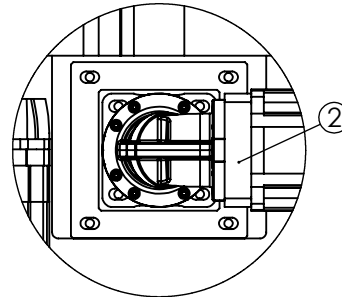
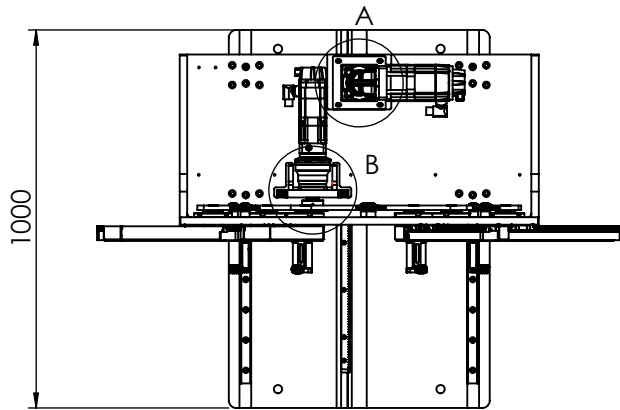
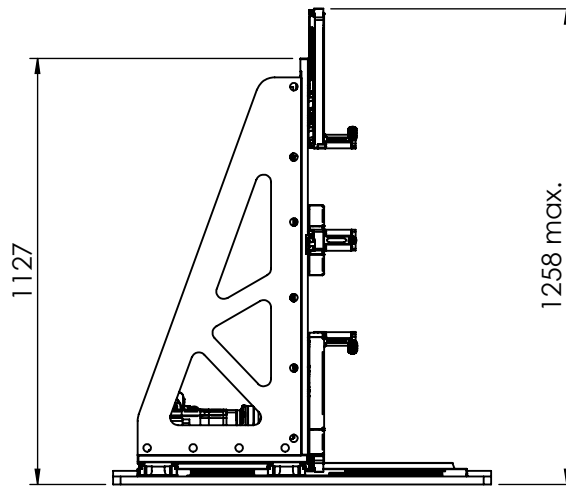
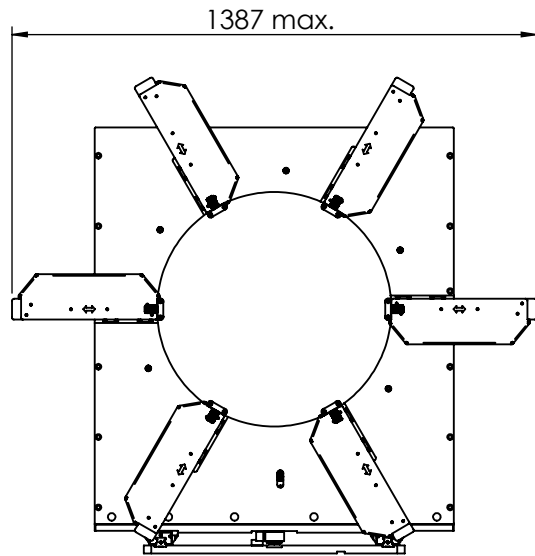
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1913172830	20190331-159	Tubo 100 x 100 x 8 Aço	Oficina		2	
2	NU#1913173304	20190331-160	St 37	Laser		6	
3	NU#1913173858	20190331-161	Tubo 100 x 100 x 8 Aço	Oficina		2	
4	NU#1913175417	20190331-163	St 37	Laser		1	
5	NU#1913175713	20190331-164	St 37	Laser		1	
6	NU#1913181629	20190331-165	Tubo 100 x 100 x 8 Aço	Oficina		1	
7	NU#1913185113	20190331-166	St 37	Laser		1	
8	NU#1913104455	20190331-167	Tubo 100 x 100 x 8 Aço	Oficina		4	
9	NU#1928212418	20190331-194	Tubo 100 x 100 x 8 Aço	Oficina		2	
10	NU#1928212113	20190331-195	Tubo 100 x 100 x 8 Aço	Oficina		1	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1	
Des.	Nuno Marques 13/07/2019					Massa (kg)	407416.96	
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:2		Tratamento	Nenhum	
Aprov.	Nuno Marques 25/10/2019					Material	St 37	
Nome	NU#1913173656					Descrição	Soldadura	
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-168

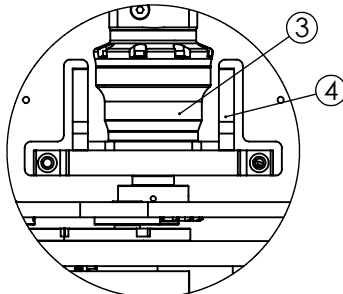
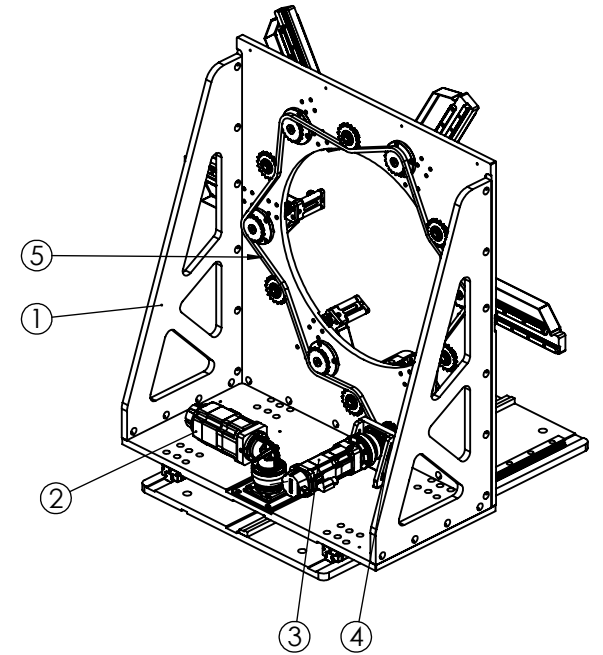


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1912192639	20190331-158	Vários	Oficina		1	
2	NU#1928220403	20190331-190	Inox304	Laser		1	

Des.	Nuno Marques	14/07/2019	 <b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1
Vist.							Massa (kg)	253974.70
Aprov.	Nuno Marques	26/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:20		Tratamento	Nenhum
Nome	NU#1914103535						Material	Vários
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Descrição	Oficina
							Desenho	20190331-191



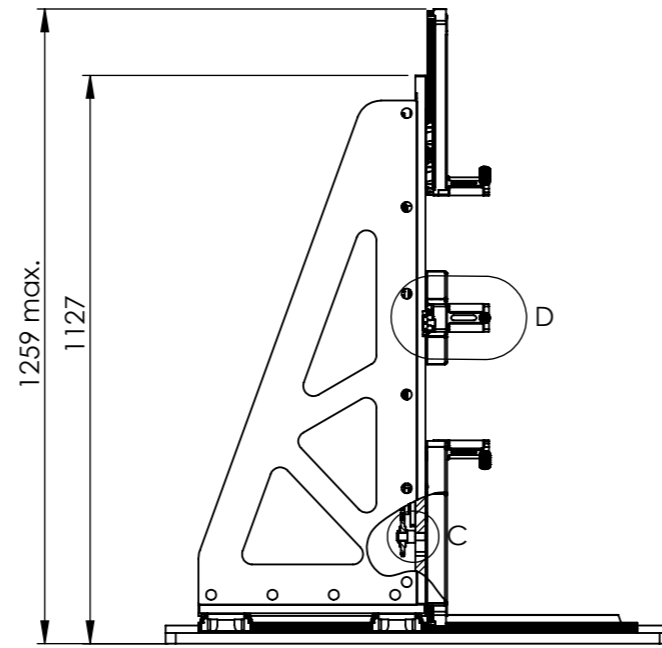
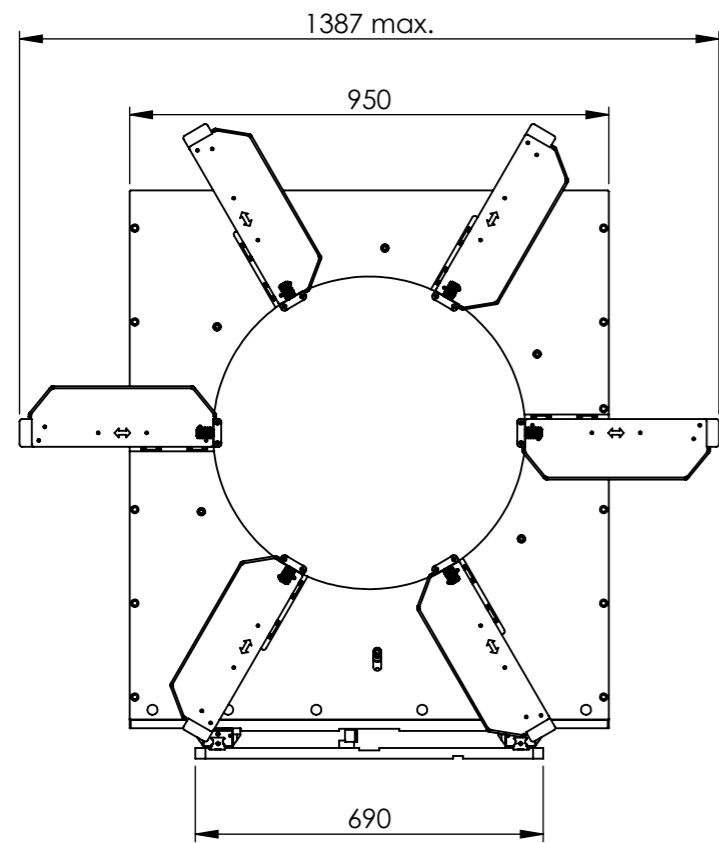
A (1 : 6)



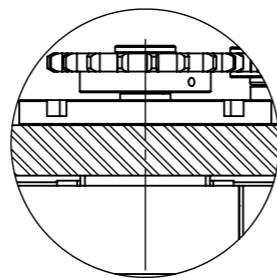
B (1 : 6)

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1912192409	<b>20190331-148</b>	Vários	Oficina		1	
2	NU#1920095223	<b>20190331-150</b>	Vários	Oficina		1	
3	NU#1923221039	<b>20190331-156</b>	Vários	Oficina		1	
4	NU#1916204935	<b>20190331-157</b>	Al5083	Fresa		2	
5	NU#1928185814	<b>Not Used</b>	Corrente 08B-1	Oficina		1	

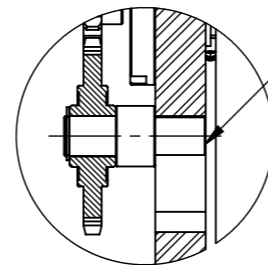
Nome	Nuno Marques	Data	12/08/2019	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1
Des.	Nuno Marques	12/08/2019						Massa (kg)	235896.89
Vist.				Tratamento	Nenhum				
Aprov.	Nuno Marques	26/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:20	A4	Material	Vários	
Nome	NU#1912192639			Descrição	Oficina				
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>								Desenho	20190331-158



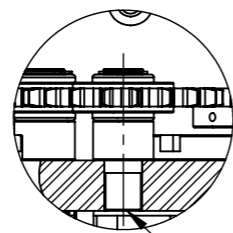
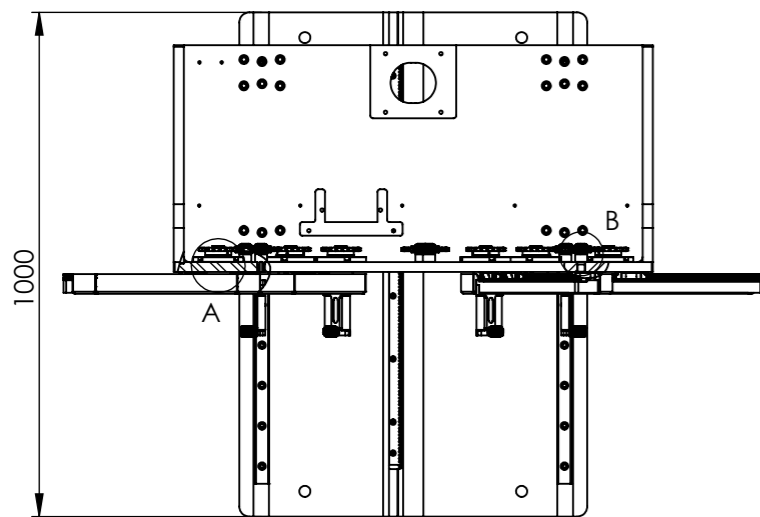
Ajustar verticalmente conforme necessário para tensionar a corrente.



DETAIL A  
SCALE 1 : 3

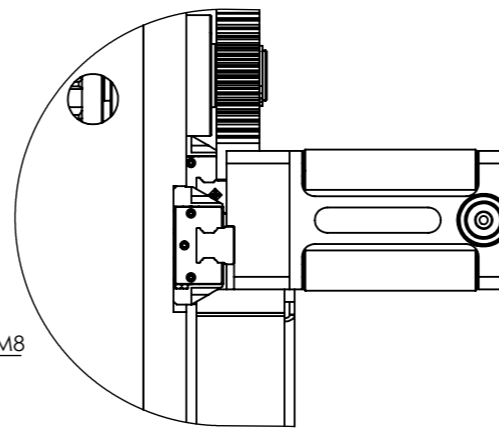


DETAIL C  
SCALE 1 : 3

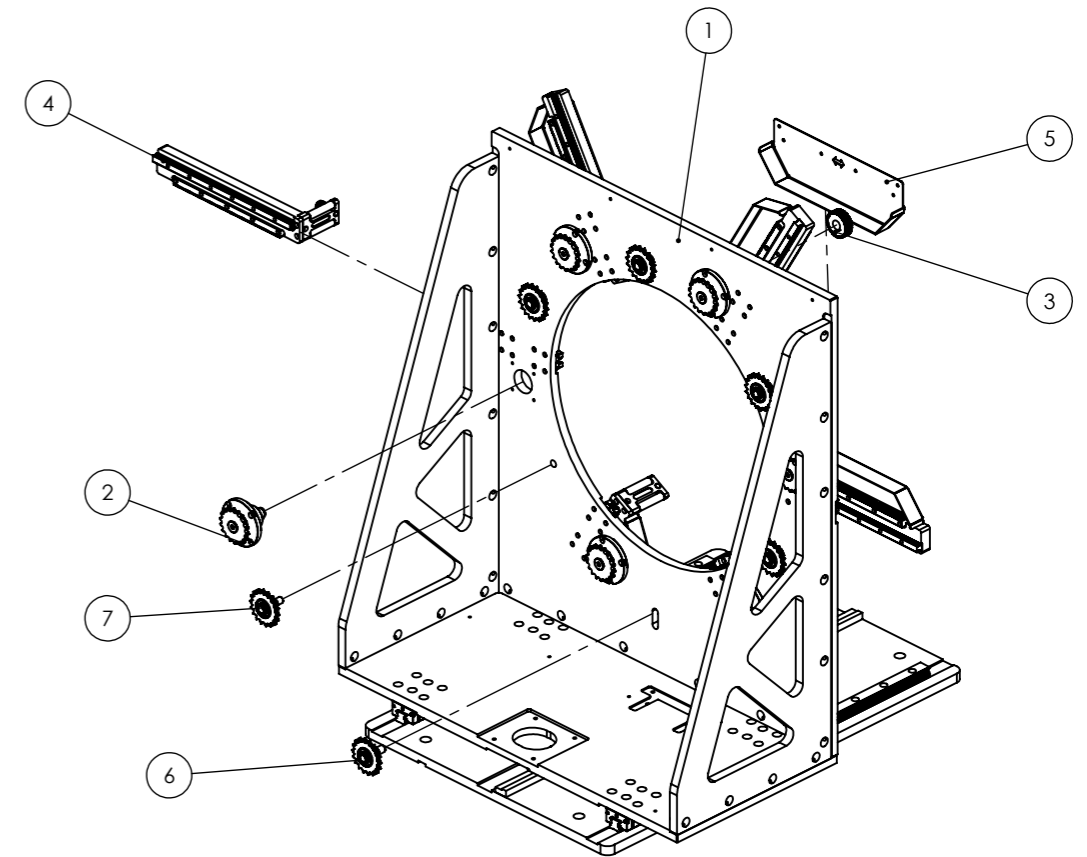


DETAIL B  
SCALE 1 : 3

Anilha + Parafuso M8

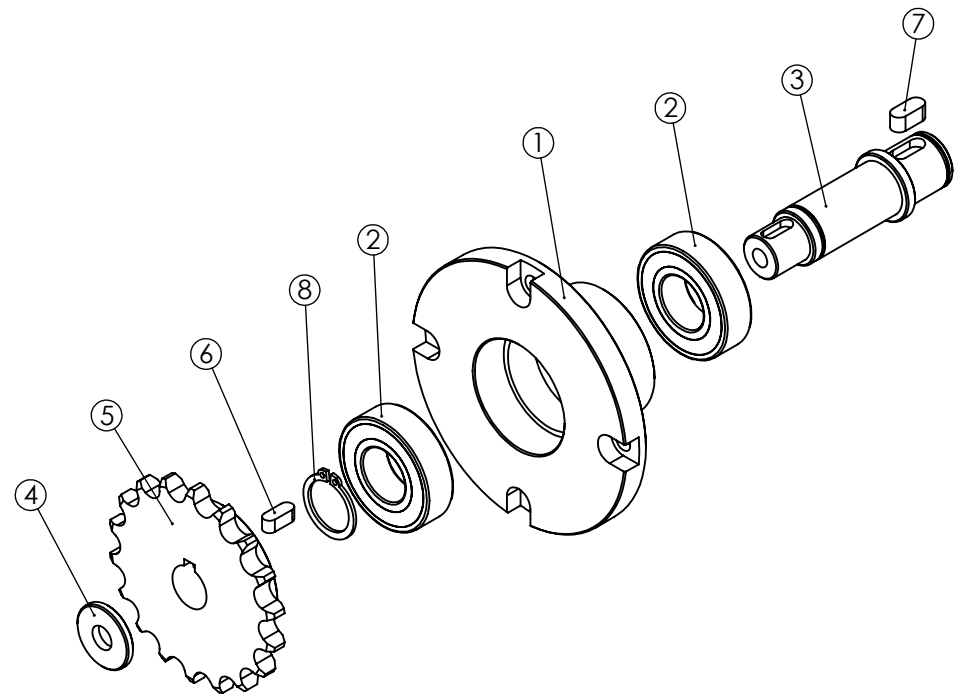
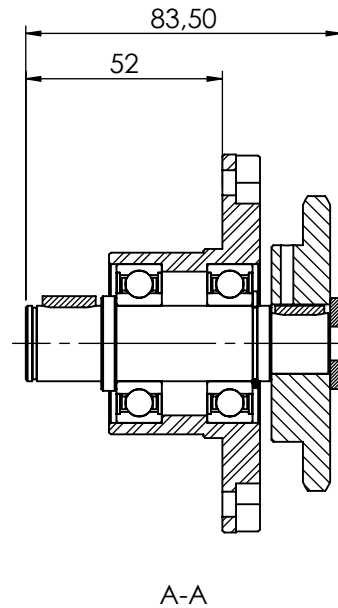
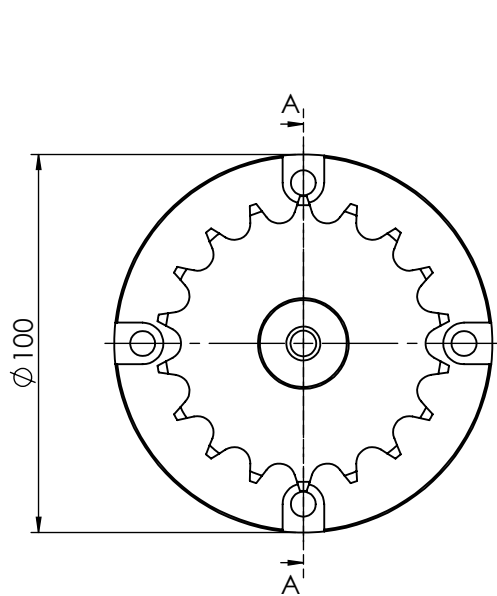


DETAIL D  
SCALE 1 : 3



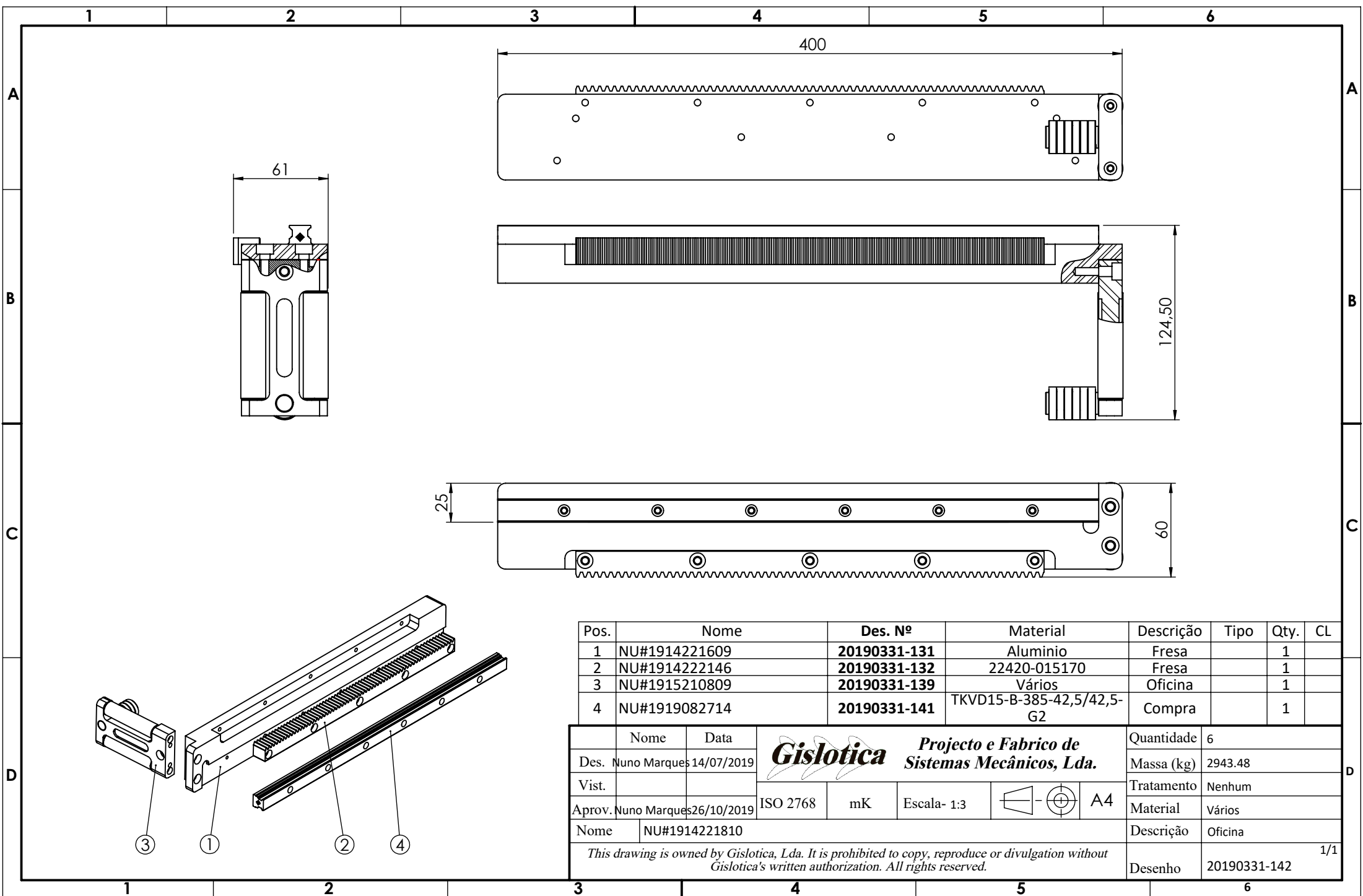
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1912192152	20190331-126	Vários	Oficina		1	
2	NU#1914204648	20190331-189	Vários	Oficina		6	
3	NU#1914214838	20190331-130	Roda dentada M1.5 Z35 Dp52.5	Fresa		6	
4	NU#1914221810	20190331-142	Vários	Oficina		6	
5	NU#1912214454	20190331-143	Inox304	Laser		6	
6	NU#1920092219	20190331-145	Vários	Oficina		1	
7	NU#1921222029	20190331-147	Vários	Oficina		5	
8	NU#1929014412	Not Used	Freio DIN 471 - 20x1.2 - St	Oficina	Not Used	6	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>			Quantidade	1		
Des.	12/08/2019				Massa (kg)	229070.15		
Vist.		Tratamento	Nenhum					
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:15		A3	Material	Vários
Nome	NU#1912192409	Descrição		Oficina				
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>								
Desenho							20190331-148	1/1



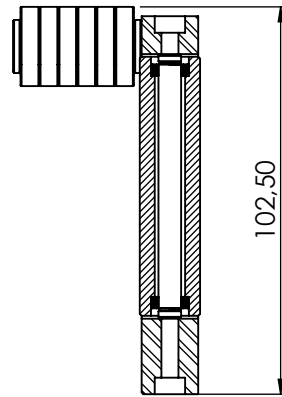
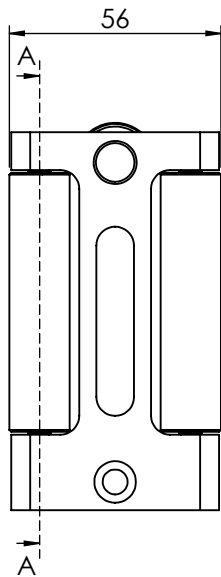
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1914200510	<b>20190331-050</b>	Al5083	Torno		1	
2	NU#1914205032	<b>INA FAG</b>	6004-2RSR	Compra	Spare	2	A
3	NU#1914192140	<b>20190331-127</b>	CK45	Torno		1	
4	NU#1914210623	<b>20190331-128</b>	Inox304	Laser		1	
5	NU#1918075313	<b>20190331-129</b>	1/2" x 5/16" Dp: 73,14 Z: 18 DFuro: 16	Fresa		1	
6	NU#1929013446	<b>20190331-187</b>	CK45	Fresa		1	
7	NU#1929013829	<b>20190331-188</b>	CK45	Fresa		1	
8	NU#1929014412	<b>Not Used</b>	Freio DIN 471 - 20x1.2 - St	Oficina	Not Used	1	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	6
Des.	Nuno Marques 14/07/2019					Massa (kg)	745.57
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:2	A4	Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019					Material	Vários
Nome	NU#1914204648					Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>						Desenho	20190331-189

