



Projeto de equipamento de montagem de conetores

PEDRO MANUEL PIRES CURRALO

julho de 2022

PROJETO DE EQUIPAMENTO DE MONTAGEM DE CONETORES

Pedro Manuel Pires Curralo

1160889

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

PROJETO DE EQUIPAMENTO DE MONTAGEM DE CONETORES

Pedro Manuel Pires Curralo

1160889

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 Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Doutor António Gonçalves Magalhães

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor José Duarte Ribeiro Marafona

Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradecer à WRK, Lda. na pessoa do diretor fabril, Carlos Lopes, pela oportunidade de estágio e condições oferecidas. Ao diretor do departamento de projeto, Joaquim Pereira, por todo o conhecimento transmitido, orientação e ajuda no desenrolar do trabalho. Ao meu orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Doutor Raul Campilho, pelo acompanhamento constante e todas as sugestões de melhoria ao longo da realização da presente Dissertação.

Aos meus pais, a quem dedico esta Dissertação, por nunca medirem esforços para me ajudar e terem sido a chave do meu sucesso. Ao meu irmão pelo companheirismo e todas as palavras de força. Por fim, à minha Inês pelo pilar que representa e tornar, através do seu apoio incondicional e motivação incessante, tudo mais fácil.

PALAVRAS-CHAVE

Indústria automóvel; conetor; componente; montagem; projeto mecânico; sistema de alimentação.

RESUMO

A indústria automóvel apresenta-se no mercado como um dos setores mais exigentes devido à competitividade existente no seu meio. Tendo em conta que os seus pilares são a competitividade, qualidade e flexibilidade, para que a produtividade não seja afetada é preciso atualizar através da implementação de equipamentos automáticos e robotizados. Deste modo, as empresas reduzem os tempos de ciclo e os custos em mão-de-obra. As linhas de produção e montagem são exemplos de equipamentos que recorrem cada vez mais a processos totalmente automatizados. Com a revisão bibliográfica conclui-se que as máquinas automatizadas apresentam vantagens, tanto ao nível do uso como da resolução de avarias. Em contrapartida, as mesmas requerem um investimento inicial significativo que não está ao alcance de muitas empresas.

O protótipo do projeto da presente Dissertação de Mestrado surge de um desafio colocado pela indústria automóvel. Este projeto, necessitado pela indústria referida, consiste num equipamento semiautomático de montagem de conetores de cablagens do setor automóvel, em substituição de um processo atualmente manual. No protótipo do equipamento proposto, o operador põe um conetor no ninho do tabuleiro de trabalho, e posteriormente é realizada a inserção automática dos componentes (pinos e vedantes) no conetor em questão. Por fim, um sensor de visão com Inteligência Artificial, implementado no equipamento, certifica a correta inserção dos componentes no conetor.

Os resultados deste trabalho foram positivos, na medida em que o protótipo do equipamento foi concluído, cumprindo os requisitos por ele impostos, com vantagens significativas relativamente ao processo atual. Para a realização do protótipo do projeto, inicialmente são definidos os objetivos e requisitos do equipamento, seguidos do projeto mecânico que inclui diferentes subconjuntos (estrutura/blindagens, tabuleiro de trabalho, insensor, mecanismo de coordenadas, sistema de alimentação e sensor de visão artificial). Foi realizada a verificação estrutural do mecanismo de coordenadas (eixo y) pelo Método de Elementos Finitos (MEF). É também descrita em detalhe a sequência de funcionamento do equipamento, definidos os equipamentos de segurança, apresentado o manual de manutenção, e estimados os custos associados ao equipamento.

KEYWORDS

Automotive industry; connector; component; assembly; mechanic design; feeder system.

ABSTRACT

The automotive industry presents itself in the market as one of the most demanding sectors of all manufacturing industries due to its competitiveness. Considering that its own pillars are competitiveness, quality, and flexibility, in order that productivity is not compromised, it is necessary to upgrade through the implementation of automatic and robotic equipment. Thus, companies reduce cycle times and the labor costs. The production and assembly lines are perfect examples of equipment that increasingly use fully automated processes. With the literature review, it is easily concluded that automated machines have advantages, both in terms of use as well as troubleshooting. On the other hand, they require a significant initial investment that many companies cannot afford.

