



PROJETO DE UM APLICADOR DE ETIQUETAS COM ARMAZENAMENTO VERTICAL

MARGARIDA DA COSTA PEREIRA

novembro de 2020

PROJETO DE UM APLICADOR DE ETIQUETAS COM ARMAZENAMENTO VERTICAL

Margarida da Costa Pereira
1110740

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



PROJETO DE UM APLICADOR DE ETIQUETAS COM ARMAZENAMENTO VERTICAL

Margarida da Costa Pereira
1110740

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.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor João Augusto de Sousa Bastos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Co-orientador

Engenheiro Rui Manuel Fazenda Silva

Assistente Convidado, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Francisco José Malheiro Queirós de Melo

Professor Associado, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela sua ajuda e luta constante, por nunca me deixarem desistir e por sempre me permitirem seguir o meu rumo. A eles, o meu muito obrigado por tudo.

Ao meu irmão, por me desafiar a ir mais longe, mesmo sem o saber.

À minha avó, Maria Nunes da Silva, ao meu padrinho, Abílio Alves dos Santos, e à minha madrinha, Emília Nunes da Silva. Serão sempre parte de mim. A eles estou eternamente grata pela educação, pela ajuda, pelo exemplo e por me mostrarem sempre a alegria do trabalho e de viver.

Ao Engenheiro Rui Fazenda, pelas oportunidades dadas tanto a nível académico como profissional, pela paciência e por ser um mentor. A ele agradeço a partilha de conhecimento e a ajuda na concretização deste projeto.

Ao Engenheiro Arnaldo Pinto, pela sua contribuição na elaboração da dissertação.

Aos professores que fizeram parte do meu percurso em Engenharia Mecânica no ISEP, sem a sua colaboração não chegaria até aqui.

Aos amigos e colegas de curso que foram um apoio e alento ao longo de toda esta etapa académica.

Ao amigo de sempre, José Luís Perna Fonseca, um eterno obrigado.

“O coração do homem dispõe o seu caminho, mas é o Senhor quem dirige os seus passos.” (Provérbios 16, 9)

PALAVRAS CHAVE

Aplicador de etiquetas; Rotulagem de pneus; Autocolante de eficiência energética; Etiqueta energética; Impressão de etiquetas; Pneu.

RESUMO

Atualmente um dos maiores desafios que a indústria enfrenta está relacionado com a eficiência energética. Esta eficiência não se refere apenas ao consumo energético e à minimização das perdas energéticas nos processos e nas atividades desenvolvidas, mas também, à tentativa em dar resposta a um mercado cada vez mais exigente na obtenção de produtos mais eficientes e ecológicos.

A União Europeia tem vindo a lançar regulamentações com o objetivo de proteger o ambiente, através do aumento da eficiência energética e da redução de gases com efeito de estufa. Parte desta regulamentação está direcionada para a indústria do pneu. Desde 2009 que se tem apostado na rotulagem obrigatória de pneus como forma de promover e aumentar a segurança e eficiência do transporte rodoviário.

A indústria do pneu teve assim de se adaptar e passar a garantir a aplicação de etiquetas energéticas nos pneus, algo que na maioria das empresas ainda passa por um processo manual. Sendo este tipo de indústria um dos que mais aposta na investigação, qualidade e melhoria contínua, quer de processos quer do produto final obtido, e que apresenta cadências de produção extremamente elevadas, torna-se relevante a inclusão de processos capazes de realizar a aplicação da etiqueta de forma automática, com uma intervenção humana reduzida.

A oferta no mercado para automatização do processo de aplicação de etiquetas nos pneus é reduzida e muitas das vezes, pode tornar-se bastante limitativa. Considerando o vasto mercado que a indústria do pneu representa e a oportunidade de oferta de um produto capaz de dar resposta às diferentes exigências da indústria, surge a proposta da Gislotica para idealizar e projetar um aplicador de etiquetas com armazenamento vertical.

A presente dissertação foi concretizada com recurso às seguintes etapas de trabalho: definição de objetivos para a dissertação; pesquisa bibliográfica do estado da arte relativo à legislação e aplicação de etiqueta energética no pneu; estudo do mercado do pneu; caracterização do problema e definição dos requisitos do aplicador de etiquetas; tempestade de ideias e seleção das ideias vencedoras; projeto e desenvolvimento do aplicador de etiquetas segundo os princípios de segurança da diretiva máquinas.

No final, para além de se obter uma máquina com características que vão de encontro aos requisitos de projeto, conseguiu-se atingir os objetivos inicialmente propostos na dissertação.

KEYWORDS

Label applicator; Labelling of tires; Energy efficiency sticker; Energy label; Label printing; Tire.

ABSTRACT

Nowadays, one of the biggest challenges that the industry faces is related with energy efficiency. This efficiency does not only refer to the energy consumption and the minimization of energy losses in the developed processes and activities, but also to the attempt in responding to an increasingly demanding market in obtaining more efficient and ecological products.

The European Union has been releasing regulations with the purpose of protecting the environment by increasing energy efficiency and reducing greenhouse gases. Part of this regulations is intended for the tire industry. Since 2009, the mandatory tire labelling has been used to promote and increase the safety and efficiency of road transportation.

Therefore, the tire industry had to adapt and start to guarantee the application of energy labels on tires, something that in most companies is still made through a manual process. In this type of industry, by being one of those that most invests in research, quality and continuous improvement, both in processes and in final product obtained, and which has extremely high production rates, becomes relevant to include processes capable of performing the automatic label application, with a reduced human intervention.

The market offer for automatization of the labelling application process is reduced and most of the times, may become very limitative. Considering the vast market that the tire industry represents and the opportunity to offer a product capable of answering to the different demands of industry, emerges the propose from Gislötica to idealize and design a label applicator with vertical storage.

The present dissertation was carried out using the following work steps: definition of objectives for the dissertation; bibliographic research of the state of the art regarding the legislation and application of energy label on the tire; study of the tire market; characterization of the problem and definition of the requirements of the label applicator; brainstorming and selection of winning ideas; design and development of the label applicator according to the safety principles of machinery directive.

In the end, in addition to obtaining a machine with characteristics that meet the design requirements, it was possible to achieve the objectives initially proposed in the dissertation.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

CRR	Coeficiente de Resistência ao Rolamento
c.s.	Coeficiente de segurança
ETRMA	<i>European Tyre & Rubber Manufacturer's Association</i>
G	Índice de aderência em pavimento molhado
I&D	Investigação e Desenvolvimento
LTR	<i>Light Truck Radial (Pneu)</i>
MEF	Método de Elementos Finitos
N	Valor medido do ruído exterior de rolamento
PCR	<i>Passenger Car Radial (Pneu)</i>
Qtd.	Quantidade
RFID	<i>Radio frequency identification</i> (identificação por radiofrequência)
RR	Resistência ao Rolamento
TBR	<i>Truck and Bus Radial (Pneu)</i>
TPU	Poliuretano termoplástico
UE	União Europeia
VL	Valor-limite

Lista de Unidades

"	polegada
°C	grau Celsius
A	ampere
bar	bar (= 10 ⁵ Pa)
CFM	<i>cubic feet per minute</i> (pés cúbicos por minuto)
cm	centímetro
cm ²	centímetro quadrado
cm ⁴	centímetro à quarta
cpm	<i>counts per minute</i> (contagens por minuto)
dB	decibel
dpi	<i>dots per inch</i> (pontos por polegada)
g	grama
g/cm ³	grama por centímetro cúbico
g/m ²	grama por metro quadrado
Inch-H ₂ O	<i>inch of water</i> (polegada de água)
J	Joule
kg	quilograma
kg/t	quilograma por tonelada

kgf/cm ²	quilograma-força por centímetro quadrado
km	quilómetro
km/h	quilómetro por hora
L	litro
m/min	metro por minuto
mm	milímetro
mm ²	milímetro quadrado
mA	miliampere
mm/rev	milímetro por revolução
ms	milissegundo
m/s	metro por segundo
m/s ²	metro por segundo quadrado
mm/s	milímetro por segundo
MPa	megapascal
N	newton
Nm	newton metro
N/mm ²	newton por milímetro quadrado (= MPa)
Pa	pascal
pontos/mm	pontos por milímetro
psi	<i>pound force per square inch</i> : lbf/in ² (libra-força por polegada quadrada)
rad/s	radiano por segundo
rpm	rotações por minuto
s	segundo
t	tonelada métrica
TWh	terawatt-hora
V	volt
W	watt

 Lista de Símbolos

%	Porcentagem
°	Grau
A	Extensão após rotura Secção do êmbolo do cilindro, avanço em cm ²
Ac	Área da coroa circular em cm ²
CO ₂	Dióxido de carbono
dc	Diâmetro interno do cilindro em cm
DC	<i>Direct current</i> (corrente contínua)
dh	Diâmetro da haste em cm
E	Módulo de elasticidade
f	Flecha
F	Carga aplicada
Fa	Força de avanço ou atuação
f _i	Coeficiente de aplicação
Fp	Força de projeto, força necessária para a operação em kg
f _v	Fator de comparação de carga
I	Momento de inércia
l	Comprimento livre
<i>l</i>	Relação de encurvadura, comprimento livre em cm
L _{km}	Vida de serviço calculada em km
M	Binário
P	Carga em N
Pt	Pressão de trabalho em kgf/cm ²
q	Coeficiente de curso
r	raio
Rm	Tensão de rotura
Rp0.2	Tensão de limite de proporcionalidade a 0,2% de deformação
S	Coeficiente de segurança (cilindro)
t	Fator dependente do modelo da guia telescópica
v	Velocidade
W	Carga equivalente para um par de calhas-guia
δ	Fator de capacidade de carga em N
η	Rendimento/Eficiência Fator de carga (cálculo cilindro)
ρ	Massa volúmica
ω	Velocidade angular

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Administração central	Organismo administrativo cuja competência abrange a totalidade do território de um Estado-Membro.
Código QR	Código dinâmico de resposta rápida, que permite o acesso a determinada informação.
Conceção ecológica	Integração de aspetos ambientais na conceção de um produto, com o objetivo de melhorar o seu desempenho ambiental ao longo do seu ciclo de vida.
Eficiência energética	Rácio entre o resultado em termos de desempenho, serviços, bens ou energia gerados e a energia utilizada para o efeito.
Etiqueta energética	Diagrama gráfico, impresso ou em formato eletrónico, constituído por uma classificação de letras, representando cada letra uma classe de poupança de energia.
Hidroplanagem	Derrapagem sobre uma camada de água. Quando toda a área de contacto entre o pneu e o pavimento está coberta por uma cunha de água, separando totalmente o pneu do pavimento, ocorre a hidroplanagem dinâmica.
Histerese	Tendência que um sistema tem em conservar as suas propriedades mesmo na ausência do estímulo que as gerou ou, a capacidade de preservar uma deformação na presença de um estímulo.
Impressão	Processo de reprodução em que tinta é aplicada num substrato de impressão de forma a transmitir informação (imagens, gráficos ou texto).
Máquina	Conjunto equipado com um sistema de acionamento diferente da força humana ou animal diretamente aplicada, composto por peças ou componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é movel, reunidos de forma solidária com vista a uma aplicação definida.
Pneu recauchutado	Pneu usado que é restaurado por substituição do piso do pneu gasto por um piso novo.
<i>Print on demand</i>	Impressão sob demanda. Impressão após realização do pedido de impressão.
Rótulo do pneu	Diagrama gráfico, impresso ou em formato eletrónico, inclusive na forma de autocolante, provido de símbolos com o desempenho de um pneu ou lote de pneus relativamente aos seus parâmetros.
Vulcanização	Processo de transformação de borracha que consiste geralmente na aplicação de calor e pressão para obter o produto final pretendido, em termos de forma e características.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – EMISSÃO DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA POR MEIO DE TRANSPORTE [11]	37
FIGURA 2 – FABRICO DO PNEU [13]	38
FIGURA 3 – CONSTITUIÇÃO DO PNEU [14]	39
FIGURA 4 – IDENTIFICAÇÃO DO PNEU (ADAPTADO DE [12])	40
FIGURA 5 – TIPO DE CONSTRUÇÃO DO PNEU [14]	41
FIGURA 6 – FORÇAS ATUANTES NO VEÍCULO AUTOMÓVEL (ADAPTADO DE [15])	41
FIGURA 7 – DISSIPACÃO ENERGÉTICA EM MATERIAL VISCOELÁSTICO (ADAPTADO DE [15])	42
FIGURA 8 – RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO VS. PRESSÃO DE ENCHIMENTO DO PNEU (ADAPTADO DE [12])	42
FIGURA 9 – USO (E PERDA) DE COMBUSTÍVEL NUM VEÍCULO (ADAPTADO DE [12])	43
FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA (ADAPTADO DE [16])	44
FIGURA 11 – CONTRIBUIÇÃO DA RR NA ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL VS. VELOCIDADE (ADAPTADO DE [16])	45
FIGURA 12 – TRIÂNGULO MÁGICO: TRAÇÃO, DESGASTE DO PISO E RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO (ADAPTADO DE [16])	45
FIGURA 13 – REQUISITOS DE ADERÊNCIA EM PISO MOLHADO PARA PNEUS DA CLASSE C1 [7]	46
FIGURA 14 – REQUISITOS MÁXIMOS DE RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO [7]	47
FIGURA 15 – REQUISITOS MÁXIMOS DE RUÍDO AO ROLAMENTO [7]	47
FIGURA 16 – DESENHO DO RÓTULO	52
FIGURA 17 – EXEMPLOS DE DESENHO COMPLETO DO RÓTULO [27]	58
FIGURA 18 – DESENHO DA PARTE SUPERIOR DO RÓTULO [26]	59
FIGURA 19 – DESENHO DA PARTE INFERIOR DO RÓTULO CONFORME AS CARACTERÍSTICAS DE ADERÊNCIA DO PNEU [26]	59
FIGURA 20 – MATERIAIS DE ETIQUETA AUTOCOLANTE SENSÍVEL A PRESSÃO (ADAPTADO DE [29])	60
FIGURA 21 – TECNOLOGIAS DE IMPRESSÃO E FLUXO DE PRODUÇÃO (ADAPTADO DE [28])	60
FIGURA 22 – IMPRESSÃO TÉRMICA DIRETA (ADAPTADO DE [30][31])	63
FIGURA 23 – IMPRESSÃO POR TRANSFERÊNCIA TÉRMICA (ADAPTADO DE [28])	64
FIGURA 24 – MÉTODO DE APLICAÇÃO POR TRANSFERÊNCIA TÉRMICA (ADAPTADO DE [32])	65
FIGURA 25 – CONSTITUIÇÃO DA FITA DE IMPRESSÃO (ADAPTADO DE [28])	65
FIGURA 26 – INSTALAÇÕES DA GISLOTICA	71
FIGURA 27 – INDÚSTRIA EUROPEIA DO PNEU (ADAPTADO DE [38])	72
FIGURA 28 – IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES DO PROCESSO	79
FIGURA 29 – IMPRESSÃO DE DADOS NO RÓTULO ENERGÉTICO	82
FIGURA 30 – DESALINHAMENTO DURANTE PASSAGEM DA ETIQUETA	89
FIGURA 31 – PASSAGEM ENTRE VENTILADORES 120X120X25 E 60X60X25	91
FIGURA 32 – DIAGRAMAS DE PROPRIEDADES DOS MATERIAIS [57]	93
FIGURA 33 – DIAGRAMA RIGIDEZ ESPECÍFICA VS. RESISTÊNCIA ESPECÍFICA [57]	94
FIGURA 34 – CUSTO DE MATERIAL [57]	95
FIGURA 35 – APLICADOR DE ETIQUETAS COM ARMAZENAMENTO VERTICAL	98

FIGURA 36 – ESTRUTURA DO APLICADOR	98
FIGURA 37 – DIMENSÕES DA ESTRUTURA DO APLICADOR	99
FIGURA 38 – CONJUNTO DE FIXAÇÃO AUTOMÁTICA DA ITEM [58]	100
FIGURA 39 – PROPRIEDADES DA FIXAÇÃO AUTOMÁTICA DA ITEM (ADAPTADO DE [58])	101
FIGURA 40 – CONSTITUIÇÃO DO MÓDULO DE GAVETA	102
FIGURA 41 – APLICAÇÃO DE CARGA RADIAL NUM PAR DE GUIAS [59]	103
FIGURA 42 – DADOS TÉCNICOS DA GUIA DS28 DE ACORDO COM O FABRICANTE [59]	104
FIGURA 43 – DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DE GAVETA	105
FIGURA 44 – SISTEMA MODULAR DE GAVETAS	107
FIGURA 45 – CONSTITUIÇÃO DO MÓDULO DE ALIMENTAÇÃO	108
FIGURA 46 – CONSTITUIÇÃO DO TRANSPORTADOR DE ALIMENTAÇÃO	109
FIGURA 47 – TRANSPORTADOR: SELEÇÃO DE SISTEMA MECÂNICO	112
FIGURA 48 – TRANSPORTADOR: DEFINIÇÃO DE OPERAÇÃO E DE CICLO DE TRABALHO	113
FIGURA 49 – TRANSPORTADOR: VERIFICAÇÃO E PARÂMETROS DO SERVOMOTOR	113
FIGURA 50 – CÁLCULO DE VIDA DE SERVIÇO DO EIXO DE GUIAMENTO DO ALIMENTADOR [62]	115
FIGURA 51 – ACELERAÇÃO MÁXIMA EM FUNÇÃO DA CARGA [62]	116
FIGURA 52 – ELEVADOR ALIMENTAÇÃO: SELEÇÃO DE SISTEMA MECÂNICO	117
FIGURA 53 – ELEVADOR ALIMENTAÇÃO: DEFINIÇÃO DE OPERAÇÃO E DE CICLO DE TRABALHO	117
FIGURA 54 – ELEVADOR ALIMENTAÇÃO: VERIFICAÇÃO E PARÂMETROS DO SERVOMOTOR	118
FIGURA 55 – CONSTITUIÇÃO DO MÓDULO APLICADOR	120
FIGURA 56 – CONSTITUIÇÃO DO TRANSPORTADOR APLICADOR	121
FIGURA 57 – DESENVOLVIMENTO DO TRANSPORTADOR APLICADOR	122
FIGURA 58 – CÁLCULO DE VIDA DE SERVIÇO DO EIXO DE GUIAMENTO DO APLICADOR [62]	124
FIGURA 59 – ACELERAÇÃO MÁXIMA EM FUNÇÃO DA CARGA [62]	124
FIGURA 60 – ELEVADOR APLICADOR: SELEÇÃO DE SISTEMA MECÂNICO	125
FIGURA 61 – ELEVADOR APLICADOR: DEFINIÇÃO DE OPERAÇÃO E DE CICLO DE TRABALHO	126
FIGURA 62 – ELEVADOR APLICADOR: VERIFICAÇÃO E PARÂMETROS DO SERVOMOTOR	126
FIGURA 63 – DESENVOLVIMENTO DO MECANISMO DE AVANÇO DO APLICADOR	128
FIGURA 64 – FATOR DE CARGA H, DE ACORDO COM FUNCIONAMENTO DO CILINDRO [63]	128
FIGURA 65 – RESULTADOS DE SIMULAÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DO CILINDRO	130
FIGURA 66 – EXEMPLO DE RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PNEUMÁTICA DA FESTO	131
FIGURA 67 – ENCURVADURA NA HASTE DO CILINDRO: CRITÉRIO DE EULER [63]	133
FIGURA 68 – ANÁLISE DE PONTO DE TRANSFERÊNCIA DE ETIQUETA	133
FIGURA 69 – TRANSFERÊNCIA DE ETIQUETA PARA O PNEU	134
FIGURA 70 – CONSTITUIÇÃO DO MÓDULO PRESSIONADOR	135
FIGURA 71 – RESULTADOS DE SIMULAÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DO CILINDRO	137
FIGURA 72 – LARGURA DO PNEU VS. ALTURA DE APLICAÇÃO DE ETIQUETA ENERGÉTICA	138
FIGURA 73 – ESQUEMA PNEUMÁTICO DO APLICADOR DE ETIQUETAS	139
FIGURA 74 – ZONA DE TRABALHO DO APLICADOR DE ETIQUETAS	140
FIGURA 75 – CICLO DE TRABALHO DO APLICADOR DE ETIQUETAS	141
FIGURA 76 – DISTÂNCIA ENTRE PNEUS	142
FIGURA 77 – PROCESSO DE APLICAÇÃO DE ETIQUETA NO PNEU	142

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUS [7][17]	48
TABELA 2 – CLASSES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA [6]	50
TABELA 3 – CLASSES DE ADERÊNCIA EM PAVIMENTO MOLHADO [6]	51
TABELA 4 – CLASSE E VALOR MEDIDO DE RUÍDO EXTERIOR DE ROLAMENTO [6]	51
TABELA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE CLASSES PARA PNEU C1 [22]	54
TABELA 6 – ROTULAGEM GLOBAL DE PNEUS	55
TABELA 7 – CLASSES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA [26]	56
TABELA 8 – CLASSES DE ADERÊNCIA EM PAVIMENTO MOLHADO [26]	57
TABELA 9 – CLASSE E VALOR MEDIDO DE RUÍDO EXTERIOR DE ROLAMENTO [26]	57
TABELA 10 – PICTOGRAMAS DE ADERÊNCIA NA NEVE E NO GELO [26]	58
TABELA 11 – MATRIZ COMPARATIVA DE TECNOLOGIAS DE IMPRESSÃO DE CÓDIGO DE BARRAS (ADAPTADO DE [30])	62
TABELA 12 – APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO TÉRMICA [31]	63
TABELA 13 – A-SUN T E AST 4.0 [42][43][44][45]	74
TABELA 14 – LEGI-AIR 5300 TIRE LABELLING SYSTEM [46][47][41]	75
TABELA 15 – CHROMAFFIX [48][49][50]	76
TABELA 16 – <i>TREAD LABEL APPLICATOR</i> [51]	76
TABELA 17 – <i>FINALTOUCH 401XLET PRINT & APPLY TIRE LABELER</i> [52][53][54]	77
TABELA 18 – PROCESSO E MODO DE OPERAÇÃO DO APLICADOR DE ETIQUETAS	79
TABELA 19 – DIMENSÕES DO PNEU	81
TABELA 20 – VIDEOJET 9550: ETIQUETADORA COM DISPENSADOR AUTOMÁTICO [55]	83
TABELA 21 – APLICADOR HERMA 500 [56]	84
TABELA 22 – IMPRESSORAS: ESPECIFICAÇÕES DE IMPRESSÃO EM MODO CONTÍNUO	84
TABELA 23 – COMPONENTES PARA ENSAIOS EXPERIMENTAIS	86
TABELA 24 – 1º ENSAIO EXPERIMENTAL: DISTÂNCIA DE ADERÊNCIA SEM DESVIO	87
TABELA 25 – 2º ENSAIO EXPERIMENTAL: DISTÂNCIA DE ASPIRAÇÃO	87
TABELA 26 – 3º ENSAIO EXPERIMENTAL: DISTÂNCIA DE ASPIRAÇÃO DE SUPERFÍCIE PARCIAL	88
TABELA 27 – 4º ENSAIO EXPERIMENTAL: DISTÂNCIA MÍNIMA DE CONTACTO PARA ADERÊNCIA	89
TABELA 28 – PASSAGEM ENTRE VENTILADORES 120X120X25 E 80X80X25	90
TABELA 29 – COMPONENTES SELECIONADOS	99
TABELA 30 – DIMENSÕES (EM MM) PARA TRANSPORTE	100
TABELA 31 – PROPRIEDADES DO ALUMÍNIO AW 5083	101
TABELA 32 – FLECHA NO PERFIL DE ALUMÍNIO	102
TABELA 33 – PROPRIEDADES DO ALUMÍNIO AW 6063-T6	105
TABELA 34 – SIMULAÇÃO MEF DA CANTONEIRA DE SUPORTE	106
TABELA 35 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EIXO EGC-HD-125- -TB [62]	114
TABELA 36 – EIXO DO ALIMENTADOR: ESFORÇOS MÁXIMOS E ESFORÇOS EFETIVOS	115
TABELA 37 – ELEVADOR ALIMENTAÇÃO: COMPARAÇÃO DADOS EIXO VS DADOS SIMULAÇÃO	119
TABELA 38 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EIXO EGC-HD-160- -TB [62]	123

TABELA 39 – EIXO DO APLICADOR: ESFORÇOS MÁXIMOS E ESFORÇOS EFETIVOS	123
TABELA 40 – ELEVADOR APLICADOR: COMPARAÇÃO DADOS EIXO VS DADOS SIMULAÇÃO	127
TABELA 41 – DADOS PARA DIMENSIONAMENTO PNEUMÁTICO	130
TABELA 42 – ENERGIA CINÉTICA DE IMPACTO: VALORES ADMISSÍVEIS VS. RESULTADOS SIMULAÇÃO	131
TABELA 43 – DADOS PARA DIMENSIONAMENTO PNEUMÁTICO	137
TABELA 44 – ENERGIA CINÉTICA DE IMPACTO: VALORES ADMISSÍVEIS VS. RESULTADOS SIMULAÇÃO	138
TABELA 45 – TEMPOS DE CICLO DO APLICADOR E DISTÂNCIA ENTRE PNEUS	142
TABELA 46 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS VS. CONCLUSÕES E RESULTADOS OBTIDOS	145
TABELA 47 – CARACTERÍSTICAS DO APLICADOR DE ETIQUETAS	147

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	Enquadramento	29
1.2	Objetivos	29
1.3	Metodologia.....	30
1.4	Estrutura da dissertação	31
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35
2.1	Emissões do transporte rodoviário na UE.....	36
2.2	Pneu	37
2.2.1	Fabrico do pneu.....	38
2.2.2	Constituição do pneu	39
2.2.3	Identificação geral do pneu.....	40
2.2.4	Resistência ao rolamento	41
2.2.5	Resistência ao rolamento vs. Consumo de energia e de combustível	42
2.3	Regulamento (CE) 661/2009 – Homologação de segurança de veículos a motor.....	46
2.3.1	Requisitos e classificação dos pneus	46
2.4	Regulamento (CE) 1222/2009 – Rotulagem dos pneus	49
2.4.1	Aplicabilidade do regulamento	49
2.4.2	Classes de eficiência energética	50
2.4.3	Classes de aderência em pavimento molhado	51
2.4.4	Classe e valor medido de ruído exterior de rolamento.....	51
2.4.5	Formato do rótulo	52
2.4.5.1	Autocolante: Etiqueta energética.....	53
2.5	Etiqueta energética europeia do pneu	53
2.6	Regulamentação global de rotulagem de pneus	54
2.6.1	Nova rotulagem europeia de pneus: Regulamento (UE) 2020/740	55

2.6.1.1	Classes de eficiência energética.....	56
2.6.1.2	Classes de aderência em pavimento molhado	57
2.6.1.3	Classe e valor medido de ruído exterior de rolamento	57
2.6.1.4	Aderência na neve e aderência no gelo	58
2.6.1.5	Desenho do rótulo	58
2.7	Impressão e aplicação de etiquetas.....	60
2.7.1	Impressão térmica direta	63
2.7.2	Impressão por transferência térmica	64
2.8	Segurança de máquinas	66
2.8.1	Diretiva Máquinas	67
3	DESENVOLVIMENTO	71
3.1	Caracterização da empresa	71
3.2	Estudo de mercado	72
3.2.1	Mercado do pneu	72
3.2.2	Aplicador de etiqueta energética no pneu.....	73
3.3	Caracterização do problema	77
3.3.1	Descrição do processo e do modo de operação	79
3.4	Requisitos do aplicador de etiquetas.....	81
3.5	Anteprojeto/Tempestade de ideias	82
3.5.1	Estrutura da máquina	82
3.5.2	Impressão e disponibilização de etiqueta	83
3.5.3	Transporte da etiqueta.....	85
3.5.3.1	Ensaio experimentais	85
3.5.3.2	Conclusões dos ensaios experimentais.....	91
3.5.4	Aplicação de etiqueta	92
3.6	Análise crítica das ideias e seleção da ideia vencedora	92
3.6.1	Estrutura da máquina	93
3.6.2	Impressão e disponibilização de etiqueta	95
3.6.3	Transporte da etiqueta.....	96
3.6.4	Aplicação da etiqueta	96
3.7	Projeto.....	97
3.7.1	Estrutura do aplicador	98
3.7.2	Sistema modular de gavetas	102
3.7.3	Módulo de alimentação	108
3.7.4	Módulo aplicador	119

3.7.5	Módulo pressionador	135
3.7.6	Projeto pneumático.....	139
3.7.7	Segurança da máquina	140
3.7.8	Tempo de ciclo da máquina	141
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	145
4.1	Conclusões	145
4.2	Proposta de trabalhos futuros	149
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	153
6	ANEXOS.....	161
6.1	Anexo 1 – Desenhos de projeto	163
6.2	Anexo 2 – Esquema pneumático.....	189
6.3	Anexo 3 – Análise e avaliação de riscos da máquina	193
6.4	Anexo 4 – Fichas técnicas.....	213

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A procura constante e crescente da indústria do pneu em se adaptar às regulamentações europeias em vigor referentes à eficiência energética, segurança e características do pneu, e em dar resposta às exigências do mercado, levam ao desenvolvimento e automatização de novos processos. Esta é uma indústria em progresso contínuo que representa um mercado amplo e altamente competitivo.

Sendo a Gislotica uma empresa com mais de 20 anos de experiência em fornecer soluções para a indústria do pneu, surge a oportunidade e a proposta para desenvolver um aplicador de etiquetas com armazenamento vertical.

Pretende-se dar oferta ao mercado de um aplicador automático de etiquetas energéticas que seja de construção simples, modular e facilmente adaptável às exigências específicas de cada cliente.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal o projeto e desenvolvimento de um aplicador de etiquetas com sistema de armazenamento vertical, em parceria com a Gislotica. Este objetivo só será totalmente conseguido através da integração de determinados produtos já existentes no mercado e que contribuem para a obtenção de um produto fiável e duradouro.

Como forma de determinar as características e modo de operação da máquina a projetar e ainda, de saber quais as exigências atuais em termos legislativos e de indústria, torna-se essencial proceder à realização de um estudo generalizado que demonstre ser relevante para a elaboração do projeto.

Neste contexto, definem-se os seguintes objetivos específicos da dissertação e de projeto:

- Adaptabilidade a transportadores com diferentes alturas e respetivas velocidades de transporte;
- Garantir compatibilidade com pneus de diferentes dimensões;

- Possibilidade de imprimir, de forma aleatória, etiquetas energéticas com diferentes formatos e/ou dimensões;
- Tempo de ciclo da máquina deve ser equivalente ao dos produtos existentes no mercado, sem que isso limite a taxa de produção e processamento de pneus;
- Selecionar e dimensionar os diferentes componentes da máquina (estrutura, cilindros pneumáticos, motores, correias, rolamentos, impressora, etc.);
- Assegurar dimensões finais da máquina adequadas ao seu transporte;
- Integrar e indicar as medidas adequadas para garantir a segurança da máquina;
- Execução dos desenhos de fabrico;
- Desenvolvimento do esquema pneumático da máquina.

1.3 Metodologia

A metodologia empregue para desenvolvimento do projeto e da presente dissertação passa por:

- Pesquisa bibliográfica orientada para: regulamentação em vigor, fabrico e características do pneu, etiqueta energética, impressão e aplicação de etiquetas e segurança de máquinas;
- Estudo do mercado do pneu;
- Pesquisa de soluções existentes no mercado para aplicação de etiqueta energética no pneu;
- Definição do processo e modo de operação do aplicador;
- Definição dos requisitos de projeto;
- Estabelecimento das diferentes soluções possíveis para execução do projeto;
- Estudo, através de ensaios experimentais, do comportamento da etiqueta para transporte e aplicação;
- Seleção e definição das soluções finais de projeto;
- Desenvolvimento do projeto mecânico do aplicador, tendo em consideração a segurança da máquina segundo a diretiva máquinas;
- Inclusão de soluções padrão já existentes no mercado;
- Execução de desenhos de fabrico;
- Determinação do tempo de ciclo da máquina.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação divide-se em seis capítulos principais:

- Introdução, onde são efetuados um enquadramento e a definição de objetivos e metodologias adotadas para desenvolvimento do projeto proposto;
- Revisão bibliográfica, que apresenta um estudo generalizado da atual regulamentação, do pneu e respetivo mercado, da rotulagem energética e ainda dos métodos existentes para impressão e aplicação de etiquetas;
- Desenvolvimento, onde é apresentado e demonstrado todo o percurso necessário e inerente à execução do projeto;
- Conclusões, que determinam a congruência do projeto final com os objetivos propostos e os requisitos de projeto e ainda, onde são definidas e apresentadas propostas de melhoria ou de trabalhos futuros a serem executados;
- Bibliografia e outras fontes de informação;
- Anexos, onde estão dispostos os desenhos técnicos de fabrico (Anexo 1), o esquema pneumático (Anexo 2), a análise de riscos da máquina (Anexo 3) e as fichas técnicas dos diferentes componentes padrão integrados no aplicador de etiquetas (Anexo 4).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EMISSÕES DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO NA UE

2.2 PNEU

2.3 REGULAMENTO (CE) 661/2009 – HOMOLOGAÇÃO DE
SEGURANÇA DE VEÍCULOS A MOTOR

2.4 REGULAMENTO (CE) 1222/2009 – ROTULAGEM DOS PNEUS

2.5 ETIQUETA ENERGÉTICA EUROPEIA DO PNEU

2.6 REGULAMENTAÇÃO GLOBAL DE ROTULAGEM DE PNEUS

2.7 IMPRESSÃO E APLICAÇÃO DE ETIQUETAS

2.8 SEGURANÇA DE MÁQUINAS

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A UE (União Europeia) tem vindo cada vez mais a adotar diferentes políticas como forma de proteger o ambiente e de procurar minimizar os riscos a nível climático, de saúde humana e biodiversidade [1].

A preocupação crescente pelo aumento da eficiência energética e a redução de gases com efeito de estufa, em contexto europeu e mundial, tem levado à criação de regulamentação como forma de garantir que os fabricantes concebem e colocam no mercado produtos mais eficientes a nível energético e menos poluentes [2]. Dentro das mais diversas regulamentações atuais podemos encontrar as seguintes:

- Diretiva 2012/27/UE - Eficiência energética [3]:

O objetivo e âmbito da diretiva, e das alterações efetuadas a esta, é estabelecer medidas comuns de promoção da eficiência energética na EU, como forma de assegurar o cumprimento das metas estabelecidas em matéria de eficiência energética para 2020 (redução do consumo de energia em 20%), 2030 (32,5%) e de preparar novas melhorias futuras após essas datas.

No que se refere aos pneus, pretende-se que as administrações centrais adquiram apenas pneus que pertençam à classe mais elevada de eficiência em termos de combustível, sem que os impeça de adquirir pneus com classe máxima de aderência em piso molhado ou de ruído exterior de rolamento, sempre que se justifique.

- Diretiva 2009/125/CE – Conceção ecológica de produtos relacionados com o consumo de energia [4]:

A diretiva define um quadro de requisitos para a conceção ecológica de produtos relacionados com o consumo de energia, como forma de garantir a sua livre circulação no mercado.

- Regulamento (UE) 2017/1369 – Etiquetagem energética [5]:

O regulamento prevê a etiquetagem de produtos relacionados com a energia que são colocados no mercado. Assim como, a prestação de informação ao cliente, de forma a que este opte por produtos mais eficientes no que se refere à eficiência energética e ao consumo de energia e de outros recursos, tendo a finalidade de reduzir o consumo de energia.

- Regulamento (CE) 1222/2009 – Rotulagem dos pneus [6]:

Com este regulamento pretende-se aumentar a segurança e eficiência do transporte rodoviário, promovendo pneus eficientes energeticamente, seguros e com reduzida emissão sonora.

São estabelecidas informações harmonizadas sobre os parâmetros dos pneus, que são prestadas ao utilizador final através de rotulagem, de forma a que este faça uma escolha informada aquando da aquisição do pneu.

- Regulamento (CE) 661/2009 – Homologação no que se refere à segurança geral dos veículos a motor, seus reboques e sistemas, componentes e unidades técnicas a eles destinados [7]:

Para além da homologação em termos de segurança de veículos a motor, seus reboques, sistemas, componentes e unidades técnicas a eles destinados, e da homologação relativa aos sistemas de controlo de pressão dos pneus e aos indicadores de mudança de velocidade, o regulamento também estabelece requisitos de homologação de pneus no que diz respeito ao seu desempenho em termos de segurança, de resistência ao rolamento e de emissões de ruído de rolamento.

- Diretiva 2007/46/CE – Homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos [8]:

A diretiva estabelece um quadro harmonizado com disposições administrativas e requisitos técnicos aplicáveis à homologação dos veículos abrangidos pela própria diretiva.

Apenas foram enumeradas anteriormente as diretivas que se mostram ser relevantes para o desenvolvimento desta dissertação. Algumas destas diretivas serão abordadas de forma pormenorizada mais à frente.

2.1 Emissões do transporte rodoviário na UE

As emissões de ar poluentes com origem no transporte rodoviário são as principais contribuidoras para o problema da qualidade do ar na Europa [9].

De acordo com a EU, em 2016 o transporte rodoviário contribuiu aproximadamente em 21% do total das emissões de CO₂ (Dióxido de Carbono), entre as quais 15% correspondem a veículos ligeiros, de passageiros e comerciais [10].

Em 2017, como se pode ver pela Figura 1, as emissões de gases com efeito de estufa do transporte rodoviário representavam 71,7% do total das emissões pelos diferentes modos de transporte.



Fonte: Statistical pocketbook 2019.

Figura 1 – Emissão de gases com efeito de estufa por meio de transporte [11]

As emissões provenientes dos transportes representam atualmente um quarto das emissões de gases com efeito de estufa, e continuam a aumentar. A Europa pretende reduzir 90% destas emissões até 2050 [11].

O ruído do tráfego é igualmente um problema ambiental relevante. Sendo este influenciado por: intensidade do tráfego, tipo de veículo, estilo de condução e interação entre o pneu e o pavimento.

2.2 Pneu

A função principal do pneu é providenciar uma interface de ligação entre o veículo e o pavimento. A carga do veículo provoca uma deflexão no pneu, sendo esta deflexão balanceada entre a pressão média da área de contacto e a pressão de ar interna do pneu [12].

A capacidade de um veículo iniciar marcha, parar, ou curvar, resulta da fricção entre o pavimento e o pneu. O pneu torna-se assim um componente importante no que se refere a conforto e segurança dado que:

- Transmite as forças estáticas (peso e carga do veículo) e dinâmicas (atrito resultante de aceleração, travagem, tração, etc.) entre o veículo e o pavimento;
- Contribui para assegurar a aderência do veículo ao pavimento;
- Possibilita o controlo na condução e direção do veículo;
- Atua como amortecedor de vibrações provocadas pelo pavimento.

A existência de sulcos no piso do pneu é essencial para lidar com os efeitos meteorológicos adversos que podem resultar em superfícies secas, molhadas, com neve ou cobertas com gelo. Os diferentes desenhos do piso (configuração de sulcos e blocos) permitem à água escapar da superfície de contacto entre o pneu e o pavimento, minimizando o risco de hidroplanagem, e influenciam a qualidade do pneu quanto à tração a seco, desgaste e nível de ruído.

2.2.1 Fabrico do pneu

O pneu antes de ganhar o seu formato final passa por diferentes fases. Um resumo do processo de fabrico é representado na Figura 2.

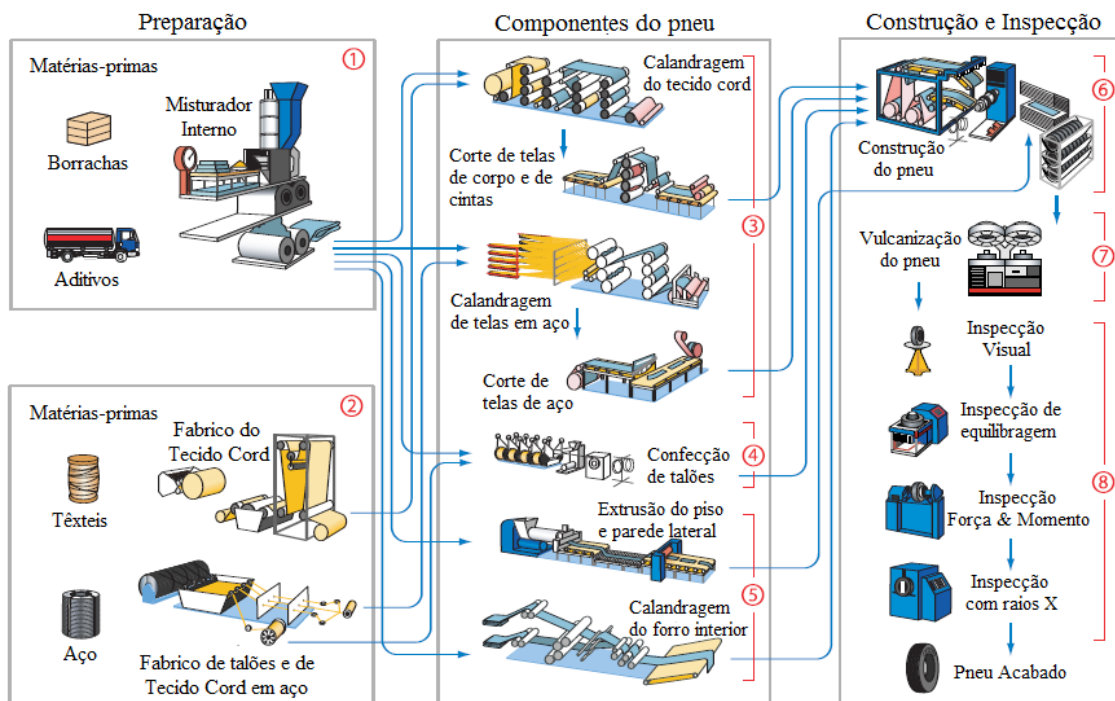


Figura 2 – Fabrico do pneu [13]

Os diferentes materiais em bruto que fazem parte da constituição do pneu são preparados e passam posteriormente por diferentes processos, até à obtenção do produto final. Entre esses processos estão:

- Produção, formação e corte das diferentes telas que irão originar a estrutura básica do pneu;
- Produção do talão do pneu;
- Produção, formação e corte do piso, parede lateral e forro interior do pneu;

- Depois de produzidos e preparados os diferentes componentes, procede-se à construção do pneu a partir do seu interior, resultando um “pneu verde”;
- Realização da cura do “pneu verde” através da sua vulcanização, a partir da qual o pneu ganha o seu formato e características finais;
- Como último passo do processo de fabrico é efetuada a inspeção do pneu, sendo esta uma fase essencial para garantir a segurança e qualidade antes da sua comercialização.

2.2.2 Constituição do pneu

A Figura 3 permite ilustrar a constituição de um pneu [14]:

1. Revestimento interior de borracha sintética;
2. Carcaça, constituída por borracha embebida com cabos de aço e fibras têxteis, que permite ao pneu suportar a pressão interna;
3. Talão (parte que se apoia na jante);
4. Aros do talão (impedem a deformação do talão, mantendo o pneu em contacto permanente com a jante);
5. Flanco (parede lateral do pneu);
6. Telas de reforço (dão estabilidade dinâmica ao pneu);
7. Piso ou banda de rodagem (parte em contacto com o solo, que visa a aderência do veículo ao solo).



Figura 3 – Constituição do pneu [14]

2.2.3 Identificação geral do pneu

Na Figura 4 pode-se observar um exemplo de identificação do tipo de pneu. O código alfanumérico existente no flanco do pneu (p.ex. P 205/70 R 15 96 T) permite obter diferentes informações sobre o pneu em causa:

- A primeira letra indica o tipo de pneu em função do tipo de veículo a que se destina:

P (*Passenger*) – Pneu para veículos de passageiros

LT (*Light Truck*) – Pneu para veículos comerciais ligeiros

ST (*Special Trailers*) – Pneu para veículos comerciais pesados

T (*Temporary*) – Pneu para uso temporário, isto é, pneu de emergência

- 205 – Indica a largura do pneu;
- 70 – Representa o perfil do pneu, isto é, indica a relação entre a altura e a largura do pneu;
- A segunda letra refere-se ao tipo de construção do pneu (Figura 5):
 - R – Construção radial
 - D – Construção diagonal
- 15 – Indica o diâmetro da jante, em polegadas;
- 96 – Indica o índice de capacidade de carga (96 – 710 kg);
- T – Indica a categoria de velocidade (T – 190 km/h).

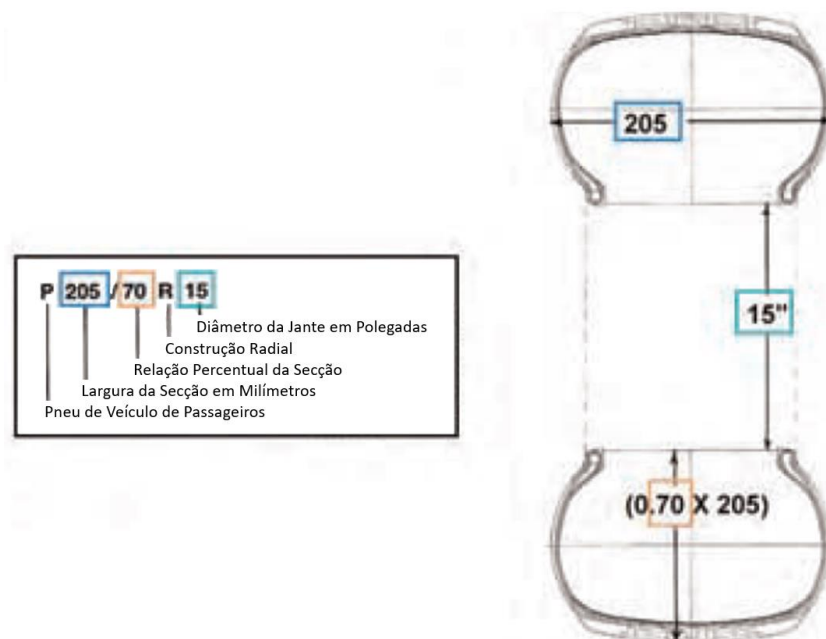


Figura 4 – Identificação do pneu (Adaptado de [12])

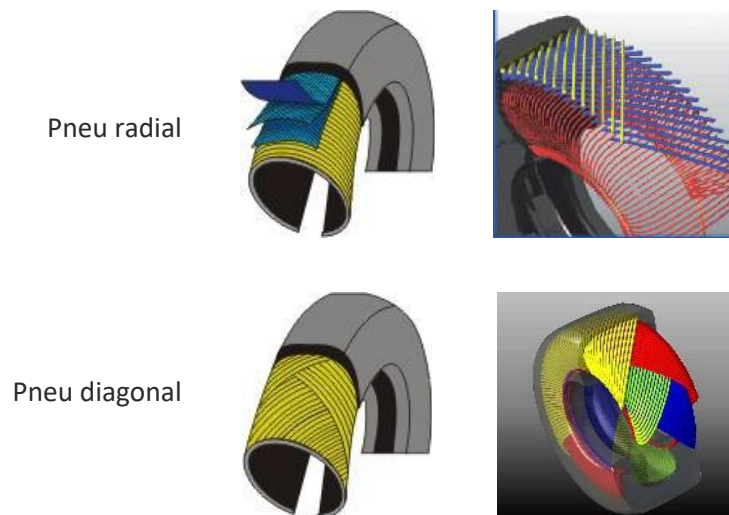


Figura 5 – Tipo de construção do pneu [14]

2.2.4 Resistência ao rolamento

A força necessária para ultrapassar as perdas histeréticas num pneu é conhecida como resistência ao rolamento. Esta força é medida através da colocação de uma célula de carga no eixo da roda e da determinação da força de resistência ao rolamento na direção horizontal (longitudinal) [12].

Os resultados da resistência ao rolamento são expressos como coeficiente de resistência ao rolamento (CRR). Este coeficiente é igual à força de RR (Resistência ao Rolamento), em Newton, dividida pela carga que o pneu tem de transportar. O CRR é assim um parâmetro adimensional que permite facilmente comparar pneus de diferentes dimensões, índices de carga, etc. [15]. O CRR é normalmente expresso em kg/t.

A RR é uma das várias forças atuantes no veículo (Figura 6), sendo esta uma força que atua na direção oposta à do veículo quando o pneu está a rolar. Devido à carga do veículo o pneu deforma-se na zona de contacto com a superfície do solo. Esta deformação juntamente com o material em borracha do pneu são imprescindíveis para criar a aderência necessária entre o veículo e o solo, dando conforto ao veículo e gerando um baixo nível de ruído [15].

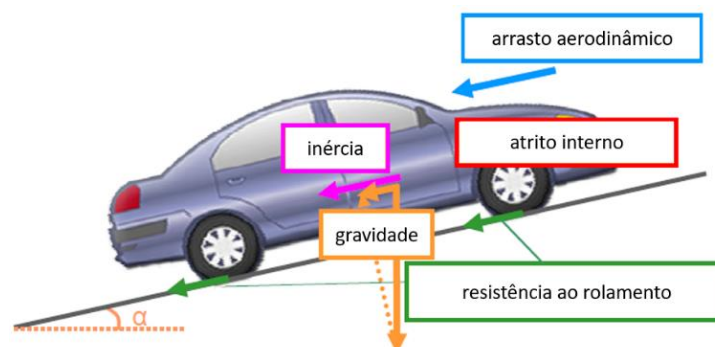


Figura 6 – Forças atuantes no veículo automóvel (Adaptado de [15])

Uma vez que o pneu é constituído por borracha, um componente viscoelástico, sempre que este é deformado dissipa energia (Figura 7).

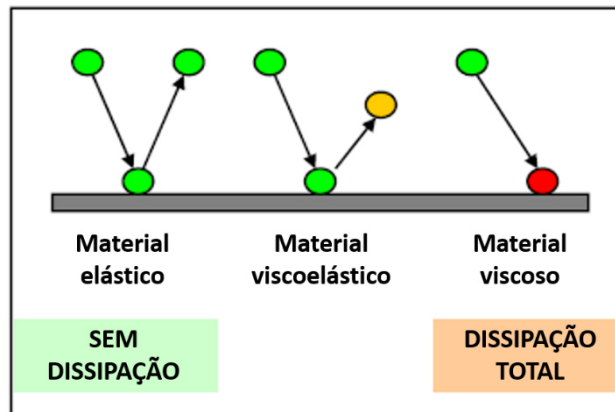


Figura 7 – Dissipação energética em material viscoelástico (Adaptado de [15])

A RR é fortemente influenciada pela pressão de enchimento como pode ser observado na Figura 8. Um simples aumento de pressão em 5 psi (aproximadamente igual a 0,345 bar) melhora a RR em 13%. A RR aumenta com a redução de pressão no pneu.

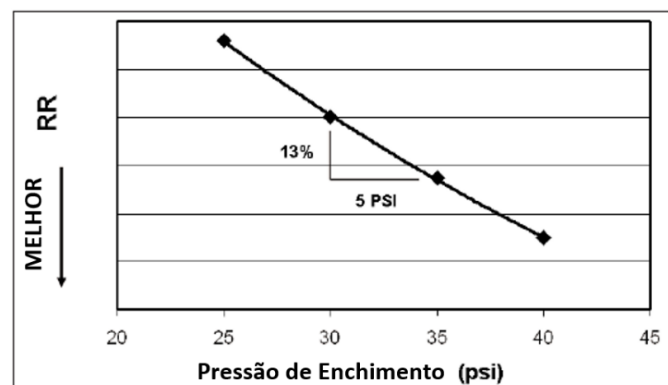


Figura 8 – Resistência ao rolamento vs. pressão de enchimento do pneu (Adaptado de [12])

É fundamental, a nível económico, manter os pneus com uma pressão adequada dado que a RR pode ser responsável por consumir até 25% da energia necessária para conduzir em estrada [12].

2.2.5 Resistência ao rolamento vs. Consumo de energia e de combustível

Quando um pneu roda a energia mecânica é convertida em calor como resultado do fenómeno de resistência ao rolamento. O pneu acaba por consumir uma parte da energia transmitida às rodas, restando uma menor quantidade de energia disponível para mover o veículo. Como tal, a resistência ao rolamento tem uma grande contribuição para o aumento de consumo de combustível do veículo [12].

A RR é o esforço requerido para manter um determinado pneu em movimento. A magnitude deste esforço depende do tipo de pneu usado, do tipo de superfície de rolamento e das condições em que este opera (pressão de ar, carga e velocidade).

A RR é a simples manifestação de todas as perdas de energia associadas ao rolamento do pneu sobre carga. Dado que a maior parte da energia é dissipada por perdas histeréticas à medida que o material viscoelástico do pneu é deformado, é importante conhecer as principais deformações e esforços que ocorrem durante o rolamento do pneu, entre os quais estão: flexão do piso, da lateral e do talão; compressão do piso; corte do piso e da lateral. No caso de pneus radiais a energia dissipada é tipicamente distribuída da seguinte maneira [12]:

- Piso do pneu – 70% de energia
- Lateral do pneu – 15% de energia
- Talão – 15% de energia

Pela Figura 9 pode observar-se que apenas cerca de metade da energia fornecida pelo combustível é realmente usada para movimentação do veículo e que a resistência ao rolamento é responsável por uma fração considerável no que se refere às perdas de energia resultantes no veículo.

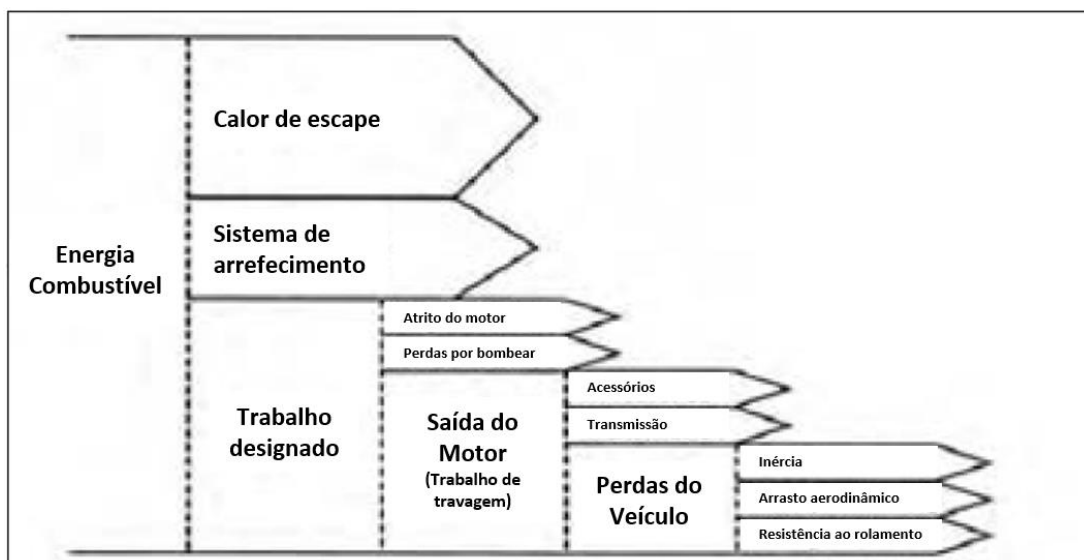


Figura 9 – Uso (e perda) de combustível num veículo (Adaptado de [12])

O gasto de combustível num veículo é fortemente afetado pela RR do pneu pelo que, a poupança de combustível pode ser atingida reduzindo essa mesma RR [16].

Com a Figura 10 pretende-se reforçar o seguinte:

- Apenas 12,6% da energia proveniente do combustível é transmitida às rodas;
- Os 4,2% usados pela resistência ao rolamento, vindos da energia do combustível, correspondem na realidade a 33% $((4,2\%/12,6\%) \times 100)$ do total de energia disponibilizada às rodas.

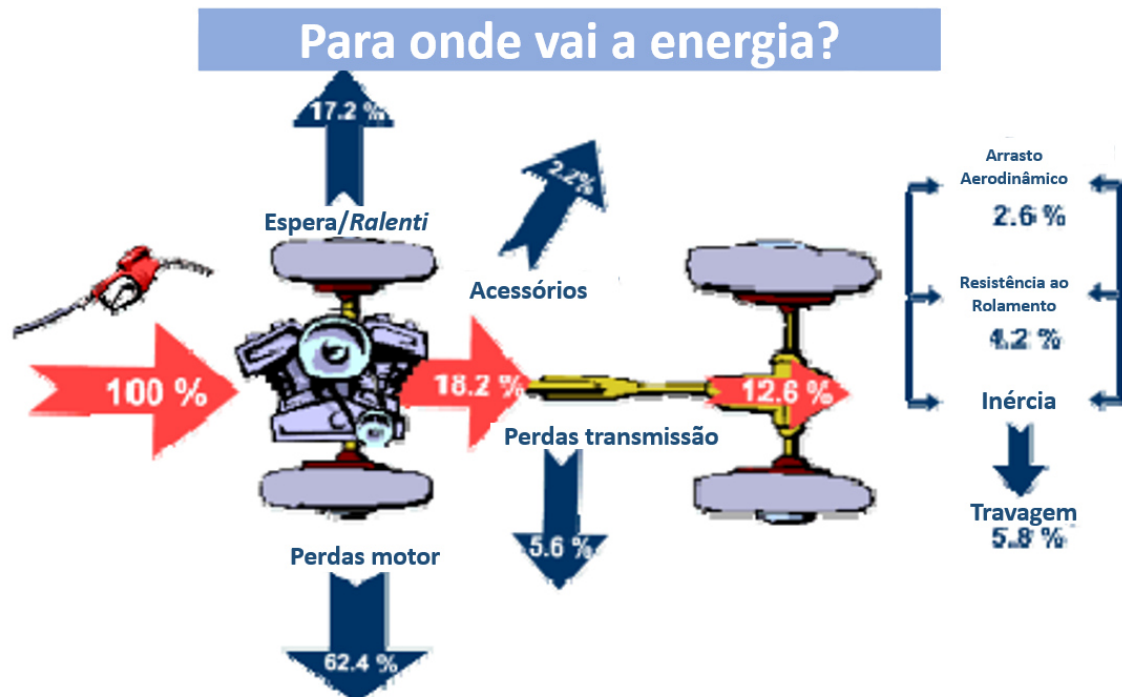


Figura 10 – Distribuição de energia (Adaptado de [16])

Para os carros de passageiros uma redução da resistência ao rolamento na ordem de 5 a 7%, aumenta a eficiência de combustível em cerca de 1%. Contudo, esta melhoria tem de ser balanceada com a capacidade de tração, durabilidade e ruído [16].

A contribuição da RR do pneu para a poupança de combustível varia de acordo com a velocidade do veículo. Como pode ser comprovado pela Figura 11, a RR representa uma maior percentagem do consumo de combustível a velocidades mais baixas, quando comparada com velocidades mais altas.

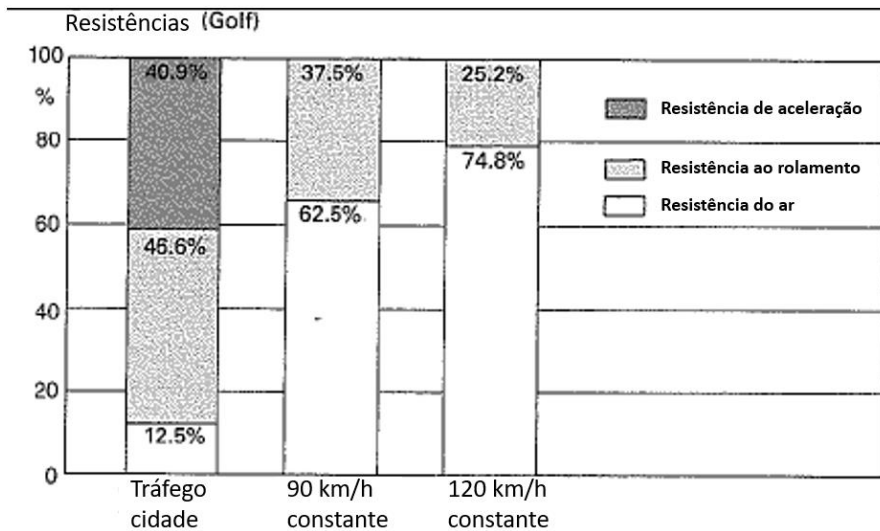


Figura 11 – Contribuição da RR na economia de combustível vs. Velocidade (Adaptado de [16])

É importante ter em consideração que o nível de RR do pneu varia durante o seu uso. O nível de RR de um pneu e portanto, o seu efeito na poupança de combustível, pode diminuir em mais 20% quando se está a falar na transição de um piso de pneu novo para um gasto [16].

Enquanto as perdas por resistência ao rolamento do pneu consomem uma grande quantidade de energia de tração, os pneus fornecem igualmente a tração necessária para a movimentação do veículo. Como forma de ligação dos atributos do pneu para a sua produção, a indústria recorre ao chamado triângulo mágico (Figura 12), dado que, este gráfico mostra de uma forma rápida que a tentativa de melhorar uma determinada característica num dos cantos do triângulo pode prejudicar ambas as características nos outros cantos.

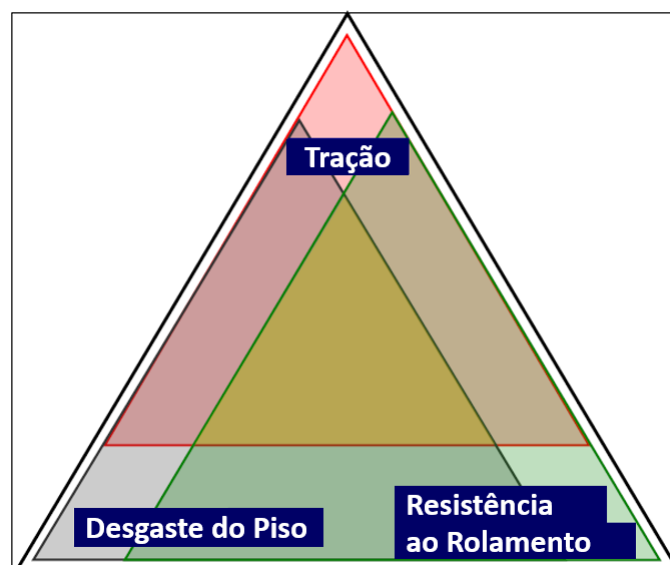


Figura 12 – Triângulo Mágico: Tração, Desgaste do Piso e Resistência ao Rolamento (Adaptado de [16])

2.3 Regulamento (CE) 661/2009 – Homologação de segurança de veículos a motor

O presente regulamento foi elaborado e aprovado tendo em conta algumas considerações no que se refere aos pneus e à respetiva redução de emissões:

- O recurso a tecnologias avançadas de fabrico de pneus e o recurso a pneus com baixa resistência ao rolamento é fundamental para reduzir a fração de emissões de gases com efeito de estufa produzida pelo transporte rodoviário, levando simultaneamente à promoção da inovação, do emprego e da competitividade da indústria automóvel;
- Um reforço na segurança, na redução de emissões de CO₂ e na diminuição de ruído do tráfego, só pode ser totalmente concretizado quando acompanhado de um sistema de rotulagem que permita informar o consumidor do desempenho do pneu;
- A redução das emissões de CO₂, tendo em conta as medidas estratégicas anunciadas em 2007 para redução das emissões dos veículos de passageiros e dos veículos comerciais ligeiros, deverá ser conseguida através de uma combinação de pneus de baixa resistência ao rolamento e da utilização de sistemas de controlo de pressão dos pneus.

2.3.1 Requisitos e classificação dos pneus

Cada pneu, de acordo com a sua classe, deve cumprir os diferentes requisitos definidos no ANEXO II do regulamento (CE) 661/2009 no que se refere à aderência em pavimento molhado (Figura 13), resistência ao rolamento (Figura 14) e ao ruído de rolamento (Figura 15).

PARTE A REQUISITOS DE ADERÊNCIA EM PAVIMENTO MOLHADO

Os pneus da classe C1 devem cumprir os seguintes requisitos:

Categoria de utilização	Índice de aderência em pavimento molhado (G)
Pneu de neve com um símbolo especial «Q» ou inferior, com exclusão de «H» que indica uma velocidade máxima admissível não superior a 160 km/h	≥ 0,9
Pneu de neve com um símbolo especial «R» ou superior, mais «H» que indica uma velocidade máxima admissível superior a 160 km/h	≥ 1,0
Pneu normal (tipo estrada)	≥ 1,1

Figura 13 – Requisitos de aderência em piso molhado para pneus da classe C1 [7]

PARTE B REQUISITOS DE RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO

Os valores máximos do coeficiente de resistência ao rolamento para cada tipo de pneu, medidos segundo a norma ISO 28580, não podem exceder os valores seguintes:

Quadro 1

Classe de pneu	Valor (kg/tonelada) 1.ª fase
C1	12,0
C2	10,5
C3	8,0

Quadro 2

Classe de pneu	Valor (kg/tonelada) 2.ª fase
C1	10,5
C2	9,0
C3	6,5

Para os pneus de neve, os valores-limite do quadro 2 são aumentados em 1 kg/tonelada.

Figura 14 – Requisitos máximos de resistência ao rolamento [7]

PARTE C REQUISITOS DE RÚIDO DE ROLAMENTO

- Os níveis de ruído determinados segundo o procedimento especificado nas medidas de execução do presente regulamento não devem exceder os limites designados nos pontos 1.1 ou 1.2. Os quadros dos pontos 1.1 e 1.2 representam os valores medidos e corrigidos no que respeita à temperatura, excepto no caso dos pneus C3, e à tolerância do instrumento de medição e arredondados para o valor inteiro mais próximo.
- Pneus da classe C1, em referência à largura nominal da secção do pneu ensaiado:

Classe de pneu	Largura nominal da secção (mm)	Valores-limite em dB(A)
C1A	≤ 185	70
C1B	> 185 ≤ 215	71
C1C	> 215 ≤ 245	71
C1D	> 245 ≤ 275	72
C1E	> 275	74

Para os pneus classificados como «pneus de neve», «pneus extra load» e «pneus reforçados», ou para qualquer combinação destas classificações, os valores-limite acima indicados são aumentados em 1 dB(A).

- Pneus da classe C2 e C3, em referência à categoria de utilização da gama de pneus:

Classe de pneu	Categoria de utilização	Valores-limite em dB(A)
C2	Pneus normais	72
	Pneus de tracção	73
C3	Pneus normais	73
	Pneus de tracção	75

Para os pneus especiais, os valores-limite acima indicados são aumentados em 2 dB(A). Para os pneus de tracção para neve da classe C2 é autorizado um valor adicional de 2 dB(A). Para todas as outras categorias de pneus das classes C2 e C3, é autorizado um 1 dB(A) adicional para os pneus de neve.

Figura 15 – Requisitos máximos de ruído ao rolamento [7]

Na Tabela 1 pode observar-se a classificação dos diferentes pneus de acordo com o veículo a que se destinam assim como, o índice de capacidade de carga e a categoria de velocidade correspondentes.

Um pneu pode estar inserido em mais de uma classe, desde que os requisitos aplicáveis a cada uma dessas classes sejam cumpridos.

Tabela 1 – Classificação dos pneus [7][17]

Classe do pneu	Categoria do veículo	Lugares para além do condutor	Massa veículo	Índice de capacidade de carga	Categoria de Velocidade
C1	M ₁ , N ₁ , O ₁ , O ₂	≤ 8	≤ 3,5 t	Não aplicável	Não aplicável
C2	M ₂ , M ₃ , N, O ₃ , O ₄	≥ 8	≥ 3,5 t	≤ 121	≥ N
C3	M ₂ , M ₃ , N, O ₃ , O ₄	≥ 8	≥ 3,5 t	≤ 121 ≥ 122	≤ M -

Os pneus de classe C1 são geralmente chamados de pneus para veículos de passageiros, os pneus de classe C2 são para os veículos comerciais ligeiros e os pneus de classe C3 são para os veículos comerciais pesados.

A categoria do veículo divide-se em três grandes grupos [8]:

- Categoria M: Veículo a motor concebido e construído para o transporte de passageiros com, pelo menos, quatro rodas;
- Categoria N: Veículo a motor concebido e construído para o transporte de mercadorias com, pelo menos, quatro rodas;
- Categoria O: Reboque, incluindo o semi-reboque.

O índice de capacidade de carga refere-se à capacidade de carga máxima que o pneu pode suportar à velocidade correspondente à categoria de velocidade. Este índice encontra-se tabelado sendo que, um índice de 121 corresponde a uma carga de 1450 kg e um índice de 122 corresponde a uma carga de 1500 kg [18].

A categoria de velocidade expressa, no caso de pneus para veículos de passageiros, a velocidade máxima que o pneu pode suportar. Enquanto que, no caso de pneus para veículos comerciais, a categoria representa a velocidade a que o pneu pode transportar a massa do seu respetivo índice de capacidade de carga.

A categoria de velocidade encontra-se igualmente tabelada, correspondendo uma categoria N a 140 km/h e uma categoria M a 130 km/h [18].

O número de lugares e a massa do veículo, apresentados na Tabela 1, são propriedades da categoria do veículo e não propriamente da classe do pneu.

2.4 Regulamento (CE) 1222/2009 – Rotulagem dos pneus

O presente regulamento foi elaborado e aprovado tendo em conta, entre outras, as seguintes considerações:

- Redução das emissões de CO₂ através de medidas complementares nos componentes para veículos com maior impacto no consumo de combustível, como os pneus;
- Devido à sua resistência ao rolamento, os pneus representam 20 a 30 % do consumo de combustível dos veículos. Uma redução desta resistência pode levar a uma significativa eficiência energética dos transportes rodoviários e, conseqüentemente, à redução das emissões;
- Os pneus caracterizam-se por diversos parâmetros inter-relacionados. A melhoria de um parâmetro pode afetar negativamente outros parâmetros. Por exemplo, a melhoria da resistência ao rolamento pode afetar a aderência ao pavimento molhado, ao passo que, a melhoria deste último pode afetar negativamente o ruído exterior de rolamento. Isto deve levar ao incentivo dos fabricantes para otimizar ainda mais os diferentes parâmetros;
- Pneus eficientes energeticamente são mais rentáveis uma vez que a poupança em combustível compensa o preço de compra dos pneus;
- Os pneus de substituição representam 78% do mercado de pneus;
- As informações sobre a eficiência energética dos pneus e sobre outros parâmetros é relevante para os consumidores e empresas de transporte.

2.4.1 Aplicabilidade do regulamento

O regulamento de rotulagem dos pneus, no que respeita à eficiência energética e a outros parâmetros essenciais, aplica-se a pneus de classe C1, C2 e C3.

Este regulamento não é aplicável a:

- Pneus recauchutados;
- Pneus todo-o-terreno profissionais;
- Pneus concebidos para equiparem veículos matriculados, pela primeira vez, antes de 1 de Outubro de 1990;
- Pneus sobresselentes de utilização temporária (do tipo T);
- Pneus cuja categoria de velocidade seja inferior a 80 km/h;
- Pneus cujo diâmetro nominal da jante não exceda 254 mm, ou cujo diâmetro seja igual ou superior a 635 mm;

- Pneus equipados com dispositivos suplementares de melhoria de tração (ex.: pneus com pregos);
- Pneus concebidos para equiparem veículos destinados exclusivamente a corridas de automóveis.

Desde Novembro de 2012 que, para os pneus C1 e C2, os fabricantes devem garantir que:

- Os pneus têm aplicado no seu piso um autocolante com a indicação da classe de eficiência energética, a classe e o valor medido do ruído exterior de rolamento e, se for o caso, a classe de aderência em pavimento molhado;
- Em alternativa ao ponto anterior, cada lote de pneus entregues é acompanhado de um rótulo impresso com a indicação da classe de eficiência energética, a classe e o valor medido do ruído exterior de rolamento e, se for o caso, a classe de aderência em pavimento molhado.

Para pneus C3, a informação do desempenho nas diferentes classes é suficiente.

2.4.2 Classes de eficiência energética

A classe de eficiência energética é determinada com base no coeficiente de resistência ao rolamento (CRR), de acordo com a escala de A a G especificada na Tabela 2.

Tabela 2 – Classes de eficiência energética [6]

Pneus C1		Pneus C2		Pneus C3	
CRR em kg/t	Energia classe de eficiência	CRR em kg/t	Energia classe de eficiência	CRR em kg/t	Energia classe de eficiência
$CRR \leq 6,5$	A	$CRR \leq 5,5$	A	$CRR \leq 4,0$	A
$6,6 \leq CRR \leq 7,7$	B	$5,6 \leq CRR \leq 6,7$	B	$4,1 \leq CRR \leq 5,0$	B
$7,8 \leq CRR \leq 9,0$	C	$6,8 \leq CRR \leq 8,0$	C	$5,1 \leq CRR \leq 6,0$	C
Vazio	D	Vazio	D	$6,1 \leq CRR \leq 7,0$	D
$9,1 \leq CRR \leq 10,5$	E	$8,1 \leq CRR \leq 9,2$	E	$7,1 \leq CRR \leq 8,0$	E
$10,6 \leq CRR \leq 12,0$	F	$9,3 \leq CRR \leq 10,5$	F	$CRR \geq 8,1$	F
$CRR \geq 12,1$	G	$CRR \geq 10,6$	G	Vazio	G

Se um pneu for homologado para mais que uma classe (p. ex. C1 e C2), a escala de classificação utilizada para determinar a classe de eficiência energética do pneu deve ser a que é aplicada à classe mais elevada do pneu (isto é, C2 e não C1).

2.4.3 Classes de aderência em pavimento molhado

A classe de aderência em pavimento molhado dos pneus é determinada com base no índice de aderência em pavimento molhado (G), de acordo com a escala de A a G especificada na Tabela 3.

Tabela 3 – Classes de aderência em pavimento molhado [6]

Pneus C1		Pneus C2		Pneus C3	
G	Classe de aderência em pavimento molhado	G	Classe de aderência em pavimento molhado	G	Classe de aderência em pavimento molhado
$1,55 \leq G$	A	$1,40 \leq G$	A	$1,25 \leq G$	A
$1,40 \leq G \leq 1,54$	B	$1,25 \leq G \leq 1,39$	B	$1,10 \leq G \leq 1,24$	B
$1,25 \leq G \leq 1,39$	C	$1,10 \leq G \leq 1,24$	C	$0,95 \leq G \leq 1,09$	C
Vazio	D	Vazio	D	$0,80 \leq G \leq 0,94$	D
$1,10 \leq G \leq 1,24$	E	$0,95 \leq G \leq 1,09$	E	$0,65 \leq G \leq 0,79$	E
$G \leq 1,09$	F	$G \leq 0,94$	F	$G \leq 0,64$	F
Vazio	G	Vazio	G	Vazio	G

2.4.4 Classe e valor medido de ruído exterior de rolamento

O valor medido do ruído exterior de rolamento (N) deve ser declarado em decibéis.

A classe de ruído exterior de rolamento tem por base os valores-limite (VL) estabelecidos na parte C do anexo II do Regulamento (CE) 661/2009 (Figura 15), e é determinada de acordo com o modo apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Classe e valor medido de ruído exterior de rolamento [6]

N em dB	Classe de ruído exterior de rolamento
$N \leq VL - 3$	
$VL - 3 < N \leq VL$	
$N > VL$	

2.4.5 Formato do rótulo

O formato do autocolante e do rótulo impresso, mencionados anteriormente no subcapítulo 2.4.1, deve corresponder ao desenho apresentado na Figura 16.

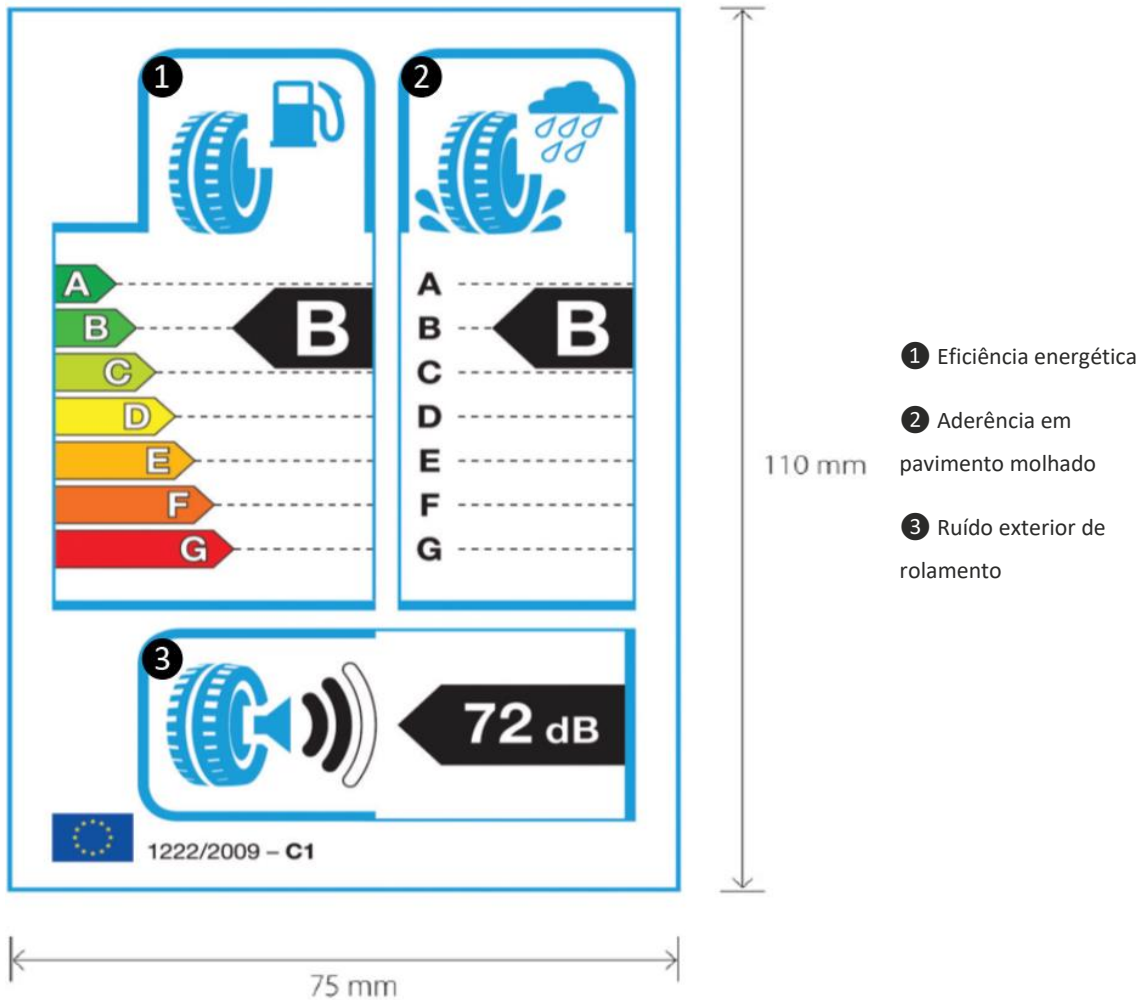


Figura 16 – Desenho do rótulo

O rótulo deve ter, no mínimo, uma largura de 75 mm e uma altura de 110 mm. O formato impresso do rótulo poderá ser maior, mas o seu conteúdo deve manter-se proporcional, conforme indicado no regulamento.