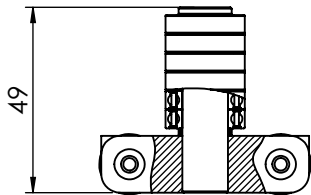
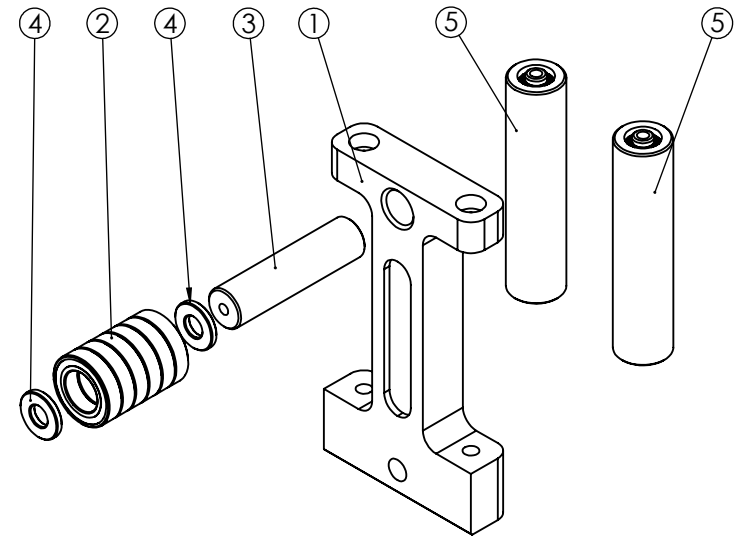


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1914221609	<b>20190331-131</b>	Aluminio	Fresa		1	
2	NU#1914222146	<b>20190331-132</b>	22420-015170	Fresa		1	
3	NU#1915210809	<b>20190331-139</b>	Vários	Oficina		1	
4	NU#1919082714	<b>20190331-141</b>	TKVD15-B-385-42,5/42,5-G2	Compra		1	


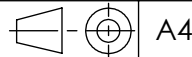
Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	6	
Des.	Nuno Marques 14/07/2019					Massa (kg)	2943.48	
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:3	A4	Tratamento	Nenhum	
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019					Material	Vários	
Nome	NU#1914221810					Descrição	Oficina	
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-142

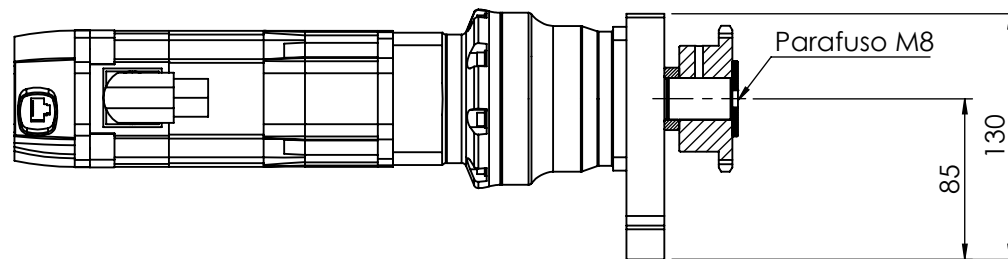
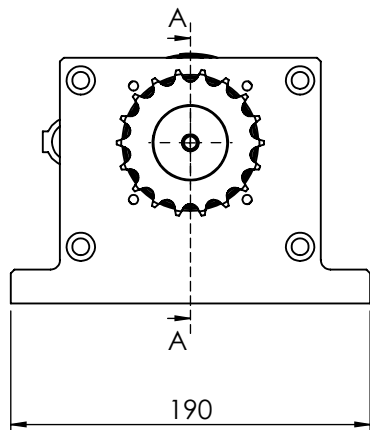


A-A

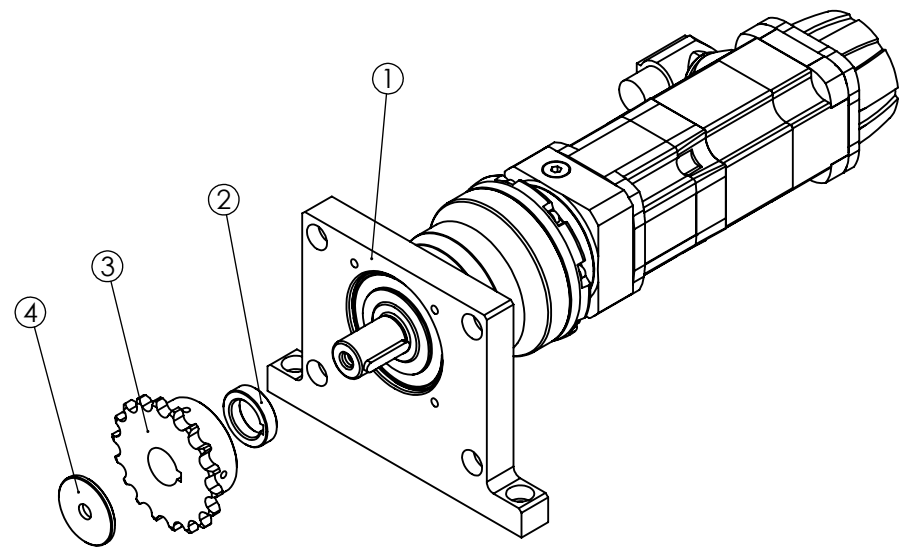
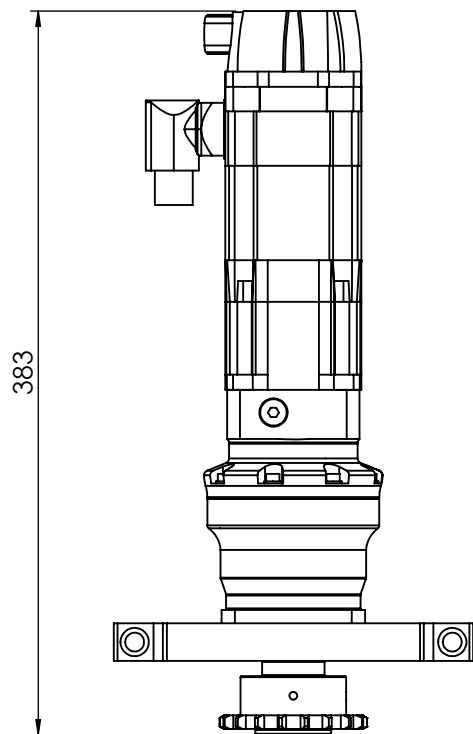


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1915205454	<b>20190331-133</b>	Inox304	Fresa		1	
2	NU#1915213110	<b>INA FAG</b>	61801-2RSR	Compra		6	
3	NU#1915213149	<b>20190331-137</b>	CK45	Torno		1	
4	NU#1915214937	<b>20190331-138</b>	Inox304	Laser		2	
5	NU#1927001127	<b>20190331-140</b>	Vários	Oficina		2	

Nome	Data	 <b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	6
Des.	Nuno Marques 15/07/2019					Massa (kg)	584.55
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:2		Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019					Material	Vários
Nome	NU#1915210809					Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislótica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislótica's written authorization. All rights reserved.</i>						Desenho	20190331-139

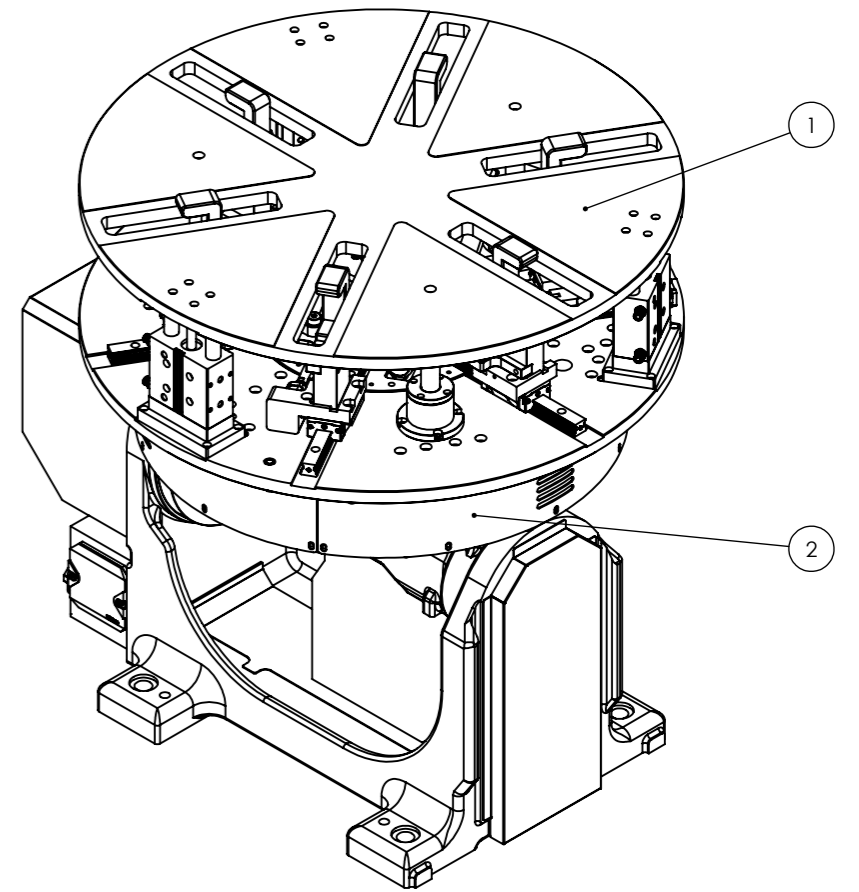
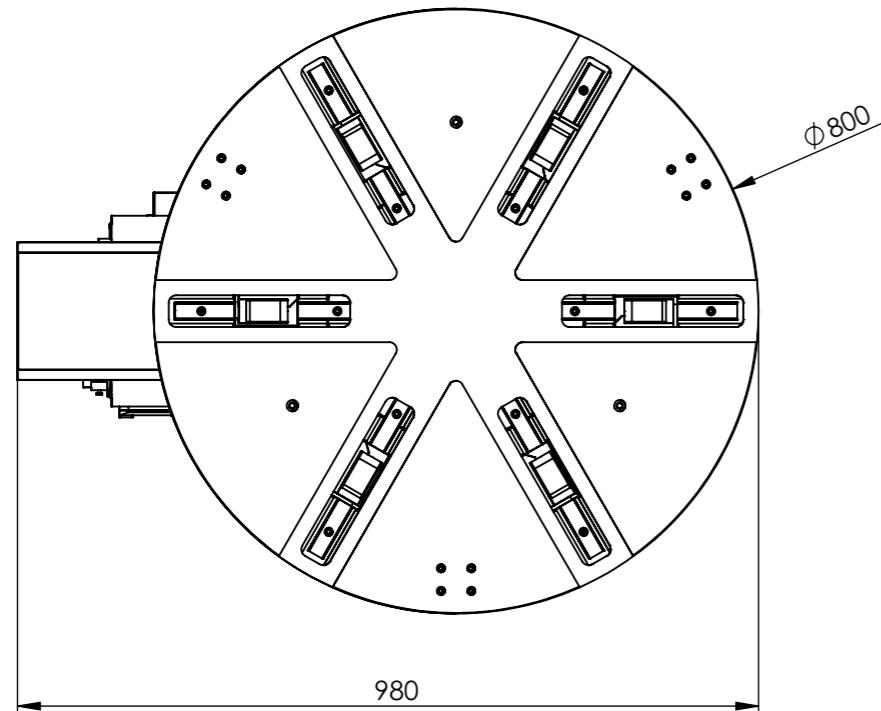
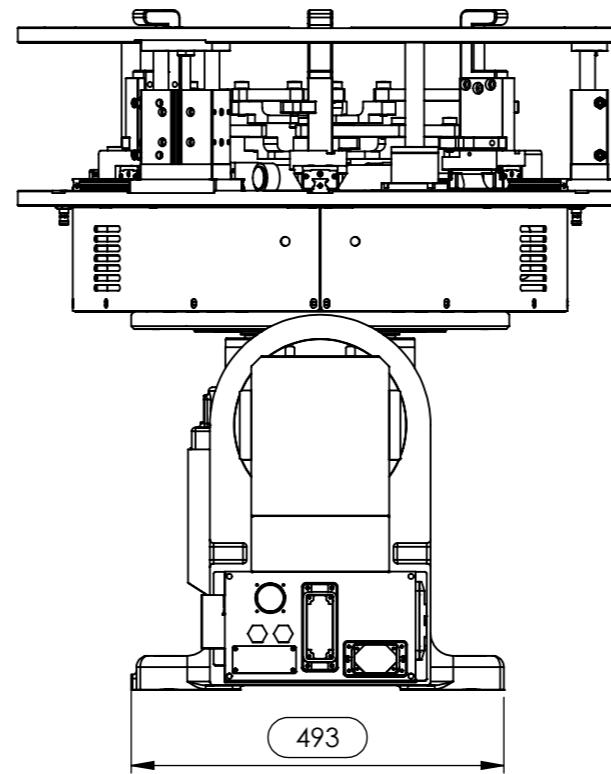
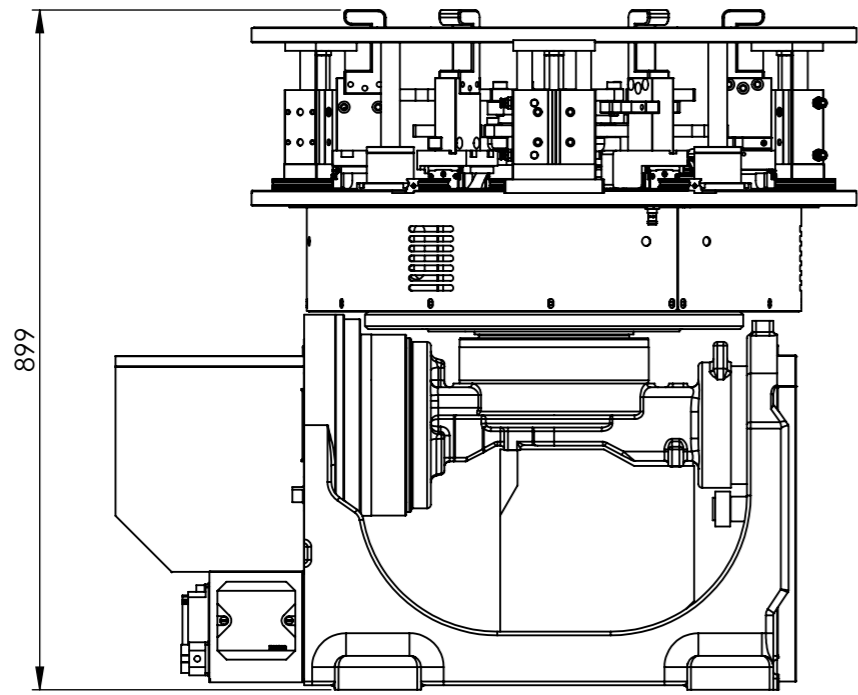


A-A



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1912192744	<b>20190331-152</b>	Vários	Oficina		1	
2	NU#1918085033	<b>20190331-153</b>	Aço	Torno	Wear	1	A
3	NU#1918082623	<b>20190331-154</b>	1/2"x5/16" Dp:73,14 Z:18	Compra	Wear	1	A
4	NU#1918085434	<b>20190331-155</b>	Inox304	Laser		1	

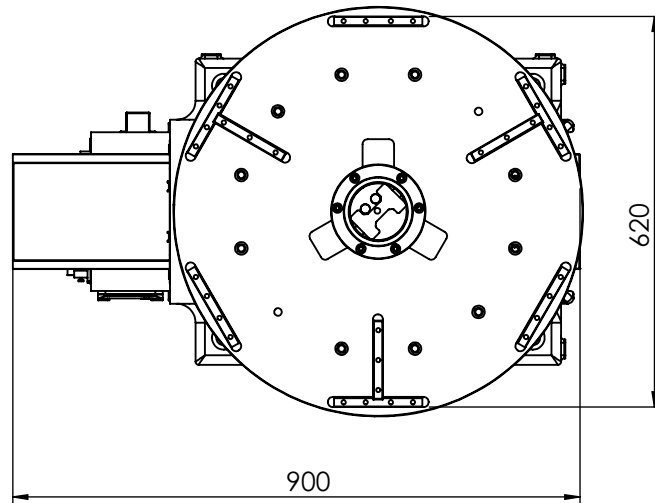
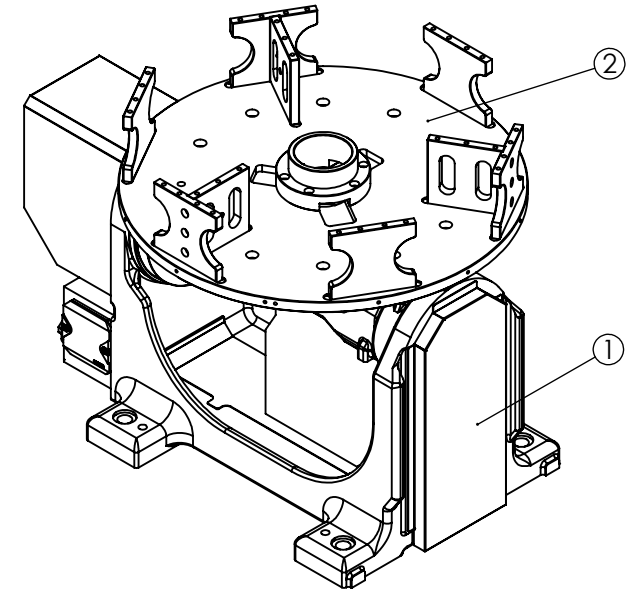
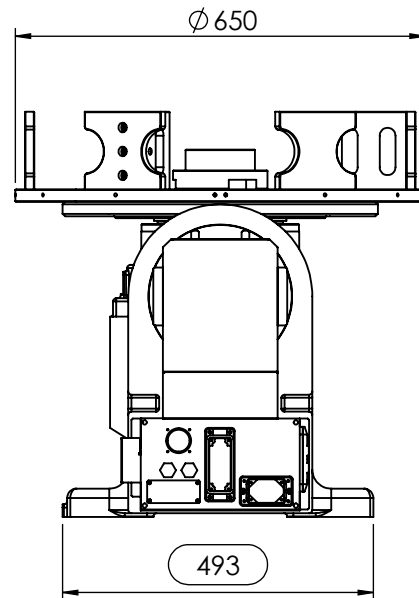
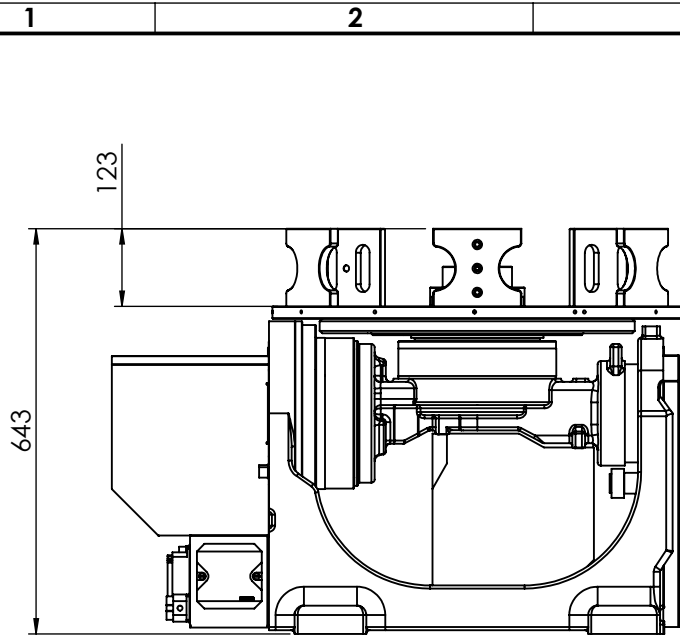
Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1	
Des.	Nuno Marques 23/08/2019					Massa (kg)	2925.01	
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:4		Tratamento	Nenhum	
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019					Material	Vários	
Nome	NU#1923221039	Descrição				Oficina		
<i>This drawing is owned by Gislótica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislótica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-156




Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1925233714	20190331-111	Vários	Oficina		1	
2	NU#1921204458	20190331-110	Inox304	Soldadura		3	

Des.	Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1	
Vist.		10/07/2019					Massa (kg)	190724.43	
Aprov.	Nuno Marques	26/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:10	A3	Tratamento	Nenhum	
Nome	NU#1910203811						Material	Vários	
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Descrição	Oficina	
							Desenho	20190331-112	1/1



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1924190101	FANUC	Servo-posicionador 2 eixos	Compra		1	
2	NU#1912142757	20190331-069	Vários	Oficina		1	

Nome	Data	 <b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1
Des.	Nuno Marques 25/08/2019					Massa (kg)	95900.14
Vist.		Tratamento	Nenhum				
Aprov.	Nuno Marques 24/10/2019	Material	Vários				
Nome	NU#1925105852	Descrição	Oficina				
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>				Desenho	20190331-070	1/1	