The prototype of the present Thesis project arises from a challenge posed by the automotive industry. This project, needed by the industry, consists of a semi-automatic equipment for assembling cabling connectors for the automotive sector, replacing a currently manual process. In the proposed equipment prototype, the operator places a connector in the nest on the work board, and then the components (pins and seals) are automatically inserted in the respective connector. At last, a vision sensor with Artificial Intelligence, implemented on the device, confirms the correct insertion of the components in the connector.

The results of this work were positive, as the prototype of the equipment was completed fulfilling the imposed requirements, with significant advantages over the current process. Realization of the project prototype, the objectives and requirements of the equipment are initially defined, followed by the mechanical project that includes different subassemblies (structure/shields, work board, inserter, coordinate mechanism, feeder system, and artificial vision sensor). The structural verification of the coordinate mechanism (y-axis) was performed by the Finite Element Method (FEM). The equipment operation sequence is also described in detail, the safety equipment defined, and the maintenance manual as well as the estimated costs associated with the equipment presented.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
AGV	<i>Automatic guided vehicles</i>
BMW	Bayerische Moore Werke AG
CA	Corrente alternada
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CC	Corrente contínua
CKD	<i>Completely knocked down</i> (por montar)
CLP	Controladores lógicos programáveis
CNC	Comando numérico computadorizado
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
GMC	General Motors Corporation
GWM	Great Wall Motors
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
IA	Indústria automóvel
IFR	<i>International Federation of Robotics</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LMD	Linear Motion Designer
MEF	Método dos Elementos Finitos
PIB	Produto Interno Bruto

RAM	<i>Random-Access Memory</i>
ROM	<i>Read-Only Memory</i>
URES	<i>Resultant displacement</i>
UTS	<i>Ultimate Tensile Strenght</i>
V2X	<i>Vehicle-to-everything</i>
VW	Volkswagen
YS	<i>Yield Strength</i>

Lista de Unidades

kg	Quilograma
kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro quadrado
MPa	MegaPascal
N	Newton
N/m ²	Newton por metro quadrado

Lista de Símbolos

E	Módulo de elasticidade longitudinal
g	Aceleração da gravidade
G	Módulo de elasticidade ao corte
m	Massa
Qt.	Quantidade
ν	Coeficiente de Poisson
ρ	Densidade
$\sigma_{Von Mises}$	Tensão de Von Mises
€	Euro

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5G	Padrão de tecnologia de quinta geração para redes móveis e de banda larga.
Aglomerado industrial	Aglomerado de empresas, próximas geograficamente e com características semelhantes, que colaboram entre si.
<i>Grafcet</i>	Linguagem gráfica do comportamento da parte de comando de um sistema automatizado.
Indústria 4.0	Quarta revolução industrial. Expressão que compreende algumas tecnologias para automação e transferência de dados.
Indutância	Tendência que um condutor elétrico apresenta para resistir a uma alteração na corrente elétrica que lhe atravessa.
<i>Inputs</i>	Entrada de fluxo de informação num sistema.
<i>Ladder</i>	Linguagem utilizada para programar um controlador lógico programável e desse modo controlar sistemas industriais.
Latência (<i>internet</i>)	Tempo necessário para que um sinal (<i>bit</i>) seja enviado de um computador até um certo destino.
Disposição fabril	Modo como estão organizados e repartidos os componentes de um certo sistema ou mecanismo.
“Recolhe e coloca”	Equipamento industrial robótico utilizado para a manipulação de produtos e distribuição em caixas ou bandejas.
Quase-máquina	Conjunto que quase constitui uma máquina, mas que não pode assegurar por si só uma aplicação específica.
Recetividade	Função lógica combinacional relativa a cada transição.
<i>Setup</i>	Configuração, troca ou instalação de determinado dispositivo ou componente.

**Soluções
normalizadas**

Soluções produzidas com características e dimensões que atendem às configurações base disponibilizadas em catálogos e em massa.

Stocks

Quantidade de produtos que uma organização ou um indivíduo tem num determinado momento.