A indicação da classe do pneu (C1 ou C2) deve ser feita conforme ilustrado na Figura 16, junto à referência do regulamento.

2.4.5.1 Autocolante: Etiqueta energética

No que se refere ao autocolante colocado no piso do pneu, a chamada etiqueta energética, este é constituído por duas partes:

- i. Rótulo impresso conforme o formato apresentado anteriormente;
- ii. Espaço impresso reservado à marca.

No que se refere ao espaço reservado à marca no autocolante, junto ao rótulo, o fornecedor deve colocar o seu nome e as diferentes especificações técnicas do pneu (linha, dimensão, índice de carga, categoria de velocidade, etc.), sem que tal dificulte a leitura e oculte o rótulo. É ainda definido que a superfície do autocolante não pode exceder 250 cm² e que o seu comprimento total não pode exceder 220 mm.

2.5 Etiqueta energética europeia do pneu

Estudos mostram que a etiqueta energética do pneu é ainda uma ferramenta muito recente e que os consumidores ainda estão numa fase de ganhar mais consciência e de compreender os benefícios da etiqueta. Existem ainda indicadores claros de que, atualmente, os consumidores continuam a escolher os seus pneus baseando-se sobretudo no seu preço [19].

Dado que o pneu pode ser responsável por 20 a 30 % do consumo de combustível num veículo, a escolha de um pneu eficiente resulta na economia de combustível e, consequentemente, na redução do seu custo [20].

Como forma de se assegurar que a poupança de combustível não significa uma menor segurança ou um maior nível de ruído, a etiqueta energética europeia para os pneus consiste, como já apresentado anteriormente, em três indicadores de desempenho:

- i. Classe de eficiência energética, que depende da capacidade do pneu em melhorar a eficiência de combustível e diminuir as emissões de CO₂. Sendo a classe A mais eficiente.

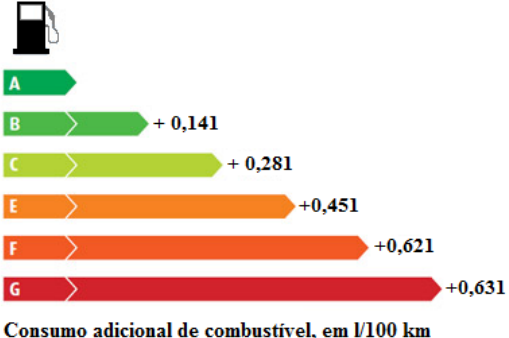
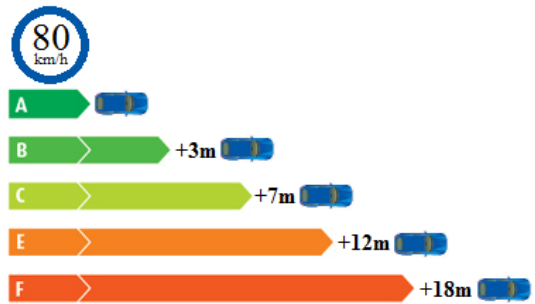
Embora os valores possam variar dependendo do veículo e das condições atmosféricas, a diferença entre a classe G e a classe A para um conjunto completo de pneus, pode reduzir o consumo de combustível até 7,5%, podendo este valor ser superior em camiões [21].

- ii. Classe de aderência em pavimento molhado. Pneus com uma distância de travagem mais reduzida em pavimento molhado, têm uma melhor classe de aderência, sendo este um indicador da sua segurança. A classe A é a mais segura.

Dependendo do veículo e das condições atmosféricas, no caso de travagem a fundo, a diferença entre a classe G e A para um conjunto completo de pneus, pode reduzir a distância de travagem até 30%. Por exemplo, para um carro ligeiro a 80 km/h, pode representar uma distância de travagem 18 m mais curta [21], como se pode comprovar na Tabela 5. A distância de 18 m equivale, aproximadamente, o comprimento de 4 veículos automóveis [22].

- iii. Classe e nível de ruído exterior de rolamento. O valor de ruído em decibéis acompanhado de apenas uma curva sonora preta indica o melhor nível de desempenho em termos de ruído.

Tabela 5 – Comparação entre classes para pneu C1 [22]

Eficiência energética	Aderência em pavimento molhado
 <p>Consumo adicional de combustível, em l/100 km</p>	
<p>Elementos de referência:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consumo médio base de 7 L / 100 km, estimado numa média anual de 15.000 km percorridos. - Vida média estimada pneu: 40.000 km 	<p>Distâncias de travagem em piso seco, a 80 km/h.</p>

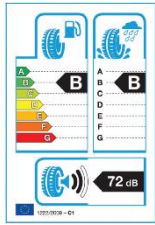


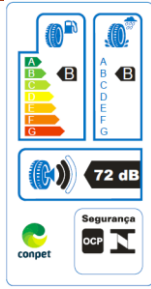
2.6 Regulamentação global de rotulagem de pneus

A regulamentação de rotulagem de pneus, como medida de eficiência energética e de segurança, não é exclusiva da UE. Países como o Japão, Coreia do Sul e Brasil já têm implementadas medidas de rotulagem à semelhança da UE.

Os Estados Unidos da América encontram-se em fase de desenvolvimento de um novo rótulo, contudo, a decisão de aplicação deste tipo de regulamentação tem vindo a ser adiada ao longo dos últimos anos.

Na Tabela 6 pode observar-se um resumo de comparação dos diferentes formatos e informações constantes nos rótulos dos diferentes países.

Tabela 6 – Rotulagem global de pneus

	Europa [6]	Japão [23]	Coreia do Sul [24]	Brasil [25]
Formato Rótulo				
Dimensão Rótulo	110 x 75 mm (máx.: 250 cm ² e comp. 220 mm)	-	-	140 x 75 mm (máx.: 250 cm ² e comp. 220 mm)
Eficiência Energética	7 Classes: A a G	5 Classes: AAA a C	5 Classes: 1 a 5	7 Classes: A a G
Aderência Pavimento Molhado	7 Classes: A a G	4 Classes: A a D	5 Classes: 1 a 5	7 Classes: A a G
Nível de Ruído	3 Classes: 1 a 3 curvas de som Valor de ruído	-	-	3 Classes: 1 a 3 curvas de som Valor de ruído
Classe Pneu ¹	C1, C2, C3	C1	C1, C2	C1, C2, C3
Aplicação	Etiqueta Autocolante no Piso Rótulo Impresso	Etiqueta no Pneu	Etiqueta no Piso	Etiqueta Autocolante

2.6.1 Nova rotulagem europeia de pneus: Regulamento (UE) 2020/740

A UE publicou, a 5 de Junho de 2020, um novo regulamento relativo à rotulagem dos pneus no que se refere à eficiência energética e a outros parâmetros. Este novo Regulamento (UE) 2020/740, altera o Regulamento (UE) 2017/1369 e revoga o Regulamento (CE) 1222/2009 [26]. A data de entrada em vigor do novo regulamento é a 25 de Junho de 2020. Contudo, a data obrigatória da sua aplicação é apenas a partir de 01 de Maio de 2021. Isto é, até ao final de Abril de 2021, mantém-se em uso a rotulagem segundo o Regulamento (CE) 1222/2009.

O regulamento pretende fornecer informações harmonizadas sobre parâmetros dos pneus, como forma de o utilizador final adquirir os pneus baseado numa escolha informada, contribuindo para o objetivo de aumentar a segurança, a proteção da saúde e a eficiência económica e ambiental no que se refere ao transporte rodoviário.

¹ C1 ≡ PCR; C2 ≡ LTR; C3 ≡ TBR.

Para tal, é importante a promoção de pneus eficientes energeticamente, duradouros, seguros e de baixo ruído [26].

O novo regulamento irá aplicar-se igualmente aos pneus C1, C2 e C3 colocados no mercado, contudo, pretende-se expandir assim que possível, a sua aplicação a pneus recauchutados. Para além de se manter não aplicável ao mesmo tipo de pneus que os do Regulamento (CE) 1222/2009, excetuando os pneus recauchutados, não será ainda aplicável a pneus usados, exceto se estes forem pneus importados de um país terceiro.

Os fabricantes vão ter de passar a garantir o seguinte:

- Cada pneu, C1, C2 ou C3, tem um rótulo autocolante conforme os requisitos do regulamento. Ou em alternativa, cada lote de pneus idênticos é acompanhado por um rótulo impresso. Em ambos os casos, o pneu ou o lote, será acompanhado de uma ficha de informação do produto.
- Antes de colocação no mercado, fornecer à autoridade nacional competente, através de uma base de dados, os valores usados para determinação das classes correspondentes e qualquer outra informação relativa ao desempenho que o fornecedor declarar no rótulo dos diferentes tipos de pneu.

2.6.1.1 Classes de eficiência energética

A classe de eficiência energética é determinada com base no coeficiente de resistência ao rolamento (CRR), de acordo com a escala de A a E especificada na Tabela 7.

Se um pneu pertencer a mais que uma classe (p. ex. C1 e C2), a escala de classificação utilizada para determinar a classe de eficiência energética do pneu é a que for aplicada à classe mais elevada do pneu (isto é, C2).

Tabela 7 – Classes de eficiência energética [26]

Pneus C1		Pneus C2		Pneus C3	
Classe de eficiência energética	CRR em N/kN	Classe de eficiência energética	CRR em N/kN	Classe de eficiência energética	CRR em N/kN
A	$CRR \leq 6,5$	A	$CRR \leq 5,5$	A	$CRR \leq 4,0$
B	$6,6 \leq CRR \leq 7,7$	B	$5,6 \leq CRR \leq 6,7$	B	$4,1 \leq CRR \leq 5,0$
C	$7,8 \leq CRR \leq 9,0$	C	$6,8 \leq CRR \leq 8,0$	C	$5,1 \leq CRR \leq 6,0$
D	$9,1 \leq CRR \leq 10,5$	D	$8,1 \leq CRR \leq 9,0$	D	$6,1 \leq CRR \leq 7,0$
E	$CRR \geq 10,6$	E	$CRR \geq 9,1$	E	$CRR \geq 7,1$

2.6.1.2 Classes de aderência em pavimento molhado

A classe de aderência em pavimento molhado dos pneus é determinada com base no índice de aderência em pavimento molhado (G), de acordo com a escala de A a E especificada na Tabela 8.

Tabela 8 – Classes de aderência em pavimento molhado [26]



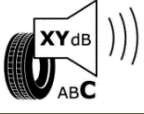
Classe de aderência em pavimento molhado	Pneus C1	Pneus C2	Pneus C3
	G	G	G
A	$1,55 \leq G$	$1,40 \leq G$	$1,25 \leq G$
B	$1,40 \leq G \leq 1,54$	$1,25 \leq G \leq 1,39$	$1,10 \leq G \leq 1,24$
C	$1,25 \leq G \leq 1,39$	$1,10 \leq G \leq 1,24$	$0,95 \leq G \leq 1,09$
D	$1,10 \leq G \leq 1,24$	$0,95 \leq G \leq 1,09$	$0,80 \leq G \leq 0,94$
E	$G \leq 1,09$	$G \leq 0,94$	$G \leq 0,79$

2.6.1.3 Classe e valor medido de ruído exterior de rolamento

O valor medido do ruído exterior de rolamento (N) deve ser declarado em decibéis (dB(A)).

A classe de ruído exterior de rolamento tem por base os valores-limite (VL), e é determinada de acordo com o modo apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Classe e valor medido de ruído exterior de rolamento [26]

N em dB(A)	Classe de ruído exterior de rolamento
$N \leq VL - 3$	
$VL - 3 < N \leq VL$	
$N > VL$	



2.6.1.4 Aderência na neve e aderência no gelo

Os pneus, cujos índices de aderência satisfaçam os respectivos requisitos mínimos estabelecidos, podem ser classificados como:

- Pneus para utilização em condições de neve extremas;
- Pneus para utilização em condições de gelo.

Caso o índice de aderência, na neve ou no gelo, satisfaça alguma das classificações anteriores é colocado no rótulo do pneu o pictograma correspondente, de acordo com os mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Pictogramas de aderência na neve e no gelo [26]

Aderência na neve	
Aderência no gelo	

2.6.1.5 Desenho do rótulo

O desenho completo do rótulo (Figura 17), autocolante ou impresso, deve estar de acordo com os desenhos apresentados na Figura 18 e Figura 19.

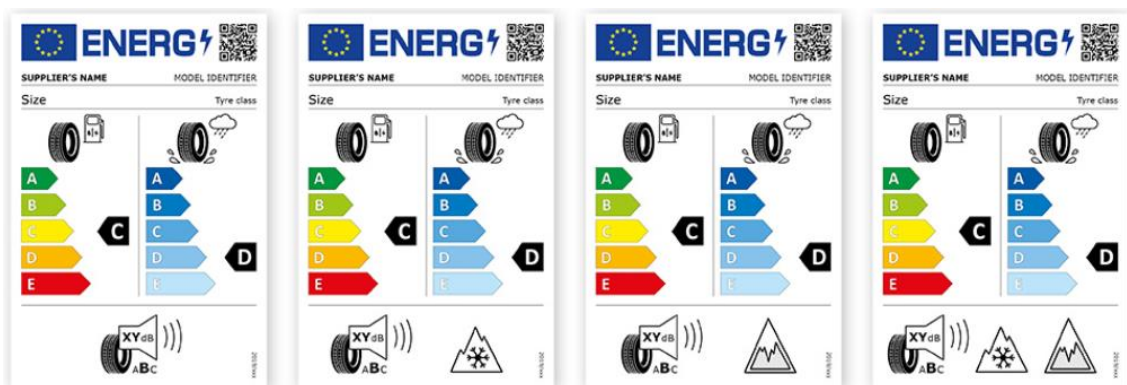


Figura 17 – Exemplos de desenho completo do rótulo [27]

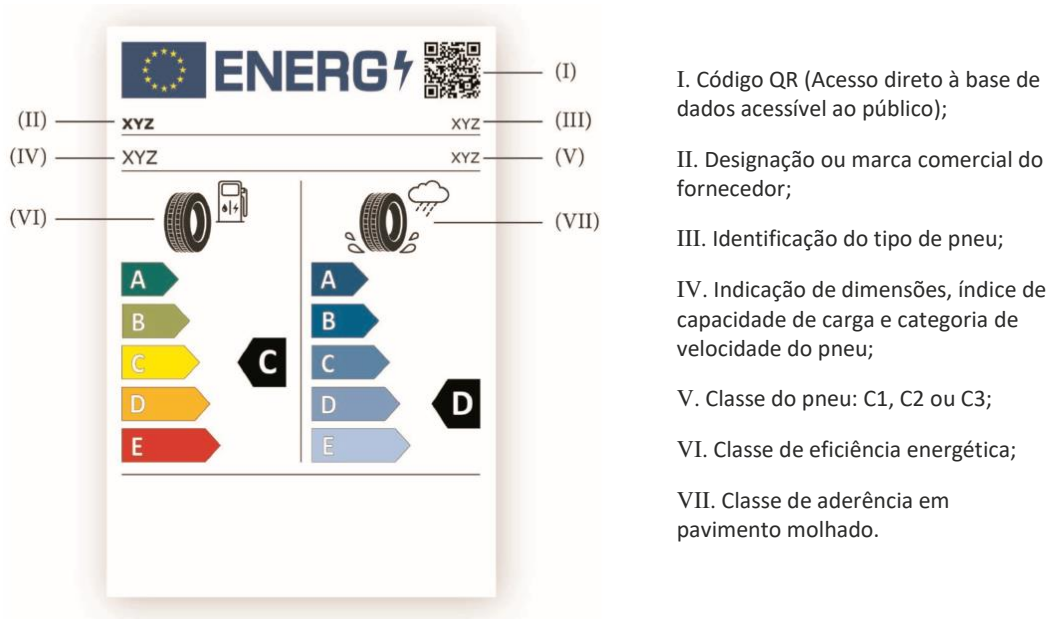


Figura 18 – Desenho da parte superior do rótulo [26]

<p>Todos os pneus, exceto os que satisfazem os requisitos de aderência na neve, ou no gelo, ou ambos</p>	
	<p>(I) Valor e classe de ruído exterior de rolamento; (II) Número de série do regulamento “2020/740”.</p>
<p>Pneus que satisfazem os requisitos de aderência na neve</p>	
	<p>(I) Valor e classe de ruído exterior de rolamento; (II) Aderência na neve; (III) Número de série do regulamento “2020/740”.</p>
<p>Pneus que satisfazem os requisitos de aderência no gelo</p>	
	<p>(I) Valor e classe de ruído exterior de rolamento; (II) Aderência no gelo; (III) Número de série do regulamento “2020/740”.</p>
<p>Pneus que satisfazem ambos os requisitos de aderência na neve e no gelo</p>	
	<p>(I) Valor e classe de ruído exterior de rolamento; (II) Aderência na neve; (III) Aderência no gelo; (IV) Número de série do regulamento “2020/740”.</p>

Figura 19 – Desenho da parte inferior do rótulo conforme as características de aderência do pneu [26]

O rótulo tem como dimensões mínimas uma largura de 75 mm e uma altura de 110 mm. Caso o rótulo seja impresso num formato maior, o seu conteúdo deve manter-se proporcional conforme as especificações do regulamento.

2.7 Impressão e aplicação de etiquetas

A variedade de etiquetas atualmente é abundante, assim como, são várias as tecnologias para a sua produção, impressão e aplicação. Uma etiqueta pode ser usada para descrever o produto, publicidade ou como função de segurança. Em aplicações mais simples esta pode conter apenas informação sobre o preço ou um código de barras, ou ambos [28].

O uso que se pretende dar a uma etiqueta determina os métodos para sua produção e impressão. Na etiquetagem o conteúdo pode ser impresso em etiquetas autocolantes sensíveis a pressão, entre outras.

A constituição de uma etiqueta autocolante (ver Figura 20) resume-se em três camadas principais: material da etiqueta, adesivo sensível a pressão e um forro (*liner*), que impede que esta fique colada durante o seu processamento. O forro tem um revestimento de libertação que impede a etiqueta de se colar muito a este.

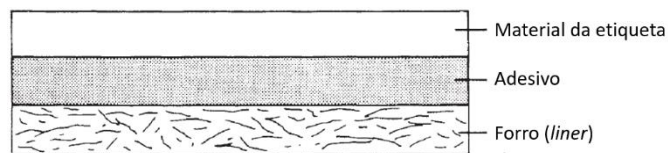


Figura 20 – Materiais de etiqueta autocolante sensível a pressão (Adaptado de [29])

As tecnologias de impressão (Figura 21) podem ser divididas em dois grandes grupos: impressão com matriz, também chamada de impressão convencional, e impressão sem impacto (sem matriz).

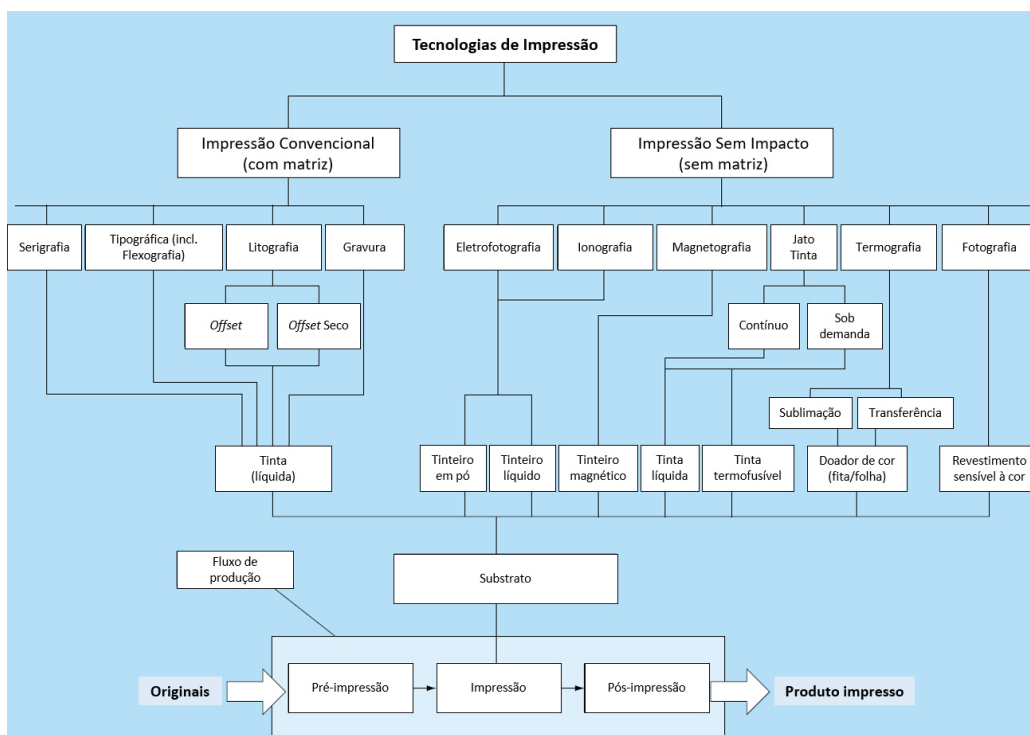


Figura 21 – Tecnologias de impressão e fluxo de produção (Adaptado de [28])

As tecnologias convencionais usam uma placa de impressão que contém a informação a imprimir. Esta informação é gerada na superfície do substrato a imprimir pela transferência parcial de tinta [28].

As tecnologias sem impacto não requerem uma placa, física e estável, que contenha uma imagem fixa podendo, em princípio, gerar uma página diferente a cada impressão. O termo sem impacto é baseado num sistema de impressão controlado digitalmente [28].

Os principais processos usados para impressão na produção de etiquetas estão entre os processos convencionais (flexografia, gravura, litografia, etc.) [29].

Tecnologias de impressão digitais baseadas em tecnologia sem impacto também são usadas na impressão de etiquetas para diferentes aplicações. Principalmente quando se trata de impressão de tiragem curta e de personalização. Estes sistemas de impressão podem ser unidades isoladas para personalização de etiquetas impressas ou, podem estar ligados a estações de acabamento nos sistemas de impressão convencionais [28].

A maioria dos produtos recebe codificação e marcação variada quando é criado, embalado e processado ao longo de uma cadeia de fornecimento. Nas diferentes fases do ciclo de produção, para aplicação de codificação e marcação apropriadas, poderão ser usadas as seguintes tecnologias de impressão: tinta, laser, transferência térmica, térmica direta e impressão por contacto [29].

Relativamente às tecnologias mencionadas no parágrafo anterior, a impressão pode ser efetuada no próprio produto ou efetuada numa etiqueta posteriormente aplicada ao produto. Tecnologias de impressão a tinta, laser e por contacto, devido às suas características, são normalmente aplicadas diretamente no produto. Tecnologias por transferência térmica, dependendo do tipo de tecnologia, podem ser aplicadas diretamente no filme de embalagem do produto ou em etiquetas. A tecnologia térmica direta é aplicada apenas em etiquetas.

Na Tabela 11 é possível observar um resumo comparativo das diferentes tecnologias de impressão, tendo como o exemplo a aplicação de código de barras. Pode concluir-se que a impressão por transferência térmica, quando comparada com as outras tecnologias de impressão, apresenta melhores características em termos de qualidade de impressão, custo de manutenção a longo prazo e de desperdício de materiais. Contudo, os custos de instalação iniciais podem ser de moderados a elevados.

Tecnologia	Qualidade de Impressão	Legibilidade de leitura	Custo inicial de instalação	Custo de manutenção a longo prazo	Desperdício de materiais
Matricial	Razoável	Baixa	Baixo/Médio	Médio/Alto	Alto
Jato Tinta	Média	Baixa/Média	Alto	Médio/Alto	Alto
Laser	Média	Média	Alto	Médio/Alto	Alto
Térmica direta	Média/Excelente	Média/Excelente	Médio/Alto	Baixo	Baixo
Transferência térmica	Excelente	Excelente	Médio/Alto	Baixo	Baixo

Tabela 11 – Matriz comparativa de tecnologias de impressão de código de barras (Adaptado de [30])

Após a produção da etiqueta, esta deve ser aplicada no produto ou superfície, na posição correta. A sua aplicação deve assegurar que esta permanece na posição desejada, e mantém o seu aspeto, durante a vida útil do produto. A operação de etiquetagem tem de ir de encontro aos requisitos da produção. Uma máquina de etiquetagem deve manter-se ao ritmo da linha de produção, muitas das vezes a altas velocidades, tendo um mínimo de paragens e inatividade [29].

As etiquetas podem ser aplicadas no produto de diferentes formas: dispensadores ou aplicadores manuais, máquinas semiautomáticas ou máquinas completamente automáticas, adaptadas ao tipo de etiqueta. Uma etiqueta autocolante sensível a pressão (Figura 20) tem a capacidade de se unir instantaneamente a uma larga variedade de materiais através da aplicação de uma ligeira pressão. Para a aplicação deste tipo de etiquetas existem diferentes tipos de aplicadores, que têm sempre em comum o uso de um meio para separar a etiqueta do forro (por exemplo, uma lâmina dispensadora). Após a etiqueta ter sido separada do forro, existem várias formas de a movimentar e aplicar no produto na posição pretendida [29]:

- Alimentação do produto em direção a um rolo onde a etiqueta é transferida e aplicada no produto sob uma ligeira pressão, criada pelo rolo aplicador e uma almofada de pressão;
- A etiqueta é segura através de uma caixa ou rolo a vácuo e é aplicada no produto quando este estiver na posição correta;
- A etiqueta é segura por um sistema a vácuo, sendo depois soprada na direção do produto através da libertação do vácuo e da aplicação de ar comprimido;
- Sistemas simples para dispensar e aplicar a etiqueta manualmente.

As máquinas aplicadoras de etiquetas variam de complexidade de acordo com a natureza do produto a ser etiquetado, o número de etiquetas a aplicar de uma vez e a velocidade de aplicação. Apesar de existirem aplicadores de etiquetas padronizados, estes são normalmente personalizados para ir de encontro a requisitos especiais [29].

2.7.1 Impressão térmica direta

A impressão térmica direta requer o uso de etiquetas especiais, sensíveis ao calor, que ao entrarem em contacto com a cabeça de impressão aquecida, esta cria um padrão negro na etiqueta (ver Figura 22). Este tipo de tecnologia sobressai pela sua simplicidade, uma vez que, a impressão é feita sem recurso a uma fita de impressão, contudo, a tecnologia é limitada pela sua extrema sensibilidade a condições ambientais como o calor e a luz (fluorescente e/ou luz solar). De igual forma, as etiquetas para impressão térmica direta não são indicadas para ambientes em que estão expostas ao calor, luz solar direta prolongada ou abrasão [30].



Figura 22 – Impressão térmica direta (Adaptado de [30][31])

A informação contida na Tabela 12, em termos de comparação das aplicações dadas a cada tipo de tecnologia térmica de impressão, vem reforçar a ideia de que o uso de etiquetas para impressão térmica direta, apesar da sua vida útil considerável, está limitado pela sua exposição a determinado tipo de ambiente. Apesar de as duas tecnologias usarem uma cabeça de impressão térmica para marcação de etiquetas, as suas aplicações são distintas.

Tabela 12 – Aplicação de tecnologia de impressão térmica [31]

Aplicação	Térmica direta	Transferência térmica
Etiquetas de ativos		✓
Etiquetas de transporte	✓	
Etiquetas de localização		✓
Rótulos dos produtos		✓
Pulseira (interior)	✓	
Pulseira (exterior)		✓
Recibos	✓	
Bilhetes	✓	

2.7.2 Impressão por transferência térmica

A tecnologia de impressão por transferência térmica usa uma cabeça de impressão térmica constituída por uma matriz de elementos térmicos (termístores) que podem ser ativados seletivamente. A impressão é concretizada pelo contacto da cabeça térmica com uma fita de impressão com tinta, sendo esta pressionada contra a superfície a imprimir. Com o aquecimento da fita com os termístores da cabeça de impressão, pequenos pontos de tinta são consequentemente transferidos através do contacto com a superfície impressa [29].

A transferência de tinta, ilustrada na Figura 23, é um processo binário que consiste no aquecimento controlado dos diferentes elementos da cabeça de impressão e na transferência de toda a camada de tinta, por pixel, para a superfície [28].

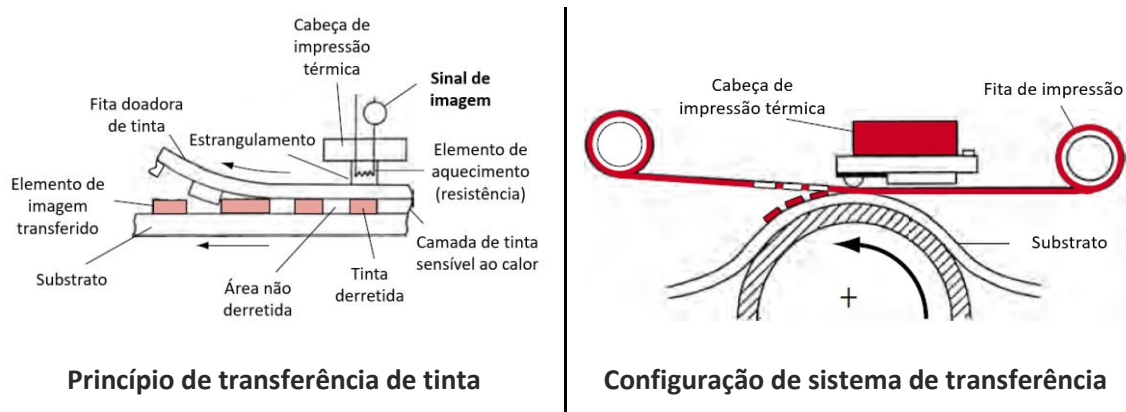


Figura 23 – Impressão por transferência térmica (Adaptado de [28])

A impressão pode ser efetuada por meio de dois processos distintos: intermitente ou contínuo. A Figura 24 permite ter uma melhor percepção do funcionamento destes dois métodos de aplicação.

No método intermitente o substrato a imprimir avança e pára, altura em que a cabeça de impressão realiza a transferência de dados, deslocando-se ao longo do substrato; após a impressão a cabeça retorna à sua posição inicial, a fita de impressão é renovada e o substrato avança dando seguimento ao processo.

O método contínuo consiste na deslocação constante do substrato a imprimir e como tal, durante a impressão a fita de impressão desloca-se, de igual forma, para acompanhar o movimento do substrato. A cabeça de impressão mantém-se então estática, efetuando apenas a transferência de dados.

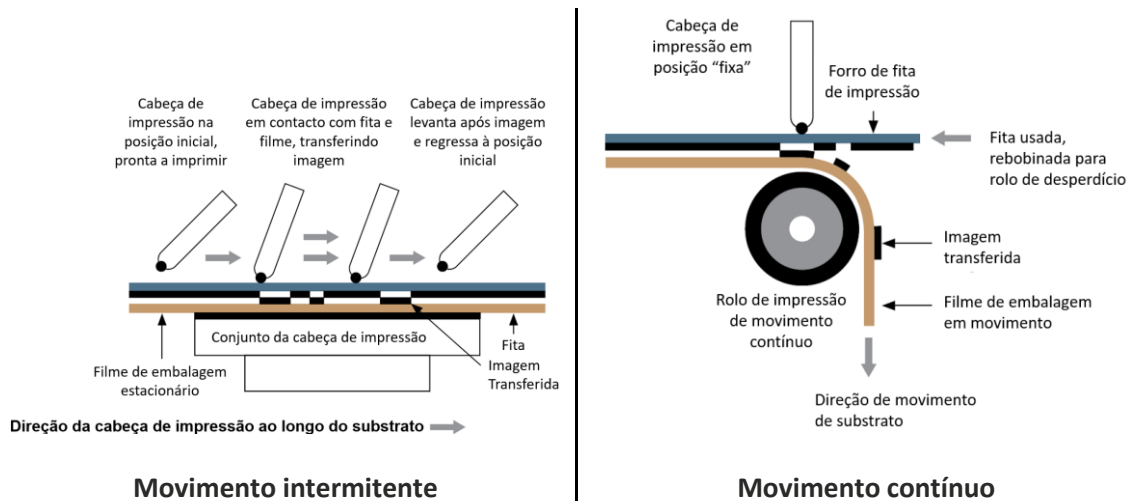


Figura 24 – Método de aplicação por transferência térmica (Adaptado de [32])

A fita de impressão, na Figura 25, é o doador de tinta. A fita consiste numa camada base de material polimérico e num revestimento removível feito de tinta fundível.

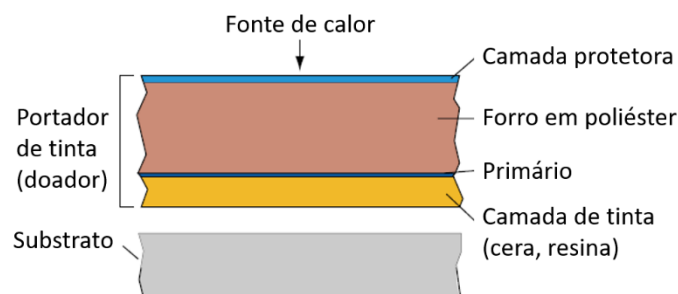


Figura 25 – Constituição da fita de impressão (Adaptado de [28])

A tecnologia de transferência térmica pode ser usada em três tipos de sistemas de impressão [29]:

- **Transferência térmica *online* (Thermal Transfer Online):** esta tecnologia é usada para impressão direta nas películas de embalagem do produto;
- **Etiqueta de secretária (Desktop Label):** impressão por transferência térmica em etiquetas autocolantes. Neste tipo de sistema a etiqueta precisa de ser aplicada manualmente no produto;
- **Sistemas de impressão e aplicação (Print and Apply Systems):** impressão por transferência térmica em etiquetas autocolantes. Neste tipo de sistemas um mecanismo automático (aplicador) faz a aplicação da etiqueta no produto. São impressas etiquetas de alta qualidade, contudo estes sistemas têm a contrapartida da sua velocidade limitada e de um custo elevado de etiquetas.

A impressão por transferência térmica em combinação com os componentes certos, é resistente ao calor e à humidade e não pode ser removida, tornando as etiquetas impressas nas de maior durabilidade disponível. Outro benefício desta tecnologia é a continuidade da imagem impressa; como a cor e a densidade da imagem são determinadas pela fita e pela resolução da impressora, isto traduz-se numa impressão consistente e confiável em todas as etiquetas [30].

A transferência térmica tem como desvantagens:

- Precisar de fita de impressão, o que resulta em custos superiores aos da impressão térmica direta, contudo, as cabeças de impressão de transferência térmica têm uma duração superior às da térmica direta;
- As fitas podem ser demasiado desperdiçadas, em fitas de passagem única, quando a imagem impressa for mínima;
- A dificuldade em reciclar a fita de impressão;
- A obtenção de uma ótima qualidade de impressão requer o uso de fita de impressão e etiquetas compatíveis.

A impressão por tecnologia térmica, seja ela transferência térmica ou térmica direta, é indicada para quando se aplica uma das seguintes situações [30]:

- A impressora está instalada no local de aplicação da etiqueta;
- Impressão de informação variável;
- Diferentes dimensões de etiquetas;
- Impressão de imagens gráficas e de texto redimensionável;
- Impressão de código de barras de alta-resolução;
- Impressoras compactas;
- Custos reduzidos de operação.

2.8 Segurança de máquinas

A segurança de uma máquina ou produto pode ser estabelecida de três formas: diretivas comunitárias que se traduzem posteriormente em legislação nacional; normas europeias, podendo estas ser adotadas resultando numa norma portuguesa; e, a própria legislação nacional.

As diretivas estabelecem requisitos essenciais para a conceção e fabrico de produtos seguros, tendo como principais beneficiários dessa segurança pessoas e bens.

As normas são baseadas em resultados da ciência, tecnologia e experiência; refletindo o estado da arte num determinado momento, no seu nível mais elevado de segurança. As normas adquirem relevância jurídica quando são publicadas em Diário Oficial da UE, ou por legislação nacional, tornando-se em normas ditas harmonizadas.

As normas harmonizadas para máquinas dividem-se em três tipos [33]:

- Tipo A: definem conceitos fundamentais, princípios de conceção e aspetos gerais válidos para todas as máquinas (ex.: EN ISO 12100:2010 Princípios gerais de conceção – Avaliação e redução de riscos; etc.);
- Tipo B: tratam de um aspeto ou de um dispositivo condicionador da segurança, aplicável a uma gama extensa de máquinas (ex.: EN ISO 13857:2008 Distâncias de segurança para impedir que os membros superiores e inferiores alcancem zonas perigosas; EN 60204-1:2006 Equipamento elétrico de máquinas – Requisitos gerais; EN ISO 13850:2015 Paragem de emergência – Princípios de conceção; etc.);
- Tipo C: normas de segurança por categoria de máquinas que prestam prescrições detalhadas de segurança aplicáveis a uma máquina ou a um grupo de máquinas padrão (ex.: EN 415-1:2014 Segurança de máquinas de embalagem – Terminologia e classificação de máquinas de embalagem e equipamento associado; EN 415-10:2014 Segurança de máquinas de embalagem – Requisitos Gerais; etc.).

2.8.1 Diretiva Máquinas

A diretiva máquinas permite a livre circulação de produtos no mercado, assegurando um elevado nível de proteção da saúde e da segurança.

O objetivo da diretiva é a definição de requisitos essenciais de saúde e de segurança relacionados com a conceção e o fabrico, a fim de melhorar a segurança das máquinas colocadas no mercado comunitário. As atividades abrangidas pela diretiva são a conceção, fabrico, comercialização e colocação no mercado de produtos ou equipamentos de uso profissional ou não. Os requisitos são expressos em exigências essenciais estabelecidas por diretivas e em especificações técnicas sob a forma de normas harmonizadas.

Antes da colocação no mercado de uma máquina e/ou de a pôr em serviço, o fabricante deve [34]:

- Certificar-se de que a máquina cumpre os requisitos essenciais pertinentes em matéria de saúde e de segurança;
- Certificar-se de que o processo técnico está disponível;
- Fornecer as informações necessárias, tais como o manual de instruções;

- Efetuar os procedimentos de avaliação da conformidade adequados;
- Elaborar a declaração CE de conformidade e certificar-se de que a mesma acompanha a máquina;
- Apor a marcação «CE» na máquina.

As máquinas que tenham a marcação «CE», e sejam acompanhadas da declaração CE de conformidade, cumprem presumivelmente as disposições da diretiva máquinas.

A conceção e construção de uma máquina devem assegurar que esta cumpre a função a que se destina e que pode ser colocada em funcionamento, regulada e alvo de manutenção sem expor as pessoas a riscos. Deve-se ter em conta as ações realizadas em situações normais de operação, mas também, a sua má utilização previsível. As medidas para eliminação de riscos devem ter em consideração o tempo de vida da máquina, incluindo o transporte, montagem, desmontagem e desmantelamento.

A fim de determinar os requisitos de saúde e de segurança que se aplicam a uma máquina, deve ser efetuada uma avaliação dos riscos. A máquina deve então ser concebida e fabricada tendo em conta os resultados dessa avaliação.

Os requisitos essenciais de saúde e de segurança gerais estabelecidos na diretiva são referentes a:

- Requisitos genéricos (princípios de integração da segurança, materiais e produtos, iluminação, conceção de máquina com vista ao seu manuseamento, ergonomia, posto de trabalho e assentos);
- Sistemas de comando;
- Medidas de proteção contra perigos de natureza mecânica;
- Características dos protetores e dispositivos de proteção;
- Riscos devidos a outros perigos;
- Manutenção;
- Informações (informações e avisos apostos na máquina, avisos sobre os riscos residuais, marcação da máquina e manual de instruções).

São ainda estabelecidos requisitos essenciais complementares para:

- Determinadas categorias de máquinas;
- Limitar os perigos associados à mobilidade das máquinas;
- Limitar os perigos associados a operações de elevação;
- Máquinas destinadas a serem utilizadas em trabalhos subterrâneos;
- Máquinas com perigos específicos devido a operações de elevação de pessoas.

Após descrição da revisão bibliográfica pertinente, no capítulo seguinte (Desenvolvimento) será abordado todo o progresso feito ao longo da execução do projeto.

DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.2 ESTUDO DE MERCADO

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

3.4 REQUISITOS DO APLICADOR DE ETIQUETAS

3.5 ANTEPROJETO/TEMPESTADE DE IDEIAS

3.6 ANÁLISE CRÍTICA DAS IDEIAS E SELEÇÃO DA IDEIA
VENCEDORA

3.7 PROJETO

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da empresa

A Gislotica é uma empresa portuguesa de engenharia, fundada em 2000, que projeta e fabrica máquinas e sistemas para a indústria [35]. As soluções apresentadas pela empresa integram, de forma autónoma, serviços de engenharia mecânica, elétrica, automação, robótica e visão artificial. Desenvolve projetos chave na mão, inovadores e à medida do cliente.

Em 2017, a empresa possuía instalações com uma área total de 16 mil metros quadrados e uma área coberta de 2500 metros quadrados, pretendendo nessa altura aumentar a área coberta para o dobro [36]. Na Figura 26 é possível observar as instalações da Gislotica após a sua ampliação.

A empresa tem um vasto percurso na construção de máquinas para a indústria do pneu, tendo já produzido para mais de 30 países, sendo este o seu negócio principal; 95% da produção da Gislotica é para exportação, para países como Índia, Rússia, China e Estados Unidos da América. Devido à qualidade do seu serviço e ao preço competitivo, grandes marcas de pneus procuram a Gislotica [36].

A missão da Gislotica passa pela garantia da qualidade de produtos e serviços que a caracterizem. Bem como, possuir os conhecimentos técnicos, recursos e experiência no fornecimento de soluções para a indústria [37].



Figura 26 – Instalações da Gislotica

3.2 Estudo de mercado

3.2.1 Mercado do pneu

O mercado europeu de pneus é o mais avançado tecnologicamente no mundo. A indústria do pneu é um sector altamente inovador, sendo que, a cada ano cerca de 3,5% do volume de negócios é aplicado em investigação e desenvolvimento (I&D) [38].

De acordo com a Figura 27, só na Europa existem 93 instalações de pneus, membros da ETRMA (*European Tyre & Rubber Manufacturer's Association*), incluindo instalações de recauchutagem.

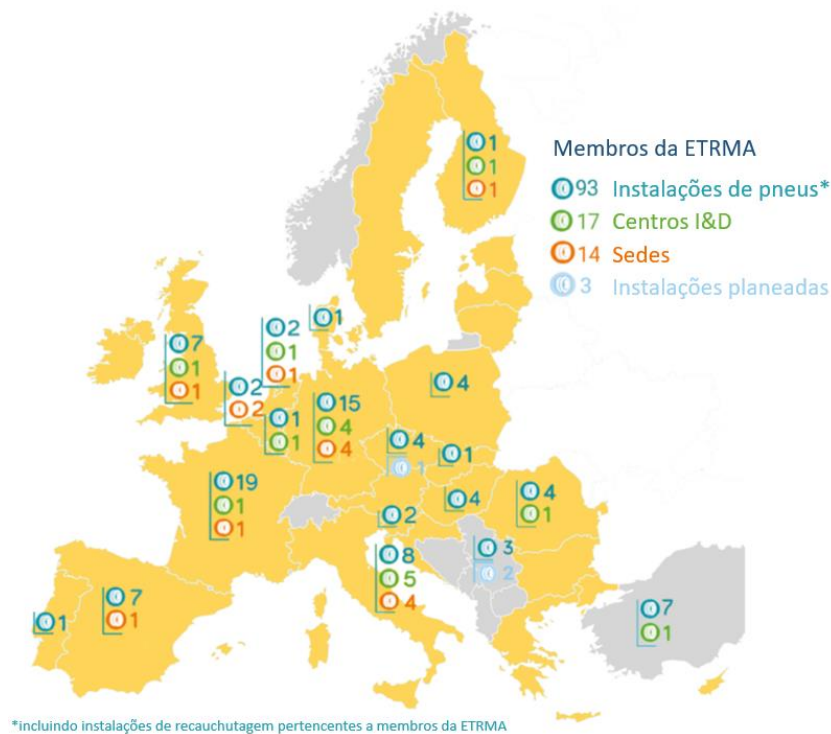


Figura 27 – Indústria europeia do pneu (Adaptado de [38])

A indústria europeia do pneu apresenta alguns dados relevantes [38]:

- 200.000 postos de trabalho estão diretamente relacionados com esta indústria;
- 300 milhões de pneus PCR são produzidos em fábricas europeias;
- 18 milhões de pneus para camiões são produzidos em fábricas europeias;
- 25% dos pneus são fornecidos para o mercado de equipamentos de origem e 75% são fornecidos para o mercado de substituição;
- 324 milhões de pneus foram vendidos na UE, representando 20% do mercado mundial;
- Existem mais de 15.000 centros de serviço e distribuição, tendo estes mais de 50.000 postos de trabalho associados.

O mercado do pneu é altamente competitivo. Na UE o pneu é o componente do veículo mais estritamente regulamentado. O facto das regulamentações dos pneus e dos veículos estarem diretamente ligadas leva à existência de objetivos comuns, complexos e ambiciosos [38].

A conservação de recursos e a poupança de combustível estão entre os pontos principais das diferentes inovações que estão voltadas para opções de mobilidade mais seguras e ambientalmente saudáveis [39].

A UE estimou inicialmente que com o uso de rotulagem energética e de medidas de conceção ecológica, ao optar-se por um pneu com o melhor desempenho em eficiência energética, o consumo de energia em 2020 seria até 45 TWh por ano, inferior ao que seria no caso de não se aplicarem essas regras. O que equivale a reduzir a emissão de CO₂ em 15 milhões de toneladas por ano. Devido ao rápido desenvolvimento tecnológico, os últimos estudos mostram que a redução anual na UE é superior, cerca de 77 TWh. No final de 2020 as medidas de eficiência energética tomadas poderão levar a uma redução anual de emissões de CO₂ perto dos 25 milhões de toneladas [27].

A etiqueta energética do pneu é ainda uma ferramenta bastante recente e o mercado ainda não valorizou totalmente os benefícios do uso de pneus com a melhor combinação de características [40].

3.2.2 Aplicador de etiqueta energética no pneu

Atualmente o modo de aplicação de etiquetas nos pneus numa grande parte da indústria é ainda um processo manual. A preparação e aplicação manual da etiqueta leva a resultados irregulares, não atrativos e que requerem um dispêndio, de tempo e de custo, passível de erro [41]. A inclusão de um sistema de aplicação de etiquetas nos processos e fluxos de trabalho existentes leva a um aumento de produtividade, consistência e precisão, reduzindo ainda o trabalho manual repetitivo.

Existem no mercado algumas soluções distintas, de diferentes empresas, para impressão e aplicação de etiquetas energéticas nos pneus. Entre as principais soluções encontram-se:

- A-SUN T e AST 4.0, da Albeniz (Tabela 13);
- LEGI-AIR 5300 *Tire Labelling System*, da Weber Packaging Solutions (Tabela 14);
- Chromaffix, da Computype (Tabela 15);
- *Tread Label Applicator (LTA)*, da the Poling Group (Tabela 16);
- FINALTOUCH 401XLET *Print & Apply Tire Labeler*, da NJM Packaging (Tabela 17).

Tabela 13 – A-SUN T e AST 4.0 [42][43][44][45]



Empresa	Albeniz	
Data de fundação	1910	
Atividade	Produção e fornecimento de etiquetas. Desenvolvimento e produção de sistemas de codificação, impressão e aplicação de etiquetas.	
Mercado/Indústria alvo	Automóvel; Indústria do pneu; Químicos – Detergentes; Laboratórios farmacêuticos; Siderurgia; Alimentos e Bebidas; Cerâmica; Logística; Outros.	
	Modelo do aplicador: A-SUN T	Modelo do aplicador: AST 4.0
Características gerais		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Câmera de vídeo 360°; ▪ Painel de controlo com interface amigável com configuração de diferentes idiomas; ▪ Tapa de proteção com sistema pressurizado para impedir entrada de sujidade; ▪ Módulo principal de impressão num único bloco; ▪ Em caso de falha é possível substituir o bloco principal por um bloco de reserva em 30 segundos, sem recurso a ferramentas; ▪ Módulo aplicador de etiquetas monobloco, com sistema de troca rápida; ▪ Estrutura deslizante para manutenção; ▪ Componentes de controlo são adaptados aos requisitos do fabricante; ▪ Relatórios e verificações <i>online</i> de produção e manutenção; ▪ Assistência técnica remota; ▪ Especificações: <ul style="list-style-type: none"> - Não permite a aplicação simultânea de etiquetas com diferentes formatos e dimensões; - Impressão de etiquetas em tempo real; - Posicionamento automático da altura de aplicação de etiqueta; - Necessita de paragem para trocar consumíveis (etiquetas e fita de impressão); - Leitor de verificação de código de barras. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Painel de controlo com interface amigável; ▪ Leitor de mão para assistência de instalação e rastreabilidade de etiquetas, sem erros; ▪ Câmeras de inspeção de processo em tempo real; ▪ Sistema de impressão multi-modular; ▪ Estrutura protegida: cabine de impressão pressurizada para operar sem sujidades; ▪ Módulo de aplicação em 2 blocos (alimentação e aplicação); ▪ Estrutura deslizante para manutenção; ▪ Sem paragem. A máquina continua a operar durante a troca de consumíveis; ▪ Aplicação aleatória de etiquetas com diferentes formatos e dimensões; ▪ Relatórios e verificações <i>online</i> de produção e manutenção; ▪ Ajuste automático da altura de aplicação de etiqueta; ▪ Assistência técnica remota; ▪ Especificações: <ul style="list-style-type: none"> - Até 4 módulos de impressão independentes (autonomia de 4 rolos de etiquetas); - Resolução de impressão de 300 dpi; - Largura de impressão até 105,6 mm; - Largura de etiqueta até 114 mm; - Comprimento de etiqueta até 300 mm; - Velocidade de impressão até 250 mm/s; - Substituição rápida dos 4 blocos de impressão; - Substituição rápida dos 2 blocos do módulo de aplicação.
Tecnologia de impressão		
	Transferência térmica	Transferência térmica
Opções/Acessórios		
	-	Desenvolvimento de acordo com necessidades do cliente (criação de desenho gráfico da etiqueta, controlo de processo, rastreabilidade de processo, interface de utilizador).
Imagem do produto		

Tabela 14 – LEGI-AIR 5300 Tire Labelling System [46][47][41]

Empresa	Weber Packaging Solutions (Mundo) Weber Marking Systems GmbH (Europa) – 1980
Data de fundação	1932
Atividade	Desenvolver, produzir e fornecer etiquetas e sistemas de etiquetagem, marcação e codificação para a indústria.
Mercado/Indústria alvo	Indústria em geral; Logística; Comércio.
Modelo do aplicador	LEGI-AIR 5300 <i>Tire Labelling System</i>
Características gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção robusta; ▪ Totalmente automático; ▪ Impressão de alta qualidade numa única operação; ▪ Imprime e aplica etiquetas até 7" x 14"; ▪ Imprime e aplica até 30 etiquetas por minuto; ▪ Resolução de impressão até 24 pontos/mm (600 dpi); ▪ Todas as interfaces de dados convencionais; ▪ Ecrã de controlo para operação simples; ▪ Informações ou avisos por e-mail; ▪ Fácil integração; ▪ Certificação CE; ▪ Uso em tandem: segunda unidade substitui a primeira quando o rolo de etiquetas tiver terminado; ▪ Especificações: <ul style="list-style-type: none"> - Dimensões: 75,9 cm x 69,2 cm x 71,8 cm; - Peso: 78,8 kg; - Dimensão máxima do rolo: 350 mm; - Posicionamento de etiqueta: ±0,03 mm.
Tecnologia de impressão	Transferência térmica / Térmica direta
Marca impressora	Zebra; Sato; Datamax.
Opções/Acessórios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centramento automático da etiqueta independentemente da largura do pneu; ▪ Suporte ajustável; ▪ Detecção de etiqueta no aplicador; ▪ Sensor para deteção de presença de produto; ▪ Torre luminosa de aviso.

Imagem do produto



Tabela 15 – Chromaffix [48][49][50]


Empresa	Computype
Data de fundação	1966
Atividade	Produção de etiquetas e implementação de soluções para aplicação de etiquetas e seu rastreamento.
Mercado/Indústria alvo	Investigação e Diagnóstico; Bancos de sangue; Indústria do pneu; Correias de borracha.
Modelo do aplicador	Chromaffix
Características gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impressão de informação variável e estática e logotipos a cor na etiqueta (<i>print on demand</i>); ▪ Tempo de ciclo rápido: 2,5 s por pneu; ▪ Equipamento compacto, ocupa pequena área; ▪ Simples: poucos componentes móveis (o que permite uma configuração rápida, manutenção simples e inventário reduzido de peças de substituição); ▪ Desenho ergonómico e totalmente fechado (operação segura do equipamento).
Tecnologia de impressão	Transferência térmica / Tinta a jato
Imagem do produto	

Tabela 16 – Tread Label Applicator [51]


Empresa	the Poling Group
Data de fundação	1978
Atividade	Produção de máquinas para a indústria do pneu e da borracha.
Mercado/Indústria alvo	Pneu; Borracha; Indústria especializada.
Modelo do aplicador	<i>Tread Label Applicator (TLA)</i>
Características gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenhado para criar, gerir, imprimir e aplicar etiquetas; ▪ Máquina desenhada para aplicar automaticamente a etiqueta correta a cada pneu de uma pilha paletizada; ▪ Base de dados (sistema <i>print on demand</i>); ▪ Leitura de código de barras; ▪ Possibilidade de etiquetar um pneu num transportador ou numa configuração em pilha; ▪ Eixo estabilizador para segurar pneus numa estrutura durante a etiquetagem; ▪ Avisos de necessidade de intervenção de operador (torre de sinalização, alarme sonoro, envio de e-mails); ▪ Capacidade máxima de etiquetagem de 10.100 pneu por dia; ▪ Interface por ecrã tátil; ▪ Uso de atuadores lineares para aplicação de etiqueta; ▪ Aplicação com recurso a um tambor; ▪ Sistema de troca rápida de rolo.
Tecnologia de impressão	Impressora a jato de tinta de alta qualidade.
Imagem do produto	

Tabela 17 – FINALTOUCH 401XLET *Print & Apply Tire Labeler* [52][53][54]

Empresa	NJM Packaging
Data de fundação	1915
Atividade	Fabrico de equipamentos e integração de sistemas automatizados de embalagem.
Mercado/Indústria alvo	Farmacêutica; Embalamento; Cosmética e cuidado pessoal; Alimentos e bebidas; Outros.
Modelo do aplicador	FINALTOUCH 401XLET <i>Print & Apply Tire Labeler</i>
Características gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicador servo-acionado para posicionamento horizontal e vertical; ▪ Desenrolamento de etiqueta motorizado; ▪ Detetor de presença de etiqueta; ▪ Construção robusta; ▪ Velocidades até 12 cpm; ▪ Controlo com PLC Allen-Bradley; ▪ Sistema de rebobinagem inteligente; ▪ Estrutura da máquina retrátil; ▪ Ferramentas de aplicação permutáveis; ▪ Alcance padrão até 14" (ferramenta de aplicação).
Tecnologia de impressão	Transferência térmica / Térmica direta
Marca impressora	Zebra (Modelo Zebra ZE500)
Opções/Acessórios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de alcance até 36"; ▪ Software personalizado; ▪ Proteção completa de segurança e contra poeira; ▪ Base de dados do produto; ▪ Leitor de código de barras; ▪ Base deslizante personalizada.

Imagem do produto



3.3 Caracterização do problema

O problema proposto tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicador com armazenamento vertical para impressão e aplicação de etiquetas energéticas na superfície do piso do pneu.

O aplicador será integrado paralelamente a um transportador na linha de produção, durante o processo de manipulação do pneu ou do processo de distribuição imediatamente antes do carregamento de um camião. O que torna fundamental a existência de um projeto do aplicador preparado, o máximo possível, para ser instalado em ambos os lados do transportador, resultando assim duas versões: esquerda e direita.

Pretende-se a inclusão de equipamentos existentes no mercado que permitam o desenvolvimento e obtenção do projeto final.

O aplicador de etiquetas deverá ser constituído por:

- Sistema modular de gavetas: cada módulo de gaveta deve incluir uma unidade dispensadora de etiquetas (desbobinagem de etiqueta; sensor de etiqueta; sistema de separação e entrega; rebobinagem do forro) e impressora;
- Módulo de alimentação da etiqueta;
- Módulo aplicador da etiqueta.

O sistema modular de gavetas é essencial pela possibilidade de na mesma unidade de aplicação haver a disponibilização e impressão de etiquetas com diferentes formatos e/ou dimensões. A necessidade de etiquetas diversas prende-se com fatores como, a existência de vários tipos de pneu, diferentes marcas de pneu e ainda, com o mercado de destino. Tratando-se de um processo misto de pneus (*mix process*), a existência de vários módulos autónomos impede que haja a necessidade de uma segunda unidade de aplicação, ou ainda, a paragem da máquina a cada mudança do formato de etiqueta a aplicar, fornecendo e imprimindo a informação de forma automática de acordo com o pneu. O facto de, por exemplo, se usar a mesma etiqueta em dois módulos distintos leva a que não haja qualquer tipo de paragem da máquina para troca de consumíveis (rolo de etiquetas e fita de impressão), quando um módulo estiver em manutenção o outro passa a operar. Quanto mais módulos de gavetas existirem, mais autónomo e simples se torna o processo de rotulagem do pneu.

O módulo de alimentação da etiqueta deve permitir velocidades elevadas, tanto no transporte vertical para posicionamento de entrada/saída de etiqueta, como no transporte horizontal de alimentação de etiqueta. Procura-se operar no menor tempo de ciclo possível.

O módulo aplicador é responsável por receber e aplicar a etiqueta no piso do pneu, à medida que este avança no transportador. Durante a aplicação requer-se a existência de uma ligeira pressão no pneu, de forma a que a etiqueta adira à sua superfície curva e seja posicionada de forma precisa. O módulo deve ter ajuste automático da altura de aplicação da etiqueta, consoante a largura do pneu, de maneira a que a etiqueta seja colocada numa configuração centrada no pneu.

Todos os movimentos do aplicador devem ser executados no menor tempo possível e com a máxima precisão. Dado que a máquina é integrada numa linha de produção pré-existente, torna-se fundamental a combinação de movimentos entre o(s) transportador(es), pneu e aplicador de etiquetas. Previamente à aplicação da etiqueta, o pneu deve ser direcionado e posicionado no transportador através de um mecanismo e transportador próprios, para que fique numa posição ideal e próxima da máquina, permitindo a sua etiquetagem.

O processo e modo de operação dos diferentes módulos que constituem o aplicador de etiquetas são descritos no subcapítulo seguinte.

3.3.1 Descrição do processo e do modo de operação

O processo de etiquetagem no pneu e o modo de operação da máquina dependem do tipo de pneu (dimensões e características) e do seu destino. Alguns dos pneus destinam-se a fabricantes de equipamentos de origem, outros a revendedores e outros ao mercado de consumo. Apenas os pneus que se destinam ao mercado de consumo, pneus entregues a distribuidores ou a utilizadores finais, requerem a aplicação de etiqueta energética.

A Figura 28 identifica os principais componentes intervenientes no processo de impressão e aplicação da etiqueta energética. Enquanto, a Tabela 18 descreve, de forma sucinta, esse mesmo processo e o modo de operação do aplicador de etiquetas e dos restantes elementos integrantes da linha de produção.

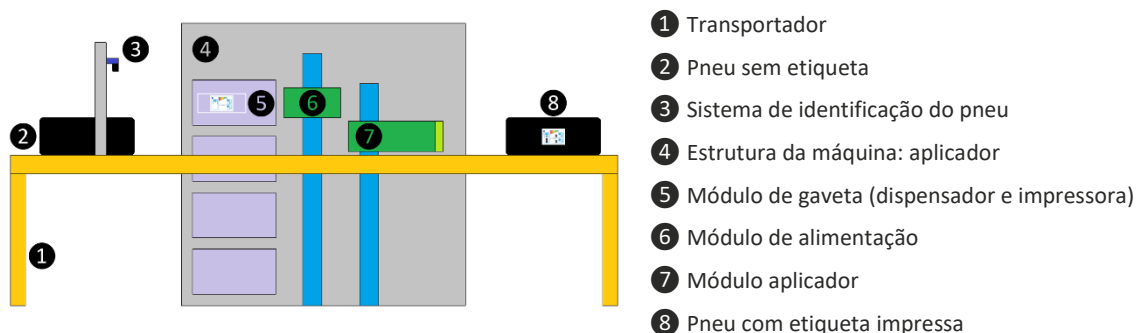
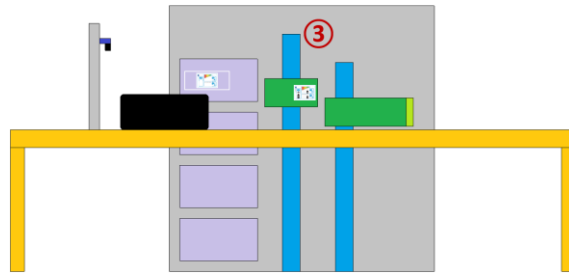


Figura 28 – Identificação dos constituintes do processo

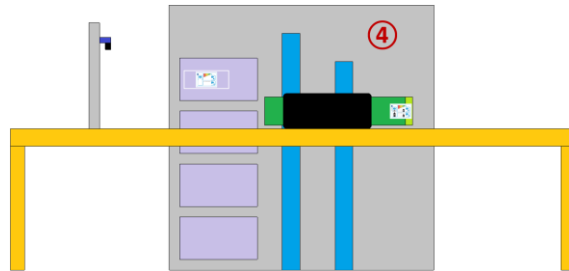
Tabela 18 – Processo e modo de operação do aplicador de etiquetas

Operação	Descrição da operação
	<p>① Identificação do pneu através de uma etiqueta disposta no seu talão, colocada antes, ou após, o processo de vulcanização. A identificação pode ser realizada com recurso a um sistema de leitura de código de barras ou por RFID (<i>radio frequency identification</i>).</p>
	<p>② Concluída a identificação do pneu, é possível extrair de uma base de dados informações como: dimensões do pneu, nomeadamente a sua largura; qual o tipo de etiqueta a usar; quais os dados a serem impressos na etiqueta a aplicar; entre outras.</p> <p>Após a obtenção da informação necessária dá-se início ao ciclo de trabalho do aplicador de etiquetas, começando-se por imprimir os dados na etiqueta a aplicar e dispensando-a ao módulo de alimentação.</p>

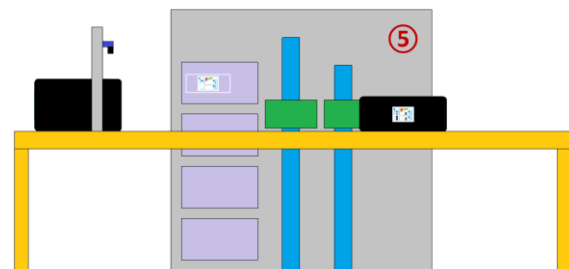


③ O módulo de alimentação recebe e realiza o transporte da etiqueta até à posição de transição com o módulo aplicador, entregando-lhe a etiqueta.

O pneu continua, em paralelo, o seu trajeto no transportador.

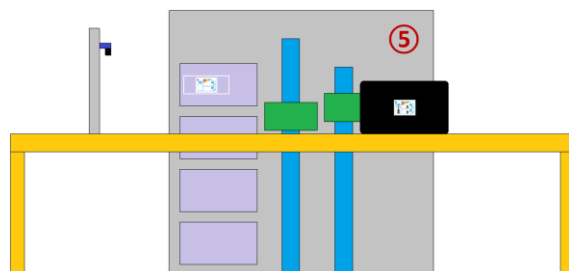


④ O módulo aplicador recebe a etiqueta do módulo de alimentação e faz o seu transporte até ao ponto de aplicação.

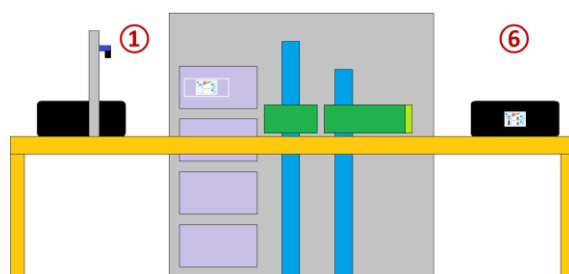


⑤ O módulo aplicador posiciona-se de forma automática, e em simultâneo ao transporte horizontal da etiqueta, na altura correta de aplicação no pneu.

A altura de aplicação deve deixar a etiqueta centrada relativamente à largura do pneu.



Assim que o pneu tocar no aplicador/dispensador, a etiqueta é aplicada de forma progressiva na superfície do pneu, à medida que este avança no transportador.



⑥ Após aplicação da etiqueta o pneu continua o seu percurso no transportador, dando-se continuidade ao ciclo de trabalho para uma nova aplicação de etiqueta no pneu seguinte.

3.4 Requisitos do aplicador de etiquetas

A máquina pretendida tem, como ponto de partida, alguns requisitos base para elaboração do projeto. Os requisitos são relativos ao transportador da linha de produção, ao pneu, à etiqueta e ao tempo de ciclo da máquina.

O transportador responsável pela movimentação do pneu tem uma altura mínima de 800 mm e uma velocidade de transporte de cerca de 40 m/min.

A Tabela 19 apresenta as dimensões padrão do pneu em que é efetuada a aplicação da etiqueta.

Tabela 19 – Dimensões do pneu

Diâmetro do talão	13" - 24"
Largura (mm)	150 - 500
Diâmetro exterior (mm)	500 - 900

O rótulo energético segundo o Regulamento (CE) 1222/2009, atualmente em vigor, tem como dimensões mínimas uma largura de 75 mm e uma altura de 110 mm. A etiqueta autocolante deve ter ainda impresso, para além do rótulo energético pré-definido, o nome do fornecedor e as várias especificações técnicas do pneu, podendo estes estar em qualquer cor, formato e desenho. Contudo, segundo o mesmo regulamento, são estipuladas dimensões máximas para a superfície total do autocolante: a sua área não pode exceder 250 cm² e o comprimento total não pode ser superior a 220 mm.

De acordo com o novo Regulamento (UE) 2020/740, a entrar em vigor em 2021, o próprio rótulo do pneu já inclui a designação do fornecedor e as especificações técnicas do pneu, tendo este como dimensões mínimas uma largura de 75 mm e uma altura de 110 mm, podendo estas serem aumentadas proporcionalmente.

Assim sendo, estabelece-se que a etiqueta terá à partida como dimensões mínimas uma largura de 75 mm e uma altura de 110 mm. As dimensões máximas da etiqueta são uma largura de cerca de 114 mm e uma altura de 220 mm.

A etiqueta fornecida em rolo é pré-impressa, já tendo a sua superfície parcialmente impressa com parte do rótulo energético e/ou a marca do fornecedor, sendo apenas necessário adicionar as informações específicas do pneu. As informações a acrescentar são impressas na cor preto. Os dados e campos a imprimir no rótulo energético estão representados na Figura 29.

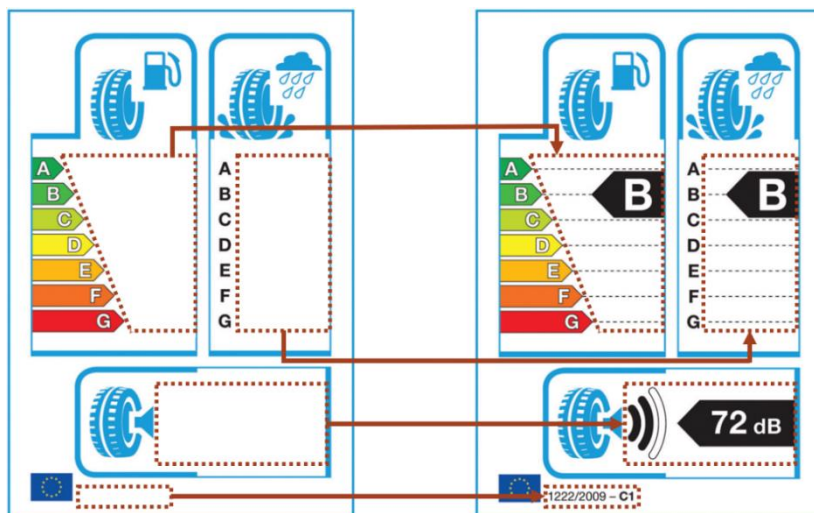


Figura 29 – Impressão de dados no rótulo energético

O tempo de ciclo da máquina deve ser o menor possível de forma a evitar repercussões no transporte do pneu e a permitir uma elevada capacidade de processamento de pneus. O tempo de ciclo deve estar dentro dos tempos das diferentes soluções já existentes no mercado, isto é, entre 2 e 5 segundos.

3.5 Anteprojecto/Tempestade de ideias

Previamente ao desenvolvimento do projeto é essencial uma averiguação inicial de problemas que possam existir ao longo do funcionamento da máquina e o estudo das diferentes soluções passíveis de serem adotadas.

3.5.1 Estrutura da máquina

A primeira questão a ser levantada prende-se com a constituição e o material de construção da estrutura da máquina. Surgem como duas grandes opções uma estrutura em aço ou uma estrutura em perfil de alumínio.

A estrutura em aço seria à partida feita, na sua maioria, a partir de chapa de aço de construção ao carbono com recurso a processos de fabrico como o corte a laser, a quinagem, a soldadura e a ligações aparafusadas.

No que se refere à estrutura em perfil de alumínio, existem no mercado diversas soluções de fornecedores distintos e com diferentes tipos de perfis. Para este tipo de máquina, e tendo em conta as soluções apresentadas pelo fabricante, optou-se por dar especial atenção aos perfis XMS da marca item. O fabrico da estrutura com recurso a perfis de alumínio extrudido, recorre sobretudo a processos como o corte, furação e aparafusamento como meio de fixação.

3.5.2 Impressão e disponibilização de etiqueta

Pretende-se incluir na máquina sistemas já existentes no mercado que vão de encontro aos requisitos do projeto. Poderá incluir-se um dos dois tipos de sistema: equipamento único que imprime e dispensa a etiqueta ou, equipamento duplo em que a disponibilização e impressão da etiqueta são feitas por equipamentos distintos a trabalhar em conjunto.

No mercado sobressai como equipamento único, a máquina de impressão e aplicação de etiquetas da Videojet, a Videojet 9550. Algumas características principais desta máquina podem ser observadas na Tabela 20. Este equipamento permite imprimir e dispensar a etiqueta, podendo apresentar-se em versão esquerda ou direita.

Tabela 20 – Videojet 9550: etiquetadora com dispensador automático [55]

Imagem do produto



Especificações

- Tecnologia de impressão: Transferência térmica / Térmica direta;
- Impressora incluída no sistema dispensador de etiqueta;
- Resolução da impressão: 300 dpi;
- Cabeça impressão: 53 mm e 107 mm;
- Velocidade de impressão: 40-500 mm/s;
- Largura de fita de impressão (mm): 55, 76 e 110;
- Até 830 m de fita de impressão;
- Dimensões etiqueta largura/comprimento (mm): 50-115 / 50-300.

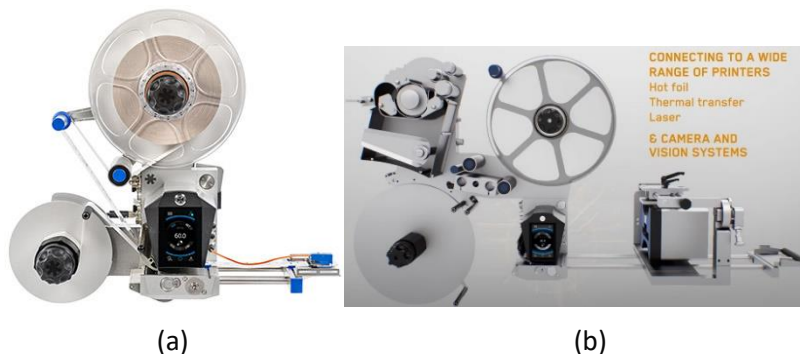
Como alternativa ao sistema anterior, é possível recorrer ao uso de um dispensador a trabalhar em paralelo com uma impressora, seja esta da mesma marca do dispensador ou de marca distinta a este. No mercado encontra-se uma etiquetadora de alto desempenho, a HERMA 500, que apenas dispensa a etiqueta. Na Tabela 21 é possível observar algumas das características deste sistema dispensador.

A etiquetadora HERMA 500 pode igualmente apresentar-se nas versões de instalação esquerda ou direita. Tem uma vasta possibilidade de diferentes características e

configurações devido ao seu desenho modular. Esta etiquetadora é passível de ser conectada e de ter instalada na sua estrutura uma grande variedade de impressoras, com diferentes tecnologias de impressão (ver figura (b), Tabela 21).

Tabela 21 – Aplicador Herma 500 [56]

Imagem do produto



Especificações

- Impressora é opcional, não está inicialmente incluída no sistema dispensador de etiquetas;
- Tipo de impressora a instalar: estampagem a quente (*hot foil*); transferência térmica; laser;
- Velocidade de etiquetagem: 0 - 50 m/min (sistema mecânico de desbobinagem);
- Largura da etiqueta (mm): 80 / 160 / 240 / 320.

As impressoras a instalar na etiquetadora Herma 500, independentemente da tecnologia a usar, podem ser de diferentes marcas desde que estas sejam compatíveis com o sistema de controlo da etiquetadora. No que se refere à tecnologia de impressão por transferência térmica existem, à partida, no mercado várias impressoras passíveis de serem instaladas e que cumprem com os requisitos iniciais do projeto a executar. Algumas destas soluções podem ser visualizadas na Tabela 22, sendo que as características apresentadas se referem a um modo de impressão contínuo.

Tabela 22 – Impressoras: especificações de impressão em modo contínuo

	Videojet 6530	Domino V320i	SmartDate X65-128
			
Tecnologia de impressão	Transferência térmica	Transferência térmica	Transferência térmica
Modo de impressão	Intermitente e Contínuo	Intermitente e Contínuo	Intermitente e Contínuo

Resolução da impressão	300 dpi	300 dpi	300 dpi
Velocidade de impressão	1 - 1000 mm/s	10 – 1400 mm/s	10 – 700 mm/s
Largura de fita de impressão (mm)	53 - 55 107 - 110	30 / 55 130	55 - 130
Comprimento fita de impressão	1200 m	1600 m	1100 m
Área máxima de impressão (largura x	53 x 300 mm 107 x 300 mm	53 x 2700 mm 128 x 1000 mm	128 x 500 mm

3.5.3 Transporte da etiqueta

O transporte da etiqueta, tanto no módulo de alimentação como no módulo aplicador, será realizado com recurso a vácuo. Existem duas possibilidades de criação de vácuo, uma recorre ao uso de ar comprimido e a uma unidade geradora de vácuo, enquanto outra recorre ao uso de ventiladores para criar o efeito de vácuo.

O uso de vácuo por ar comprimido implica a existência de uma caixa, ou superfície, praticamente fechada apenas com pequenos orifícios que permitam a passagem de ar de forma a se criar o efeito de vácuo pretendido para segurar a etiqueta. Contudo, apesar de se conseguir segurar a etiqueta é ainda necessário realizar a sua deslocação entre módulos e para tal, este tipo de sistema não é o mais eficiente, tendo sido descartado logo à partida.

Resta então como solução, o uso de ventiladores para criar o efeito de vácuo pretendido para segurar e transportar a etiqueta. Só será possível realizar o transporte da etiqueta com a adição de um sistema de transmissão.

3.5.3.1 Ensaios experimentais

De forma a analisar os mecanismos por trás do transporte e da passagem da etiqueta entre módulos, e a determinar o tipo de ventilador a usar, recorreu-se a alguns ensaios experimentais.

Os ensaios foram efetuados com o uso de diferentes componentes, expostos na Tabela 23, de forma a possibilitar uma execução simples, mas que permitisse inferir dados importantes para a realização do projeto.

Foram executados, para cada tipo de ventilador, quatro tipos de ensaios diferentes. O resumo de cada ensaio e os resultados para cada ventilador estão apresentados nas tabelas correspondentes.