1

2

3

4

5

6

A

A

B

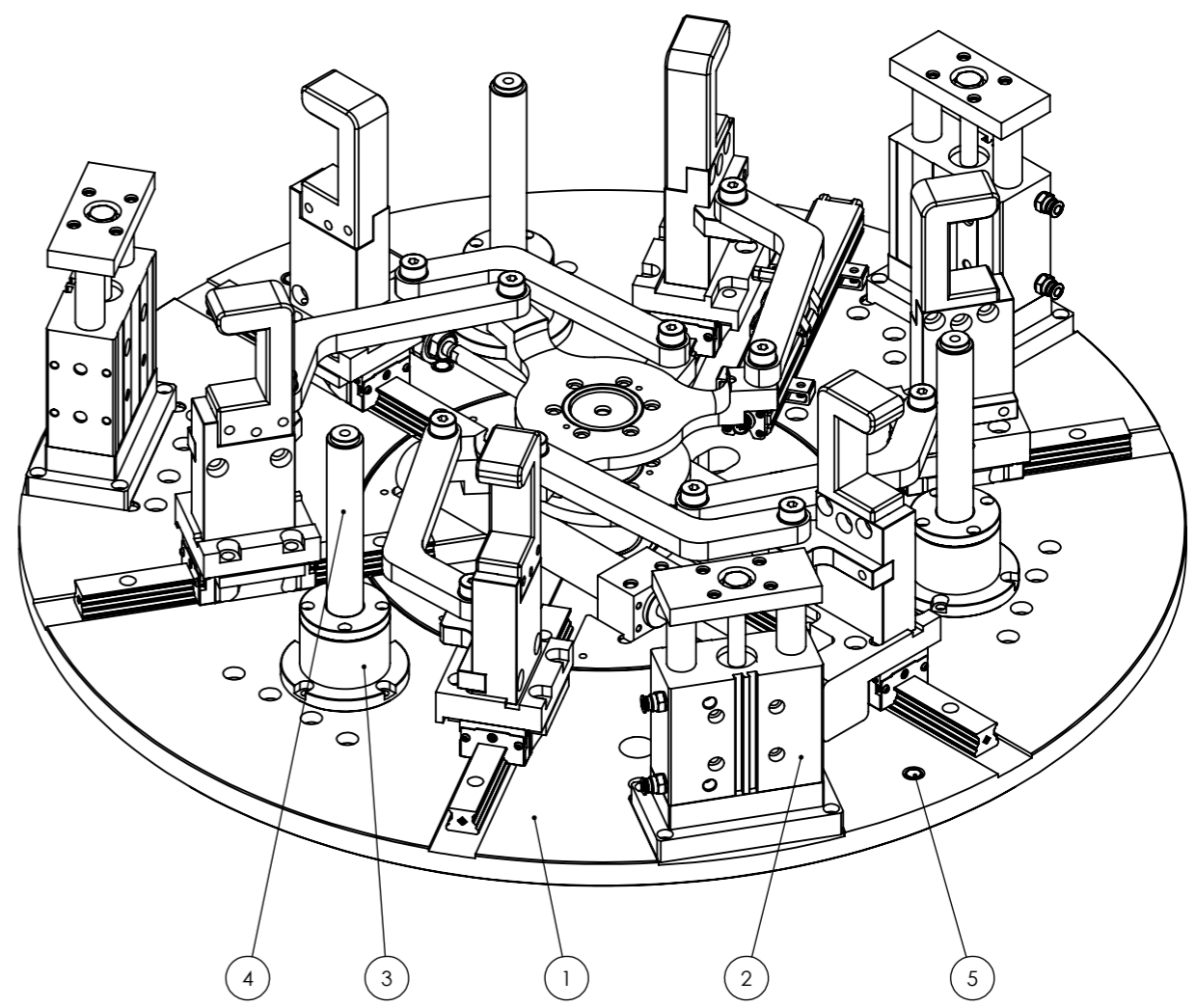
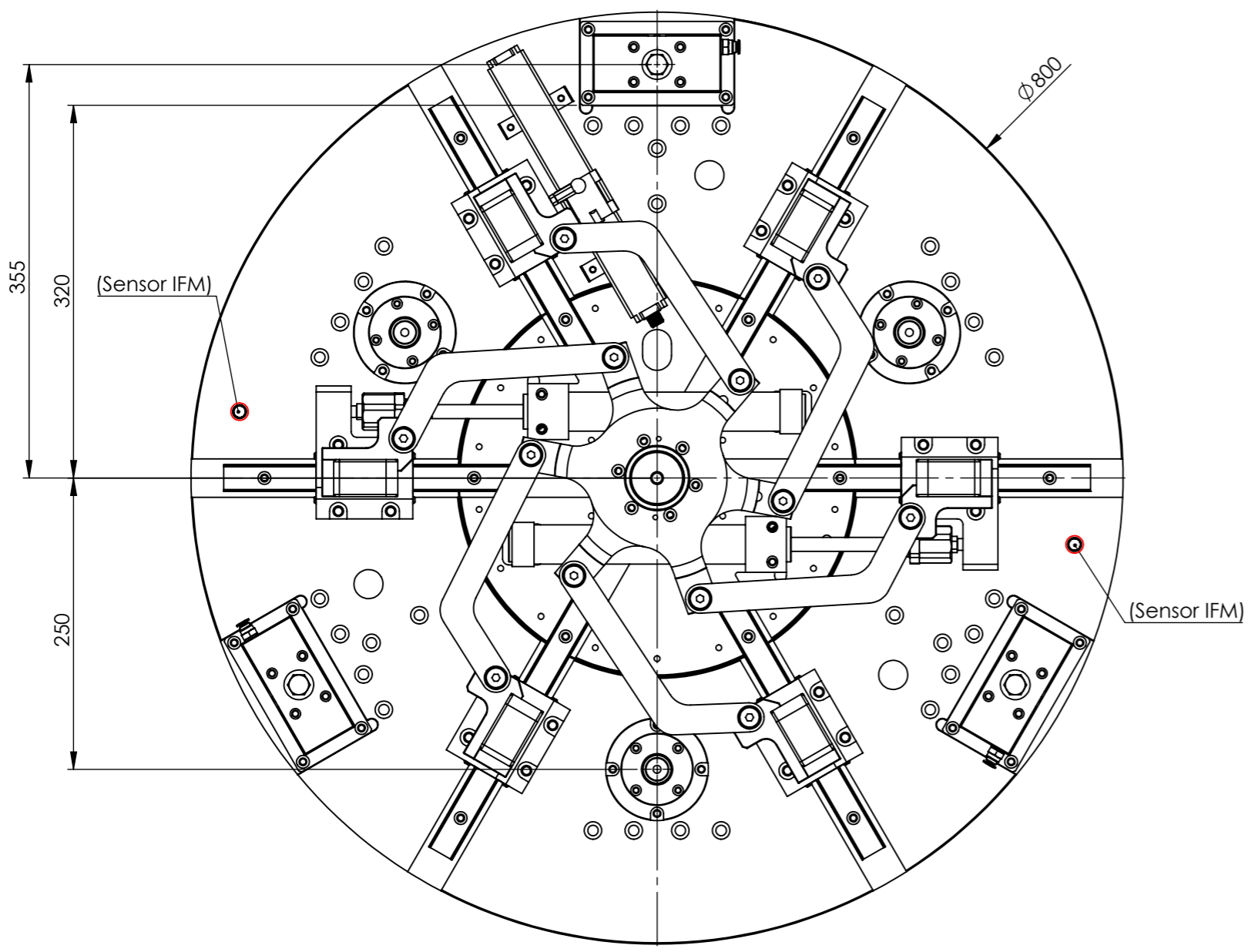
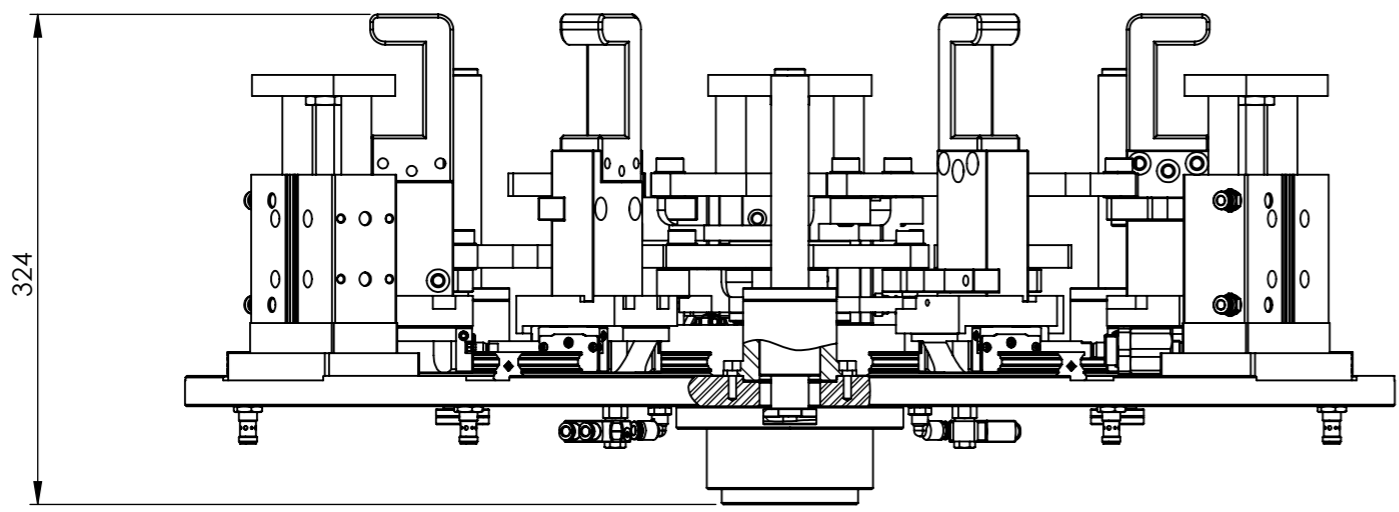
B

C

C

D

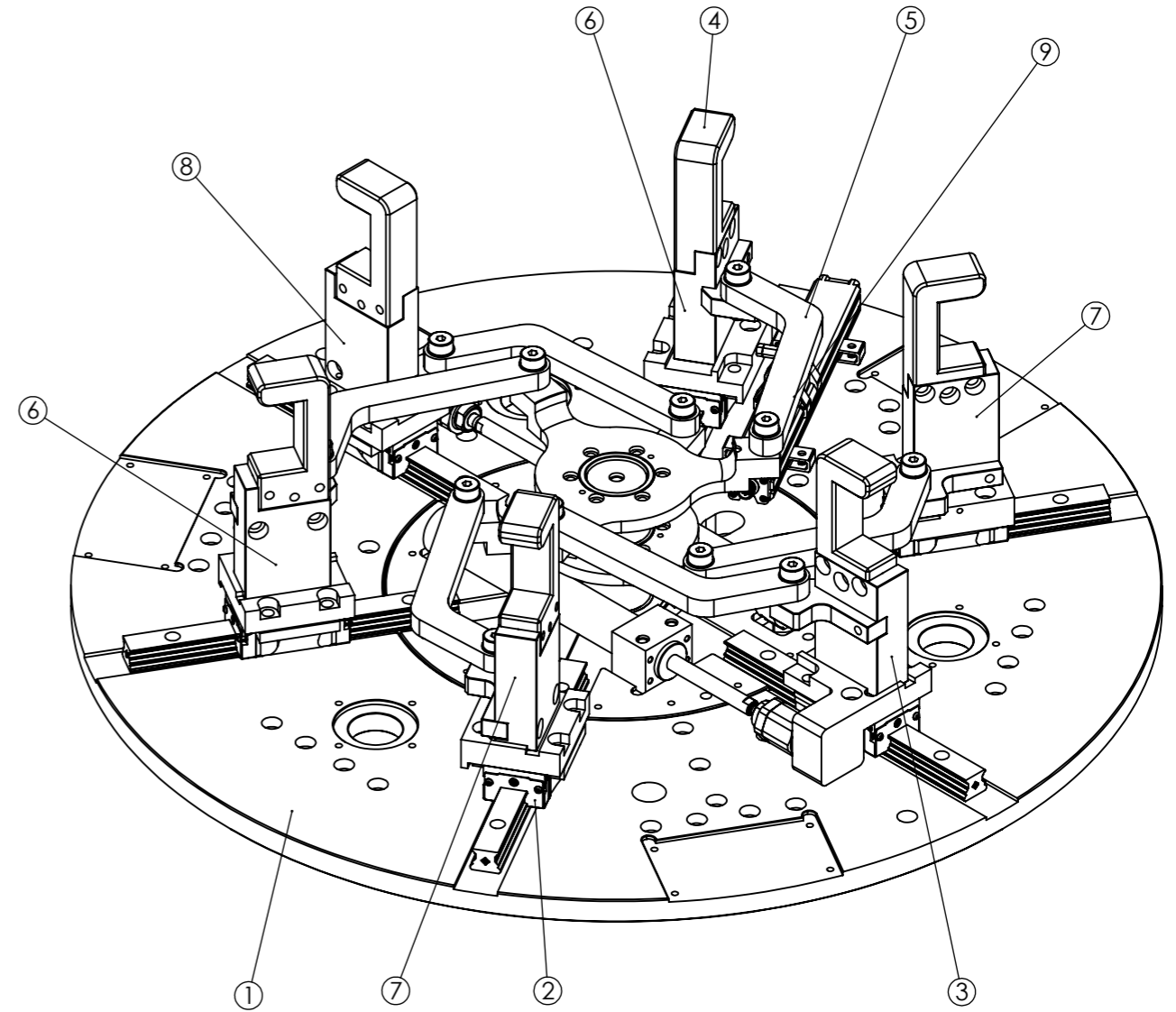
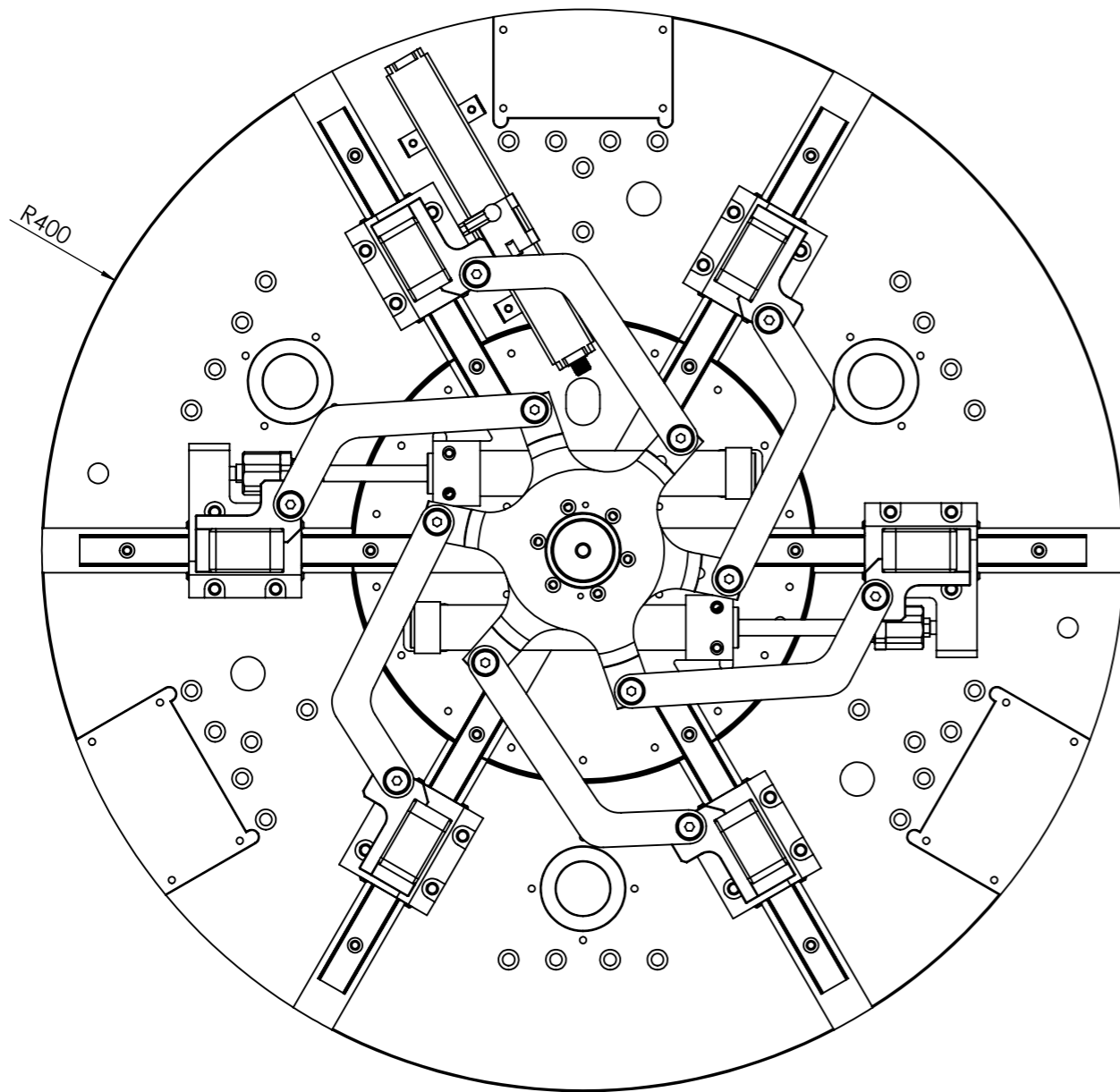
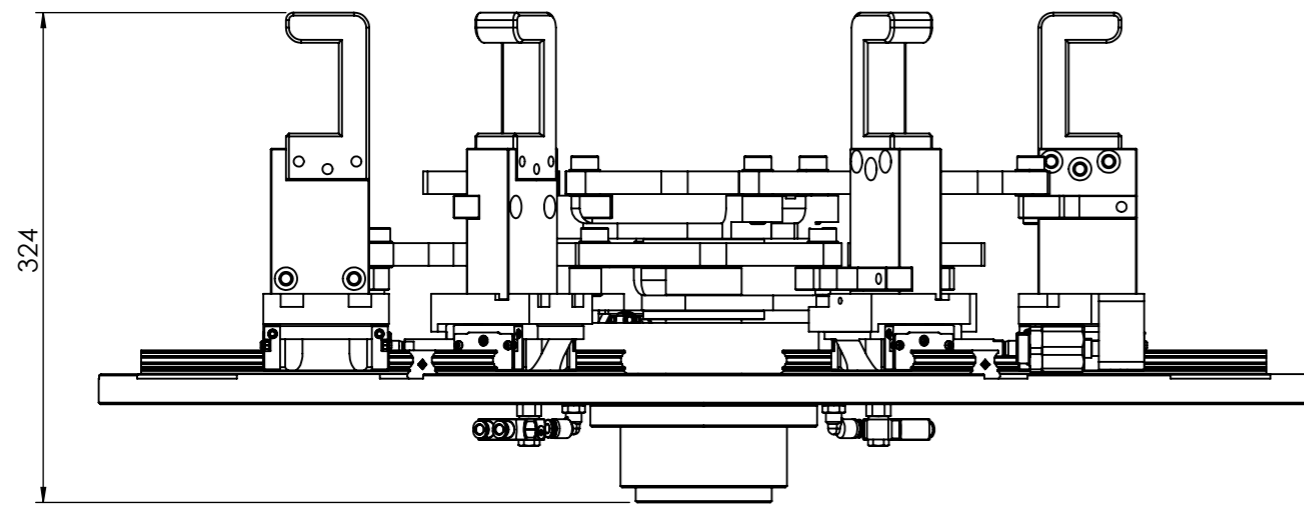
D



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1925171418	20190331-097	Vários	Oficina		1	
2	NU#1907223245	20190331-099	Vários	Oficina		3	
3	NU#1908231831	20190331-105	Vários	Oficina		3	
4	NU#1913170917	20190331-103	Vários	Oficina		3	
5	NU#1925225342	IFM	IFS297 M12	Compra		4	

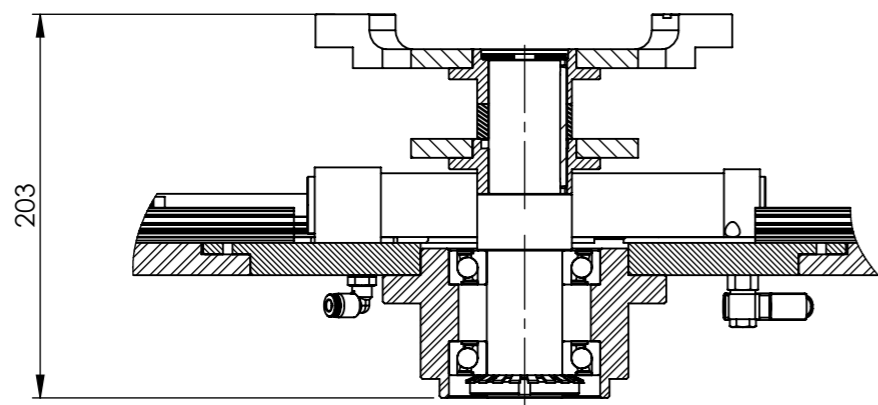
  

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>			Quantidade	1		
Des.	22/07/2019				Massa (kg)	66208.62		
Vist.		Tratamento	Nenhum					
Aprov.	Nuno Marques 26/10/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:5		A3	Material	Vários
Nome	NU#1922230244	Descrição		Oficina				
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>								
Desenho							20190331-106	1/1

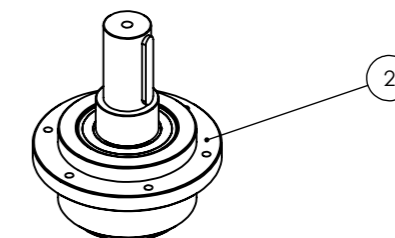
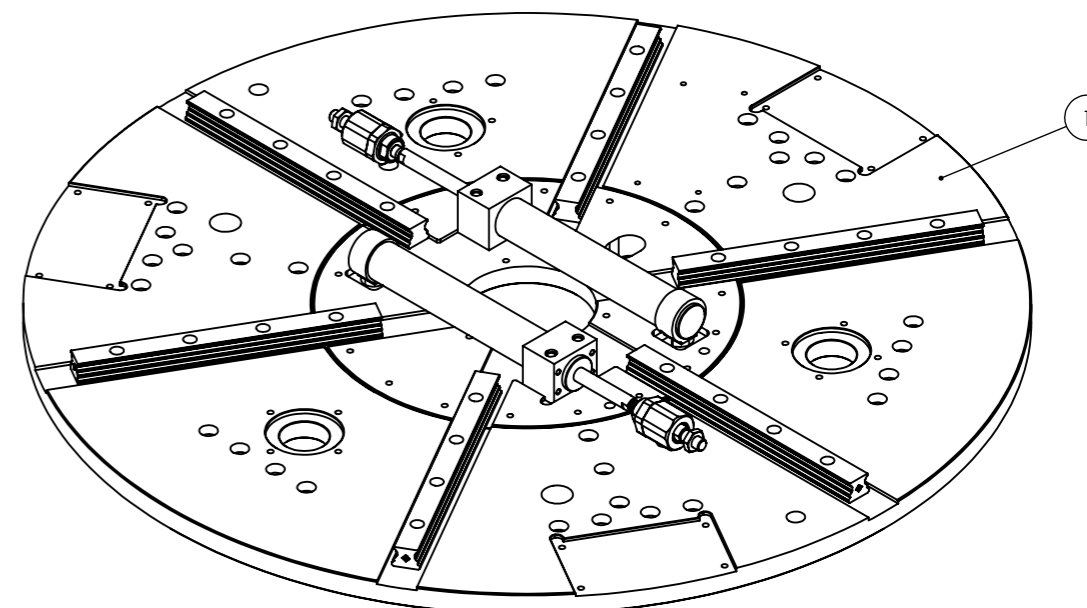
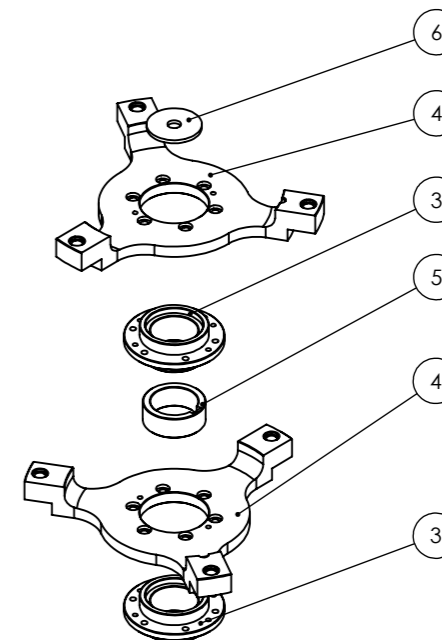
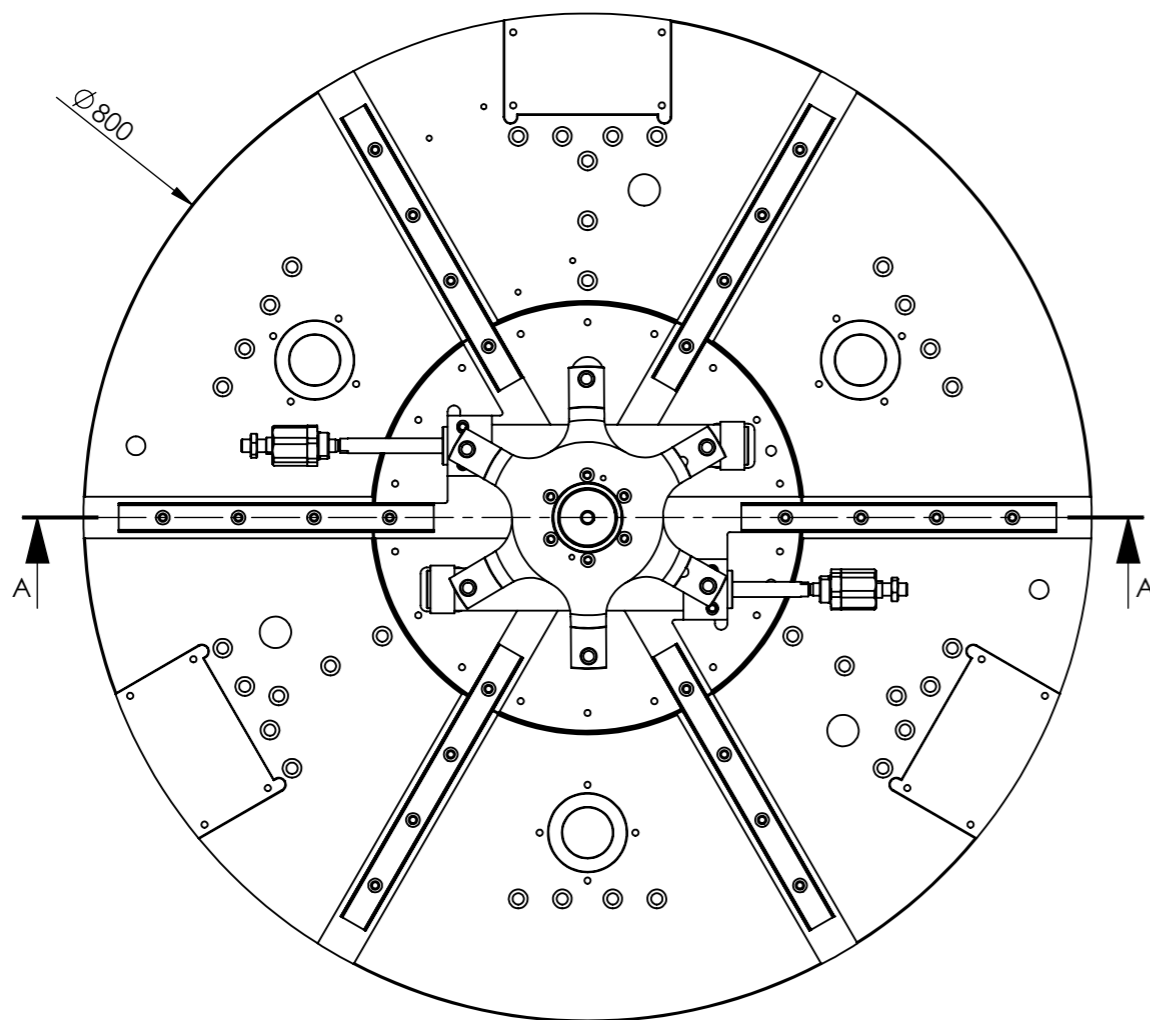


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1925161048	20190331-084	Vários	Oficina		1	
2	NU#1929223625	INA FAG	KWVE25-B-V1-G2	Compra	Spare	6	A
3	NU#1930234234	20190331-088	Vários	Oficina		1	
4	NU#1925171513	20190331-096	Inox304	Fresa		6	
5	NU#1922205906	20190331-090	Vários	Oficina		6	
6	NU#1931213906	20190331-092	Vários	Oficina		2	
7	NU#1931222346	20190331-094	Vários	Oficina		2	
8	NU#1931222635	20190331-095	Vários	Oficina		1	
9	NU#1927120129	20190331-186	Vários	Oficina		1	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1	
Des.	25/08/2019					Massa (kg)	53461.99	
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:5		A3	Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques	26/10/2019					Material	Vários
Nome	NU#1925171418						Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislótica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislótica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-097
								1/1