Tandem

Trabalho conjunto de dois componentes complementares.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de veículos entre 2014 e 2020, em todos os países (adaptado de [1])	10
Figura 2 - Vendas de novos veículos em todos os países, em 2019 e 2020 (adaptado de [2])	10
Figura 3 - As quatro fábricas de automóveis em Portugal (adaptado de [3])	11
Figura 4 - Vendas de novos veículos em Portugal, em 2019 e 2020 (adaptado de [2])	11
Figura 5 (a) - Localização de algumas fábricas em Portugal, por distrito, no setor do fabrico de componentes para automóveis (adaptado de [3]); (b) - Quantidade de fábricas em Portugal, por distrito, no setor do fabrico de componentes para automóveis [5]	12
Figura 6 - O desenvolvimento da indústria automóvel em Portugal [6]	13
Figura 7 - Percentagem de volume de negócios por atividade em 2020, da Indústria de componentes para automóveis, em Portugal (adaptado de [5])	13
Figura 8 - Destino das exportações portuguesas de componentes para automóveis, em 2020 (adaptado de [5])	14
Figura 9 (a) - Modelo de trabalho-intensivo [17]; (b) - Modelo do capital-intensivo (automação) [18]	16
Figura 10 - Mudança das expetativas dos clientes (adaptado de [22])	17
Figura 11 - Patim e <i>rail</i> [31]	19
Figura 12 - Rolamento linear e veio de precisão [31]	20
Figura 13 - Fuso e porca de esferas [31]	20
Figura 14 - Polias acopladas por correia [33]	20
Figura 15 - Cremalheira e pinhão [34]	20
Figura 16 (a) - Anel elástico para furo - DIN 472 [37]; (b) - Anel elástico para veio - DIN 471 [37]	24
Figura 17 - Anilha plana [37]	24
Figura 18 - Chaveta paralela A - ISO R 773 [37]	24
Figura 19 - Pino cilíndrico - ISO 2338 [37]	25
Figura 20 (a) - Parafuso com cabeça hexagonal - ISO 4014 [37]; (b) - Parafuso com cabeça hexagonal - ISO 4017 [37]	25
Figura 21 (a) - Parafuso com cabeça hexagonal e passo fino - ISO 8765 [37]; (b) - Parafuso com cabeça hexagonal e passo fino - ISO 8676 [37]	25
Figura 22 (a) - Parafuso com cabeça cilíndrica sextavado interno - ISO 4762 [37]; (b) - Parafuso com cabeça cilíndrica sextavado interno e passo fino - ISO 21269 [37]	25

Figura 23 - (a) - Parafuso com cabeça boleada sextavado interno - ISO 7380 [37]; (b) - Parafuso com cabeça embeber sextavado interno - ISO 10642 [37]	25
Figura 24 (a) - Porca hexagonal com passo grosso (uso corrente) [37]; (b) - Porca hexagonal com passo fino [37]	26
Figura 25 - Estrutura normalizada [37]	27
Figura 26 - Transportador de tela normalizada [37]	27
Figura 27 - Peça "interruptor de cobertura" e clipe de metal [37]	28
Figura 28 - Peça "interruptor de cobertura" no ninho [37]	28
Figura 29 (a) - Zona de trabalho no equipamento [37]; (b) - Detalhe da zona de trabalho no equipamento [37]	29
Figura 30 - Peças utilizadas para a montagem do componente [37]	29
Figura 31 - Módulos de funcionamento [37]	30
Figura 32 - Tipos de automação, em função do volume de produção e diversidade de produtos (adaptado de [32])	32
Figura 33 - <i>Ranking</i> dos 10 países mais robotizados do mundo, no ano de 2010 (quantidade de robôs industriais para cada grupo de 10 mil trabalhadores) [63]	33
Figura 34 - Diagrama de blocos de um CLP [32]	37
Figura 35 - Conversão das etapas e transições de um <i>Grafcet</i> para um <i>Ladder</i> [78]	38
Figura 36 - Elementos de um <i>Grafcet</i> [79]	38
Figura 37 (a) - HMI da Siemens, modelo KTP400 [82]; (b) - Computadores industriais, em ambiente de fábrica [83]	40
Figura 38 - Linha de montagem (de motores) [92]	41
Figura 39 - Linha de embalagem (de café) [95]	41
Figura 40 (a) - Transportador de rolo [100]; (b) - Transportador de tela [101]; (c) - Transportador de corrente [102]	42
Figura 41 - AGV [105]	42
Figura 42 - Alimentador vibratório [108]	43
Figura 43 - Estação de etiquetagem [111]	43
Figura 44 - Pintura robotizada, na IA [118]	46
Figura 45 - Linha de soldadura, de carroçarias automóveis (linha de montagem da GWM) [119]	46
Figura 46 - Manipulador de pneus (sistema da Gawronski GmbH) [123]	47