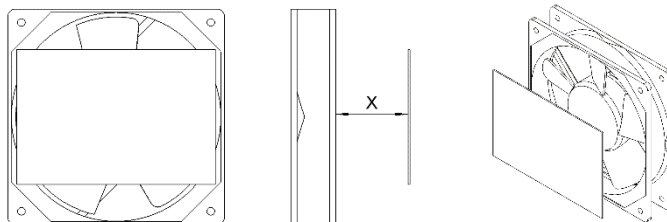
Tabela 23 – Componentes para ensaios experimentais

Imagem componente	Dados
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cabo de alimentação 2 x 0,75 mm² c/interruptor; ▪ Fonte de alimentação IP67 24V DC 1,5 A 36 W c/fios; ▪ Ligadores rápidos de 2 ligações.
	<p>2x Ventilador 60x60x25 mm 24V DC 1,25 W SUNON: EF60252S1-1000U-A99 Corrente: 50 mA; Velocidade: 4500 rpm; Fluxo de ar: 23,5 CFM; Pressão estática: 0,21 inch-H₂O; Ruído 27 dB(A); Peso: 45 g.</p>
	<p>1x Ventilador 80x80x25 mm 24V DC 1,3 W SUNON: EE80252S3-000U-999 Corrente: 52 mA; Velocidade: 2600 rpm; Fluxo de ar: 33 CFM; Pressão estática: 0,11 inch-H₂O; Ruído 28 dB(A); Peso: 75 g.</p>
	<p>1x Ventilador 120x120x25 mm 24V DC 5,0 W SUNON: MagLev MEC0252V1-000U-A99 Corrente: 207 mA; Velocidade: 3100 rpm; Fluxo de ar: 108,2 CFM; Pressão estática: 0,28 inch-H₂O; Ruído 44,5 dB(A); Peso: 162 g.</p>
	<p>Correias</p>
	<p>Rolos e suportes de fixação, para simulação de transporte de etiqueta em conjunto com a rotação das correias.</p>
	<p>Folha/Etiqueta de teste em papel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 110 x 75 mm; ▪ 1 g; ▪ Gramagem: 120 g/m².

O primeiro ensaio, na Tabela 24, consiste em largar a folha de papel a uma distância “x” do ventilador, averiguando a partir de que distância a folha adere ao ventilador sem se desviar, isto é, quando a força de gravidade é totalmente superada pelo efeito de vácuo não havendo lugar à queda da folha.

Tabela 24 – 1º Ensaio experimental: distância de aderência sem desvio

1º Ensaio: Largar a folha a uma distância x em frente ao ventilador



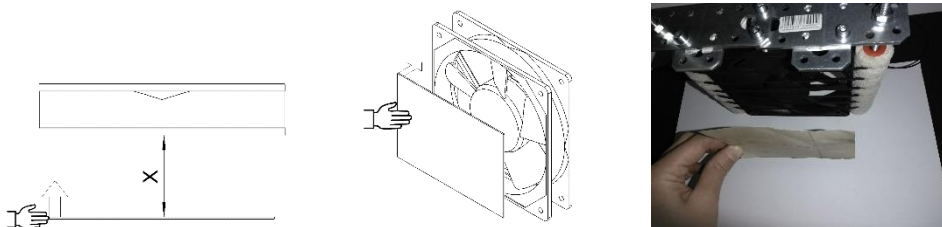
Ventilador	Distância x (mm)
60x60x25	25
80x80x25	25
120x120x25	55

O segundo ensaio, na Tabela 25, resume-se em segurar a folha em apenas num dos lados e realizar a sua aproximação ao ventilador registando a distância “x” a que esta é totalmente aspirada, isto é, a partir de que distância o vácuo atua sem qualquer dificuldade.

Observou-se no segundo ensaio que à medida que a distância entre o ventilador e a folha diminui, torna-se cada vez mais fácil e há uma maior rapidez de aspiração.

Tabela 25 – 2º Ensaio experimental: distância de aspiração

2º Ensaio: Aproximação da folha em direção ao ventilador



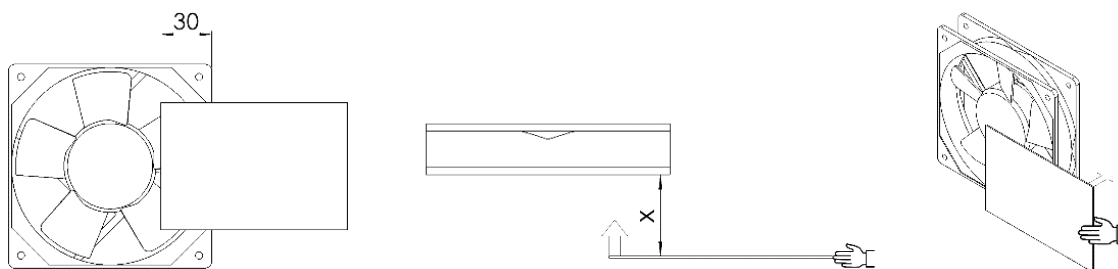
Ventilador	Distância x (mm)
60x60x25	20
80x80x25	30
120x120x25	70

O terceiro ensaio, na Tabela 26, foi realizado através da aproximação da folha ao ventilador, mas desta vez, só com uma parte da superfície (apenas 30 mm disponíveis para aproximação). Registrando-se a distância “x” a que a superfície parcial da folha é totalmente aspirada.

Mais uma vez se observou que, quanto menor a distância entre a folha e o ventilador, maior é a facilidade de aspiração.

Tabela 26 – 3º Ensaio experimental: distância de aspiração de superfície parcial

3º Ensaio: Aproximação de superfície parcial da folha em direção ao ventilador

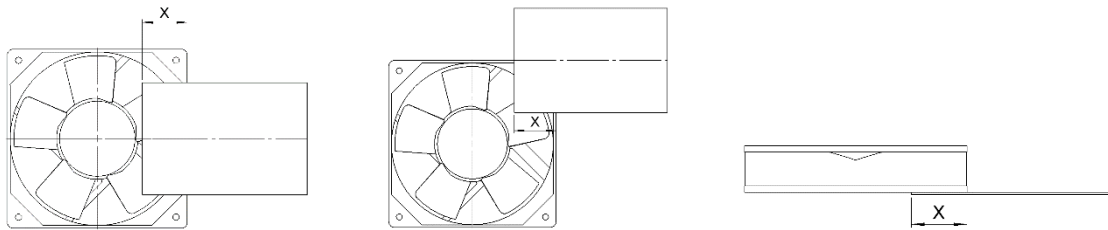


Ventilador	Distância x (mm)
60x60x25	20
80x80x25	25
120x120x25	40

No quarto ensaio, Tabela 27, pretendeu-se determinar qual a superfície mínima de contacto para a folha aderir totalmente ao ventilador sem cair, isto é, quando o vácuo exerce total efeito sobre a folha, segurando-a. Para determinar a superfície mínima de contacto, mediu-se a distância “x” a partir da face lateral do ventilador à qual a folha fica totalmente segura. Foram realizadas duas medições distintas, uma com a folha centrada com o eixo do ventilador e outra com a folha descentrada.

Observou-se no quarto ensaio que quanto menor a área de contacto para aspiração maior tendência tem a folha em cair e, quanto mais desviada do centro, tanto horizontalmente como verticalmente, maior a tendência a cair. Como a superfície de contacto é inferior é exercido um menor efeito de vácuo na folha.

Tabela 27 – 4º Ensaio experimental: distância mínima de contacto para aderência

4º Ensaio: Superfície mínima de contacto para haver aderência total

Ventilador	Distância x (mm)
60x60x25	Centrada: 30
	Descentrada: 45
80x80x25	Centrada: 30
	Descentrada: 55
120x120x25	Centrada: 10
	Descentrada: 20

Para além dos ensaios anteriormente descritos, foi realizada uma análise à forma como é efetuada a passagem da folha entre ventiladores. Esta análise permite simular a transferência da etiqueta entre os diferentes módulos.

Em primeira análise, foi efetuada a passagem da folha do ventilador 120x120x25, com os rolos e correia em rotação, para o ventilador 80x80x25, simulando o funcionamento do transporte da etiqueta. Os ventiladores foram colocados a diferentes distâncias “y”, de forma a averiguar qual o comportamento da folha durante o transporte e transição entre ventiladores. Na Tabela 28 é possível constatar algumas observações relativamente a este ensaio, de acordo com a distância entre ventiladores.

Durante o transporte e passagem, o ventilador de alimentação (120x120x25) deixa de transportar a folha a uma distância de 15 mm da sua face. A partir deste momento já tem de ser o ventilador que recebe a folha a transportar.

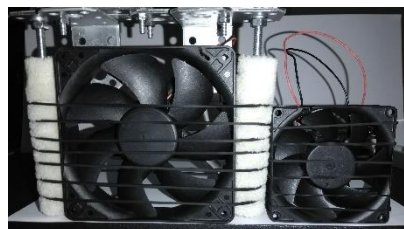
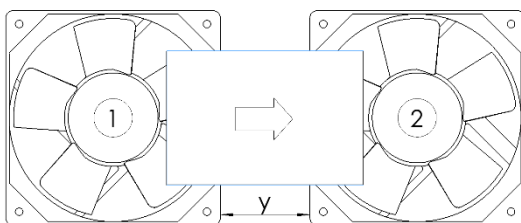
A folha durante a passagem entre ventiladores tem tendência a ir para trás, isto é, a desalinhar relativamente ao ventilador que a recebe, como se pode verificar na Figura 30.



Figura 30 – Desalinhamento durante passagem da etiqueta

Tabela 28 – Passagem entre ventiladores 120x120x25 e 80x80x25

Passagem entre ventiladores



Distância y (mm)	Observações
100	O primeiro ventilador alimenta a folha até ao fim (até 15 mm da face do ventilador), mas esta cai e não chega ao segundo ventilador. A folha/etiqueta tem tendência a ir para trás, ficando desalinhada com o segundo ventilador.
90	Etiqueta tem tendência a ir para trás, saindo do alinhamento com o segundo ventilador.
80	Etiqueta passa entre ventiladores com facilidade, mas com alguma tendência a desalinhar.
70	Etiqueta passa sem qualquer problema. Quanto menor a distância “y” melhor a passagem entre ventiladores.

Numa segunda análise, foi efetuada a passagem da folha entre o ventilador 120x120x25 e os dois ventiladores 60x60x25. Nesta análise os ventiladores estão próximos entre si, pretendendo-se avaliar apenas a capacidade do ventilador de alimentação (120x120x25) em transportar a etiqueta numa superfície estática, mas ainda assim, sujeita ao efeito de vácuo.

Como primeiro passo, (a) da Figura 31, as faces dos ventiladores estão praticamente alinhadas. Neste caso, a etiqueta fica presa não sendo capaz de ultrapassar a superfície estática. Isto deve-se ao efeito de vácuo criar uma força de atrito superior àquela que o transportador é capaz de produzir para fazer avançar a folha.

No segundo caso, (b) da Figura 31, as faces dos ventiladores estão razoavelmente distantes, o que já permite que a etiqueta avance bem sobre a superfície estática, dado que, a capacidade de gerar vácuo diminui como consequência do aumento da distância aos ventiladores.

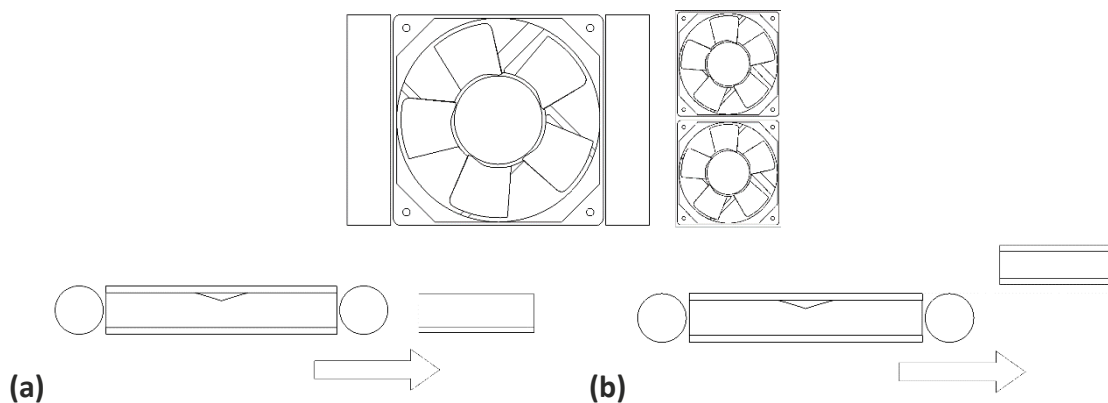


Figura 31 – Passagem entre ventiladores 120x120x25 e 60x60x25

Como forma de verificar a capacidade do ventilador 120x120x25 em segurar firmemente a folha de teste, foram efetuados vários movimentos na vertical, com acelerações e oscilações elevadas. Apesar das diversas movimentações bruscas, a folha não teve qualquer tendência a cair.

3.5.3.2 Conclusões dos ensaios experimentais

O primeiro e segundo ensaios experimentais permitiram comparar a capacidade dos diferentes ventiladores em gerar vácuo. Verificou-se que o ventilador 120x120x25, quando comparado com os outros ventiladores, ultrapassa em muito a sua capacidade de efeito de vácuo. Os ventiladores 60x60x25 e 80x80x25 apesar de terem uma diferença considerável de dimensões, apresentam resultados bastante semelhantes. Os resultados dos ensaios vão de encontro às características apresentadas pelo fabricante dos ventiladores, no que se refere ao fluxo de ar e à pressão estática. O ventilador 120x120x25 apresenta uma maior pressão estática e cria um fluxo de ar bastante mais elevado e como tal, a sua capacidade de gerar vácuo é bastante superior.

O facto de os ventiladores 60x60x25 e 80x80x25 apresentarem reduzidas distâncias para aderência da etiqueta poderá ser limitativo em termos de projeto.

O terceiro e quarto ensaios foram realizados de forma a verificar a capacidade dos diversos ventiladores em segurar a etiqueta, utilizando apenas uma superfície mínima. Esta capacidade é fundamental, dado que, durante a transição da etiqueta entre módulos haverá um momento em que apenas uma pequena parte da superfície da etiqueta estará sujeita a um efeito de vácuo para realização do seu transporte. Mais uma vez se verifica que o ventilador 120x120x25 ultrapassa de forma bastante significativa a capacidade dos outros ventiladores.

Os ventiladores 60x60x25 e 80x80x25 apresentaram resultados semelhantes no terceiro e quarto ensaio. Ambos requerem uma área de superfície considerável para

segurar a etiqueta sem qualquer problema, o que durante a fase de transição entre módulos pode incorrer no risco de queda da etiqueta.

A análise efetuada de transporte e transição entre módulos permitiu inferir a necessidade de integração de determinado tipo de solução para o transportador de etiqueta. Como a etiqueta energética a aplicar no pneu é produzida num material bem mais maleável que a folha de teste usada nos ensaios experimentais, surge a ideia de aplicar as seguintes soluções:

- Distância entre módulos de transporte deve ser o mais reduzida possível;
- Recurso a uma superfície de separação e de direcionamento da etiqueta logo após o rolo de saída do transportador; esta superfície impede que o material maleável da etiqueta possa aderir à correia de transporte e tenha tendência em circular em torno do rolo de saída do transportador, resultando na necessidade de paragem da máquina. Para além disso, a superfície direciona a etiqueta da forma correta, sem qualquer desalinhamento, para o módulo que a recebe;
- O ventilador que irá criar o efeito de vácuo na superfície anteriormente mencionada, deverá estar afastado o suficiente desta, de forma a segurar a etiqueta e a permitir que esta avance em simultâneo no transportador sem qualquer dificuldade.

3.5.4 Aplicação de etiqueta

A aplicação da etiqueta energética, derivada à natureza do tipo de etiqueta autocolante (isto é, sensível a pressão), requer o uso de uma ligeira pressão durante o processo de aplicação na superfície do pneu. A etiqueta é transferida e aplicada no pneu com recurso a um rolo aplicador e a um sistema que irá gerar a pressão necessária.

O sistema gerador de pressão pode ser desenhado com recurso a dois métodos distintos: de molas ou de cilindro pneumático.

A pressão gerada durante a aplicação da etiqueta deve permitir a aderência desta à superfície curva do pneu sem provocar danos no pneu e sem colocar em causa o seu deslocamento ao longo do transportador.

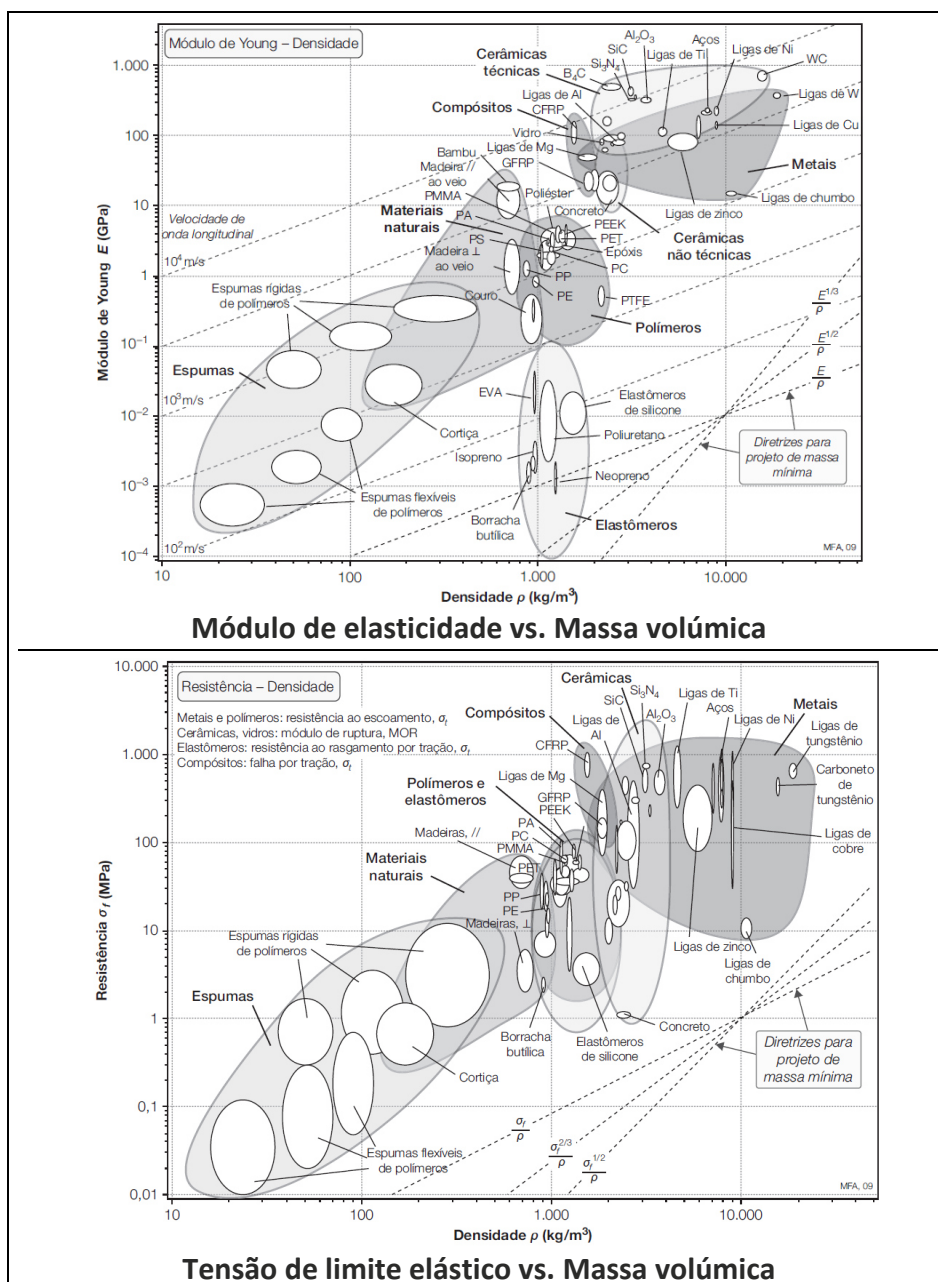
3.6 Análise crítica das ideias e seleção da ideia vencedora

Após a exposição das diferentes soluções passíveis de serem utilizadas, tem de se tomar a decisão de qual o caminho a seguir para dar início, de forma estável e assertiva, ao projeto e desenho da máquina pretendida.

3.6.1 Estrutura da máquina

No que se refere à estrutura da máquina, a dúvida recai sobre o uso de uma estrutura em aço de construção ao carbono ou uma estrutura em perfil de alumínio. Como forma de dar resposta a esta dúvida procede-se em primeiro lugar a uma comparação geral dos materiais e das suas propriedades.

Com base nos diferentes diagramas de propriedades dos materiais segundo Ashby, é possível averiguar através dos diagramas de comparação do módulo de elasticidade e da tensão limite de cedência com a massa volúmica, apresentados Figura 32, que os aços são materiais bem mais pesados que as ligas de alumínio contudo, têm uma rigidez bastante superior e uma resistência mecânica, em média, igualmente superior às ligas de alumínio.



Com base na Figura 33, quando se compara a rigidez específica com a resistência específica dos materiais em discussão, verifica-se que os aços e as ligas de alumínio têm características relativamente semelhantes.

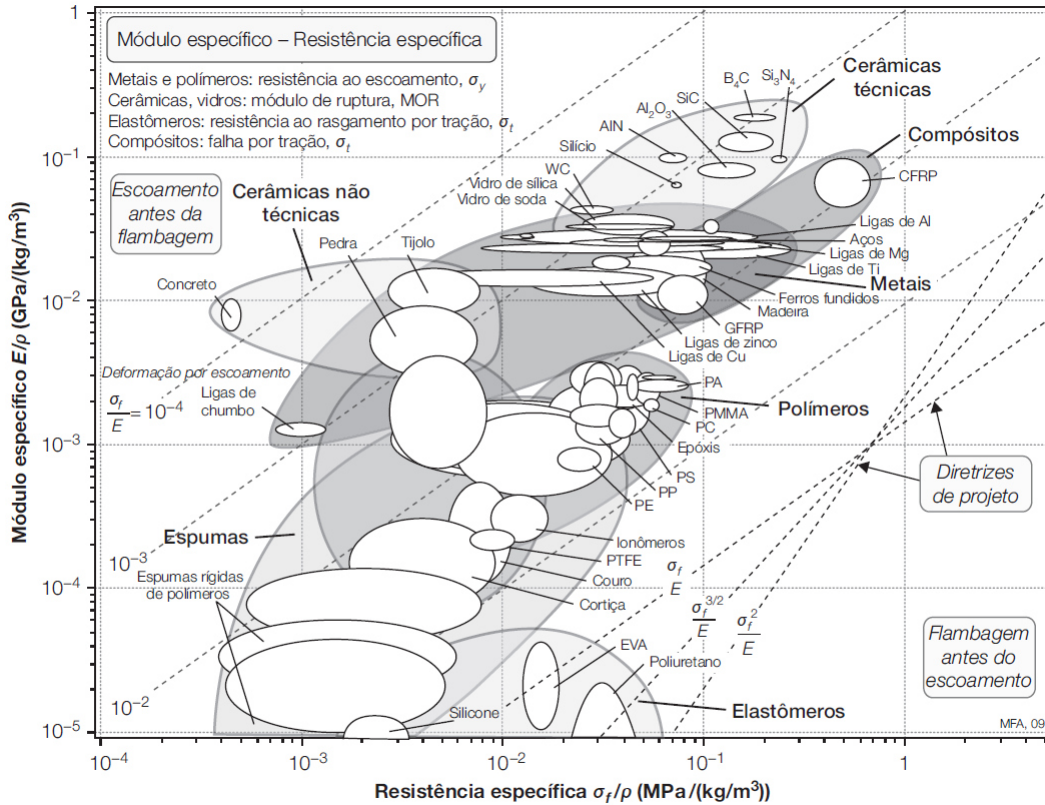
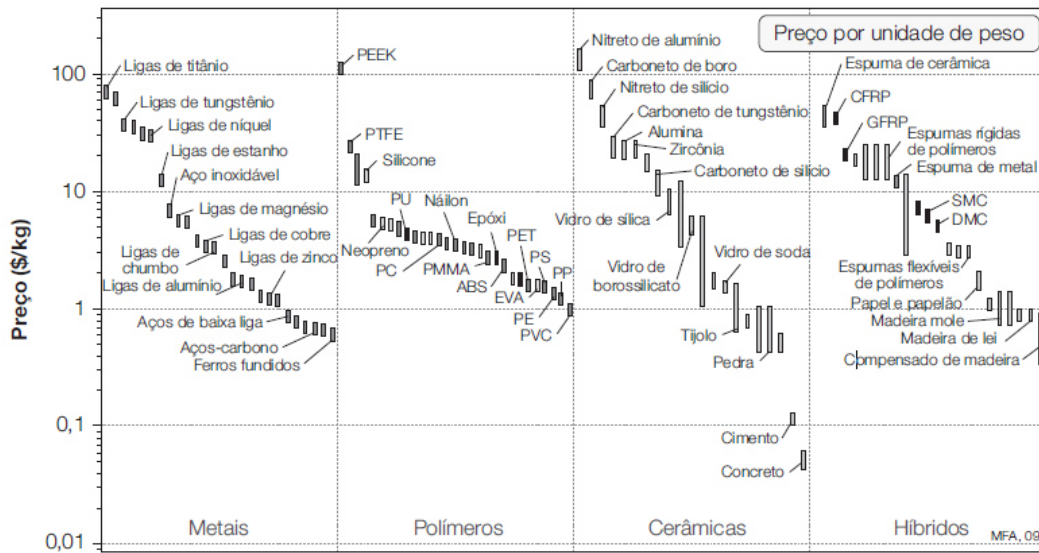


Figura 33 – Diagrama rigidez específica vs. resistência específica [57]

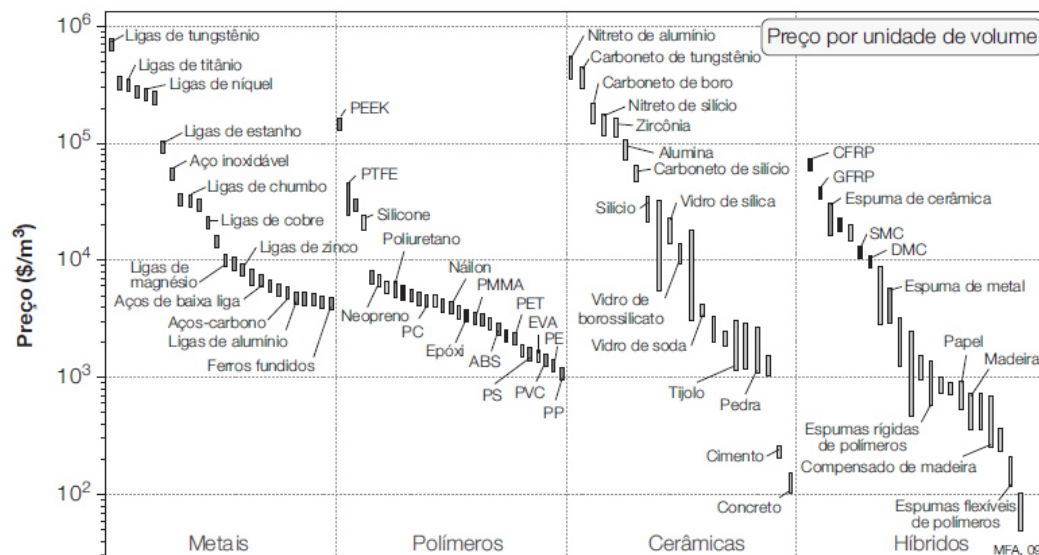
Outro fator importante na escolha do material é o seu custo. Analisando a Figura 34, o custo por kg das ligas de alumínio é relativamente superior ao dos aços ao carbono. Contudo, quando se faz uma análise de custo volumétrico, isto é, o custo é independente do tipo de material e conseqüentemente independente do seu peso, verifica-se que o custo por m³ das ligas de alumínio é similar ao custo dos aços ao carbono.

Tendo em consideração as propriedades dos materiais mencionadas anteriormente e os processos de fabrico necessários, opta-se por realizar a estrutura em perfil de alumínio. Esta opção é justificada pelas seguintes razões:

- Estrutura leve, oferecendo a rigidez e a resistência mecânica necessárias;
- Custo volumétrico do material semelhante ao do aço;
- Perfis em alumínio permitem uma construção modular, facilmente modificável;
- Montagem e fabrico da estrutura são realizados internamente na Gislotica, não dependendo de terceiros.



(a)



(b)

Figura 34 – Custo de material [57]

3.6.2 Impressão e disponibilização de etiqueta

A etiqueta energética após aplicação no pneu poderá estar sujeita a diferentes tipos ambientes como:

- Exposição temporária ao exterior, com possibilidade de estar à chuva;
- Armazém quente ou frio e húmido;
- Possivelmente sujeita a arranhões e a desgaste por fricção;
- Pode estar sujeita a contacto com óleos e produtos químicos leves.

Tendo em consideração o ambiente a que pode estar exposta a etiqueta e ao que foi mencionado nos subcapítulos 2.7.1 e 2.7.2, opta-se pela tecnologia de impressão por transferência térmica.

O sistema de impressão e disponibilização de etiqueta pelo qual se opta é o HERMA 500. O sistema foi escolhido pela Gislotica. Esta escolha justifica-se pelo alto desempenho do aplicador dispensador da etiqueta e pela possibilidade de uso em paralelo de diferentes impressoras, com características diferentes, podendo ir de encontro aos requisitos e protocolos de comunicação preconizados pelo cliente.

A escolha do sistema HERMA 500 não impossibilita mais tarde caso seja necessário, por pedido do cliente ou por decisão da Gislotica, alterar para um sistema único de impressão e disponibilização de etiqueta como o Videojet 9550. O facto de se ter optado por uma estrutura em perfil de alumínio, a sua versatilidade facilita em muito, as alterações de adaptação do projeto mecânico, não tendo grandes repercussões no seu método de fabrico.

3.6.3 Transporte da etiqueta

O transporte da etiqueta será realizado com recurso a rolos e correias de transporte. A etiqueta será suportada durante o seu transporte através de ventiladores 120x120x25. O uso deste tipo de ventilador deve-se às suas dimensões, quando comparadas com as dimensões máximas da etiqueta a aplicar (114 mm largura x 220 mm comprimento), e à sua capacidade, evidente, de gerar vácuo e de segurar a etiqueta sem grandes implicações e limitações para a fase de projeto. Apesar do seu maior consumo energético individual, a quantidade necessária de ventiladores e as suas dimensões permitem efetuar o projeto com um número reduzido de ventiladores 120x120x25. Se o projeto fosse realizado, por exemplo, com ventiladores 60x60x25, que permitiriam dimensões finais de projeto semelhantes, o número de ventiladores a usar seria muito superior, resultando num consumo energético final praticamente equivalente e com a necessidade de um maior número de ligações elétricas. Pelo que, o consumo energético deixa de ser um fator relevante na escolha do ventilador, limitando-se a escolha apenas à capacidade do ventilador na geração de vácuo.

Será tida ainda em consideração, a aplicação em ambos os transportadores (módulo de alimentação e módulo aplicador) das soluções apresentadas no subcapítulo 3.5.3.2.

3.6.4 Aplicação da etiqueta

A aplicação da etiqueta será então feita por meio de um rolo aplicador e de um sistema de pressão com recurso a um cilindro pneumático.

O uso de cilindro pneumático, em vez das molas, prende-se com a existência das seguintes possibilidades:

- Ajuste da pressão aplicada na superfície do pneu, através de válvula reguladora de pressão;
- Ajuste de velocidade de avanço e recuo do transportador aplicador, através de válvulas reguladoras de caudal;
- Recuo automático do transportador aplicador quando há transporte de pneus, mas não é para ser executada nenhuma aplicação de etiqueta.

O uso de molas impede que o sistema recue de forma automática, sendo necessário usar batentes, ou amortecedores, finais de curso. Estaria também limitado o ajuste de pressão pela mola usada, não havendo lugar à regulação das velocidades de avanço e de recuo do transportador aplicador.

Após a análise das várias soluções para os principais conjuntos da máquina será, no capítulo seguinte, exposto o projeto do aplicador de etiquetas com armazenamento vertical, utilizando as soluções mais adequadas e fazendo os ajustes necessários.

3.7 Projeto

O projeto final do aplicador de etiquetas pode ser visualizado na Figura 35, e os respetivos desenhos finais de projeto encontram-se no Anexo 1.

Durante o desenvolvimento do aplicador foi necessário repensar e adicionar novos tipos de soluções que não foram consideradas na fase de anteprojecto.

O aplicador é constituído pelos seguintes elementos principais:

- Estrutura;
- Módulos de gavetas;
- Módulo de alimentação;
- Módulo aplicador;
- Módulo pressionador.

Para além do projeto mecânico foram tidos em consideração o projeto pneumático (Anexo 2) e a segurança da máquina (Anexo 3). Ambos estiveram sempre a par com o desenvolvimento do projeto mecânico e foram parte integrante desde o início.

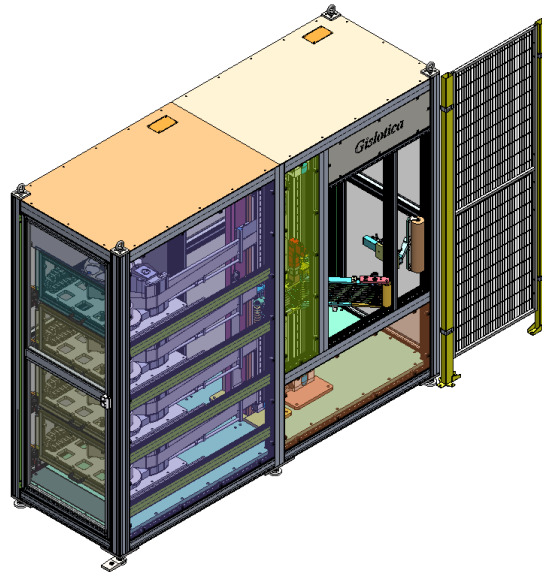


Figura 35 – Aplicador de etiquetas com armazenamento vertical

3.7.1 Estrutura do aplicador

A estrutura do aplicador, apresentada na Figura 36, é constituída por diferentes elementos. Os componentes de fixação, apoio da estrutura e transporte são componentes padrão existentes no mercado.

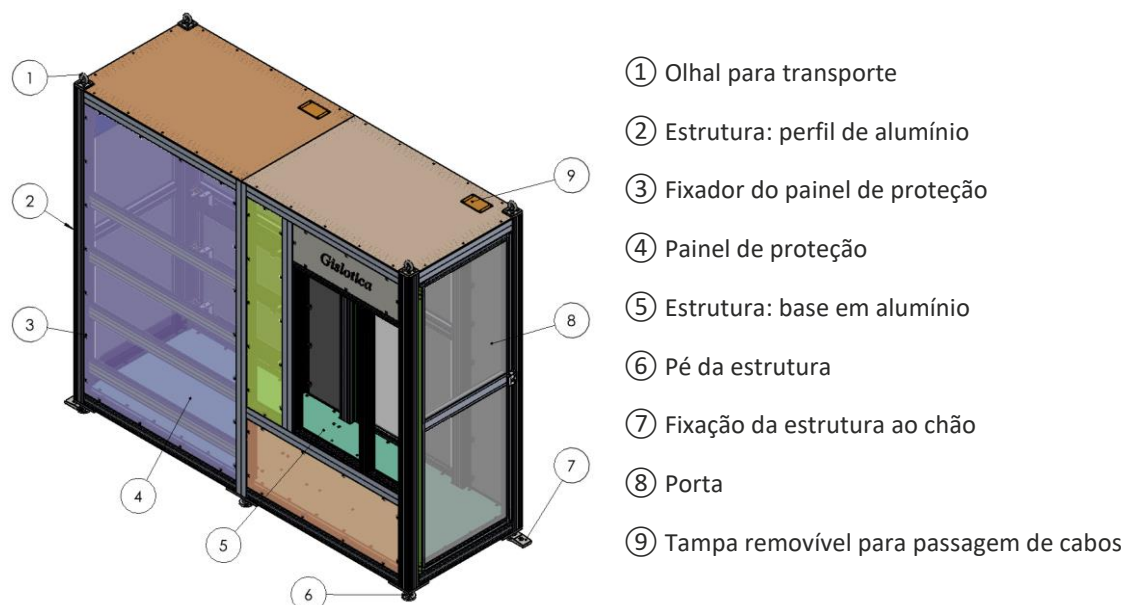




Figura 36 – Estrutura do aplicador

O peso da estrutura, já incluindo as impressoras e as ligações elétricas e pneumáticas, deve rondar os 1000 kg. De acordo com este peso, foram selecionados os componentes apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 – Componentes selecionados

Componente	Capacidade de carga (kg)	Qtd. instalada	c.s. (coeficiente de segurança)
 Olhal M16 DIN 580	510	4	$\frac{510 \times 4}{1000} = 2$
 Pé da estrutura (item)	1000	6	$\frac{1000 \times 6}{1000} = 6$

O olhal de transporte e os pés da estrutura suportam a estrutura sem qualquer problema. Os pés da estrutura encontram-se de certa forma sobredimensionados, fator que é imposto pelo tipo de perfil usado e pelas respectivas placas de suporte que são fornecidas pela item. Poderia reduzir-se a quantidade de pés no projeto, contudo, é fundamental a existência de um pilar de suporte a meio da estrutura, devido ao seu longo comprimento, para garantir a rigidez e resistência necessárias.

Os pés instalados na máquina permitem o ajuste da altura e nivelamento desta, suportando ainda desnivelamentos do pavimento até 7°.

Os painéis de proteção da estrutura são na sua maioria em policarbonato, o que permite a constante visualização da operação da máquina a partir do exterior, dado que este é um material translúcido. O policarbonato é um material leve e tem como principais características uma elevada resistência mecânica, excelente resistência ao impacto e uma estabilidade dimensional muito boa.

As dimensões finais da estrutura, apresentadas na Figura 37, foram pensadas de forma a realizar o transporte da máquina, por camião ou contentor, sem que haja a necessidade da sua desmontagem. Por norma, o transporte da máquina é efetuado com recurso a uma palete pelo que, a altura para transporte é acrescida em cerca de 150 mm, dando uma altura total máxima de 2450 mm. Pode optar-se por reduzir a altura através da remoção temporária dos olhais de transporte.



Figura 37 – Dimensões da estrutura do aplicador

A comparação entre as dimensões da estrutura e as dimensões impostas pelo tipo de transporte pode ser observada na Tabela 30. As dimensões interiores do caminhão e do contentor podem variar de acordo com a empresa transportadora.

Tabela 30 – Dimensões (em mm) para transporte

Dimensões do aplicador	Camião semi-reboque normal	Contentor 40' High Cube
C 2710 x L 930 x A 2450	C 13600 x L 2440 x A 2600	C 12030 x L 2335 x A 2585

A fixação dos perfis de alumínio durante o fabrico da estrutura é realizada com recurso a conjuntos de fixação automática fornecidos pela item, ver Figura 38. Este tipo de fixação, por aparafusamento, não requer a furação e roscagem dos perfis sendo automaticamente aparafusado no perfil. Os conjuntos de fixação têm uma capacidade de anti-torção através da forma como é realizado o aparafusamento, devendo serem sempre usados aos pares.

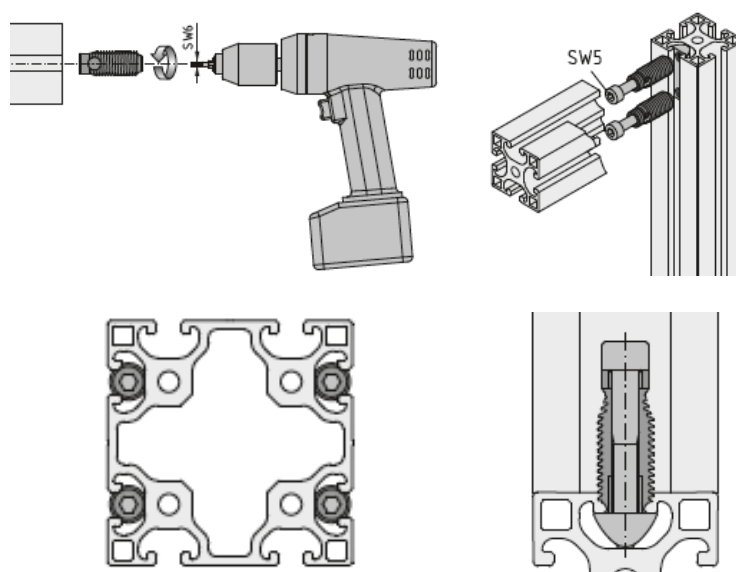


Figura 38 – Conjunto de fixação automática da item [58]

Segundo a Figura 39, o conjunto de fixação automática tem excelentes propriedades no que se refere à sua resistência, à força de deslocamento, à torção e ao momento fletor. Este tipo de fixação não requer, como já foi referido anteriormente, a maquinagem do perfil, podendo a sua construção ser facilmente modificável. Quando comparamos este tipo de fixação com a fixação de perfis normalmente usada verifica-se que, para além de ter melhores características mecânicas de construção permite o ajuste linear, podendo adaptar-se a diferentes posições sem necessidade de novas furações.

Opções de aplicação	Linha	Força de deslocamento	Momento de torção*	Momento de flexão*	Maquinação de perfil	Pode ser adaptado às construções existentes
Conjunto de Fixação Automática						
	8	++	++	++	Não	Sim
Conjunto de Fixação Padrão						
	8	++	+	+	Sim 1 furo 1 furo roscado	Não

• Fixo ↔ Movimentação linear ++ Excelente +Bom

* Dependente da linha e desenho do perfil

Figura 39 – Propriedades da fixação automática da item (Adaptado de [58])

A base da estrutura, ⑤ da Figura 36, é feita em placa de alumínio AW 5083 fresada. É esta base que suporta os módulos de alimentação e aplicador, tendo ainda de suportar o peso do operador de manutenção. As propriedades do alumínio estão representadas na Tabela 31. Este tipo de alumínio apresenta como características uma boa maquinagem, uma excelente estabilidade dimensional, uma excelente resistência à corrosão e excelente anodização.

Tabela 31 – Propriedades do alumínio AW 5083

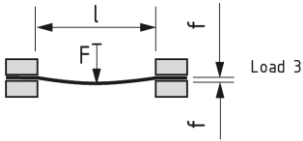
Rm (MPa)	Rp0.2 (MPa)	A (%)	Dureza (HB)	Massa volúmica (g/cm ³)	E (MPa)
270	115	15	75	2,66	71 000

A base está apoiada e aparafusada a perfis de alumínio que irão suportar todo os esforços aplicados na placa.

Tendo em consideração o peso da placa, dos dois módulos e do operador obtém-se uma carga mínima total nas vigas em perfil de alumínio de 500 kg. Analisando de forma grosseira a flexão resultante dos esforços aplicados, de acordo com o fabricante, verifica-se que a flecha resultante a meio vão, em cada perfil, segundo o cálculo da Tabela 32 é de apenas 0,12 mm. Tendo em conta que se fez o cálculo considerando apenas quatro perfis de suporte, quando são no total sete, e não se teve em consideração a rigidez, resistência e inércia adicional que a base de alumínio dá ao sistema de apoio, este valor torna-se insignificante.

Os desenhos de fabrico da estrutura, e das peças que a constituem, encontram-se no Anexo 1.

Tabela 32 – Flecha no perfil de alumínio

Caso de flexão	Cálculo da flexão f	f (mm)
	$f = \frac{F \times l^3}{192 \times E \times I \times 10^4}$ $= \frac{500 \times 10}{4} \times 1205^3$ $= \frac{192 \times 70000 \times 135,42 \times 10^4}{192 \times 70000 \times 135,42 \times 10^4}$	0,12
<p>F = carga aplicada em N; l = comprimento livre do perfil em mm; I = momento de inércia em cm⁴; E = módulo de elasticidade em N/mm² = 70 000 N/mm².</p>		

3.7.2 Sistema modular de gavetas

O sistema modular de gavetas é constituído por diversos módulos de gaveta. O número máximo de módulos de gaveta passíveis de serem instalados no aplicador, e consequentemente, a quantidade máxima de diferentes etiquetas a aplicar, é de quatro. Consoante os requisitos do cliente, podem ser instalados desde 1 a 4 módulos de gaveta sem que haja qualquer necessidade de alteração do projeto mecânico a não ser o número de módulos. Esta possibilidade implica à partida uma adaptação própria do projeto elétrico e de automação da máquina, para que seja facilitada esta adaptação modular de acordo com o número de módulos pretendidos.

Cada módulo de gaveta é então constituído por um sistema linear que permite a abertura do módulo para manutenção e troca de componentes, como o rolo de etiquetas ou a fita de impressão. A abertura de cada módulo não impede a continuidade de operação da máquina. A unidade dispensadora e de impressão da etiqueta são fixadas numa base em alumínio que, por sua vez, assenta em duas cantoneiras que fazem a ligação com as guias lineares para abertura da gaveta. A Figura 40 apresenta os diferentes constituintes do módulo.

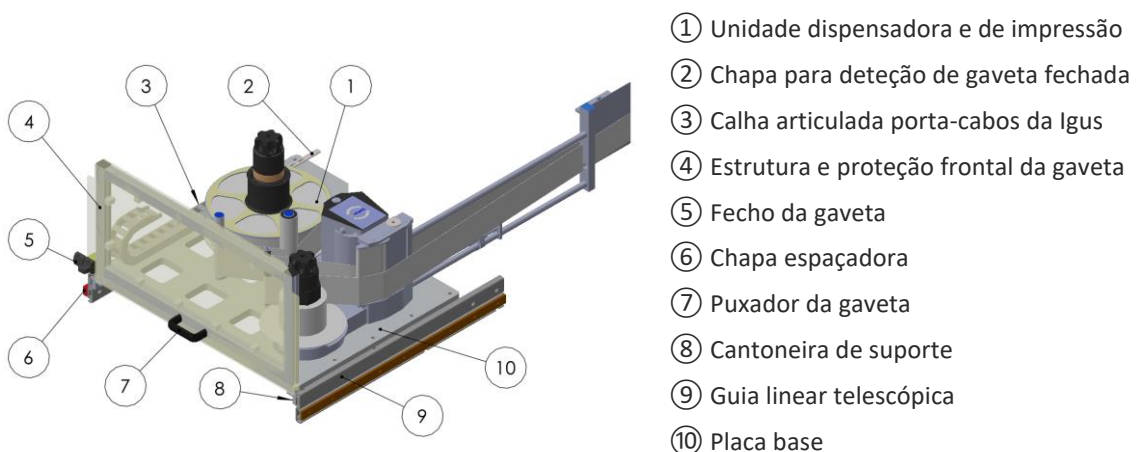


Figura 40 – Constituição do módulo de gaveta

O módulo de gaveta é fixado em perfis de alumínio, integrados na estrutura da máquina. Entre os perfis e as guias lineares tiveram de ser adicionadas chapas espaçadoras de forma a que não haja colisão com a estrutura na abertura do módulo.

Como forma de assegurar que o módulo está totalmente fechado e se encontra na posição correta para operação do equipamento, foram adicionadas duas soluções distintas. A primeira solução passa pela adição de uma chapa que irá ativar, ou desativar, um sensor magnético que se encontra instalado na estrutura do aplicador, permitindo assim saber quando a gaveta está aberta ou fechada. A segunda solução passa pelo uso de um mecanismo de fecho que vai assegurar o posicionamento da gaveta quando esta se encontra fechada.

As guias lineares que permitem a abertura do módulo são guias telescópicas DSS28-690809 da Rollon. As guias DS consistem numa calha-guia fixa, numa calha-guia móvel e num elemento intermediário em forma de S. Este formato confere à guia um momento de inércia e rigidez elevados, com uma dimensão reduzida, resultando numa alta capacidade de carga e uma flexão reduzida quando está estendida.

De acordo com o fabricante, a guia telescópica DSS28 escolhida tem 3154 N como capacidade de carga radial, para um par de calhas-guia. Esta carga corresponde à carga máxima aplicável no centro de um par de calhas-guia quando estas se encontram totalmente estendidas. A representação da aplicação desta carga pode ser visualizada na Figura 41.

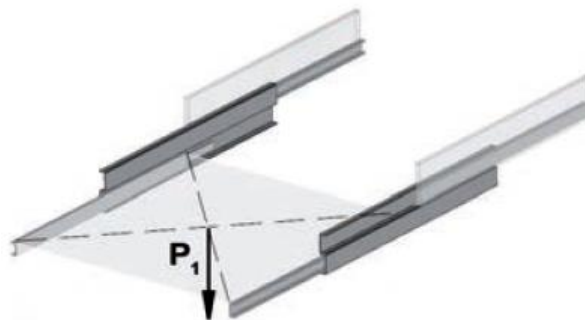


Figura 41 – Aplicação de carga radial num par de guias [59]

Um módulo de gaveta completo terá à partida um peso máximo de cerca de 70 kg, peso este que o par de guias terá de suportar.

A escolha do tipo de guia foi realizada em conjunto com a Gislotica, tendo em consideração a carga aplicada (direção e grandeza) e a flexão máxima permitida quando estendida.

Em termos de carga aplicada, o par de guias trabalha com um coeficiente de segurança de 4,5 (equação [3.1]). De acordo com o fornecedor, em condições normais de instalação o coeficiente recomendado está entre 1,5 e 2 e, para condições de

instalação mais severas com deformação elástica significativa, choques e vibrações, o coeficiente de segurança aconselhado é de 2 a 3,5. Pelo que, a guia telescópica escolhida apresenta resistência mecânica, mais que suficiente, para suportar os esforços a que está sujeita.

$$c. s. = \frac{P_{radial\ admissível}}{P_{radial\ efetiva}} = \frac{3154}{700} = 4,5 \quad [3.1]$$

No que se refere à flexão expectável no par de guias, quando este se encontra estendido, esta é de 1,6 mm (equação [3.2]). O cálculo efetuado é com base nas informações técnicas dadas pelo fabricante, apresentadas na Figura 42. Se tivermos em consideração que a flexão máxima admissível é de 1% do comprimento estendido, isto é, de 8,09 mm, a flexão apresentada pela guia é perfeitamente aceitável.

$$f = \frac{q}{t} \times P = \frac{0,8}{360} \times 700 = 1,6\ mm \quad [3.2]$$

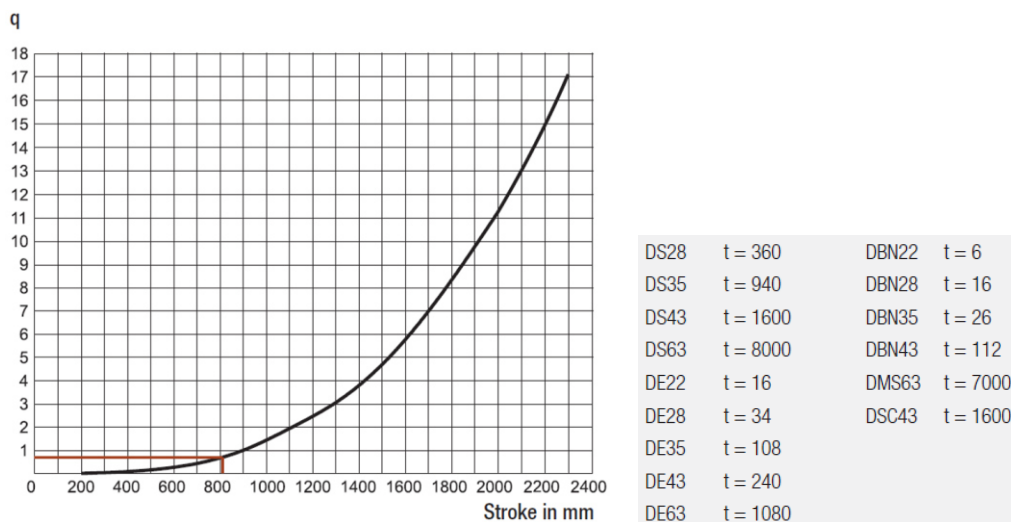


Figura 42 – Dados técnicos da guia DS28 de acordo com o fabricante [59]

A vida de serviço das guias telescópicas até que estas apresentem sinais de desgaste, é de 3935 km, de acordo com o cálculo do fabricante apresentado na equação [3.3]. Esta vida de serviço representa mais de 2,4 milhões de ciclos de abertura e fecho da gaveta. O cálculo da vida de serviço é apenas baseado na carga aplicada nas esferas da guia, contudo, a vida de serviço depende ainda de fatores como a precisão da instalação, condições de trabalho, temperatura de operação e da lubrificação. As guias devem ser lubrificadas, em condições normais de utilização, após 100 km de operação ou após

um período de operação de 6 meses. Com a lubrificação adequada e o correto uso das guias escolhidas, estas irão durar todo o tempo de vida útil da máquina sem necessidade de substituição.

$$L_{km} = 100 \times \left(\frac{\delta}{W} \times \frac{1}{f_i} \right)^3 = 100 \times \left(\frac{4762}{700} \times \frac{1}{2} \right)^3 = 3935 \text{ km} \quad [3.3]$$

Ao longo do desenvolvimento do módulo de gaveta este sofreu algumas alterações. Estas alterações foram efetuadas como forma de aumentar a resistência mecânica das cantoneiras que suportam o módulo (1, Figura 43) bem como, aumentar a rigidez à torção da estrutura da proteção frontal (2, Figura 43).

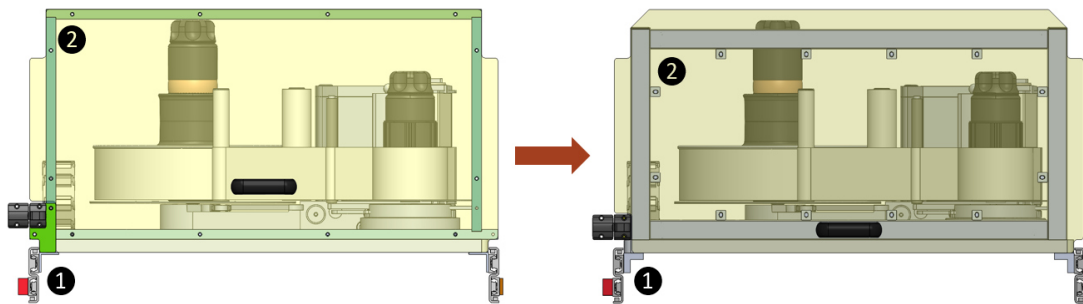


Figura 43 – Desenvolvimento do módulo de gaveta

Inicialmente as cantoneiras que suportavam o módulo de gaveta eram feitas em perfil de cantoneira 30x3 mm em alumínio, com abas iguais, e a estrutura da proteção frontal era em perfil quadrado de 15 mm de alumínio. Após a alteração efetuada as cantoneiras passaram a ser em perfil quadrado de alumínio maquinado, resultando numa cantoneira de abas iguais 30x10mm, e a estrutura frontal passou a ser em perfil de alumínio da item 30x24 *light*.

Para determinar se as cantoneiras suportavam o esforço a que estavam sujeitas optou-se por realizar uma simulação estática pelo método de elementos finitos (MEF), recorrendo ao programa de simulação do SolidWorks. O material da cantoneira, tanto no projeto inicial como no projeto final, é em alumínio AW 6063-T6 (propriedades na Tabela 33). Este tipo de alumínio tem uma boa capacidade de extrusão para fabrico de perfis e uma maquinabilidade de média facilidade.

Tabela 33 – Propriedades do alumínio AW 6063-T6

Rm (MPa)	Rp0.2 (MPa)	A (%)	Dureza (HB)	Massa volúmica (g/cm ³)	E (MPa)
215	170	10	75	2,7	69 000

Os dados introduzidos para efetuar a simulação e os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 34.

Tabela 34 – Simulação MEF da cantoneira de suporte

Cantoneira inicial (30x3 mm)	Cantoneira final (30x10 mm)
Condições de fronteira e Carga aplicada	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calha-guia fixa; ▪ Cantoneira é fixa à calha-guia por ligação aparafusada, com parafusos ISO 10642 M5; ▪ O contacto entre a cantoneira e a calha-guia é sem penetração; ▪ Força na superfície da cantoneira na ordem dos 350 N. 	
Tensão equivalente von Mises	
<p>Tensão máxima: 511 MPa Local tensão máxima: Zona de rosca</p>	<p>Tensão máxima: 89,6 MPa Local tensão máxima: Zona de rosca</p>
Deformação (mm)	
<p>Deformação máxima: 0,07 mm Local deformação máxima: Ponta da aba de suporte</p>	<p>Deformação máxima: 0,006 mm Local deformação máxima: Zona de rosca</p>

Ao analisar os dados verifica-se que ambas as cantoneiras apresentam uma deformação reduzida, contudo, a cantoneira 30x10 mm oferece uma rigidez muito superior, apresentando uma deformação máxima praticamente nula. No que se refere à resistência mecânica, ambas as cantoneiras têm como ponto crítico a zona de rosca, onde é aparafusado o parafuso M5. A cantoneira 30x3 mm apresenta uma tensão máxima de 511 MPa, tensão que é muito superior à tensão limite de proporcionalidade do alumínio (170 MPa). O facto de toda a área circundante à zona de rosca apresentar uma tensão superior à tensão limite irá levantar problemas na estrutura da cantoneira durante o seu uso, o que levou à necessidade de alteração da cantoneira através do aumento da espessura da parede, tendo como consequência o aumento da secção resistente e da área da superfície de contacto para aparafusamento. A cantoneira 30x10 mm apresenta uma tensão máxima de 89,6 MPa, valor que é muito inferior à tensão limite do alumínio, resultando num coeficiente de segurança de 1,9 e, como tal, esta cantoneira é capaz de suportar o módulo de gaveta.

A proteção frontal ganha resistência mecânica estrutural e rigidez à torção com o uso do perfil 30x24 *light* da item. Para além de que, com o uso deste perfil o puxador da gaveta passa a estar instalado e a exercer força no próprio perfil, ao contrário do que acontecia inicialmente, em que era a proteção frontal em policarbonato que teria de suportar o esforço realizado no puxador para abertura e fecho do módulo.

Pode observar-se na Figura 44, a cores, o sistema modular de gavetas constituído pelos 4 módulos, dispostos verticalmente, e a respetiva localização no aplicador de etiquetas.

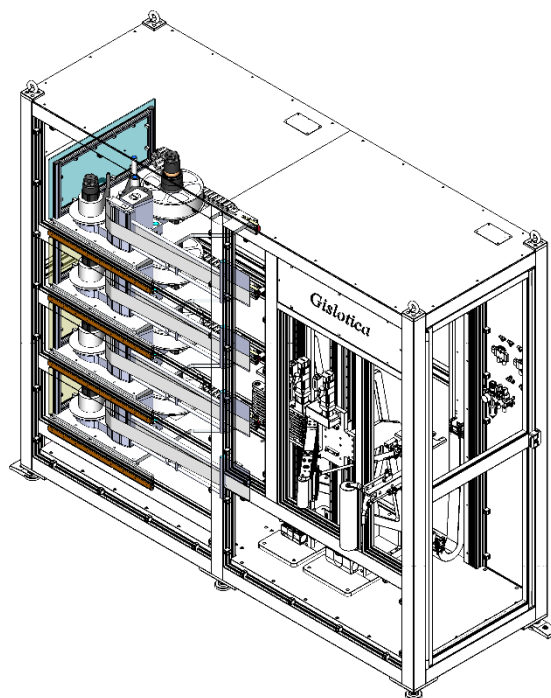


Figura 44 – Sistema modular de gavetas

Os desenhos de fabrico do sistema modular de gavetas encontram-se no Anexo 1.

3.7.3 Módulo de alimentação

O módulo de alimentação é responsável por efetuar a receção da etiqueta energética após a sua impressão, em qualquer um dos módulos de gaveta existentes a diferentes alturas, e entregá-la ao módulo aplicador. A constituição do módulo é apresentada na Figura 45.

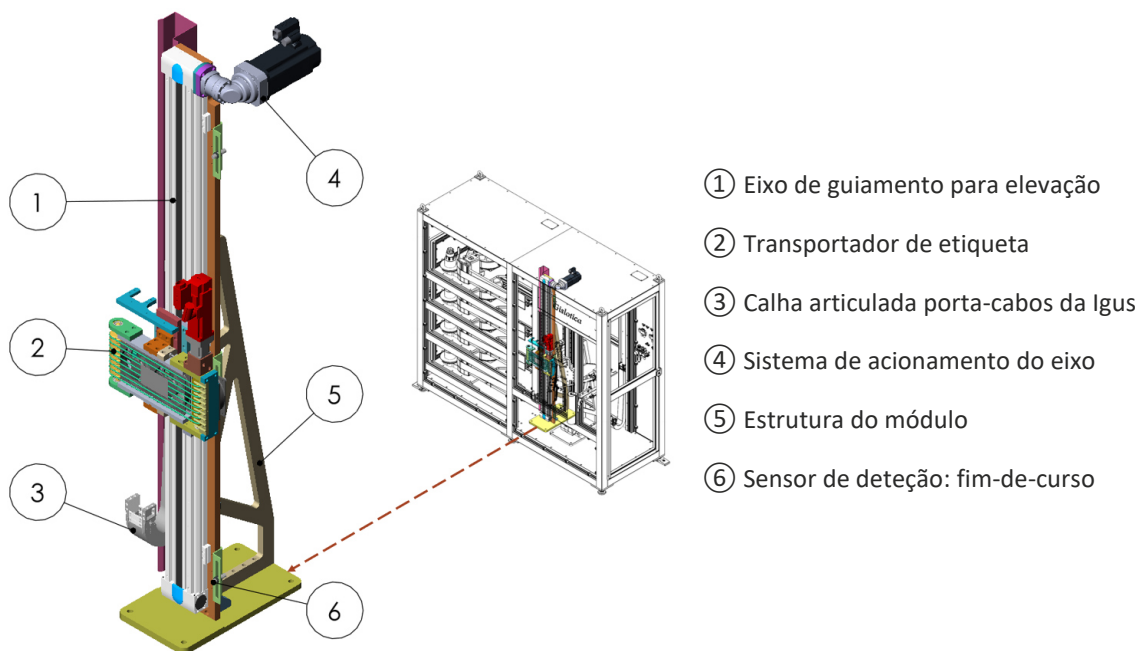
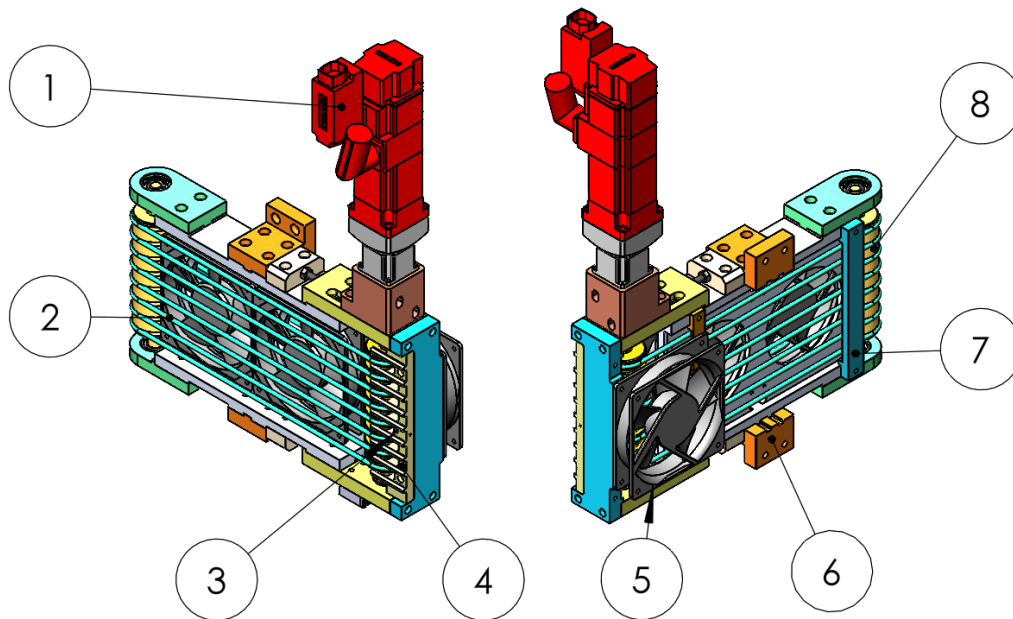


Figura 45 – Constituição do módulo de alimentação

A estrutura do módulo de alimentação é em alumínio AW5083 derivado às propriedades mecânicas e características deste material, já mencionadas anteriormente. As diferentes peças da estrutura precisam de ser maquinadas, neste caso, por fresagem. As peças estão desenhadas de forma a garantir que a estrutura é montada numa posição pré-definida, assegurando o alinhamento entre as peças.

Foram colocados 3 sensores magnéticos de deteção no módulo de alimentação, dois deles funcionam como sensores fins-de-curso e o sensor intermédio funciona como sensor de posicionamento, isto é, indica ao controlador a posição de referência, ou de origem, do eixo de guiamento vertical.

O transportador de etiqueta (Figura 46) é constituído por dois sistemas principais, o sistema de transmissão e o sistema gerador de vácuo. A etiqueta é segura ao longo do transporte por ventiladores 120x120x25 que geram vácuo e permitem em simultâneo a mobilização da etiqueta durante o movimento de translação. A transmissão é efetuada com recurso a rolos, correias de transporte e a um sistema de acionamento.



- | | |
|---|---------------------------------------|
| ① Sistema de acionamento | ⑤ Ventilador 120x120x25 |
| ② Correia de transporte | ⑥ Suporte de fixação do transportador |
| ③ Sensor de fibra ótica para detecção de etiqueta | ⑦ Batente |
| ④ Placa de separação de etiqueta | ⑧ Rolo de transmissão mandado |

Figura 46 – Constituição do transportador de alimentação

As correias de transporte usadas são correias redondas Polycord, da Habasit. Estas correias, fabricadas em poliuretano termoplástico (TPU), são flexíveis, elásticas e têm uma longa vida útil. As correias podem ser fabricadas no local de instalação através da soldagem das respetivas extremidades. Optou-se por usar correias com diâmetro de 4 mm que apresentam os seguintes requisitos e características [60]:

- Diâmetro mínimo da polia: 40 mm;
- Força de tensão para 8% de alongamento: 22 N;
- Resistência à tração: 500 N;
- Temperatura de operação: -20 a 50 °C (contínua) / -40 a 80 °C (intermitente);
- Coeficiente de fricção no aço: 0,3.

A correia de transporte deve ser instalada, sob tensão, de forma a permitir a transmissão entre os rolos e a realização do transporte da etiqueta. A tensão aplicada é definida pelo alongamento dado à correia e pode ser determinada de duas maneiras:

- Possibilidade de ajuste total: tensão é dada por afinação correspondente a 8% do comprimento inicial da correia na distância mínima entre o centro dos rolos;
- Sem afinação para aplicação de tensão, ou com ajuste parcial incompleto: tensão é feita através da redução de 8% ao comprimento final da correia.

No caso do transportador de alimentação, como não há a possibilidade de um ajuste total de tensão devido à limitação dimensional do transportador, terá de se optar pela segunda forma de ajuste de tensão, isto é, através da redução de 8% ao comprimento final da correia. O comprimento final da correia é de 748 mm, pelo que, ao reduzir-se 8% deste comprimento resulta um comprimento inicial de 688 mm para soldagem e instalação da correia. Ainda assim, apesar de não haver possibilidade de afinação total para tensionar a correia, para facilitar a instalação e aplicação simultânea da tensão necessária em todas as correias, há uma pequena afinação permitida de cerca de 15 mm. Para se realizar esta afinação recorre-se a um parafuso de ajuste e a peças guiadas que suportam o rolo mandante.

Os rolos de transmissão, mandante e mandado, estão instalados no transportador com recurso a rolamentos de esferas 6001-2RSR da INA, que os suportam e permitem a sua rotação. Optou-se por este tipo de rolamento dado que os rolamentos de esferas suportam esforços axiais embora, a sua aplicação recaia sobretudo em esforços radiais.

Foi necessário desenhar um batente (7, Figura 46) para impedir, durante a movimentação vertical do transportador, que a calha articulada porta-cabos entre em contacto com as correias de transporte, evitando assim que estas fiquem danificadas.

O sistema de acionamento do transportador é composto por: servomotor 1FK7022-5AK71-1LG3 da Siemens, caixa redutora AF042 - 010 - S2 - P2 da APEX e acoplamento EKL/10/B/12/13 da R+W.

A escolha pelo uso de um servomotor em todos os sistemas motrizes da máquina, em vez de um outro tipo de motor, deve-se às suas características específicas [61]:

- Alta dinâmica;
- Alta precisão de posicionamento;
- Alta capacidade de sobrecarga;
- Alta precisão de velocidade;
- Ampla configuração de velocidades;
- Reduzido tempo de aceleração;
- Tempo reduzido para aumento de binário;
- Binário estático elevado;
- Baixo momento de inércia de massa;
- Baixo peso;
- Desenho compacto.

O servomotor integra sistemas de leitura, posicionamento e de controlo.

O transporte da etiqueta deverá ser efetuado a uma velocidade de 1,5 m/s o que implica, de acordo com a equação [3.4], uma velocidade de acionamento de 651 rpm.

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{1,5}{22 \times 10^{-3}} = 68,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 651 \text{ rpm} \quad [3.4]$$

Apesar de não ser necessário realizar grande binário de tração para operação do transportador e transporte de etiqueta, derivado à necessidade de um velocidade de transmissão reduzida optou-se pelo uso de uma redutora com um índice de redução de 10. Assim sendo, o servomotor terá de ser capaz de operar a uma velocidade de 6510 rpm.

Se considerarmos uma massa da etiqueta de 100 g e uma massa interna do transportador de 4 kg, obtém-se um total de 4,1 kg para cálculo do binário de trabalho do transportador.

$$M = F \times r = 41 \times 22 \times 10^{-3} = 0,9 \text{ Nm} \quad [3.5]$$

Tendo em consideração uma eficiência de 80% para o sistema mecânico e um rendimento de 97% da caixa redutora, o binário de saída do servomotor terá de ser no mínimo de 0,12 Nm.

$$\eta = \frac{M_{\text{útil}}}{M_{\text{total}}} \Leftrightarrow M_{\text{total}} = \frac{M_{\text{útil}}}{\eta} = \frac{0,9}{0,8 \times 0,97} = 1,2 \text{ Nm} \quad [3.6]$$

O servomotor de acionamento terá então de ser capaz de operar a uma velocidade de 6510 rpm e com um binário de 0,12 Nm, estando este último dependente das acelerações do sistema. É de referir que estes valores se aplicam a uma fase de operação estável, dado que, durante a fase de aceleração e desaceleração do transportador os valores de binário aumentam e a velocidade será inferior.

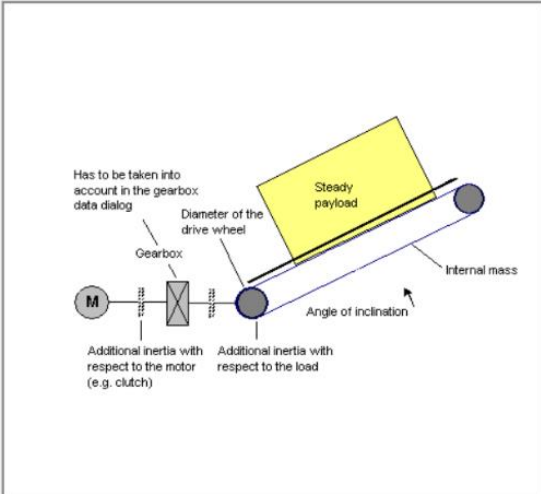
Tendo como ponto de partida as informações anteriores, recorreu-se ao software de engenharia da Siemens, o SIZER, para definição de qual o servomotor a usar. A seleção do motor passa por diferentes fases:

- Seleção do tipo de sistema mecânico e introdução dos respetivos dados de projeto (Figura 47);
- Definição do ciclo de trabalho do transportador e indicação da distância e velocidade de operação (Figura 48);
- Introdução dos dados da caixa redutora;
- Confirmação de dados de ciclo de carga, de dados de energia e definição de alguns parâmetros básicos (ex.: tipo de *encoder*, arrefecimento, travão, etc.);
- Seleção do servomotor;
- Verificação da adequabilidade do servomotor e dos diferentes parâmetros de dimensionamento (Figura 49).

Mechanical system

Enter mechanical data

Mechanical system: Mechanics
Type: Travel drive in converter operation



Name	Unit	Application values
Masses		
Steady payload	kg »	0.100
Internal mass	kg »	4.000
Counterweight	kg »	0.000
Weight compensation	N »	0.000
Moments of inertia		
Additional inertia in relation to the load	kg m ² »	0.000000
Additional inertia in relation to the motor	kg m ² »	0.000000
Mechanics		
Diameter of the drive wheel	mm »	44.000
Angle of inclination	deg »	0.0
Gantry structure (2 drives)		<input type="checkbox"/>
Friction		
Friction torque	Nm »	0.00
Efficiency of the mechanical system		0.800
Type of travel resistance		Specific coefficient of friction
- Specific coefficient of friction		1.0000
- Coefficient of friction of bearing (input)		
Ratio of external/motor moment of inertia		
Black display up to		3.00
Yellow display up to		7.00
Beyond this dimensionable		<input checked="" type="checkbox"/>

< Back Next >

Cancel Help

Figura 47 – Transportador: seleção de sistema mecânico

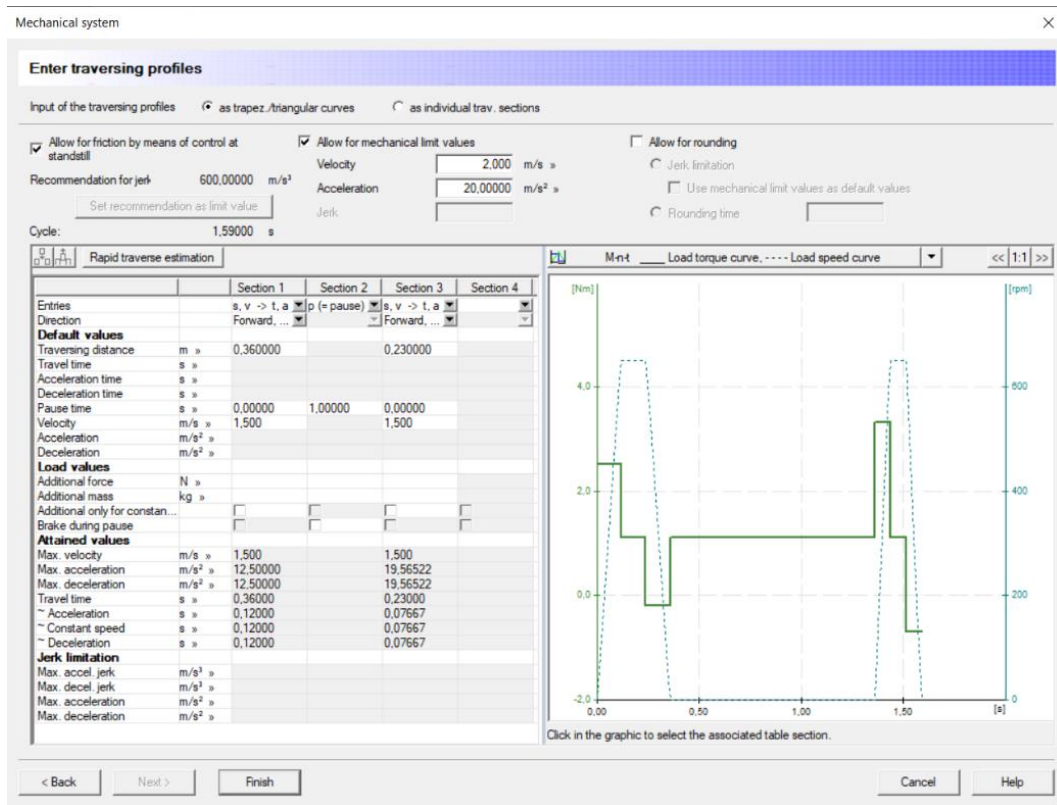


Figura 48 – Transportador: definição de operação e de ciclo de trabalho

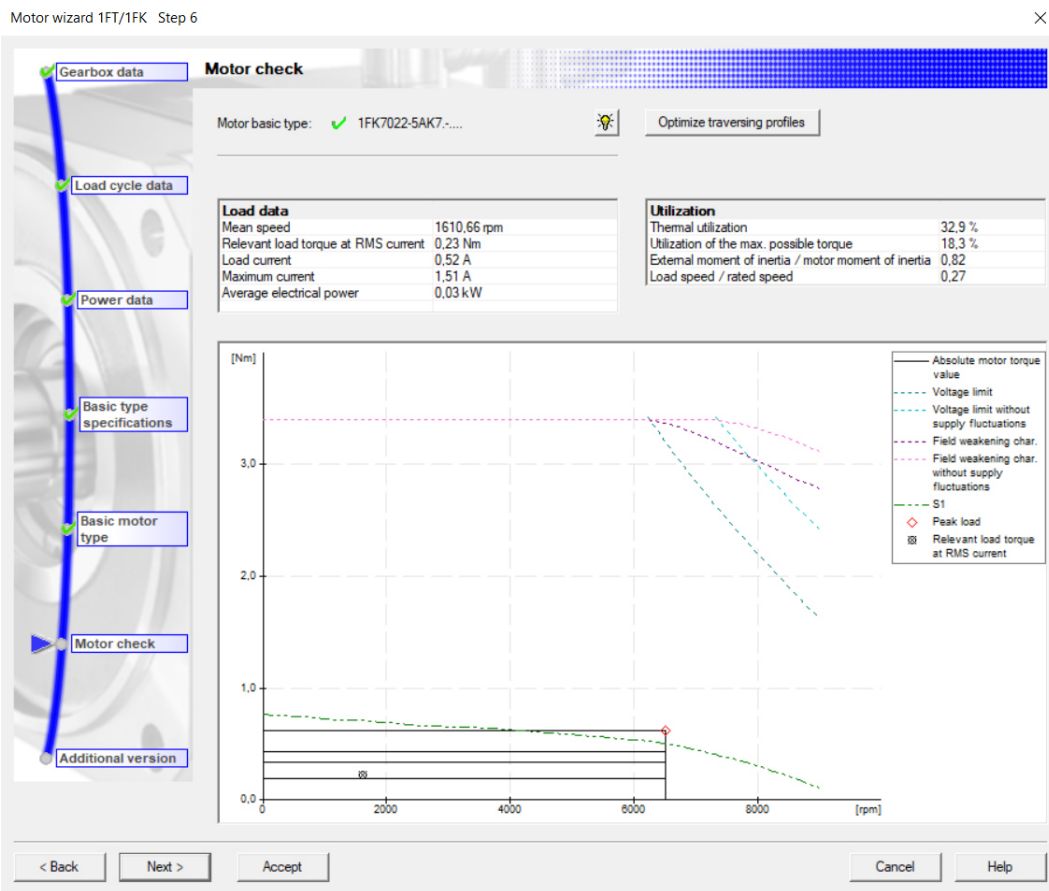


Figura 49 – Transportador: verificação e parâmetros do servomotor

Como resultado da simulação do software SIZER surge o servomotor 1FK7022-5AK71-1LG3. Observando o gráfico com as curvas de funcionamento do servomotor (Figura 49), verifica-se que este opera de forma contínua abaixo da curva característica S1, exceto em situações temporárias de pico, o que se torna irrelevante na sua escolha. O servomotor irá operar a uma velocidade de 6510 rpm, sendo a máxima admissível de 9000 rpm, a 18,3% do binário máximo e com uma utilização térmica, derivada do ponto de operação contínua, de 32,9%. O servomotor, para além de ter como características uma velocidade nominal de 6000 rpm e um binário nominal de 0,6 Nm, durante a fase estável do ciclo apresenta um binário constante de 0,11 Nm, o que vai de encontro aos requisitos iniciais calculados.