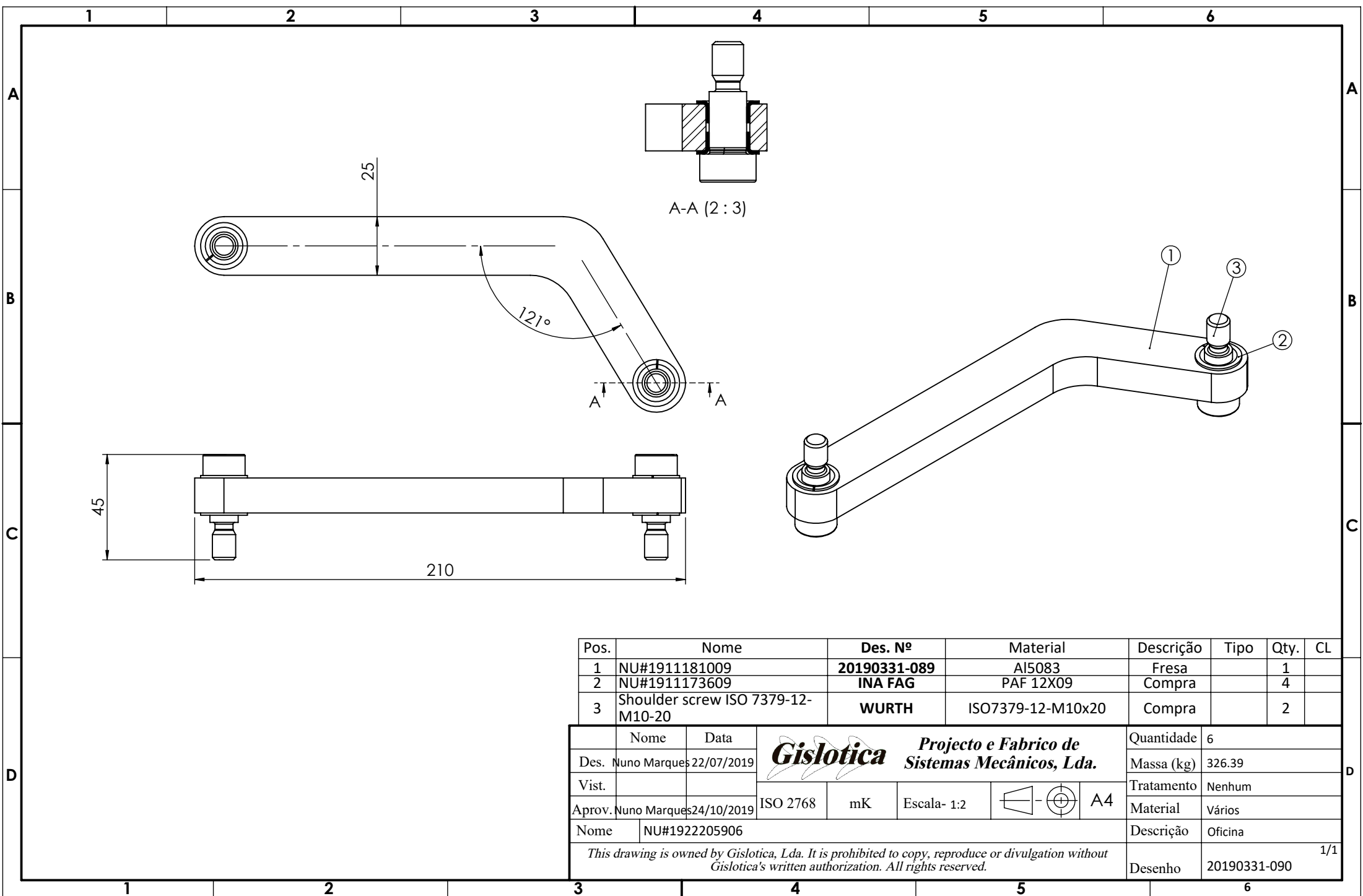


SECTION A-A  
SCALE 1 : 4



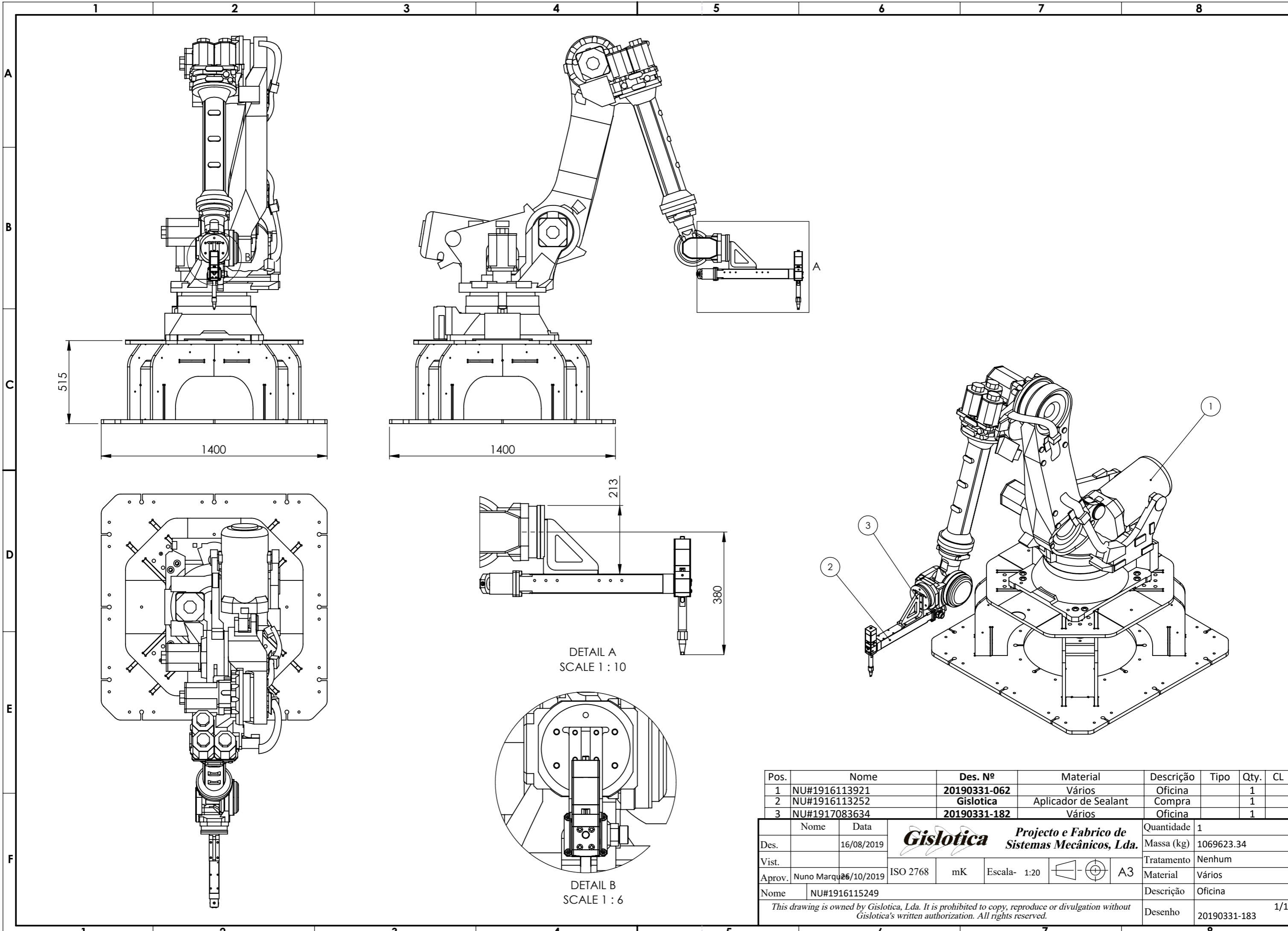
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1925151632	20190331-076	Vários	Oficina		1	
2	NU#1925153321	20190331-079	Vários	Oficina		1	
3	NU#1930224850	20190331-080	Aço	Torno		2	
4	NU#1930225246	20190331-081	CK45	Fresa		2	
5	NU#1930225508	20190331-082	Al5083	Torno		1	
6	NU#1930230332	20190331-083	Inox304	Laser		1	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	1	
Des.	25/08/2019					Massa (kg)	39639.00	
Vist.		Tratamento	Nenhum					
Aprov.	Nuno Marques	ISO 2768	mK	Escala- 1:6		A3	Material	Vários
Nome	NU#1925161048	Descrição		Oficina				
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>							Desenho	20190331-084
								1/1



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1911181009	20190331-089	Al5083	Fresa		1	
2	NU#1911173609	INA FAG	PAF 12X09	Compra		4	
3	Shoulder screw ISO 7379-12-M10-20	WURTH	ISO7379-12-M10x20	Compra		2	

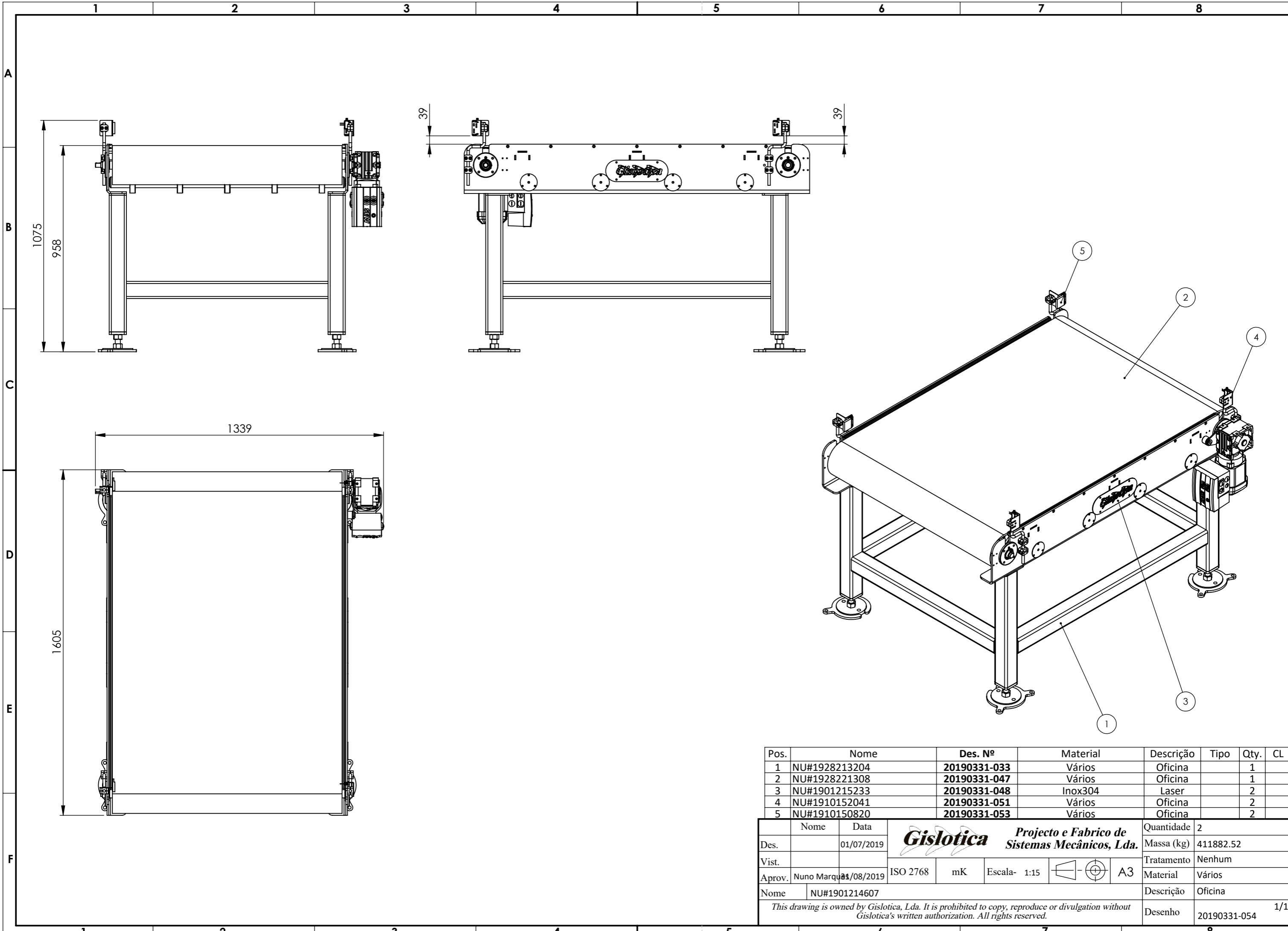
Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>				Quantidade	6
Des.	Nuno Marques 22/07/2019					Massa (kg)	326.39
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:2	A4	Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques 24/10/2019					Material	Vários
Nome	NU#1922205906					Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>						Desenho	20190331-090



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1916113921	20190331-062	Vários	Oficina		1	
2	NU#1916113252	Gislótica	Aplicador de Sealant	Compra		1	
3	NU#1917083634	20190331-182	Vários	Oficina		1	

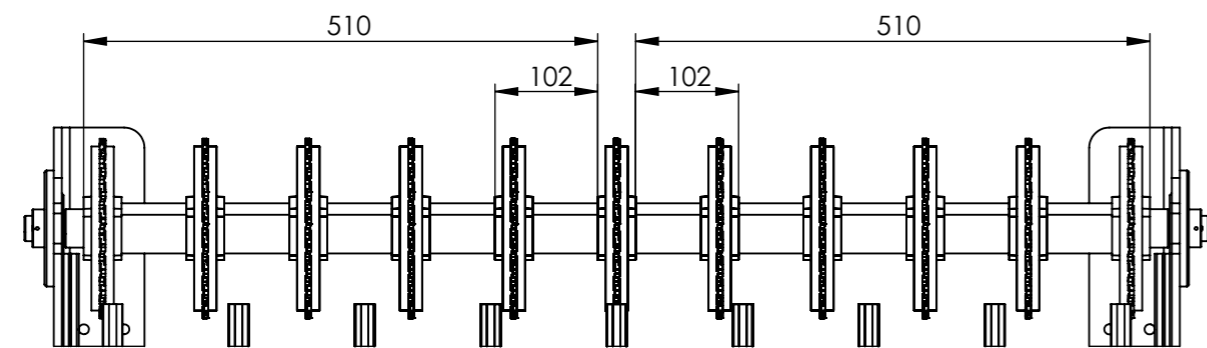
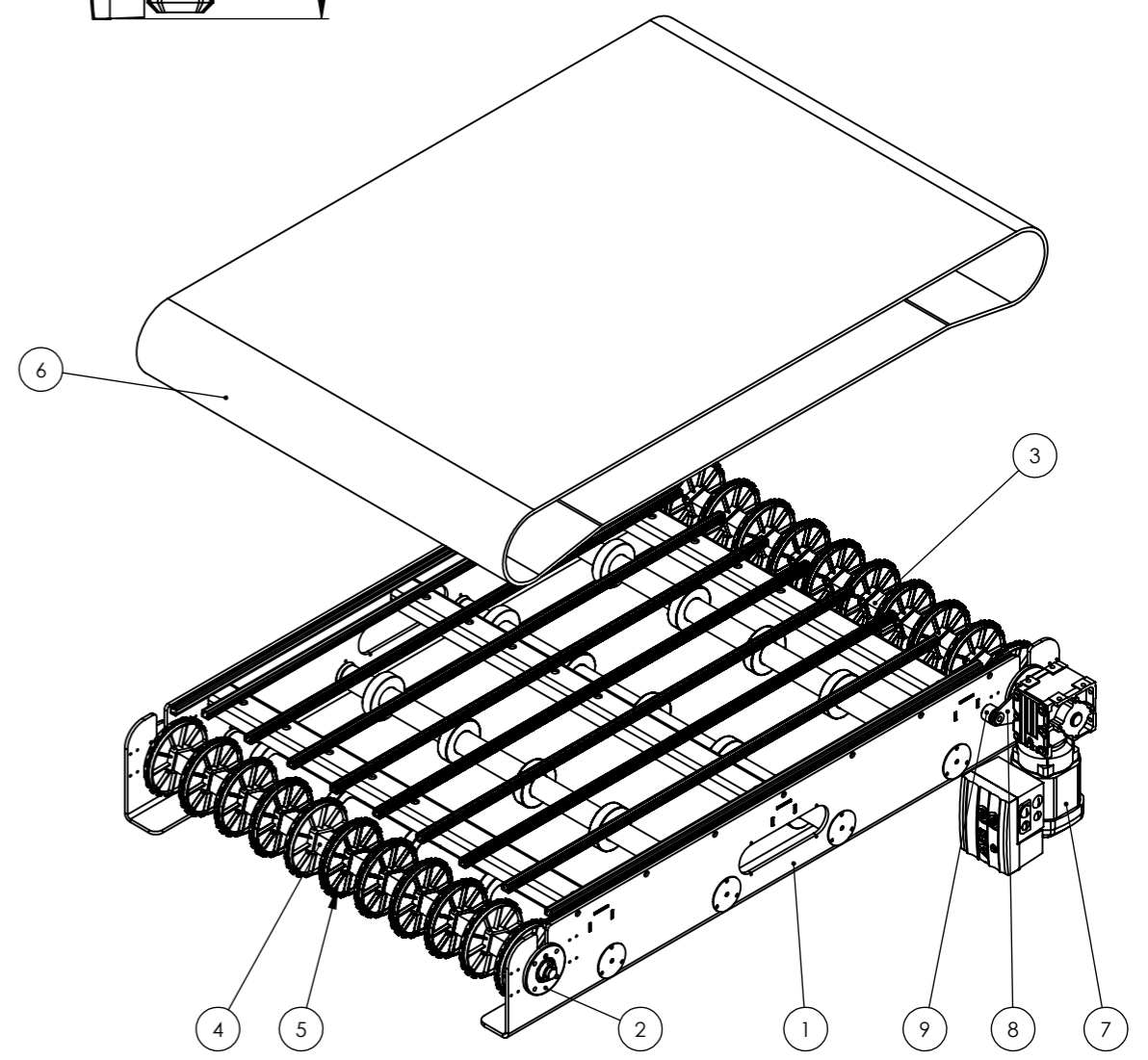
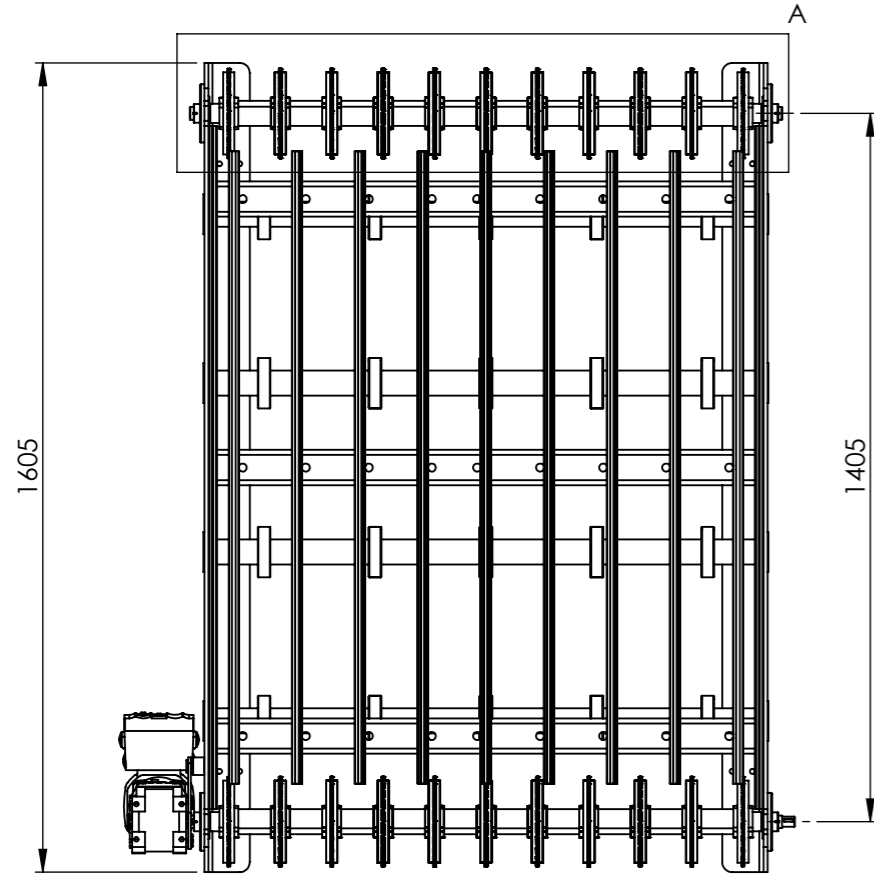
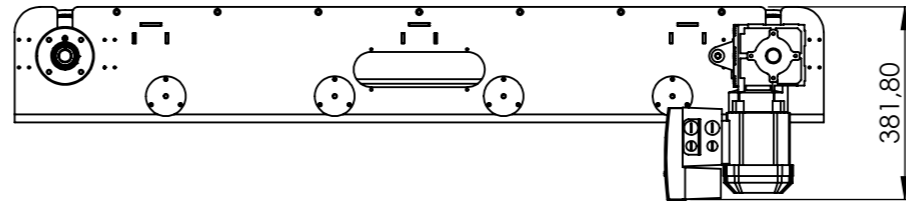
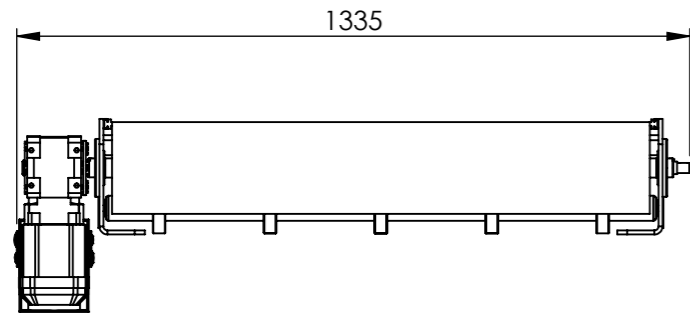
Nome	Data	<b>Gislótica</b> Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.	Quantidade	1
Des.	16/08/2019		Massa (kg)	1069623.34
Vist.		ISO 2768	Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques	mK	Material	Vários
Nome	NU#1916115249	Escala- 1:20	Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislótica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislótica's written authorization. All rights reserved.</i>			Desenho	20190331-183
				1/1



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1928213204	20190331-033	Vários	Oficina		1	
2	NU#1928221308	20190331-047	Vários	Oficina		1	
3	NU#1901215233	20190331-048	Inox304	Laser		2	
4	NU#1910152041	20190331-051	Vários	Oficina		2	
5	NU#1910150820	20190331-053	Vários	Oficina		2	

Nome	Data	<b>Gislotica</b> Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.	Quantidade	2
Des.	01/07/2019		Massa (kg)	411882.52
Vist.		ISO 2768	Tratamento	Nenhum
Aprov.	Nuno Marques	mK	Material	Vários
Nome	NU#1901214607	Escala- 1:15	Descrição	Oficina
<i>This drawing is owned by Gislotica, Lda. It is prohibited to copy, reproduce or divulgation without Gislotica's written authorization. All rights reserved.</i>			Desenho	20190331-054
				1/1



DETAIL A  
SCALE 2 : 15

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	NU#1928215323	20190331-044	Vários	Oficina		1	
2	NU#1928221708	INA FAG	PME25-XL-N	Compra	Spare	4	A
3	NU#1808160601	20170462-810	C4	Torno	Wear	1	A
4	NU#1808161127	20170462-809	C4	Torno	Wear	1	A
5	NU#1928222320	Not Used	S3D9XXDBK1NG	Compra	Spare	72	A
6	NU#1928222610	20190331-045	Intralox Flush Grid S900 PP	Compra	Spare	1	A
7	NU#1901213415	SEW	WA30_T_DRS71S4_MM03	Compra	Spare	1	A
8	NU#1901213455	SEW	Braço binário WA30_T_DRS71S4_MM03	Compra	Spare	1	A
9	NU#1909221648	20190331-046	Aço	Torno		1	

Nome	Data	<b>Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.</b>	Quantidade	2
Des.	28/06/2019		Massa (kg)	314061.99
Vist.		Tratamento	Nenhum	
Aprov.	Nuno Marques 27/08/2019	ISO 2768	mK	Escala- 1:15
Nome	NU#1928221308		Material	Vários
			Descrição	Oficina
			Desenho	20190331-047
				1/1

## 6.2 ANEXO II – FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS



# R-2000iC/210F



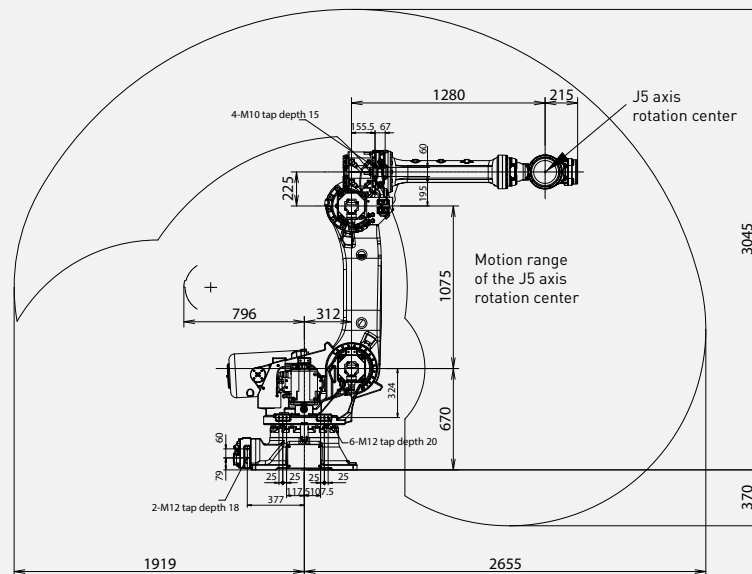
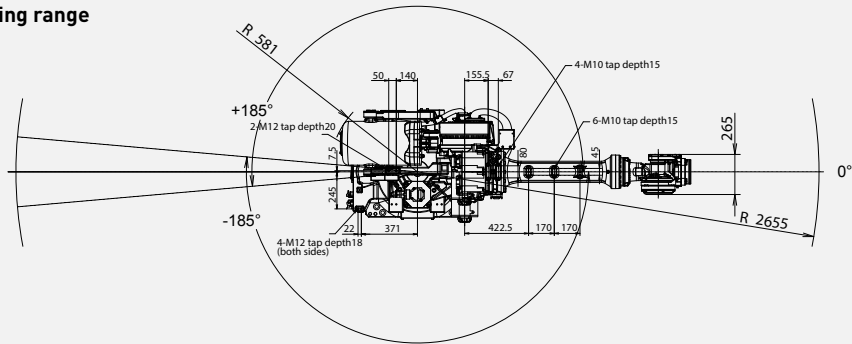
Max. load capacity  
at wrist: **210 kg**



Max. reach:  
**2655 mm**

Controlled axes	Repeatability (mm)	Mechanical weight (kg)	Motion range (°)						Maximum speed (°/s)						J4 Moment/ Inertia (Nm/kgm <sup>2</sup> )	J5 Moment/ Inertia (Nm/kgm <sup>2</sup> )	J6 Moment/ Inertia (Nm/kgm <sup>2</sup> )
			J1	J2	J3	J4	J5	J6	J1	J2	J3	J4	J5	J6			
6	± 0.05*	1370	370	136	312	720	250	720	120	105	110	140	140	220	1360/225.4	1360/225.4	735/196

## Working range



### Robot

	R-2000iC/210F
Robot footprint [mm]	771 X 610
Mounting position Floor	●
Mounting position Upside down	-
Mounting position Angle	-



### Controller

	R30iB Plus
Open air cabinet	-
Mate cabinet	○
A-cabinet	●
B-cabinet	○
iPendant Touch	●

### Electrical connections

Voltage 50/60Hz 3phase [V]	380-575
Voltage 50/60Hz 1phase [V]	-
Average power consumption [kW]	2.5

### Integrated services

Integrated signals on upper arm In/Out	8/8
Integrated air supply	2

### Environment

Acoustic noise level [dB]	70.5
Ambient temperature [° C]	0-45

### Protection

Body standard/optional	IP54/IP56
Wrist & J3 arm standard/optional	IP67

● standard ○ on request - not available ( ) with hardware and/or software option

\*Based on ISO9283

# Two-Axis Servo Positioner

## Basic Description

FANUC Robotics' Two-Axis Servo Positioner is a high performance positioner designed to provide automation integrators a flexible, reliable and cost effective solution for part and tool manipulation.