Figura 47 (a) - Braço X-Ar (tecnologia da GMC) [119]; (b) - Robô de auxílio ao operador na montagem de portas de automóveis [119]; (c) - Robô de auxílio ao operador na montagem de velas nos motores [124].....	47
Figura 48 - “Recolhe e coloca” [127]	48
Figura 49 (a) - Robô utilizado em cirurgias [130]; (b) - Robô de resgate [131]; (c) - Robô bombeiro [132]	48
Figura 50 (a) - Sophia, robô com cidadania [135]; (b) - <i>SpotMini</i> , cão robô [136]	49
Figura 51 - Logotipo da WRK, Lda [37]	53
Figura 52 - Organograma da empresa [37]	54
Figura 53 (a) - Vedante e pinos; (b) - Conetor a trabalhar	56
Figura 54 - Pinos e vedante inseridos no conetor a trabalhar	56
Figura 55 - Perspetiva isométrica do equipamento	60
Figura 56 (a) - Perspetiva lateral direita do equipamento; (b) - Perspetiva frontal do equipamento	61
Figura 57 - Disposição geral do equipamento em perspetiva isométrica	62
Figura 58 - Desenho de montagem do equipamento.....	64
Figura 59 - Perspetiva isométrica da estrutura/blindagens	65
Figura 60 (a) - Perspetiva frontal da estrutura/blindagens; (b) - Perspetiva de topo da estrutura/blindagens	66
Figura 61 - Perspetiva isométrica do controlo/interface.....	66
Figura 62 (a) - Perspetiva frontal da consola/interface; (b) - Perspetiva lateral esquerda da consola/interface	67
Figura 63 - Perspetiva isométrica da plataforma pneumática	67
Figura 64 (a) - Perspetiva frontal da plataforma pneumática; (b) - Perspetiva de topo da plataforma pneumática	67
Figura 65 - Disposição geral da estrutura/blindagens.....	68
Figura 66 - Desenho de montagem da estrutura/blindagens	80
Figura 67 - Desenho de montagem do controlo/interface.....	81
Figura 68 - Desenho de montagem da plataforma pneumática.....	81
Figura 69 - Perspetiva isométrica do tabuleiro de trabalho.....	82
Figura 70 (a) - Perspetiva lateral esquerda do tabuleiro de trabalho; (b) - Perspetiva de topo do tabuleiro de trabalho.....	82
Figura 71 - Disposição geral do tabuleiro de trabalho.....	83

Figura 72 - Desenho de montagem do tabuleiro de trabalho	86
Figura 73 (a) - Perspetiva isométrica do insensor; (b) - Perspetiva lateral direita do insensor; (c) - Perspetiva frontal do insensor	87
Figura 74 - 1ª etapa de funcionamento do insensor.....	87
Figura 75 - 2ª etapa de funcionamento do insensor.....	88
Figura 76 - 3ª etapa de funcionamento do insensor.....	88
Figura 77 - 4ª etapa de funcionamento do insensor.....	89
Figura 78 - Disposição geral do insensor	90
Figura 79 - Desenho de montagem do insensor	94
Figura 80 - Perspetiva isométrica do mecanismo de coordenadas (eixo x)	95
Figura 81 - Perspetiva frontal do mecanismo de coordenadas (eixo x)	95
Figura 82 - (a) - Perspetiva lateral direita do mecanismo de coordenadas (eixo x); (b) - Perspetiva de topo do mecanismo de coordenadas (eixo x)	96
Figura 83 - Perspetiva isométrica do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento	96
Figura 84 - Perspetiva de topo do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento	96
Figura 85 - Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo x)	97
Figura 86 - Desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo x)	102
Figura 87 - Desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento	102
Figura 88 - Perspetiva isométrica do mecanismo de coordenadas (eixo y)	103
Figura 89 - (a) - Perspetiva frontal do mecanismo de coordenadas (eixo y); (b) - Perspetiva lateral esquerda do mecanismo de coordenadas (eixo y)	103
Figura 90 - Perspetiva isométrica do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento	104
Figura 91 - Perspetiva de topo do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento	104
Figura 92 - Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo y)	104
Figura 93 - Desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo y)	109
Figura 94 - Desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento	109
Figura 95 - Perspetiva isométrica do mecanismo de coordenadas (eixo z)	110