O acoplamento selecionado trabalha a um binário nominal de 16 Nm e o binário máximo de saída da caixa redutora, de acordo com a simulação efetuada, é de 3,31 Nm; o que significa que o acoplamento opera com um coeficiente de segurança de 4,8.

A redutora apresenta um binário nominal de saída de 14 Nm, o que garante a sua total capacidade de operação perante o valor máximo de binário motriz simulado.

O eixo de guiamento selecionado para deslocamento vertical do transportador é o eixo de correia eletromecânico EGC-HD-125-1400-TB-0H-GK, da Festo. As especificações deste eixo podem ser visualizadas na Tabela 35.

O peso do transportador é de 15 kg, carga que terá de ser movimentada pelo eixo de guiamento. De acordo com as especificações, a força máxima de avanço aplicável ao eixo é de 450 N, pelo que, este fica então a operar com um coeficiente de segurança de 3, relativo ao peso do transportador.

Tabela 35 – Especificações técnicas de eixo EGC-HD-125- -TB [62]

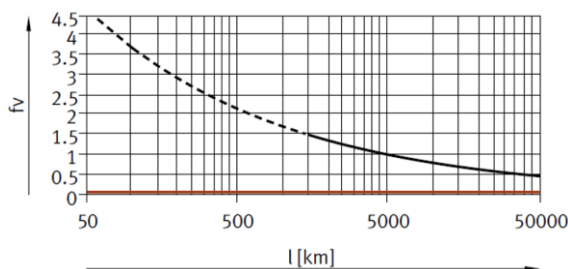
Característica	Valor
Diâmetro efetivo de acionamento	32,47 mm
Constante de avanço	102 mm/rev
Tipo de motor	Motor de passo Servomotor
Aceleração máxima	40 m/s ²
Velocidade máxima	3 m/s
Precisão	± 0,08 mm
Torque máximo de acionamento	7,2 Nm
Força máx. Fy	3650 N
Força máx. Fz	3650 N
Torque máx. Mx	140 Nm
Torque máx. My	275 Nm
Torque máx. Mz	275 Nm
Máx. força de avanço Fx	450 N

A Tabela 36 apresenta os esforços aplicados ao eixo de guiamento e os respectivos coeficientes de segurança, quando comparados com os esforços máximos admissíveis para uma vida de serviço de 5000 km.

Tabela 36 – Eixo do alimentador: esforços máximos e esforços efetivos

Esforço	Valor máx. admissível (vida de serviço de 5000 km)	Valor efetivo	c.s.
Força Fy	3650 N	0	-
Força Fz	3650 N	0	-
Torque Mx	140 Nm	0	-
Torque My	275 Nm	8,3 Nm	33,1
Torque Mz	275 Nm	6,9 Nm	39,9
Força de avanço Fx	450 N	150 N	3

Considerando os valores da Tabela 36 e o modo de cálculo da Figura 50, apresentado pela Festo, se os valores efetivos de projeto forem usados como referência nos valores dinâmicos para cálculo da vida de serviço do eixo, referente à guia, obtém-se um fator de comparação de carga, f_v , de 0,06. Este valor de f_v representa, de acordo com o diagrama do fornecedor, uma vida de serviço da guia superior a 50000 km; o que, tendo em conta esses 50000 km, o tempo de ciclo da máquina, o comprimento da guia e uma operação diária de 8 horas, representa um tempo mínimo de vida da guia de cerca de 9 anos.



$$f_v = \frac{|F_{y1}|}{F_{y2}} + \frac{|F_{z1}|}{F_{z2}} + \frac{|M_{x1}|}{M_{x2}} + \frac{|M_{y1}|}{M_{y2}} + \frac{|M_{z1}|}{M_{z2}} \leq 1$$

F_1/M_1 = dynamic value

F_2/M_2 = maximum value

Figura 50 – Cálculo de vida de serviço do eixo de guiamento do alimentador [62]

A aceleração máxima permitida em função da carga a elevar é de cerca de 16 m/s^2 , de acordo com o diagrama apresentado na Figura 51, pelo que, a aceleração máxima de $11,4 \text{ m/s}^2$ obtida na simulação está de acordo com essa limitação.

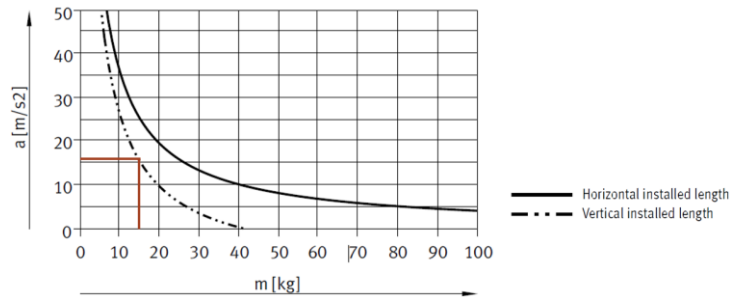


Figura 51 – Aceleração máxima em função da carga [62]

Após se ter selecionado o eixo de guiamento vertical do alimentador, procedeu-se à seleção do sistema de acionamento, que é composto por: servomotor 1FK7042-2AK71-1KH0 da Siemens, caixa redutora PSIIR_B – 005 da APEX e acoplamento EK7/10/B/12/16 da R+W.

A movimentação vertical do elevador deve ser efetuada a uma velocidade de 2 m/s, o que requer uma velocidade motriz de 1176 rpm, de acordo com a equação [3.7].

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2}{16,235 \times 10^{-3}} = 123,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 1176 \text{ rpm} \quad [3.7]$$

Tendo em conta a necessidade de um maior binário de tração para elevação e a uma menor redução de velocidade, optou-se pelo uso de uma redutora com um índice de redução de 5. O servomotor tem assim de operar a uma velocidade de 5880 rpm.

No que se refere à massa do sistema, considera-se o peso do transportador de 15 kg e estima-se uma massa interna do eixo para transmissão de 3 kg, dando uma massa total de 18 kg. Tomando este valor para determinação do binário de trabalho, obtém-se um valor de 2,92 Nm.

$$M = F \times r = 180 \times 16,235 \times 10^{-3} = 2,92 \text{ Nm} \quad [3.8]$$

Assumindo uma eficiência do sistema mecânico de 80% e sabendo que a eficiência da redutora é de 93%, o binário de saída no servomotor terá de ser de 0,78 Nm, no mínimo, considerando o resultado da equação [3.9] e o índice de redução da redutora.

$$\eta = \frac{M_{\text{útil}}}{M_{\text{total}}} \Leftrightarrow M_{\text{total}} = \frac{M_{\text{útil}}}{\eta} = \frac{2,92}{0,8 \times 0,93} = 3,92 \text{ Nm} \quad [3.9]$$

Mais uma vez, para definição de qual o servomotor a usar, recorreu-se ao SIZER. A Figura 52 e Figura 53 apresentam, respetivamente, o tipo de sistema mecânico usado com os dados de projeto e o ciclo de trabalho do sistema com os valores de operação.

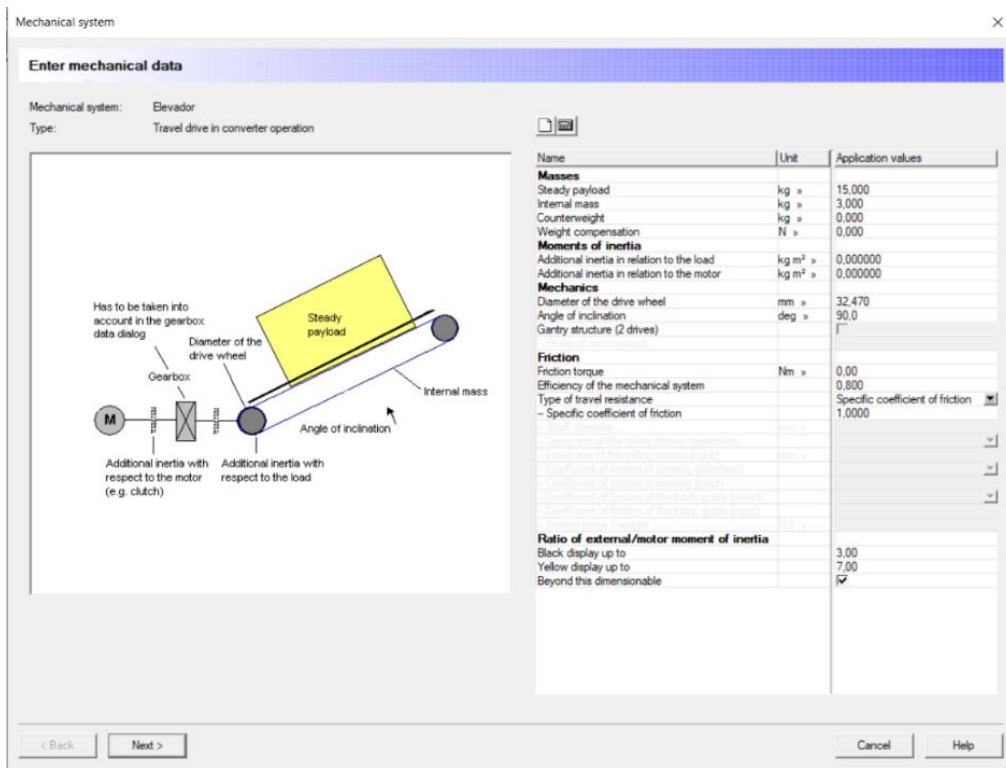


Figura 52 – Elevador alimentação: seleção de sistema mecânico

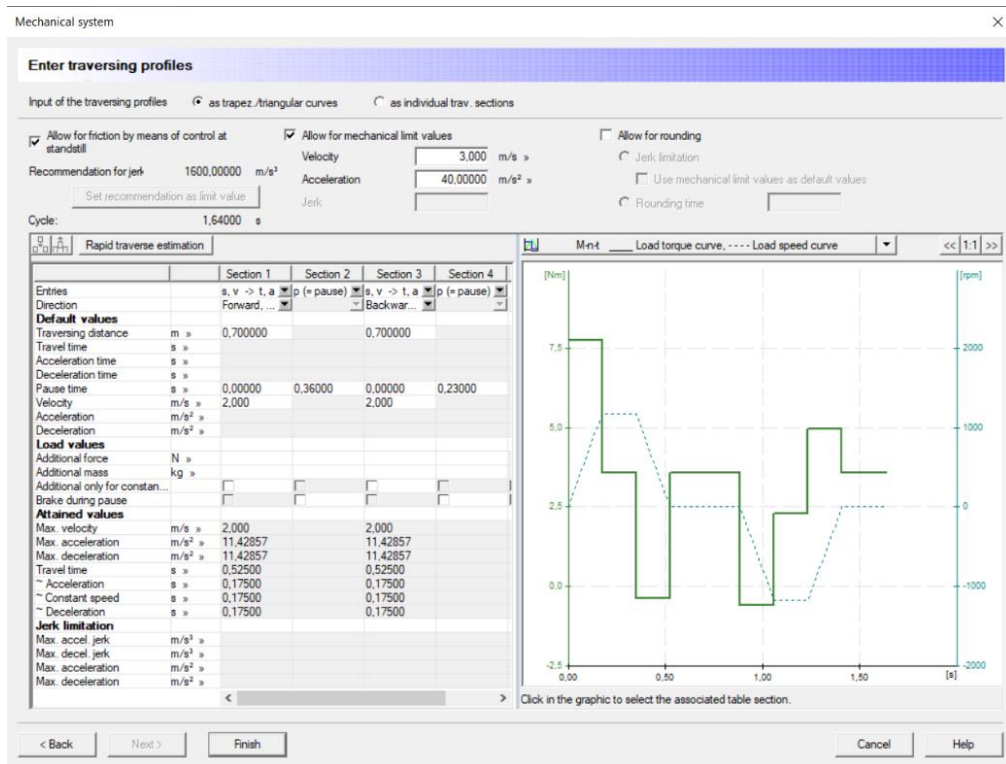


Figura 53 – Elevador alimentação: definição de operação e de ciclo de trabalho

O servomotor usado para o acionamento do eixo de guiamento vertical deve conter travão de forma a evitar, em casos de emergência ou de falha de energia, que o transportador caia pela ação da gravidade devido à ausência de binário motriz.

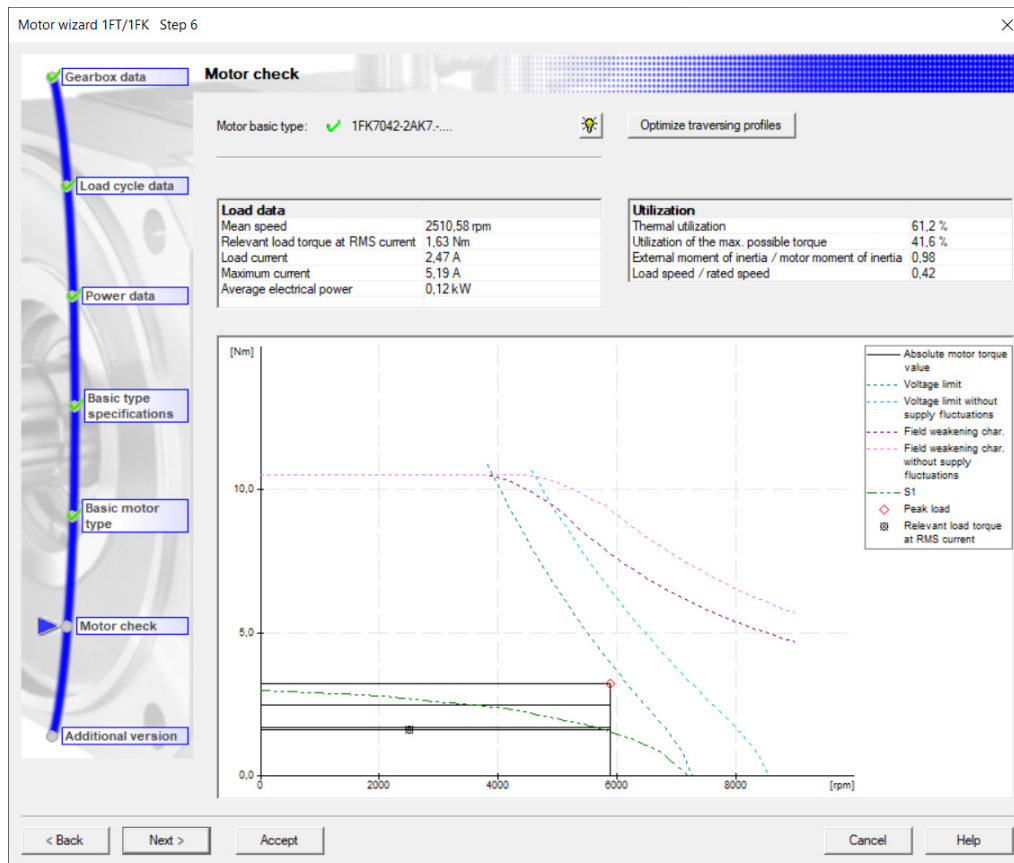


Figura 54 – Elevador alimentação: verificação e parâmetros do servomotor

Após a introdução dos diferentes dados, da seleção das características pretendidas para o servomotor (ex.: travão, etc.) e da averiguação dos diferentes motores apresentados pelo software SIZER, optou-se pelo servomotor 1FK7042-2AK7-1KH0.

Pela observação, na Figura 54, do gráfico e dos dados de operação do servomotor selecionado, verifica-se que a operação contínua do servomotor se encontra abaixo da curva característica, de utilização térmica, S1. Em fase de transição, principalmente na fase de arranque, o valor de pico ultrapassa a curva S1 contudo, este mantém-se abaixo dos valores limites de tensão. O servomotor irá operar a 41,6% do binário máximo e com uma utilização térmica de 61,2%. Na fase em que há estabilização da operação, isto é, em que se mantém uma operação constante em termos de velocidade e de binário, a velocidade do servomotor é de 5881 rpm e o binário atuante de 0,77 Nm, indo de encontro aos valores iniciais estimados.

O acoplamento EK7/10/B/12/16 selecionado apresenta 16 Nm de binário nominal e, segundo a simulação, o binário de pico máximo de saída da redutora é de 7,76 Nm pelo que, o acoplamento trabalha com um coeficiente de segurança nominal de 2,1.

De acordo com os dados comparativos da Tabela 37, os valores simulados estão dentro dos valores limite do eixo de guiamento da Festo. Apesar de o valor de pico do binário de acionamento ser ligeiramente superior ao valor máximo permitido pela guia da Festo, este valor apenas atua na fase de aceleração para elevação do transportador tendo uma duração inferior a 0,2s, num total de tempo de ciclo de 1,6s. Dado que, no restante tempo de ciclo o valor de torque é bastante inferior, encontrando-se dentro do limite máximo, e considerando a possibilidade de alteração do comportamento dinâmico do servomotor, reduzindo este valor de torque para um valor abaixo do limite, torna-se assim aceitável a utilização do servomotor e eixo de guiamento previamente selecionados.

Tabela 37 – Elevador alimentação: comparação dados eixo vs dados simulação

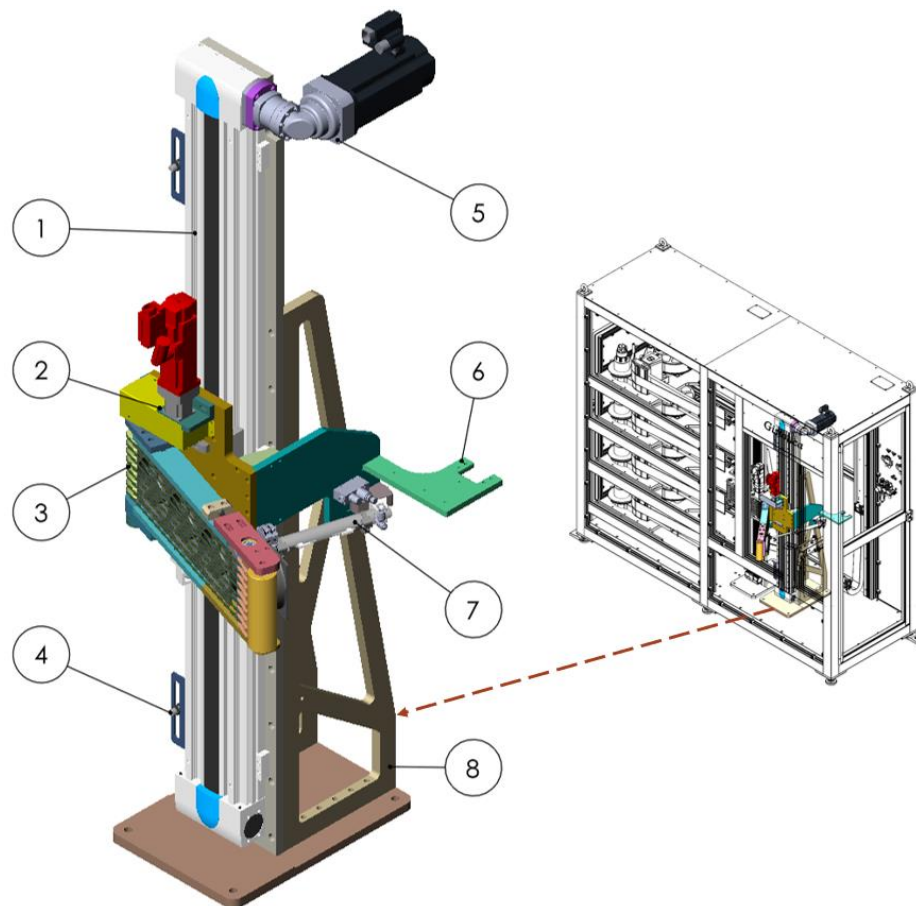
Dados técnicos	Eixo EGC-HD-125- -TB	Simulação (atuante no eixo)
Aceleração máxima (em função da carga)	16 m/s ²	11,4 m/s ²
Velocidade máxima	3 m/s	2 m/s
Torque máx. de acionamento	7,2 Nm	Pico: 7,76 Nm Efetivo: 3,85 Nm

A caixa redutora tem um binário nominal de saída de 40 Nm, estando assegurada a sua capacidade de operação em paralelo com o servomotor selecionado, para a movimentação vertical do transportador.

Os desenhos de projeto e fabrico do módulo de alimentação, e dos conjuntos e peças que o constituem, encontram-se no Anexo 1.

3.7.4 Módulo aplicador

O módulo aplicador é responsável por receber a etiqueta energética do módulo de alimentação, transportá-la e efetuar a sua aplicação na superfície do pneu. Os principais componentes integrantes do módulo são apresentados na Figura 55.



- | | |
|---|---|
| ① Eixo de guiamento para elevação | ⑤ Sistema de acionamento do eixo |
| ② Conjunto motriz do transportador | ⑥ Suporte para calha porta-cabos da Iigus |
| ③ Transportador e aplicador de etiqueta | ⑦ Cilindro de avanço/recuo do aplicador |
| ④ Sensor de deteção: fim-de-curso | ⑧ Estrutura do módulo |

Figura 55 – Constituição do módulo aplicador

A estrutura do módulo aplicador é, mais uma vez, em alumínio AW5083. O desenho das peças que constituem a estrutura segue a mesma linha de pensamento aplicada na estrutura do módulo de alimentação.

Instalaram-se, igualmente, 3 sensores magnéticos de deteção no módulo aplicador: dois fins-de-curso e um sensor de posicionamento.

O transportador de etiqueta deste módulo (Figura 56) tem o mesmo princípio de funcionamento do transportador do módulo de alimentação, com a diferença da adição de um rolo aplicador que possibilita a aplicação da etiqueta no pneu. O acionamento do transportador é realizado por meio de polias e correia dentada.

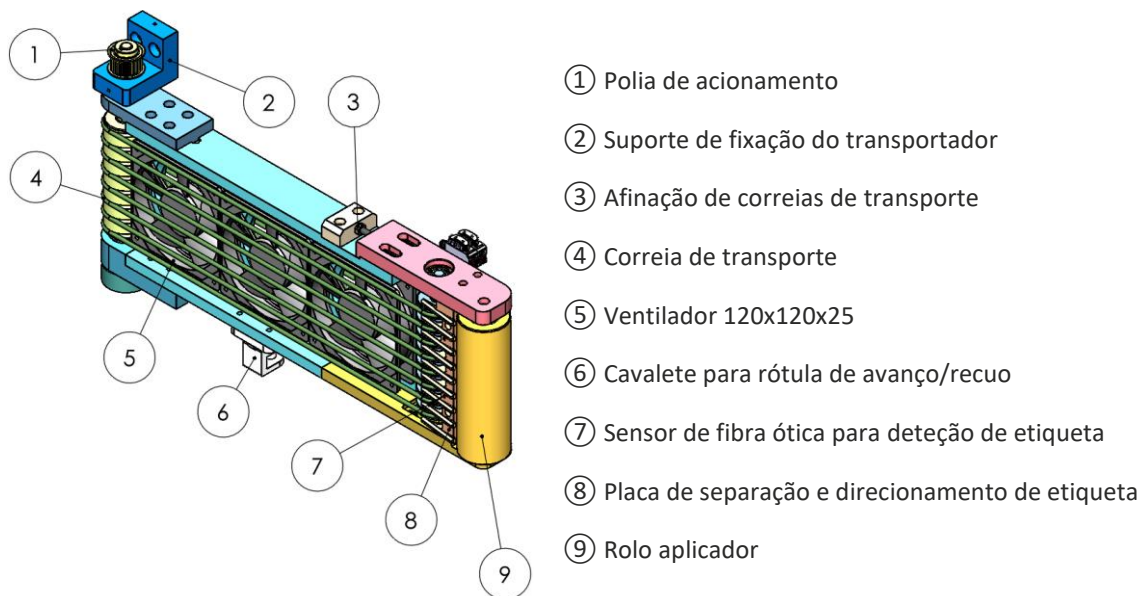


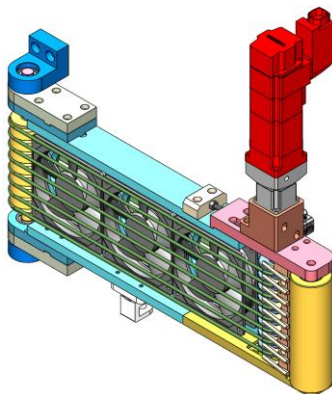
Figura 56 – Constituição do transportador aplicador

As correias de transporte usadas são correias redondas Polycord com diâmetro de 4 mm. Como não há possibilidade de ajuste total de tensão das correias, o comprimento de correia para montagem terá de ser 8% inferior ao comprimento final da correia após a aplicação de tensão. O comprimento final da correia é de 990 mm, pelo que, ao ser reduzido em 8% resulta num comprimento inicial de 911 mm para soldagem e instalação da correia.

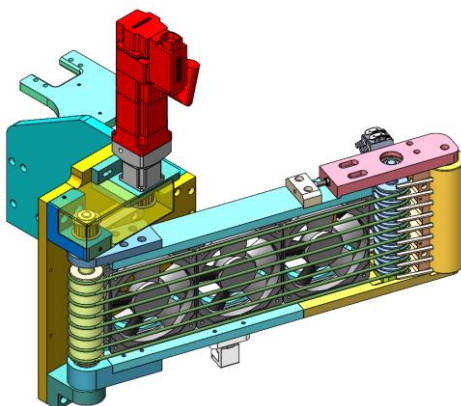
Os rolos de transmissão, mandante e mandado, estão instalados no transportador com recurso a rolamentos de esferas 6001-2RSR e 6002-2RSR da INA, que os suportam e permitem a sua rotação.

Inicialmente, o conjunto motriz do transportador aplicador encontrava-se instalado no próprio transportador, Figura 57 – (a). Porém, a inclusão do sistema motriz significaria uma maior massa e inércia para o avanço e recuo do transportador, o que iria implicar a necessidade de uma maior capacidade para movimentação de carga e maior exigência em termos de absorção de impacto, no que se refere ao cilindro pneumático responsável por essa movimentação. Implicaria ainda, a necessidade de os cabos de alimentação elétrica e de controlo terem de acompanhar esse mesmo movimento o que poderia levantar complicações na sua instalação e ao longo do ciclo de trabalho do módulo aplicador. Assim sendo, optou-se por colocar o conjunto motriz fixado na chapa de suporte para elevação, Figura 57 – (b), e realizar o acionamento com recurso a polias e correia dentada. Desta forma, o cilindro deixa de estar tão solicitado e o avanço, ou recuo, do transportador aplicador reflete-se na necessidade das correias de transporte irem alterando o seu ângulo de abraçamento em torno do rolo mandante, sem que isso lhes traga maior desgaste.

A tensão aplicada na correia dentada de transmissão é realizada através do posicionamento, por afinação horizontal, da chapa que suporta o servomotor e a caixa redutora.



(a) – Desenho inicial



(b) – Desenho final

Figura 57 – Desenvolvimento do transportador aplicador

O conjunto de acionamento do transportador é composto por: servomotor 1FK7022-5AK71-1LG3 da Siemens, caixa redutora AF042 - 010 - S2 - P2 da APEX, polias HTD 20 5M 15 - 6F da Optibelt e correia Optibelt Omega 295-5M-15.

O transporte da etiqueta será efetuado a uma velocidade de 1,5 m/s. Dado o transportador aplicador, para além do seu maior comprimento, apresentar dimensões de projeto idênticas ao transportador de alimentação, e a simulação realizada no SIZER apresentar resultados ainda mais favoráveis em termos dinâmicos, optou-se por manter o servomotor e redutora que constituem o transportador de alimentação.

Como forma de adaptação da altura consoante a largura do pneu, foi selecionado para movimentação vertical do transportador aplicador o eixo de correia eletromecânico EGC-HD-160-1200-TB-0H-GK, da Festo. As especificações deste eixo podem ser visualizadas na Tabela 38.

Tabela 38 – Especificações técnicas de eixo EGC-HD-160- -TB [62]

Característica	Valor
Diâmetro efetivo de acionamento	39,79 mm
Constante de avanço	125 mm/rev
Tipo de motor	Motor de passo Servomotor
Aceleração máxima	50 m/s ²
Velocidade máxima	5 m/s
Precisão	± 0,08 mm
Torque máximo de acionamento	20 Nm
Força máx. Fy	5600 N
Força máx. Fz	5600 N
Torque máx. Mx	300 Nm
Torque máx. My	500 Nm
Torque máx. Mz	500 Nm
Máx. força de avanço Fx	1000 N

O peso do transportador a elevar é de 30 kg. De acordo com as especificações, a força máxima de avanço aplicável ao eixo é de 1000 N, estando assim a operar com um coeficiente de segurança, relativo ao peso do transportador, de 3,3.

A Tabela 39 apresenta os esforços aplicados ao eixo de guiamento e os respetivos coeficientes de segurança, quando comparados com os esforços máximos admissíveis para uma vida de serviço de 5000 km.

Tabela 39 – Eixo do aplicador: esforços máximos e esforços efetivos

Esforço	Valor máx. admissível (vida de serviço de 5000 km)	Valor efetivo máximo	c.s.
Força Fy	5600 N	0	-
Força Fz	5600 N	0	-
Torque Mx	300 Nm	0	-
Torque My	500 Nm	26 Nm	19,2
Torque Mz	500 Nm	26,8 Nm	18,7
Força de avanço Fx	1000 N	300 N	3,3

Considerando os valores da Tabela 39, o modo de cálculo da Figura 58 e utilizando os valores efetivos de projeto como referência nos valores dinâmicos para cálculo da vida de serviço do eixo, referente à guia, obtém-se um fator de comparação de carga f_v de 0,1. Este valor de f_v representa uma vida de serviço da guia superior a 50000 km; tendo em conta esses 50000 km, o tempo de ciclo da máquina, o comprimento da guia e uma

operação diária de 8 horas, a guia apresenta um tempo mínimo de vida de cerca de 10 anos.

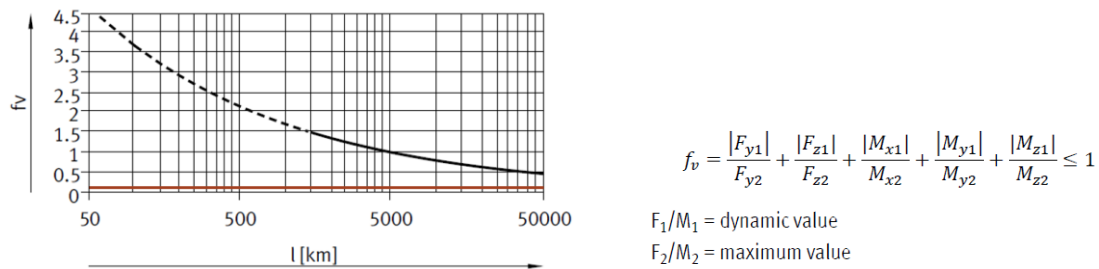


Figura 58 – Cálculo de vida de serviço do eixo de guiamento do aplicador [62]

A aceleração máxima permitida em função da carga a elevar, para uma guia de tamanho 160, é de cerca de 17 m/s² de acordo com o diagrama apresentado na Figura 59. Assim, a aceleração máxima de 8 m/s² obtida na simulação está de acordo com essa limitação.

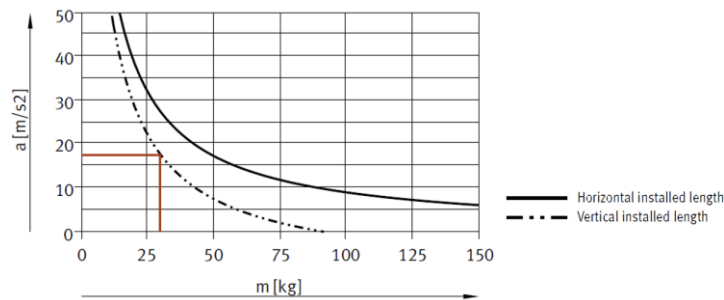


Figura 59 – Aceleração máxima em função da carga [62]

Confirmado o eixo de guiamento vertical do aplicador, procedeu-se à seleção dos diferentes componentes do sistema de acionamento: servomotor 1FK7042-2AK71-1KH0 da Siemens, caixa redutora PSIIR_B – 005 da APEX e acoplamento EK7/10/B/12/16 da R+W.

A movimentação vertical do aplicador é efetuada a uma velocidade de 1 m/s, o que requer uma velocidade de acionamento de 480 rpm, de acordo com a equação [3.10].

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{1}{19,895 \times 10^{-3}} = 50,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 480 \text{ rpm} \quad [3.10]$$

Optou-se pelo uso de uma caixa redutora com um índice de redução de 5, tendo em consideração a exigência de um maior binário de tração e uma reduzida velocidade. O servomotor opera assim a uma velocidade de 2400 rpm.

Quanto à massa do sistema, considerou-se o peso de 30 kg do transportador aplicador e estimou-se uma massa interna do eixo de guiamento de 5 kg, resultando numa massa total de 35 kg. O binário de trabalho requerido é então de 6,96 Nm.

$$M = F \times r = 350 \times 19,895 \times 10^{-3} = 6,96 \text{ Nm} \quad [3.11]$$

Assumindo uma eficiência do sistema mecânico de 80% e a eficiência da redutora de 93%, e tendo em consideração o resultado da equação [3.12] e o índice de redução da redutora, o binário de saída no servomotor para elevação terá de ser de 1,87 Nm, no mínimo.

$$\eta = \frac{M_{\text{útil}}}{M_{\text{total}}} \Leftrightarrow M_{\text{total}} = \frac{M_{\text{útil}}}{\eta} = \frac{6,96}{0,8 \times 0,93} = 9,35 \text{ Nm} \quad [3.12]$$

Recorreu-se ao SIZER para definição de qual o servomotor a usar. A Figura 60 e Figura 61 apresentam, respetivamente, o sistema mecânico usado e o respetivo ciclo de trabalho. O servomotor irá conter travão de forma a evitar, em casos de emergência ou de falha de energia, a queda do transportador pela ação da gravidade.

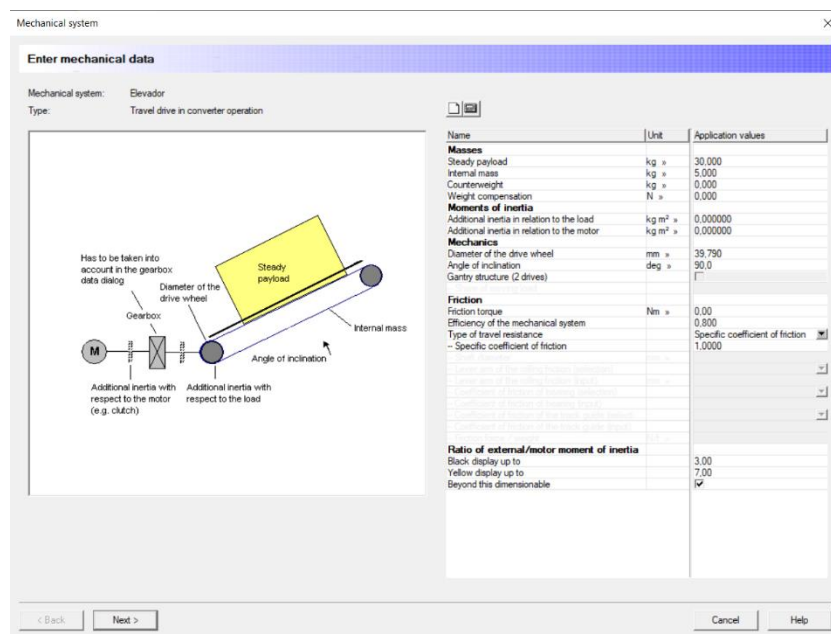


Figura 60 – Elevador aplicador: seleção de sistema mecânico

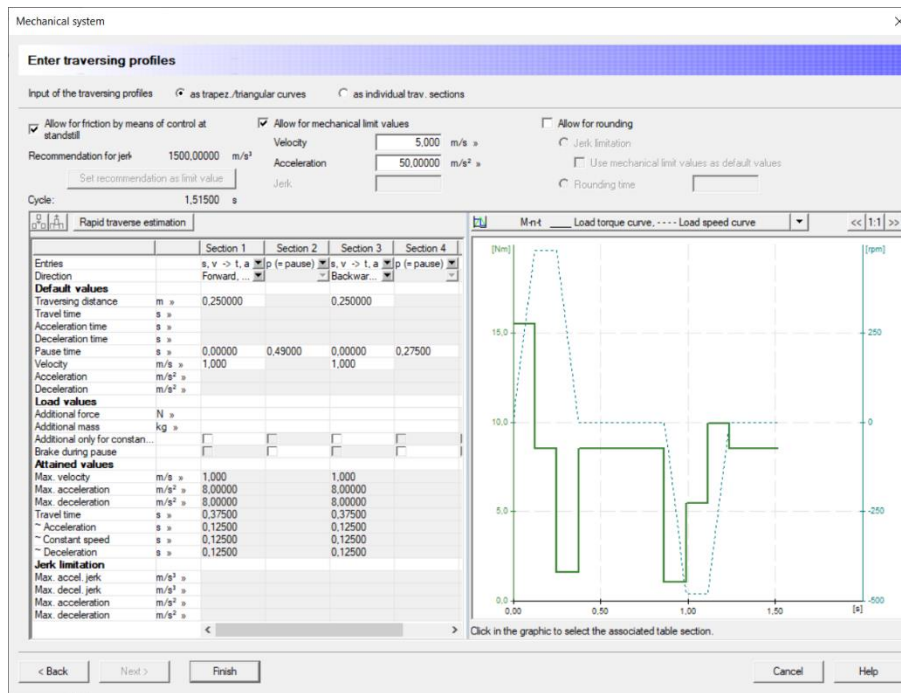


Figura 61 – Elevador aplicador: definição de operação e de ciclo de trabalho

Depois da introdução dos dados e da seleção das características pretendidas, optou-se pelo servomotor 1FK7042-2AK7-1KH0.

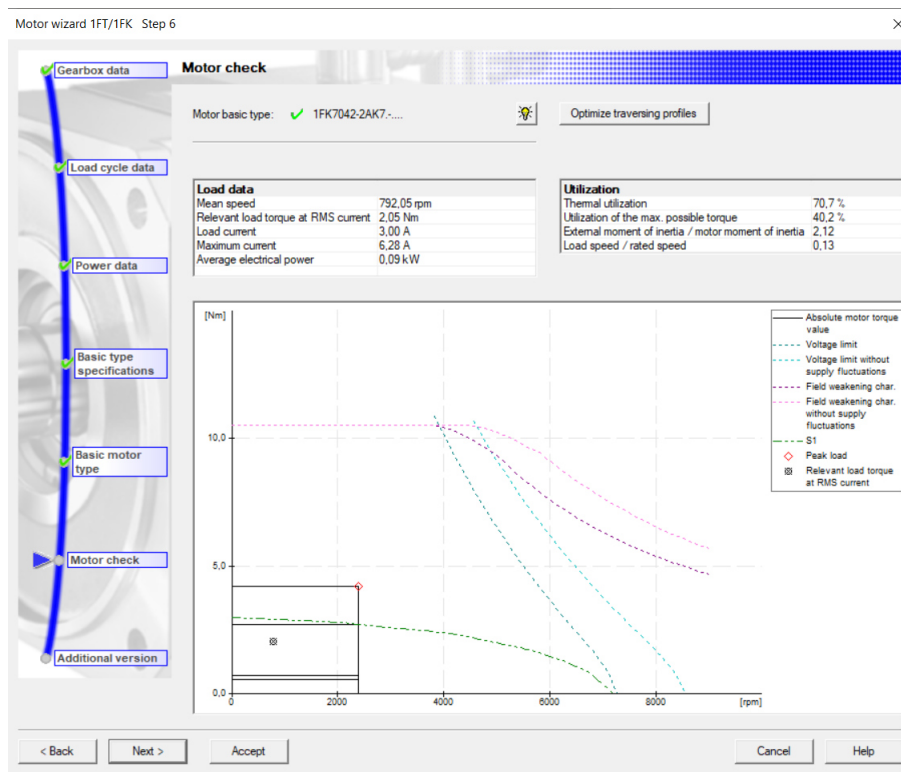


Figura 62 – Elevador aplicador: verificação e parâmetros do servomotor

O gráfico e os dados de operação do servomotor selecionado, da Figura 62, mostram que a operação contínua do servomotor se encontra abaixo da curva característica S1. O valor de pico regista-se na fase de arranque para elevação e ultrapassa a curva S1, no entanto, os valores de pico estão abaixo dos valores limite de tensão. Nas condições consideradas, o servomotor opera a 40,2% do binário máximo e com uma utilização térmica de 70,7%. Na fase de estabilização, durante a elevação, o binário constante apresentado é de 1,84 Nm e a velocidade é de 2400 rpm, o que entra em acordo com os valores iniciais calculados.

O acoplamento EK7/10/B/12/16 selecionado apresenta 16 Nm de binário nominal e um binário máximo de 32 Nm. De acordo com a simulação, o binário de pico máximo de saída da caixa redutora é de 15,50 Nm, estando assim o acoplamento a trabalhar próximo do binário nominal. O coeficiente de segurança apresentado, em relação ao binário máximo, é de 2,1.

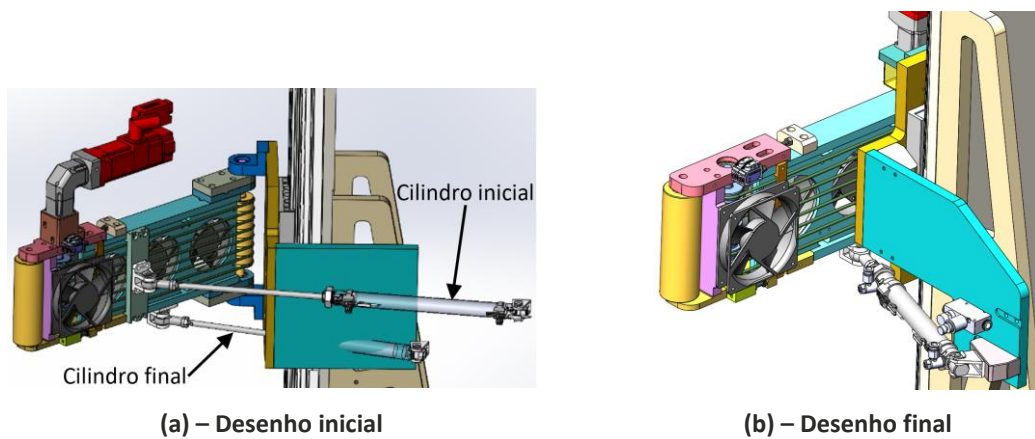
Os dados comparativos da Tabela 40 mostram que os valores simulados estão dentro dos valores limite do eixo de guiamento da Festo.

Sendo o binário nominal de saída da caixa redutora de 40 Nm, está garantida a sua capacidade de operação para movimentação vertical do transportador.

Tabela 40 – Elevador aplicador: comparação dados eixo vs dados simulação

Dados técnicos	Eixo EGC-HD-160- -TB	Simulação (atuante no eixo)
Aceleração máxima (em função da carga)	17 m/s ²	8 m/s ²
Velocidade máxima	5 m/s	1 m/s
Torque máx. de acionamento	20 Nm	Pico: 15,5 Nm Efetivo: 9,2 Nm

O mecanismo para avanço e recuo do transportador aplicador recorre ao uso de um cilindro pneumático, ativado por uma válvula solenoide de controlo direcional. Inicialmente foi pensado usar-se um cilindro com 250 mm de curso, que estaria fixado mais atrás e mais afastado relativamente à estrutura existente a ser elevada. Contudo, verificou-se que ao fazer um corte nas peças onde estariam fixados o transportador e o cilindro, era possível usar um cilindro com um curso bem mais reduzido, de 160 mm, com a vantagem de se ter um conjunto, sujeito a movimentação vertical, bem mais compacto e com uma maior facilidade de acesso para manutenção. A Figura 63 mostra o desenvolvimento das ideias descritas anteriormente.



(a) – Desenho inicial

(b) – Desenho final

Figura 63 – Desenvolvimento do mecanismo de avanço do aplicador

A seleção de qual o cilindro pneumático a usar, e respetivas dimensões, passa pela definição do tipo de cilindro, pela determinação do diâmetro do êmbolo em função da força de avanço requerida, pela capacidade de recuo do cilindro e pela verificação à encurvadura da haste [63].

Em primeiro lugar, optou-se por um cilindro de duplo efeito com amortecimento pneumático regulável nas posições finais de curso. O uso deste tipo de cilindro permite, de uma forma controlada, realizar o avanço e recuo com recurso a ar comprimido, um melhor controlo de velocidade e a desaceleração dos movimentos nos fins de curso, prolongando a vida útil do cilindro. A escolha do cilindro a utilizar devido às suas dimensões gerais recai, preferencialmente, na seleção de um cilindro convencional normalizado do tipo DSNU, da Festo. De seguida, procede-se ao dimensionamento do cilindro pneumático, sabendo que a pressão de alimentação do circuito pneumático é de 6 bar ($\approx 6 \text{ kgf/cm}^2$). Para efeitos de cálculo considera-se este valor como pressão de trabalho.

O cilindro opera na horizontal para movimentação do transportador aplicador, que está constantemente apoiado e guiado pelas peças e rolamentos que o suportam, não estando a carga aplicada diretamente no cilindro. O fator de carga usado para o cálculo na equação [3.13] é então de 1, de acordo com a Figura 64.

Tipo de funcionamento	Simbologia	Fator de carga η
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

Figura 64 – Fator de carga η , de acordo com funcionamento do cilindro [63]

$$dc = 2 \sqrt{\frac{Fp}{\eta \times \pi \times Pt}} \Leftrightarrow dc = 2 \sqrt{\frac{10}{1 \times \pi \times 6}} = 1,46 \text{ cm} = 14,6 \text{ mm} \quad [3.13]$$

O diâmetro interno, mínimo aceitável, para o tipo de cilindro usado e para a movimentação do transportador aplicador com 10 kg, é de 14,6 mm de acordo com o resultado determinado na equação [3.13]. A Festo apresenta como cilindro mais próximo o cilindro DSNU-16-160-PPV-A, com um diâmetro do êmbolo de 16 mm e uma haste de 6 mm.

O cilindro selecionado requer, para movimentar uma carga de 10 kg, uma pressão mínima de trabalho de aproximadamente 5 bar no avanço, e de 5,8 bar no recuo. Valores que são inferiores à pressão de trabalho inicialmente estipulada pelo que, o cilindro não terá qualquer problema em movimentar o transportador aplicador. As equações seguintes mostram o cálculo da pressão de avanço e de recuo para o cilindro referido.

$$A = \frac{\pi \times dc^2}{4} \Leftrightarrow Ac = \frac{\pi \times 1,6^2}{4} = 2 \text{ cm}^2 \quad [3.14]$$

$$Ac = \frac{\pi(dc^2 - dh^2)}{4} \Leftrightarrow Ac = \frac{\pi(1,6^2 - 0,6^2)}{4} = 1,73 \text{ cm}^2 \quad [3.15]$$

$$Pt_{avanço} = \frac{Fa}{A} \Leftrightarrow Pt_{avanço} = \frac{Fp}{\eta \times A} = \frac{10}{1 \times 2} = 5 \text{ kgf/cm}^2 \quad [3.16]$$

$$Pt_{recuo} = \frac{Fa}{A} \Leftrightarrow Pt_{recuo} = \frac{Fp}{\eta \times A} = \frac{10}{1 \times 1,73} = 5,78 \text{ kgf/cm}^2 \quad [3.17]$$

Embora o cilindro não apresente qualquer problema em movimentar o transportador, é importante lembrar a necessidade de aplicação de uma pressão controlada na superfície do pneu pelo que, se for necessário reduzir a pressão de avanço através de uma válvula reguladora de pressão, o cilindro de $\varnothing 16$ mm, pode deixar de ser capaz de efetuar esse movimento. Há um outro fator de extrema importância que define o cilindro a usar, que é a velocidade de avanço e de recuo. Como estamos perante uma máquina altamente dinâmica e com a imposição de tempos de ciclo muito reduzidos, terá de se executar movimentos com a maior rapidez possível, devendo as velocidades ir de encontro ao ciclo de trabalho da máquina. Como forma de avaliar esta imposição dinâmica recorreu-se ao simulador da Festo, *Pneumatic Sizing*.

Introduzindo os diferentes parâmetros para simulação, apresentados na Tabela 41, e considerando um tempo de posicionamento de 350 ms no avanço e de 500 ms no recuo, obteve-se como resultado exato um cilindro DSNU com um êmbolo de 25 mm de diâmetro (Figura 65).

Tabela 41 – Dados para dimensionamento pneumático

Massa	10 kg
Curso	160 mm
Posição de montagem	0°
Pressão	6 bar
Comprimento de tubo (válvula - cilindro)	4 m
Tipo de amortecimento	PPV (ajustável)
Tempo de posicionamento requerido	350 ms (Avanço) 500 ms (Recuo)

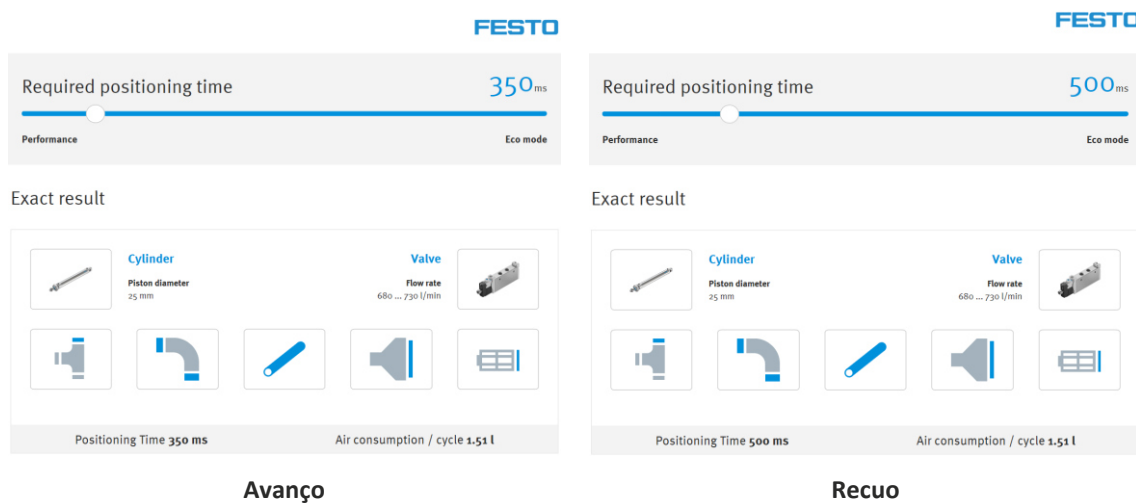
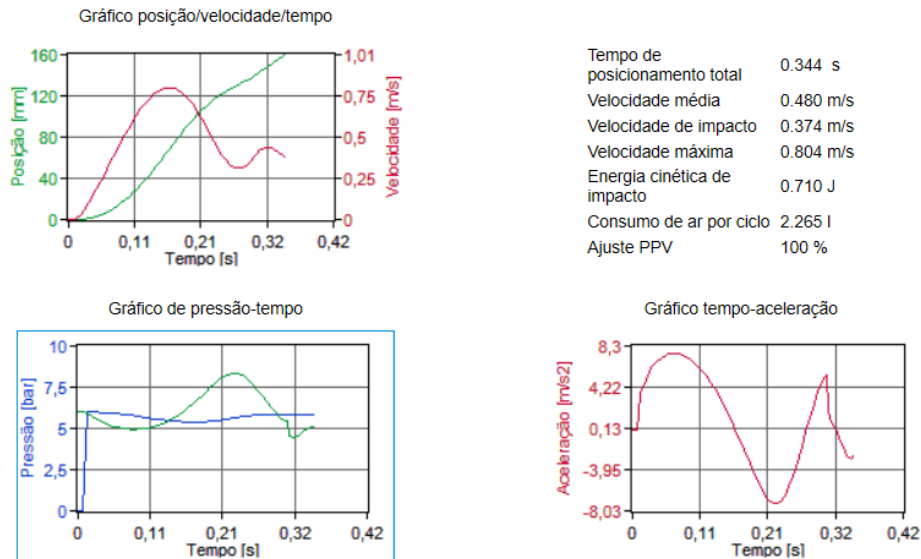


Figura 65 – Resultados de simulação para dimensionamento do cilindro

Como forma de avaliar se o cilindro $\varnothing 25$ não apresenta problemas na movimentação do transportador, operando com os tempos de posicionamento definidos, averiguou-se o seu comportamento dinâmico através da simulação pneumática da Festo. Os resultados da simulação são apresentados em gráficos comparativos distintos com a indicação de parâmetros fulcrais de operação do cilindro. Um exemplo dos resultados obtidos pode ser observado na Figura 66.



GSED Valores de resposta da simulação, Detalhes sobre as dicas dos resultados da simulação

⚠ Cylinder 1 overloaded by more than 50%. Maximum residual energy at bearing cap exceeded. Service life substantially reduced.

Figura 66 – Exemplo de resultados da simulação pneumática da Festo

A simulação pneumática com um tempo de avanço de 350 ms e um tempo de recuo de 500 ms revelou que o cilindro $\varnothing 25$ opera sobrecarregado, com uma energia máxima residual no fim de curso excedida, reduzindo a vida útil do cilindro. A máxima energia de impacto nas posições finais para este cilindro é de 0,3 J.

Tabela 42 – Energia cinética de impacto: valores admissíveis vs. resultados simulação

Energia cinética de impacto	Valor admissível	Tempo de posicionamento	Velocidade média	Resultado Simulação	Obs.
Energia de impacto: avanço	0,3 J	350 ms	0,48 m/s	0,71 J	Redução de vida útil
Energia de impacto: recuo		500 ms	0,38 m/s	0,436 J	Redução de vida útil
Energia de impacto: avanço		700 ms	0,23 m/s	0,265 J	-
Energia de impacto: recuo		800 ms	0,24 m/s	0,3 J	-

A partir da realização de diferentes simulações, com os respetivos dados iniciais e finais de projeto apresentados na Tabela 42, o cilindro pneumático $\varnothing 25$ terá como tempos ideais de posicionamento, 0,7 s de avanço e 0,8 s de recuo, sem que haja

desgaste e redução do tempo de vida útil do cilindro. Para o cilindro poder operar próximo destes tempos de ciclo é necessário regular as velocidades de avanço e de recuo recorrendo ao uso de válvulas reguladoras de fluxo unidirecional, que serão instaladas no próprio cilindro.

No caso de se pretender usar o mesmo cilindro, mas operando com tempos de posicionamento reduzidos, seria necessário recorrer ao uso de batentes para amortecimento externo como forma de absorver o impacto gerado, em função da energia cinética, para evitar que houvesse danos no cilindro.

Assim, opta-se pelo uso de válvulas reguladoras de fluxo e de um cilindro convencional DSNU-25-160-PPV-A, da Festo, que apresenta um êmbolo com 25 mm de diâmetro e uma haste com 10 mm de diâmetro.

Para movimentar o aplicador de 10kg, o cilindro selecionado requer como pressões mínimas, aproximadamente, 2 bar no avanço (equação [3.20]) e 2,4 bar no recuo (equação [3.21]).

$$A = \frac{\pi \times dc^2}{4} \Leftrightarrow Ac = \frac{\pi \times 2,5^2}{4} = 4,9 \text{ cm}^2 \quad [3.18]$$

$$Ac = \frac{\pi(dc^2 - dh^2)}{4} \Leftrightarrow Ac = \frac{\pi(2,5^2 - 1,0^2)}{4} = 4,1 \text{ cm}^2 \quad [3.19]$$

$$Pt_{avanço} = \frac{Fa}{A} \Leftrightarrow Pt_{avanço} = \frac{Fp}{\eta \times A} = \frac{10}{1 \times 4,9} = 2 \text{ kgf/cm}^2 \quad [3.20]$$

$$Pt_{recuo} = \frac{Fa}{A} \Leftrightarrow Pt_{recuo} = \frac{Fp}{\eta \times A} = \frac{10}{1 \times 4,1} = 2,4 \text{ kgf/cm}^2 \quad [3.21]$$

A verificação à encurvadura é realizada através da utilização do critério de Euler (Figura 67), que relaciona o comprimento da haste e o tipo de fixação, e da equação [3.22].

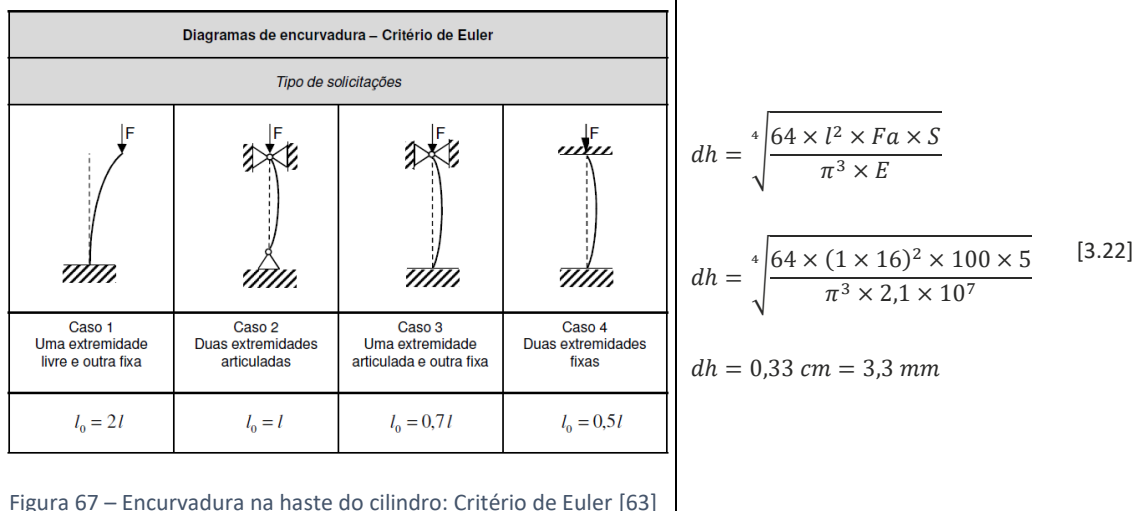


Figura 67 – Encurvadura na haste do cilindro: Critério de Euler [63]

Pelo cálculo efetuado a haste teria de ter um diâmetro mínimo de 3,3 mm para que não sofresse encurvadura como tal, o diâmetro de 10 mm da haste do cilindro $\varnothing 25$ verifica esta condição.

A posição e o curso de 160 mm definidos para o cilindro permitem que o transportador aplicador fique a um determinado ângulo, previamente analisado e estipulado. Este ângulo está relacionado com a redução de distância Z (Figura 68) relativamente ao ponto de contacto de aplicação de etiqueta. O ponto ① refere-se ao ponto máximo do rolo aplicador na direção perpendicular ao transportador aplicador enquanto o ponto ② é o ponto de contacto entre pneu e rolo para transferência de etiqueta. Quanto mais próximo estiver o pneu da estrutura da máquina, menor será esta distância Z, resultando numa quase coincidência entre ambos os pontos identificados.

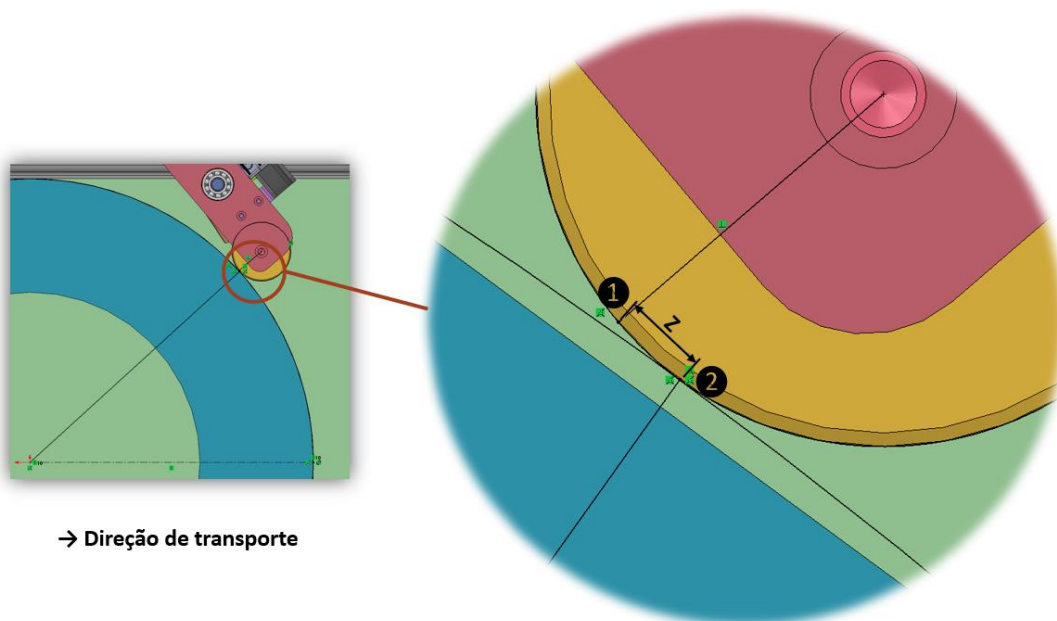


Figura 68 – Análise de ponto de transferência de etiqueta

Quanto menor for a distância Z entre os pontos ① e ②, da Figura 68, mais a etiqueta energética terá de ser posicionada próxima do ponto ①. Para que haja transferência da etiqueta para a superfície do pneu, a ponta da etiqueta deverá estar posicionada antes do ponto ② previamente ao contacto com o pneu, caso contrário, a transferência pode ocorrer de forma desfavorável.

A etiqueta pode ter de ser posicionada até 10 mm após o ponto ①. A superfície da etiqueta posicionada após o ponto de contacto ② não fica sujeita à pressão aplicada pelo rolo na superfície do pneu. Sendo a etiqueta feita de material bastante maleável, dependendo da sua posição final para transferência e do tipo de pneu a etiquetar, incorre-se no risco da ponta da etiqueta ficar levantada e não aderir à superfície do pneu, como demonstrado na Figura 69.

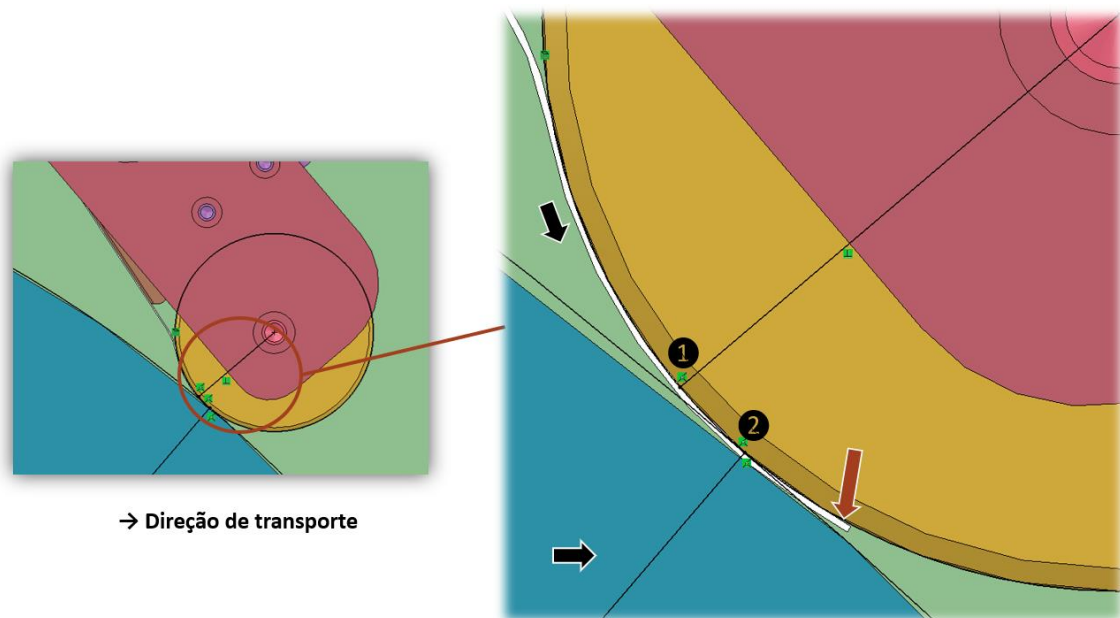


Figura 69 – Transferência de etiqueta para o pneu

Após se verificar a possibilidade de existência do problema descrito no parágrafo anterior, passa a ser essencial a adição de um rolo pressionador que, logo após a aplicação da etiqueta na superfície do pneu, pressiona toda a superfície da etiqueta contra o pneu, assegurando a sua total aderência.

Os desenhos de projeto e fabrico do módulo aplicador, e dos seus componentes, encontram-se no Anexo 1.

3.7.5 Módulo pressionador

O módulo pressionador poderia ser desenhado acrescentando apenas um rolo ao transportador aplicador, realizando-se a pressão na etiqueta aplicada com recurso a molas ou a um amortecedor. Contudo, este tipo de desenho implicaria que, mesmo após a aplicação da etiqueta, o transportador aplicador se mantivesse no estado avançado enquanto o rolo pressionador garantiria a adesão da etiqueta à superfície do pneu, impossibilitando o recuo do aplicador para receber uma nova etiqueta e acabando por prejudicar o tempo de ciclo da máquina. Como forma de contornar esta situação e de garantir um tempo de ciclo inferior, optou-se por criar um módulo pressionador independente do módulo aplicador; assim, logo após a transferência da etiqueta para o pneu, o aplicador recua para receber uma nova etiqueta, enquanto o rolo pressionador garante a adesão da etiqueta já aplicada.

O rolo pressionador deve estar fixo à estrutura da máquina e avançar ou recuar conforme a necessidade de aplicação de etiqueta energética nos diferentes pneus. A Figura 70 contém os principais componentes do módulo pressionador, desenhado de acordo com a descrição anterior.

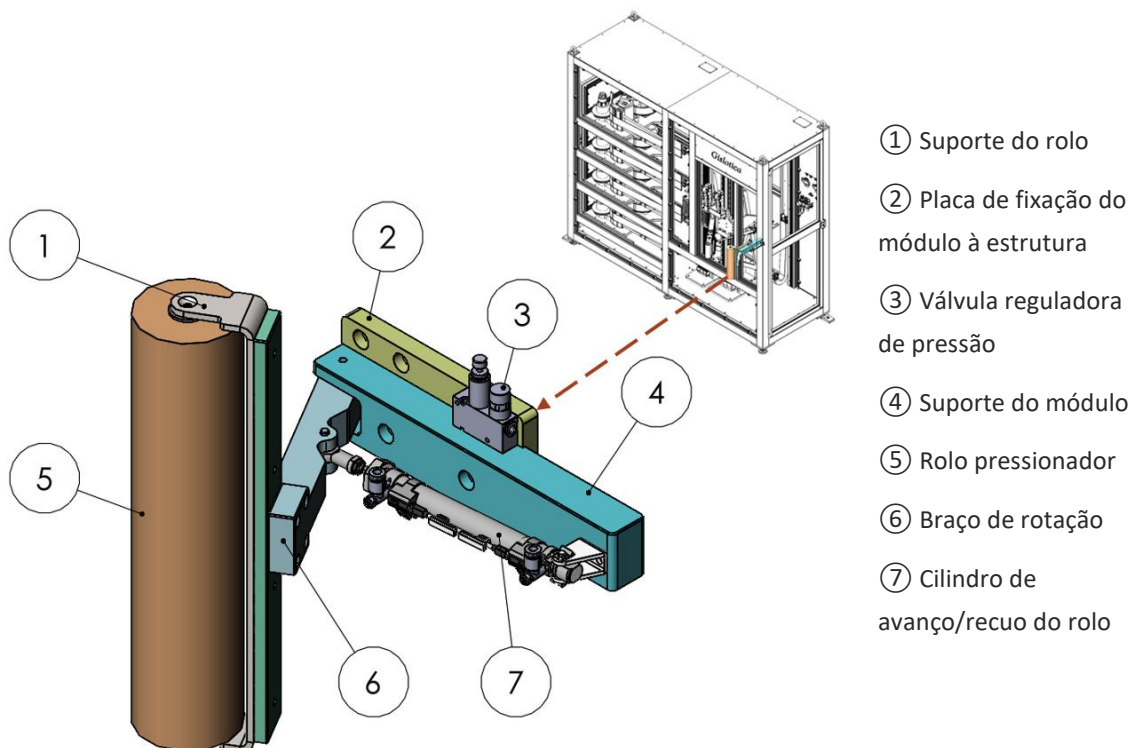


Figura 70 – Constituição do módulo pressionador

A placa de fixação do módulo permite o ajuste em altura, ao longo da estrutura da máquina, de acordo com a altura do transportador de pneus existente na linha de produção.

O rolo pressionador é formado por um rolo, em Ertalon 6 SA, revestido com borracha de esponja natural laranja (de célula aberta fina e densidade 250). A borracha de esponja tem um formato esponjoso flexível que permite a conformação e adaptação do rolo à superfície curvilínea do pneu enquanto exerce pressão sobre a superfície da etiqueta.

A movimentação do rolo aplicador é efetuada por um cilindro pneumático. A escolha recaiu num cilindro DSNU de duplo efeito com amortecimento pneumático regulável nas posições finais de curso. Para efeitos de cálculo considera-se a pressão de trabalho de 6 bar.

O cilindro tem um curso de 100 mm e atua na horizontal para movimentação do rolo, que é apoiado e guiado pelas peças e casquilhos que o suportam, não sendo a carga aplicada diretamente no cilindro. O fator de carga usado para o cálculo na equação [3.23] é então de 1.

$$dc = 2 \sqrt{\frac{Fp}{\eta \times \pi \times Pt}} \Leftrightarrow dc = 2 \sqrt{\frac{4}{1 \times \pi \times 6}} = 0,92 \text{ cm} = 9,2 \text{ mm} \quad [3.23]$$

O conjunto do rolo pressionador a ser movido tem um peso de 4 kg. O diâmetro interno mínimo do tipo de cilindro usado na movimentação deste é de 9,2 mm. O cilindro padrão mais próximo que a Festo tem, com amortecimento regulável, é o cilindro DSNU-16-100-PPV-A, com um diâmetro do êmbolo de 16 mm e uma haste de 6 mm.

Apesar de a Festo disponibilizar um cilindro com êmbolo de 12 mm e de amortecimento regulável, este não é um cilindro padrão pelo que, o tempo de entrega seria bastante superior, podendo causar problemas no prazo de entrega da máquina ou no tempo de paragem da máquina em caso manutenção devido a danos ou desgaste.

O cilindro selecionado requer uma pressão mínima de trabalho de aproximadamente 2 bar no avanço, e de 2,3 bar no recuo, tal como determinado pelas equações [3.24] e [3.25]. Estes valores são inferiores à pressão de trabalho estipulada pelo que, o cilindro não apresentará problemas em movimentar o rolo pressionador.

$$Pt_{avanço} = \frac{Fa}{A} \Leftrightarrow Pt_{avanço} = \frac{Fp}{\eta \times A} = \frac{4}{1 \times 2} = 2 \text{ kgf/cm}^2 \quad [3.24]$$

$$Pt_{recuo} = \frac{Fa}{A} \Leftrightarrow Pt_{recuo} = \frac{Fp}{\eta \times A} = \frac{4}{1 \times 1,73} = 2,3 \text{ kgf/cm}^2 \quad [3.25]$$

Para avaliar se cilindro se adequa à exigência dinâmica do projeto recorreu-se novamente ao simulador *Pneumatic Sizing* da Festo. Através da introdução dos diferentes parâmetros de projeto, apresentados na Tabela 43, e assumindo um tempo de posicionamento de 350 ms no avanço e de 450 ms no recuo, obteve-se como resultado exato um cilindro DSNU com um êmbolo de 16 mm (Figura 71).

Tabela 43 – Dados para dimensionamento pneumático

Massa	4 kg
Curso	100 mm
Posição de montagem	0°
Pressão	6 bar
Comprimento de tubo (válvula - cilindro)	3 m
Tipo de amortecimento	PPV (ajustável)
Tempo de posicionamento requerido	350 ms (Avanço) 450 ms (Recuo)

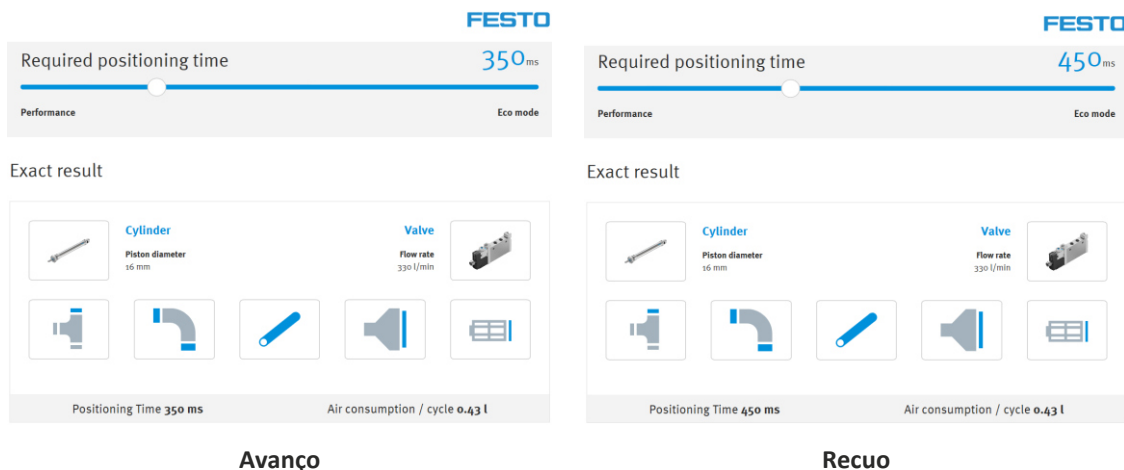


Figura 71 – Resultados de simulação para dimensionamento do cilindro

Como forma de verificar se o cilindro opera com os tempos de posicionamento definidos, sem que haja redução do seu tempo de vida útil, foi efetuada a simulação pneumática da Festo.

A simulação pneumática, com um tempo de avanço de 350 ms e um tempo de recuo de 450 ms, revelou que o cilindro $\varnothing 16$ opera com uma energia residual no fim de curso inferior à máxima energia de impacto permitida, que é de 0,15 J.

A simulação efetuada, com os respetivos dados de projeto apresentados na Tabela 44, permite concluir que o cilindro pneumático $\varnothing 16$ pode operar nos tempos de posicionamento definidos inicialmente sem que haja redução do tempo de vida útil do cilindro.

Tabela 44 – Energia cinética de impacto: valores admissíveis vs. resultados simulação

Energia cinética de impacto	Valor admissível	Tempo de posicionamento	Velocidade média	Resultado Simulação
Energia de impacto: avanço	0,15 J	350 ms	0,33 m/s	0,103 J
Energia de impacto: recuo		450 ms	0,28 m/s	0,102 J

Para que a haste não sofra encurvadura, o resultado apresentado na equação [3.26] requer que esta apresente um diâmetro mínimo de 2,1 mm; assim, está verificada esta condição, com a haste de 6 mm do cilindro $\varnothing 16$.

$$dh = \sqrt[4]{\frac{64 \times l^2 \times Fa \times S}{\pi^3 \times E}} \Leftrightarrow dh = \sqrt[4]{\frac{64 \times (1 \times 10)^2 \times 40 \times 5}{\pi^3 \times 2,1 \times 10^7}} = 0,21 \text{ cm} = 2,1 \text{ mm} \quad [3.26]$$

O rolo pressionador tem uma altura de 350 mm para permitir efetuar pressão sobre a superfície da etiqueta energética aplicada, independentemente de qual seja a largura de pneu. A distância entre a altura mínima e máxima de aplicação de etiqueta é cerca de 290 mm (Figura 72). Como a posição do módulo pressionador é fixa, a altura definida para o rolo é perfeitamente aceitável e cumpre com o pretendido.

Os desenhos de fabrico dos diversos componentes do módulo pressionador encontram-se no Anexo 1.

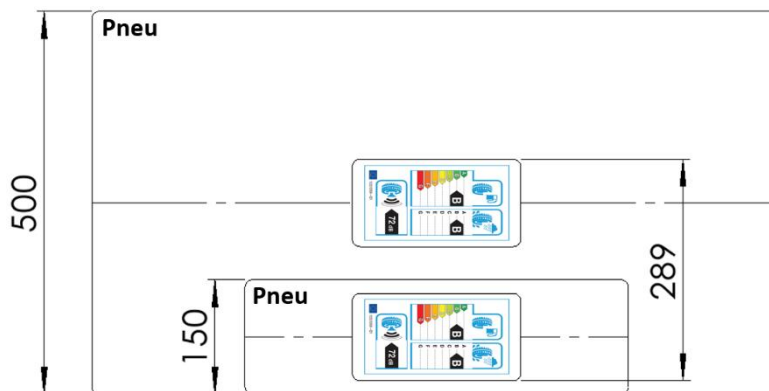


Figura 72 – Largura do pneu vs. Altura de aplicação de etiqueta energética

3.7.6 Projeto pneumático

O projeto pneumático é desenvolvido de forma a permitir a operação e o controlo dos cilindros pneumáticos responsáveis pela movimentação do transportador aplicador e do rolo pressionador.