Two-Axis Servo Positioner includes FANUC servo motors, integrated piping and weld power cable, near zero backlash RV-reducer and faceplate with dowel holes to ensure fixture location repeatability.

High speed and excellent payload provide higher throughput and precision. Reliable and compact positioner complements any robot system requiring part manipulation while processing.

## Features and Benefits

- Compact and rigid structure improves weld quality.
- Integral battery backup maintains pulse coder values after removal of power and reduces integrator setup time.
- 500 kg payload capacity with highest moment, inertia and speed in class.
- IP54 rating provides protection and improves reliability.
- Integrates with all R-30iA Controllers.
- Model available in ROBOGUIDE®-WeldPRO™ for quick CAD-to-path program generation.
- ROBOGUIDE-WeldPRO programs can be easily calibrated to the actual workpiece with iRvision™ sensor.
- Dependable FANUC AC servo motors that deliver reliable robot performance are used on the servo-controlled positioner axes.

Note: ROBOGUIDE and ARC Mate are registered trademarks of FANUC LTD.



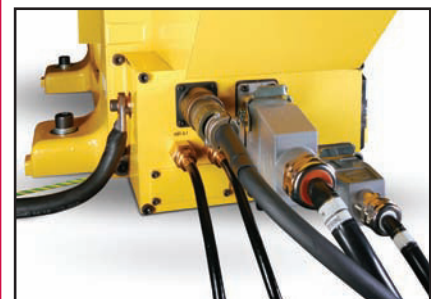
- Welding earth cable and piping/wiring are integrated into hollow drive mechanism in the positioner enabling easy and quick set up of the positioner and tooling.
- Compatible with all major brands of welding equipment.
- Multiple mounting positions include upright, inverted, wall or angle mount with no changes to the mechanical unit.

## Options

- Coordinated motion option integrates into ARC Mate® series robots and greatly increases welding quality by constant relative speed and posture.
- Various connection cable lengths for flexible positioner placement.
- Local Stop hardware can be used to disconnect the motors from the amplifier while allowing the robot to continue to run.



Utility connections at faceplate

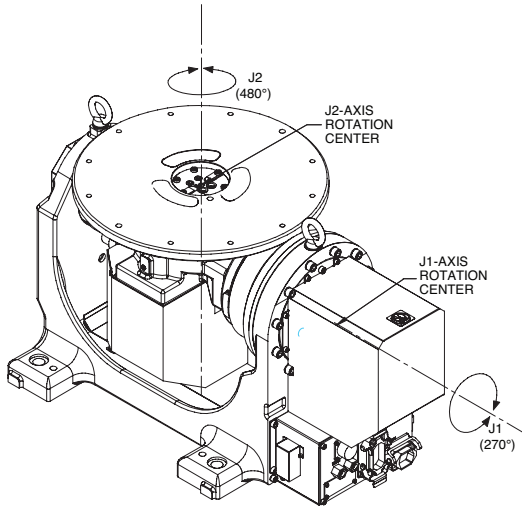


Utility connections at base

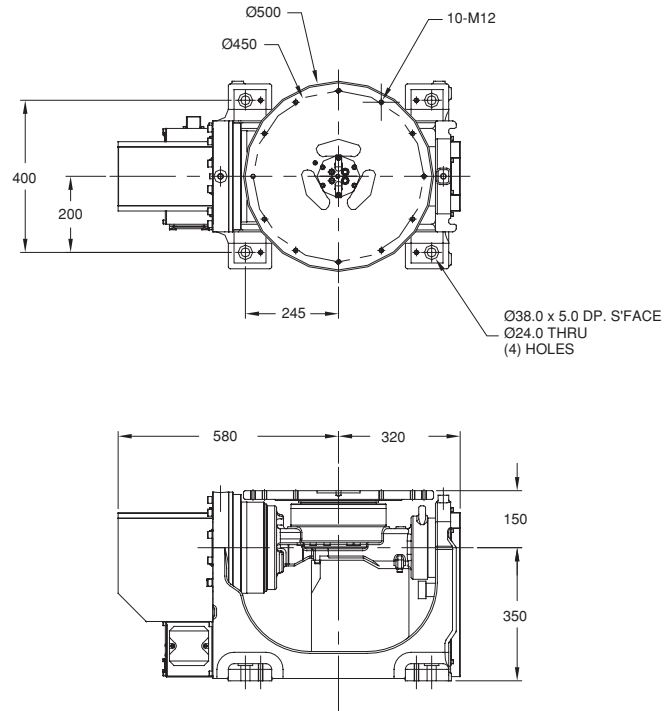
Note: ROBOGUIDE and ARC Mate are registered trademarks of FANUC LTD.

# Two-Axis Servo Positioner Dimensions

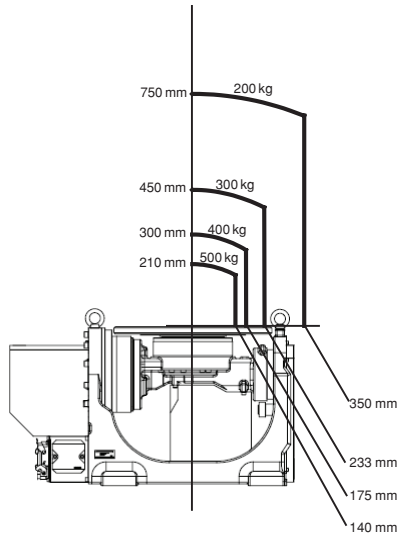
## Isometric



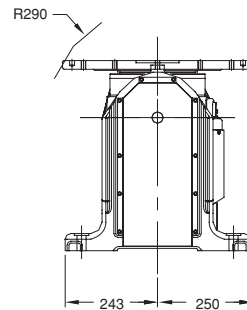
## Mounting Dimensions



## Load Graph



## Side



## Front

## Two-Axis Servo Positioner Specifications

Items		
Axes		2
Payload (kg)		500
Repeatability (mm)		±0.1
Interference radius (mm)		290
Motion range (degrees)	J1	270
	J2	480
Motion speed (degrees/s)	J1	120
	J2	190
Load moment N-m (kgf-m)	J1	1764 (180)
	J2	686 (70)
Load inertia (kg-m <sup>2</sup> )	J1	300
	J2	100
Mechanical brakes		All Axes
Mechanical weight (kg)		295
Mounting method		Floor, ceiling, angle, and wall
Installation environment		
Temperature (°C)		0 to 45
Humidity		Normally: 75% or less Short term (within a month): 95% or less No condensation
Vibration (m/s <sup>2</sup> )		.5 or less

**Note:** Dimensions are shown in millimeters.  
Detailed CAD data are available upon request.

## Intelligent Robot Solutions



**FANUC Robotics America, Inc.**  
3900 W. Hamlin Road  
Rochester Hills, MI 48309-3253  
(248) 377-7000  
Fax (248) 377-7362

Charlotte, NC  
(704) 596-5121

Toronto, Canada  
(905) 812-2300

Chicago, IL  
(847) 898-6000

Montréal, Canada  
(450) 492-9001

**For sales or technical information, call:**  
1-800-iQ-ROBOT • 1-800-47-ROBOT

Cincinnati, OH  
(513) 754-2400

Aguascalientes, Mexico  
52 (449) 922-8000

Los Angeles, CA  
(949) 595-2700

Sao Paulo, Brazil  
(55) (11) 3619-0599

[marketing@fanucrobotics.com](mailto:marketing@fanucrobotics.com)  
[fanucrobotics.com](http://fanucrobotics.com)

Toledo, OH  
(419) 866-0788

# cilindro guia

## DFM-32-50-P-A-GF

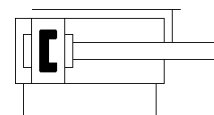
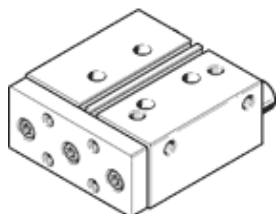
Código da peça: 170858

★ Linha de produtos básicos

com guia integrada.

Com este produto, o sensor de fim de curso SMTSO-8E pode ser utilizado com comprimento de curso igual ou maior que 50 mm. O conjunto de montagem SMB-8E pode ser instalado para dentro ou para fora.

FESTO



## Ficha técnica

Característica	Valor
Distância do centro de gravidade da carga útil até o flange de fixação	50 mm
Curso	50 mm
Diâmetro do êmbolo	32 mm
Modo de operação da unidade de acionamento	elemento de fixação
Amortecimento	P: Anéis/placas de amortecimento elástico nas posições finais de curso
Posição de instalação	Nos dois lados
Guia	Guia deslizante
Princípio construtivo	Guia
Detecção de posição	Para sensor de proximidade
Pressão de trabalho	1,5 ... 10 bar
Velocidade máxima	0,8 m/s
Modo de operação	de dupla ação
Meio operacional	Ar comprimido conforme ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Observação sobre meio operacional e do piloto	Permite operação com lubrificação (necessária para operações subsequentes)
Classe de resistência à corrosão KBK	1 – Resistência à corrosão baixa
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energia de impacto nas posições finais	0,4 Nm
Torque máx. admissível Mx em função do curso	5,8 Nm
Máx. carga útil em função do curso a uma distância definida xs	150 N
Força teórica a 6 bar, retorno	415 N
Força teórica a 6 bar, avanço	482 N
Massa móvel	1.191 g
Peso do produto	2.254 g
Conexões alternativas	Veja desenho do produto
Conexão pneumática	G1/8
Observações sobre material	Conforme RoHS
Material da proteção	Liga de alumínio
Material das vedações	NBR
Material do corpo	Liga de alumínio
Material da haste do pistão	Aço alta liga, inoxidável

## Technical data

Part number: 2123073  
Order code: DSBC-32-150-PPVA-N3

FESTO

## Dados técnicos

Feature	Value
Curso	150 mm
Ø do atuador	32 mm
Abreviação do tipo	DSBC
Amortecimento	pneumatic cushioning, adjustable at both ends
Posição de instalação	Indiferente
Tipo de construção	Êmbolo Haste Tubo de perfil
Detecção de posição	Para sensores de proximidade
Pressão operacional	0.05 ... 12.0 bar
Funcionamento	De dupla ação
meio de operação	Ar comprimido conforme ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating/pilot medium	ar comprimido filtrado, com ou sem lubrificação
Corrosion resistance class CRC	2 - Moderada resistência à corrosão
Temperatura do meio ambiente	-20 ... 80 °C
Impact energy in end positions	0,4 J
Theor. force 6 bar, ret. str.	415 N
Theor. force 6 bar, adv. str.	483 N
Add.moving mass p. 10mm stroke	0 g 9 g
Tipo de fixação	rosca fêmea Com acessórios alternativo:
Conexão pneumática	G1/8
Indicação sobre os materiais	Contém substâncias com LABS Conformidade RoHS
Material cover	Die-cast aluminium, coated
Material cylinder barrel	Wrought aluminium alloy, smooth anodised



# WL9-3P2430

W9

SMALL PHOTOELECTRIC SENSORS

**SICK**  
Sensor Intelligence.



Illustration may differ



### Ordering information

Type	Part no.
WL9-3P2430	1049062

Other models and accessories → [www.sick.com/W9](http://www.sick.com/W9)

### Detailed technical data

#### Features

<b>Sensor/ detection principle</b>	Photoelectric retro-reflective sensor, autocollimation
<b>Dimensions (W x H x D)</b>	12.2 mm x 52.2 mm x 23.6 mm
<b>Housing design (light emission)</b>	Rectangular
<b>Mounting hole</b>	M3
<b>Sensing range max.</b>	0 m ... 4 m <sup>1)</sup>
<b>Sensing range</b>	0 m ... 2.5 m <sup>1)</sup>
<b>Type of light</b>	Visible red light
<b>Light source</b>	PinPoint LED <sup>2)</sup>
<b>Light spot size (distance)</b>	Ø 45 mm (1.5 m)
<b>Wave length</b>	650 nm
<b>Adjustment</b>	None

<sup>1)</sup> Reflector PL80A.

<sup>2)</sup> Average service life: 100,000 h at T<sub>U</sub> = +25 °C.

## Mechanics/electronics

<b>Supply voltage</b>	10 V DC ... 30 V DC <sup>1)</sup>
<b>Ripple</b>	< 5 V <sub>pp</sub> <sup>2)</sup>
<b>Power consumption</b>	30 mA <sup>3)</sup>
<b>Switching output</b>	PNP <sup>4)</sup>
<b>Output function</b>	Complementary
<b>Switching mode</b>	Light/dark switching <sup>4)</sup>
<b>Output current I<sub>max.</sub></b>	≤ 100 mA <sup>5)</sup>
<b>Response time</b>	< 0.5 ms <sup>6)</sup>
<b>Switching frequency</b>	1,000 Hz <sup>7)</sup>
<b>Connection type</b>	Male connector M12, 4-pin
<b>Circuit protection</b>	A <sup>8)</sup> B <sup>9)</sup> C <sup>10)</sup>
<b>Protection class</b>	III
<b>Weight</b>	13 g
<b>Polarisation filter</b>	✓
<b>Housing material</b>	Plastic, VISTAL®
<b>Optics material</b>	Plastic, PMMA
<b>Enclosure rating</b>	IP66 IP67 IP69K
<b>Ambient operating temperature</b>	-40 °C ... +60 °C
<b>Ambient storage temperature</b>	-40 °C ... +75 °C
<b>UL File No.</b>	NRKH.E181493

<sup>1)</sup> Limit values when operated in short-circuit protected network: max. 8 A.

<sup>2)</sup> May not exceed or fall below U<sub>v</sub> tolerances.

<sup>3)</sup> Without load.

<sup>4)</sup> Q = light switching.

<sup>5)</sup> At and above Tu 50 °C, a max. load current of I<sub>max.</sub> = 50 mA is permitted.

<sup>6)</sup> Signal transit time with resistive load.

<sup>7)</sup> With light/dark ratio 1:1.

<sup>8)</sup> A = V<sub>S</sub> connections reverse-polarity protected.

<sup>9)</sup> B = inputs and output reverse-polarity protected.

<sup>10)</sup> C = interference suppression.

## Safety-related parameters

<b>MTTF<sub>D</sub></b>	3,265 years
<b>DC<sub>avg</sub></b>	0%

## Classifications

<b>ECl@ss 5.0</b>	27270902
<b>ECl@ss 5.1.4</b>	27270902
<b>ECl@ss 6.0</b>	27270902
<b>ECl@ss 6.2</b>	27270902

<b>ECl@ss 7.0</b>	27270902
<b>ECl@ss 8.0</b>	27270902
<b>ECl@ss 8.1</b>	27270902
<b>ECl@ss 9.0</b>	27270902
<b>ETIM 5.0</b>	EC002717
<b>ETIM 6.0</b>	EC002717
<b>UNSPSC 16.0901</b>	39121528

### Adjustments possible

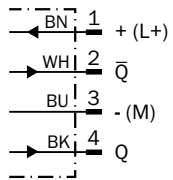
No adjustment possibility



- ③ LED indicator yellow: Status of received light beam
- ④ LED indicator green: power on

### Connection diagram

Connection diagram



## Data sheet for SIMOTICS S-1FK7



Figure similar

MLFB-Ordering data

1FK7032-2AK71-1CH1

Client order no. :

Order no. :

Offer no. :

Remarks :

Item no. :

Consignment no. :

Project :

Engineering data		Mechanical data			
Rated speed (100 K)	6000 rpm	Motor type	Permanent-magnet synchronous motor		
Number of poles	6	Motor type	Compact		
Rated torque (100 K)	0.8 Nm	Shaft height	36		
Rated current	1.4 A	Cooling	Natural cooling		
Static torque (60 K)	0.95 Nm	Radial runout tolerance	0.035 mm		
Static torque (100 K)	1.1 Nm	Concentricity tolerance	0.08 mm		
Stall current (60 K)	1.4 A	Axial runout tolerance	0.08 mm		
Stall current (100 K)	1.7 A	Vibration severity grade	Grade A		
Moment of inertia	0.750 kgcm <sup>2</sup>	Connector size	1		
Efficiency	88.0 %	Degree of protection	IP65		
<th colspan="2">Physical constants</th> <td>Design acc. to Code I</td> <td>IM B5 (IM V1, IM V3)</td>		Physical constants		Design acc. to Code I	IM B5 (IM V1, IM V3)
		Torque constant	0.67 Nm/A	Temperature monitoring	Pt1000 temperature sensor
		Voltage constant at 20° C	45.0 V/1000*min <sup>-1</sup>	Electrical connectors	Connectors for signals and power rotatable
		Winding resistance at 20° C	5.05 Ω	Color of the housing	Standard (Anthracite RAL 7016)
		Rotating field inductance	17.3 mH	Holding brake	with holding brake
		Electrical time constant	3.45 ms	Shaft extension	Plain shaft
		Mechanical time constant	2.20 ms	Encoder system	Encoder AM24DQI: absolute encoder 24 bits (resolution 16777216, encoder-internal 2048 S/R) + 12 bits multi-turn (traversing range 4096 revolutions)
		Thermal time constant	25 min		
		Shaft torsional stiffness	4100 Nm/rad		
		Net weight of the motor	3.1 kg		



Figure similar

MLFB-Ordering data

1FK7032-2AK71-1CH1

### Optimum operating point

Optimum speed	6000 rpm
Optimum power	0.5 kW

### Limiting data

Max. permissible speed (mech.)	10000 rpm
Max. permissible speed (inverter)	10000 rpm
Maximum torque	4.5 Nm
Maximum current	7.0 A

### Holding brake

Holding brake version	Permanent-magnet brake
Holding torque	1.9 Nm
Power supply voltage	DC 24 V $\pm$ 10 %
Coil current	0.3 A
Opening time	50 ms
Closing time	30 ms
Highest braking work	40 J

### Recommended Motor Module

Rated inverter current	3 A
Maximum inverter current	9 A
Maximum torque	4.50 Nm

## Data sheet for SIMOTICS S-1FK7

MLFB-Ordering data

1FK7042-2AK71-1RH1



Figure similar

Client order no. :

Order no. :

Offer no. :

Remarks :

Item no. :

Consignment no. :

Project :

Engineering data		Mechanical data			
Rated speed (100 K)	6000 rpm	Motor type	Permanent-magnet synchronous motor		
Number of poles	8	Motor type	Compact		
Rated torque (100 K)	1.5 Nm	Shaft height	48		
Rated current	2.5 A	Cooling	Natural cooling		
Static torque (60 K)	2.50 Nm	Radial runout tolerance	0.040 mm		
Static torque (100 K)	3.0 Nm	Concentricity tolerance	0.08 mm		
Stall current (60 K)	3.5 A	Axial runout tolerance	0.08 mm		
Stall current (100 K)	4.4 A	Vibration severity grade	Grade A		
Moment of inertia	3.200 kgcm <sup>2</sup>	Connector size	1		
Efficiency	89.0 %	Degree of protection	IP65		
<th colspan="2">Physical constants</th> <td>Design acc. to Code I</td> <td>IM B5 (IM V1, IM V3)</td>		Physical constants		Design acc. to Code I	IM B5 (IM V1, IM V3)
		Torque constant	0.68 Nm/A	Temperature monitoring	Pt1000 temperature sensor
		Voltage constant at 20° C	44.5 V/1000*min <sup>-1</sup>	Electrical connectors	Connectors for signals and power rotatable
		Winding resistance at 20° C	1.15 Ω	Color of the housing	Standard (Anthracite RAL 7016)
		Rotating field inductance	8.6 mH	Holding brake	with holding brake
		Electrical time constant	7.50 ms	Shaft extension	Plain shaft
		Mechanical time constant	2.15 ms	Encoder system	Encoder AM20DQI: absolute encoder 20 bits (resolution 1048576, encoder-internal 512 S/R) + 12 bits multi-turn (traversing range 4096 revolutions)
		Thermal time constant	30 min		
		Shaft torsional stiffness	11400 Nm/rad		
		Net weight of the motor	5.3 kg		

MLFB-Ordering data

1FK7042-2AK71-1RH1



Figure similar

### Optimum operating point

Optimum speed	5000 rpm
Optimum power	1.0 kW

### Limiting data

Max. permissible speed (mech.)	9000 rpm
Max. permissible speed (inverter)	9000 rpm
Maximum torque	10.5 Nm
Maximum current	15.3 A

### Holding brake

Holding brake version	Permanent-magnet brake
Holding torque	4.0 Nm
Power supply voltage	DC 24 V $\pm$ 10 %
Coil current	0.5 A
Opening time	70 ms
Closing time	30 ms
Highest braking work	150 J

### Recommended Motor Module

Rated inverter current 5 A

Maximum inverter current 15 A

Maximum torque 10.30 Nm

Position switch Metal enclosure 40 mm according to EN 50041  
 Device connection 1x (M20 x 1.5) 1 NO/2 NC quick action contacts  
 Rotary actuator right/left adjustable, Metal lever 27 mm long and  
 plastic roller 19 mm



<b>Product brand name</b>	SIRIUS
<b>Product designation</b>	Mechanical position switches
<b>Product type designation</b>	3SE5
<b>Manufacturer's article number</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• of the supplied basic switch <a href="#">3SE5112-0LA00</a></li> <li>• of the supplied actuator head for position switches <a href="#">3SE5000-0AH00</a></li> <li>• of the supplied operating lever <a href="#">3SE5000-0AA01</a></li> <li>• of the supplied switching contacts <a href="#">3SE5000-0LA00</a></li> <li>• of the supplied empty enclosure with cover <a href="#">3SE5112-0AA00</a></li> </ul>
Suitability for use safety switch	Yes

General technical data	
<b>Product function</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• positive opening</li> </ul>	Yes
<b>Degree of pollution</b>	class 3
<b>Surge voltage resistance rated value</b>	6 kV
<b>Protection class IP</b>	IP66/IP67
<b>Shock resistance</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• acc. to IEC 60068-2-27</li> </ul>	30 g / 11 ms

<b>Mechanical service life (switching cycles)</b>	
• typical	15 000 000
<b>Electrical endurance (switching cycles)</b>	
• at AC-15 at 230 V typical	100 000
<b>Electrical endurance (switching cycles) with contactor 3RH11, 3RT1016, 3RT1017, 3RT1024, 3RT1025, 3RT1026 typical</b>	10 000 000
<b>Electrical operating cycles in one hour with contactor 3RH11, 3RT1016, 3RT1017, 3RT1024, 3RT1025, 3RT1026</b>	6 000
<b>Thermal current</b>	10 A
<b>Material of the enclosure of the switch head</b>	plastic
<b>Reference code acc. to DIN EN 81346-2</b>	B
<b>Reference code acc. to DIN EN 61346-2</b>	B
<b>Continuous current of the C characteristic MCB</b>	1 A; for a short-circuit current smaller than 400 A
<b>Continuous current of the quick DIAZED fuse link</b>	10 A; for a short-circuit current smaller than 400 A
<b>Continuous current of the DIAZED fuse link gG</b>	6 A
<b>Active principle</b>	mechanical
<b>Repeat accuracy</b>	0.05 mm
<b>Minimum actuating torque in activation direction</b>	0.25 N·m
<b>Length of the sensor</b>	127.5 mm
<b>Width of the sensor</b>	40 mm
<b>Design of the switching contact</b>	mechanical
<b>Operating frequency rated value</b>	50 ... 60 Hz
<b>Number of NC contacts for auxiliary contacts</b>	2
<b>Number of NO contacts for auxiliary contacts</b>	1
<b>Number of CO contacts for auxiliary contacts</b>	1
<b>Operating current at AC-15</b>	
• at 24 V rated value	6 A
• at 125 V rated value	6 A
• at 240 V rated value	6 A
• at 400 V rated value	4 A
<b>Operating current at DC-13</b>	
• at 24 V rated value	3 A
• at 125 V rated value	0.55 A
• at 250 V rated value	0.27 A
• at 400 V rated value	0.12 A
<b>Design of the interface for safety-related communication</b>	without
<b>Enclosure</b>	
<b>Design of the housing</b>	block, narrow
<b>Material of the enclosure</b>	metal
<b>Coating of the enclosure</b>	cathodic immersion coating

Design of the housing acc. to standard	Yes
--	-----

### Drive Head

Design of the operating mechanism	Twist lever, metal lever, 27 mm long, step 9 mm, plastic roller 19 mm
Standard-compliant actuator head	EN 50041, design A
Shape of the switch head	roller
Design of the switching function	positive opening
Circuit principle	snap-action contacts
Number of switching contacts safety-related	2

### Connections/ Terminals

Type of electrical connection	screw-type terminals
Type of connectable conductor cross-sections	<ul style="list-style-type: none"> <li>• solid 1x (0.5 ... 1.5 mm<sup>2</sup>), 2x (0.5 ... 0.75 mm<sup>2</sup>)</li> <li>• finely stranded with core end processing 1x (0.5 ... 1.5 mm<sup>2</sup>), 2x (0.5 ... 0.75 mm<sup>2</sup>)</li> <li>• at AWG conductors solid 1x (20 ... 16), 2x (20 ... 18)</li> <li>• at AWG conductors stranded 1x (20 ... 16), 2x (20 ... 18)</li> </ul>
Cable entry type	1x (M20 x 1.5)