Figura 96 - (a) - Perspetiva frontal do mecanismo de coordenadas (eixo z); (b) - Perspetiva de baixo do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	110
Figura 97 - Perspetiva isométrica do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento	111
Figura 98 - Perspetiva de topo do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento	111
Figura 99 - Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo z)	111
Figura 100 - Desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	117
Figura 101 - Desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento	117
Figura 102 - Perspetiva isométrica do sistema de alimentação dos componentes	118
Figura 103 (a) - Perspetiva frontal do sistema de alimentação dos componentes; (b) - Perspetiva de topo do sistema de alimentação dos componentes	118
Figura 104 - Disposição geral do sistema de alimentação dos componentes	119
Figura 105 - Desenho de montagem do sistema de alimentação	125
Figura 106 - Perspetiva isométrica do sensor de visão artificial	126
Figura 107 - (a) - Perspetiva frontal do sensor de visão artificial; (b) - Perspetiva de baixo do sensor de visão artificial	126
Figura 108 - Disposição geral do sensor de visão artificial	127
Figura 109 - Desenho de montagem da estrutura de apoio bem como a ligação desta ao sensor de visão artificial	129
Figura 110 - Cargas atuantes e condições fronteira aplicadas nas diferentes análises ao modelo em estudo	131
Figura 111 - (a) - Malha 1; (b) - Malha 2; (c) - Malha 3; (d) - Malha 4	132
Figura 112 - Localização dos pontos críticos analisados.....	133
Figura 113 - Valores dos URES obtidos para os pontos 2 e 3	134
Figura 114 - Valores das tensões de $\sigma_{Von Mises}$ obtidos para o ponto (1) máximo da aresta	135
Figura 115 - Parâmetros da malha em estudo	136
Figura 116 - $\sigma_{Von Mises}$	136
Figura 117 - Zonas críticas	137
Figura 118 - URES	137
Figura 119 - Sequência geral de funcionamento do equipamento	141

Figura 120 - Sequência geral de funcionamento do tabuleiro de trabalho.....	142
Figura 121 - Sequência geral de funcionamento do insensor	143
Figura 122 - Sequência de funcionamento do sistema de alimentação	144
Figura 123 - Sensor magnético anexo às portas do equipamento	146

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Diminuição das vendas em todos os países, de 2020 quando comparado com o ano antecedente (adaptado de [2])	10
Tabela 2 - Diminuição das vendas em Portugal, de 2020 quando comparado com o ano antecedente (adaptado de [2])	11
Tabela 3 - Registo de dados de 2019, do setor automóvel, na economia portuguesa (adaptado de [4]) ..	12
Tabela 4 - Registo de dados de 2020, do setor do fabrico de componentes para automóveis, na economia portuguesa (adaptado de [5])	14
Tabela 5 - Componente e respetivo processos de fabrico	19
Tabela 6 - Soluções construtivas de movimento mecânico comuns no fabrico de máquinas industriais..	19
Tabela 7 - Componentes normalizados disponíveis mais relevantes em projeto mecânico	24
Tabela 8 - Estruturas normalizadas, de grande utilidade em projeto mecânico	27
Tabela 9 - Equipamentos de montagem de componentes desenvolvidos pela WRK, Lda	28
Tabela 10 - Sensores mais relevantes	35
Tabela 11 - Vantagens e desvantagens dos atuadores hidráulicos (adaptado de [75])	36
Tabela 12 - Elementos mais importantes da linguagem de programação de um CLP da marca Siemens [80]	39
Tabela 13 - Desenvolvimentos industriais mais relevantes na automação.....	41
Tabela 14 - Estado-da-arte na automação	44
Tabela 15 - Sistemas industriais mais importantes baseados na robótica	46
Tabela 16 - Estado-da-arte na robótica	49
Tabela 17 - <i>Softwares</i> utilizados	55
Tabela 18 - Requisitos exigidos pelo projeto.....	56
Tabela 19 - Considerações tidas em conta na montagem dos componentes	58
Tabela 20 - Principais considerações a ter na seleção do tipo de deteção	59
Tabela 21 - Subconjuntos da máquina e respetivas funções	63
Tabela 22 - Características principais da estrutura/blindagens	69
Tabela 23 - Listagem de componentes normalizados da estrutura/blindagens	72
Tabela 24 - Listagem de componentes não normalizados da estrutura/blindagens	77