Em situações específicas, dependendo do tipo de impressora usada, pode ser necessário incluir alimentação pneumática para impressão por transferência térmica. Algo que para já não está incluído no esquema pneumático, apresentado na Figura 73. O esquema pneumático pode também ser consultado no Anexo 2.

O projeto pneumático inclui as seguintes características e componentes:

- Pressão de alimentação: 6 bar;
- Unidade de tratamento de ar combinada (filtro regulador com manómetro; válvula manual de corte; válvula de corte elétrico);
- Válvulas solenoides de controlo direcional;
- Válvulas reguladoras de pressão (avanço do cilindro);
- Válvulas reguladoras de fluxo unidireccionais;
- Cilindros pneumáticos.

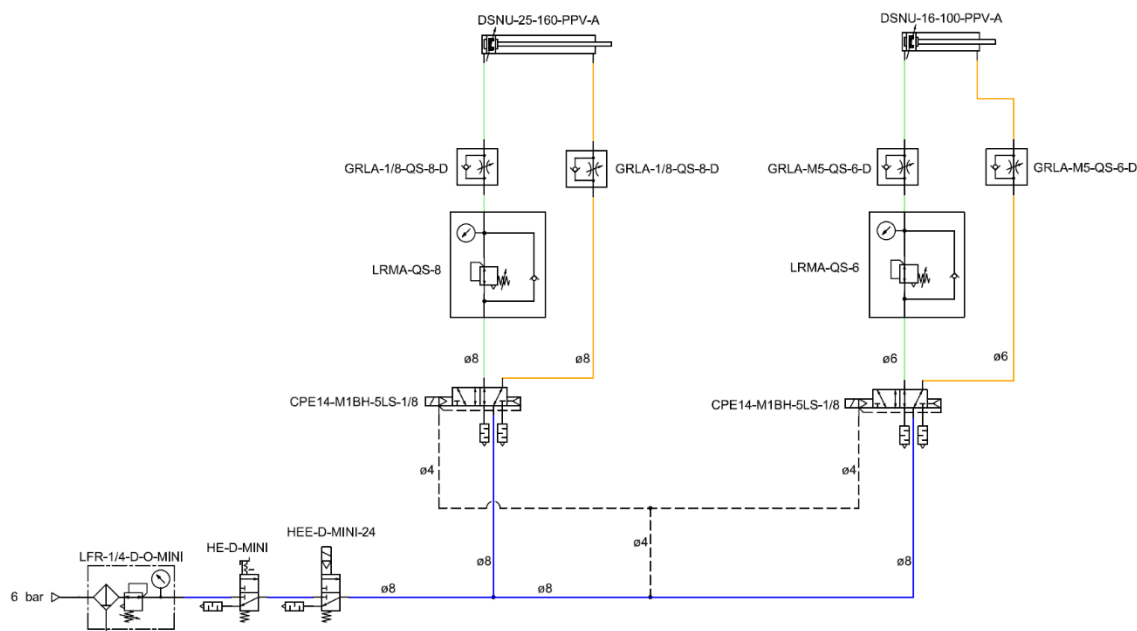


Figura 73 – Esquema pneumático do aplicador de etiquetas

3.7.7 Segurança da máquina

Os requisitos de saúde e de segurança que se aplicam ao aplicador de etiquetas, segundo a diretiva máquinas, foram determinados através da realização de uma avaliação de riscos da máquina. Esta análise e avaliação de riscos da máquina pode ser consultada no Anexo 3.

Algumas das medidas de concepção tomadas, tendo em conta a avaliação de riscos efetuada, são descritas no parágrafo seguinte.

A máquina tem a sua estrutura praticamente fechada, exceto junto aos módulos aplicador e pressionador derivado à necessidade de aplicação da etiqueta no pneu. Como forma de evitar acontecimentos perigosos, que possam causar danos, foram tomadas as seguintes medidas:

- Estrutura fechada da máquina;
- Colocação de interruptor magnético de segurança (PSEN 1.2p-20 da Pilz) nas portas, para interrupção imediata e automática da operação da máquina quando alguma porta é aberta;
- Instalação de proteção da Troax junto à estrutura da máquina para impedir acesso a zonas perigosas, de acordo com a norma EN ISO 13857:2008 (Segurança de máquinas - Distâncias de segurança para impedir que os membros superiores e inferiores alcancem zonas perigosas).

Caso a largura e altura do transportador de pneus permitam acesso a zonas perigosas da máquina a partir do lado oposto à instalação máquina, deve ser impedido o acesso desse lado através da colocação de proteção de segurança.

Deve ser assegurado que os perigos mecânicos, elétricos, térmicos, ou outros, existentes na máquina têm implementadas medidas de segurança com vista à eliminação dos riscos associados.

A zona de trabalho do aplicador de etiquetas está ilustrada na Figura 74. A zona a amarelo deve ficar livre e desimpedida para fácil acesso durante o processo e para manutenção. A zona a vermelho pode apenas ser acedida quando a máquina não se encontra em funcionamento.

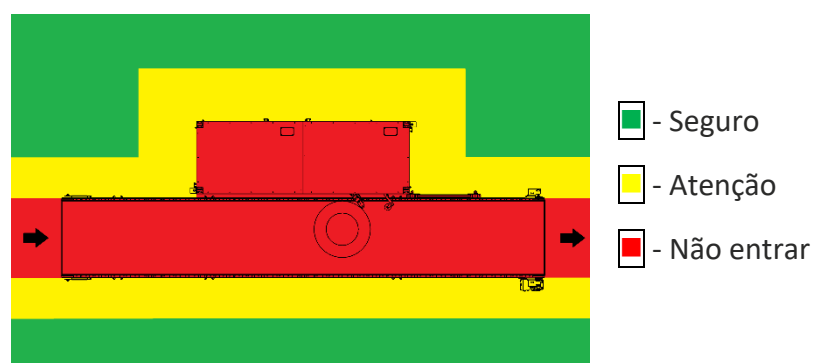


Figura 74 – Zona de trabalho do aplicador de etiquetas

3.7.8 Tempo de ciclo da máquina

O tempo de ciclo da máquina foi determinado tendo em conta os tempos de operação nos diferentes módulos. Foi sempre considerado o cenário de operação mais desfavorável para impressão e aplicação da etiqueta, pelo que, os tempos de ciclo apresentados são passíveis de ser inferiores consoante a distância percorrida pelos eixos de elevação e a velocidade impressão. A Figura 75 apresenta os gráficos resumo do ciclo de trabalho de acordo com a operação, tempo de execução e ainda, consoante o comprimento da etiqueta a aplicar.

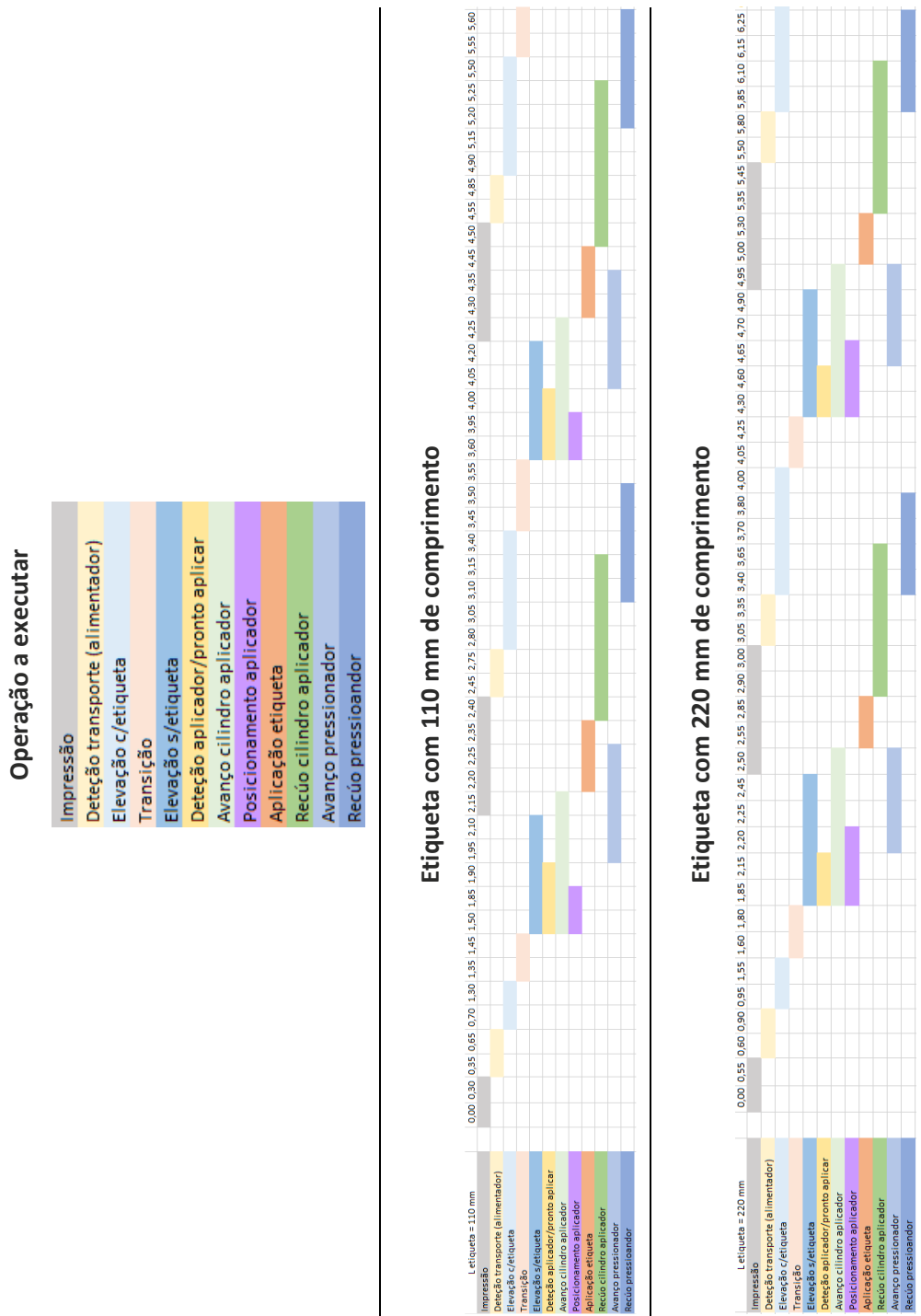


Figura 75 – Ciclo de trabalho do aplicador de etiquetas

Como resultado da simulação do ciclo de trabalho obtiveram-se os tempos de ciclo e informação apresentados na Tabela 45.

O tempo de ciclo máximo da máquina para aplicação do rótulo energético na superfície do pneu é de aproximadamente 2,5 s, entre aplicações. A este tempo de ciclo corresponde uma distância entre pneus, durante o transporte, de 1667,5 mm.

Tabela 45 – Tempos de ciclo do aplicador e distância entre pneus

Comprimento da etiqueta	Velocidade de avanço do pneu	Tempo de ciclo completo da etiqueta	Tempo de ciclo do aplicador, entre aplicações	Distância entre pneus durante o transporte
110 mm	667 mm/s	2,35 s	2,1 s	1400,7 mm
220 mm	(40 m/min.)	2,85 s	2,45 s	1634,2 mm

A distância a assegurar entre cada pneu (Figura 76) para aplicação da etiqueta energética deve ser próxima, no mínimo, de 1700 mm.

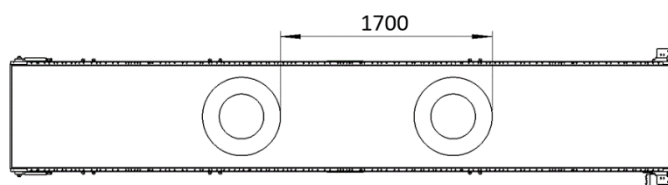


Figura 76 – Distância entre pneus

Considerando o tempo de ciclo do aplicador, entre aplicações, e uma operação diária contínua de 8 horas, o aplicador de etiquetas é capaz de processar 11520 pneus, diariamente.

A aplicação de etiquetas na superfície dos pneus só é possível através da instalação do aplicador de etiquetas paralelamente a um transportador, como ilustrado na Figura 77.

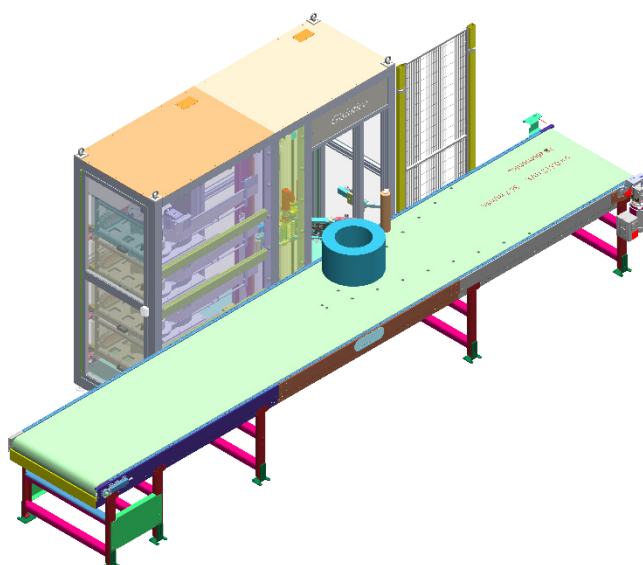


Figura 77 – Processo de aplicação de etiqueta no pneu

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

A realização da dissertação permitiu ter uma visão alargada da indústria do pneu e a percepção da necessidade crescente, em qualquer tipo de indústria ou mercado, pela procura em criar e obter produtos inovadores que sejam eficientes energeticamente, ecológicos e seguros.

O projeto final obtido foi conseguido de uma forma geral, estando de acordo com os objetivos da dissertação e com os requisitos de projeto.

Os objetivos específicos definidos inicialmente na dissertação (subcapítulo 1.2 Objetivos) foram cumpridos, como se pode constatar pela Tabela 46.

Tabela 46 – Objetivos específicos vs. Conclusões e resultados obtidos

Objetivo específico	Conclusões e resultados obtidos
Adaptabilidade a transportadores com diferentes alturas e respectivas velocidades de transporte.	Projeto permite ao aplicador de etiquetas trabalhar em paralelo a transportador com uma altura entre os 800 mm e os 1200 mm. A velocidade de transporte é adaptável consoante o cliente e a automação da máquina.
Garantir compatibilidade com pneus de diferentes dimensões.	Dimensões de pneus permitidas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diâmetro do talão: 13" – 24"; ▪ Largura: 150 – 500 mm; ▪ Diâmetro exterior: 500 – 900 mm. O aplicador opera, de forma aleatória, com pneus de diferentes dimensões, estando perante um processo misto. O módulo aplicador permite o ajuste automático da altura de aplicação da etiqueta, consoante a largura do pneu.
Possibilidade de imprimir, de forma aleatória, etiquetas energéticas com diferentes formatos e/ou dimensões.	Sistema modular de gavetas com até 4 módulos de gaveta independentes. Impressão por transferência térmica sob demanda, isto é, imprime informação variável.

Objetivo específico	Conclusões e resultados obtidos
	Em resumo, é possível imprimir até 4 etiquetas de dimensões diferentes, correspondente ao número máximo de módulos, sendo que cada etiqueta é impressa de forma distinta e aleatória, de acordo com o pneu em questão.
Tempo de ciclo da máquina deve ser equivalente ao dos produtos existentes no mercado, sem que isso limite a taxa de produção e processamento de pneus.	Tempo de ciclo dos produtos existentes no mercado varia entre 2 a 5 s. O tempo de ciclo máximo do aplicador de etiquetas desenvolvido é de 2,5 s, havendo margem para melhorar este tempo (ver subcapítulo 3.7.8 Tempo de ciclo da máquina). Capacidade de deteção de erro e de agir de acordo, dando continuidade ao processamento automático de pneus.
Selecionar e dimensionar os diferentes componentes da máquina.	A seleção e dimensionamento dos diferentes componentes foram realizados ao longo do desenvolvimento do projeto, estando expostos no subcapítulo 3.7 Projeto. As fichas técnicas dos componentes encontram-se no Anexo 4.
Assegurar dimensões finais da máquina adequadas ao seu transporte.	As dimensões finais da máquina (Figura 37), incluindo palete para acondicionamento, permitem transportar a máquina em camião ou contentor (Tabela 30), sem que haja necessidade da sua desmontagem.
Integrar e indicar as medidas adequadas para garantir a segurança da máquina.	Medidas de segurança integradas ao longo do desenvolvimento do projeto (ver subcapítulo 3.7.7 Segurança da máquina). Requisitos de saúde e segurança, e respetivas medidas de prevenção de riscos, determinados através da avaliação de riscos da máquina (Anexo 3).
Execução dos desenhos de fabrico.	Foram executados todos os desenhos de projeto e de fabrico referentes ao aplicador de etiquetas, podendo estes serem consultados no Anexo 1 ² . Total de 156 desenhos efetuados: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conjunto de montagem - Oficina: 37; ▪ Torno: 13;

² O número de desenhos apresentados no Anexo 1 é limitado por motivos de confidencialidade.

Objetivo específico	Conclusões e resultados obtidos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fresa: 50; ▪ Laser: 18; ▪ Corte: 10; ▪ Corte e Furação - Oficina: 20; ▪ Compra/Maquinagem: 2; ▪ Outro: 6.
Desenvolvimento do esquema pneumático da máquina.	<p>Projeto pneumático desenvolvido para permitir a operação e controlo dos cilindros pneumáticos do módulo aplicador e do módulo pressionador (ver subcapítulo 3.7.6 Projeto pneumático).</p> <p>O esquema pneumático pode ser visualizado no Anexo 2.</p>

O aplicador de etiquetas apresenta como características gerais principais as que estão descritas na Tabela 47. Esta tabela para além de apresentar os resultados obtidos e permitidos pelo projeto realizado, faz comparação com os requisitos previamente definidos.

Tabela 47 – Características do aplicador de etiquetas

Característica	Requisitos de Projeto	Aplicador de Etiquetas
Velocidade do transportador	40 m/min	40 m/min (adaptável consoante cliente e automação)
Altura do transportador	800 mm	800 – 1200 mm
Dimensões do pneu		Diâmetro do talão: 13” – 24” Largura: 150 – 500 mm Diâmetro exterior: 500 – 900 mm
Dimensões da etiqueta (pré-impressa)	Largura: 75 – 114 mm Altura: 110 – 220 mm	Largura: 75 – 120 mm (dimensão dependente da impressora usada) Altura: 110 – 310 mm
Tempo de ciclo	2 a 5 s	2,5 s (máximo)
Tipo de impressão	- (cor: preto)	Transferência térmica (cor: preto)
Velocidade de impressão	-	Dependente do tipo de impressora usada
Dimensões	-	C 2,8 x L 0,9 x A 2,3 m
Peso	-	1000 kg (estimado)

O aplicador de etiquetas apresenta como vantagens o facto de ser uma máquina simples e modular, com quadro eléctrico independente da máquina e com a capacidade de fácil adaptabilidade aos requisitos do cliente. Ao contrário de outras máquinas similares existentes no mercado, este aplicador parte de uma apresentação e configuração simples sendo adicionado, ou até removido, determinado tipo de componente ou configuração, conforme pretendido pelo cliente. Não forçando o cliente a comprar um produto totalmente equipado, com elementos que não pretende obter, ou que não lhe é possível usar da maneira mais produtiva, acabando por ter de fazer um investimento avultado sem que consiga usar parte das funcionalidades integradas.

O facto do quadro eléctrico ser independente da máquina, resulta numa máquina mais compacta e com a vantagem de o cliente poder optar, como muitas vezes pretende, pelo local de instalação do quadro eléctrico.

A ausência de quadro eléctrico na máquina leva à existência de um maior espaço livre dentro da estrutura que permite facilmente a sua manutenção, sem que para isso seja necessário ter instalada uma plataforma deslizante.

A existência de vários módulos de etiquetas não requer o uso em tandem de várias máquinas.

O aplicador apresenta ainda as seguintes características gerais:

- Sistema totalmente automático;
- Aplicação aleatória de etiquetas com diferentes formatos e dimensões (até 4 módulos independentes);
- Ajuste automático da altura de aplicação de etiqueta;
- Em caso de erro na identificação do pneu por RFID, ou outro, o módulo de alimentação descarta a etiqueta impressa para um recipiente (ex.: caixote) e dá continuidade ao processo, indo buscar uma nova etiqueta;
- Componentes de controlo de acordo com requisitos do cliente;
- Integração de diferentes elementos consoante requisitos do cliente (ex: sensor de deteção de presença de pneu, torre luminosa de aviso, painel de controlo, rastreabilidade do pneu, etc.).

O projeto do aplicador estará sempre sujeito a melhorias ao longo da própria fase de projeto e durante a execução de um possível protótipo, que permitirá a verificação e avaliação da necessidade de determinado tipo de modificação ou melhoria.

4.2 Proposta de trabalhos futuros

Nenhum projeto é estático, procurando-se sempre saber quais os aspetos a melhorar e definir quais são os próximos passos a seguir. Como forma de dar seguimento e complementar o projeto elaborado sugerem-se os seguintes trabalhos futuros:

- Projeto elétrico;
- Automação da máquina;
- Orçamentação, para avaliação dos custos de produção da máquina;
- Construção de protótipo;
- Otimização do equipamento em termos de projeto mecânico, de comportamento dinâmico e tempo de ciclo;
- Elaboração de manual de instruções, segundo as indicações da diretiva máquinas;
- Elaboração de processo técnico de fabrico, de acordo com a diretiva máquinas.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Comissão Europeia, «Energia, alterações climáticas, ambiente». https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment_pt (acedido Jun. 11, 2020).
- [2] DGEG - Direção-geral de Energia e Geologia, «Ecodesign e Etiqueta energética». <http://www.dgeg.gov.pt/default.aspx?cn=636364487560AAAAAAAAAAAA> (acedido Jun. 11, 2020).
- [3] Parlamento Europeu e Conselho, «Diretiva 2012/27/UE de 25 de Outubro de 2012 - Eficiência Energética». Jornal Oficial da União Europeia L 315, 2012.
- [4] Parlamento Europeu e Conselho, «Diretiva 2009/125/CE de 21 de Outubro de 2009 - Conceção Ecológica». Jornal Oficial da União Europeia L 285, 2009.
- [5] Parlamento Europeu e Conselho, «Regulamento (UE) 2017/1369 de 4 de Julho de 2017 - Etiquetagem Energética». Jornal Oficial da União Europeia L 198, 2017.
- [6] Parlamento Europeu e Conselho, «Regulamento (CE) 1222/2009 de 25 de Novembro de 2009 - Rotulagem dos Pneus». Jornal Oficial da União Europeia L 342, 2009.
- [7] Parlamento Europeu e Conselho, «Regulamento (CE) 661/2009 de 13 de Julho de 2009 – Homologação no que se refere à segurança geral dos veículos a motor, seus reboques e sistemas, componentes e unidades técnicas a eles destinados». Jornal Oficial da União Europeia L 200, 2009.
- [8] Parlamento Europeu e Conselho, «Diretiva 2007/46/CE de 5 de Setembro de 2007 – Homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos». Jornal Oficial da União Europeia L 263, 2007.
- [9] European Commission, «Air pollution from the main sources - Air emissions from road vehicles», 07/08/2019. <https://ec.europa.eu/environment/air/sources/road.htm> (acedido Jun. 11, 2020).
- [10] European Commission, «Road transport: Reducing CO2 emissions from vehicles». https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_pt (acedido Jun. 11, 2020).
- [11] Comissão Europeia, «Mobilidade sustentável», *Dezembro de 2019*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/fs_19_6726 (acedido Jun. 11, 2020).

- Jun. 11, 2020).
- [12] NHTSA, «The Pneumatic Tire». U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 2006, doi: DOT HS 810 561.
- [13] Ciência e Tecnologia da Borracha | Mário Caetano, «O Fabrico de Pneus: Introdução». <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/pneus/o-fabrico-de-pneus/introducao/> (acedido Jun. 14, 2020).
- [14] R. M. da S. Oliveira, «A importância dos pneus na segurança rodoviária», *ANSR - Autoridade Nacional Segurança Rodoviária*. http://www.ansr.pt/SegurancaRodoviaria/ArtigosTecnicos/Documents/A_importancia_dos_pneus_na_seguranca_rodoviaria.pdf (acedido Jun. 11, 2020).
- [15] S. Köppen, «UPDATE ISO 28580 - ETRTO», Working Paper No. STD-01-05, 2009. [Em linha]. Disponível em: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2009/wp29grrf/STD-01-05e.pdf>.
- [16] NHTSA, «NHTSA Tire Fuel Efficiency Consumer Information Program Development: Phase 2 – Effects of Tire Rolling Resistance Levels on Traction, Treadwear, and Vehicle Fuel Economy». U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Springfield, Virginia, 2009, doi: DOT HS 811 154.
- [17] Viegand Maagøe A/S, «Review study on the Regulation (EC) No 1222/2009 on the labelling of tyres», Copenhagen, Denmark, 2016. [Em linha]. Disponível em: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Study_in_support_of_the_Review_of_the_Tyre_Labelling_Regulation_final.pdf.
- [18] Ministério da Administração Interna, «Decreto-Lei 72-C/2003 de 14 de Abril». Diário da República n. 88/2003, 1º Suplemento, Série I-A de 2003-04-14, pp. 2452-(56) a 2452-(93), 2003, [Em linha]. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/315886>.
- [19] ETRMA - European Tyre & Rubber Manufacturer's Association, «European Tyre Labelling review: the first five years». 2018, [Em linha]. Disponível em: <https://www.etrma.org/wp-content/uploads/2019/09/etrma-lizeo-report-2018-v9-web.pdf>.
- [20] European Commission, «A Consumer's Guide to Energy-Efficient Tyres». [Em linha]. Disponível em: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/user_guide_-_tyres_en.pdf.
- [21] ETRMA - European Tyre & Rubber Manufacturer's Association, «EU Tyre Labelling Regulation 1222/2009. Industry Guideline on tyre labelling to promote the use of fuel-efficient and safe tyres with low noise levels. Version 4.» 2012, [Em linha]. Disponível em: <https://www.etrma.org/wp->

- content/uploads/2019/11/2012-07-05-industry-guideline-on-tyre-labelling-vers4.pdf.
- [22] Ciência e Tecnologia da Borracha | Mário Caetano, «Rotulagem de Pneus». <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/pneus/rotulagem-de-pneus/> (acedido Jun. 14, 2020).
- [23] Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc., «Guideline for tyre labeling to promote the use of fuel efficient tyres (labeling system)». 2009, [Em linha]. Disponível em: <http://albeniztyrelabelling.com/albeniz/wp-content/uploads/2014/01/Japan-labelingsystemE.pdf>.
- [24] KAIST; LANXESS, «Socio-Economic Effects as a Result of the Enactment of Tire Efficiency Rating (Labeling) System in South Korea - Final Report». 2011, [Em linha]. Disponível em: <http://albeniztyrelabelling.com/albeniz/wp-content/uploads/2014/01/Korea.pdf>.
- [25] MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR; INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA, «Portaria n.º 544, de 25 de outubro de 2012». 2012, [Em linha]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001918.pdf>.
- [26] Parlamento Europeu e Conselho, «Regulamento (UE) 2020/740 de 25 de Maio de 2020 - Rotulagem dos Pneus». Jornal Oficial da União Europeia L 177, 2020.
- [27] European Commission, «Tyres». https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/tyres_en (acedido Jun. 29, 2020).
- [28] H. Kipphan, *Handbook of print media: technologies and production methods*. Heidelberg, Germany: Springer, 2001.
- [29] K. L. Yam, Ed., *The Wiley encyclopedia of packaging technology*, 3rd ed. Wiley, 2009.
- [30] Zebra, «Barcoding 101: What You Need to Know», 2016. <https://www.zebra.com/content/dam/zebra/white-papers/en-us/barcoding-101-white-paper-en-us.pdf> (acedido Jun. 27, 2020).
- [31] Logiscenter, «Tipos de impressoras térmicas». <https://www.logiscenter.pt/tipos-de-impressoras-termicas-de-etiquetas%0D> (acedido Jun. 27, 2020).
- [32] Videojet Technologies Inc., «Thermal Transfer Overprinting (TTO) vs. hot stamp printing for coding on flexible packaging materials». 2015, [Em linha]. Disponível em: <https://www.videojet.com/wp-content/uploads/dam/pdf/NA-English/White-Paper/wp-tto-vs-hot-stamp-printing-for-coding-on-flexible-packaging-us.pdf>.
- [33] P. M. Pinto, «Pós-Graduação: Segurança de Máquinas. Regulamentação e

- Normalização.», 2017.
- [34] Parlamento Europeu e Conselho, «Directiva 2006/42/CE de 17 de Maio de 2006 - Máquinas». Jornal Oficial da União Europeia L 157/24, 2006.
- [35] Tire Technology Expo 2020, «Showguide», *Gislotica Lda*, p. 81, 2020.
- [36] Revista Business Portugal, «Portugal: Anuário 2017. Desafios de futuro.», *Uma empresa familiar presente em todo o mundo*, pp. 130–131, 2017.
- [37] Gislotica, «Missão».
http://www.gislotica.pt/pt/quem_e_a_gislotica.4.html#2020 (acedido Jun. 29, 2020).
- [38] ETRMA - European Tyre & Rubber Manufacturer's Association, «The european tyre industry: Facts and Figures». 2020, [Em linha]. Disponível em:
<https://www.etrma.org/wp-content/uploads/2019/12/Figures-leaflet-updated-front-2019-larger-NEW-LABEL.pdf>.
- [39] ETRMA - European Tyre & Rubber Manufacturer's Association, «Tyres».
<https://www.etrma.org/tyres/> (acedido Jun. 12, 2020).
- [40] ETRMA - European Tyre & Rubber Manufacturer's Association, «Tyre Regulations». <https://www.etrma.org/key-topics/tyre-regulations/> (acedido Jun. 14, 2020).
- [41] Weber Marking Systems, «LEGI-AIR 5300 TIRE LABELLING SYSTEM». 2010, [Em linha]. Disponível em: https://www.weber-marking.com/fileadmin/user_upload/PDF/Weber/LPA_PRO_005D_Legi-Air_Tyre_Weber_GB.pdf.
- [42] Albeniz, «Albeniz». <http://www.ealbeniz.com/en> (acedido Jul. 04, 2020).
- [43] Albeniz Tyre Labelling, «Albeniz», 2020. <http://albeniztyrelabelling.com/> (acedido Jul. 04, 2020).
- [44] Albeniz: tyre labelling solutions, «ASUN.T: Flexible tyre-labelling machine for handling or truck-loading processes». [Em linha]. Disponível em:
http://albeniztyrelabelling.com/albeniz/wp-content/uploads/2014/01/ALBENIZ_CATALOGO_ASUNT_v_12.pdf.
- [45] Albeniz: tyre labelling solutions, «AST 4.0: NON-STOP high-yield multi-format tyre-labelling machine». [Em linha]. Disponível em:
http://albeniztyrelabelling.com/albeniz/wp-content/uploads/2014/01/ALBENIZ_AST4_V_09_TR.pdf.
- [46] Weber Marking Systems GmbH, «Tire labelling system: Legi-Air Tyre».
<https://www.weber-marking.com/labelling/label-printers-and-dispensers/legi-air-tyre.html> (acedido Jul. 03, 2020).
- [47] Weber Packaging Solutions, «5300 Tire Label Printer Applicator», 2019.
<http://www.weberpackaging.com/5300-tire-label-printer-applicators.html>

- (acedido Jul. 03, 2020).
- [48] Computype, «About Computype», 2020. <https://www.computype.com/about-us> (acedido Jul. 03, 2020).
- [49] Computype, «Chtomaffix. The dynamic solution for tread labeling.» .
- [50] Computype, «Tire tread labels. A quick overview.» .
- [51] the Poling Group, «Tread Label Applicator (TLA)», 2020. https://www.polinggroup.com/curing_tla.php (acedido Jul. 02, 2020).
- [52] NJM, «Model 401X FINALTOUCH™ Print and Apply Labelers», 2020. <https://www.njmpackaging.com/products/model-401x-finaltouch-print-and-apply-labelers/> (acedido Jul. 01, 2020).
- [53] ProMach Inc., «FINALTOUCH™ PRINT & APPLY FAMILY». 2019, [Em linha]. Disponível em: <https://files.njmpackaging.com/NJM-Print-Apply-2020.pdf>.
- [54] NJM, «Model 401XLET Print & Apply Tire Labeler», 2020. <https://www.njmpackaging.com/videos/njm-model-401x-finaltouch-print-apply-pallet-labeler/njm-model-401x-tire-labeler/> (acedido Jul. 01, 2020).
- [55] Videojet Technologies, «Impressora e Aplicadora de etiquetas com Intelligent Motion: Videojet 9550». p. 2016, Acedido: Jul. 14, 2020. [Em linha]. Disponível em: <https://global.videojet.com/wp-content/uploads/dam/pdf/Portugal - Portuguese/Specification-Sheet/ss-9550-pt-pt.pdf>.
- [56] HERMA GmbH, «HERMA 500». 2020, [Em linha]. Disponível em: https://www.herma-labeler.com/fileadmin/Etikettierer/Produkte/HERMA500/HERMA_500_Leaflet_2020.pdf.
- [57] M. Ashby, *Seleção de Materiais no Projeto Mecânico. [Tradução de Arlete Simille Marques]*, 1ª ed. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier Editora Ltda., 2012.
- [58] item, «XMS – the item machine cabins». Solingen, Germany, 2018, doi: 0.4.124.76.
- [59] Rollon, «Telescopic Line: General catalogue». 2019, doi: TL_GC_EN_02/19.
- [60] Habasit AG, «Polycord round belts: Engineering manual». Reinach-Basel, Switzerland, 2011, doi: 0109.15.85.1095.
- [61] SEW Eurodrive, «Drive Engineering - Practical Implementation - Servo Technology». Bruchsal, Germany, 2006, doi: 11322810 / EN.
- [62] Festo, «Toothed belt axes EGC-HD-TB, with heavy-duty guide». 2020.
- [63] F. da Silva, A. Santos, e R. Campilho, «2.3 - Dimensionamento da rede de distribuição do ar comprimido: Dimensionamento de atuadores». Instituto Superior de Engenharia do Porto, pp. 44–77, 2014.

ANEXOS

6.1 ANEXO 1 – DESENHOS DE PROJETO

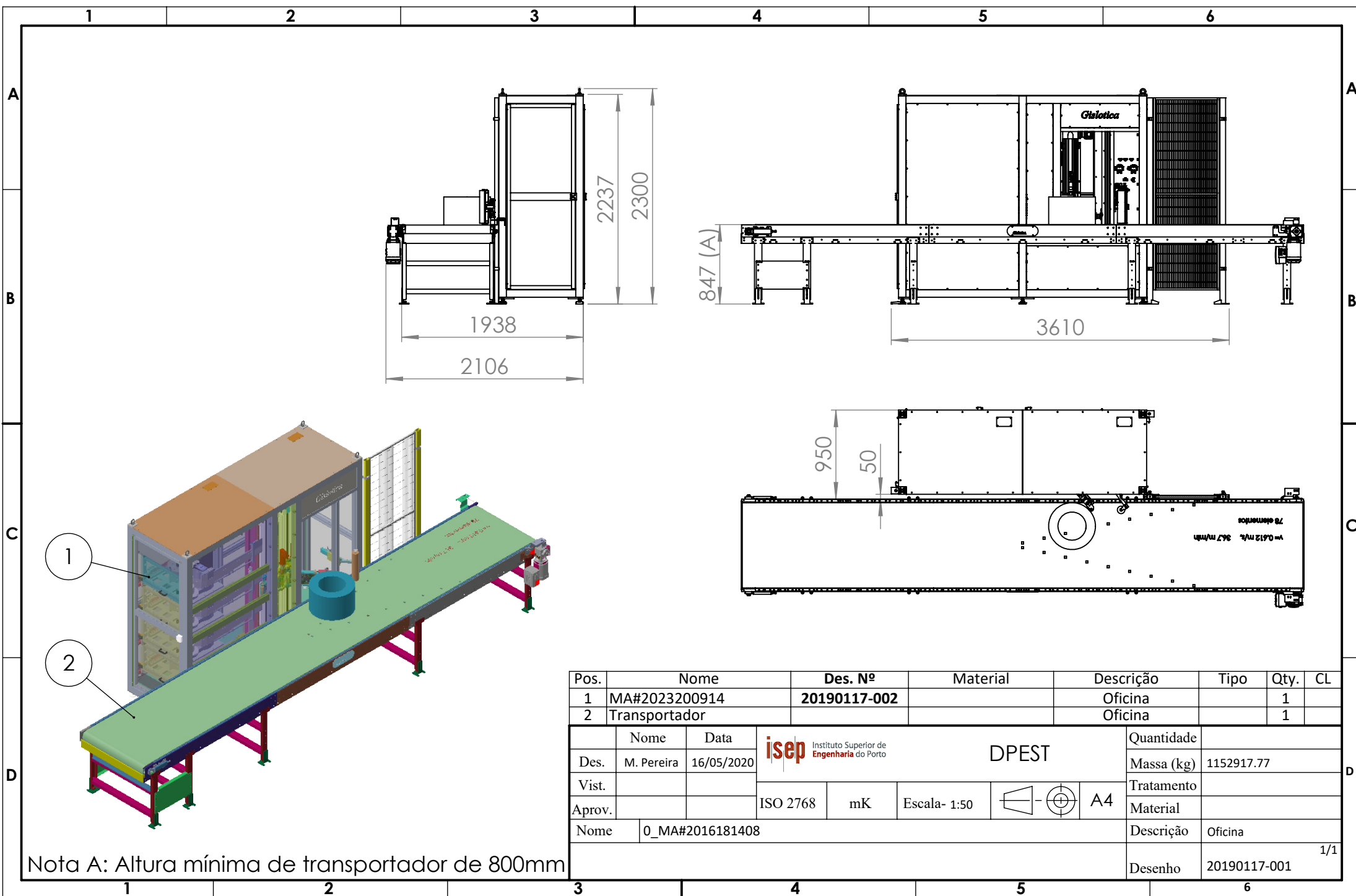
6.2 ANEXO 2 – ESQUEMA PNEUMÁTICO

6.3 ANEXO 3 – ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCOS DA MÁQUINA

6.4 ANEXO 4 – FICHAS TÉCNICAS

6 ANEXOS

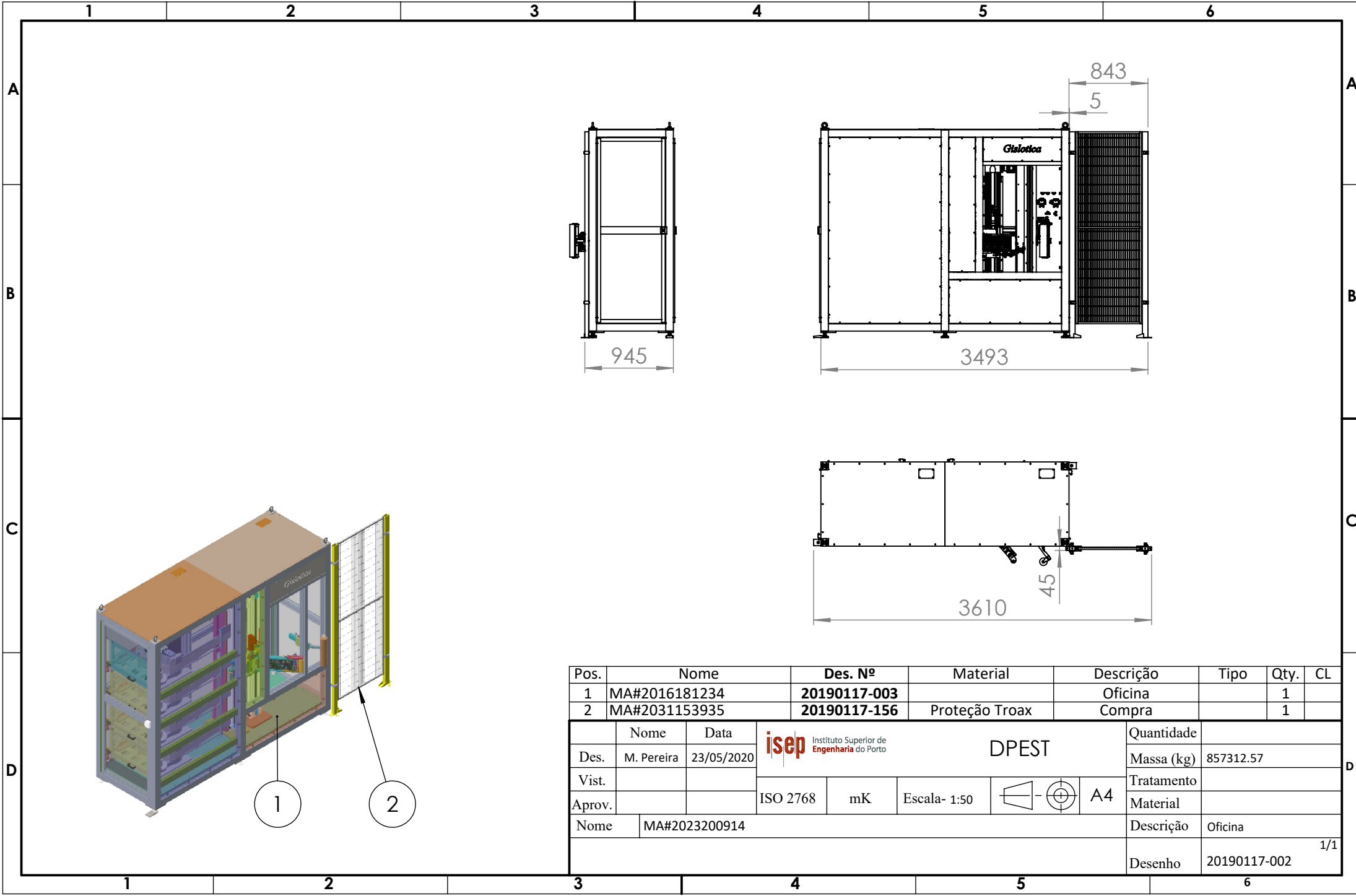
6.1 Anexo 1 – Desenhos de projeto





Nota A: Altura mínima de transportador de 800mm

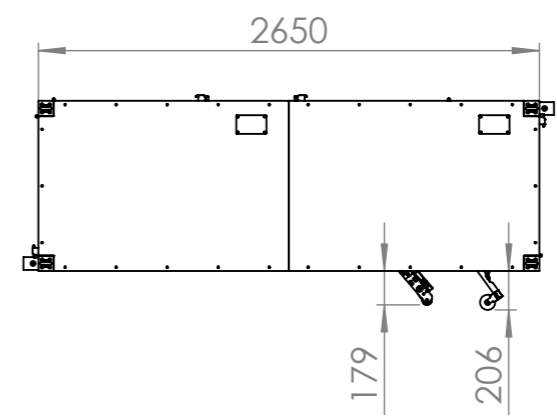
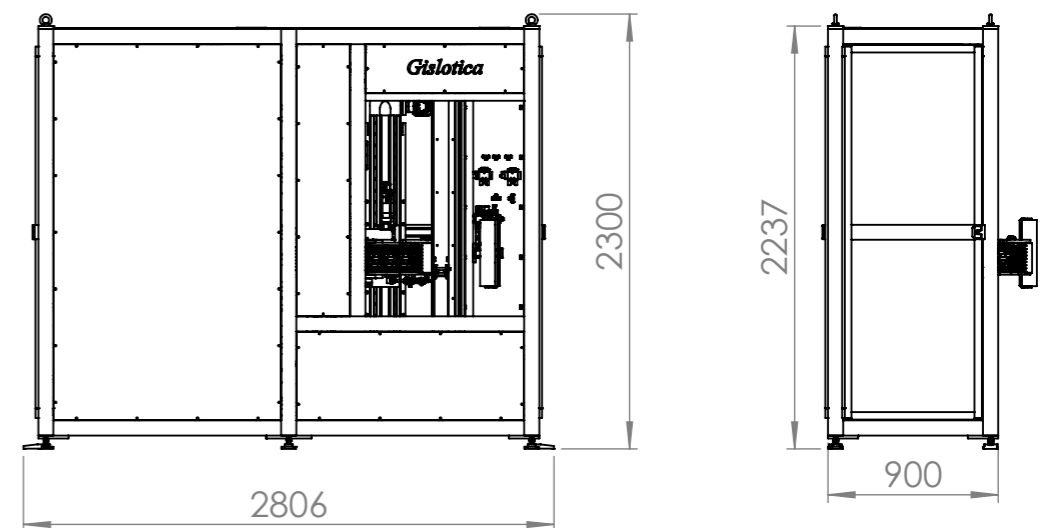
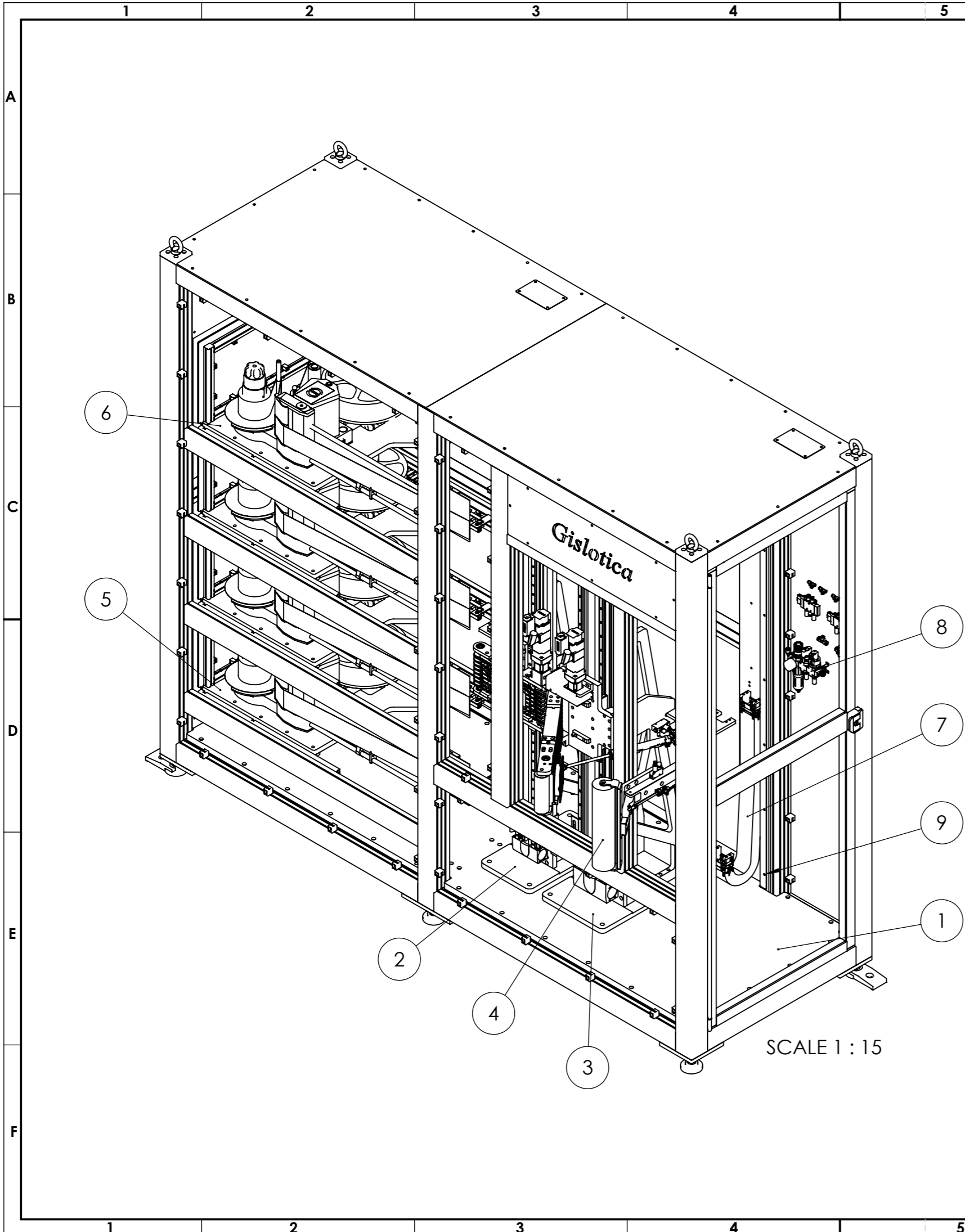
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2023200914	20190117-002		Oficina		1	
2	Transportador			Oficina		1	

Des.	Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	
	M. Pereira	16/05/2020	DPEST				Massa (kg)	1152917.77
Vist.			ISO 2768	mK	Escala- 1:50	A4	Tratamento	
Aprov.							Material	
Nome	0_MA#2016181408					Descrição	Oficina	
							Desenho	20190117-001
								1/1



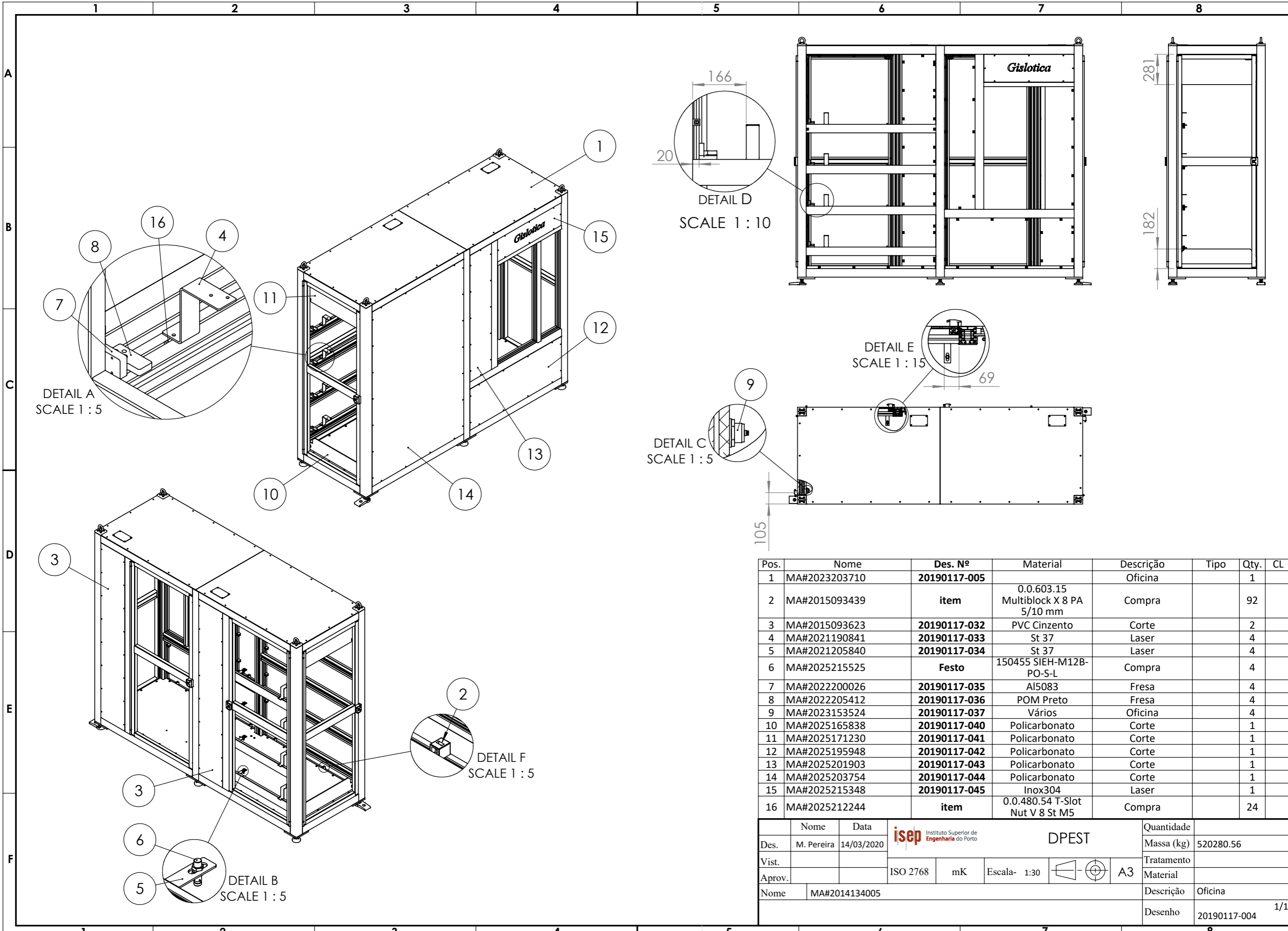
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2016181234	20190117-003		Oficina		1	
2	MA#2031153935	20190117-156	Proteção Troax	Compra		1	

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto	DPEST			Quantidade
Des.	M. Pereira 23/05/2020					Massa (kg)
Vist.		ISO 2768 mK Escala- 1:50	 A4	Tratamento		
Aprov.				Material		
Nome	MA#2023200914			Descrição	Oficina	
				Desenho	20190117-002	1/1



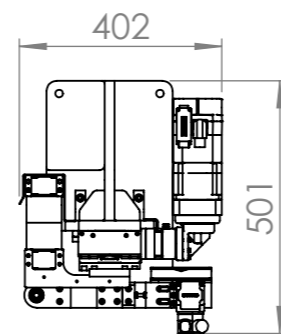
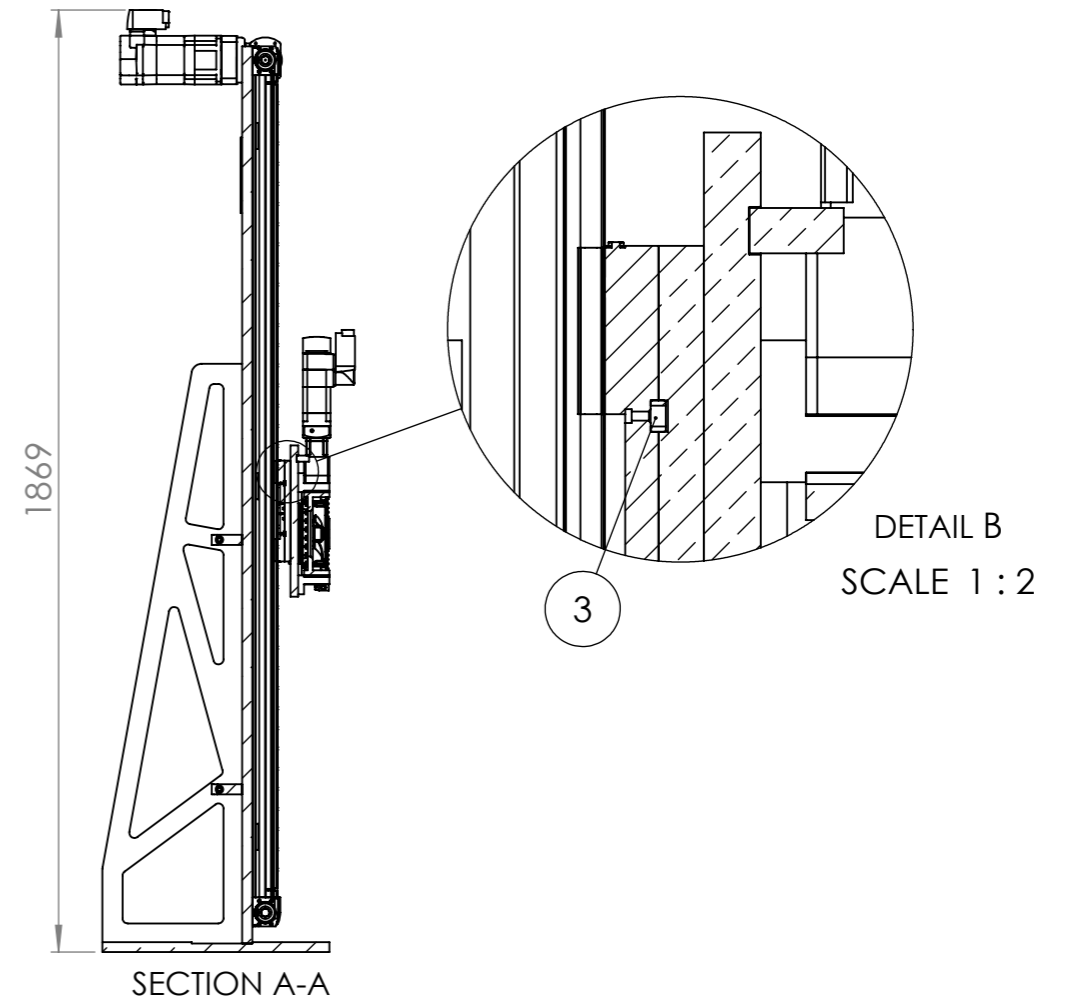
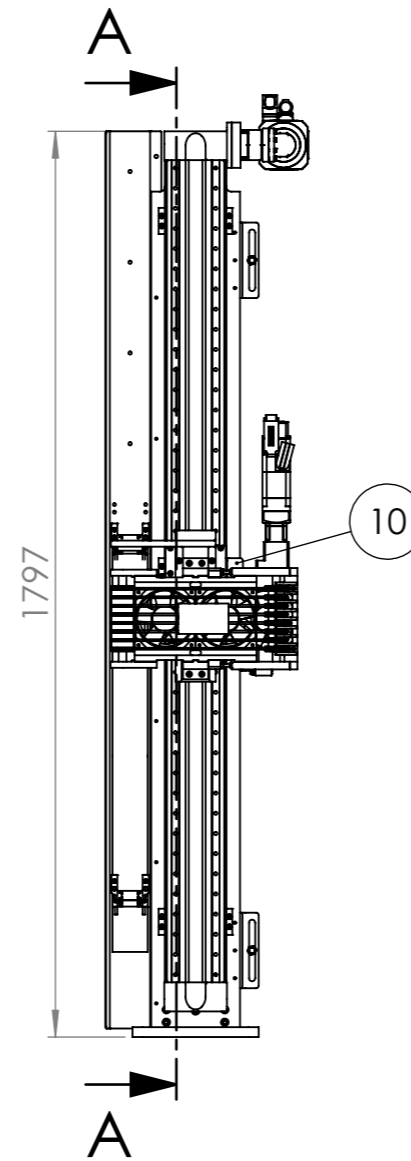
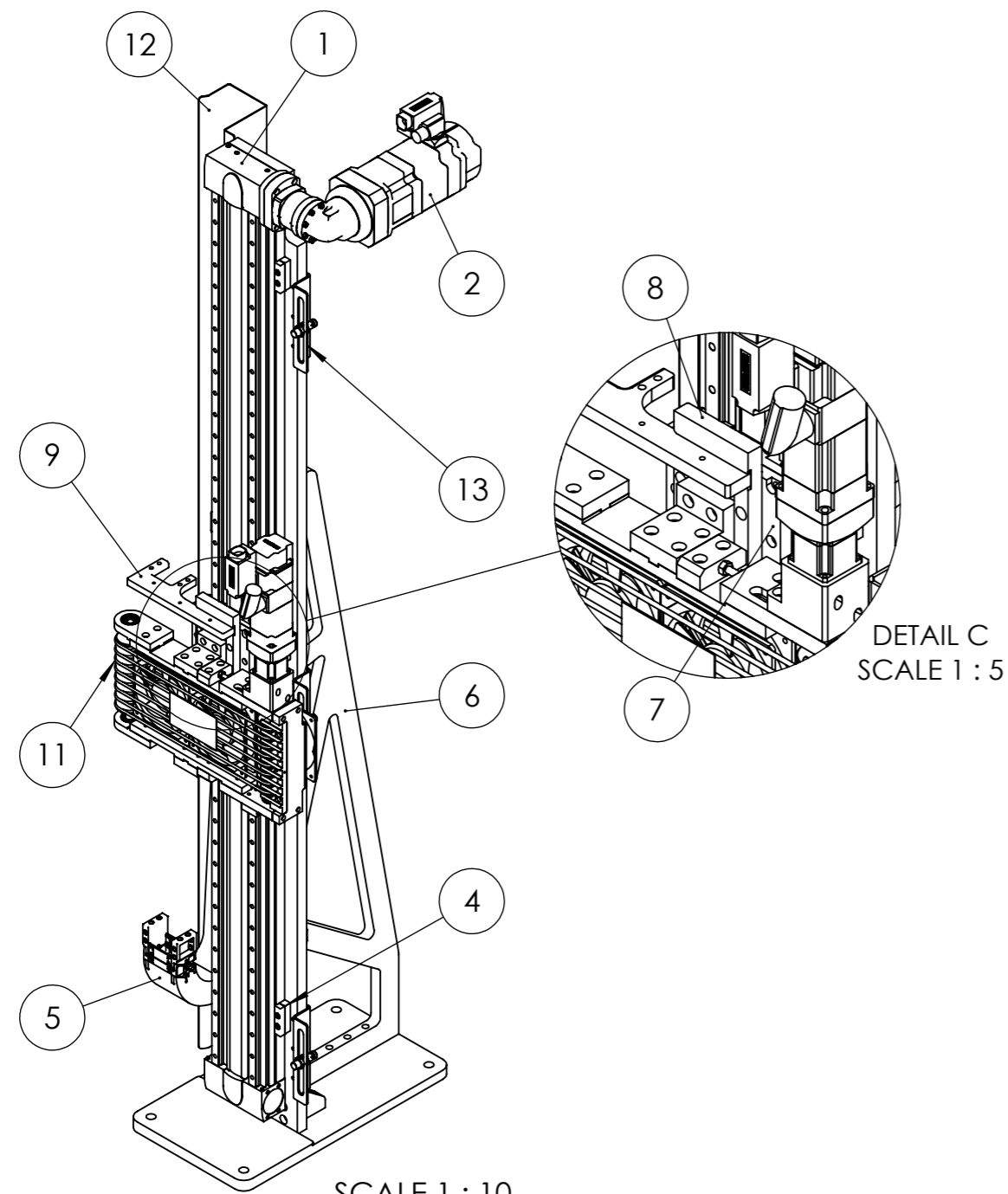
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2014134005	20190117-004		Oficina		1	
2	MA#2031181332	20190117-046		Oficina		1	
3	MA#2010193233	20190117-077	Vários	Oficina		1	
4	MA#2024153746	20190117-117	Vários	Oficina		1	
5	MA#2016184026	20190117-134	Vários	Oficina		3	
6	MA#2016184227	20190117-152	Vários	Oficina		1	
7	MA#2023163621	20190117-132	Vários	Oficina		1	
8	MA#2024193415	20190117-155		Alimentação/Controlo Pneumático 0.0.626.06	Oficina	1	
9	MA#2025114911	item		Hammerhead Nut 8 M6, bright zinc-plated	Compra	7	

Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto	DPEST			Quantidade
Des.	M. Pereira 05/11/2019					Massa (kg) 854664.83
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:40		A3
Aprov.						
Nome	MA#2016181234				Descrição	Oficina
					Desenho	20190117-003 1/1



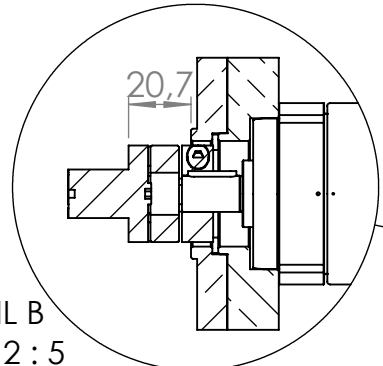
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2023203710	20190117-005		Oficina		1	
2	MA#2015093439	item	0.603.15 Multiblock X 8 PA 5/10 mm	Compra		92	
3	MA#2015093623	20190117-032	PVC Cinzento	Corte		2	
4	MA#2021190841	20190117-033	St 37	Laser		4	
5	MA#2021205840	20190117-034	St 37	Laser		4	
6	MA#2025215525	Festo	150455 SIEH-M12B- PO-S-L	Compra		4	
7	MA#2022200026	20190117-035	Al5083	Fresa		4	
8	MA#2022205412	20190117-036	POM Preto	Fresa		4	
9	MA#2023153524	20190117-037	Vários	Oficina		4	
10	MA#2025165838	20190117-040	Polycarbonato	Corte		1	
11	MA#2025171230	20190117-041	Polycarbonato	Corte		1	
12	MA#2025195948	20190117-042	Polycarbonato	Corte		1	
13	MA#2025201903	20190117-043	Polycarbonato	Corte		1	
14	MA#2025203754	20190117-044	Polycarbonato	Corte		1	
15	MA#2025215348	20190117-045	Inox304	Laser		1	
16	MA#2025212244	item	0.0.480.54 T-Slot Nut V 8 St M5	Compra		24	

Nome	Data		DPEST			Quantidade
Des.	M. Pereira 14/03/2020		ISO 2768	mK	Escala- 1:30	Massa (kg) 520280.56
Vist.					Tratamento	
Aprov.					Material	
Nome	MA#2014134005				Descrição	Oficina
					Desenho	20190117-004 1/1

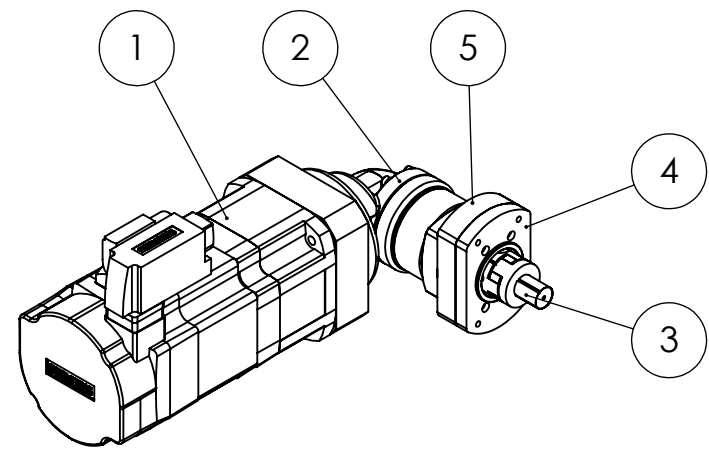
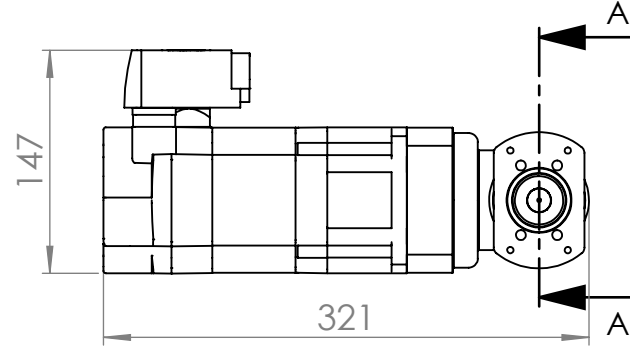
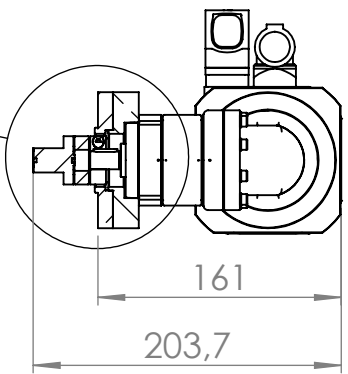


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2028222037	Festo	556823 EGC-HD-125-1400-TB-0H-GK	Compra		1	
2	MA#2031204051	20190117-047	Vários	Oficina		1	
3	MA#2029202833	Festo	150927 ZBH-9	Compra		4	
4	MA#2029202853	Festo	558043 MUE-70/80	Compra		6	
5	MA#2023211935	Igus	0.925m E6.35.050.055.0 (37 links) + E6.350.050.12.A	Compra		1	
6	MA#2003123442	20190117-050	Vários	Oficina		1	
7	MA#2031180741	20190117-055	Al5083	Fresa		1	
8	MA#2031194310	20190117-056	Al5083	Fresa		1	
9	MA#2002160538	20190117-057	Al5083	Fresa		1	
10	MA#2003183046	20190117-058	St 37	Laser		1	
11	MA#1909194836	20190117-059	Vários	Oficina		1	
12	MA#2002113318	20190117-074	Inox304	Laser		1	
13	MA#2003180500	20190117-075	Vários	Oficina		3	

Nome	Data		DPEST			Quantidade	
Des.	M. Pereira 31/01/2020					Massa (kg)	67187.49
Vist.		ISO 2768 mK Escala- 1:15		A3	Tratamento		
Aprov.					Material		
Nome	MA#2031181332				Descrição	Oficina	
					Desenho	20190117-046 1/1	

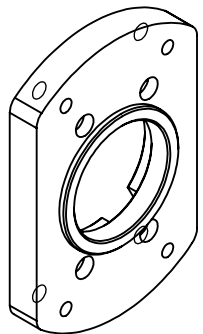


SECTION A-A

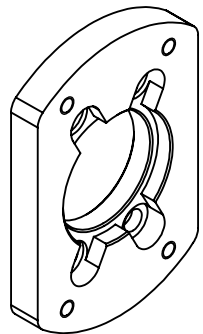


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	1FK7042-2AK71-1KH0	Siemens	1FK7042-2AK71-1KH0	Compra		1	
2	PSIIR_B_005	APEX	PSIIR_B - 005	Compra		1	
3	EK7_10_B_12_16	R+W	EK7/10/B/12/16	Compra		1	
4	MA#2004175102	20190117-048	Al5083	Fresa		1	
5	MA#2004180744	20190117-049	Al5083	Fresa		1	

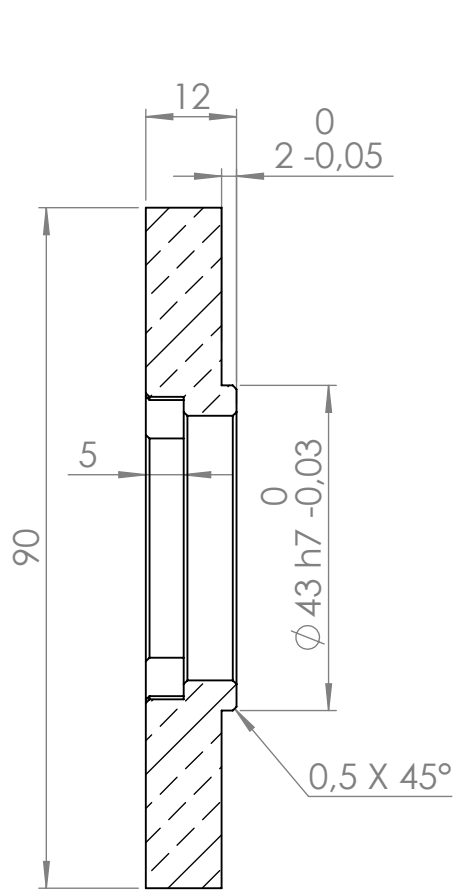
Nome	M. Pereira	Data	02/09/2019				DPEST		Quantidade	
Des.							Massa (kg)	2492.47		
Vist.				ISO 2768	mK	Escala- 1:5		A4	Tratamento	
Aprov.									Material	Vários
Nome	MA#2031204051								Descrição	Oficina
									Desenho	20190117-047
										1/1



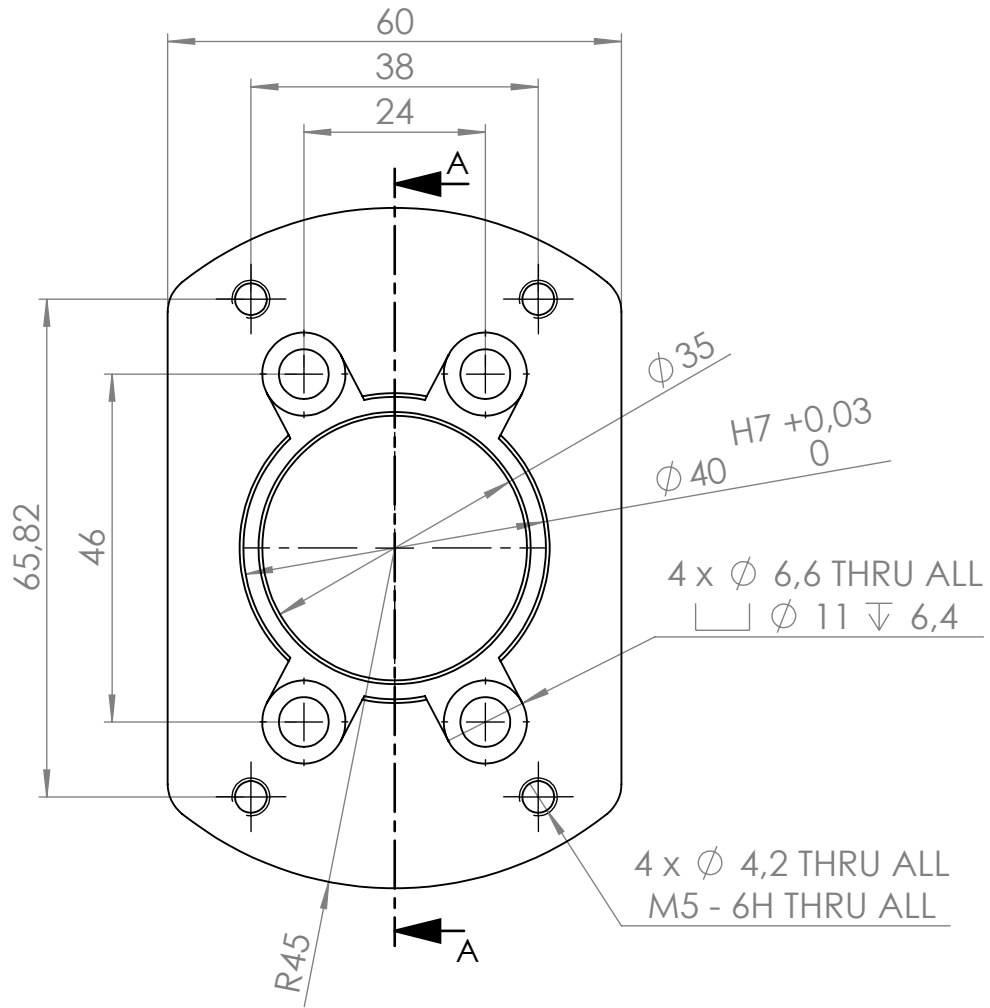
SCALE 1 : 2



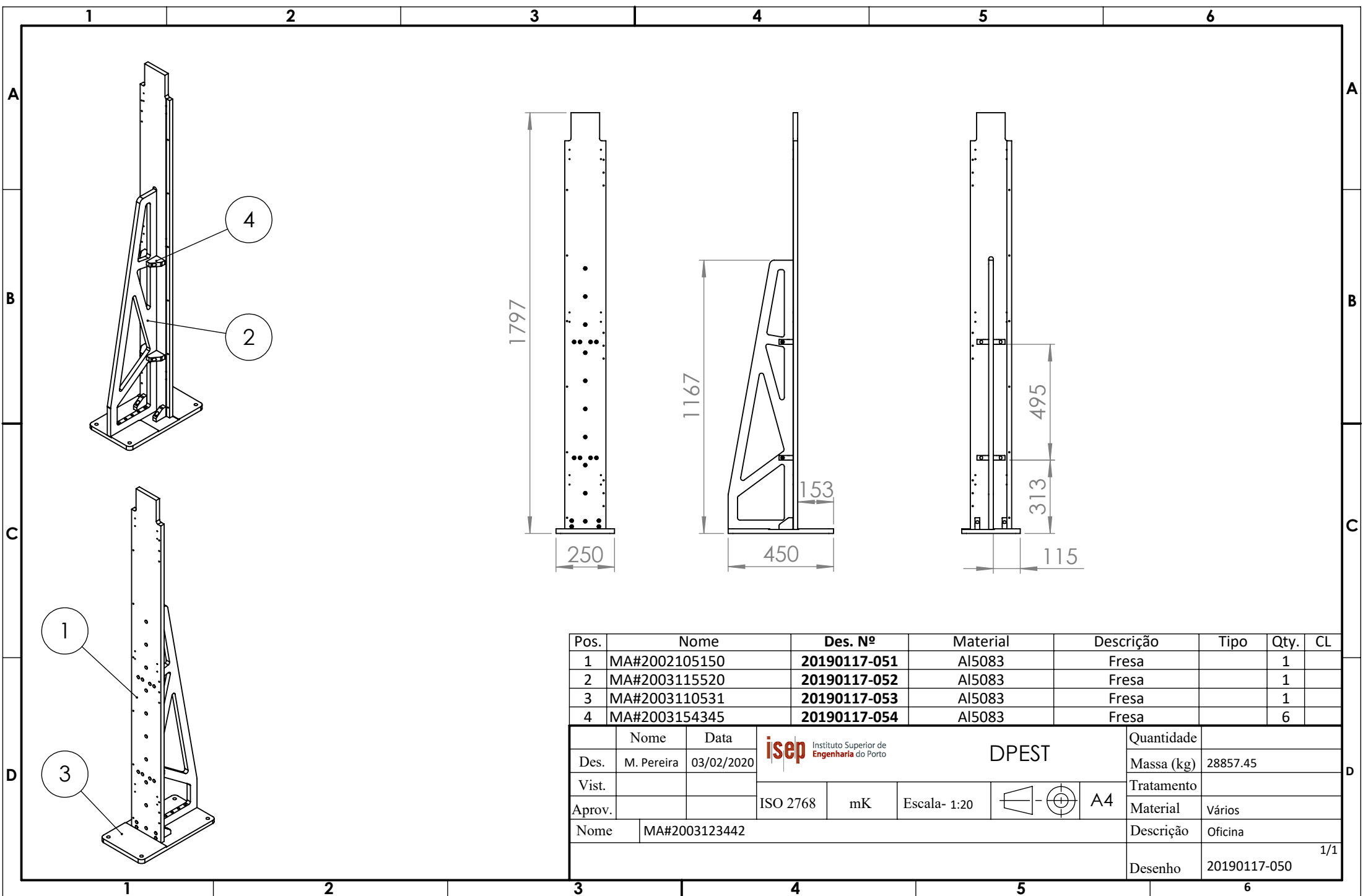
SCALE 1 : 2





SECTION A-A

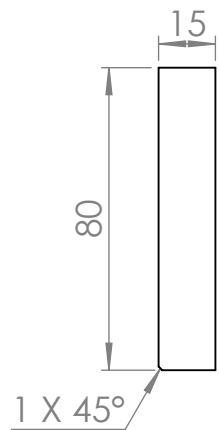


	Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto				DPEST		Quantidade	
Des.	M. Pereira	12/09/2019						Massa (kg)	94.66	
Vist.								Tratamento	Anodizar	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala- 1:1		A4	Material	Al5083	
Nome	MA#2004175102							Descrição	Fresa	
									Desenho	20190117-048
										1/1