### Communication/ Protocol

Design of the interface	without
-------------------------	---------

### Ambient conditions

Explosion protection category for dust	none
--	------

### Installation/ mounting/ dimensions

Mounting position	any
Mounting type	screw fixing

### Certificates/ approvals

General Product Approval	Functional Safety/Safety of Machinery	Declaration of Conformity
--------------------------	---------------------------------------	---------------------------



[Type Examination Certificate](#)



Declaration of Conformity	Test Certificates	other
---------------------------	-------------------	-------

[Miscellaneous](#)

[Type Test Certificates/Test Report](#)

[Confirmation](#)

## Further information

**Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)**

[www.siemens.com/sirius/catalogs](http://www.siemens.com/sirius/catalogs)

**Industry Mall (Online ordering system)**

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/en/Catalog/product?mfb=3SE5112-0LH01>

**Cax online generator**

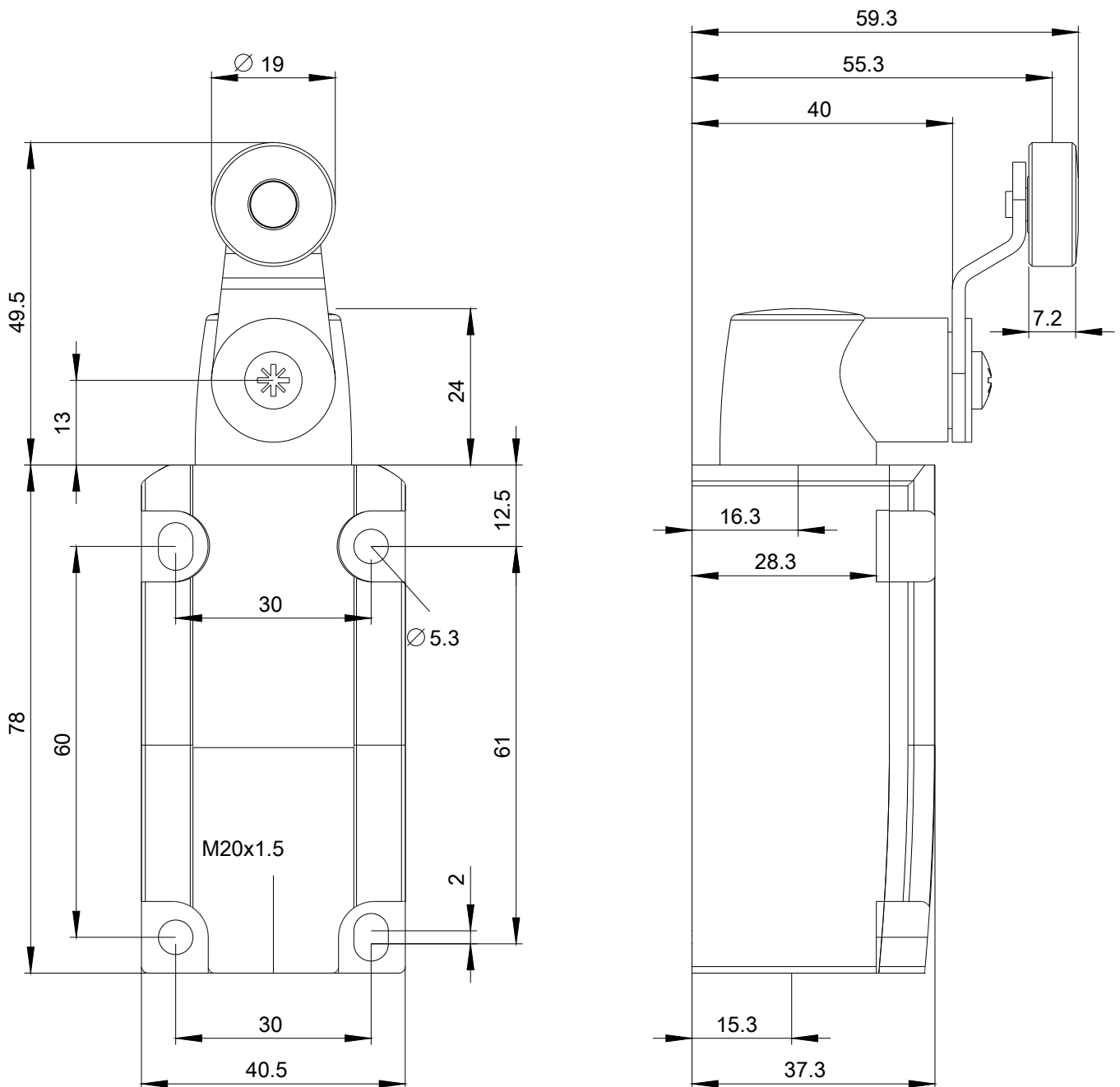
<http://support.automation.siemens.com/WW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mfb=3SE5112-0LH01>

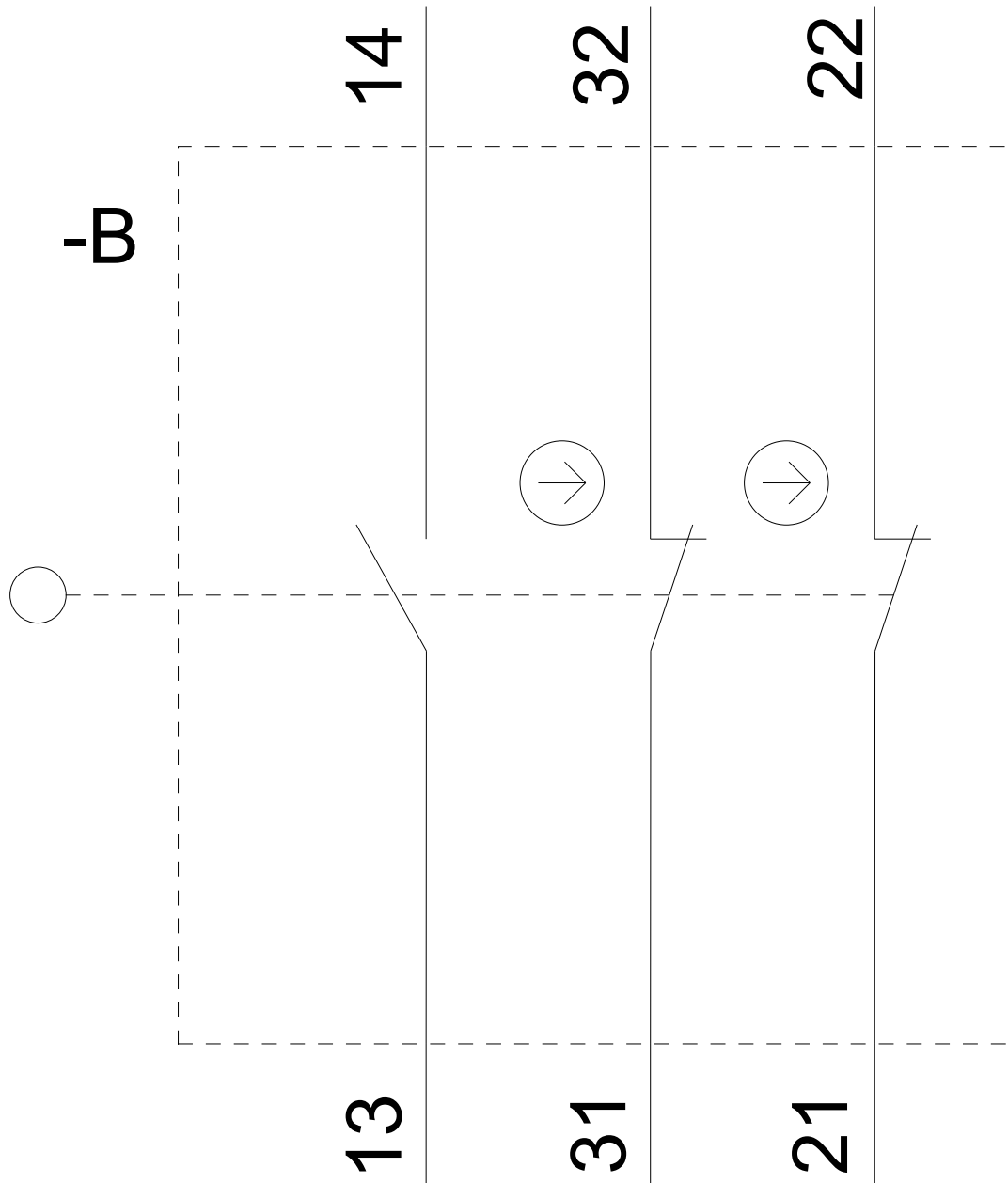
**Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)**

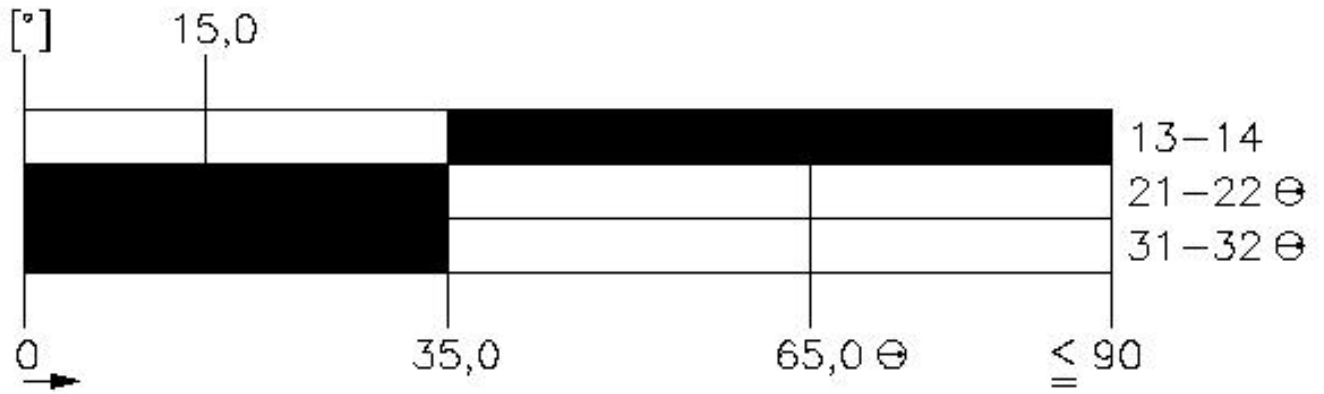
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3SE5112-0LH01>

**Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)**


[http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax\\_de.aspx?mfb=3SE5112-0LH01&lang=en](http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mfb=3SE5112-0LH01&lang=en)



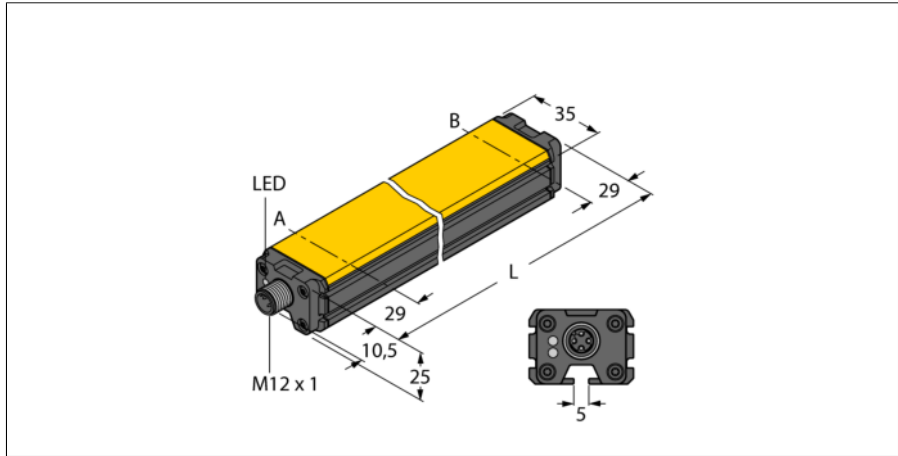




last modified:

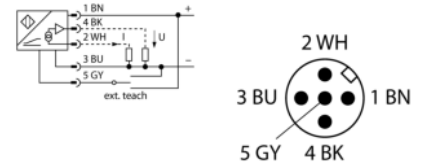
07/26/2019 

# Inductive Linear Position Sensor LI200P0-Q25LM0-LIU5X3-H1151



- Rectangular, aluminium / plastic
- Versatile mounting possibilities
- LED indicates measuring range
- Immune to electromagnetic interference
- Extremely short blind zones
- Resolution, 12-bit
- 4-wire, 15...30 VDC
- Analog output
- Programmable measuring range
- 0...10 V and 4...20 mA
- M12 × 1 male, 5-pin

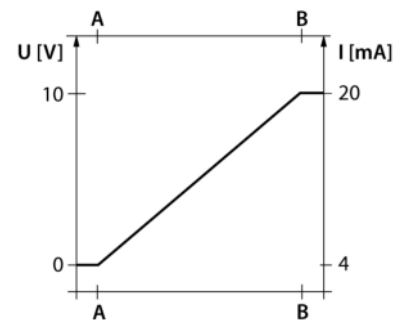
### Wiring Diagram



### Functional principle

The measuring principle of linear position sensors is based on RLC coupling between the positioning element and the sensor, whereby an output signal is provided proportional to the position of the positioning element. The rugged sensors are wear and tear-free, thanks to the contactless operating principle. They convince through their excellent repeatability, resolution and linearity within a broad temperature range. The innovative technology ensures a high immunity to electromagnetic DC and AC fields.

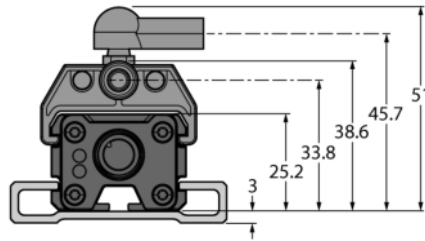
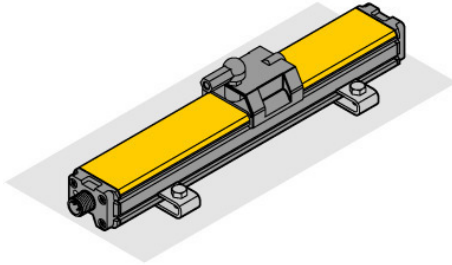
### Characteristic



<b>Type designation</b>	LI200P0-Q25LM0-LIU5X3-H1151
Ident-No.	1590002
<b>Measuring principle</b>	inductive
Measuring range	200 mm
Resolution	0,049 mm/12 bit
Nominal distance	1.5 mm
Blind zone a	29 mm
Blind zone b	29 mm
Repeat accuracy	≤ 0.026 % of full scale
Linearity deviation	≤ 0.1 % f.s.
Temperature drift	≤ ± 0.003 % / K
Hysteresis	not applied
Ambient temperature	-25...+70 °C
<b>Operating voltage</b>	15...30 VDC
Residual ripple	≤ 10 % U <sub>s</sub>
Isolation test voltage	≤ 0.5 kV
Short-circuit protection	yes
Wire breakage/Reverse polarity protection	yes/ yes (voltage supply)
Output function	5-pin, Analog output
Voltage output	0...10V
Current output	4...20 mA
Load resistance voltage output	≥ 4.7 kΩ
Load resistance, current output	≤ 0.4 kΩ
Sample rate	500 Hz
Current consumption	< 50 mA
<b>Design</b>	Profile, Q25L
Dimensions	258 x 35 x 25 mm
Housing material	Aluminum/plastic, PA6-GF30, Anodized
Active area material	Plastic, PA6-GF30
Electrical connection	Connector, M12 × 1
Vibration resistance	55 Hz (1 mm)
Shock resistance	30 g (11 ms)
Protection class	IP67
MTTF	138 years acc. to SN 29500 (Ed. 99) 40 °C
Packaging unit	1
<b>Power-on indication</b>	LED, Green
Measuring range display	multifunction LED, green, yellow, yellow flashing

## Inductive Linear Position Sensor LI200P0-Q25LM0-LIU5X3-H1151

### Mounting instructions/Description



Extensive mounting accessories provide various options for installation. Due to the measuring principle, which is based on the functional principle of an RLC coupling, the linear position sensor is immune to magnetized metal splinters and other interferences.

#### Status display via LED

**Green:**  
Sensor is supplied properly

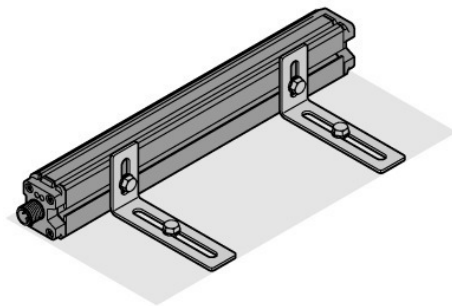
#### LED indicates measuring range

**Green:**  
Positioning element is within the measuring range

**Yellow:**  
Positioning element is within the measuring range, low signal intensity (e.g. distance too large)

**Yellow flashing:**  
Positioning element is outside the detection range

**Off:**  
Positioning element is outside the programmed range (only with teachable versions)



#### Teaching

The start and end point of the measuring range are set by pressing the button on the teach adapter. Moreover there is the possibility of inverting the course of the output curve.

Bridge pin 5 and pin 1 for 10 s = factory setting  
Bridge pin 5 and pin 3 for 10 s = factory setting inverted

Bridge pin 5 and pin 3 for 2 s = sets start value of measuring range

Bridge pin 5 and pin 1 for 2 s = sets end value of measuring range

**Inductive Linear Position Sensor**  
**LI200P0-Q25LM0-LIU5X3-H1151**

**Accessories**

Type code	Ident-No.	Description	
P1-LI-Q25L	6901041	Guided positioning element for Li-Q25L, inserted in the sensor guide.	
P2-LI-Q25L	6901042	Floating positioning element for Li-Q25L; the nominal distance to the sensor is 1.5 mm; pairing with the linear position sensor at a distance of up to 5 mm or misalignment tolerance of up to 4 mm.	
P3-LI-Q25L	6901044	Floating positioning element for Li-Q25L; Operational at an offset of 90°; Nominal distance to sensor 1.5mm; Pairing with linear position sensor at a distance of up to 5 mm; misalignment tolerance of up to 4 mm.	
P6-LI-Q25L	6901069	Floating positioning element for Li-Q25L; The nominal distance to the sensor is 1.5mm; Pairing with the linear position sensor at a distance of up to 5 mm; Misalignment tolerance of up to 4 mm.	
P7-LI-Q25L	6901087	Guided positioning element for Li-Q25L without ball joint	

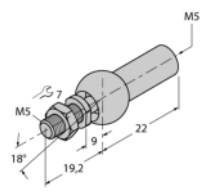
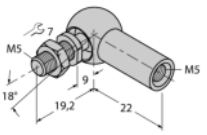
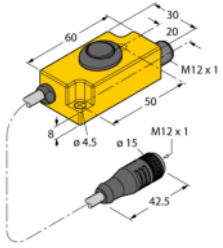
# Inductive Linear Position Sensor LI200P0-Q25LM0-LIU5X3-H1151

## Accessories

Type code	Ident-No.	Description	
M1-Q25L	6901045	Mounting foot for linear position sensor Q25L; aluminium; 2 pcs. per bag	
M2-Q25L	6901046	Mounting foot for linear position sensor Q25L; aluminium; 2 pcs. per bag	
M4-Q25L	6901048	Mounting bracket for linear position sensor Q25L; material Stainless steel; 2 pcs. per bag	
MN-M4-Q25	6901025	Sliding block with M4 thread for the backside profile of the Q25L; material: galvanized steel; 10 pcs. per bag	
AB-M5	6901057	Axial joint for Li-Q25L specific guided positioning elements	

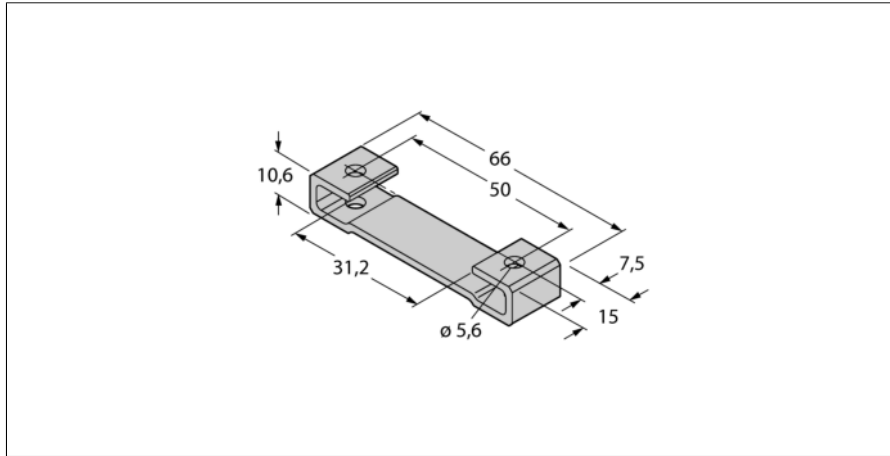
**Inductive Linear Position Sensor**  
**LI200P0-Q25LM0-LIU5X3-H1151**

**Accessories**

Type code	Ident-No.	Description	
ABVA-M5	6901058	Axial joint for guided positioning element, stainless steel	
RBVA-M5	6901059	Angle joint for guided positioning element, stainless steel	
TX1-Q20L60	6967114	Teach adapter for inductive encoders, linear position, angle, ultrasonic and capacitive sensors	

## Accessories

### Mounting Bracket for Inductive Linear Position Sensors Li-Q25L M1-Q25L

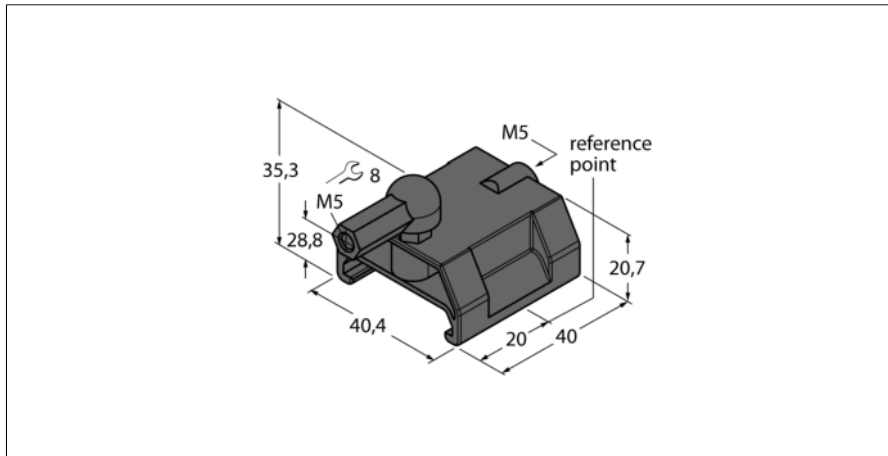


- Mounting foot for linear position sensors Q25L
- Anodized aluminium
- Packaging unit: 2 pcs.
- Recommended torque: 3 Nm

<b>Type designation</b>	M1-Q25L
Ident no.	6901045
<b>Dimensions</b>	68.1 x 15.2 x 10 mm
Packaging unit	1

## Accessories

### Positioning Element for Inductive Linear Position Sensors Li-Q25L P1-LI-Q25L



- Guided positioning element
- Positioning element inserted in the sensor guide.
- Ball joint for flexible mounting

<b>Type designation</b>	P1-LI-Q25L
Ident no.	6901041
<b>Housing material</b>	Plastic
Packaging unit	1



WITTENSTEIN

## Dados técnicos

alpha Value Line

NPRK 025 STANDARD



Características do redutor	
Designação: NPRK025S-MF2-10-1E1-1S01-A	
Tipo de produto	NPRK
Tamanho	025
Características	Padrão
Modelo de redutor	STANDARD
Nº de estágios	2
Redução	10
Tipo de saída	Eixo com chaveta
Diâmetro da bucha bipartida de aperto	19 mm
Folga torsional	Padrão $\leq 15$ arcmin
Numero do redutor	

Peças de montagem do motor	
Numero da flange	20070283

Dados de desempenho	
Torque max. $T_{2\alpha}$	144 Nm
Torque de parada emergencial	190 Nm
Força axial max.	5.000 min <sup>-1</sup>
Velocidade média permitida na entrada	3.000 min <sup>-1</sup>
Momento de inclinação max.	236 Nm
Força lateral (axial) max.	3.350 N
Força lateral max.	4.200 N
Momento de inércia	1,2 kgcm <sup>2</sup>
Peso	4,8 kg
Lubrificação	Lubrificação permanente
Temperatura max permitida na carcaça	90 °C
Classe de proteção	IP 64
Ruído de operação	70 dB(A)
Pintura	Cinza pérola escuro



WITTENSTEIN

## Dados técnicos

alpha Advanced Line

SP+ 075 STANDARD



Características do redutor	
Designação: SP075S-MF2-20-1C1-2S	
Tipo de produto	SP+
Tamanho	075
Características	Padrão
Modelo de redutor	STANDARD
Nº de estágios	2
Redução	20
Tipo de saída	Eixo com chaveta
Diâmetro da bucha bipartida de aperto	14 mm
Folga torsional	Padrão $\leq 6$ arcmin
Numero do redutor	20027889

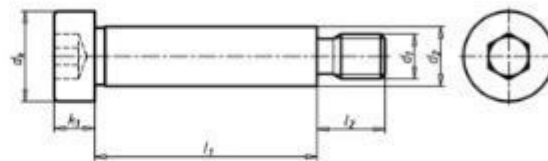
Peças de montagem do motor	
Numero da flange	20032639

Dados de desempenho	
Torque max. $T_{2\alpha}$	126 Nm
Torque de parada emergencial	250 Nm
Força axial max.	8.500 min <sup>-1</sup>
Velocidade média permitida na entrada	3.500 min <sup>-1</sup>
Momento de inclinação max.	236 Nm
Força lateral (axial) max.	3.350 N
Força lateral max.	4.200 N
Momento de inércia	0,2 kgcm <sup>2</sup>
Peso	3,6 kg
Lubrificação	Lubrificação permanente
Temperatura max permitida na carcaça	90 °C
Classe de proteção	IP 65
Ruído de operação	59 dB(A)
Pintura	Innovation blue