Tabela 25 - Características principais do tabuleiro de trabalho	83
Tabela 26 - Listagem de componentes normalizados do tabuleiro de trabalho	84
Tabela 27 - Listagem de componentes não normalizados do tabuleiro de trabalho	85
Tabela 28 - Etapas de funcionamento do insensor	87
Tabela 29 - Características principais do insensor	91
Tabela 30 - Listagem de componentes normalizados do insensor	92
Tabela 31 - Listagem de componentes não normalizados do insensor	92
Tabela 32 - Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo x)	97
Tabela 33 - Listagem de componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo x)	98
Tabela 34 - Listagem de componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo x)	100
Tabela 35 - Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo y)	105
Tabela 36 - Listagem de componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo y)	105
Tabela 37 - Listagem de componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo y)	107
Tabela 38 - Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	112
Tabela 39 - Listagem de componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	113
Tabela 40 - Listagem de componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	115
Tabela 41 - Características principais do sistema de alimentação	120
Tabela 42 - Listagem de componentes normalizados do sistema de alimentação	121
Tabela 43 - Listagem de componentes não normalizados do sistema de alimentação	123
Tabela 44 - Característica principal do sensor de visão artificial.....	127
Tabela 45 - Informações sobre o componente normalizado em questão (sensor de visão artificial).....	128
Tabela 46 - Listagem de componentes não normalizados da estrutura de apoio.....	128
Tabela 47 - Peças que foram submetidas à análise, através do MEF, e respectivos materiais.....	130
Tabela 48 - Características mecânicas dos materiais	130
Tabela 49 - Dados das cargas atuantes e das condições fronteira aplicadas	131
Tabela 50 - Parâmetros e resultados de cada malha	134
Tabela 51 - Variação entre URES sucessivos para os pontos 2 e 3	135
Tabela 52 - Processos de fabrico usados na produção das peças	139
Tabela 53 - Tratamentos aplicados em peças em aço 1.1191 (DIN Ck45).....	140
Tabela 54 - Avisos de segurança do equipamento	145

Tabela 55 - Listagem de intervenções de manutenção	147
Tabela 56 - Listagem de peças de desgaste.....	148
Tabela 57 - Custos associados ao equipamento.....	150
Tabela 58 - Avaliação do cumprimento de objetivos iniciais	156

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia	4
1.4	Estrutura.....	5
1.5	Empresa de acolhimento	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	Caracterização da Indústria automóvel	9
2.1.1	Importância da indústria automóvel a nível mundial e nacional	9
2.1.1.1	Importância da indústria automóvel a nível mundial	9
2.1.1.2	Importância da indústria automóvel a nível nacional.....	10
2.1.2	Indústria nacional de componentes para automóveis	12
2.1.3	Pilares da indústria automóvel	14
2.1.3.1	Competitividade.....	14
2.1.3.2	Qualidade.....	15
2.1.3.3	Flexibilidade	15
2.1.4	Automação vs. Produtividade	16
2.1.5	Desafios atuais e tendências futuras	17
2.2	Projeto de equipamento para fabrico e montagem de componentes	18
2.2.1	Componentes e respetivos processos de fabrico	18
2.2.2	Soluções construtivas de movimento mecânico comuns	19
2.2.3	Métodos de dimensionamento	21
2.2.4	Manual de instruções e regulamentos aplicáveis	21
2.2.4.1	Manual de instruções	21

2.2.4.2	Diretiva Máquinas (2006/42/CE)	22
2.2.4.3	Diretiva Equipamentos de Trabalho (89/655/CEE)	23
2.2.4.4	Avaliação de riscos (norma EN ISO 14121)	23
2.2.5	Componentes e estruturas normalizadas disponíveis	24
2.2.6	Equipamentos de montagem de componentes	27
2.3	Automação e robótica	31
2.3.1	Caracterização das soluções baseadas na automação e robótica	31
2.3.1.1	Custos das soluções baseadas na automação e robótica	31
2.3.1.2	Flexibilidade/agilidade das soluções baseadas na automação e robótica	31
2.3.2	Utilização da automação na indústria	32
2.3.3	Utilização da robótica na indústria	33
2.3.4	Sistemas de comando e acessórios	34
2.3.4.1	Sensores	34
2.3.4.2	Atuadores	35
2.3.4.2.1	Atuadores elétricos	35
2.3.4.2.2	Atuadores hidráulicos	36
2.3.4.2.3	Atuadores pneumáticos	36
2.3.4.3	Controladores	37
2.3.4.4	Programação de autómatos	38
2.3.4.4.1	Linguagem gráfica (<i>Grafcet</i>)	38
2.3.4.4.2	Linguagem de programação de autómatos (<i>Ladder</i>)	39
2.3.4.5	Interfaces com o utilizador	39
2.3.5	Exemplos industriais e estado-da-arte	40
2.3.5.1	Exemplos industriais e estado-da-arte na automação	40
2.3.5.2	Exemplos industriais e estado-da-arte na robótica	45
3	DESENVOLVIMENTO	53
3.1	Empresa de acolhimento	53
3.1.1	Apresentação	53
3.1.2	Caracterização da WRK, Lda	53