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2002105150	20190117-051	Al5083	Fresa		1	
2	MA#2003115520	20190117-052	Al5083	Fresa		1	
3	MA#2003110531	20190117-053	Al5083	Fresa		1	
4	MA#2003154345	20190117-054	Al5083	Fresa		6	

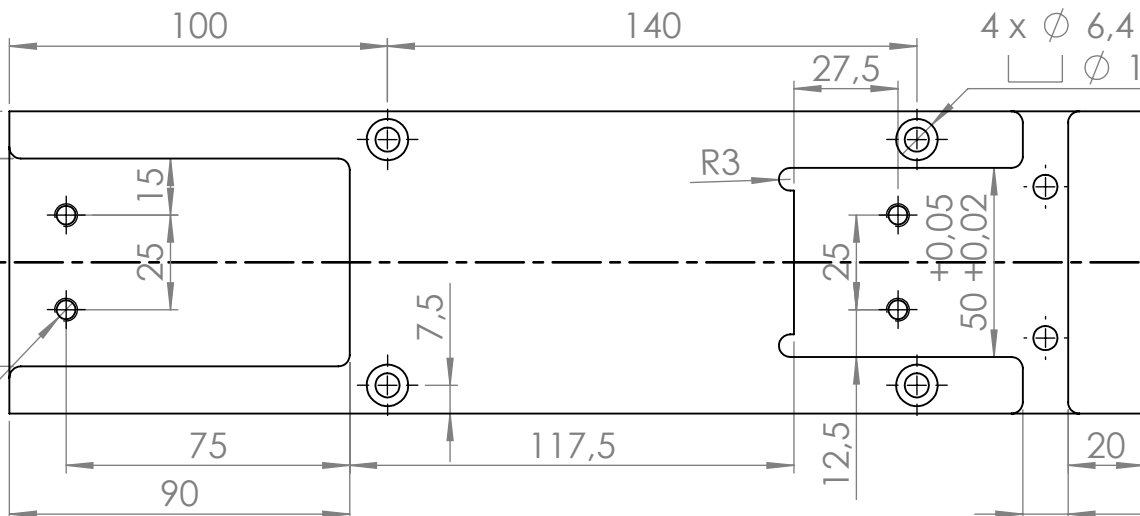
Nome		Data	 isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	
Des.	M. Pereira	03/02/2020					DPEST	
Vist.			ISO 2768	mK	Escala- 1:20		A4	Tratamento
Aprov.								Material
Nome	MA#2003123442					Descrição	Oficina	
							Desenho	20190117-050
								1/1



2 x \varnothing 6,4 THRU ALL
 \square \varnothing 11 ∇ 6,4



SECTION A-A

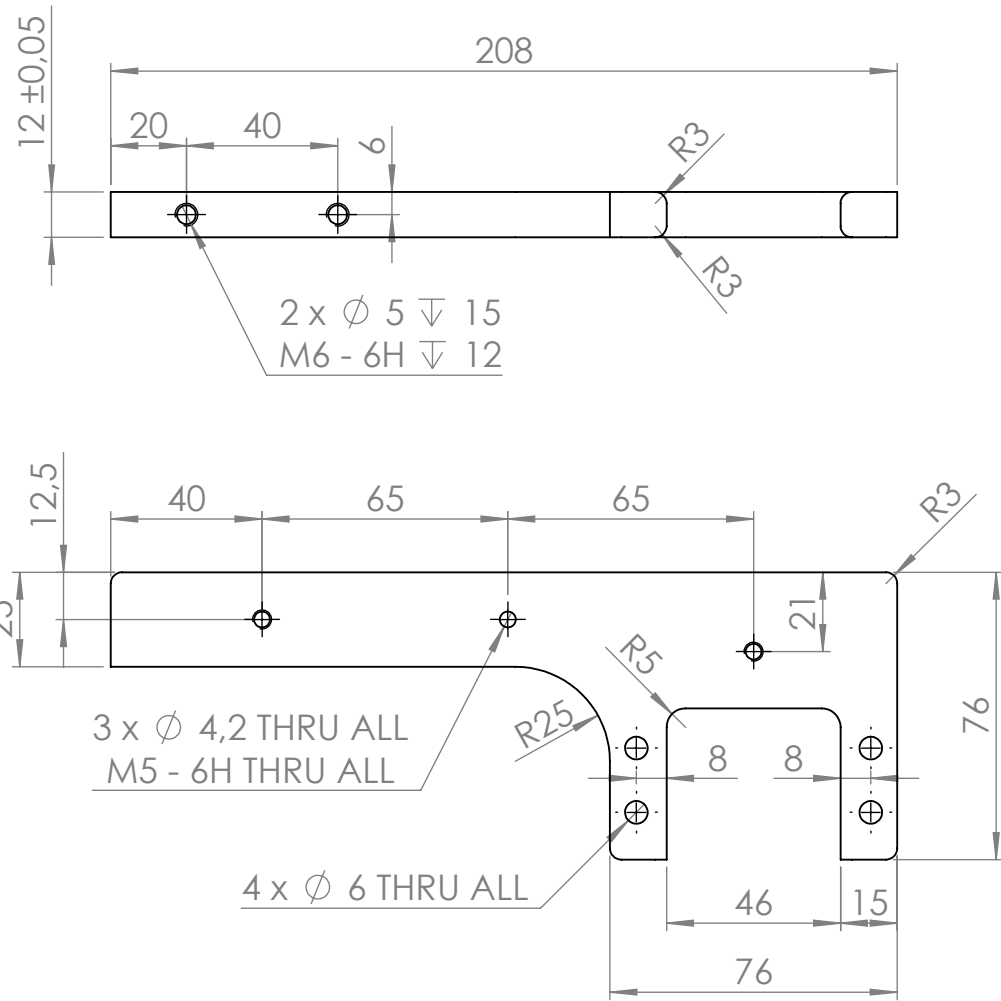
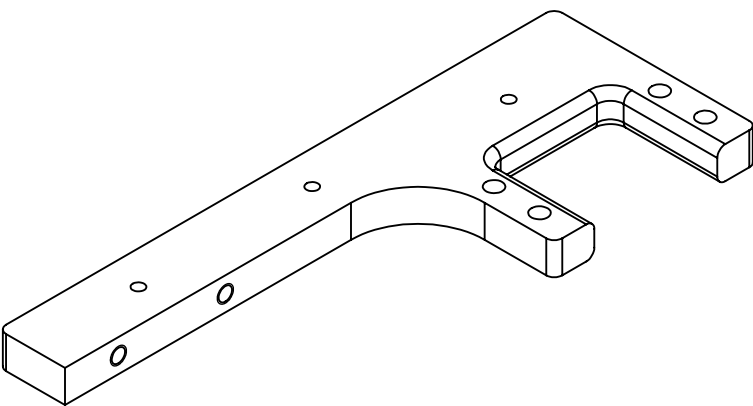




4 x \varnothing 6,4 THRU ALL
 \square \varnothing 11 ∇ 9,4

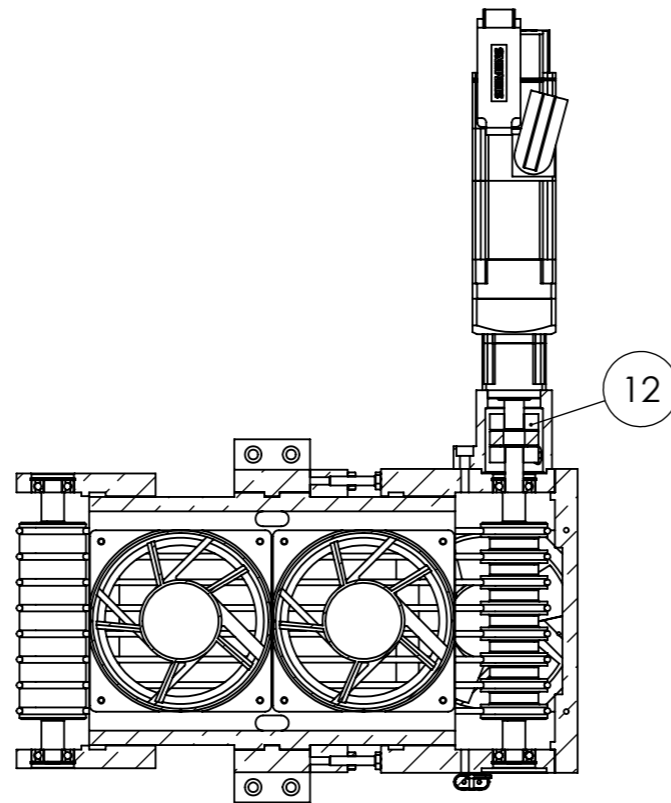
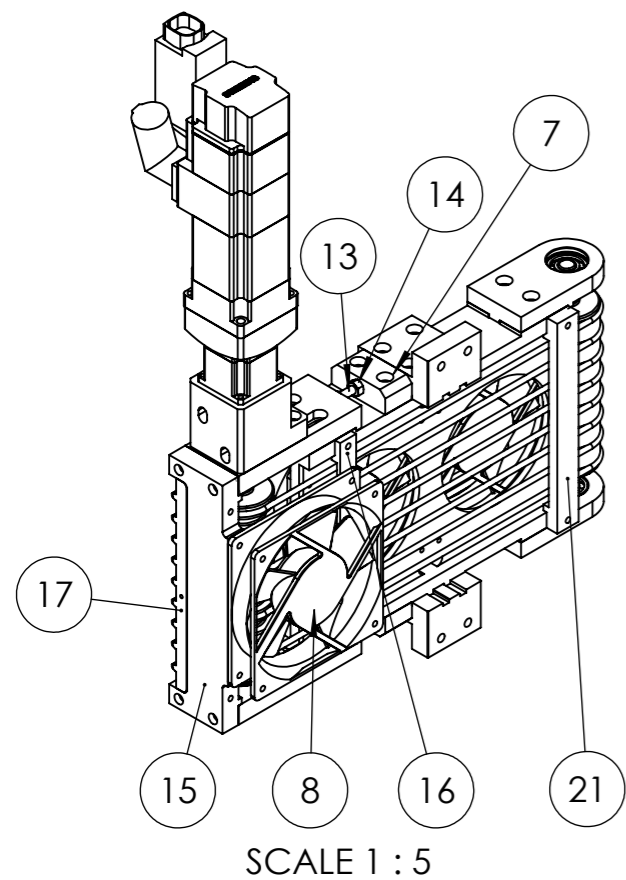
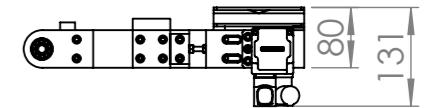
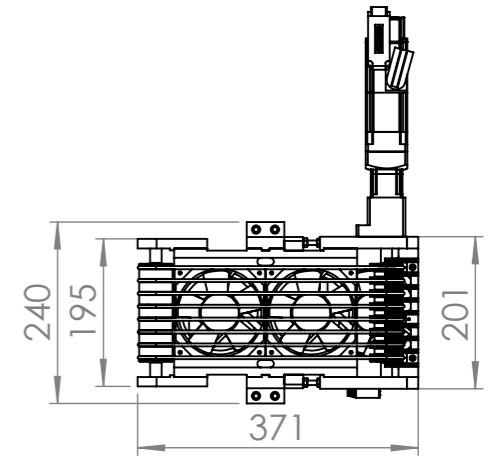
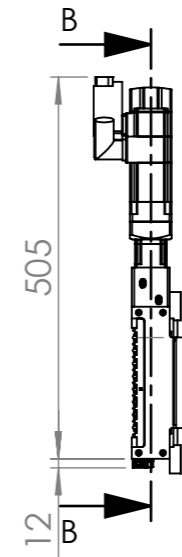
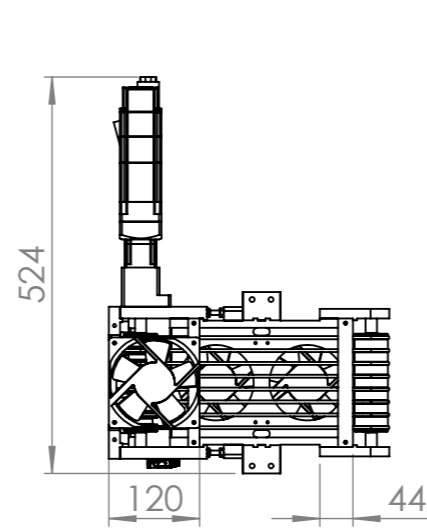
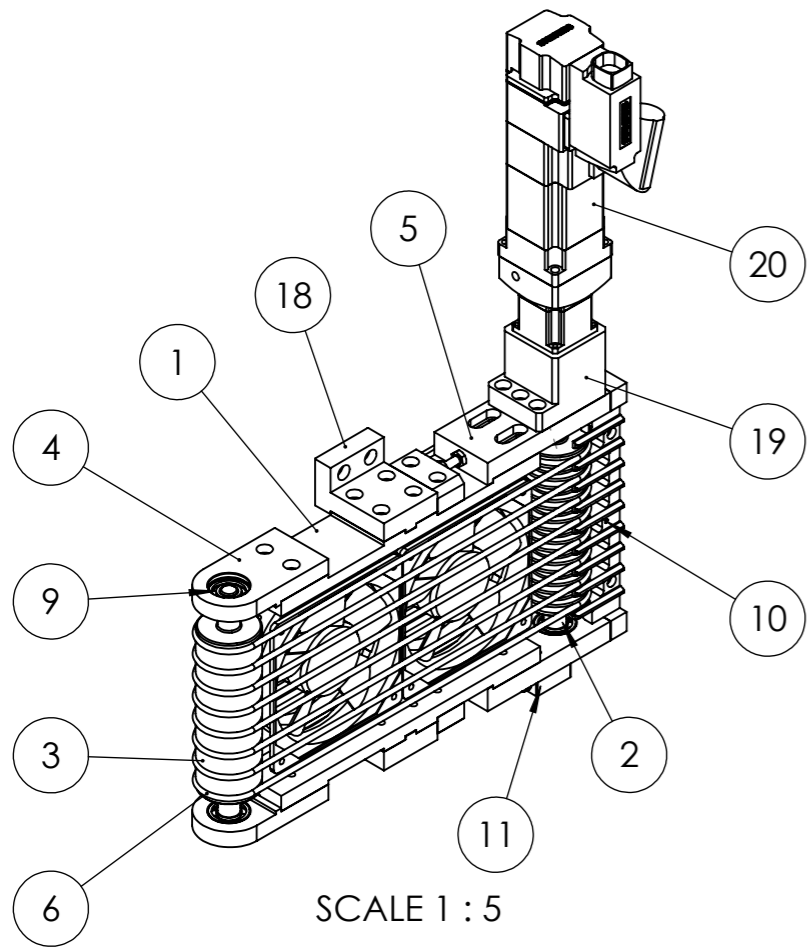
4 x \varnothing 5 THRU ALL
M6 - 6H THRU ALL

+0,1
12 +0,07

Nome	M. Pereira	Data	11/09/2019	Instituto Superior de Engenharia do Porto			DPEST		Quantidade	
Des.				ISO 2768	mK	Escala- 1:2		A4	Massa (kg)	867.36
Vist.									Tratamento	Anodizar
Aprov.									Material	Al5083
Nome	MA#2031194310								Descrição	Fresa
									Desenho	20190117-056

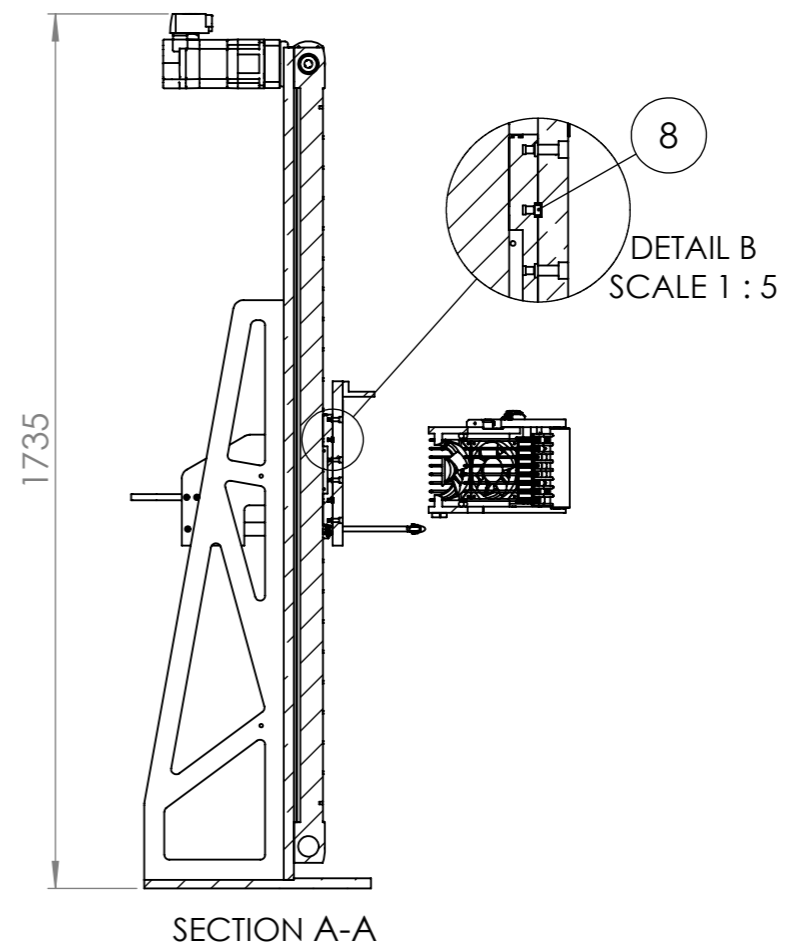
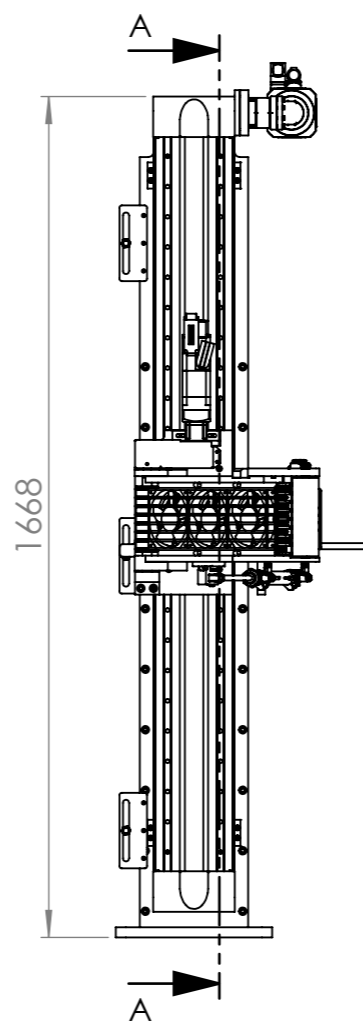
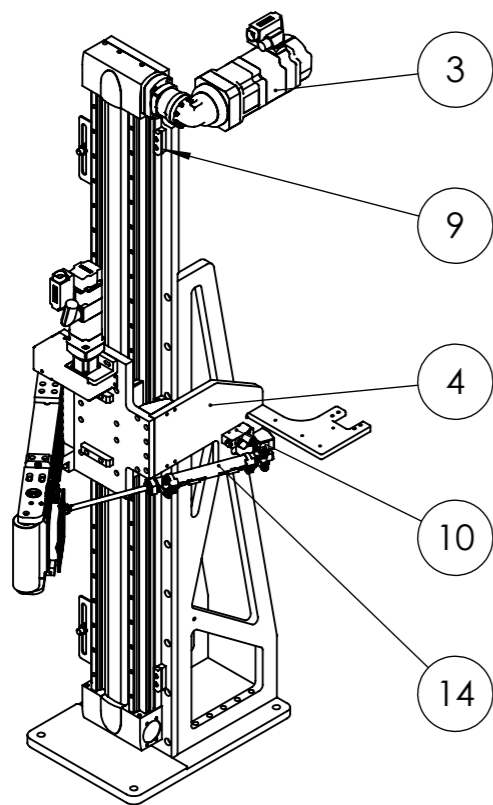


	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				DPEST		Quantidade	
Des.	M. Pereira	11/09/2019							Massa (kg)	227.68
Vist.									Tratamento	Anodizar
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala- 1:2		A4		Material	Al5083
Nome	MA#2002160538								Descrição	Fresa
								Desenho	20190117-057	1/1

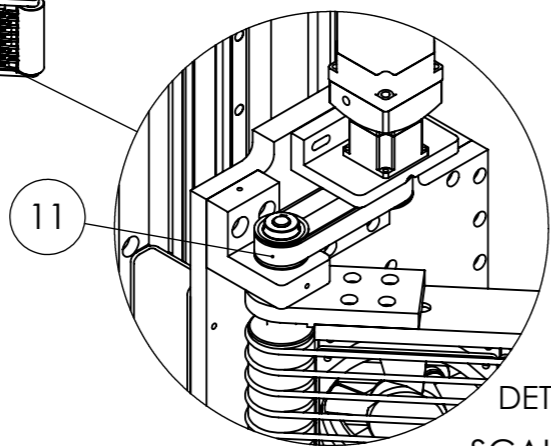
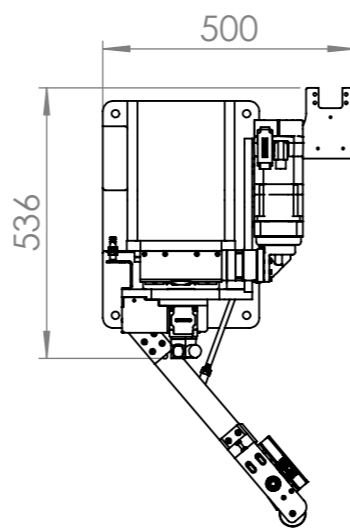
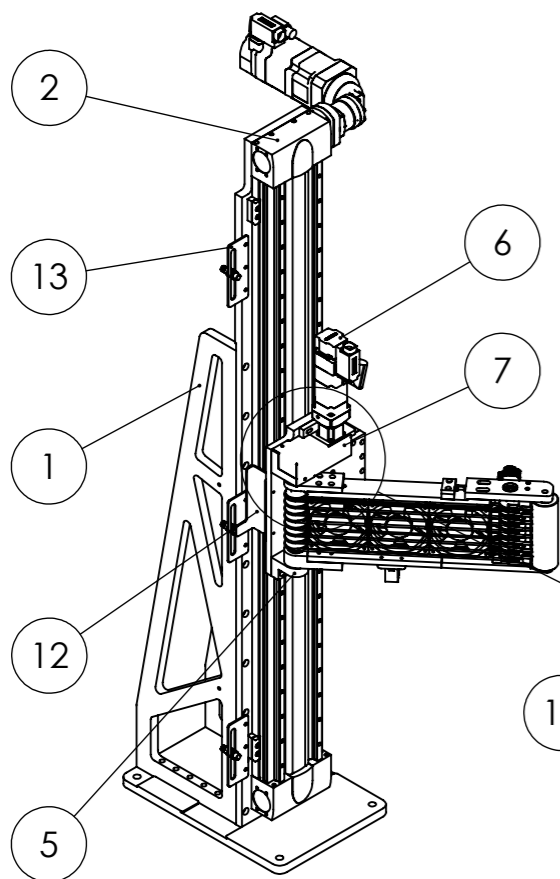


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#1909161010	20190117-060	Al5083	Fresa		1	
2	MA#1905234840	20190117-061	C4	Torno		1	
3	MA#1909185527	20190117-062	C4	Torno		1	
4	MA#1909193201	20190117-063	Al5083	Fresa		2	
5	MA#1910073757	20190117-064	Al5083	Fresa		2	
6	MA#1908111235	20190117-065	Habasit Polycord round belt D4	Outro		8	
7	MA#2021202607	20190117-066	Al5083	Fresa		2	
8	MA#2030100438	Sunon	EEC0252B1-000U-A99	Compra	Spare	3	A
9	rolamento_esferas_6001	INA	6001 2RSR	Compra	Spare	4	A
10	LLK1RM3-PE-1m	Sensopart	LLK1RM3-PE-1m 750-21000	Compra	Spare	1	A
11	SENSOPART FL 20R-PSM4	SENSOPART	SENSOPART FL 20R-PSM4	Compra	Spare	1	A
12	EKL_10_B_12_13_1	R+W	EKL/10/B/12/13	Compra		1	
13	Hexagon Head Bolt M6X30		ISO4017 M6x30	Compra		2	
14	Hexagonal nut M6		DIN 439 B	Compra		2	
15	MA#2030173324	20190117-067	Al5083	Fresa		1	
16	MA#2030181453	20190117-068	Al5083	Fresa		1	
17	MA#2030191411	20190117-069	Al5083	Fresa		1	
18	MA#2031195037	20190117-070	Al5083	Fresa		2	
19	MA#2022182418	20190117-071	Al5083	Fresa		1	
20	MA#2015100710	20190117-072	Vários	Oficina		1	
21	MA#2015142809	20190117-073	Al5083	Fresa		1	

Nome	Data		DPEST			Quantidade	
Des.	M. Pereira 09/11/2019					Massa (kg)	8531.97
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:10		Tratamento	
Aprov.						Material	Vários
Nome	MA#1909194836					Descrição	Oficina
						Desenho	20190117-059 1/1




SECTION A-A



DETAIL C
SCALE 1 : 5

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#201111731	20190117-078	Vários	Oficina		1	
2	MA#2030165306	Festo	556824 EGC-HD-160-1200-TB-OH-GK	Compra		1	
3	MA#2010133930	20190117-081	Vários	Oficina		1	
4	MA#2012205305	20190117-083	Vários	Oficina		1	
5	MA#2009134746	20190117-090	Vários	Oficina		1	
6	MA#2029114323	20190117-109	Vários	Oficina		1	
7	MA#2029163056	20190117-112	Inox304	Laser		1	
8	MA#2029202833	Festo	150927 ZBH-9	Compra		4	
9	MA#2029202853	Festo	558043 MUE-70/80	Compra		6	
10	MA#2031092046	Festo	153497 LRMA-QS-8	Compra		1	
11	MA#2029123157	Optibelt	Optibelt Omega 295-5M-15	Compra		1	
12	MA#2011144350	20190117-113	St 37	Laser		1	
13	MA#2011155217	20190117-114	Vários	Oficina		3	
14	MA#2030161656	20190117-116	Vários	Oficina		1	

Nome	Data	 DPEST				Quantidade	
Des.	M. Pereira 31/01/2020					Massa (kg)	83831.89
Vist.		Tratamento					
Aprov.		Material	Vários				
Nome	MA#2010193233	Descrição	Oficina				
		Desenho	20190117-077 1/1				



DPEST

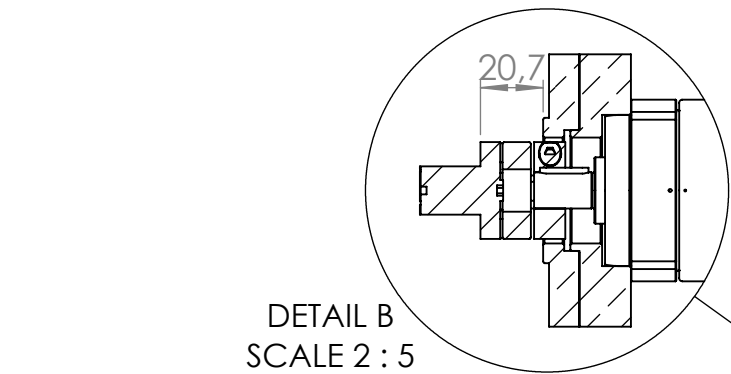
ISO 2768

mK

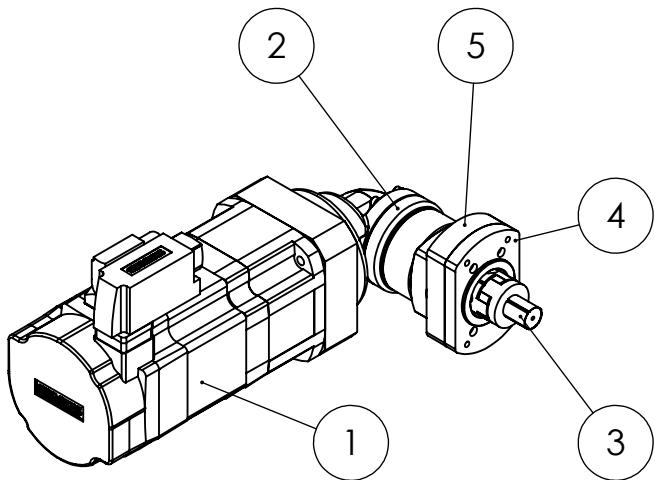
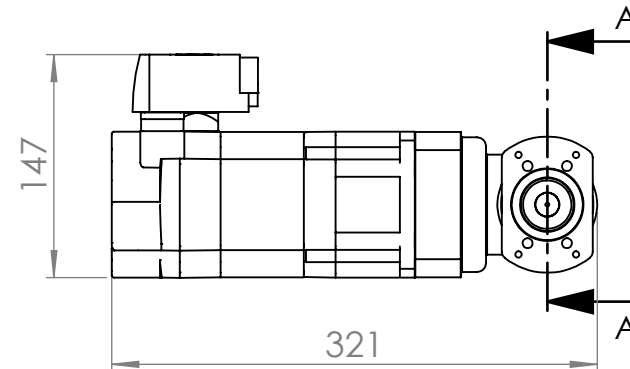
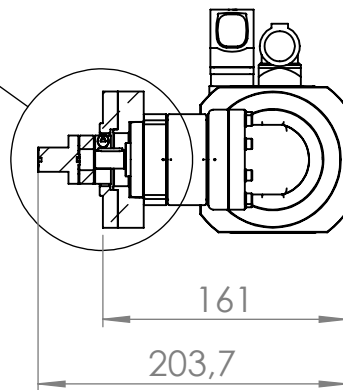
Escala- 1:15



A3

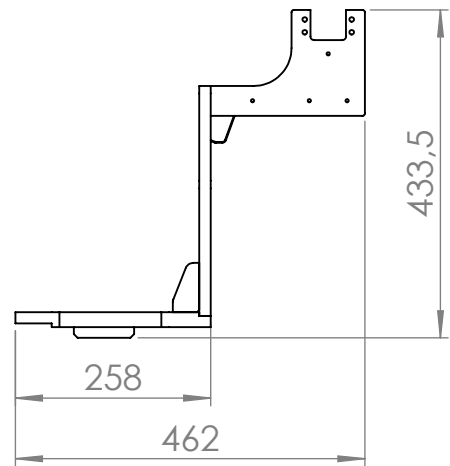
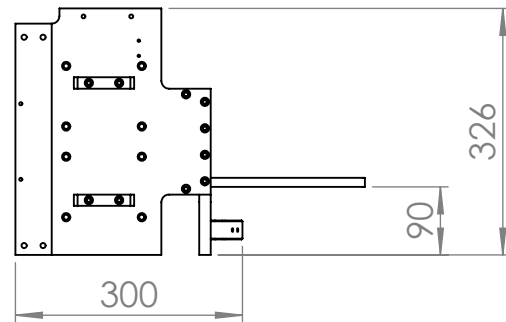
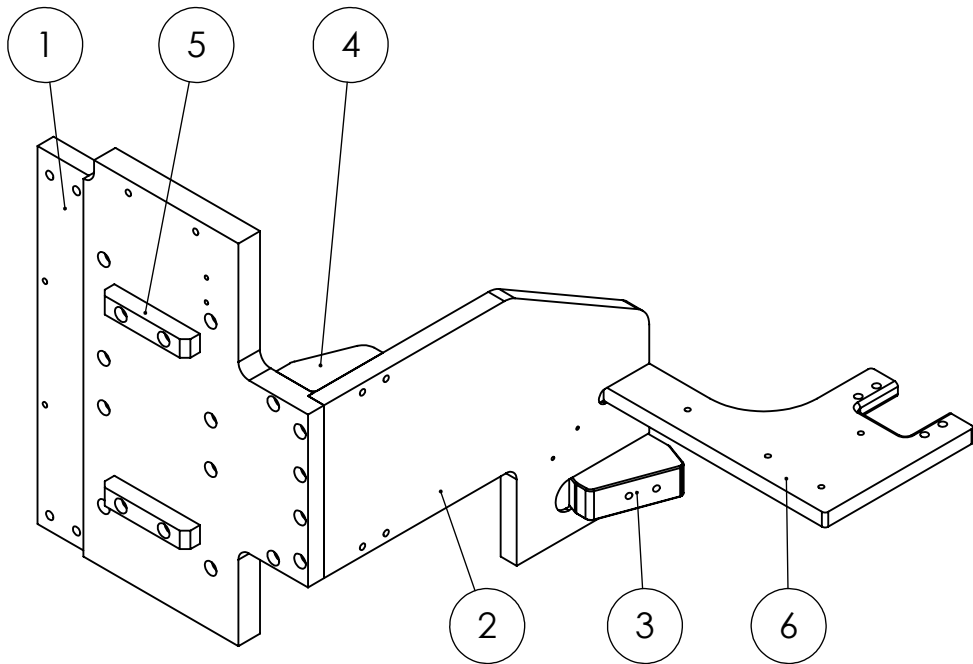


SECTION A-A



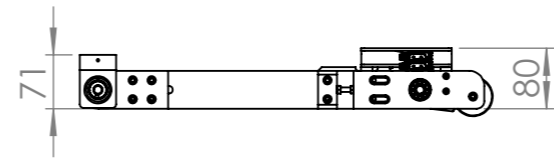
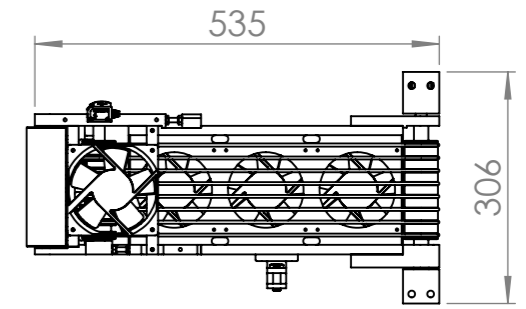
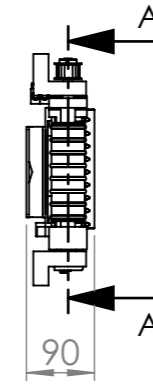
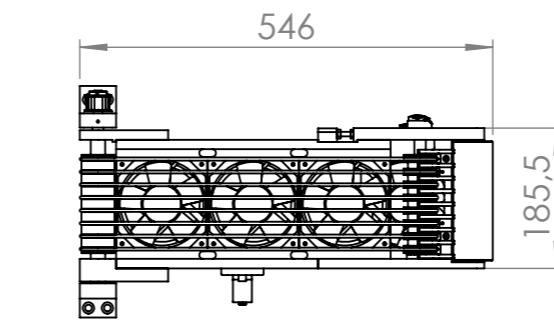
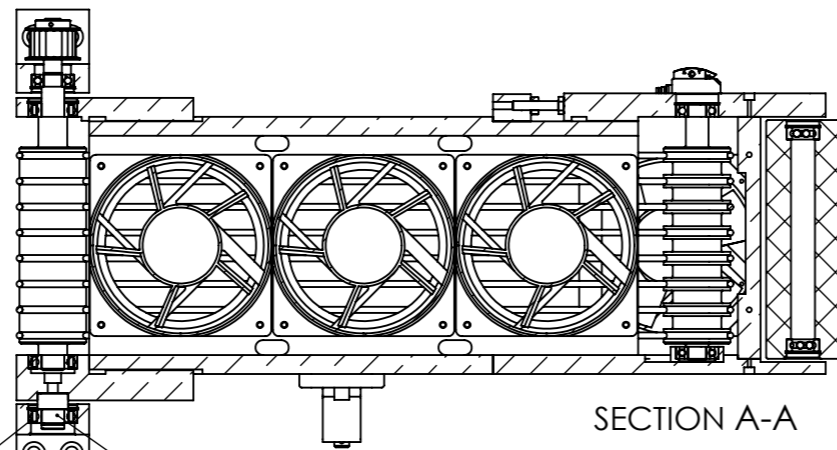
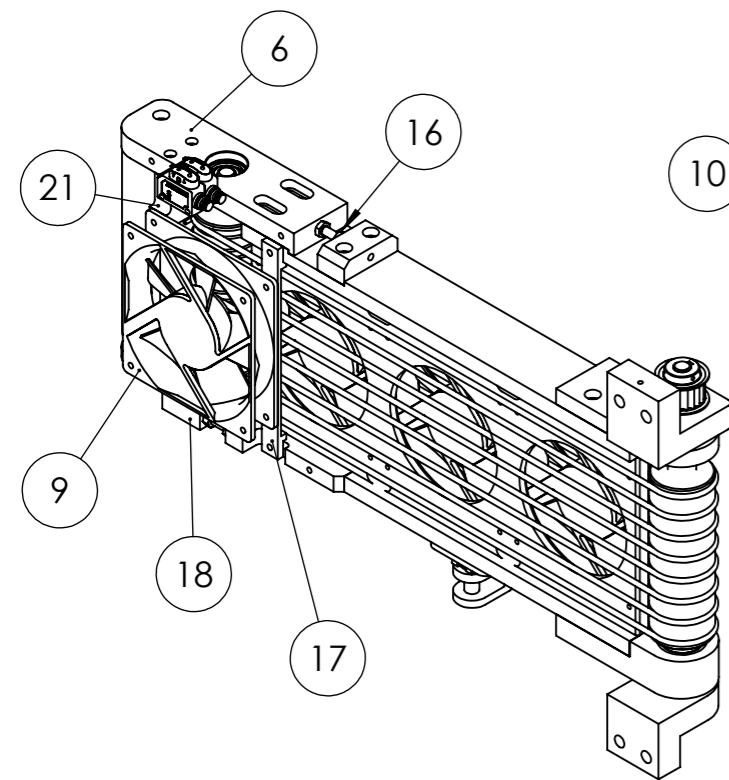
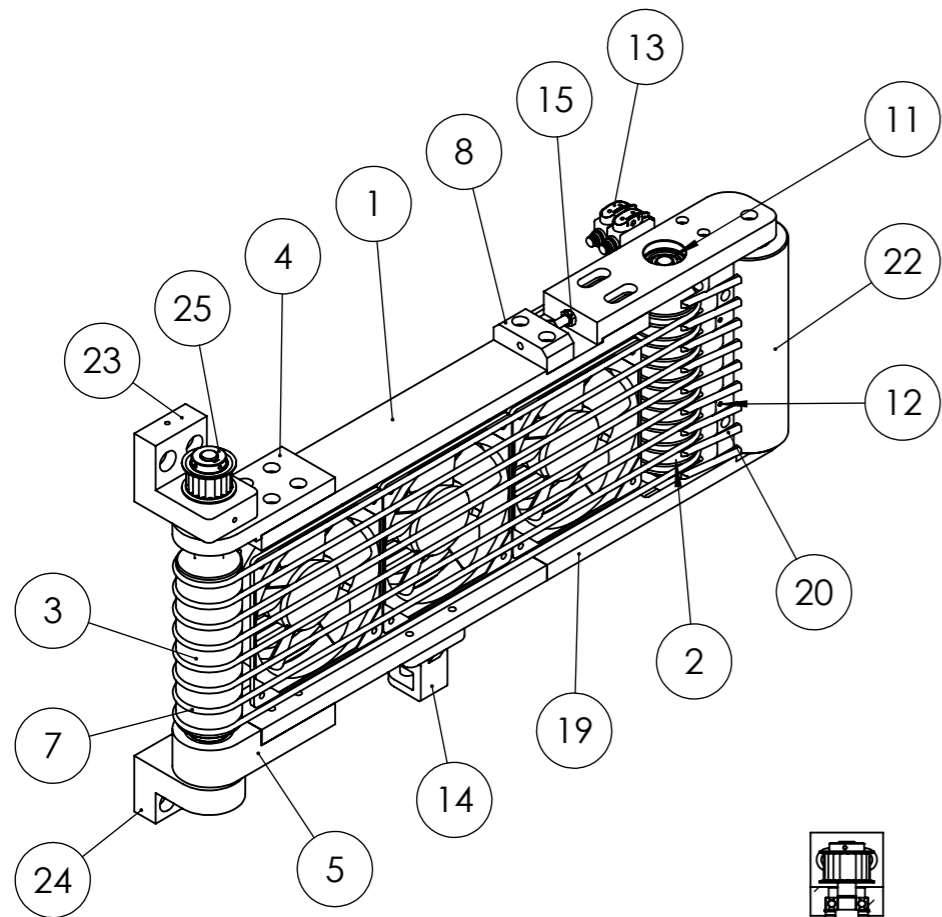
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	1FK7042-2AK71-1KH0	Siemens	1FK7042-2AK71-1KH0	Compra		1	
2	PSIIR_B_005	APEX	PSIIR_B - 005	Compra		1	
3	EK7_10_B_12_16	R+W	EK7/10/B/12/16	Compra		1	
4	MA#2010133510	20190117-082	Al5083	Fresa		1	
5	MA#2004180744	20190117-049	Al5083	Fresa		1	

	Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto				DPEST		Quantidade	
Des.	M. Pereira	02/09/2019					Massa (kg)	2495.45		
Vist.			Tratamento							
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala- 1:5		A4	Material	Vários	
Nome	MA#2010133930				Descrição	Oficina				
					Desenho	20190117-081	1/1			



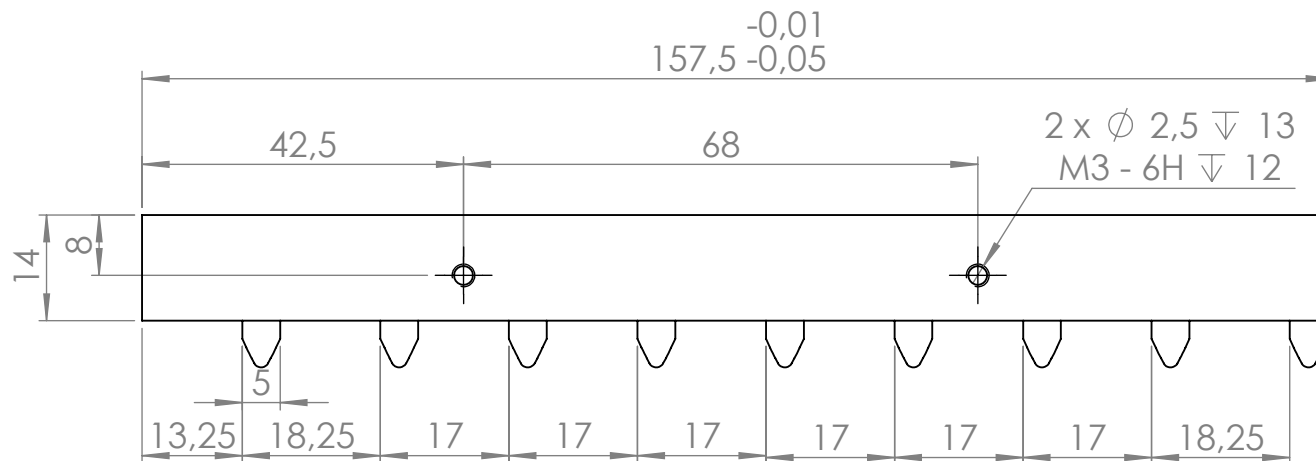
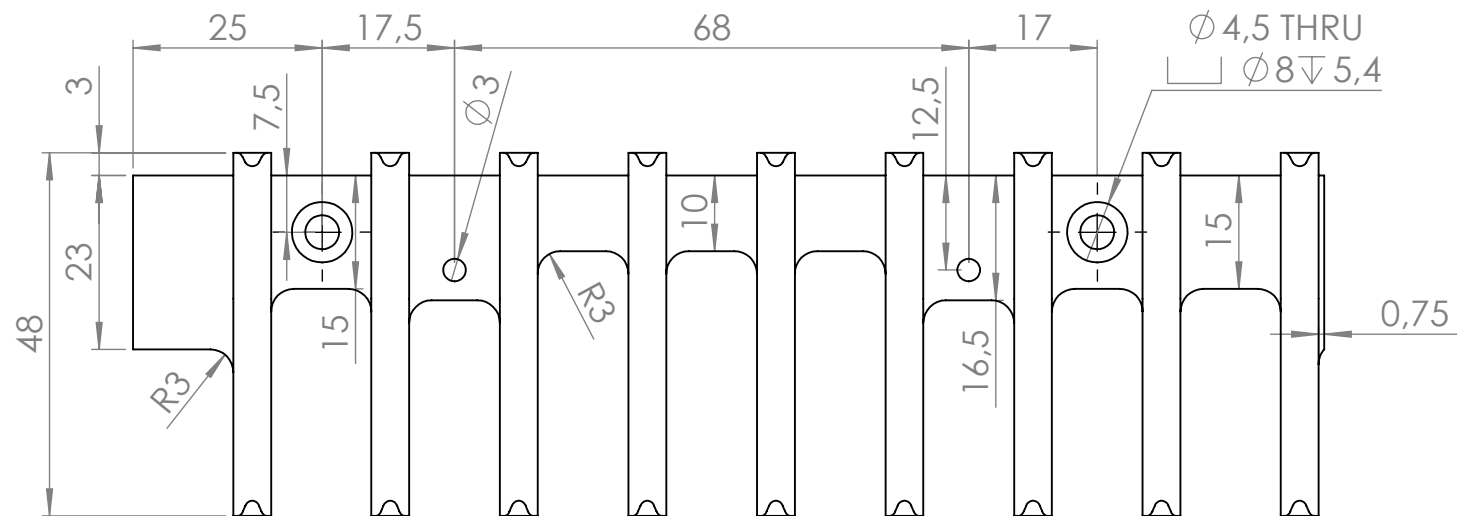
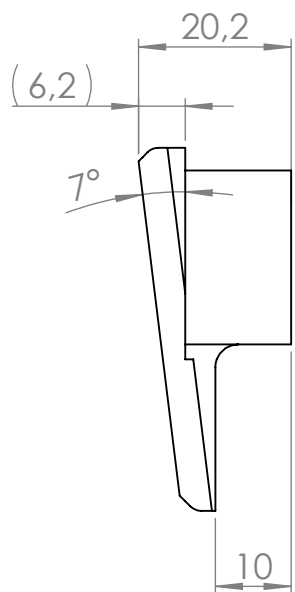
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2010184308	20190117-084	Al5083	Fresa		1	
2	MA#2011102334	20190117-085	Al5083	Fresa		1	
3	MA#2012180020	20190117-086	Al5083	Fresa		1	
4	MA#2011104353	20190117-087	Al5083	Fresa		2	
5	MA#2013142919	20190117-088	POM Preto	Fresa		2	
6	MA#2015174736	20190117-089	Al5083	Fresa		1	



Nome		Data	 DPEST				Quantidade		
Des.	M. Pereira	12/02/2020					Massa (kg)		6203.70
Vist.			Tratamento						
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala- 1:10		Material		Vários
Nome		MA#2012205305				Descrição		Oficina	
						Desenho		20190117-083	
								1/1	

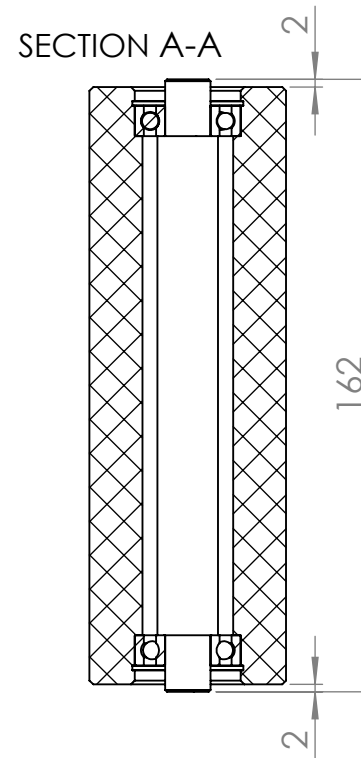
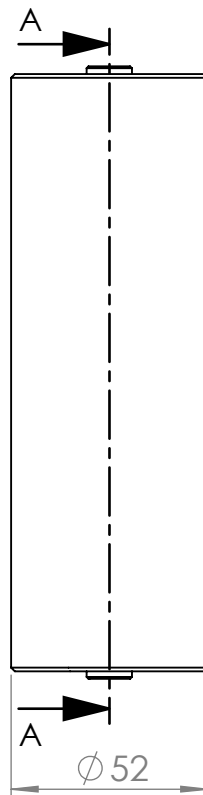
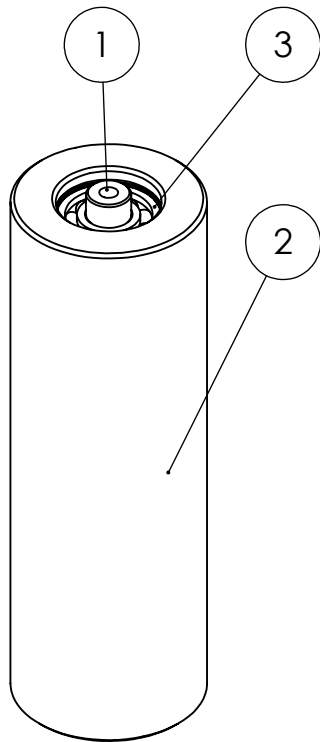


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2007135250	20190117-091	Al5083	Fresa		1	
2	MA#2007135329	20190117-092	C4	Torno		1	
3	MA#2028154152	20190117-093	C4	Torno		1	
4	MA#2028200649	20190117-094	Al5083	Fresa		1	
5	MA#2010172905	20190117-095	Al5083	Fresa		1	
6	MA#2009125606	20190117-096	Al5083	Fresa		1	
7	MA#2009194010	20190117-097	Habasit Polycord round belt D4	Outro		8	
8	MA#2021202607	20190117-066	Al5083	Fresa		1	
9	MA#2030100438	Sunon	EEC0252B1-000U-A99	Compra	Spare	4	A
10	6002-2RSR	INA	6002 2RSR	Compra		3	
11	rolamento_esferas_6001	INA	6001 2RSR	Compra	Spare	3	A
12	LLK1RM3-PE-1m	Sensopart	LLK1RM3-PE-1m 750-21000	Compra	Spare	2	A
13	SENSOPART FL 20R-PSM4	SENSOPART	SENSOPART FL 20R-PSM4	Compra	Spare	2	A
14	MA#2030210655	Festo	31768 LQG-32	Compra		1	
15	Hexagon Head Bolt M6X30		ISO4017 M6x30	Compra		2	
16	Hexagonal nut M6		DIN 439 B	Compra		2	
17	MA#2030181453	20190117-068	Al5083	Fresa		1	
18	MA#2007135403	20190117-098	Al5083	Fresa		1	
19	MA#2008125108	20190117-099	Al5083	Fresa		1	
20	MA#2009104342	20190117-100	Al5083	Fresa		1	
21	MA#2009130134	20190117-101	Al5083	Fresa		1	
22	MA#2009131105	20190117-102	Vários	Oficina		1	
23	MA#2010190823	20190117-105	Al5083	Fresa		1	
24	MA#2016201203	20190117-106	Al5083	Fresa		1	
25	MA#2028183631	20190117-107	HTD 20 5M 15 - 6F (Optibelt)	Compra+Maquinação		1	
26	MA#2010172659	20190117-108	R4 - H7	Torno		1	

Nome	Data		DPEST	Quantidade	
Des.	M. Pereira 09/11/2019			Massa (kg)	8042.87
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:10	
Aprov.					
Nome	MA#2009134746			Descrição	Oficina
				Desenho	20190117-090 1/1

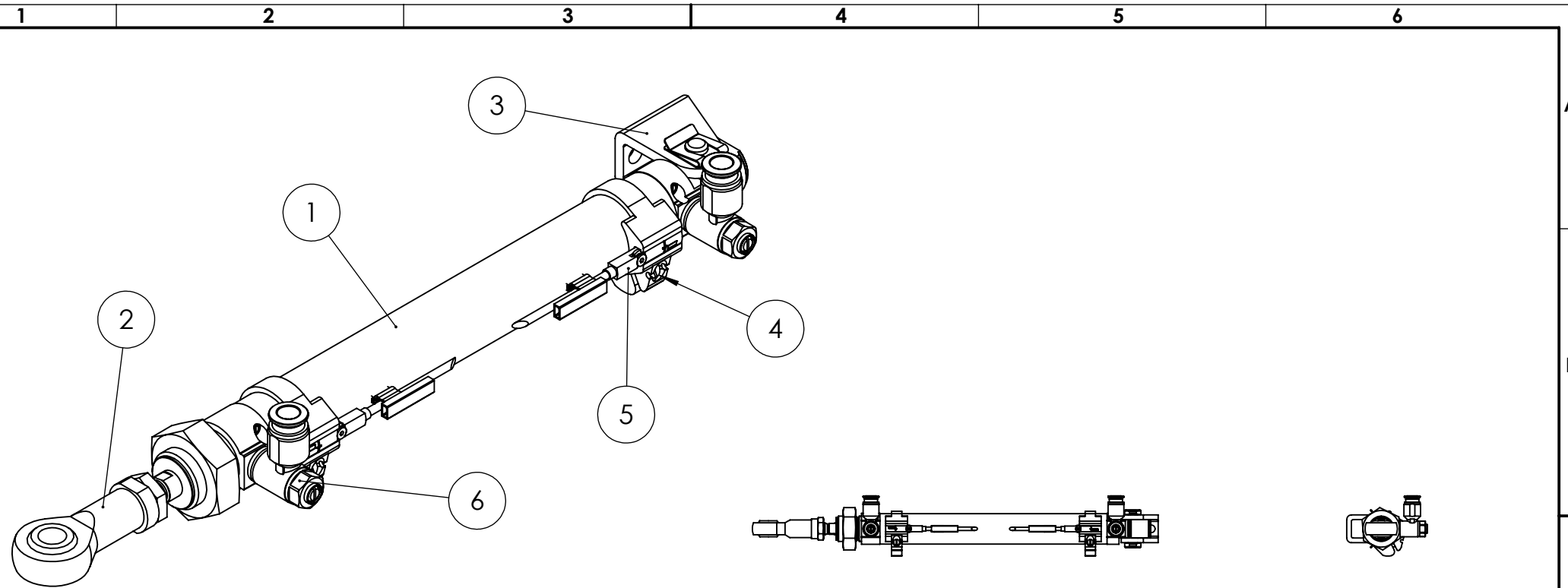


	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	
Des.	M. Pereira	08/12/2019	DPEST				Massa (kg)	119.94
Vist.			ISO 2768	mK	Escala- 1:1	 A4	Tratamento	Anodizar
Aprov.							Material	Al5083
Nome	MA#2009104342						Descrição	Fresa
							Desenho	20190117-100




Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2009130935	20190117-103	C4	Torno		1	
2	MA#2007140727	20190117-104	POM Preto	Torno		1	
3	rolamento_esferas_6001	INA	6001 2RSR	Compra	Spare	2	A

Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto	DPEST			Quantidade	
Des.	M. Pereira 09/02/2020					Massa (kg)	630.38
Vist.		ISO 2768 mK Escala- 1:2	A4	Tratamento			
Aprov.				Material	Vários		
Nome	MA#2009131105			Descrição	Oficina		
					Desenho	20190117-102	1/1

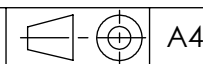


SCALE 1 : 2

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	19250_DSNU-25-160-PPV-A	Festo	19250 DSNU-25-160-PPV-A	Compra		1	
2	9261_SGS_M10X125	Festo	9261 SGS-M10X1,25	Compra		1	
3	6059_LBN_20_25	Festo	6059 LBN-20-25	Compra		1	
4	175096_SMBR-8-25	Festo	175096 SMBR-8-25	Compra		2	
5	543861_SME-8M-DS-24V-K-03-M8D	Festo	543861 SME-8M-DS-24V-K-03-M8D	Compra		2	
6	193145_GRLA-1_8-QS-8-D	Festo	193145 GRLA-1/8-QS-8-D	Compra		2	

Nome	Data	 DPEST				Quantidade	
Des.	M. Pereira 30/05/2020					Massa (kg)	464.64
Vist.		Tratamento					
Aprov.		Material	Vários				
Nome	MA#2030161656	Descrição	Oficina				
		Desenho	20190117-116				

DPEST



1 2 3 4 5 6

A

A

B

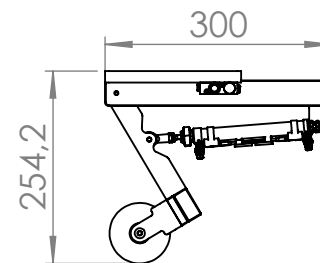
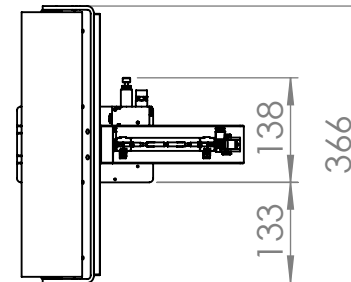
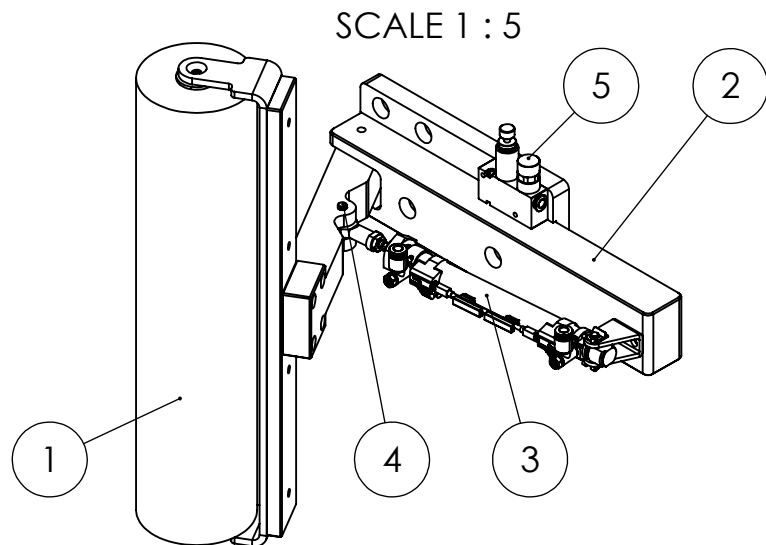
B

C



C

D

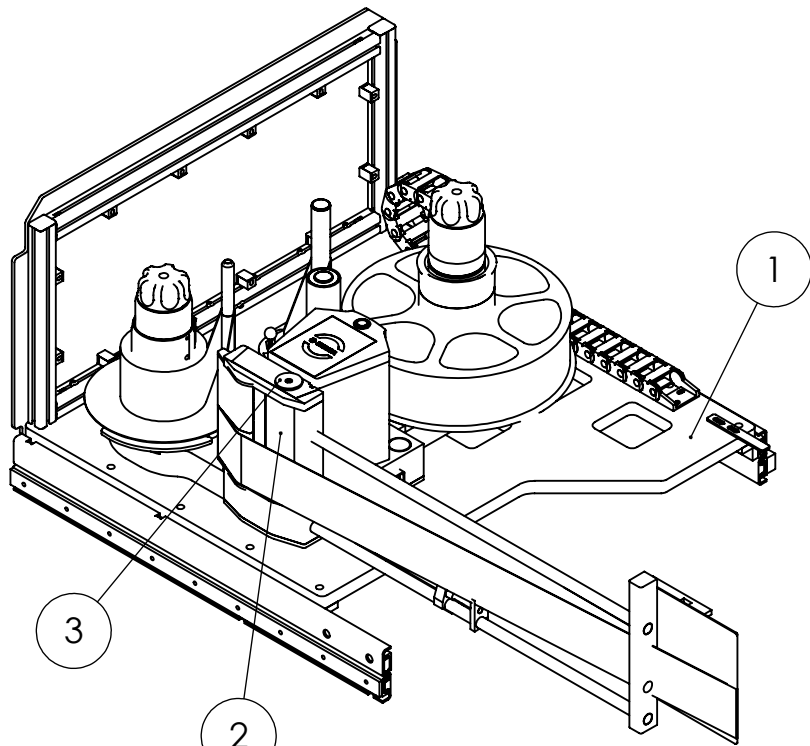
D



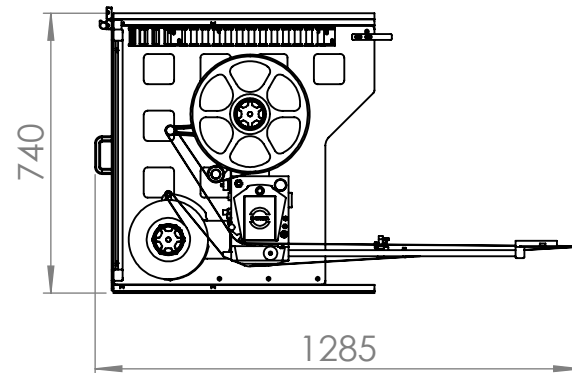
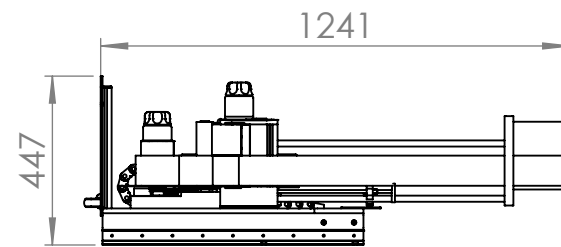
Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2023161449	20190117-118	Vários	Oficina		1	
2	MA#2023161837	20190117-124	Vários	Oficina		1	
3	MA#2031093837	20190117-130	Vários	Oficina		1	
4	MA#2023122331	20190117-131	R4 - h7	Torno		1	
5	MA#2031114346	Festo	153496 LRMA-QS-6	Compra		1	

	Nome	Data	 isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	
Des.	M. Pereira	24/02/2020					DPEST	
Vist.			ISO 2768	mK	Escala- 1:10	 A4		Tratamento
Aprov.							Material	Vários
Nome	MA#2024153746					Descrição	Oficina	
							Desenho	20190117-117
								1/1



1 2 3 4 5 6

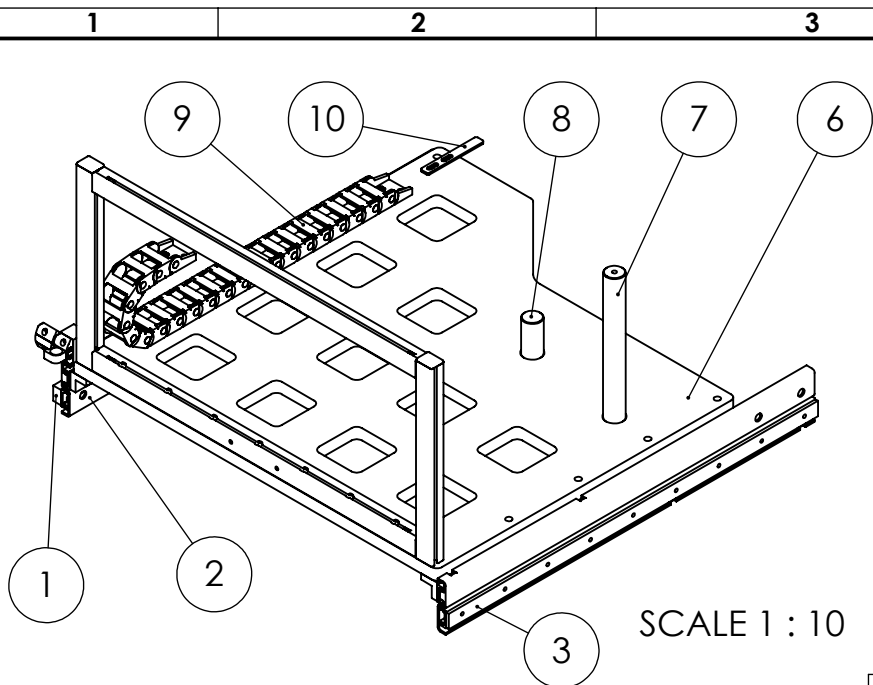


SCALE 1 : 10

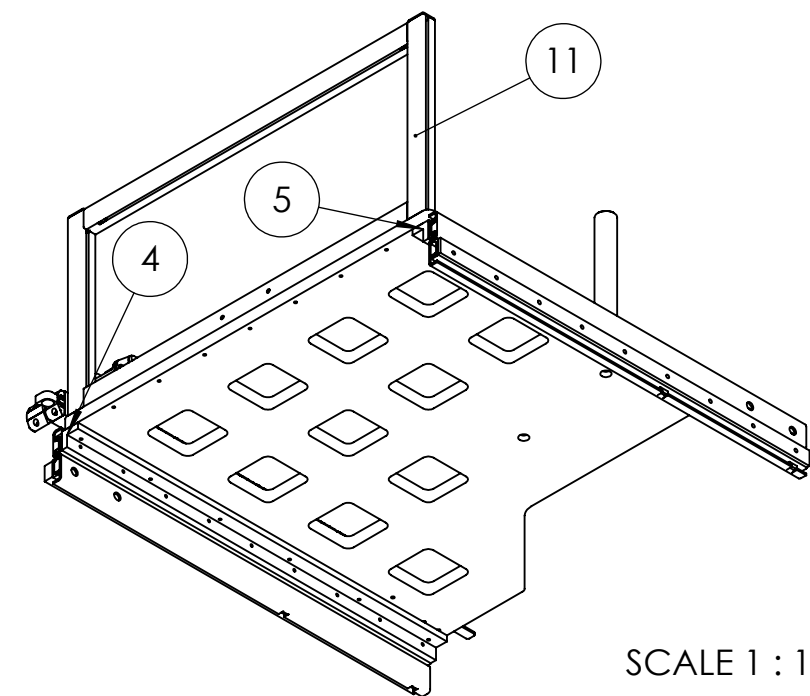
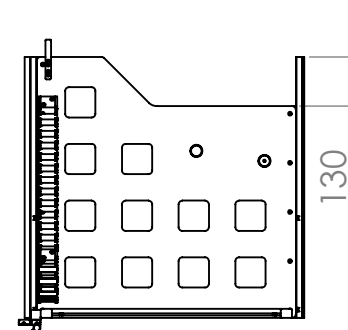
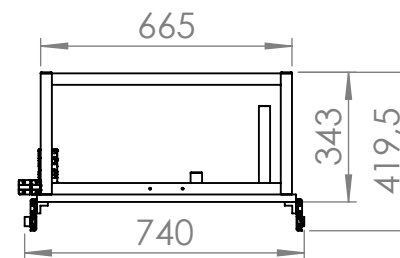
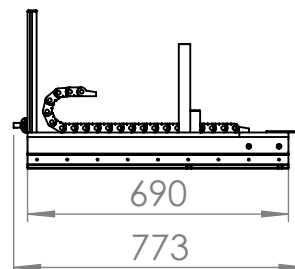


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2017182935	20190117-135	Vários	Oficina		1	
2	H500L	HERMA	H500L	Compra		1	
3	MA#2018011013	20190117-151	St 37	Laser		1	

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto	DPEST			Quantidade		
Des.	M. Pereira					16/05/2020	Massa (kg)	43076.38
Vist.						Tratamento		
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala- 1:20		A4	Material	Vários
Nome	MA#2016184026					Descrição	Oficina	
						Desenho	20190117-134	
							1/1	



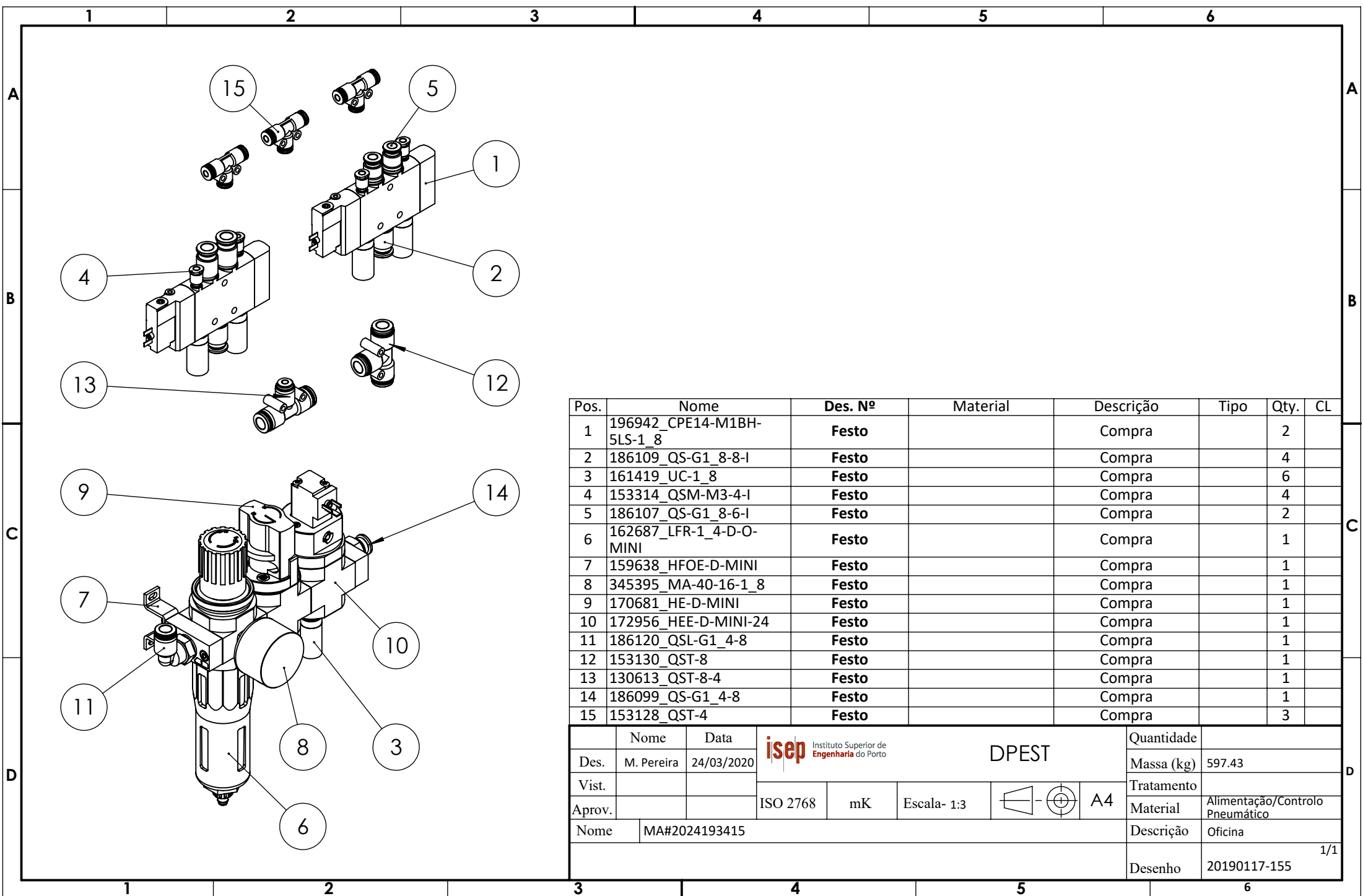
SCALE 1 : 10



SCALE 1 : 10

Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	MA#2015165728	20190117-137	Al6063 T6 (Barra 25x15)	Outro		1	
2	DSS28-690809	Rollon	DSS28-690-809	Compra		2	
3	MA#2022111221	20190117-138	Al6063 T6 (Barra 25x5)	Outro		1	
4	MA#2017214654	20190117-139	Al6063 T6 (Perfil quadrado)	Fresa		1	
5	MA#2021144816	20190117-140	Al6063 T6 (Perfil quadrado)	Fresa		1	
6	MA#2017222429	20190117-141	Al5083	Fresa		1	
7	MA#2018010622	20190117-142	R4 - h7	Torno		1	
8	MA#2018011321	20190117-143	R4 - h7	Torno		1	
9	MA#2021190246	Igus	0.64m B15i.038.048.0 (21 links)+ 1038.34P.A2	Compra		1	
10	MA#2021193905	20190117-144	St 37	Laser		1	
11	MA#2018215456	20190117-145	Vários	Oficina		1	

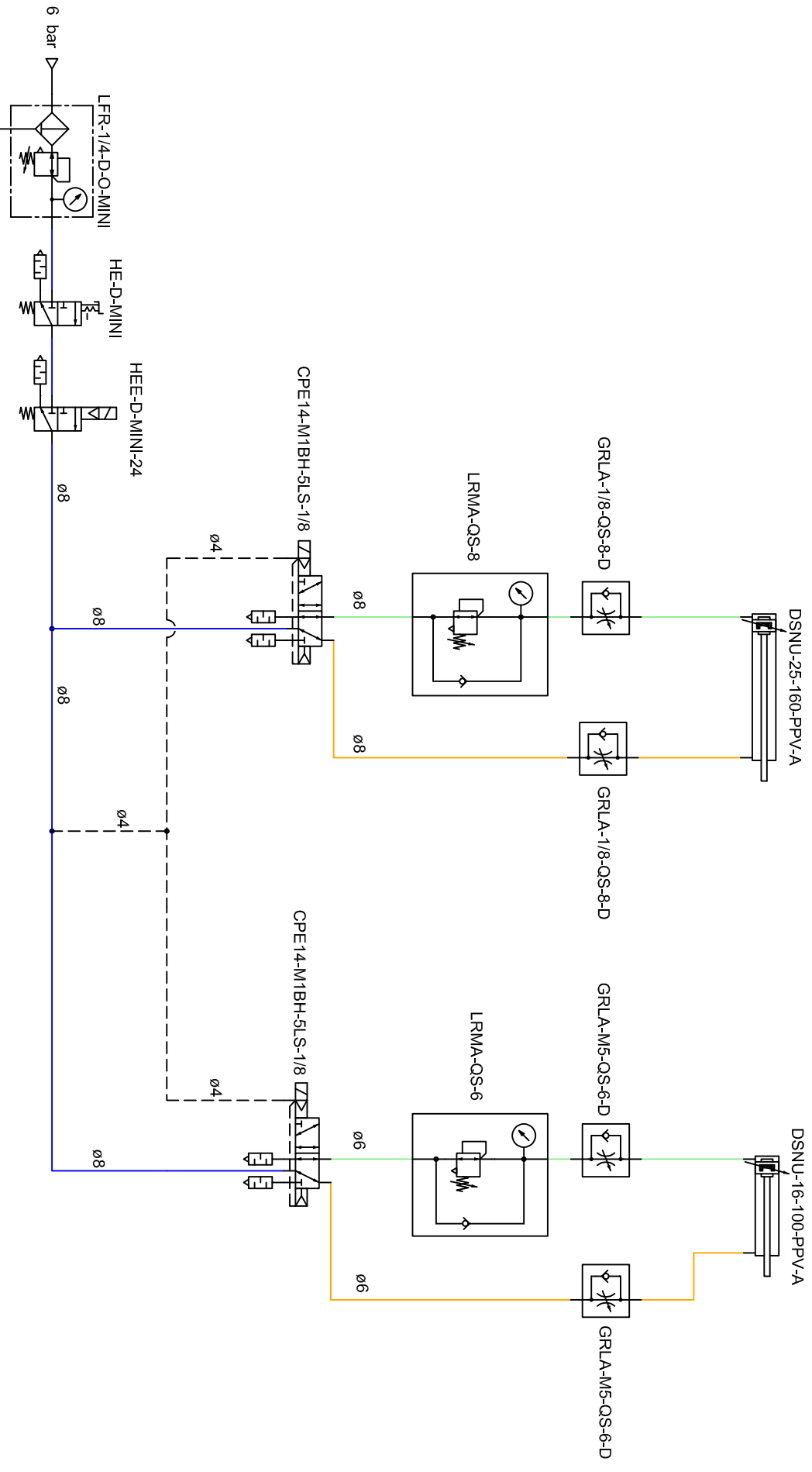
Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto	DPEST			Quantidade	
Des.	M. Pereira 18/03/2020					Massa (kg)	23095.00
Vist.		ISO 2768	mK	Escala- 1:20	A4	Tratamento	
Aprov.						Material	Vários
Nome	MA#2018010159					Descrição	Oficina
						Desenho	20190117-136
							1/1



Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Tipo	Qty.	CL
1	196942_CPE14-M1BH-5LS-1_8	Festo		Compra		2	
2	186109_QS-G1_8-8-I	Festo		Compra		4	
3	161419_UC-1_8	Festo		Compra		6	
4	153314_QSM-M3-4-I	Festo		Compra		4	
5	186107_QS-G1_8-6-I	Festo		Compra		2	
6	162687_LFR-1_4-D-O-MINI	Festo		Compra		1	
7	159638_HFOE-D-MINI	Festo		Compra		1	
8	345395_MA-40-16-1_8	Festo		Compra		1	
9	170681_HE-D-MINI	Festo		Compra		1	
10	172956_HEE-D-MINI-24	Festo		Compra		1	
11	186120_QSL-G1_4-8	Festo		Compra		1	
12	153130_QST-8	Festo		Compra		1	
13	130613_QST-8-4	Festo		Compra		1	
14	186099_QS-G1_4-8	Festo		Compra		1	
15	153128_QST-4	Festo		Compra		3	