ISO 7379 tolerance h8 steel 012.9, plain  
 SCR-CYL-ISO7379-012.9-H8-DS12-M10X20  
 Art.-no. 411981020



#### Technical information



Thread type x nominal diameter (d <sub>1</sub> )	M10
Length (l <sub>1</sub> )	20 mm
Head diameter (d <sub>k</sub> )	18 mm
Head height (k <sub>1</sub> )	9 mm
Standards	ISO 7379
Material	Steel
Property class	012.9
Surface	Bare
RoHS-compliant	Yes
Head type	Socket head
Drive type	Hexagon socket
Internal drive	IH6
Thread type	Metric thread
Pitch	1.5 mm
Thread format	Standard metric thread
Shaft diameter (d <sub>2</sub> )	12 mm
Tolerance class	h8
Thread length (metric thread) (l <sub>2</sub> )	16.4 mm
Version	With fit shaft
Product class	A

### 6.3 ANEXO III – MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO



# *Gislótica*

*Mechanical Solutions*

**Manual de Instruções & Manutenção** (instruções originais)

**Instructions & Maintenance Manual** (original instructions)

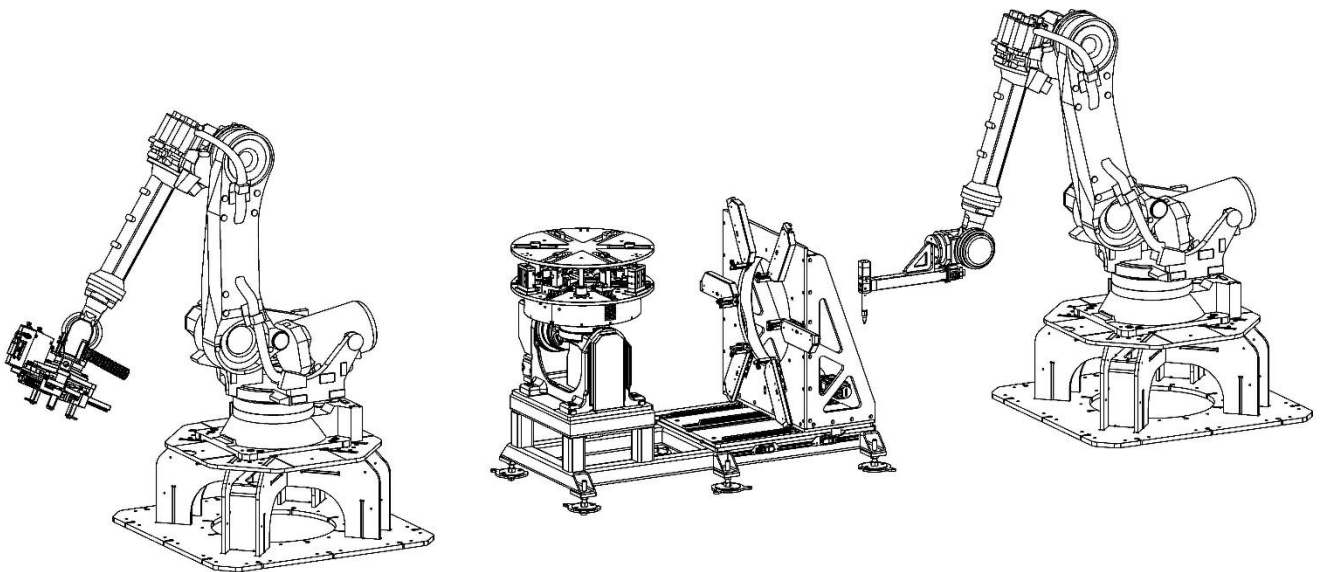
---

Máquina | Machine: **Grupo de aplicação de *sealant* em pneus**  
Tire Sealant Application Group

Modelos | Models: **SA0001**

Número de Série | Serial Number: **20190331-SA01**

Versão | Document Version: **10-2019**



---

Rua 9 de Julho, nº 1022, 4455-504 Perafita | Portugal

tel: +351 22 995 17 82 | fax: +351 22 994 25 46 | e-mail: [geral@gislatica.pt](mailto:geral@gislatica.pt) | web: [www.gislatica.pt](http://www.gislatica.pt)

# *Gislótica*

*Mechanical Solutions*

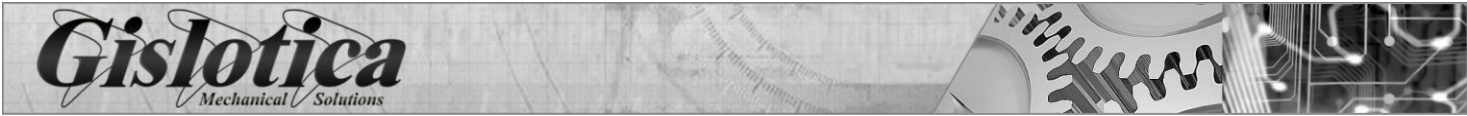
---

Rua 9 de Julho, nº 1022, 4455-504 Perafita | Portugal

tel: +351 22 995 17 82 | fax: +351 22 994 25 46 | e-mail: [geral@gislatica.pt](mailto:geral@gislatica.pt) | web: [www.gislatica.pt](http://www.gislatica.pt)

## Conteúdo | Contents

<b>1</b>	<b><i>Instruções gerais de segurança   General safety instructions</i></b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b><i>Descrição da Máquina   Description of the machine</i></b> .....	<b>6</b>
2.1	<b><i>Especificações técnicas   Technical specifications</i></b> .....	<b>7</b>
2.2	<b><i>Ciclo de trabalho   Work cycle</i></b> .....	<b>7</b>
2.3	<b><i>Interface   User interface</i></b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b><i>Instalação   Installation</i></b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b><i>Uso   Use</i></b> .....	<b>12</b>
4.1	<b><i>Zona de trabalho   Work area</i></b> .....	<b>12</b>
4.2	<b><i>Comportamento em caso de emergência   Behaviour in case of emergency</i></b> .....	<b>13</b>
4.3	<b><i>Análise de riscos   Risk analysis</i></b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b><i>Manutenção   Maintenance</i></b> .....	<b>15</b>
5.1	<b><i>Limpeza   Cleaning</i></b> .....	<b>16</b>
5.2	<b><i>Manutenção preventiva   Preventive maintenance checklist</i></b> .....	<b>16</b>
5.3	<b><i>Tensão das correntes   Chain tension</i></b> .....	<b>18</b>
5.4	<b><i>Pontos de lubrificação   Lubrication points</i></b> .....	<b>19</b>
5.5	<b><i>Lista de peças sobresselentes   Spare parts list</i></b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b><i>Resolução de problemas   Problem solving</i></b> .....	<b>22</b>
6.1	<b><i>Avisos e mensagens de erro   Warnings and error messages</i></b> .....	<b>22</b>
6.2	<b><i>Teste auto-diagnóstico   Self-diagnostic test</i></b> .....	<b>22</b>
6.3	<b><i>Guia para resolução de problemas   Problem solving guide</i></b> .....	<b>22</b>
<b>7</b>	<b><i>Desmantelamento e eliminação   Decommissioning and material disposal</i></b> .....	<b>23</b>
<b>8</b>	<b><i>Esquemas elétricos e pneumáticos   Electrical and pneumatic drawings</i></b> .....	<b>24</b>
<b>9</b>	<b><i>Propriedade intelectual   Intellectual property</i></b> .....	<b>25</b>
<b>10</b>	<b><i>Legislação aplicável   Applicable laws</i></b> .....	<b>26</b>
<b>11</b>	<b><i>Garantia   Warranty</i></b> .....	<b>27</b>
<b>12</b>	<b><i>Exemplo de declaração de conformidade CE   Example of the declaration of conformity CE</i></b> .....	<b>28</b>
<b>13</b>	<b><i>Placa característica   Identification plate</i></b> .....	<b>29</b>



**14**   **Notas | Notes** ..... **30**

## 1 Instruções gerais de segurança | General safety instructions

Este equipamento cumpre com os atuais requisitos de segurança. No entanto, a incorreta utilização pode originar danos pessoais ou materiais.

This equipment conforms to the current safety requirements. Nonetheless, inappropriate use can lead to personal injury and property damage.



A Gislotica não se responsabiliza por quaisquer danos resultantes da utilização ou operação incorreta ou inadequada do equipamento.



Gislotica cannot be held liable for any damage resulting from incorrect or improper use or operation of the equipment.

De modo a evitar acidentes ou danos no equipamento, leia este manual antes da sua instalação e utilização pela primeira vez. Este manual contém informações importantes sobre a instalação, segurança, uso, manutenção e desmantelamento do equipamento.

To avoid the risk of accidents or damage to the equipment, please read these instructions carefully before installing and using it the first time. This manual contains important information on the equipment's installation, safety, use, maintenance and decommissioning.

Guarde este manual num lugar seguro e garanta que os novos utilizadores estão familiarizados com o seu conteúdo. Transmita este manual a futuros proprietários.

Keep this manual in a safe place and ensure that new users are familiar with its content. Pass this manual on to any future owner.



A Gislotica não se responsabiliza por quaisquer danos resultantes do incumprimento deste manual.



Gislotica cannot be held liable for damage caused by non-compliance with this instructions manual.

A Gislotica utiliza de sinalética de acordo com as normas internacionais. Junto do equipamento é possível encontrar os seguintes sinais:

Gislotica uses signage in accordance with the international standards. You may find these signs on the equipment:



Sinal de informação; ponto de elevação.  
Information sign; lifting point.



Sinal de informação; ponto de lubrificação.  
Information sign; lubrication point.



Sinal de informação; ponto de lubrificação.  
Information sign; lubrication point.



Sinal de informação; ligação do terminal à terra.  
Information sign; connect an earth terminal to the ground.



Sinal de informação; não retirar as proteções com a máquina em movimento.  
Information sign; ensure that guards are in place or being used.



Sinal de informação; todas as fontes de alimentação devem ser desligadas antes de realizar a manutenção ou reparação.  
Information sign; the equipment has to be disconnected from all sources of power before carrying out maintenance or repair.



Aviso; indica uma zona com alta voltagem que pode ser perigosa e originar ferimentos.  
Warning sign; indicates a high voltage area that can be dangerous and result in injuries.



Aviso; indica piso escorregadio que pode ser perigoso e originar ferimentos.  
Warning sign; indicates a slippery area that can be dangerous and result in injuries.



Aviso; indica peças em movimento que podem ser perigosas e originar ferimentos.  
Warning sign; indicates moving parts that can be dangerous and result in injuries.



Sinal de Perigo; risco de explosão.  
Danger sign; risk of explosion.



Sinal de informação; utilização de empilhador.  
Information sign; use forklift.



Sinal de proibido; não pisar.  
Forbidden sign; do not step.



Sinal de proibido; não transportar pessoas.  
Forbidden sign; do not transport people.



Sinal de proibido; proibida a entrada a pessoas não autorizadas.  
Forbidden sign; no entry for unauthorised persons.

## 2 Descrição da Máquina | Description of the machine

O grupo de aplicação de *sealant* permite a aplicação totalmente automatizada de *sealant* em pneus de 15'' a 24''.

Estão proibidos outros usos que não o descrito.



A Gislotica não se responsabiliza por quaisquer danos resultantes da utilização indevida do equipamento e/ou alteração não autorizada.

Tire Sealant Application Group was designed to allow fully automated application of sealant on tires from 15'' to 24''.

Other uses besides the ones described here are forbidden.



Gislotica cannot be held liable for damages caused by misuse of the equipment and/or any non-authorized modification.

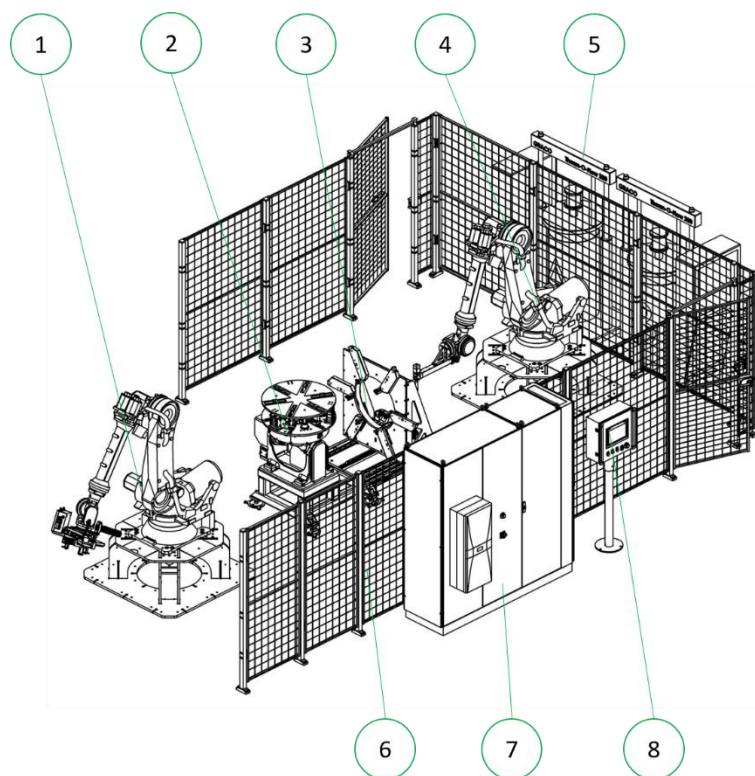


Fig. 1: Vista isométrica do grupo de aplicação de *sealant* em pneus | Isometric view of Tire sealant application group.

1. Estação de manipulação
2. Sistema de centragem e aperto
3. Sistema de estiramento
4. Estação de aplicação do *sealant*
5. Estação de dispensação do *sealant*
6. Vedações (opcional)
7. Quadro principal
8. HMI

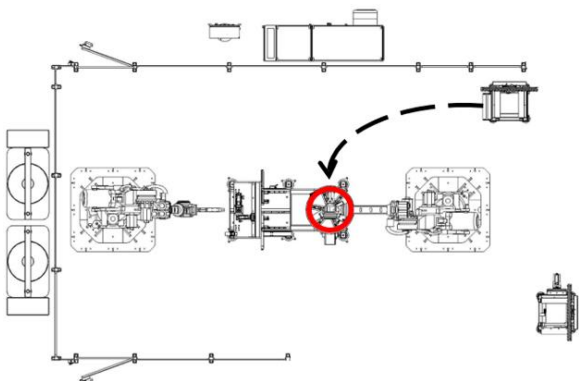
1. Handling station
2. Centering and clamping system
3. Stretching system
4. Sealant application station
5. Sealant dispensing station
6. Seals (optional)
7. Main cabinet
8. HMI

## 2.1 Especificações técnicas | Technical specifications

Tab 1: Descrição do equipamento | Description of the equipment

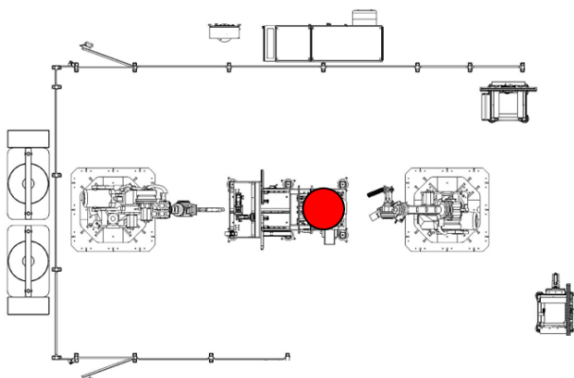
<b>Equipamento</b> Equipment	Grupo de aplicação de <i>sealant</i> em pneus Tire Sealant Application Group
<b>Modelo</b> Model	SA0001
<b>Peso</b> Weight	5000 kg (aprox.)
<b>Pressão de funcionamento</b> Working pressure	6 bar
<b>Tensão de alimentação</b> Supply voltage	400 V; 200 A
<b>Tempo de ciclo</b> Cycle time	A definir pela empresa

## 2.2 Ciclo de trabalho | Work cycle



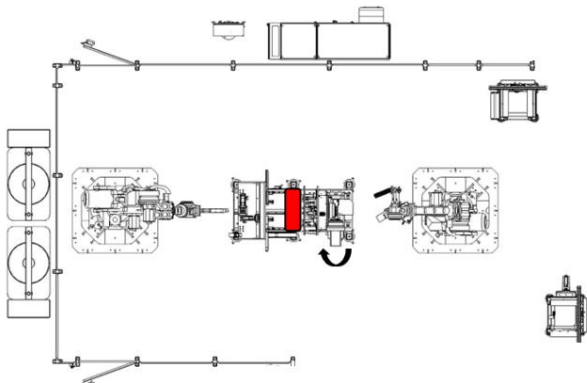
Transferência do pneu da zona de entrada para a estação rotativa e de centragem, através do *robot* da estação de manipulação.

Tire transfer from the entry zone to the rotary and centering station via the handling station robot.



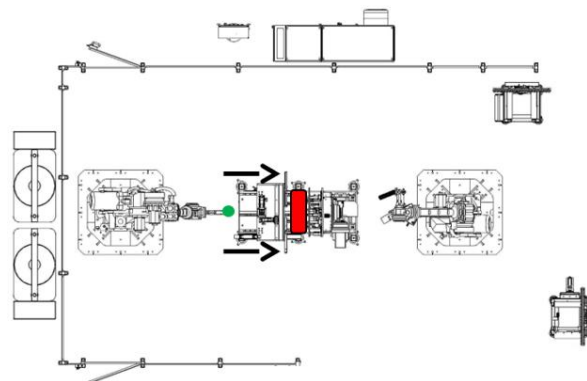
Centragem e aperto do pneu.

Tire centering and grip.



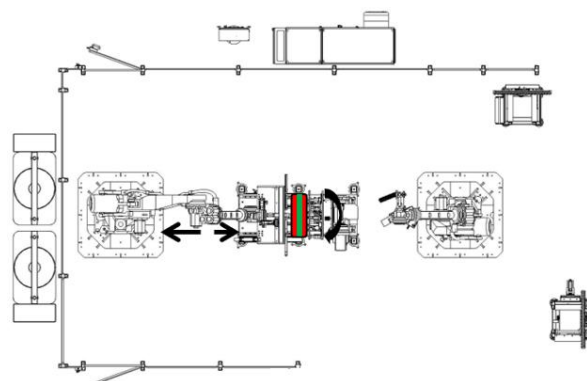
Movimento de rotação do sistema de centragem e aperto para a posição de aplicação do *sealant*.

Rotation movement of centering and tightening system to sealant application position.



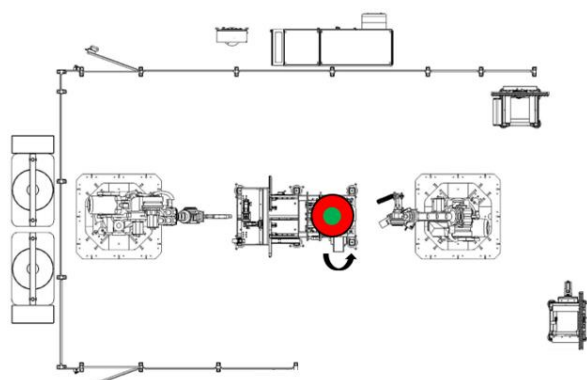
Aproximação do sistema de estiramento.

Approach of the stretching system.



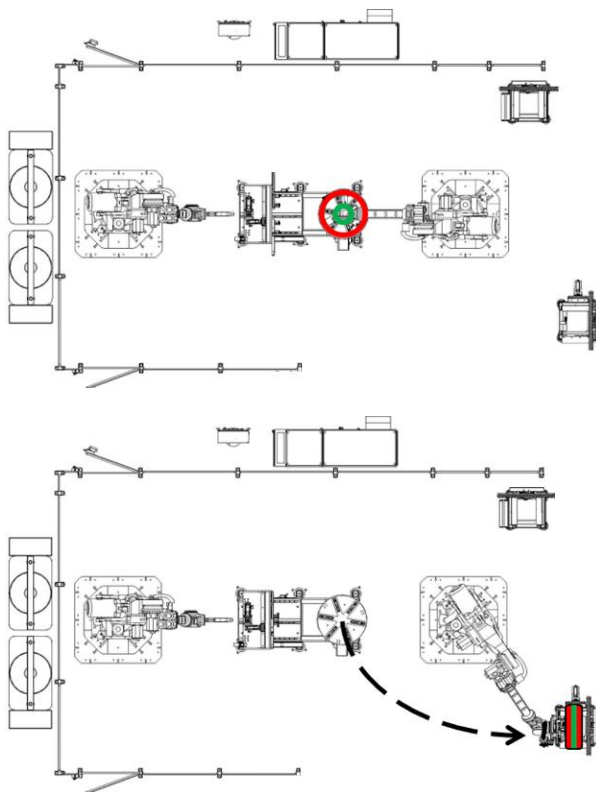
Aplicação do *sealant* no interior do pneu, com recurso ao *robot* da estação de aplicação.

Sealant application inside the tire using the application station robot.



Movimento de rotação do sistema de centragem e aperto para a posição inicial.

Rotation movement of centering and tightening system to starting position.



O *robot* da estação de manipulação agarra o pneu.

The handling station robot grabs the tire.

Transferência do pneu para a zona de saída do grupo de aplicação.

Tire transfer to the exit zone of the application group.

## 2.3 Interface | User interface

Tópico da responsabilidade do Departamento de Automação.

### 3 Instalação | Installation



A instalação do equipamento deve ser executada por um técnico da Gislotica ou um técnico autorizado pela Gislotica.



The equipment can only be installed by a Gislotica technician or a Gislotica approved technician.

Antes de instalar o equipamento:

- Confirme se faltam componentes e verifique que o equipamento não apresenta danos. Não instale ou use um equipamento danificado.
- Confirme que o fornecimento de ar comprimido corresponde com as especificações do equipamento.
- Confirme que o fornecimento de energia (voltagem e frequência) corresponde com as especificações do equipamento.

Before installing the equipment:

- Check for missing components and any visible damage. Do not install or use a damaged equipment.
- Ensure that the compressed air supply meets the equipment's specifications.
- Ensure that the connection data on the data plate (voltage and frequency) match the power supply.



As peças móveis do equipamento devem estar protegidas. Não opere o equipamento sem as proteções de segurança montadas.



The equipment's moving parts should be protected. Do not operate the machine without the guards in place.



Não utilizar o equipamento no exterior.



Do not use the equipment outside.



O equipamento foi concebido para ser operado à temperatura ambiente ( $+5^{\circ}\text{C} < T < +40^{\circ}\text{C}$ ), humidade relativa  $< 50\%$  e altitude inferior a 1000 m.



The equipment was conceived to operate at room temperature ( $+5^{\circ}\text{C} < T < +40^{\circ}\text{C}$ ), relative humidity  $< 50\%$  and an altitude lower than 1000 m.



Consulte as especificações técnicas para conhecer o peso do equipamento.



See the technical specifications for the weight of the equipment.



O equipamento de elevação deve cumprir com a legislação em vigor no local.



The lifting equipment must comply with the local authority guidelines.



Adote técnicas de elevação e transporte adequadas para evitar lesões nas costas.



Lift and carry the equipment adequately to prevent back injuries.

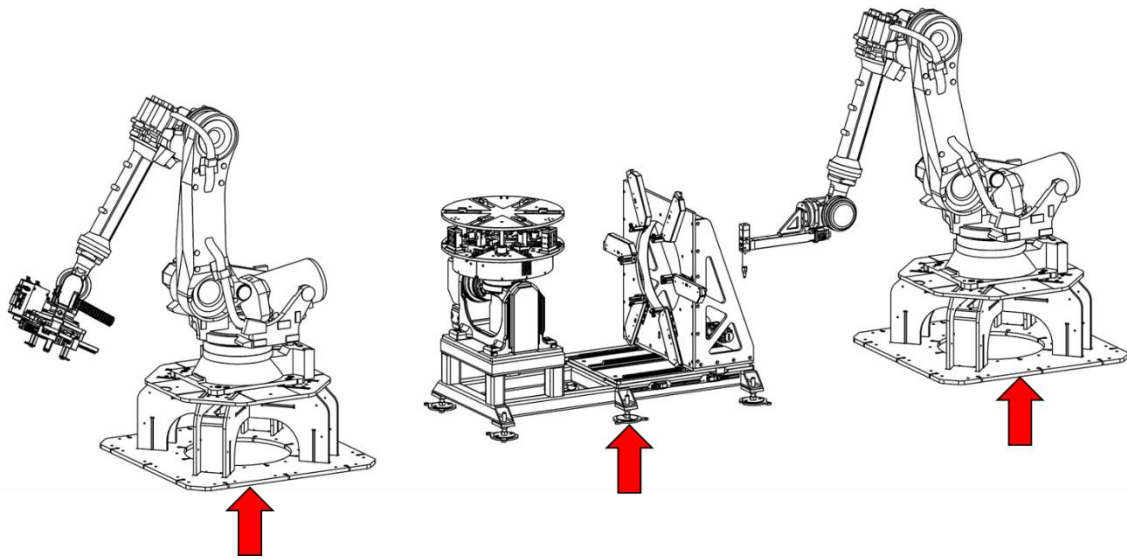


Fig. 2: Zonas de fixação ao solo do grupo de aplicação de *sealant* em pneus | Ground fixing zones of Tire sealant application group.

## 4 Uso | Use



O equipamento deve ser operado por pessoal qualificado. A Gislotica não se responsabiliza por quaisquer danos resultantes de utilização ou operação incorreta ou inadequada do equipamento.



This equipment can only be operated by trained personnel. Gislotica cannot be held liable for damage resulting from incorrect or improper use or operation of the equipment.

### 4.1 Zona de trabalho | Work area

A Fig. 3 ilustra a zona de trabalho do grupo de aplicação de *sealant* em pneus.

Fig. 3 illustrates the work area of the Tire sealant application group.