3.1.3	Organograma da empresa.....	54
3.1.4	Serviços.....	54
3.1.5	Presença	54
3.1.6	Softwares utilizados pelos projetistas da empresa	54
3.2	Objetivo do trabalho	55
3.3	Requisitos e tópicos a considerar no projeto.....	56
3.3.1	Requisitos exigidos pelo projeto	56
3.3.2	Montagem de pinos e vedantes no conector de plástico	58
3.3.3	Deteção dos pinos e vedantes no conector	58
3.4	Projeto.....	59
3.4.1	Representação geral do equipamento	60
3.4.2	Disposição geral do equipamento	61
3.4.3	Montagem do equipamento	63
3.4.4	Subconjuntos.....	64
3.4.4.1	Estrutura/Blindagens	64
3.4.4.1.1	Disposição geral da estrutura/blindagens	68
3.4.4.1.2	Características principais da estrutura/blindagens.....	68
3.4.4.1.3	Listagem de componentes da estrutura/blindagens	71
3.4.4.1.4	Montagem da estrutura/blindagens.....	80
3.4.4.2	Tabuleiro de trabalho	82
3.4.4.2.1	Disposição geral do tabuleiro de trabalho	82
3.4.4.2.2	Características principais do tabuleiro de trabalho	83
3.4.4.2.3	Listagem de componentes do tabuleiro de trabalho	84
3.4.4.2.4	Montagem do tabuleiro de trabalho	86
3.4.4.3	Insensor	86
3.4.4.3.1	Disposição geral do insensor	89
3.4.4.3.2	Características principais do insensor.....	90
3.4.4.3.3	Listagem de componentes do insensor	91
3.4.4.3.4	Montagem do insensor.....	94

3.4.4.4	Mecanismo de coordenadas.....	94
3.4.4.4.1	Mecanismo de coordenadas (eixo x)	95
3.4.4.4.1.1	Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo x)	96
3.4.4.4.1.2	Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo x).....	97
3.4.4.4.1.3	Listagem de componentes do mecanismo de coordenadas (eixo x)	98
3.4.4.4.1.4	Montagem do mecanismo de coordenadas (eixo x).....	101
3.4.4.4.2	Mecanismo de coordenadas (eixo y)	103
3.4.4.4.2.1	Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo y)	104
3.4.4.4.2.2	Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo y).....	104
3.4.4.4.2.3	Listagem de componentes do mecanismo de coordenadas (eixo y)	105
3.4.4.4.2.4	Montagem do mecanismo de coordenadas (eixo y).....	108
3.4.4.4.3	Mecanismo de coordenadas (eixo z).....	109
3.4.4.4.3.1	Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo z)	111
3.4.4.4.3.2	Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	111
3.4.4.4.3.3	Listagem de componentes do mecanismo de coordenadas (eixo z)	112
3.4.4.4.3.4	Montagem do mecanismo de coordenadas (eixo z).....	117
3.4.4.5	Sistema de alimentação.....	118
3.4.4.5.1	Disposição geral do sistema de alimentação	119
3.4.4.5.2	Características principais do sistema de alimentação	119
3.4.4.5.3	Listagem de componentes do sistema de alimentação	121
3.4.4.5.4	Montagem do sistema de alimentação.....	125
3.4.4.6	Sensor de visão artificial	126
3.4.4.6.1	Disposição geral do sensor de visão artificial.....	127
3.4.4.6.2	Características principais do sensor de visão artificial	127
3.4.4.6.3	Listagem de componentes do sensor de visão artificial	127
3.4.4.6.4	Montagem do sensor de visão artificial	129
3.4.5	Análise estática linear através do Método de Elementos Finitos	129
3.4.5.1	Materiais submetidos à análise	129
3.4.5.2	Condições fronteira e cargas atuantes	130
3.4.5.3	Malhas	132