Nome		Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade		
Des.	M. Pereira	24/03/2020					DPEST		Massa (kg)
Vist.			ISO 2768		mK	Escala- 1:3		Tratamento	
Aprov.							A4	Material	Alimentação/Controlo Pneumático
Nome		MA#2024193415				Descrição		Oficina	
							Desenho	20190117-155	
								1/1	

6.2 Anexo 2 – Esquema pneumático



Nome	Data
Des. M. Pereira	17/07/2020
Vist.	
Aprov.	
Nome	Esquema Pneumático

		DPEST	
			A4

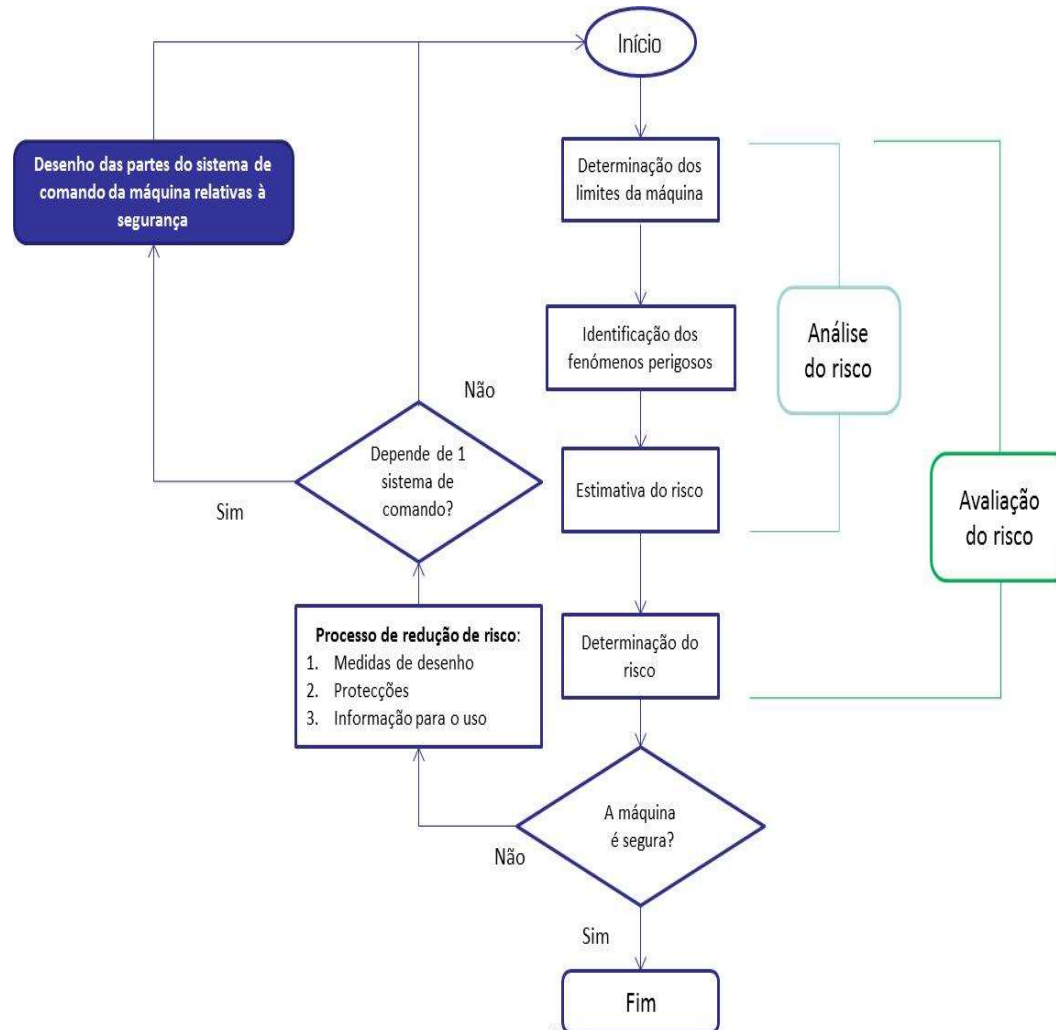
Página	1
de	1
Alimentação	6 bar
Quantidade	
Descrição	
Desenho	PS 20190117

6.3 Anexo 3 – Análise e avaliação de riscos da máquina

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCOS DA MÁQUINA

Designação da máquina: Aplicador de Etiquetas com Armazenamento Vertical

I. METODOLOGIA



AVALIAÇÃO DE RISCOS DA MÁQUINA

II. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

PO (Probabilidade de Ocorrência)		
0,033	Quase impossível	Apenas em circunstâncias extremas
1	Muito improvável	Embora concebível
1,5	Improvável	Mas pode ocorrer
2	Possível	Mas pouco comum
5	Casual	Pode acontecer
8	Provável	Não é inesperado
10	Bastante provável	Esperado
15	Certo	Sem dúvida

FE (Frequência de Exposição)	
0,5	Anual
1	Mensal
1,5	Semanal
2,5	Diário
4	Horário
5	Constantemente

R	Risco
0-5	Negligenciável
6-50	Pouco Significativo
51-500	Elevado
> 501	Inaceitável

$$R = PO \times FE \times G \times NP$$

S (Severidade)	
0,1	Arranhão, irritação, leve mal-estar
0,5	Corte, queimadura
3	Quebra ou lesão de membros (temporário), perda de visão (temporário), perturbação psicológica ou funcional
8	Perda de membro(s), capacidade visual ou auditiva (permanente)
15	Morte

NP (N.º de Pessoas Expostas)	
1	1-2 pessoas
2	3-7 pessoas
4	8-15 pessoas
8	16-50 pessoas
12	+ 50 pessoas

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: Transporte

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais		PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
(Des)embalagem	Mecânico	Arestas vivas e partes cortantes	Cortes ou golpes	8	2,5	0,5	2	20	- Arestas vivas dos componentes protegidas. - Peças soltas acondicionadas em caixas ou protegidas com espuma. - Bloqueio de peças ou partes móveis. - Sinalização na caixa referente à presença de peças cortantes. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco (Luvas com proteção mecânica).	Não	8	2,5	0,1	2	4	x		Manual de Instruções		
		Queda de objetos	Esmagamento	8	2,5	3	2	120	- Caixas e paletes filmadas com resistência reforçada por cintas. - Componentes a serem movimentados com recurso a empilhador ou caminhão grua com capacidade de carga adequada e comprovada. - Utilização de calçado de segurança com palmilha e biqueira de proteção e capacete.	Não	1	2,5	0,1	2	0,5		x	Manual de Instruções		
		Instabilidade das cargas	Esmagamento	5	2,5	3	2	75	- Cargas filmadas com resistência reforçada por cintas. - Identificação do peso dos volumes a transportar. - Definição clara do método de elevação e movimentação (identificação dos pontos de ancoragem, identificação do centro de gravidade das cargas). - Elevação das cargas, aquando da utilização de grua ou caminhão-grua, com recurso a acessórios de elevação certificados.	Não	1	2,5	0,1	2	0,5		x	Manual de Instruções Desenho Transporte		
	Ergonómicos	Posturas incorretas	Fadiga	15	2,5	0,1	2	7,5	- Movimentação dos componentes de forma manual, cumprindo os limites para a movimentação manual de cargas. - Acondicionamento das cargas em paletes ou caixas a serem realizadas com recurso a equipamento mecânico de elevação de cargas.	Não	2	2,5	0,1	2	1		x	Manual de Instruções		
		Esforços	Desordens músculo-esqueléticas	15	2,5	0,1	2	7,5	- Indicação do peso nos componentes. - Componentes com peso superior a 20kg, movimentados de forma manual, sempre com mais do que dois operadores ou com recurso a equipamento mecânico de elevação de cargas.	Não	2	2,5	0,1	2	1		x	Manual de Instruções		
(Des)carga	Ergonómicos	Esforços	Desordens músculo-esqueléticas	15	2,5	0,1	2	7,5	- Indicação do peso nos componentes. - Movimentação dos componentes de forma manual, cumprindo os limites para a movimentação manual de cargas. - Componentes com peso superior a 20kg, movimentados de forma manual, sempre com mais do que dois colaboradores ou com recurso a equipamento mecânico de elevação de cargas. - Implementar a rotatividade dos operadores, diversificando as tarefas.	Não	2	2,5	0,1	2	1		x	Manual de Instruções		

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: Transporte

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais		PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
(Des)carga	Mecânico	Queda de objetos	Esmagamento	8	2,5	3	2	120	- Transporte dos componentes de grande dimensão em paletes e partes pequenas em caixas de madeira, devidamente acondicionados. - O equipamento deve ser elevado pelos olhais de suporte presentes no topo da estrutura. - Uso de correias de aperto para conferir resistência aos elementos a transportar. - Identificação do peso de cada volume a transportar. - Definição clara do método de elevação e movimentação (identificação dos pontos de ancoragem, identificação do centro de gravidade das cargas). - Elevação das cargas, aquando da utilização de grua ou camião-grua, com recurso a cintas de elevação apropriadas. - Componentes a serem movimentados com recurso a empilhador ou camião grua, com capacidade de carga suficiente. - Os equipamentos de elevação tem que estar de acordo com a legislação do País. - Definição de instruções para transporte. - Sinalização / aviso sobre riscos residuais.	Não	1	2,5	3	2	15	x		Manual de Instruções Desenho Transporte		
		Arestas vivas e partes cortantes	Cortes ou golpes	8	2,5	0,5	2	20	- Sinalização na caixa referente à presença de peças cortantes. - Em cargas filmadas usar ferramenta apropriada para desembalamento. - Utilização de EPI's adequados, para as atividades de carga e descarga (Luvas com proteção mecânica).	Não	8	2,5	0,1	2	4	x		Manual de Instruções		
Transporte	Mecânico	Energia cinética (Instabilidade da carga)	Esmagamento	8	2,5	3	1	60	- Carga acondicionada de forma a que estejam corretamente distribuídas no meio de transporte utilizado. - Componentes de grande dimensão e volumes de peças pequenas fixas individualmente no meio de transporte utilizado. - Conjuntos de cargas amarradas com recurso a cintas de amarração. - No caso de cargas altas, reforço na fixação da carga e apoio lateral dessas cargas, evitando tombamento. - O equipamento deve ser elevado pelos olhais de suporte presentes na máquina ou pelos garfos do empilhador.	Não	1	2,5	3	1	7,5		x	Manual de Instruções Desenho Transporte		
		Queda de objetos	Esmagamento	8	2,5	3	2	120	- Transporte em caixas não sobrepostas. - Material em palete não sobreponível. - Em caso de cargas sobrepostas, volume mais pesado e de volumetria superior deverá estar por baixo. - Carga acondicionada de forma a permitir circulação dos colaboradores para correta fixação das cargas. - O equipamento deve ser elevado pelos olhais de suporte presentes na máquina ou pelos garfos do empilhador.	Não	1	2,5	3	2	15		x	Manual de Instruções Desenho Transporte		

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: Montagem e Instalação

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais		PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
Instalação, fixação, ancoragem e montagem dos elementos estruturais da máquina	Mecânico	Arestas vivas e partes cortantes	Cortes ou golpes	8	5	0,5	1	20	- Projeto mecânico seguro com arestas quebradas e sem superfícies cortantes. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica.	Não	8	5	0,1	1	4	x		Manual de Instruções		
		Queda de objetos	Esmagamento	8	5	3	1	120	- Recurso a aparelho de elevação de cargas certificados com capacidade de carga adequada e comprovada. - Identificação do peso da máquina . - Utilização de acessórios de elevação certificados e com capacidade carga comprovada. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica. - Fixação da máquina de acordo com as instruções de montagem.	Não	8	5	0,1	1	4	x		Manual de Instruções Desenho Transporte		
		Instabilidade de componentes	Queda	8	5	3	1	120	- O equipamento deve ser elevado pelos olhais de suporte ou pelas travessas da base pelos garfos do empilhador. - Piso nivelado e sem desníveis ou saliências. - Instalação de suportes de assentamento reguláveis permitem o nivelamento adequado da máquina.	Não	1	5	0,1	1	0,5		x	Manual de Instruções Desenho Instalação		
			Esmagamento	8	5	3	1	120	- Movimentação de componentes em altura com equipamento de elevação de cargas, com capacidade de carga adequada. - Utilização de acessórios de elevação com capacidade de carga adequada e certificados.	Não	1	5	0,1	1	0,5		x	Manual de Instruções		
Conexão com fontes de alimentação	Elétricos	Contactos diretos	Electrocução Queimaduras	15	5	15	1	1125	Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1 - A instalação deverá ser sempre realizada por um técnico especializado. - Todas as ligações devem ter terminais devidamente dimensionados. - As partes activas devem estar protegidos por invólucros; caixas e quadros elétricos com IP2X. - Se o invólucro for acessível, deverá ser assegurado, no mínimo o IP4X. - Os condutores de alimentação devem ser conectados de acordo com as indicações do manual de instruções. - A máquina deve ser ligada ao quadro elétrico através de um cabo elétrico, protegido por um disjuntor de proteção contra curto-circuitos de acordo com o indicado no projeto elétrico e no manual de instruções . - As ligações dos componentes elétricos deverão ser feitas com a máquina desligada da energia elétrica. - Ao conectar a máquina à rede de alimentação elétrica certificar que o interruptor principal, ou disjuntor de proteção do cabo elétrico se encontra desligado e está bloqueado. - Os condutores de alimentação devem possuir duplo isolamento e serem conectados de acordo com as indicações descritas no no projeto elétrico e no manual de instruções.	Não	0,033	5	15	1	2,475	x		Projeto Elétrico Manual de Instruções Lockout/Tagout		

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Montagem e Instalação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais		PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
Conexão com fontes de alimentação	Elétricos	Contactos indiretos, curto circuito e sobrecarga.	Electrocução Queimaduras	15	5	15	1	1125	Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1 - A instalação deverá ser sempre realizada por um técnico especializado. - Todas as ligações devem ter terminais devidamente dimensionados. - As ligações dos componentes elétricos deverão ser feitas com a máquina desligada da energia elétrica. - A máquina deve ser ligada ao quadro elétrico através de um cabo elétrico com condutor de proteção de cor verde e amarelo, de secção adequada de acordo com os condutores de potência. - Os condutores de alimentação de energia elétrica deverão estar protegidos por um dispositivo de proteção diferencial, de acordo com o indicado no projeto elétrico e no manual de instruções . - Ao conectar a máquina à rede de alimentação elétrica certificar que o interruptor principal, ou disjuntor de proteção do cabo elétrico se encontra desligado e está bloqueado. - Os condutores de alimentação devem possuir duplo isolamento e serem conectados de acordo com as indicações descritas no no projeto elétrico e no manual de instruções. - Conectar todas as partes metálicas da máquina ao circuito de terra de proteção.	Não	0,033	5	15	1	2,475	x		Manual de instruções		
		Compatibilidade eletromagnética	Interferência eletromagnética	10	5	0,5	1	25	- Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1. - Utilização de componentes já certificados de acordo com a Diretiva EMC (2014/30/UE) e instalados de acordo com especificações do fabricante. - Sinalização/aviso para campos eletromagnéticos mencionados como riscos residuais no manual de operação.	Não	1	5	0,1	1	0,5	x	Projeto Elétrico Manual de Instruções Lockout/Tagout			
Queda ou derrube de partes da máquina que não se encontrem fixas	Mecânico	Estabilidade	Choque Impacto Esmagamento	5	2,5	8	2	200	O desenho da máquina, bem como dos seus elementos e equipamentos, permite assegurar a estabilidade suficientemente para evitar o seu capotamento, queda ou movimentos descontrolados durante o transporte, a montagem e a desmontagem, e qualquer outra ação que envolva a máquina. No entanto a máquina deverá ser instalada e nivelada pelos apoios (pés) de forma a assegurar a estabilidade suficiente conforme indicado no manual de instruções. Os elementos e equipamentos da máquina deverão estar fixos através de sistemas de fixação que impeçam a sua remoção por pessoas não autorizadas (elementos que exijam a utilização de ferramentas para a sua desmontagem).	Não	0,033	5	8	2	2,64	x	Manual de Instruções Lockout/Tagout			
Testes, configurações, ensaios e comissionamento	Mecânicos	Movimentos da máquina	Esmagamento	2	5	3	1	30	Equipamento em testes poderá realizar movimentos descontrolados ou contrários às ordens dadas. Delimitação da zona e colocação de sinalização informando da realização de testes e configurações.	Não	1	5	3	1	15	x	Manual de Instruções Lockout/Tagout			
		Elementos móveis	Agarramento Esmagamento	10	5	8	1	400	-Montagem e colocação dos protetores fixos devidamente apertados na máquina. De acordo com a norma EN ISO 14120 e a norma EN ISO 13857, com distâncias de segurança para impedir que os membros superiores e inferiores alcancem zonas perigosas.	Não	0,033	5	8	1	1,32	x	Manual de Instruções Desenho Máquina			

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Montagem e Instalação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico	
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais		PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não		
Testes, configurações, ensaios e comissionamento	Mecânicos	Elementos móveis	Agarramento Esmagamento	10	5	8	1	400	-Montagem e colocação dos protetores móveis com os dispositivos de segurança devidamente ativos. De acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119 e EN 60204-1. Instalação de dispositivo magnético de segurança nas portas de acesso com a função de segurança SF1 - Funções de Segurança.				Não	0,033	5	8	1	1,32		x	Manual de Instruções Projeto Elétrico Funções de Segurança
		Movimentos inesperados da máquina	Agarramento Esmagamento	2	2,5	8	1	40	- Instalação de dispositivo de paragem de emergência com a função de segurança SF2 - Funções de Segurança de acordo com as normas EN ISO 13850, EN ISO 13849-1 e EN 60204-1, na proximidade de cada comando de arranque, colocado ao alcance imediato do operador. - Quando acionado o dispositivo de comando de paragem de emergência os movimentos perigosa devem ser parados o mais rápido possível. - O efeito da ordem de comando desencadeada deverá manter-se até que o dispositivo seja rearmado. - O rearme só deve poder ser efetuado no local onde a ordem de paragem de emergência foi dada. - O rearme do dispositivo não deve provocar o rearranque da máquina mas somente habilitar a máquina para que o rearranque se faça.				Não	0,033	2,5	8	1	0,66	x		Funções da Segurança Manual de Instruções Projeto Elétrico

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Operação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico				
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais	PO	FE	S	NP		Risco	Sim	Não	
Contacto com o aplicador de etiquetas (operação)	Mecânicos	Arestas vivas e partes cortantes	Cortes ou golpes	8	5	0,5	1	20	- Projeto mecânico seguro com arestas quebradas e sem superfícies cortantes. -As arestas vivas, as superfícies e os ângulos foram, através de processamentos mecânicos (quebradas, dobradas ou aparadas, etc.), tornadas inofensivas e os elementos salientes, que possam causar aprisionamento, devidamente protegidos ou sinalizados. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica.	Não					8	5	0,1	1	4	x		Manual de Instruções
		Elementos móveis do aplicador: Acesso ao interior	Esmagamento Corte Entalamento	10	5	8	1	400	- Proteção do acesso ao interior do aplicador realizada por protetores fixos de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. - Os protetores fixos devem dispor de um sistema de fixação através de elementos que impeçam a sua remoção por pessoas não autorizadas (elementos que exijam a utilização de ferramentas para a sua abertura ou desmontagem). -Proteção do acesso ao interior do aplicador realizada por protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. A função de segurança deve permitir parar os movimentos da máquina de acordo com o Performance Level requerido. O dispositivo magnético de segurança (SF1) assegura as seguintes condições: - Impede o arranque de funções perigosas da máquina até que os protetores estejam fechados; - Dá uma ordem de paragem sempre que os protetores deixarem de estar fechados. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não					0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo de gaveta: Acesso a elementos móveis do dispensador e impressora de etiquetas	Corte	10	5	3	1	150	- Proteção do acesso a elementos móveis realizada por protetores fixos de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857. - Os protetores fixos devem dispor de um sistema de fixação através de elementos que impeçam a sua remoção por pessoas não autorizadas (elementos que exijam a utilização de ferramentas para a sua abertura ou desmontagem). - Integração de sensor fim de curso que interrompe funcionamento do módulo de gaveta quando este se encontra aberto, ou incorretamente posicionado. - Forças aplicadas pelos elementos móveis estão dentro dos limites definidos na norma EN 415-10. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não					0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Manual de Instruções
		Módulo de Alimentação: Movimentação vertical do transportador de alimentação, junto a dispensador de etiqueta	Esmagamento Corte	10	5	3	1	150	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não					0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções

Tipo de máquina: Aplicador de Etiquetas com Armazenamento Vertical
Modelo: --

Número série: --
Ano: 2020

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Operação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais	PO	FE	S	NP	
Contacto com o aplicador de etiquetas (operação)	Mecânicos	Módulo de Alimentação: Movimentação vertical do transportador de alimentação (Aproximação a estrutura da máquina)	Esmagamento	10	5	8	1	400	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo de Alimentação: Movimentação vertical do transportador de alimentação (entre transportador e suporte de sensor de posicionamento)	Esmagamento	10	5	8	1	400	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo de Alimentação: Movimentação vertical do transportador de alimentação (entre transportador e estrutura do módulo)	Esmagamento	10	5	3	1	150	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo de Alimentação: Movimentação da correia de transporte no transportador de alimentação	Esmagamento	10	5	3	1	150	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo de Alimentação: Ventilador no transportador	Corte Arrastamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo de Alimentação / Módulo Aplicador: Aproximação entre transportador de alimentação e transportador aplicador	Esmagamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções

Tipo de máquina: Aplicador de Etiquetas com Armazenamento Vertical
Modelo: --

Número série: --
Ano: 2020

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Operação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais	PO	FE	S	NP	
Contacto com o aplicador de etiquetas (operação)	Mecânicos	Módulo de Aplicador: Movimentação vertical do transportador de alimentação (Aproximação a estrutura da máquina)	Esmagamento	10	5	8	1	400	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Movimentação vertical do transportador aplicador (entre transportador e suporte de sensor de posicionamento)	Esmagamento	10	5	8	1	400	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Movimentação vertical do transportador aplicador (entre transportador e estrutura do módulo)	Esmagamento	10	5	3	1	150	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Movimentação da correia de transporte no transportador de alimentação	Esmagamento	10	5	3	1	150	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Ventilador no transportador	Corte Arrastamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Movimentação da correia dentada de transmissão (transportador aplicador)	Esmagamento	10	5	8	1	400	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções

Tipo de máquina: Aplicador de Etiquetas com Armazenamento Vertical
 Modelo: --

Número série: --
 Ano: 2020

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Operação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais	PO	FE	S	NP	
Contacto com o aplicador de etiquetas (operação)	Mecânicos	Módulo Aplicador: Abertura / Fecho do transportador aplicador (aproximação a estrutura de suporte do transportador)	Esmagamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. Averiguar a altura e largura do transportador a trabalhar em paralelo com o aplicador de etiquetas, e integrar proteção fixa de acordo com as distâncias de segurança que impeçam acesso a zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Abertura / Fecho do transportador aplicador (aproximação a estrutura do aplicador de etiquetas)	Esmagamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. Averiguar a altura e largura do transportador a trabalhar em paralelo com o aplicador de etiquetas, e integrar proteção fixa de acordo com as distâncias de segurança que impeçam acesso a zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Aplicador: Aplicação de etiqueta (contacto entre transportador aplicador e o pneu)	Esmagamento	15	5	3	1	225	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. - Forças aplicadas pelos elementos móveis estão dentro dos limites definidos na norma EN 415-10. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Manual de Instruções
		Módulo Pressionador: Abertura / Fecho do rolo pressionador (aproximação a estrutura do módulo pressionador)	Esmagamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. Averiguar a altura e largura do transportador a trabalhar em paralelo com o aplicador de etiquetas, e integrar proteção fixa de acordo com as distâncias de segurança que impeçam acesso a zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções
		Módulo Pressionador: Abertura / Fecho do rolo pressionador (aproximação a estrutura do aplicador de etiquetas)	Esmagamento	15	5	8	1	600	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. Averiguar a altura e largura do transportador a trabalhar em paralelo com o aplicador de etiquetas, e integrar proteção fixa de acordo com as distâncias de segurança que impeçam acesso a zonas perigosas. -Integração de protetores móveis (portas de acesso), com dispositivo magnético de segurança (SF1), de acordo com a norma EN ISO 14120, EN ISO 14119, EN 60204-1 e EN ISO 13849-1. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	8	1	1,32		X	Desenho Máquina Funções da Segurança Manual de Instruções

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Operação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais	PO	FE	S	NP	
Contacto com o aplicador de etiquetas (operação)	Mecânicos	Módulo Presionador: Contacto entre rolo pressionador e pneu	Esmagamento	15	5	3	1	225	- Proteção fixa de acordo com EN ISO 14120 e EN ISO 13857, com distância de segurança para impedir acesso às zonas perigosas. - Forças aplicadas pelos elementos móveis estão dentro dos limites definidos na norma EN 415-10. - Sinalização/aviso sobre riscos residuais.	Não	0,033	5	3	1	0,495		X	Desenho Máquina Manual de Instruções
		Erros de operação	Vários	8	5	3	1	120	- Identificação dos órgãos de comando com recurso a pictogramas normalizados e com recurso a legendas na língua do utilizador.	Não	0,033	5	3	2	0,99		X	Desenho Máquina Manual de Instruções
		Funcionamento irregular/movimentos descontrolados	Vários	8	5	8	1	320	- Instalação de dispositivo de paragem de emergência (SF2) de acordo com as normas EN ISO 13850, EN ISO 13849-1 e EN 60204-1, na proximidade de cada comando de arranque. - Instalação de sensores fim de curso nos módulos alimentador e aplicador para controlo da operação das guias de movimentação vertical.	Não	0,03	5	8	2	2,4		X	Manual de Instruções Desenho máquina Funções da Segurança Projeto Elétrico
		Órgãos móveis - Arranque intempestivo	Corte Entalamento Esmagamento Impacto	15	5	8	2	1200	Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1. - A instalação deverá ser sempre realizada por um técnico especializado.	Não	0,033	5	8	2	2,64		X	Manual de Instruções Desenho máquina Projeto Elétrico
Queda ou derrube de partes da máquina que não se encontrem devidamente fixas	Mecânico	Estabilidade	Choque Impacto Esmagamento	5	2,5	8	1	100	- O desenho da máquina, bem como dos seus elementos e componentes, permite assegurar a estabilidade suficientemente para evitar o seu capotamento, queda ou movimentos descontrolados durante o transporte, a montagem e a desmontagem, e qualquer outra ação que envolva a máquina. - No entanto a máquina deverá ser instalada e nivelada pelos apoios (pés) de forma a assegurar a estabilidade suficiente conforme indicado no manual de instruções. - Os elementos e equipamentos da máquina deverão estar fixos através de sistemas de fixação que impeçam a sua remoção por pessoas não autorizadas (elementos que exijam a utilização de ferramentas para a sua desmontagem).	Não	0,033	5	8	2	2,64		x	Desenho máquina Manual de Instruções
Contacto com partes ativas	Elétrico	Partes ativas Contacto direto	Electrocução Queimaduras	8	5	15	1	600	Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1 - A instalação deverá ser sempre realizada por um técnico especializado. - Todas as ligações devem ter terminais devidamente dimensionados. - As ligações dos componentes elétricos deverão ser feitas com a máquina desligada da energia elétrica. - As partes ativas devem estar protegidos, no interior dos invólucros (caixas e quadros elétricos) com IP2X. - Se o invólucro for acessível, deverá ser assegurado, no mínimo com IP44. - Os condutores de alimentação instalados fora dos invólucros (caixas e quadros elétricos) possuem duplo isolamento e devem ser conectados de acordo com o projeto elétrico e o manual de instruções as indicações do manual de instruções. - Os dispositivos de comando das máquinas e os dispositivos de rearmamento dos relés de proteção destinados aos operadores de produção são dispostos de forma a poderem ser acionados e manobrados sem o risco de contato com as partes expostas sob tensão; nomeadamente, a utilização de tensão reduzida de segurança para os circuitos de comando. - As máquinas estão protegidas contra os fenômenos de sobreintensidade superiores aos nominais.	Não	0,033	5	15	1	2,475		x	Projeto Elétrico Manual de Instruções Lockout/Tagout

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Operação**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
Contacto com partes que se tornaram activas sob condições de falha	Elétrico	Partes activas Contacto indireto	Electrocução Queimaduras	8	5	15	1	600	Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1 - A instalação deverá ser sempre realizada por um técnico especializado. - Todas as ligações devem ter terminais devidamente dimensionados. - As ligações dos componentes elétricos deverão ser feitas com a máquina desligada da energia elétrica. - A máquina deve ser ligada ao quadro elétrico através de um cabo elétrico com condutor de proteção de cor verde e amarelo, de secção adequada de acordo com os condutores de potência. - Os condutores de alimentação de energia elétrica deverão estar protegidos por um dispositivo de proteção diferencial, de acordo com o indicado no projeto elétrico e no manual de instruções. - Ao conectar a máquina à rede de alimentação elétrica certificar que o interruptor principal, ou disjuntor de proteção do cabo elétrico se encontra desligado e está bloqueado. - Os condutores de alimentação devem possuir duplo isolamento e serem conectados de acordo com as indicações descritas no projeto elétrico e no manual de instruções. - Conexão de todas as partes metálicas da máquina ao circuito de terra de proteção. - A ligação à terra é realizada através de um condutor de proteção incorporado ao cabo elétrico de conexão da máquina. - Os circuitos internos de uma máquina, alimentados por transformadores com enrolamentos separados, dispõem de dispositivos de proteção contra os contatos indiretos.	Não	0,033	5	15	1	2,475		x	Projeto Elétrico Manual de Instruções Lockout/Tagout
Ruído devido à rotação e movimentação das partes móveis, vibração e elementos de transmissão	Exposição ao ruído	Elementos móveis	Desconforto auditivo Perda de audição	8	5	8	1	320	- Avaliação da emissão da potência sonora; - Foram empregues todos os meios disponíveis para reduzir o ruído desde as primeiras fases de conceção, tais como a escolha de materiais metálicos e não metálicos e sempre que possível, a montagem de componentes com forma, espessura e dimensões capazes de evitar os fenômenos de ressonância e a inserção de juntas que permitam amortecer as vibrações, tendo em conta que a diretiva relativa às máquinas não estabelece limites para emissão de relativas ao ruído aéreo emitido. - No manual de instruções da máquina são indicados os níveis de pressão acústica de emissão ponderado A e nível de potência acústica ponderado A emitido pela máquina. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: protetores auditivos.	Sim	8	5	0,1	1	4	x	Manual de instruções Relatório de potência sonora	
Energia Pneumática	Mecânico	Energia pneumática acumulada	Vários	10	5	8	1	400	Projeto pneumático de acordo com EN ISO 4414.	Não	0,033	5	8	1	1,32	x	Manual de Instruções Desenho máquina	

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Manutenção**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais	PO	FE	S	NP	
Intervenção na máquina/substituição de componentes/afinações / lubrificação e detecção de avarias	Mecânicos	Elementos móveis do aplicador de etiquetas	Impacto Esmagamento Corte Arrastamento Aprisionamento	15	4	8	1	480	- A remoção das proteções fixas, deve ser efetuada por técnicos especializados. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica. - Máquina equipada com dispositivos de corte de energia elétrica com possibilidade de implementação de sistema LOTO (Lockout/Tagout) para bloqueio das fontes de energia. - Antes de se iniciar qualquer intervenção numa máquina, deverão ser asseguradas as condições de segurança. - Antes de ser iniciado qualquer trabalho, as fontes de energia devem ser isoladas (Lockout) e devidamente sinalizadas (Tagout) de acordo com os seguintes princípios: 1 - Notificar todas os colaboradores afetos às operações; 2 - Desligar a máquina corretamente; 3 - Isolar todas as fontes de energia; 4 - Despressurizar circuitos em pressão; 5 - Aplicar os dispositivos de bloqueio e sinalização; 6 - Ensaiar o equipamento; 7 - Realizar a Intervenção	Não	0,033	4	8	1	1,056		x	Desenho Funções da Segurança Projeto Elétrico Manual de instruções
	Mecânicos	Peças pontiagudas e cortantes Arestas vivas	Corte Punção Fricção Abrasão	8	4	3	1	96	- As arestas vivas, as superfícies e os ângulos foram, através de processamentos mecânicos (quebradas, dobradas ou aparadas, etc.), tornadas inofensivas e os elementos salientes, que possam causar aprisionamento, devidamente protegidos ou sinalizados. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica.	Não	1	4	0,5	1	2	X		Desenho Manual de instruções
	Mecânicos	Queda ou projeção de objetos	Esmagamento Corte Impacto Penetração Punção	8	4	8	1	256	- A remoção dos componentes de maior massa, deve ser efetuada por dois técnicos especializados. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica . - Máquina equipada com dispositivos de corte de energia elétrica com possibilidade de implementação de sistema LOTO (Lockout/Tagout) para bloqueio das fontes de energia. - Antes de se iniciar qualquer intervenção numa máquina, deverão ser asseguradas as condições de segurança. - Antes de ser iniciado qualquer trabalho, as fontes de energia devem ser isoladas (Lockout) e devidamente sinalizadas (Tagout) de acordo com os seguintes princípios: 1 - Notificar todas os colaboradores afetos às operações; 2 - Desligar a máquina corretamente; 3 - Isolar todas as fontes de energia; 4 - Despressurizar circuitos em pressão; 5 - Aplicar os dispositivos de bloqueio e sinalização; 6 - Ensaiar o equipamento; 7 - Realizar a Intervenção	Não	0,033	4	8	1	1,056		x	Manual de Instruções

Tipo de máquina: Aplicador de Etiquetas com Armazenamento Vertical
 Modelo: --

Número série: --
 Ano: 2020

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: **Manutenção**

Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Proteção	Medidas adicionais		PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
Equipamento elétrico	Elétricos	Partes ativas	Electrocução Queimaduras	10	1,5	15	1	225	- Projeto elétrico de acordo com a EN 60204-1 - A instalação deverá ser sempre realizada por um técnico especializado. - Todas as ligações devem ter terminais devidamente dimensionados. - Sistema equipado com dispositivo de corte de energia elétrica com possibilidade de implementação de sistema LOTO para bloqueio da fonte de energia. - As ligações dos componentes elétricos deverão ser feitas com a máquina desligada da energia elétrica. - As partes ativas devem estar protegidas, no interior dos invólucros (caixas e quadros elétricos) com IP2X. - Se o invólucro for acessível, deverá ser assegurado, no mínimo com IP44. - As máquinas estão protegidas contra os fenômenos de sobreintensidade superiores aos nominais (Fusíveis).	Não	0,033	1,5	15	1	0,7425			X	Projeto Elétrico Manual de Instruções Lockout/Tagout	
Limpeza da máquina	Associados ao desrespeito pelos princípios ergonómicos	Posturas incorretas durante a operação de limpeza	Desordens músculo-esqueléticas	8	2,5	0,5	1	10	Utilização de acessórios e procedimentos adequados durante a limpeza da máquina, de acordo com as prescrições do manual de instruções. As operações de limpeza devem ser realizadas com a máquina desligada da energia elétrica e com o circuito pneumático despressurizado.	Não	2	2,5	0,5	1	2,5		X	Manual de instruções		

AVALIAÇÃO DE RISCOS

FASE DE VIDA ÚTIL: Desmontagem, colocação fora de serviço e abate.

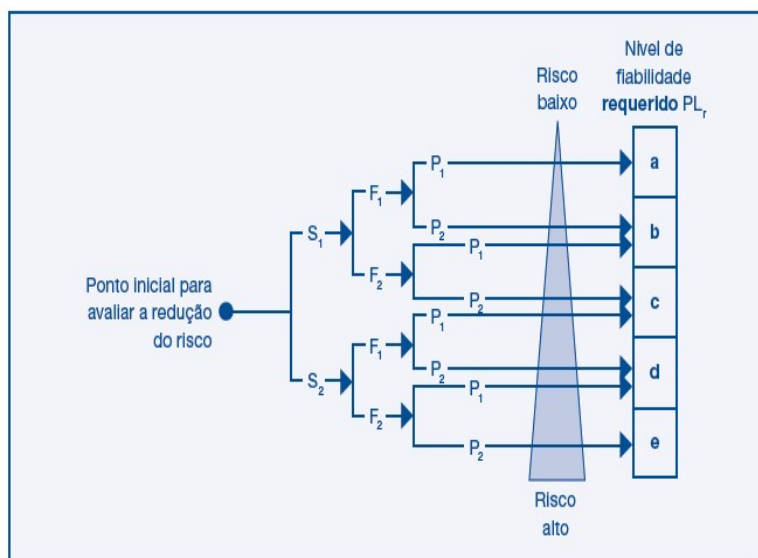
Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção	Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco			PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
Desmontagem dos elementos	Vários	Vários	Vários	8	5	8	1	320	- Máquina equipada com dispositivos de corte de energia elétrica com possibilidade de implementação de sistema LOTO (Lockout/Tagout) para bloqueio das fontes de energia. - Antes de se iniciar qualquer intervenção numa máquina, deverão ser asseguradas as condições de segurança. - Antes de ser iniciado qualquer trabalho, as fontes de energia devem ser isoladas (Lockout) e devidamente sinalizadas (Tagout) de acordo com os seguintes princípios: 1 - Notificar todas os colaboradores afetos às operações; 2 - Desligar a máquina corretamente; 3 - Isolar todas as fontes de energia; 4 - Despressurizar circuitos em pressão; 5 - Aplicar os dispositivos de bloqueio e sinalização; 6 - Ensaiar o equipamento; 7 - Realizar a Intervenção	Não	0,033	5	8	1	1,32		x	Manual de Instruções
	Mecânico	Peças pontiagudas e cortantes Arestas vivas	Corte Punção Fricção Abrasão	5	5	3	1	75	- As arestas vivas, as superfícies e os ângulos foram, através de processamentos mecânicos (quebradas, dobradas ou aparadas, etc.), tornadas inofensivas e os elementos salientes, que possam causar aprisionamento, devidamente protegidos ou sinalizados. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica.	Não	1	5	0,1	1	0,5	X	Manual de Instruções Desenho máquina	
		Queda de objetos	Esmagamento	8	5	3	1	120	- Materiais manuseados com recurso a meios mecânicos de movimentação de cargas. - A área de desmontagem deve estar delimitada e sinalizada. - Utilização de EPI's adequados ao tipo de risco: calçado de segurança e luvas de proteção com proteção a corte e resistência mecânica.	Não	1	5	0,1	1	0,5		x	Manual de instruções
		Instabilidade de componentes	Esmagamento	8	5	3	1	120	- Identificação do peso dos volumes a transportar. - Definição clara do método de elevação e movimentação (identificação dos pontos de ancoragem, identificação do centro de gravidade das cargas). - Meios mecânicos de movimentação de cargas, com recurso a acessórios de elevação apropriados e certificados.	Não	1	5	0,1	1	0,5		x	Manual de instruções
	Ergonómicos	Posturas incorretas	Fadiga	15	5	0,1	1	7,5	- Movimentação dos componentes de forma manual, cumprindo os limites para a movimentação manual de cargas. - Acondicionamento das cargas em paletes ou caixas a serem realizadas com recurso a meios mecânicos de movimentação de cargas.	Não	2	5	0,1	1	1		x	Manual de instruções
		Esforços	Desordens músculo-esqueléticas	15	5	0,1	1	7,5	- Indicação do peso nos componentes - Componentes com peso superior a 20kg, movimentados de forma manual, sempre com mais do que dois operadores.	Não	2	5	0,1	1	1		x	Manual de instruções
Desmontagem dos elementos elétricos	Elétricos	Contactos diretos	Electrocução Queimaduras	10	5	15	1	750	- Intervenção realizada por um técnico especializado. - A máquina deve ser desligada do quadro elétrico.	Não	0,033	5	15	1	2,475		x	Projeto Elétrico Manual de Instruções Lockout/Tagout

AVALIAÇÃO DE RISCOS DA MÁQUINA - MARCAÇÃO CE

III. Determinação do nível de fiabilidade requerido - PLr

Procedimento para aplicação da norma EN ISO 13849-1

- 1 - Definição dos requisitos de segurança
- 2 - Determinação dos níveis de fiabilidade requeridos
- 3 - Definição da estrutura da SRP/CS
- 4 - Determinação do nível de fiabilidade - PL
- 5 - Verificação
- 6 - Validação
- 7 - Especificação dos requisitos de segurança



S – Gravidade da lesão

S1 = lesão ligeira (normalmente reversível)

S2 = lesão grave (normalmente irreversível), inclusive morte

F – Frequência e/ou duração da exposição ao perigo

F1 = raramente até ocasionalmente e/ou curta duração: (1 interv./hora)

F2 = frequentemente até constantemente e/ou longa duração: (> 1 interv./h)

P – Possibilidades para evitar o perigo

P1 = possível sob determinadas condições

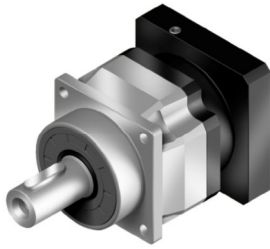
P2 = quase impossível

Designação	Funções de segurança	Avaliação			
		S	FE	P	PLr
SF1	Protetor móvel (Porta de acesso): dispositivo magnético de segurança	S2	F2	P1	d
SF2	Paragem de emergência	S2	F2	P1	d

6.4 Anexo 4 – Fichas técnicas


APEX DYNAMICS, INC.
[HOME](#) [ABOUT](#) [NEWS](#) [PRODUCTS](#) [DESIGN TOOL](#) [DYNAMAX](#) [CATALOG](#) [SUPPORT](#) [CONTACT](#) [中文](#) [Login](#)

Check Dimension



Ordering Code

AF042 - 010 - S2 - P2 / SIEMENS 1FK7022-5AK71

Please contact your [local APEX Agent](#) for the drawings.

 User-ID:

 PASSWORD:

Gearbox Specification

 Model: **AF042 - 010 - S2 - P2**

 Ratio: **10** Shaft Option: **Keyway**

 Backlash: **P2: Standard Backlash**

 Adapter: **P0401100206 / AD-W42-M55-6**

 Output Torque: **14 Nm** Rated Speed: **5000 rpm**

 Max. Torque: **25.20 Nm** Max. Speed: **10000 rpm**

 Weight \approx **0.60 kg** Inertia: **0.03 kgcm²**

Motor Specification

 Brand: **SIEMENS**

 Model: **1FK7022-5AK71**

 Motor shaft: **9 mm**

 Output Power: **0.40 Kw** **Rated Speed: 6000 rpm**

 Rated Torque: **0.63 Nm** **Max. Speed: 6000 rpm**

 Peak Torque: **1.89 Nm** **Inertia: 0.28 kgcm²**

Specifications / AF Series

Gearbox Performance

Model No.	Stage	Ratio ⁽¹⁾	AF042	AF060	AF060A	AF075	AF075A	AF100	AF100A	AF140	AF140A	AF180	AF220	
Nominal Output Torque T_{2N}	1	3	20	55	-	130	-	208	-	342	-	588	1,140	
		4	19	50	-	140	-	290	-	542	-	1,050	1,700	
		5	22	60	-	160	-	330	-	650	-	1,200	2,000	
		6	20	55	-	150	-	310	-	600	-	1,100	1,900	
		7	19	50	-	140	-	300	-	550	-	1,100	1,800	
		8	17	45	-	120	-	260	-	500	-	1,000	1,600	
		9	14	40	-	100	-	230	-	450	-	900	1,500	
		10	14	40	-	100	-	230	-	450	-	900	1,500	
		2	12	19	50	50	140	140	290	290	542	542	1,050	1,700
			15	20	55	55	130	130	208	208	342	342	588	1,140
	16		19	50	50	140	140	290	290	542	542	1,050	1,700	
	20		19	50	50	140	140	290	290	542	542	1,050	1,700	
	25		22	60	60	160	160	330	330	650	650	1,200	2,000	
	28		19	50	50	140	140	300	300	550	550	1,100	1,800	
	30		20	55	55	150	150	310	310	600	600	1,100	1,900	
	32		17	45	45	120	120	260	260	500	500	1,000	1,600	
	35		19	50	50	140	140	300	300	550	550	1,100	1,800	
	40		17	45	45	120	120	260	260	500	500	1,000	1,600	
	45	14	40	40	100	100	230	230	450	450	900	1,500		
	50	22	60	60	160	160	330	330	650	650	1,200	2,000		
60	20	55	55	150	150	310	310	600	600	1,100	1,900			
70	19	50	50	140	140	300	300	550	550	1,100	1,800			
80	17	45	45	120	120	260	260	500	500	1,000	1,600			
90	14	40	40	100	100	230	230	450	450	900	1,500			
100	14	40	40	100	100	230	230	450	450	900	1,500			
Emergency Stop Torque $T_{2NOT}^{(2)}$	Nm	1,2	3~100	3 times of Nominal Output Torque										
Nominal Input Speed n_{1N}	rpm	1,2	3~100	5,000	5,000	5,000	4,000	4,000	4,000	4,000	3,000	3,000	3,000	2,000
Max. Input Speed n_{1B}	rpm	1,2	3~100	10,000	10,000	10,000	8,000	8,000	8,000	8,000	6,000	6,000	6,000	4,000
Micro Backlash P0	arcmin	1	3~10	-	-	-	≤1	-	≤1	-	≤1	-	≤1	≤1
		2	12~100	-	-	-	-	-	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3
Reduced Backlash P1	arcmin	1	3~10	≤3	≤3	-	≤3	-	≤3	-	≤3	-	≤3	≤3
		2	12~100	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5
Standard Backlash P2	arcmin	1	3~10	≤5	≤5	-	≤5	-	≤5	-	≤5	-	≤5	≤5
		2	12~100	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7
Torsional Rigidity	Nm/arcmin	1,2	3~100	3	7	7	14	14	25	25	50	50	145	225
Max. Radial Load $F_{2B}^{(3)}$	N	1,2	3~100	610	1,400	1,400	4,100	4,100	9,200	9,200	14,000	14,000	18,000	33,000
Max. Axial Load $F_{2aB}^{(3)}$	N	1,2	3~100	320	1,100	1,100	3,700	3,700	5,820	5,820	11,400	11,400	19,500	16,300
Max. Tilting Moment M_{2K}	Nm	1,2	3~100	20	85	85	380	380	970	970	1,840	1,840	2,740	5,030
Efficiency η	%	1	3~10	≥97%										
		2	12~100	≥94%										
Weight	kg	1	3~10	0.6	1.3	-	3.7	-	6.9	-	12.6	-	25.5	45
		2	12~100	0.8	1.5	2	4.1	5.5	8.1	10.6	16.6	20.2	31.5	57
Operating Temp	°C	1,2	3~100	-10°C~90°C										
Lubrication		1,2	3~100	Synthetic lubrication oils										
Degree of Gearbox Protection		1,2	3~100	IP65										
Mounting Position		1,2	3~100	all directions										
Noise ⁽⁴⁾	dB(A)	1,2	3~100	≤56	≤58	≤60	≤60	≤63	≤63	≤65	≤65	≤67	≤67	≤70

(1) Ratio ($i=N_{in}/N_{out}$)(2) Max. acceleration torque $T_{2B} = 60\%$ of T_{2NOT}

(3) Applied to the output shaft center at 100 rpm

(4) The dB values are measured by gearbox with ratio 10 (1-stage) or ratio 100 (2-stage), no loading at 3,000 RPM or at the respective Nominal Input Speed by bigger model size.

By lower ratio and/or higher RPM, the noise level could be 3 to 5 dB higher.



HOME ABOUT NEWS PRODUCTS DESIGN TOOL DYNAMAX CATALOG SUPPORT CONTACT 中文 Login

Check Dimension

Renew Gearbox Renew Motor



Ordering Code

PS II R_B - 005 / SIEMENS 1FK7042-2AK71

Please contact your [local APEX Agent](#) for the drawings.

User-ID:

PASSWORD:

LOGIN RESET

Gearbox Specification

Model: **PS II R_B - 005**

Ratio: **5**

Adapter: **P0411401401 / AD-PE2-S19-M96-1**

Output Torque: **40 Nm** Rated Speed: **4000 rpm**

Max. Torque: **72 Nm** Max. Speed: **6000 rpm**

Weight \approx **2.30 kg** Inertia: **1.24 kgcm²**

Motor Specification

Brand: **SIEMENS**

Model: **1FK7042-2AK71**

Motor shaft: **19 mm**

Output Power: **0.90 Kw** **Rated Speed: 6000 rpm**

Rated Torque: **1.50 Nm** **Max. Speed: 6000 rpm**

Peak Torque: **4.50 Nm** **Inertia: 2.90 kgcm²**

Previous Next

PSII / PSII R Gearbox Performance

Model No.	Stages	Ratio ⁽¹⁾	Type	PSII A	PSII B	PSII C	PSII D	PSII E	
				PSII R A	PSII R B	PSII R C	PSII R D	PSII R E	
Nominal Output Torque T_{2N}	1	3	AII	16	42	110	217	430	
		4		16	42	113	223	440	
		5		15	40	118	220	435	
		7		12	35	96	198	366	
		9		8	24	60	125	273	
		10		10	27	68	155	295	
	2	15		15	40	109	213	424	
		16		16	42	116	228	452	
		20		16	42	116	230	454	
		25		15	40	123	228	450	
		30		15	40	108	212	422	
		35		12	35	100	206	382	
		40		16	43	117	232	459	
		50		15	40	123	228	450	
		70		12	35	100	206	382	
		81		8	24	59	131	285	
		100		10	27	70	162	308	
		Emergency Stop Torque T_{2NOT}		Nm	1,2	3~100	AII	3 times T_{2N}	
Max. Acceleration Torque T_{2B}	Nm	1,2	3~100	AII	$T_{2B} = 60\%$ of T_{2NOT}				
No Load Running Torque ⁽⁴⁾	1	3~10	PSII	0.05	0.10	0.40	0.80	2.50	
			PSII R	0.10	0.15	0.45	0.85	2.55	
	2	15~100	PSII	0.05	0.10	0.30	0.40	0.80	
			PSII R	0.10	0.15	0.35	0.45	0.85	
Backlash ⁽²⁾	1	3~10	PSII	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 6	≤ 6	
			PSII R	≤ 12	≤ 11	≤ 10	≤ 10	≤ 10	
	2	15~100	PSII	≤ 10	≤ 9	≤ 8	≤ 8	≤ 8	
			PSII R	≤ 14	≤ 13	≤ 12	≤ 12	≤ 12	
Torsional Rigidity	Nm/arcmin	1,2	3~100	AII	0.6	1.5	6	10.5	18
Nominal Input Speed n_{1N}	rpm	1,2	3~100	AII	4,500	4,000	3,600	3,600	2,500
Max. Input Speed n_{1B}	rpm	1,2	3~100	AII	8,000	6,000	6,000	4,800	3,600
Max. Radial Load F_{2rB} ⁽³⁾	N	1,2	3~100	AII	840	1,290	1,510	3,780	5,420
Max. Axial Load F_{2aB} ⁽³⁾	N	1,2	3~100	AII	420	645	755	1,890	2,710
Operating Temp	°C	1,2	3~100	AII	0° C ~ +90° C				
Degree of Gearbox Protection		1,2	3~100	AII	IP65				
Lubrication		1,2	3~100	AII	Synthetic lubrication grease				
Mounting Position		1,2	3~100	AII	All directions				
Running Noise ⁽⁴⁾	dB(A)	1,2	3~100	PSII	≤ 60	≤ 62	≤ 64	≤ 66	≤ 68
				PSII R	≤ 70	≤ 72	≤ 74	≤ 75	≤ 77
Max. bending moment based on the gearbox input flange M_b ⁽⁵⁾	Nm	1,2	3~100	PSII	5	12	22	45	54
				PSII R	3	6	10	17	19
Efficiency η	%	1	3~10	PSII	$\geq 97\%$				
				PSII R	$\geq 93\%$				
		2	15~100	PSII	$\geq 94\%$				
				PSII R	$\geq 90\%$				

(1) Ratio ($i = N_{in} / N_{out}$).

(2) Backlash is measured at 2% of Nominal Output Torque T_{2N} .

(3) Applied to the output shaft center at 100 rpm.

(4) The dB values are measured by gearbox with ratio 10 (1-stage) or ratio 100 (2-stage), no loading at 3,000 RPM or at the respective Nominal Input Speed by bigger model size.

By lower ratio and/or higher RPM, the noise level could be 3 to 5 dB higher.

(5) Max. motor weight* (kg) = $\frac{0.1 \times M_b}{\text{motor length (m)}}$

*with symmetrically distributed motor weight

*with horizontal and stationary mounting

(6) 5 years warranty.

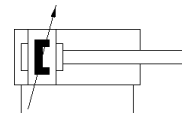
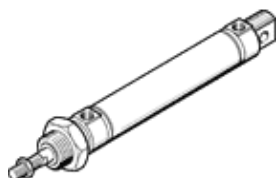
cilindro normalizado DSNU-16-100-PPV-A

Código da peça: 19232

★ Linha de produtos básicos

conforme DIN ISO 6432 para detecção sem contato direto. Várias opções de fixação, com e sem elementos de fixação adicionais. Com amortecimento de fim de curso ajustável.

FESTO



Ficha técnica

Característica	Valor
Curso	100 mm
Diâmetro do êmbolo	16 mm
Rosca da haste	M6
Amortecimento	PPV: Amortecimento pneumático regulável nas posições finais de curso
Posição de instalação	Nos dois lados
Conforme norma	CETOP RP 52 P ISO 6432
Extremidade da haste	Rosca externa
Princípio construtivo	Êmbolo Haste Camisa do atuador
Detecção de posição	Para sensor de proximidade
Variantes	Haste do êmbolo unilateral
Pressão de trabalho	1 ... 10 bar
Modo de operação	de dupla ação
Classificação marítima	ver certificado
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	2 – Resistência à corrosão moderada
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energia de impacto nas posições finais	0,15 J
Curso de amortecimento	12 mm
Força teórica a 6 bar, retorno	103,7 N
Força teórica a 6 bar, avanço	120,6 N
Massa móvel com curso de 0 mm	23 g
Peso adicional por 10 mm de curso	4,6 g
Peso básico para curso de 0 mm	89,9 g
Fator de massa adicional por 10 mm de curso	2 g
Tipo de fixação	com acessórios
Conexão pneumática	M5
Observações sobre material	Conforme RoHS
Material da proteção	Liga de alumínio anodização neutra
Material das vedações	NBR TPE-U(PU)
Material da haste do pistão	Aço alta liga, inoxidável
Material da camisa do atuador	Aço alta liga, inoxidável

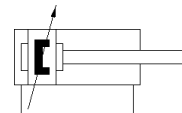
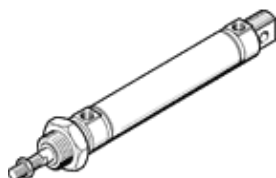
cilindro normalizado DSNU-25-160-PPV-A

Código da peça: 19250

★ Linha de produtos básicos

conforme DIN ISO 6432 para detecção sem contato direto. Várias opções de fixação, com e sem elementos de fixação adicionais. Com amortecimento de fim de curso ajustável.

FESTO



Ficha técnica

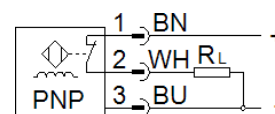
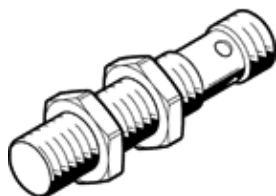
Característica	Valor
Curso	160 mm
Diâmetro do êmbolo	25 mm
Rosca da haste	M10x1,25
Amortecimento	PPV: Amortecimento pneumático regulável nas posições finais de curso
Posição de instalação	Nos dois lados
Conforme norma	CETOP RP 52 P ISO 6432
Extremidade da haste	Rosca externa
Princípio construtivo	Êmbolo Haste Camisa do atuador
Detecção de posição	Para sensor de proximidade
Variantes	Haste do êmbolo unilateral
Pressão de trabalho	1 ... 10 bar
Modo de operação	de dupla ação
Classificação marítima	ver certificado
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	2 – Resistência à corrosão moderada
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energia de impacto nas posições finais	0,3 J
Curso de amortecimento	17 mm
Força teórica a 6 bar, retorno	247,4 N
Força teórica a 6 bar, avanço	294,5 N
Massa móvel com curso de 0 mm	71 g
Peso adicional por 10 mm de curso	11 g
Peso básico para curso de 0 mm	238 g
Fator de massa adicional por 10 mm de curso	6 g
Tipo de fixação	com acessórios
Conexão pneumática	G1/8
Observações sobre material	Conforme RoHS
Material da proteção	Liga de alumínio anodização neutra
Material das vedações	NBR TPE-U(PU)
Material da haste do pistão	Aço alta liga, inoxidável
Material da camisa do atuador	Aço alta liga, inoxidável

sensor magnético de proximidade SIEH-M12B-PO-S-L

Código da peça: 150455

FESTO

Sensor de proximidade indutivo, para grandes distâncias de detecção.



Ficha técnica

Característica	Valor
Conforme norma	EN 60947-5-2
Autorização	C-Tick c UL us - Listed (OL)
Certificação CE (veja Declaração de Conformidade)	conforme Diretriz EU-EMV
Observações sobre material	Isento de cobre e PTFE
Distância de detecção nominal	4 mm
Distância de comutação assegurada	3,24 mm
Fatores de redução	Alumínio = 0,4 Aço inoxidável St 18/8 = 0,8 Cobre = 0,4 Latão = 0,5 Aço St 37 = 1,0
Temperatura ambiente	-25 ... 70 °C
Repetibilidade em condições constantes	0,2 mm
Saída de comutação	PNP
Função do elemento de comutação	Contato normalmente fechado
Histerese	≤ 0,36 mm
Frequência máxima de comutação	2.500 Hz
Corrente máxima de saída	200 mA
Queda de tensão	≤ 2 V
Proteção contra sobrecarga indutiva	Integrado
Resistência a curto-circuito	por pulso
Faixa de tensão operacional c.c.	10 ... 30 V
Ondulação residual	± 10%
Corrente sem carga	≤ 10 mA
Proteção contra inversão de polaridade	para todas as conexões elétricas
Conexão elétrica	Conector M12x1 de 3 pinos
Dimensões	M12
Tipo de fixação	com contraporca
Tipo de instalação	nívelado
Peso do produto	30 g
Material do corpo	Latão PBTP níquelado
Indicador do estado de comutação	LED amarelo
Temperatura ambiente para instalação móvel de cabos	-5 ... 70 °C
Classe de proteção	IP65 IP67
Classe de resistência à corrosão KBK	2 – Resistência à corrosão moderada

eixo com correia dentada EGC-HD-125- -TB

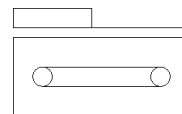
Código da peça: 556823

FESTO

Com guia de esferas recirculantes – guia para serviço pesado



A título de exemplo



Ficha técnica

Especificações técnicas gerais – os valores individuais dependem da sua configuração.

Característica	Valor
Diâmetro efetivo do pinhão de acionamento	32,47 mm
Curso de trabalho	50 ... 3.000 mm
Dimensões	125
Alongamento da correia dentada	0,31 %
Divisão da correia dentada	3 mm
Posição de instalação	Nos dois lados
Guia	Guia de esferas recirculante
Princípio construtivo	Eixo linear eletromecânico com correia dentada
Tipo de motor	Motor de passo Servomotor
Aceleração máx.	40 m/s ²
Velocidade máxima	3 m/s
Tempo de abertura e fechamento	100 %
Classe de proteção	IP40
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Momento de inércia da área de 2º grau Iy	689E+03 mm ⁴
Momento de inércia da área de 2º grau Iz	4.090E+03 mm ⁴
Torque de acionamento máximo	7,2 Nm
Força máxima Fy	3.650 N
Força máxima Fz	3.650 N
Máx. resistência de deslocamento no curso em vazio	67,8 N
Torque máx. Mx	140 Nm
Torque máx. My	275 Nm
Torque máx. Mz	275 Nm
Máx. força de avanço Fx	450 N
Torque de acionamento sem carga	1,1 Nm
Momento de inércia da torção It	627E+03 mm ⁴
Momento de inércia JH por metro de curso	0,38 kgcm ²
Momento de inércia JL por kg de carga útil	2,635 kgcm ²
Momento de inércia JO	4,639 kgcm ²
Momento de inércia JW para guia adicional	3,3 kgcm ²
Constante de avanço	102 mm/U
Valor de referência, capacidade de operação	5.000 km
Peso da guia	1.218 g
Peso da guia adicional	1.026 g
Peso adicional por 10 mm de curso	73 g
Peso básico para curso de 0 mm	4.720 g
Material do perfil	Liga de alumínio forjado anodizado
Observações sobre material	Contém substâncias com LABS Conforme RoHS
Material da cobertura do atuador	Liga de alumínio forjado anodizado

Característica	Valor
Material das polias	Aço alta liga, inoxidável
Material do carro	Liga de alumínio forjado anodizado
Material do elemento de fixação da correia dentada	Bronze berílio
Material da correia dentada	Policloropreno reforçado com fibra de vidro e revestimento de nylon Poliuretano com cabo de aço e revestimento de nylon

eixo com correia dentada EGC-HD-160- -TB

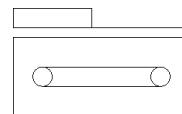
Código da peça: 556824

FESTO

Com guia de esferas recirculantes – guia para serviço pesado



A título de exemplo



Ficha técnica

Especificações técnicas gerais – os valores individuais dependem da sua configuração.

Característica	Valor
Diâmetro efetivo do pinhão de acionamento	39,79 mm
Curso de trabalho	50 ... 5.000 mm
Dimensões	160
Alongamento da correia dentada	0,23 %
Divisão da correia dentada	5 mm
Posição de instalação	Nos dois lados
Guia	Guia de esferas recirculante
Princípio construtivo	Eixo linear eletromecânico com correia dentada
Tipo de motor	Motor de passo Servomotor
Aceleração máx.	50 m/s ²
Velocidade máxima	5 m/s
Tempo de abertura e fechamento	100 %
Classe de proteção	IP40
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Momento de inércia da área de 2º grau Iy	1.290E+03 mm ⁴
Momento de inércia da área de 2º grau Iz	98.900E+03 mm ⁴
Torque de acionamento máximo	20 Nm
Força máxima Fy	5.600 N
Força máxima Fz	5.600 N
Máx. resistência de deslocamento no curso em vazio	105,5 N
Torque máx. Mx	300 Nm
Torque máx. My	500 Nm
Torque máx. Mz	500 Nm
Máx. força de avanço Fx	1.000 N
Torque de acionamento sem carga	2,1 Nm
Momento de inércia da torção It	1.040E+03 mm ⁴
Momento de inércia JH por metro de curso	1,267 kgcm ²
Momento de inércia JL por kg de carga útil	3,96 kgcm ²
Momento de inércia JO	14,49 kgcm ²
Momento de inércia JW para guia adicional	11,734 kgcm ²
Constante de avanço	125 mm/U
Valor de referência, capacidade de operação	5.000 km
Peso da guia	2.571 g
Peso da guia adicional	2.022 g
Peso adicional por 10 mm de curso	107 g
Peso básico para curso de 0 mm	9.050 g
Material do perfil	Liga de alumínio forjado anodizado
Observações sobre material	Contém substâncias com LABS Conforme RoHS
Material da cobertura do atuador	Liga de alumínio forjado anodizado

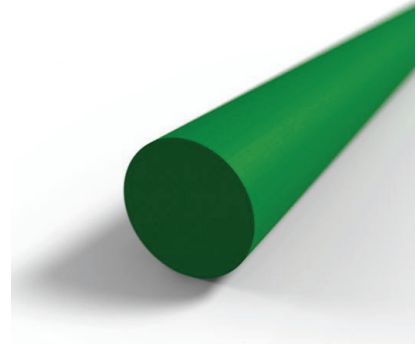
Característica	Valor
Material das polias	Aço alta liga, inoxidável
Material do carro	Liga de alumínio forjado anodizado
Material do elemento de fixação da correia dentada	Bronze berílio
Material da correia dentada	Policloropreno reforçado com fibra de vidro e revestimento de nylon Poliuretano com cabo de aço e revestimento de nylon

Main application

Live roller drive belt, Power transmission belt

Description

Elastic, Monolithic Belt, Abrasion resistant, Flexibility in all directions, Simple and fast joining method, Smooth and pore-free belt surface



Product data

Technical data	
Material type	TPU Polyester
Hardness	90 ShA
Geometry Option	Smooth
Temperature correction factor	0.85
Min. operating temperature admissible (continuous)	-20 °C
Max. operating temperature admissible (continuous)	50 °C
Coefficient of friction on steel	0.40

Code	Item number	Color	Food grade	Ø	Package	Quantity	Units	Weight
				mm				kg
P-RB04-KG-N250+S	H010101232	Green	No	4	Spool	250	m	0.015

All data are approximate values under standard climatic conditions: 23°C/73°F, 50% relative humidity (DIN 50005/ISO 554).

Code	Tensile force for 8% elongation (k8% static) (Habasit Standard SOP3-155 / EN ISO 21181):	Tensile force for 8% elongation after relaxation (k8% relaxed) (Habasit Standard SOP3-155 / EN ISO 21181):	Nominal peripheral force	Pulley diameter (minimum)
	N	N	N	mm
P-RB04-KG-N250+S	32	24	41	40

Chemical resistance

Link to 'Chemical resistance information': <http://www.habasit.com/en/chemical-resistance.htm>

Recommendation

General dimensional tolerance for extruded products: ±3% or ±0.20 mm (whichever is greater).

Label specifications

Label width:	80 / 160 / 240 / 320 mm • 3.1" / 6.3" / 9.4" / 12.6"
Reel diameter:	300 / 400 / 500 / 600 mm • 11.8" / 15.7" / 19.7" / 23.6"

Technical specifications

Mounting form

Orientation:	Left-hand unit • right-hand unit
--------------	----------------------------------

Base unit HERMA 500

Labeling speed:	0 - 30 / 50 / 80 / 150 / 200 m/min 0 - 98 / 164 / 262 / 492 / 656 ft/min
Interfaces:	I/O interface • Industrial Ethernet • Ethernet TCP/IP • OPC UA • CAN bus • master encoder • start signal • label sensor • printer • transfer system • power out
Labeling functions:	Master encoder operation • CAN machine control
UL and CSA certification:	Optional

Label sensor

Sensor type:	Forked light barrier • FS03 for sensing the last label • ultrasonic forked sensor
--------------	---

Operation

Operation via pictograms on the 4,3-inch color touchscreen • quick access to 4 parameters, menu, user administration, search, messages, operation on/off • format management • language selection • can be operated with gloves • button for manual label feed • main switch for complete mains disconnection

Displays

Display rotatable in 90° steps • display of configurable main parameter • status display: ready, warning, malfunction in various colors • display of threading guide • display of user manual

Service functions

Remote access via web browser • functional upgrade via code activation • firmware update via Ethernet TCP/IP

Control

Drive technology:	AC servo motor
Control technology:	Fully integrated in the HERMA 500

Operating data

Power supply:	100 - 240 V AC, 400 W, 50 - 60 Hz
Operating temperature:	0 - 40° C • 32 - 104° F
Protection class:	IP66



HERMA 500 video

HERMA GmbH

Labeling Machines Division

Fabrikstraße 16
D-70794 Filderstadt

Tel. +49 (0) 711 / 7702-6012

www.herma-labeler.com
machines@herma.com

Configuração

Opções	Valores
Área de produto	24
Nº de artº	B15i.038.048.0
Modus	0
DimSketch	0
SaveConfig	0
Detalhes	1
Parâmetros internos	1
Calha articulada	
Nº de art.	B15i.038.048.0
Largura interior da calha articulada Bi (mm)	38
Largura exterior da calha articulada Ba (mm)	49
Raio de curvatura R (mm)	48
Tipo de aplicação	Sem suporte
Altura nominal com folga H (mm)	119
Altura necessária com folga HF (mm)	139
Comprimento da calha	Nº de elos da calha articulada
Nº de elos da calha articulada	21
Posição do ponto móvel	-425.5
Terminal no ponto móvel	Plástico oscilante com elemento de fixação
Terminal no ponto fixo	Plástico oscilante com elemento de fixação
Condições de instalação possíveis	A2
Informação do pedido	
Calha articulada	B15i.038.048.0
Anschlusselemente Satz	1038.34PZ.A2
Designação para encomenda	0.64m B15i.038.048.0 + 1038.34PZ.A2
Apresentar opções / valores calculados	
Nível de detalhe	Standard
Visualização	Calha completa
Comprimento da calha calculado [mm]	640.5
Nº de elos da calha articulada	21
Tenha em atenção que o espaço de instalação necessário para a calha articulada é diferente do apresentado no desenho. As especificações precisas estão incluídas no nosso catálogo online.	

Configuração

Opções	Valores
Área de produto	30
Nº de artº	E6.35.050.055.0
Modus	0
DimSketch	0
SaveConfig	0
Detalhes	1
Parâmetros internos	1
Calha articulada	
Nº de art.	E6.35.050.055.0
Largura interior da calha articulada Bi (mm)	50
Largura exterior da calha articulada Ba (mm)	70
Raio de curvatura R (mm)	55
Tipo de aplicação	Sem suporte
Altura nominal com folga H (mm)	189
Altura necessária com folga HF (mm)	229
Comprimento da calha	Nº de elos da calha articulada
Nº de elos da calha articulada	33
Posição do ponto móvel	-600
Terminal no ponto móvel	KMA oscilante
Terminal no ponto fixo	KMA oscilante
Informação do pedido	
Calha articulada	E6.35.050.055.0
Anschlusselemente Satz	E6.350.050.12.A
Designação para encomenda	0.825m E6.35.050.055.0 + E6.350.050.12.A
Apresentar opções / valores calculados	
Visualização	Calha completa
Comprimento da calha calculado [mm]	825
Nº de elos da calha articulada	33
<p>Tenha em atenção que nem as dimensões utilizadas no modelo CAD nem a representação da secção inferior correspondem às circunstâncias de instalação reais. O espaço necessário para a calha articulada não pode ser inferido do desenho/modelo CAD. Pode encontrar mais detalhes no nosso catálogo online ou solicitá-los à nossa equipa de vendas.</p>	

Configuração

Opções	Valores
Área de produto	30
Nº de artº	E6.35.050.055.0
Modus	0
DimSketch	0
SaveConfig	0
Detalhes	1
Parâmetros internos	1
Calha articulada	
Nº de art.	E6.35.050.055.0
Largura interior da calha articulada Bi (mm)	50
Largura exterior da calha articulada Ba (mm)	70
Raio de curvatura R (mm)	55
Tipo de aplicação	Sem suporte
Altura nominal com folga H (mm)	189
Altura necessária com folga HF (mm)	229
Comprimento da calha	Nº de elos da calha articulada
Nº de elos da calha articulada	37
Posição do ponto móvel	-700
Terminal no ponto móvel	KMA oscilante
Terminal no ponto fixo	KMA oscilante
Informação do pedido	
Calha articulada	E6.35.050.055.0
Anschlusselemente Satz	E6.350.050.12.A
Designação para encomenda	0.925m E6.35.050.055.0 + E6.350.050.12.A
Apresentar opções / valores calculados	
Visualização	Calha completa
Comprimento da calha calculado [mm]	925
Nº de elos da calha articulada	37
<p>Tenha em atenção que nem as dimensões utilizadas no modelo CAD nem a representação da secção inferior correspondem às circunstâncias de instalação reais. O espaço necessário para a calha articulada não pode ser inferido do desenho/modelo CAD. Pode encontrar mais detalhes no nosso catálogo online ou solicitá-los à nossa equipa de vendas.</p>	

Product: iglidur[®] G

19.11.2013

General Properties:

density:	1.46 g/cm ³
colour:	dark grey
saturation with moisture absorption at 23°C / 50% r. h.:	0.7 weight %
saturation with water:	4.0 weight %

Mechanical Properties:

flexural modulus:	7800 MPa
flexural strength:	210 MPa
max. permissible surface pressure at 20 °C:	80 MPa
Shore D hardness:	81

Thermal Properties:

highest long term service temperature ¹⁾ :	130°C
highest short term service temperature ^{1), 2)} :	220°C
highest short term ambient temperature ^{1), 2)} :	220°C
lowest service temperature:	-40°C

Electrical Properties:

specific volume resistivity:	>10 ¹³ Ωcm
surface resistivity:	>10 ¹¹ Ω

¹⁾ relaxation possible

²⁾ without additional load; no movement

POWER RATINGS

optibelt **OMEGA** TIMING BELTS

PROFILE AND DESIGN 5M



Table 22

Nominal power P_N [W] for profile and design 5M and a timing belt width of 9 mm															
Speed of the small pulley n_k [min ⁻¹]	Number of teeth on the small pulley z_k														
	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
	Pitch diameter of the small pulley d_{wk} [mm]														
	22.28	25.46	28.65	31.83	38.20	44.56	50.93	57.30	63.66	70.03	76.39	89.13	101.86	114.59	127.32
20	3.7	4.9	5.8	6.9	8.9	11.0	13.0	15.0	17.0	19.9	22.8	26.8	30.8	34.0	38.0
40	8.9	11.0	11.8	13.8	17.9	21.0	25.9	30.0	34.9	40.1	45.0	53.9	61.1	68.9	76.9
60	13.0	15.9	17.9	21.0	25.9	32.0	38.0	45.0	51.9	59.9	68.0	80.1	91.9	103.2	115.0
100	21.9	25.9	30.0	34.9	44.1	53.9	64.0	74.9	87.0	100.0	113.0	134.3	153.3	172.3	192.2
200	45.0	53.0	61.1	68.9	88.2	107.2	128.2	150.1	174.4	199.4	226.2	268.6	306.6	345.5	383.9
300	61.0	72.0	83.0	94.0	119.0	145.0	172.0	202.0	233.0	266.0	300.0	356.0	407.0	458.0	509.0
400	76.0	90.0	103.0	117.0	147.0	179.0	213.0	249.0	286.0	326.0	368.0	436.0	498.0	561.0	623.0
500	91.0	106.0	122.0	139.0	174.0	211.0	251.0	292.0	336.0	382.0	430.0	510.0	583.0	656.0	728.0
600	104.0	122.0	140.0	159.0	199.0	241.0	286.0	334.0	383.0	435.0	489.0	580.0	662.0	745.0	827.0
700	117.0	137.0	158.0	179.0	223.0	271.0	321.0	373.0	428.0	485.0	545.0	646.0	738.0	829.0	921.0
800	130.0	152.0	174.0	198.0	247.0	299.0	353.0	411.0	471.0	533.0	598.0	709.0	809.0	910.0	1010.0
900	142.0	166.0	191.0	216.0	269.0	326.0	385.0	447.0	512.0	580.0	650.0	769.0	879.0	987.0	1096.0
950	148.0	173.0	199.0	225.0	280.0	339.0	401.0	465.0	532.0	603.0	675.0	799.0	912.0	1025.0	1137.0
1000	154.0	180.0	206.0	234.0	291.0	352.0	416.0	483.0	552.0	625.0	699.0	828.0	945.0	1062.0	1178.0
1200	177.0	207.0	237.0	268.0	334.0	403.0	475.0	551.0	629.0	710.0	794.0	939.0	1072.0	1204.0	1334.0
1400	199.0	232.0	266.0	301.0	375.0	451.0	532.0	615.0	702.0	791.0	884.0	1044.0	1191.0	1336.0	1480.0
1450	205.0	239.0	274.0	309.0	384.0	463.0	545.0	631.0	720.0	811.0	905.0	1070.0	1220.0	1368.0	1515.0
1600	221.0	257.0	295.0	333.0	414.0	498.0	586.0	677.0	771.0	869.0	969.0	1144.0	1303.0	1461.0	1617.0
1800	242.0	281.0	322.0	364.0	451.0	543.0	638.0	736.0	838.0	943.0	1050.0	1239.0	1410.0	1578.0	1745.0
2000	262.0	305.0	349.0	394.0	488.0	586.0	688.0	794.0	902.0	1014.0	1128.0	1329.0	1511.0	1689.0	1864.0
2400	301.0	350.0	400.0	451.0	558.0	669.0	784.0	902.0	1024.0	1148.0	1274.0	1497.0	1697.0	1891.0	2079.0
2850	338.0	393.0	449.0	506.0	625.0	748.0	874.0	1004.0	1137.0	1272.0	1408.0	1649.0	1863.0	2067.0	2262.0
3200	374.0	434.0	496.0	559.0	688.0	822.0	960.0	1100.0	1242.0	1386.0	1531.0	1786.0	2008.0	2217.0	2411.0
3600	409.0	474.0	541.0	609.0	749.0	893.0	1040.0	1190.0	1340.0	1492.0	1644.0	1908.0	2134.0	2340.0	2526.0
4000	443.0	513.0	585.0	658.0	808.0	961.0	1116.0	1274.0	1431.0	1589.0	1745.0	2015.0	2238.0	2436.0	2604.0
5000	523.0	605.0	688.0	772.0	943.0	1115.0	1288.0	1459.0	1628.0	1792.0	1951.0	2212.0	2402.0	2541.0	2623.0
6000	598.0	690.0	783.0	877.0	1064.0	1250.0	1433.0	1610.0	1778.0	1937.0	2084.0	2301.0	2411.0	2434.0	2358.0
7000	669.0	769.0	870.0	971.0	1171.0	1365.0	1550.0	1722.0	1880.0	2019.0	2137.0	2268.0	2245.0		
8000	735.0	843.0	950.0	1057.0	1264.0	1459.0	1637.0	1794.0	1927.0	2031.0	2101.0	2100.0			
10000	854.0	972.0	1088.0	1199.0	1403.0	1577.0	1714.0	1804.0	1842.0	1819.0	1729.0				
12000	956.0	1078.0	1193.0	1299.0	1476.0	1594.0	1643.0	1609.0							
14000	1039.0	1158.0	1264.0	1354.0	1473.0	1495.0	1403.0								

Power ratings for other belt widths can be calculated by multiplying by the width correction factors.