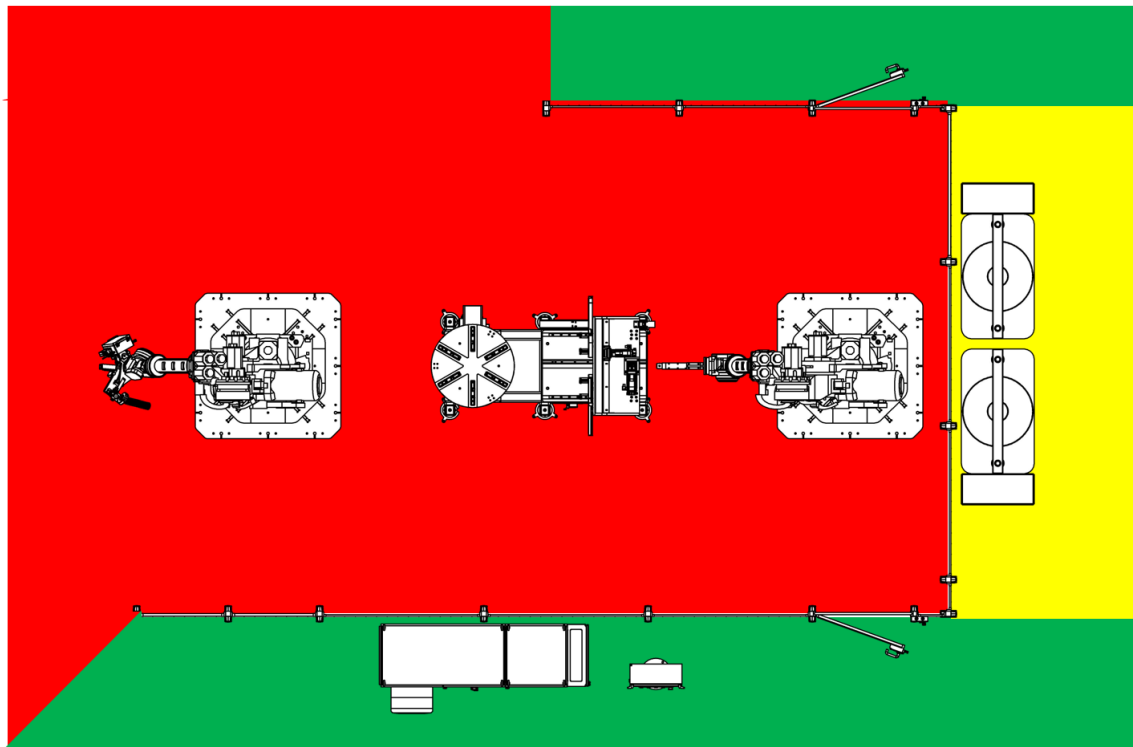


Fig. 3: Zona de trabalho; verde – seguro; amarelo – atenção; vermelho – não entrar  
Work area; green – safe; yellow – attention; red – do not enter

## 4.2 Comportamento em caso de emergência | Behaviour in case of emergency



Em caso de emergência, prima o botão de emergência mais próximo.



Não remova as proteções de segurança até o equipamento estar completamente parado.



In case of emergency, push the nearest emergency stop button.



Do not remove the guards until the equipment is fully stopped.

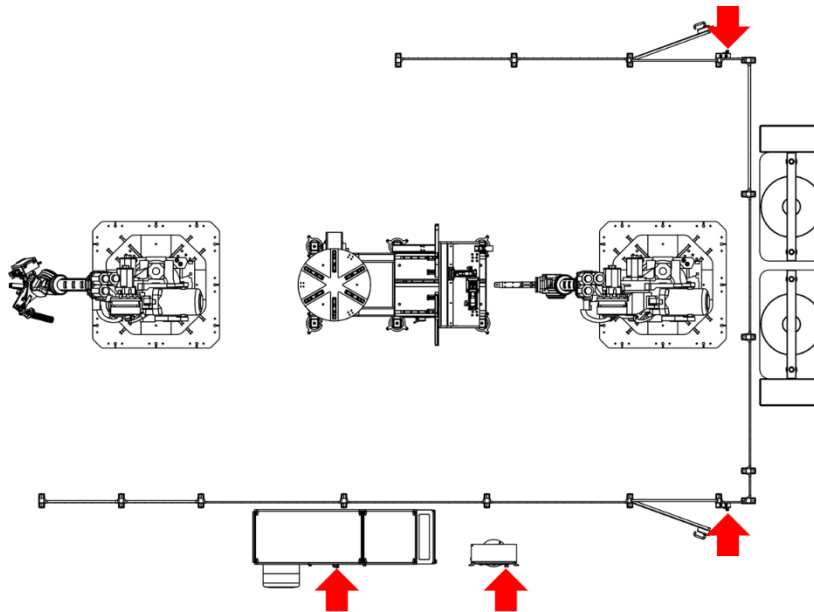


Fig. 4: Localização dos botões de emergência | Location of the emergency stop buttons.

## 4.3 Análise de riscos | Risk analysis

O grupo de aplicação de *sealant* em pneus cumpre com as diretivas Europeias; no entanto, alguns riscos podem ocorrer.

Por **perigo** entende-se qualquer coisa que possa causar mal, como químicos, electricidade, ou trabalhar em cima de uma escada; **risco** refere-se à probabilidade, alta ou baixa, de alguém se magoar por causa de um perigo juntamente com a indicação da severidade da consequência.

O processo de avaliação de riscos decorreu em 3 fases:

→ Identificação dos riscos;

The Tire sealant application group satisfies the EU Directives; nonetheless some hazards can occur.

**Hazard** refers to anything that may cause harm, such as chemicals, electricity, or working from ladders; **risk** refers to the chance, high or low, that somebody could be harmed due to a hazard, together with an indication of how serious the harm could be.

The risk assessment process was conducted in 3 phases:

→ Hazards identification;

→ Decision on who might be harmed and how;

- Decisão sobre quem pode ser afectado, e de que forma;
- Avaliação do perigo e definição de medidas de precaução.

A avaliação do perigo considera os seguintes parâmetros:

- Número de pessoas em risco;
- Probabilidade de ocorrência;
- Severidade;
- Frequência de exposição.

O resultado da análise de riscos será fornecido em resposta a um pedido por escrito.

- Evaluation of the risks and decision on precaution measures.

The evaluation of the risks is based on the following parameters:

- Number of persons at risk;
- Likelihood of occurrence;
- Severity;
- Frequency of exposure.

The result of the risk analysis will be provided on written request.

## 5 Manutenção | Maintenance



O manual de instruções deve ser lido.  
The instructions manual must be read.

Para sua segurança, durante a manutenção utilize os seguintes equipamentos de proteção individual (EPIs):

For your safety, during maintenance activities use the following personal protective equipments (PPEs):



Utilizar vestuário de proteção.  
Protective clothing must be worn.



Utilizar óculos de proteção.  
Eye protection must be used.



Utilizar protetores auditivos.  
Ear protection must be worn.



Utilizar protecção para a cabeça.  
Head protection must be worn.

Os componentes danificados devem ser substituídos por peças sobresselentes de origem. Só assim os *standards* de segurança estarão garantidos.

Faulty components must only be replaced by original spare parts. Only when these parts are fitted can the safety standards of the equipment be guaranteed.



Reparações não autorizadas podem resultar em situações de perigos imprevistas pelas quais a Gislotica não aceita responsabilidade. As reparações devem ser efectuadas pela Gislotica ou um técnico autorizado.



Unauthorised repairs could result in unforeseen dangers for the user, for which Gislotica cannot accept any liability. Repairs should only be undertaken by a Gislotica approved service technician.



Durante a manutenção, o equipamento deve estar desligado e o circuito pneumático despressurizado.



During maintenance, the equipment must be turned off and the pneumatic circuit depressurised.

Antes de reiniciar o equipamento:

→ Remova todos os objetos estranhos do equipamento.

Before restarting the equipment:

→ Remove all foreign objects from the equipment.

- Confirme que todas as proteções de segurança estão devidamente instaladas e a funcionar.
- Confirme que as pessoas não estão em perigo e estão cientes de que o equipamento vai reiniciar.

- Be sure that all guards and safety devices are properly installed and working.
- Make sure that all persons are clear and aware before the equipment is about to be restarted.

## 5.1 Limpeza | Cleaning

Utilize ar comprimido para limpar a poeira acumulada nos equipamentos.

Limpe os espelhos das fotocélulas com um pano suave e álcool.

Consulte o manual de instruções dos componentes cuja marca não é Gislotica para conhecer os seus procedimentos de limpeza.

Use compressed air to clean the dust accumulated on top of the equipment.

Clean the photocell mirrors with a soft material and alcohol.

See the instructions manual to learn their cleaning procedings.

## 5.2 Manutenção preventiva | Preventive maintenance checklist

Deve ser definido e seguido um plano de manutenção preventiva de acordo com a Tab 2.

Recommended service checks and equipment maintenance should be established and followed (see Tab 2).

Tab 2: Atividades a realizar durante a manutenção | Regular maintenance activities

Componente Component	Ação sugerida Suggested action	Periodicidade Timing		
		Semanal Weekly	Mensal Monthly	Trimestral Quarterly
Motor Motor	Verificar estado de conservação Check physical condition			X
	Verificar ligações aparafusadas Check fasteners			X
	Verificar temperatura Check temperature	X		
	Verificar barulhos Check noise	X		
Redutor Gear reducer	Verificar barulhos Check noise	X		
	Verificar temperatura Check temperature	X		

Tab 2: Atividades a realizar durante a manutenção | Regular maintenance activities

Componente Component	Ação sugerida Suggested action	Periodicidade Timing		
		Semanal Weekly	Mensal Monthly	Trimestral Quarterly
Guias lineares Linear motion systems / Guideways	Verificar nível de óleo Check oil level		X	
	Verificar estado de conservação Check physical condition			X
	Verificar tampas de protecção dos furos de fixação Check protective caps of the fixing holes	X		
	Verificar posicionamento Check positioning	X		
	Lubrificar Lubricate	X		
	Verificar estado de conservação Check physical condition			X
Rolamentos / Chumaceiras Roller bearings / Bearing housing	Verificar barulhos Check noise	X		
	Verificar lubrificação Check lubrication			X
	Verificar posicionamento Check positioning		X	
Polias Dentadas Toothed Pulleys	Verificar estado de conservação Check physical condition			X
	Verificar posicionamento Check positioning		X	
	Verificar estado de conservação Check physical condition		X	
Pinhões Sprockets	Verificar estado de conservação Check physical condition			X
	Verificar estado de conservação Check physical condition		X	
	Verificação tensão Check tension		X	
Tela Belts	Verificar posicionamento Check positioning		X	
	Verificar folgas Check backlash		X	
	Verificar estado de conservação Check physical condition		X	
	Lubrificar Lubricate			X
Correntes Chains	Verificar posicionamento Check positioning		X	
	Verificação tensão Check tension		X	
	Verificar estado de conservação Check physical condition		X	

Tab 2: Atividades a realizar durante a manutenção | Regular maintenance activities

Componente Component	Ação sugerida Suggested action	Periodicidade Timing		
		Semanal Weekly	Mensal Monthly	Trimestral Quarterly
Circuito pneumático Pneumatic circuit	Limpar/mudar os filtros Clean/change filter			X
	Verificar estanquidade Check tightness	X		
Condutores elétricos Electric conductors	Verificar o isolamento Check the insulation			X
	Dispositivos elétricos Electrical devices	X		
Fins de curso End Stops	Verificar funcionamento Check operation	X		
	Verificar posicionamento Check positioning	X		
Protecções Safety guards	Verificar funcionamento Check operation	X		
	Sinalética Signage			X
Estrutura Frame	Verificar ligações aparafusadas Check fasteners			X
	Verificar estado de conservação Check physical condition			X

### 5.3 Tensão das correntes | Chain tension

A folga numa corrente é essencial para o seu correcto funcionamento. Correntes muito tensas desgastam-se devido à pressão elevada nas juntas e sobrecarregam os veios e rolamentos de suporte. Folga excessiva causa vibração, chicote, e diminuem a vida da corrente devido à flexão.

The correct amount of slack in the chain drive is essential for proper operation. Chains too tight cause wear due to increased pressure in the joints and overload the shaft and support bearings. Excessive chain slack causes vibration, whip, and reduced chain life because of the flexing condition.



Fig. 5: Tensão adequada nas correntes | Adequate chain tension

Uma folga adequada nas correntes são aproximadamente 2% a meio vão.

An adequate slack for the chains is approximately 2% of the mid-span movement.

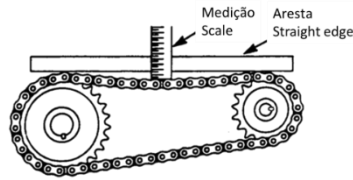


Fig. 6: Medição da folga | Measuring sag

## 5.4 Pontos de lubrificação | Lubrication points

Trimestralmente, os pontos identificados devem ser lubrificados. Consulte o manual de instruções dos motores e redutores para conhecer quantidade e qualidade do lubrificante a utilizar.

Every trimester the points identified should be lubricated. See the instructions manuals of the motors and reducers to learn the quantity and quality of the lubricant to use.



Utilize lubrificantes de alta qualidade nas quantidades recomendadas. O excesso de lubrificante pode causar sobreaquecimento e consequente desgaste prematuro.



Use high quality lubricants in the recommended amounts. Excess lubricant can cause overheating and consequent premature wear.

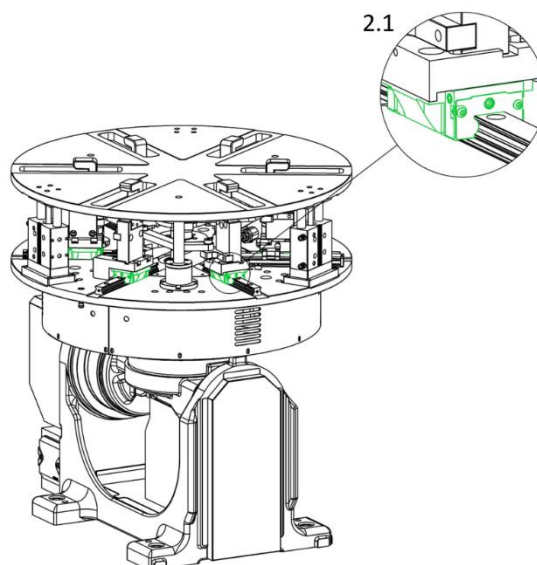


Fig. 7: Pontos de lubrificação do sistema de centragem e aperto | Lubrication points of centering and clamping system.

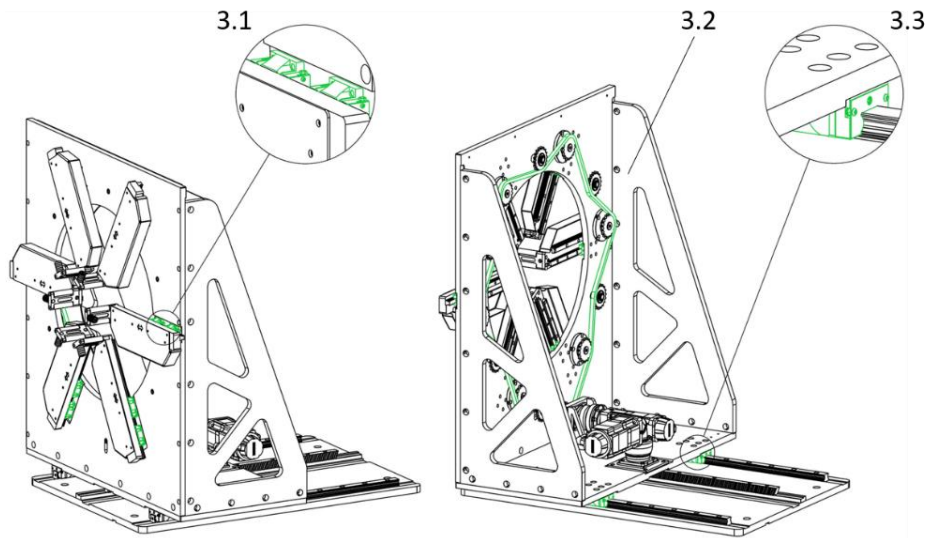


Fig. 8: Pontos de lubrificação do sistema de estiramento | Lubrication points of stretching system

Equipment No.	Lubrication point	Component to lubricate	No. components	Activity	Frequency	Lubrication material	Quantity
2	2.1	Linear guide carriage	6	Grease	Quarterly	SKF LGMT 2	As Required (AR)
	3.1	Linear guide carriage	12	Grease	Quarterly	SKF LGMT 2	AR
3	3.2	Chain	1	Clean, Spray	Quarterly	-	AR
	3.3	Linear guide carriage	4	Grease	Quarterly	SKF LGMT 2	AR

Fig. 9: Informações sobre os pontos de lubrificação | Lubrication points information

## 5.5 Lista de peças sobresselentes | Spare parts list

A expressão “peças sobresselentes” refere-se a todas as peças, materiais e consumíveis que possam ser necessários para reparar o equipamento.

No que diz respeito à criticalidade dos componentes, as peças sobresselentes dos equipamentos Gislotica têm a seguinte classificação:

- A – Crítico: O equipamento não funciona
- B – Segurança: O equipamento funciona mas o desempenho da máquina está comprometido
- C – Sem problemas: Não afeta o desempenho do equipamento

Peças sobresselentes podem ser encomendadas a:

Gislotica - Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda  
Rua 9 de Julho, nº 1022, 4455-504 Perafita | Portugal  
Tel: +351 22 995 17 82  
Fax: +351 22 994 25 46  
E-mail: [geral@gislotica.pt](mailto:geral@gislotica.pt)



Ao encomendar peças sobresselentes, mencione o número de série do equipamento.

The term “spare parts” refer to machine parts, materials and supplies that may be required to repair the equipment.

As far as the component criticality, Gislotica spare parts are classified as follows:

- A – Critical: The equipment does not work without it
- B – Insurance: The equipment works but its performance is compromised
- C – No problem: Does not affect the performance of the equipment

Spare parts can be ordered to:



When ordering spare parts, mention the serial number of the equipment.

## **6 Resolução de problemas | Problem solving**

### **6.1 Avisos e mensagens de erro | Warnings and error messages**

Tópico da responsabilidade do Departamento de Automação.

### **6.2 Teste auto-diagnóstico | Self-diagnostic test**

Tópico da responsabilidade do Departamento de Automação.

### **6.3 Guia para resolução de problemas | Problem solving guide**

Tópico da responsabilidade do Departamento de Automação.

## 7 Desmantelamento e eliminação | Decommissioning and material disposal

Devem-se tomar ações preventivas contra a poeira e humidade caso o equipamento fique inoperacional durante um longo período de tempo.



O desmantelamento do equipamento deve ser executado por técnicos especializados.

A Gislotica projeta os seus produtos para uma vida longa sem problemas. No fim da vida útil, tanto os lubrificantes como os componentes podem ser reciclados.

A eliminação e/ou reciclagem dos componentes deve ter em consideração a legislação em vigor no local.

Em caso de dúvidas, por favor contacte:

Gislotica - Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda  
Rua 9 de Julho, nº 1022, 4455-504 Perafita | Portugal  
tel: +351 22 995 17 82  
fax: +351 22 994 25 46  
e-mail: [geral@gislotica.pt](mailto:geral@gislotica.pt)

Preventive measures against dust and humidity should be taken if the equipment remains inoperational for a long period of time.

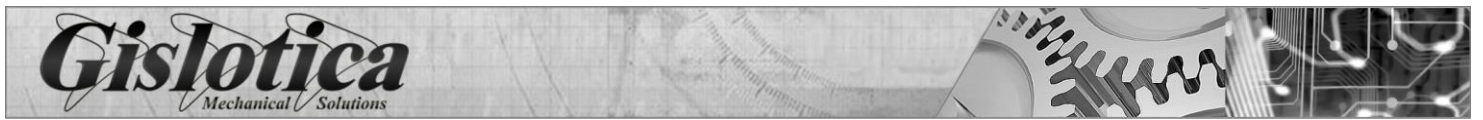


The decommissioning of the equipment should be performed by trained technicians.

Gislotica designs its products for a long trouble free life. At the end of the useful service life, lubricants and components can be recycled.

Disposal and/or recycling should be carried out in accordance with the local authority guidelines.

In case of doubts, please contact:



## **8 Esquemas elétricos e pneumáticos | Electrical and pneumatic drawings**

Tópico da responsabilidade do Departamento Elétrico e Pneumático.

## 9 Propriedade intelectual | Intellectual property

A propriedade intelectual das soluções técnicas desenvolvidas pela Gislotica para satisfazer as necessidades do cliente pertence à Gislotica.

É proibida a utilização do nome Gislotica e/ou dos seus produtos para fins publicitários ou comerciais e/ou iniciar procedimentos legais sem autorização por escrito da Gislotica.

Toda a informação fornecida pela Gislotica, nomeadamente cálculos, manuais, desenhos e filmes, tem carácter confidencial e pertence à Gislotica. A sua divulgação e/ou reprodução carece de autorização por escrito da Gislotica.

The intellectual property of the technical solutions developed by Gislotica to satisfy the customers' needs belong to Gislotica.

It is prohibited to use the name Gislotica and/or its products for advertising or marketing purposes and/or to start legal procedures without written consent from Gislotica.

All information provided by Gislotica, namely calculations, manuals, drawings and movies, is confidential and belongs to Gislotica. Its disclosure and/or reproduction requires written consent from Gislotica.

## 10 Legislação aplicável | Applicable laws

Todos os acordos entre a GISLOTICA e os seus clientes estão sujeitos à Lei Portuguesa.

Qualquer conflito legal que possa surgir será mediado pela Associação Empresarial de Portugal (AEP) ou o tribunal da comarca de Matosinhos, Portugal.

All agreements between GISLOTICA and its clients are subject to Portuguese Law.

Any conflicts which may arise shall be mediated by the Associação Empresarial de Portugal (AEP) or the court in Matosinhos, Portugal.

## 11 Garantia | Warranty

A Gislotica assegura ao proprietário original garantia contra defeitos no material e fabrico, decorrentes do uso e serviço normal do equipamento por um período de (a definir) desde a data de instalação.

No âmbito da garantia, a Gislotica compromete-se a reparar ou substituir quaisquer defeitos no equipamento. Todos os serviços ao abrigo da garantia serão prestados durante o horário de trabalho da Gislotica ou de um técnico autorizado pela Gislotica.

Todas as reclamações ao abrigo da garantia devem ser apresentadas por escrito.

As seguintes reclamações não estão cobertas pela garantia:

- Desgaste normal de peças incluindo pinhões, rolos, veios, casquilhos.
- Danos resultantes de picos de tensão e sobrecargas.

A Gislotica não se responsabiliza por quaisquer defeitos na instalação, danos, falhas mecânicas ou elétricas resultantes de alterações não autorizadas, má utilização e abuso do equipamento.



Gislotica warrants its products against defects in material and workmanship to the original purchaser, under normal use and service for a period of (to be defined) after the date of shipping.

The obligation of Gislotica under this warranty is to repair or replace any defects in the equipment. All services under this warranty will be provided during regular working hours by Gislotica or by a Gislotica approved technician.

All claims under this warranty must be made in writing.

The following items are not covered by the warranty:

- Normal wears of parts including sprockets, rollers, shafts, bushings.
- Equipment damage due to power surges or overloads.

Gislotica is not liable for any faulty installation, damage, mechanical and electrical failure caused by unauthorised alteration, misuse or abuse of the equipment.



## 12 Exemplo de declaração de conformidade CE | Example of the declaration of conformity CE

**Fabricante**  
**Manufacturer** GISLOTICA Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda

**Morada**  
**Address** Rua 9 de Julho, nº 1022  
4455-504 Perafita  
Portugal

Declaramos, sob compromisso de honra, que o equipamento que acompanha esta declaração está conforme as diretivas europeias:

- Diretiva 2005/88/CE (Emissão ruído)
- Diretiva 2014/30/UE (Compatibilidade eletromagnética)
- Diretiva 2014/32/UE (Instrumentos de medição)
- Diretiva 2006/42/EC (Máquinas)
- Diretiva 2014/35/EU (Baixa tensão)
- Diretiva 2009/23/EC (Instrumentos de pesagem de funcionamento não automático)

O processo técnico correspondente ao equipamento que acompanha esta declaração é mantido pela GISLOTICA Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.

We declare, on oath, that the equipment accompanying this declaration conforms with EU Directives:

- Directive 2005/88/CE (Noise emission)
- Directive 2014/30/UE (Electromagnetic compatibility – EMC)
- Directive 2014/32/UE (Measuring instruments – MID)
- Directive 2006/42/EC (Machinery – MD)
- Directive 2014/35/EU (Low voltage – LVD)
- Directive 2009/23/EC (Non-automatic weighing instruments – NAWI)

The technical file corresponding to the equipment accompanying this declaration is maintained by GISLOTICA Projecto e Fabrico de Sistemas Mecânicos, Lda.

<b>Máquina</b> <b>Equipment</b>	Grupo de aplicação de <i>sealant</i> em pneus	<b>Número de série</b> <b>Serial number</b>	20190331-SA01
<b>Modelo</b> <b>Model</b>	SA0001	<b>Ano</b> <b>Year</b>	2019
<b>Função</b> <b>Function</b>	Aplicação automatizada de <i>sealant</i> em pneus		

### 13 Placa característica | Identification plate

A Fig 1 mostra um exemplo chapa de características. Fig 1 shows an example of identification plate.

			
Equipment:	<input type="text"/>	Main Power Supply:	<input type="text"/>
Model:	<input type="text"/>	Main Pressure Suply:	<input type="text"/>
Serial Number:	<input type="text"/>	Weight:	<input type="text"/>
Month/Year:	<input type="text"/>	Maximum Load:	<input type="text"/>
<small>Rua 9 de Julho, nº 1022, 4455-504 Perafita, Portugal tel: +351-229 951 782   fax: +351-229 942 546   cell: +351-966 285 894 e-mail: geral@gislatica.pt   web: www.gislatica.pt</small>			

Fig 1: Exemplo da chapa de características | Example of the identification plate