Width correction factor							
Profile and design 5M							
Belt width [mm]	6	Standard 9	12	Standard 15	20	Standard 25	30
Factor	0.61	1.00	1.44	1.87	2.63	3.40	4.15

DRIVE DESIGN

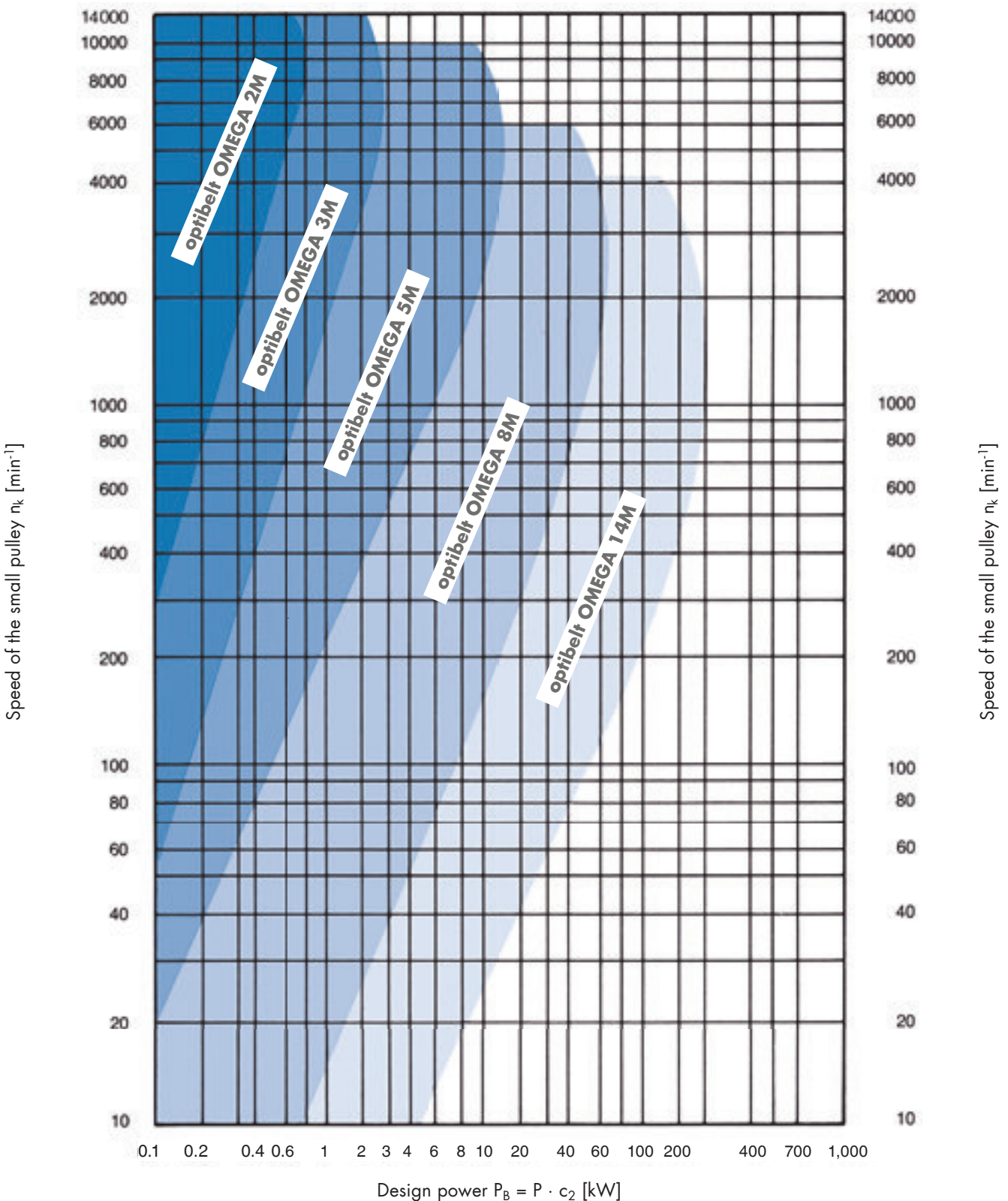
optibelt OMEGA TIMING BELTS

GUIDELINES FOR SELECTING THE TIMING BELT PROFILE



Diagram 3

Also see
optibelt CAP drive calculation
software at www.optibelt.com



PSEN 1.2p-20/PSEN 1.2-20/8mm/ 1unit

505220



Magnetic safety switch 2 N/O, 4-pin M8 male connector, round M30 design IP67, operating distance 8 mm, PU = 1 piece with actuator.

Dados técnicos

Material da caixa:	PBT
Certificações:	CE;cULus Listed;EAC (Eurasian);TÜV
Princípio do sensor:	magnético
Quantidade de elementos de contato:	2
Max. corrente com AC1:	0.0 A
Quantidade de contatos auxiliares:	0
Tio de conexão:	M8, 4pol. male
Tensão de ativação:	24 V
Tipo de tensão de ativação:	DC
Distância de ligação segura:	8.0 mm
Distância de desligamento segura:	26.0 mm
Tipo de proteção caixa:	IP65;IP67
Indicação de estado:	sem LED
Formato:	circular
Dimensão de profundidade:	30.0 mm
Dimensão altura:	30.0 mm
Dimensão de profundidade:	36.0 mm
Peso bruto:	62 g
Peso líquido:	31 g
Temperatura ambiente:	-10 - 55 °C

> DSS

DSS with one-sided extension (single stroke)

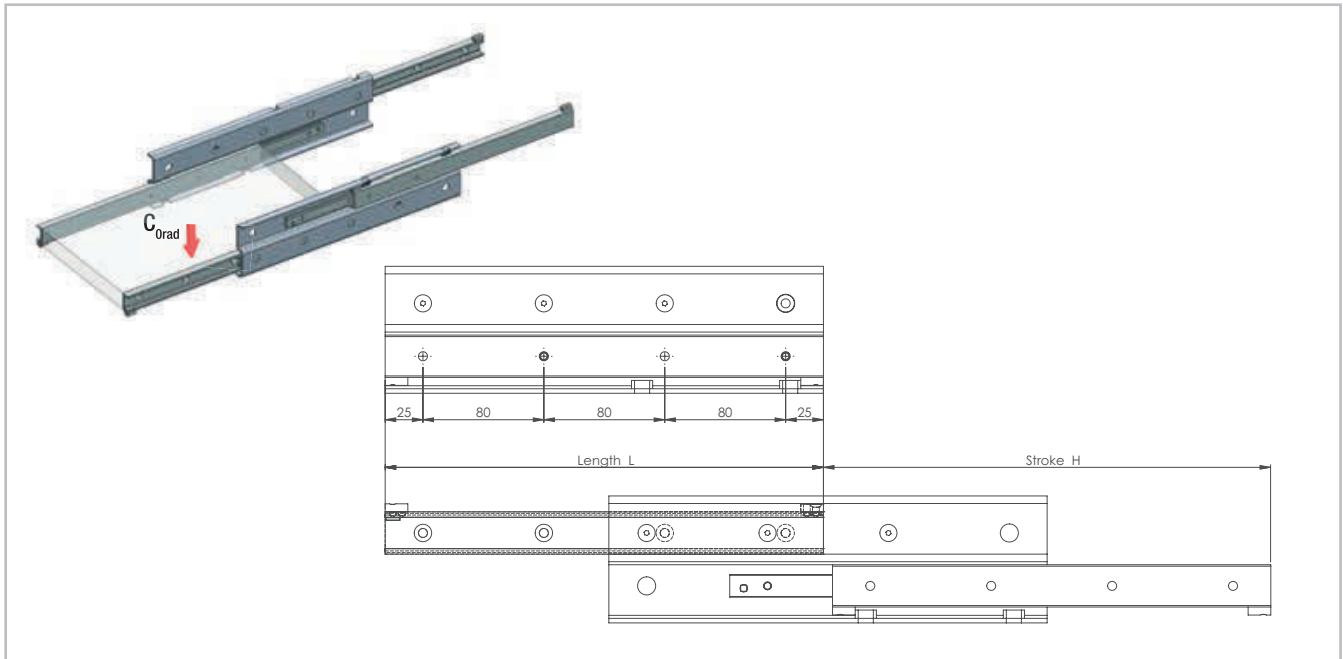


Fig. 36

Type	Size	Length L [mm]	Stroke H [mm]	Load capacity for a pair of rails C_{Orad} [N]	Accessible holes / total
DSS	28	290	296	1140	3 / 4
		370	380	1538	4 / 5
		450	464	1938	4 / 6
		530	548	2340	6 / 7
		610	630	2752	6 / 8
		690	714	3154	7 / 9
		770	798	3556	7 / 10
		850	864	4222	9 / 11
		930	950	4480	9 / 12
		1010	1034	4108	10 / 13
		1090	1118	3792	10 / 14
		1170	1202	3522	12 / 15
		1250	1266	3390	12 / 16
		1330	1350	3172	13 / 17

Tab. 5

Type	Size	Length L [mm]	Stroke H [mm]	Load capacity for a pair of rails C_{Orad} [N]	Accessible holes / total
DSS	35	450	494	2500	5 / 6
		530	558	3370	6 / 7
		610	646	3816	6 / 8
		690	734	4264	7 / 9
		770	798	5158	8 / 10
		850	886	5602	9 / 11
		930	974	6048	9 / 12
		1010	1038	6952	10 / 13
		1090	1126	7016	11 / 14
		1170	1214	6480	12 / 15
		1250	1278	6242	12 / 16
		1330	1366	5814	13 / 17
		1410	1454	5442	14 / 18
		1490	1518	5272	15 / 19
		1570	1606	4964	15 / 20
		1650	1694	4690	16 / 21
		1730	1758	4564	17 / 22

Tab. 6

Type	Size	Length L [mm]	Stroke H [mm]	Load capacity for a pair of rails C_{0rad} [N]	Accessible holes / total
DSS	43	530	556	4122	6 / 7
		610	626	5206	6 / 8
		690	726	5550	7 / 9
		770	796	6638	7 / 10
		850	866	7746	9 / 11
		930	966	8072	9 / 12
		1010	1036	9180	10 / 13
		1090	1106	10208	10 / 14
		1170	1206	9220	12 / 15
		1250	1276	8796	12 / 16
		1330	1376	8054	13 / 17
		1410	1446	7728	14 / 18
		1490	1516	7426	15 / 19
		1570	1616	6890	15 / 20
		1650	1686	6650	16 / 21
		1730	1756	6426	17 / 22
		1810	1856	6022	18 / 23
1890	1926	5838	18 / 24		
1970	2026	5500	19 / 25		

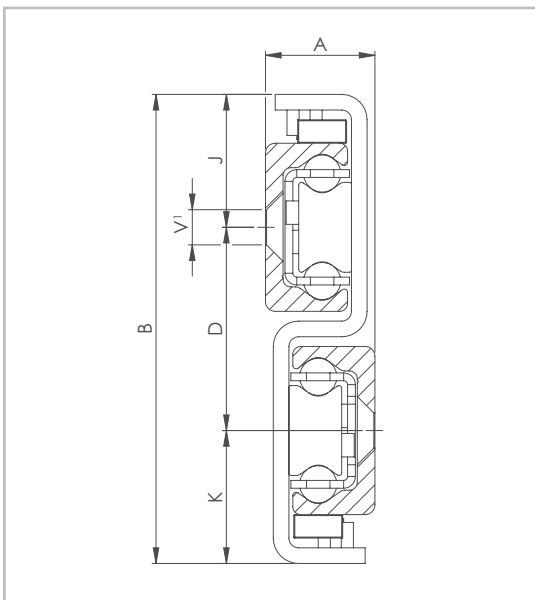
Tab. 7

Type	Size	Length L [mm]	Stroke H [mm]	Load capacity for a pair of rails C_{0rad} [N]	Accessible holes / total
DSS	63	610	666	7004	6 / 8
		690	746	8504	8 / 9
		770	826	10024	8 / 10
		850	906	11560	9 / 11
		930	986	13104	9 / 12
		1010	1066	14658	11 / 13
		1090	1146	16218	11 / 14
		1170	1226	17784	12 / 15
		1250	1306	19354	12 / 16
		1330	1386	20928	14 / 17
		1410	1466	22504	14 / 18
		1490	1546	24082	15 / 19
		1570	1626	25664	15 / 20
		1650	1706	24728	17 / 21
		1730	1786	23654	17 / 22
		1810	1866	22668	18 / 23
		1890	1946	21762	18 / 24
		1970	2026	20926	20 / 25

Tab. 8

> DSS

DSS with one-sided extension (single stroke)



¹ Fixing holes (V) for countersunk head screws according to DIN 7991 Fig. 37

Type	Size	Cross-section						Weight per single guide [kg/m]
		A [mm]	B [mm]	K [mm]	D [mm]	J [mm]	V	
DSS	28	17	84	24.5	35	24.5	M5	6.40
	35	22.5	104	30.5	43	30.5	M6	10.10
	43	28	120	34	52	34	M8	14.60
	63	40	208	64	80	64	M10	32.60

Tab. 9

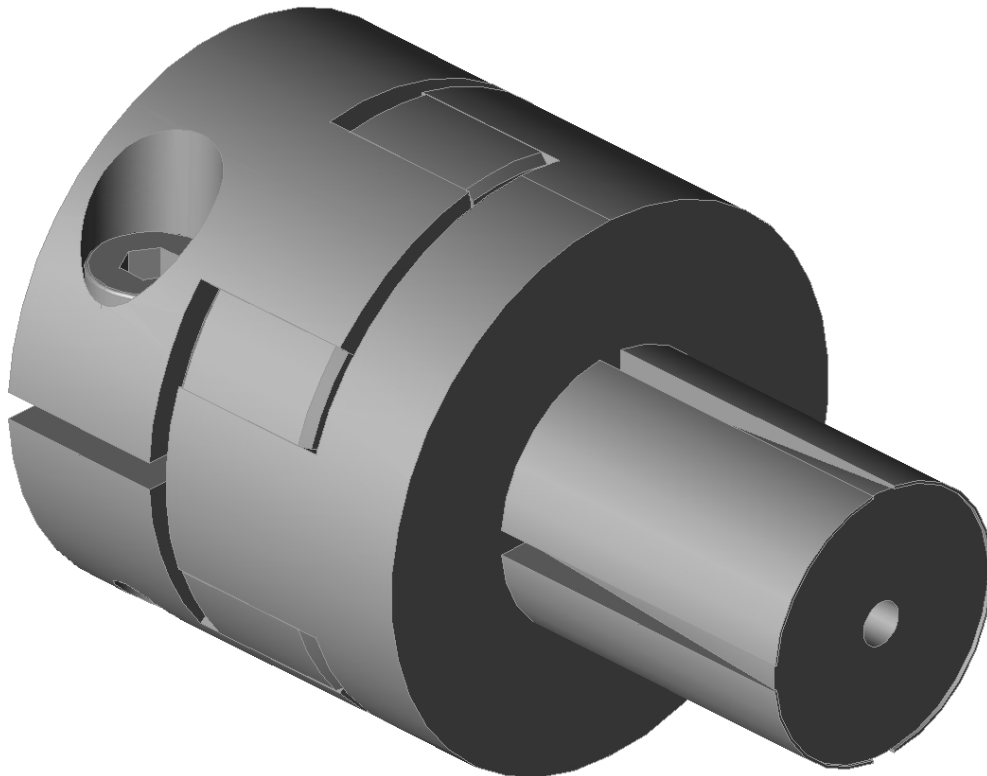
EK7 10

3D View

Date 11.07.2020

Page 1 of 2

Click on the model to enable interactive CAD functions



Your Configuration

Elastomer Couplings EK

Model	EK7 10
Type (Elastomer insert)	B
Overall length inserted (mm)	28
Outer diameter (mm)	32
Unit of measurement Bore left	Bore diameter in mm
Clamping fit length, left (mm)	10.3
Inner diameter, left (H7/mm)	12
with keyway connection	no
Unit of measurement Bore right	Bore diameter in mm
Clamping fit length, right (mm)	20
Zapfendurchmesser, rechts (h7/mm)	16

Open / Save CAD Files

Open file: Double-click on icon

Save file: Right click on icon

EK7_10_B_12_16.dxf

EK7_10_B_12_16.dwg

Your Contact for Questions

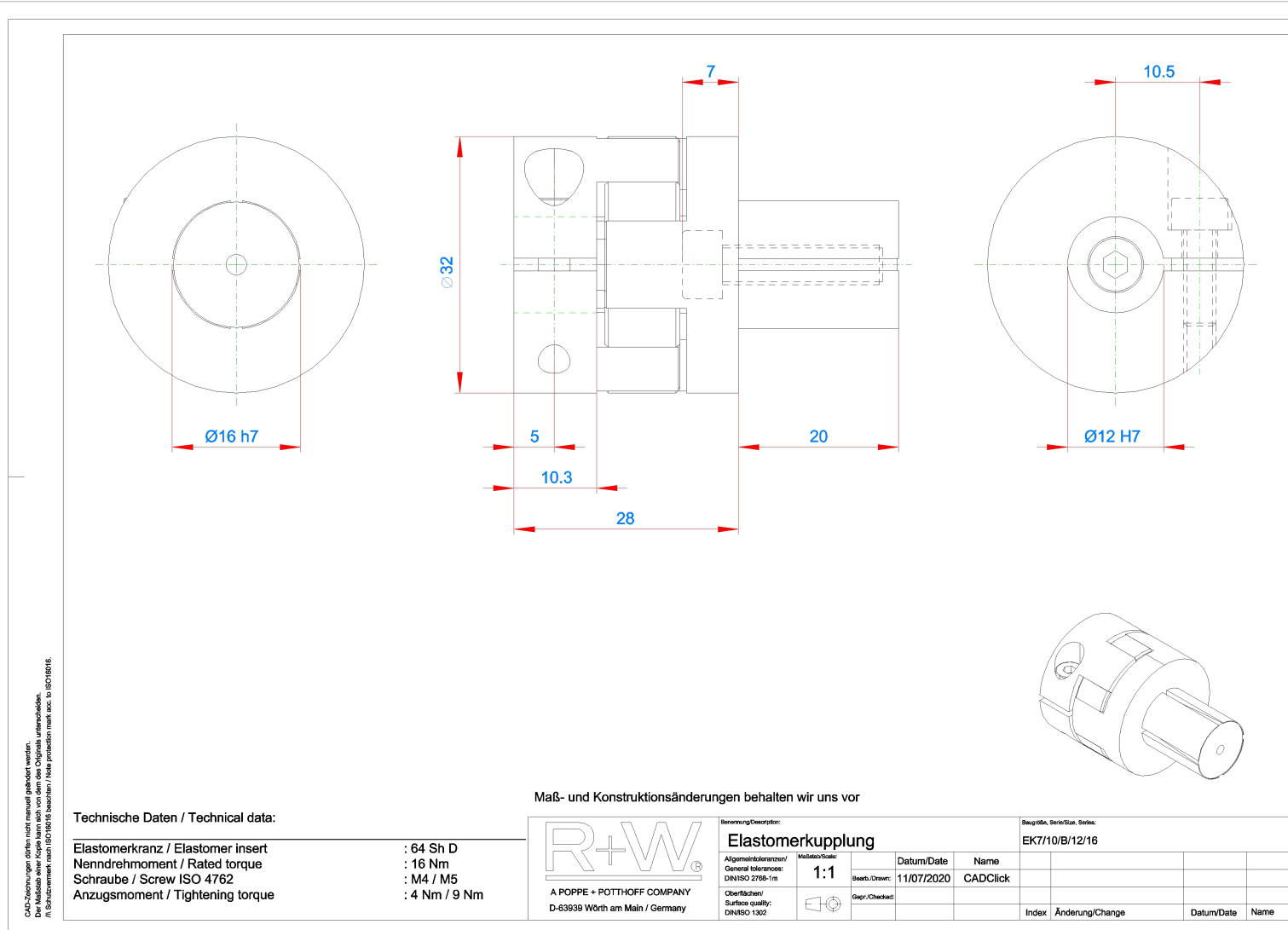
Do not hesitate to contact us for enquiries or technical help.

On our homepage you will find Your R+W contact nearby:

www.rw-kupplungen.de/ansprechpartner/international

EK7 10

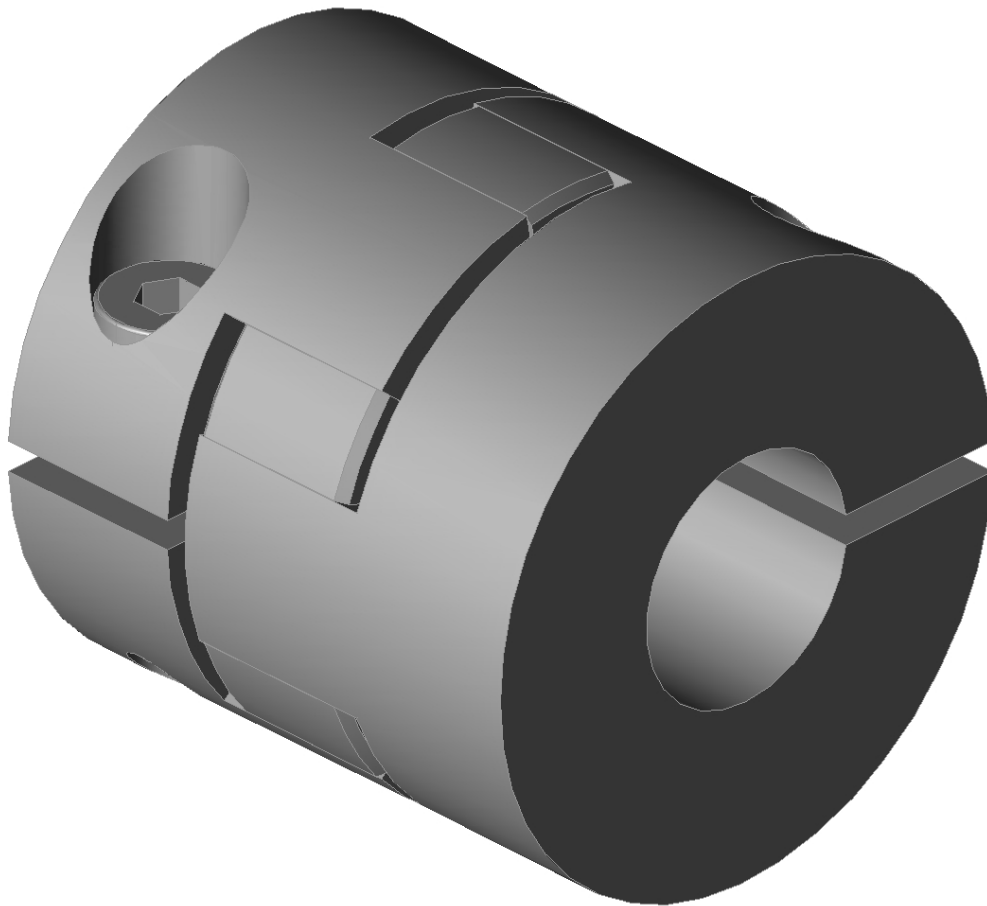
Dimensional Drawings



EKL 10

3D View

Click on the model to enable interactive CAD functions



Your Configuration

Elastomer Couplings EK

Model	EKL 10
Type (Elastomer insert)	B
Overall length inserted (mm)	32
Outer diameter (mm)	32
Unit of measurement Bore left	Bore diameter in mm
Clamping fit length, left (mm)	10.3
Inner diameter, left (H7/mm)	12
with keyway connection	no
Unit of measurement Bore right	Bore diameter in mm
Clamping fit length, right (mm)	10.3
Inner diameter, right (H7/mm)	13
with keyway connection	no

Open / Save CAD Files

Open file: Double-click on icon

Save file: Right click on icon

EKL_10_B_12_13.dxf

EKL_10_B_12_13.dwg

Your Contact for Questions

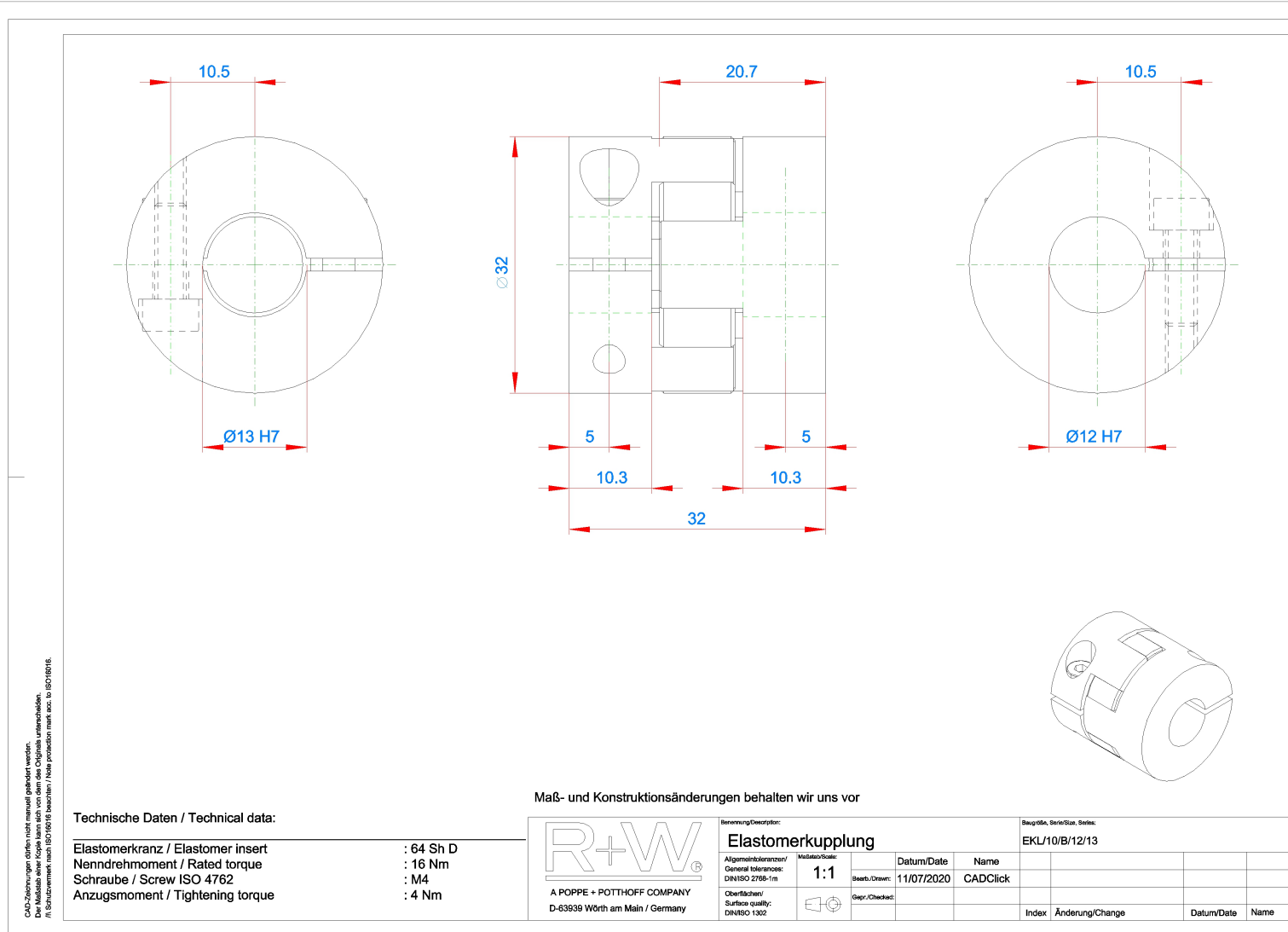
Do not hesitate to contact us for enquiries or technical help.

On our homepage you will find Your R+W contact nearby:

www.rw-kupplungen.de/ansprechpartner/international

EKL 10

Dimensional Drawings



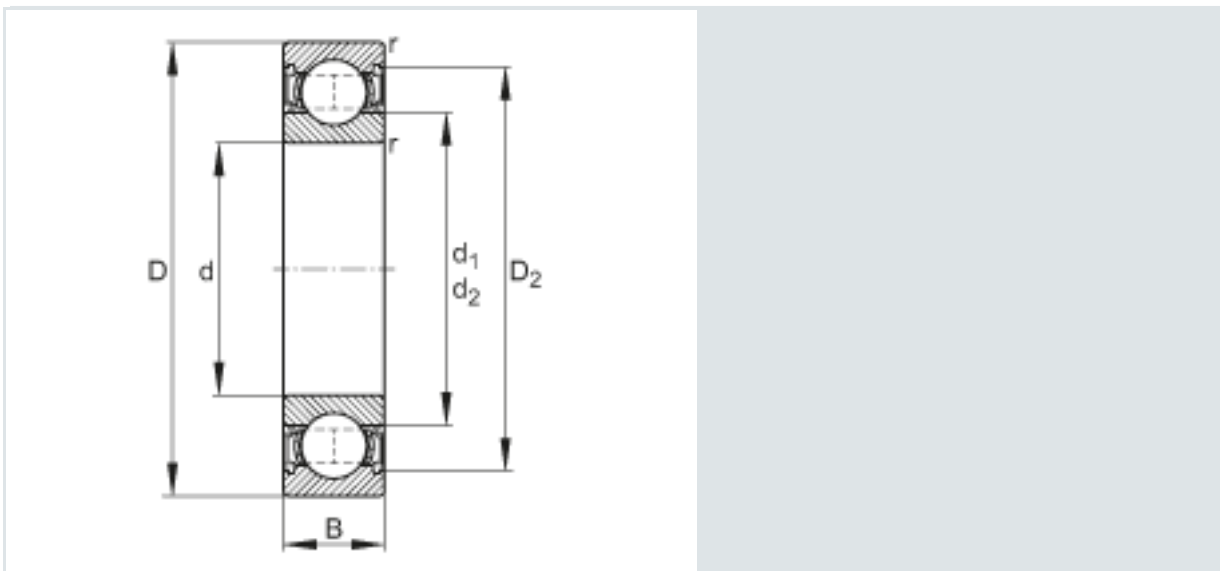
Rolamento de esferas 6001-2RSR (Linha de produtos 60..-2RSR)

medidas principais conforme DIN 625-1, vedação de lábio de ambos os lados

A presente folha de dados é apenas um resumo de medidas e capacidades de carga do produto selecionado. É imprescindível observar todas as indicações constantes nestas folhas de resumo. Maiores informações sobre muitos produtos podem ser encontradas no item de menu "Descrição". Além disso, você também pode solicitar o envio de material informativo abrangente através da seleção de catálogo (https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/en/news_media/index.jsp) ou através do telefone +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	12 mm
D	28 mm
B	8 mm
d ₁	16,7 mm
D ₂	24,5 mm
D _{a max}	26 mm
d _{a min}	14 mm
r _{a max}	0,3 mm
r _{min}	0,3 mm

m	0,022 kg	Peso
C _r	5400 N	capacidade de carga dinâmica, radial
C _{0r}	2370 N	capacidade de carga estática, radial
C _{ur}	134 N	carga limite de fadiga, radial
n _G	16100 1/min	velocidade limite
f ₀	13,1	Fator de cálculo



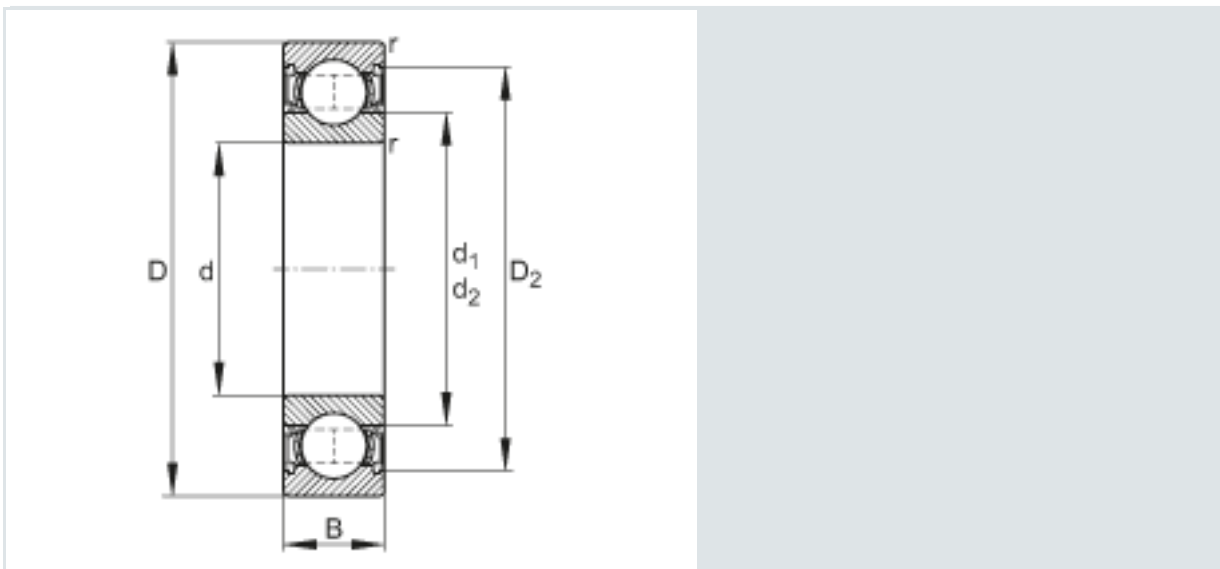
Rolamento de esferas 6002-2RSR (Linha de produtos 60..-2RSR)

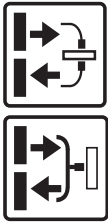
medidas principais conforme DIN 625-1, vedação de lábio de ambos os lados

A presente folha de dados é apenas um resumo de medidas e capacidades de carga do produto selecionado. É imprescindível observar todas as indicações constantes nestas folhas de resumo. Maiores informações sobre muitos produtos podem ser encontradas no item de menu "Descrição". Além disso, você também pode solicitar o envio de material informativo abrangente através da seleção de catálogo (https://www.schaeffler.de/content.schaeffler.de/en/news_media/index.jsp) ou através do telefone +49 (91 32) 82 - 28 97.

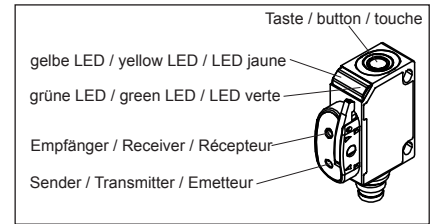
d	15 mm
D	32 mm
B	9 mm
d ₁	20,2 mm
D ₂	28,1 mm
D _{a max}	30 mm
d _{a min}	17 mm
r _{a max}	0,3 mm
r _{min}	0,3 mm

m	0,033 kg	Peso
C _r	5900 N	capacidade de carga dinâmica, radial
C _{0r}	2850 N	capacidade de carga estática, radial
C _{ur}	150 N	carga limite de fadiga, radial
n _G	13300 1/min	velocidade limite
f ₀	14	Fator de cálculo





Lichtleitergerät
Fibre optic amplifier
Détecteur à fibre optique



- Kleine Bauform
- Compact housing
- Boîtier compact
- Für Lichtleiter mit Kunststoffadapter Ø 2,2 mm
- For fibre optics with plastic adapter Ø 2.2 mm
- Pour fibres optiques avec adaptateur en plastique Ø 2,2 mm
- Teach-in
- Teach-in
- Teach-in
- Steuerleitung für Teach-in und Tastenverriegelung
- Control line for teach-in and key lock
- Ligne pilote pour teach-in et verrouillage des touches
- N.O. - N.C. wählbar
- N.O. - N.C. selectable
- N.O. - N.C. réglable

Maßzeichnung / Dimensional drawing / Plan coté		Anschluss / Wiring / Raccordement	
<p>153-00415</p>	<p>153-00416</p>	<p>154-00148</p>	<p>154-00148</p>

Optische Daten (typ.)

Tastweite: 100 mm abhängig vom Lichtleiter
 Betriebsreichweite: 250 mm abhängig vom Lichtleiter
 Tastweiteneinstellung: Teach-in
 Bezugsmaterial: Kodak weiß, 90%, 200x200 mm
 Lichtart: rot 660 nm, gepulst
 Abstandshysterese (90%): < 10% der eingestellten Tastweite

Optical data (typ.)

Scanning distance: 100 mm depending on the fibre
 Scanning range: 250 mm depending on the fibre
 Sensitivity adjustment: Teach-in
 Reference material: Kodak white, 90%, 200x200 mm
 Used light: red 660 nm, pulsed
 Distance hysteresis (90%): < 10% of adjusted scanning distance

Caract. optique (typ.)

Distance de détection: 100 mm selon la fibre optique
 Rayon d'action: 250 mm selon la fibre optique
 Réglage de la distance de détection: Teach-in
 Matériau de référence: Kodak blanc, 90%, 200x200mm
 Type de lumière: rouge 660 nm, pulsée
 Hystérésis de distance (90%): < 10% de la distance de détection réglée

Elektrische Daten (typ.)

Betriebsspannung +U_B: 10 ... 30 V DC
 Verpolschutz U_B: ja
 Steuerleitung (ET): +U_B = Teach-in Funktion
 -U_B = Teach-in Taste verriegelt
 offen = Normalbetrieb
 ≤ 25 mA bei 24 V DC
 Stromaufnahme (ohne Last): siehe Auswahltabelle
 Schaltausgang: 100 mA
 Ausgangsstrom: ja
 Kurzschlusschutz: 1000 Hz
 Schaltfrequenz (ti/tp 1:1): LED grün
 Stabilitätsanzeige: LED gelb
 Lichtempfangsanzeige: ¹⁾
 Schutzklasse:

Electrical data (typ.)

Operating voltage +U_B: 10 ... 30 V DC
 Reverse battery protection U_B: yes
 External teach (ET): +U_B = Teach-in function
 -U_B = Teach-in button locked
 open = Normal operation
 Power consumption (no load): ≤ 25 mA at 24 V DC
 Switching output: see selection table
 Output current: 100 mA
 Short-circuit protection: yes
 Switching frequency (at ppp 1:1): 1000 Hz
 Stability indicator: LED green
 Light reception indicator: LED yellow
 Protection class: ¹⁾

Caract. électriques (typ.)

Tension de service +U_B: 10 ... 30 V DC
 Protection contre les inversions de polarité U_B: oui
 Apprentissage externe (ET): +U_B = Fonction apprentissage teach-in
 -U_B = Touche apprentissage teach-in verrouillé
 ouvert = Activité normale
 Consommation en courant (sans charge): ≤ 25 mA à 24 V DC
 Sortie de commutation: voir le tableau de choix
 Courant de sortie: 100 mA
 Protection contre courts-circuits: oui
 Fréquence de commutation (ti/tp 1:1): 1000 Hz
 Indicateur de stabilité: LED verte
 Indicateur de réception de lumière: LED jaune
 Protection électrique: ¹⁾

Mechanische Daten (typ.)

Gehäusematerial: ABS
 Schutzart: IP67²⁾
 Umgebungstemperaturbereich: -20 ... +60 °C
 Lagertemperaturbereich: -20 ... +80 °C
 Anschlusskabel: 4 x 0,14 mm²
 Leitungslänge Standard: 2 m
 Steckeranschluss: M 8x1
 Gewicht (Steckergerät): ca. 10 g
 Gewicht (Kabelgerät): ca. 40 g

Mechanical data (typ.)

Casing material: ABS
 Protection standard: IP67²⁾
 Ambient temperature range: -20 ... +60 °C
 Storage temperature range: -20 ... +80 °C
 Cable: 4 x 0.14 mm²
 Standard cable length: 2 m
 Connection: M 8x1
 Weight (plug device): approx. 10 g
 Weight (cable device): approx. 40 g

Caract. mécaniques (typ.)

Matériau de boîtier: ABS
 Degré de protection: IP67²⁾
 Plage de température de fonctionnement: -20 ... +60 °C
 Plage de température de stockage: -20 ... +80 °C
 Câble de raccordement: 4 x 0,14 mm²
 Longueur standard de câble: 2 m
 Connecteur de raccordement: M 8x1
 Poids (Détecteur avec connecteur): env. 10 g
 Poids (Détecteur avec câble): env. 40 g

¹⁾ U_{imp} = 500 V

²⁾ nur mit geeignetem Lichtleiter / only with suitable fibre optic / seulement avec fibre optique adaptée

Ausgang (voreingestellt) Output (preset) Sortie (pré-réglée)	PNP N.O.	NPN N.O.	PNP N.O.	NPN N.O.
Anschluss Connection Raccordement	Stecker Connector Connecteur	Stecker Connector Connecteur	Kabel Cable Câble	Kabel Cable Câble
Anschlussbild Wiring diagram Schéma de raccordement	1	1	2	2
Typ / Bestellbezeichnung Type / order reference Type / Référence de commande	FL 20 R-PSM4	FL 20 R-NSM4	FL 20 R-PSK4	FL 20 R-NSK4

Lichtleitergerät

Anschluss des Kunststoff-Lichtleiters

- 1.) Klemmbügel öffnen.
- 2.) Lichtleiter bis zum Anschlag in den Halter einführen (Widerstand bei Einführen am O-Ring muss überwunden werden)
- 3.) Klemmbügel schließen.

Lichtastbetrieb: Empfindlichkeit einstellen, statisch

- 1.) Lichtleiter auf Objekt ausrichten:
=> LED gelb und LED grün leuchten.
- 2.) Taste ca. 3 s drücken bis beide LEDs gleichzeitig blinken:
=> Empfindlichkeitseinstellung ist erfasst.
- 3.) Objekt aus dem Erfassungsbereich entfernen.
- 4.) Taste ca. 1 s drücken :
Hintergrund wird eingelernt.
a) grüne LED blinkt kurz und beginnt zu leuchten
=> Empfindlichkeitseinstellungen werden gespeichert, Sensor ist betriebsbereit.
b) beide LEDs blinken gleichzeitig
=> Sensor kann das Objekt nicht erfassen, es werden keine Empfindlichkeitseinstellungen gespeichert.

Lichtastbetrieb: Empfindlichkeit nur mit einem Objekt einstellen, statisch

- 1.) Lichtleiter auf Objekt ausrichten:
=> LED grün leuchtet, LED gelb ist undefiniert.
- 2.) Taste ca. 3 s drücken bis beide LEDs gleichzeitig blinken:
=> Empfindlichkeitseinstellung ist erfasst.
- 3.) Objekt im Erfassungsbereich lassen.
- 4.) Taste ca. 1 s drücken :
=> grüne LED blinkt kurz und beginnt zu leuchten, Empfindlichkeitseinstellung wird gespeichert, Sensor ist betriebsbereit.

Einweglichtschrankenbetrieb: Empfindlichkeit einstellen

- 1.) Sender auf Empfänger ausrichten:
=> LED grün leuchtet, LED gelb ist undefiniert
- 2.) Taste ca. 3 s drücken bis beide LEDs gleichzeitig blinken:
=> Empfindlichkeitseinstellung ist erfasst.
- 3.) Objekt in den Erfassungsbereich bringen.
- 4.) Taste ca. 1 s drücken :
Objekt wird eingelernt.
a) grüne LED blinkt kurz und beginnt zu leuchten
=> Empfindlichkeitseinstellungen werden gespeichert, Sensor ist betriebsbereit.
b) beide LEDs blinken gleichzeitig
=> Sensor kann das Objekt nicht erfassen, es werden keine Empfindlichkeitseinstellungen gespeichert.

Empfindlichkeit einstellen bei laufendem Prozess

- 1.) Lichtleiter auf Objekt ausrichten:
=> LED grün leuchtet, LED gelb ist undefiniert.
- 2.) Im Lichtweg befindet sich nur der laufende Prozess; Taste ca. 3 s drücken bis beide LEDs gleichzeitig blinken.
- 3.) Taste erneut drücken bis mindestens ein Prozesszyklus im Lichtweg stattgefunden hat.
a) grüne LED blinkt kurz und beginnt zu leuchten,
=> Empfindlichkeitseinstellungen werden gespeichert, Sensor ist betriebsbereit.
b) beide LEDs blinken gleichzeitig
=> Sensor kann das Objekt nicht erfassen, es werden keine Empfindlichkeitseinstellungen gespeichert.

Ausgangsfunktion einstellen (N.O. / N.C.)

- 1.) Taste ca. 13 s drücken => LEDs blinken abwechselnd.
- 2.) Taste loslassen:
=> grüne LED blinkt.
- 3.) Während die grüne LED blinkt, wird bei jedem Tastendruck die Ausgangsfunktion invertiert. Die aktuelle Funktion wird durch die gelbe LED angezeigt.
- 4.) Taste für 10 s nicht betätigen:
=> eingestellte Funktion wird gespeichert, Sensor ist betriebsbereit.

Werkseinstellung / Maximale Empfindlichkeit (default)

- 1.) Kein Objekt im Erfassungsbereich. Taste ca. 3 s drücken bis beide LEDs gleichzeitig blinken.
- 2.) Kein Objekt im Erfassungsbereich. Taste ca. 1 s drücken 1 s.
=> Sensor ist auf maximale Empfindlichkeit eingestellt.
=> Sensor hat wieder die Werkseinstellung

Steuerleitung (ET)

+UB - gleiche Funktion wie Taste
-UB - Eingabesperre (Taste ohne Funktion)
offen - Normalfunktion

Fibre optic amplifier

Connection of fibre optics

- 1.) Open the quick release lever.
- 2.) Insert the fibre optic as far as possible (pass resistance due to ring).
- 3.) Close the quick release lever.

Proximity mode: Setup of sensitivity, static

- 1.) Line up fibre to the object:
=> yellow LED and green LED are on.
- 2.) Press button for 3 s until both LEDs are flashing synchronously:
=> first threshold is taught.
- 3.) Take the object out of the scanning area.
- 4.) Press button for 1 s:
learning of background.
a) green LED flashes and stays on:
=> both thresholds have been taught, sensor is ready to operate.
b) both LEDs are flashing synchronously:
=> the sensor can not detect the object, no thresholds are taught.

Proximity mode: Setup of sensitivity with only one object, static

- 1.) Line up fibre to the object:
=> green LED on, yellow LED is undefined.
- 2.) Press button for 3 s until both LEDs are flashing synchronously.
=> first threshold is taught.
- 3.) Leave the object in the scanning area.
- 4.) Press button for 1 s:
=> green LED flashes and stays on, the second threshold is taught, sensor is ready to operate.

Through beam mode: Setup of sensitivity

- 1.) Line up transmitter to the receiver:
=> green LED on, yellow LED is undefined.
- 2.) Press button for 3 s until both LEDs are flashing synchronously:
=> first threshold is taught.
- 3.) Put the object into the scanning area.
- 4.) Press button for 1 s:
learning of object.
a) green LED flashes and stays on:
=> both thresholds have been taught, sensor is ready to operate.
b) both LEDs are flashing synchronously:
=> the sensor can not detect the object, no thresholds are taught.

Setup of sensitivity during a running process

- 1.) Line up fibre to the object:
=> green LED on, yellow LED is undefined.
- 2.) The chosen running process must be the only thing in the scanning area! Press button for 3 s until both LEDs are flashing synchronously.
- 3.) Press button until a minimum of one process cycle is completed:
a) green LED flashes and stays on:
=> both thresholds have been taught, sensor is ready to operate.
b) both LEDs are flashing synchronously:
=> the sensor can not detect the object, no thresholds are taught.

N.O. / N.C. setup

- 1.) Press button for 13 s:
=> both LEDs are flashing alternately.
- 2.) Release button:
=> green LED is on.
- 3.) When the green LED is on, the output is inverted by pressing the button.
Yellow LED shows active function.
- 4.) Do not press button for 10 s:
=> the present output function is saved, sensor is ready to operate.

Factory setting / Maximum sensitivity (default)

- 1.) No object in sensing area. Press the button for 3 s until both LEDs are flashing synchronously.
- 2.) No object in sensing area. Press the button for 1 s.
=> sensor is set to maximum sensitivity.
=> sensor is set to factory setting

External Teach (ET)

+UB - same function as button
-UB - locked (disable teach button)
not connected - operating mode

Détecteur à fibre optique

Raccordement des fibres optiques

- 1.) Ouvrir le serre-câbles.
- 2.) Introduire la fibre optique aussi loin que possible (surmonter la résistance du joint torrique)
- 3.) Ferme le serre-câbles.

Mode de travail: Réglage de la sensibilité en statique

- 1.) Aligner la fibre sur l'objet:
=> LED verte et LED jaune sont allumées.
- 2.) Appuyer sur la touche pendant 3 s jusqu'à ce que les deux LEDs clignotent simultanément
=> le premier seuil est saisi.
- 3.) Enlever l'objet de la zone de détection.
- 4.) Appuyer sur la touche pendant 1 s:
l'arrière-plan est saisi.
a) La LED verte clignote puis reste allumée:
=> les deux seuils ont été saisis, le détecteur est opérationnel.
b) Les deux LEDs clignotent simultanément:
=> le détecteur ne détecte pas d'objet, aucun seuil n'a été saisi.

Mode de travail: Réglage de la sensibilité uniquement avec l'objet en statique

- 1.) Aligner la fibre sur l'objet:
=> LED verte est allumée, LED jaune est indéfinie.
- 2.) Appuyer sur la touche pendant 3 s jusqu'à ce que les deux LEDs clignotent simultanément.
=> Le premier seuil est saisi.
- 3.) Laisser l'objet dans la zone de détection.
- 4.) Appuyer à nouveau sur la touche pendant 1 s:
=> La LED verte clignote puis reste allumée, le deuxième seuil a été saisi. Le détecteur est opérationnel.

Mode barrage photoélect. réglage de la sensibilité

- 1.) Aligner l'émetteur sur le récepteur:
=> LED verte est allumée, LED jaune est indéfinie.
- 2.) Appuyer sur la touche pendant 3 s jusqu'à ce que les deux LEDs clignotent simultanément
=> le premier seuil est saisi.
- 3.) Positionner l'objet dans la zone de détection.
- 4.) Appuyer sur la touche pendant 1 s:
l'objet est saisi.
a) La LED verte clignote puis reste allumée:
=> les deux seuils ont été saisis, le détecteur est opérationnel.
b) Les deux LEDs clignotent simultanément:
=> le détecteur ne détecte pas d'objet, aucun seuil n'a été saisi.

Réglage de sensibilité lorsqu'un procédé est en cours

- 1.) Aligner la fibre sur l'objet:
=> LED verte est allumée, LED jaune est indéfinie.
- 2.) Seul le procédé en cours doit se situer dans le champ optique! Appuyer sur la touche 3 s jusqu'à ce que les deux LEDs clignotent simultanément.
- 3.) Appuyer à nouveau sur la touche pendant toute la durée d'au moins 1 cycle:
a) La LED verte clignote puis reste allumée:
=> les deux seuils ont été saisis, le détecteur est opérationnel.
b) Les deux LEDs clignotent simultanément:
=> le détecteur ne détecte pas d'objet, aucun seuil n'a été saisi.

Réglage N.O. / N.C.

- 1.) Appuyer sur la touche pendant 13 s:
=> Les deux LEDs clignotent à tour de rôle.
- 2.) Relâcher la touche:
=> La LED verte est allumée.
- 3.) Pendant que la LED verte est allumée, la fonction de sortie est inversée à chaque pression sur la touche. La fonction actuelle sera signalée par la LED jaune.
- 4.) N'est pas activer touche pendant 10s:
=> la fonction de sortie actuelle est enregistrée, le détecteur est opérationnel.

Réglage usine / sensibilité maximale (par défaut)

- 1.) Aucun objet dans la zone de détection. Appuyer sur la touche pendant 3 s jusqu'à ce que les deux LEDs clignotent simultanément.
- 2.) Aucun objet dans la zone de détection. Appuyer sur la touche pendant 1 s.
=> Le détecteur est réglé pour une sensibilité maximale.
=> Le capteur a retrouvé son réglage usine.

Ligne pilote (ET)

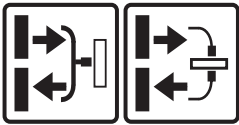
+UB - même fonction que la touche
-UB - verrouillée (touche désactivée)
non raccordée - mode de fonctionnement



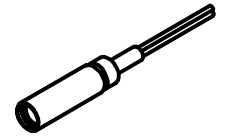
Der Einsatz dieser Geräte in Anwendungen, wo die Sicherheit von Personen von der Gerätefunktion abhängt, ist nicht zulässig.

These Proximity Switches are not suited for safety related applications.

Ces appareils de détection optique ne peuvent pas être utilisés pour des applications de sécurité des personnes.



Kunststofflichtleiter für FL-Sensoren mit 2,2 mm LWL-Anschluss
Plastic optical fibers for FL sensors with 2.2 mm fibre optic connection
Fibres optiques plastique pour amplificateur FL avec raccordement guide
lumière 2,2 mm



- **Optikkopf mit hochwertiger Linse (nicht bei Typ Standard)**
- **Kleiner Lichtfleck**
- **Hohe Empfindlichkeit**
- **Fixe oder einstellbare Tastweite**
- **Koaxiale Lichtleiter**
- **Große Reichweite**

- **Optical head with high-quality lens (does not apply for standard type)**
- **Small light spot**
- **High sensitivity**
- **Fixed or adjustable scanning distance**
- **Coaxial optical fiber**
- **Large detection range**

- **Tête optique avec lentille de grande qualité (pas sur modèle standard)**
- **Spot fin**
- **Grande sensibilité**
- **Distance de détection fixe ou à régler**
- **Fibre co-axiale**
- **Grande distance de détection**

Allgemeine Daten (typ.)

Material Mantel: Polyäthylen
 Material Lichtleiter: PMMA
 Material Gewindehülse: Messing vernickelt
 Material Optikkopf: Aluminium schwarz eloxiert
 Betriebstemperatur: -20...+60°C
 Länge, schneidbar: 1 m
 Biegeradius bei \varnothing 1,3 mm: R 15 mm
 Biegeradius bei \varnothing 2,2 mm: R 25 mm
 Bezugsmaterial: Kodak weiß, 90%, 200x200 mm
 Kennzeichnung Koaxialleiter Sendeader: weißer Strich

General data (typ.)

Cladding material: Polyethylene
 Material of optical fiber: PMMA
 Material threaded bush: brass nickelized
 Material optical head: aluminium, anodised black
 Operating temperature: -20...+60°C
 Length, may be cut to size: 1 m
 Bending radius at \varnothing 1.3 mm: R 15 mm
 Bending radius at \varnothing 2.2 mm: R 25 mm
 Reference material: Kodak white, 90%, 200x200 mm
 Marking coaxial cable transmission wire: white line

Données générales (typ.)

Matériau du revêtement: Polyéthylène
 Matériau de la fibre: PMMA
 Matériau de la douille filetée: laiton nickelé
 Matériau de la tête optique: Aluminium, noir eloxydé
 Température de fonctionnement: -20...+60°C
 Longueur standard, à couper: 1 m
 Rayon de courbure \varnothing 1,3mm: R 15 mm
 Rayon de courbure \varnothing 2,2 mm: R 25 mm
 Matériau de référence: Kodak blanc, 90%, 200x200 mm
 Reconnaissance de la ligne émettrice fibre co-axiale: trait blanc

Typ Taster Standard (typ.)

LWL-Außen \varnothing : 1,3 mm
 Außen \varnothing (incl. Adapter): 2,2 mm
 Abstrahlwinkel: 60°

Proximity type, standard (typ.)

Outer \varnothing of fiber optic: 1.3 mm
 Outer \varnothing (incl. adapter): 2.2 mm
 Angle of reflected beam: 60°

Type proximité, standard (typ.)

Guide lumière (extérieur) \varnothing : 1,3 mm
 Extérieur \varnothing (amplificateur inclus): 2,2 mm
 Rayon divergent: 60°

Kernstruktur: Monoleiter
 Bestellbezeichnung: **LLK1RM3-PE-1m**
 Tastweite: mit FL 70: 35 mm

Core structure: Mono fibre optic
 Order ref.: **LLK1RM3-PE-1m**
 Scanning distance: with FL 70: 35 mm

Structure du noyau: Monophasé
 Référence de commande: **LLK1RM3-PE-1m**
 Distance de détection: avec FL 70: 35 mm

Kernstruktur: Koaxialleiter
 Bestellbezeichnung: **LLK1RKM3-PE-1m**
 Tastweite: mit FL 70: 60 mm

Core structure: Coaxial fiber optic
 Order ref.: **LLK1RKM3-PE-1m**
 Scanning distance: with FL 70: 60 mm

Structure du noyau: Fibre co-axiale
 Référence de commande: **LLK1RKM3-PE-1m**
 Distance de détection: avec FL 70: 60 mm

LWL-Außen \varnothing : 2,2 mm
 Abstrahlwinkel: 60°

Outer \varnothing (incl. adapter): 2.2 mm
 Angle of reflected beam: 60°

Extérieur \varnothing (amplificateur inclus): 2,2 mm
 Rayon divergent: 60°

Kernstruktur: Monoleiter
 Bestellbezeichnung: **LLK2RM6-PE-1m**
 Tastweite: mit FL 70: 130 mm
 mit FL 20: 80 mm

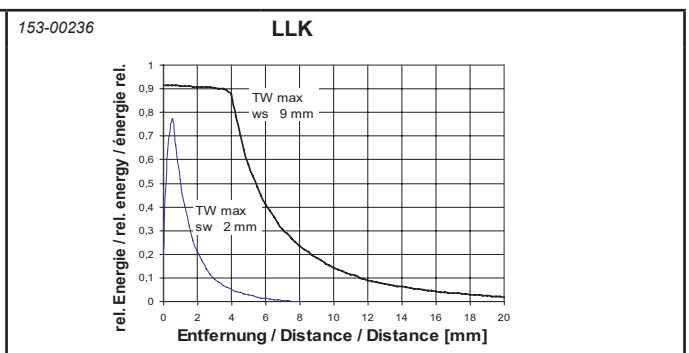
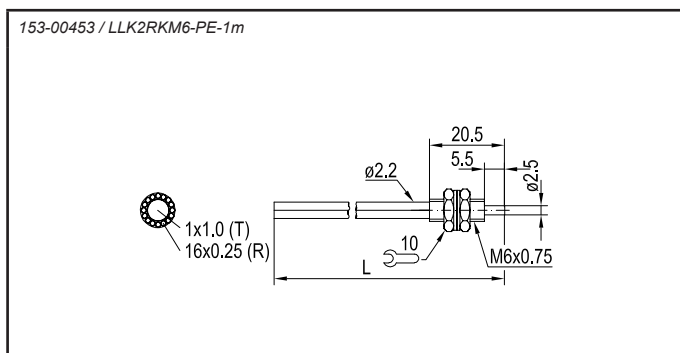
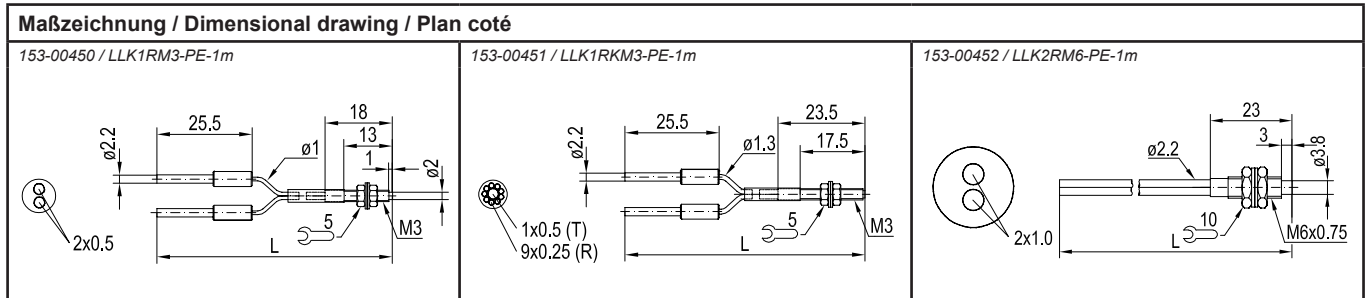
Core structure: Mono fibre optic
 Order ref.: **LLK2RM6-PE-1m**
 Scanning distance: with FL 70: 130 mm
 with FL 20: 80 mm

Structure du noyau: Monophasé
 Référence de commande: **LLK2RM6-PE-1m**
 Distance de détection: avec FL 70: 130 mm
 avec FL 20: 80 mm

Kernstruktur: Koaxialleiter
 Bestellbezeichnung: **LLK2RKM6-PE-1m**
 Tastweite: mit FL 70: 130 mm
 mit FL 20: 80 mm

Core structure: Coaxial fiber optic
 Order ref.: **LLK2RKM6-PE-1m**
 Scanning distance: with FL 70: 130 mm
 with FL 20: 80 mm

Structure du noyau: Fibre co-axiale
 Référence de commande: **LLK2RKM6-PE-1m**
 Distance de détection: avec FL 70: 130 mm
 avec FL 20: 80 mm



Typ Einweglichtschranke (typ.)

Kernstruktur: Monoleiter
LWL-Außen ø: 2,2 mm

Light barrier type (typ.)

Core structure: Mono fiber optic
Outer ø of fiber optic: 2.2 mm

Type barrière optique simple (typ.)

Structure du noyau: Monophasé
Guide lumière (extérieur) ø: 2,2 mm

Bestellbezeichnung: **LLK2LM3-PE-1m**
Max. Reichweite: mit FL 70: 25 mm
mit FL 20: 18 mm
Lichtfleck in Reichweite: 15 mm in 100 mm

Order ref.:
Max. scanning distance:
Light spot at scanning distance:

LLK2LM3-PE-1m
with FL 70: 25 mm
with FL 20: 18 mm
15 mm at 100 mm

Référence de commande: **LLK2LM3-PE-1m**
Rayon d'action max.: avec FL 70: 25 mm
avec FL 20: 18 mm
Spot à distance: 15 mm pour 100 mm

Bestellbezeichnung: **LLK2LM4-PE-1m**
Max. Reichweite: mit FL 70: 50 mm
mit FL 20: 32 mm
Lichtfleck in Reichweite: 15 mm in 100 mm

Order ref.:
Max. scanning distance:
Light spot at scanning distance:

LLK2LM4-PE-1m
with FL 70: 50 mm
with FL 20: 32 mm
15 mm at 100 mm

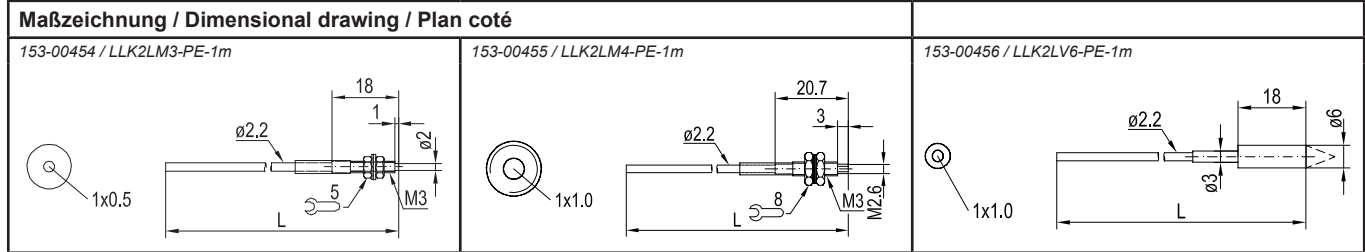
Référence de commande: **LLK2LM4-PE-1m**
Rayon d'action max.: avec FL 70: 50 mm
avec FL 20: 32 mm
Spot à distance: 15 mm pour 100 mm

Bestellbezeichnung: **LLK2LV6-PE-1m**
Max. Reichweite: mit FL 70: 2000 mm
mit FL 20: 2000 mm
Lichtfleck in Reichweite: 5 mm in 100 mm

Order ref.:
Max. scanning distance:
Light spot at scanning distance:

LLK2LV6-PE-1m
with FL 70: 2000 mm
with FL 20: 2000 mm
5 mm at 100 mm

Référence de commande: **LLK2LV6-PE-1m**
Rayon d'action max.: avec FL 70: 2000 mm
avec FL 20: 2000 mm
Spot à distance: 5 mm pour 100 mm



Typ Taster, einstellbare Tastweite (typ.)

Kernstruktur: Koaxialleiter
LWL-Außen ø: 1,3 mm
Außen ø (incl. Adapter): 2,2 mm

Proximity type, adjustable scan.dist. (typ.)

Core structure: Coaxial fiber optic
Outer ø of fiber optic: 1.3 mm
Outer ø (incl. adapter): 2.2 mm

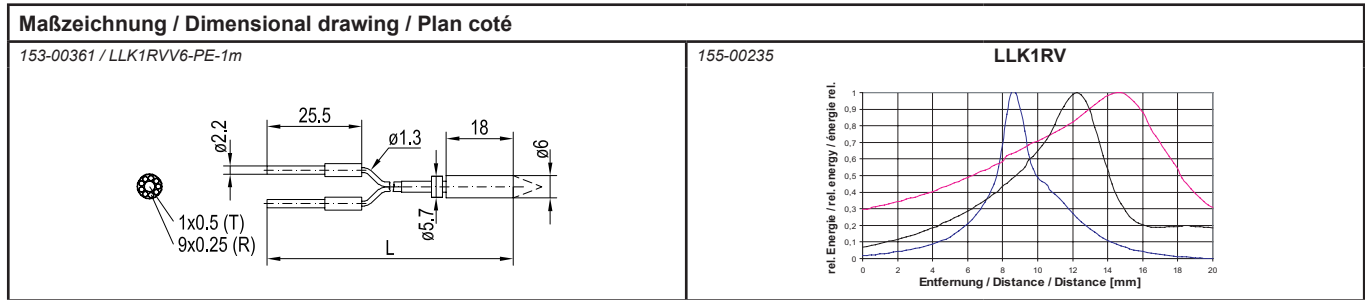
Type proximité, distance variable (typ.)

Structure du noyau: Fibre co-axiale
Guide lumière (extérieur) ø: 1,3 mm
Extérieur ø (amplificateur inclus): 2,2 mm

Bestellbezeichnung: **LLK1RVV6-PE-1m**
Tastweite: mit FL 70: 10 - 20 mm
Lichtfleck in Tastweite 10 mm: 0,6 mm
Tastweite individuell einstellbar:

Order ref.:
Scanning distance: with FL 70: 10 - 20 mm
Light spot at scanning distance 10 mm: 0,6 mm
Scanning dist. adjustable indiv.:

Référence de commande: **LLK1RVV6-PE-1m**
Rayon d'action: avec FL 70: 10 - 20 mm
Spot à distance 10 mm: 0,6 mm
Distance de détection à définir individuellement:



Typ Taster, fixe Tastweite (typ.)

Kernstruktur: Koaxialleiter
LWL-Außen ø: 1,3 mm
Außen ø (incl. Adapter): 2,2 mm

Proximity type, fixed scanning dist. (typ.)

Core structure: Coaxial fiber optic
Outer ø of fiber optic: 1.3 mm
Outer ø (incl. adapter): 2.2 mm

Type proximité, distance fixe (typ.)

Structure du noyau: Fibre co-axiale
Guide lumière (extérieur) ø: 1,3 mm
Extérieur ø (amplificateur inclus): 2,2 mm

Bestellbezeichnung: **LLK1RD8V6-PE-1m**
Tastweite: mit FL 70: 8,5 mm
Lichtfleck in Tastweite 8,5 mm: 0,6 mm
Kleinstes erkennbares Objekt: ≥ ø 0,1 mm

Order ref.:
Scanning distance: with FL 70: 8.5 mm
Light spot at scanning distance 8.5 mm: 0.6 mm
Smallest detectable object: ≥ ø 0.1 mm

LLK1RD8V6-PE-1m
with FL 70: 8.5 mm
0.6 mm
≥ ø 0.1 mm

Référence de commande: **LLK1RD8V6-PE-1m**
Rayon d'action: avec FL 70: 8,5 mm
Spot à distance 8,5 mm: 0,6 mm
Plus petit objet détectable: ≥ ø 0,1 mm

Bestellbezeichnung: **LLK1RD12V6-PE-1m**
Tastweite: 12,5 mm
Lichtfleck in Tastweite 14 mm: 0,7 mm

Order ref.:
Scanning distance: 12.5 mm
Light spot at scanning distance 14 mm: 0.7 mm

LLK1RD12V6-PE-1m
12.5 mm
0.7 mm

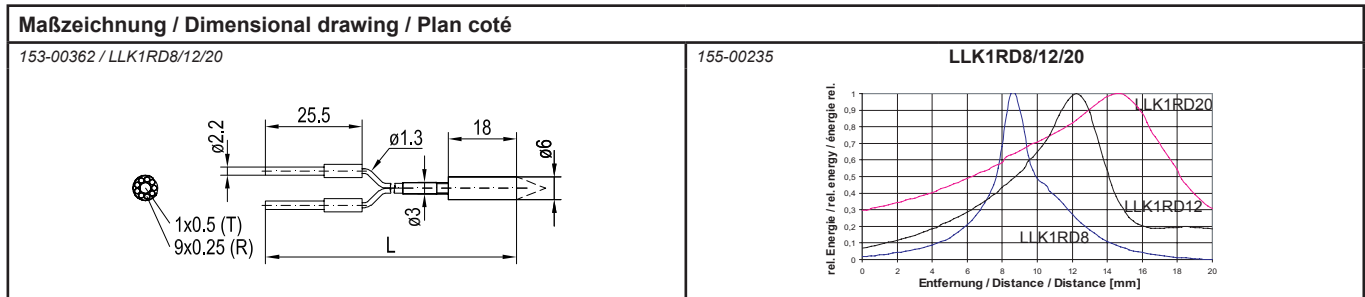
Référence de commande: **LLK1RD12V6-PE-1m**
Rayon d'action: 12,5 mm
Spot à distance 14 mm: 0,7 mm

Bestellbezeichnung: **LLK1RD20V6-PE-1m**
Tastweite: mit FL 70: 20 mm
Lichtfleck in Tastweite 20 mm: 1,3 mm

Order ref.:
Scanning distance: with FL 70: 20 mm
Light spot at scanning distance 20 mm: 1.3 mm

LLK1RD20V6-PE-1m
with FL 70: 20 mm
1.3 mm

Référence de commande: **LLK1RD20V6-PE-1m**
Rayon d'action: avec FL 70: 20 mm
Spot à distance 20 mm: 1,3 mm



Der Einsatz dieser Geräte in Anwendungen, wo die Sicherheit von Personen von der Gerätefunktion abhängt, ist nicht zulässig.

These Proximity Switches are not suited for safety related applications.

Ces appareils de détection optique ne peuvent pas être utilisés pour des applications de sécurité des personnes.

Data sheet for SIMOTICS S-1FK7

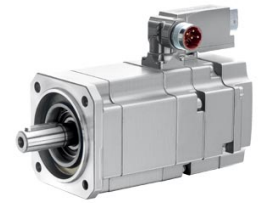


Figure similar

MLFB-Ordering data

1FK7022-5AK71-1LG3

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)	0.6 Nm	Shaft height	28
Rated current	1.4 A	Cooling	Natural cooling
Static torque (60 K)	0.70 Nm	Radial runout tolerance	0.035 mm
Static torque (100 K)	0.8 Nm	Concentricity tolerance	0.08 mm
Stall current (60 K)	1.50 A	Axial runout tolerance	0.08 mm
Stall current (100 K)	1.80 A	Vibration severity grade	Grade A
Moment of inertia	0.280 kgcm ²	Connector size	1
Efficiency	86.0 %	Degree of protection	IP64
Physical constants		Design acc. to Code I	IM B5 (IM V1, IM V3)
Torque constant	0.46 Nm/A	Temperature monitoring	Pt1000 temperature sensor
Voltage constant at 20° C	29.0 V/1000*min ⁻¹	Electrical connectors	Connectors for signals and power rotatable
Winding resistance at 20° C	4.20 Ω	Color of the housing	Standard (Anthracite RAL 7016)
Rotating field inductance	9.1 mH	Holding brake	without holding brake
Electrical time constant	2.20 ms	Shaft extension	Plain shaft
Mechanical time constant	1.70 ms	Encoder system	Encoder AM20DQ: absolute encoder 20 bits (resolution 1048576, encoder-internal 512 S/R) + 12 bits multi-turn (traversing range 4096 revolutions)
Thermal time constant	18 min		
Shaft torsional stiffness	3000 Nm/rad		
Net weight of the motor	1.8 kg		

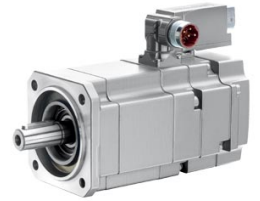


Figure similar

MLFB-Ordering data

1FK7022-5AK71-1LG3

Optimum operating point

Optimum speed	6000 rpm
Optimum power	0.4 kW

Limiting data

Max. permissible speed (mech.)	10000 rpm
Max. permissible speed (inverter)	10000 rpm
Maximum torque	3.4 Nm
Maximum current	8.0 A

Recommended Motor Module

Rated inverter current	3 A
Maximum inverter current	6 A
Maximum torque	2.65 Nm

Data sheet for SIMOTICS S-1FK7



Figure similar

MLFB-Ordering data

1FK7042-2AK71-1KH0

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)	3.55 A	Axial runout tolerance	0.08 mm		
Stall current (100 K)	4.40 A	Vibration severity grade	Grade A		
Moment of inertia	3.200 kgcm ²	Connector size	1		
Efficiency	89.0 %	Degree of protection	IP64		
<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 ⁻¹	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 AM16DQ: absolute encoder 16 bits (resolution 65536, encoder-internal 32 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		



Figure similar

MLFB-Ordering data

1FK7042-2AK71-1KH0

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

120x120x25 mm

75.0~108.2 CFM

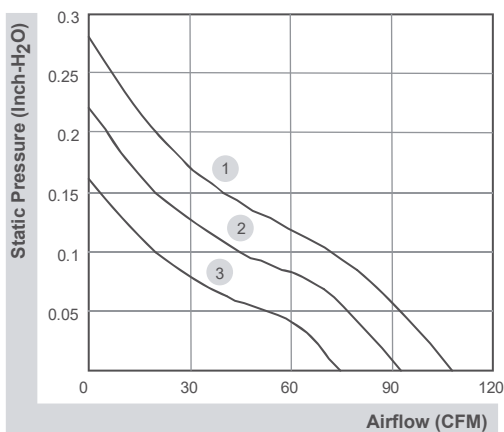


■ Specifications

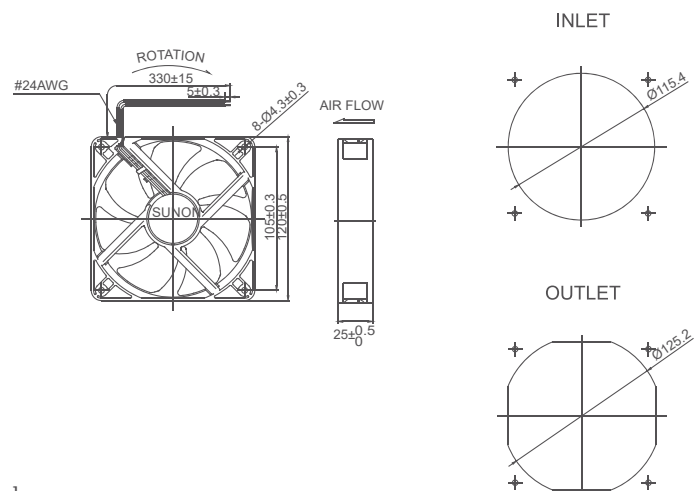
	Bearing	Rating Voltage	Power Current	Power Consumption	Speed	Air Flow	Static Pressure	Noise	Weight	Curve
	● VAPO	(VDC)	(mA)	(WATTS)	(RPM)	(CFM)	(inch-H ₂ O)	(dB(A))	(g)	
MFC0251V1-000U-A99	●	12	350	4.20	3100	108.2	0.28	44.5	162.0	1
MFC0251V2-000U-A99	●	12	250	3.00	2700	93.0	0.22	40.5	162.0	2
MFC0251V3-000U-A99	●	12	140	1.68	2200	75.0	0.16	34.0	162.0	3
MEC0252V1-000U-A99	●	24	207	5.00	3100	108.2	0.28	44.5	162.0	1
MEC0252V2-000U-A99	●	24	146	3.50	2700	93.0	0.22	40.5	162.0	2
MEC0252V3-000U-A99	●	24	84	2.00	2200	75.0	0.16	34.0	162.0	3
MEC0254V1-000U-A99	●	48	119	5.70	3100	108.2	0.28	44.5	162.0	1
MEC0254V2-000U-A99	●	48	79	3.80	2700	93.0	0.22	40.5	162.0	2
MEC0254V3-000U-A99	●	48	54	2.60	2200	75.0	0.16	34.0	162.0	3

Model	Bearing	Rating Voltage	Power Current	Power Consumption	Speed	Air Flow	Static Pressure	Noise	Weight	Curve
	⊙ 2BALL Sleeve	(VDC)	(mA)	(WATTS)	(RPM)	(CFM)	(inch-H ₂ O)	(dB(A))	(g)	
EEC0251B1-000U-A99	⊙	12	451	5.4	3100	108.2	0.28	44.5	157.0	1
EEC0251B2-000U-A99	⊙	12	279	3.4	2700	93.0	0.22	40.5	157.0	2
EEC0251B3-000U-A99	⊙	12	161	1.9	2200	75.0	0.16	34.0	157.0	3
EEC0252B1-000U-A99	⊙	24	207	5.0	3100	108.2	0.28	44.5	157.0	1
EEC0252B2-000U-A99	⊙	24	146	3.5	2700	93.0	0.22	40.5	157.0	2
EEC0252B3-000U-A99	⊙	24	84	2.0	2200	75.0	0.16	34.0	157.0	3
EEC0254B1-000U-A99	⊙	48	119	5.7	3100	108.2	0.28	44.5	157.0	1
EEC0254B2-000U-A99	⊙	48	79	3.8	2700	93.0	0.22	40.5	157.0	2
EEC0254B3-000U-A99	⊙	48	54	2.6	2200	75.0	0.16	34.0	157.0	3

■ Air Flow-Static Pressure Characteristics



■ External dimensions(mm)



*All model could be customized. Please contact with Sunon Sales.

*Specifications are subject to change without notice. Please Visit SUNON website at www.sunon.com for update information.