3.4.5.4	Análise de convergência de malha	133
3.4.5.5	Resultados.....	136
3.4.6	Materiais, processos de fabrico e tratamentos.....	138
3.4.7	Funcionamento do equipamento.....	140
3.4.7.1	Sequência geral do funcionamento	140
3.4.7.2	Funcionamento do tabuleiro de trabalho.....	142
3.4.7.3	Funcionamento do insersor	143
3.4.7.4	Funcionamento do sistema de alimentação	143
3.4.8	Segurança	144
3.4.8.1	Avisos de segurança.....	145
3.4.8.2	Paragem de emergência	145
3.4.8.3	Proteções associadas ao equipamento.....	146
3.4.9	Manual de manutenção	146
3.4.9.1	Manutenção preventiva.....	146
3.4.9.2	Pecas de desgaste	148
3.4.10	Custos associados ao equipamento.....	150
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	155
4.1	Conclusões	155
4.2	Propostas de trabalhos futuros.....	157
	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	161
	ANEXOS.....	173

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia
- 1.4 Estrutura
- 1.5 Empresa de acolhimento

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A indústria automóvel (IA) tem um papel preponderante na economia nacional e mundial. Nesta indústria, as necessidades dos clientes são atendidas sem que qualidade, diversidade e custo baixo das soluções sejam afetadas. Apenas com atualização é possível oferecer competitividade e esta ideia está muito presente nas empresas desta indústria, contribuindo a atualização assim para um constante crescimento da mesma. Por consequência, também a indústria de componentes automóvel tem vindo a crescer e a tornar-se cada vez mais competitiva. A mesma é constantemente pressionada para cumprir prazos apertados e requisitos de alta qualidade.

A automatização é indispensável nestas indústrias pois é a única forma de aumentar a produção sem diminuir a sua qualidade. Atualmente, a prioridade das empresas é o desenvolvimento ou aquisição de máquinas que usem o menor número possível de operadores, e observa-se uma tendência para que no futuro as máquinas sejam totalmente automáticas. A automatização de tarefas repetitivas leva a tempos de ciclo mais curtos e a produtos com melhor consistência. A procura por robôs tem aumentado bastante pois estes são equipamentos robustos, rápidos, flexíveis e de grande precisão. Estes são mais económicos do que a mão-de-obra humana pois produzem em maior quantidade e com maior qualidade.

A WRK, Lda, tal como outras empresas no ramo de projeto e construção de equipamentos automatizados, tem como principal objetivo a conceção de equipamentos mais económicos que melhorem a produtividade e a qualidade do produto, mas que principalmente sejam capazes de realizar tarefas que outrora realizadas pelo ser humano seriam complexas e demoradas. Sendo a WRK, Lda a empresa acolhedora do projeto, e tendo em conta a experiência da mesma na área referida, nasceu a ideia de projetar um equipamento de montagem de conetores.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo a conceção de um equipamento semiautomático que consiga realizar a montagem de componentes (pinos e vedantes) num tipo de conector de cablagem do setor automóvel, visando a alocação dos operários responsáveis por essa função a outros projetos, e assim, reduzir custos. As cablagens interligam as partes elétricas do veículo. Alguns canais dos conetores são selecionados

para serem ligados às extremidades de cabos elétricos da mesma ou de diferentes cablagens, sendo que os escolhidos nem sempre são os mesmos pois dependem da função que se pretende desempenhar em certa parte do veículo. Os componentes que se pretendem montar devem vedar/fechar os canais não usados pelos cabos elétricos.

Para responder ao desafio apresentado e ao objetivo principal, foram propostos os seguintes sub-objetivos:

- Desenvolver uma máquina que trabalhe de forma semiautomática e que utilize um insensor, dois tipos de componentes e um tipo de conector;
- Implementar um sistema de alimentação de componentes. Os componentes devem ser depositados pelo operador, de forma aleatória;
- Conceber mecanismos para transportar os componentes do sistema de alimentação para o insensor;
- Criar mecanismos de posicionamento para o conector com vista à fixação do mesmo durante a montagem dos componentes (pinos e vedantes);
- Aplicar um sistema capaz de detetar a correta montagem dos componentes no conector;
- Realizar uma análise estática linear através do Método dos Elementos Finitos (MEF);
- Criar um procedimento de manutenção;
- Estimar os custos associados ao equipamento.

1.3 Metodologia

Tendo em conta os objetivos referidos anteriormente, e com a finalidade de os conseguir atingir, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Pesquisa bibliográfica para suporte ao capítulo de desenvolvimento;
- Estudo do estado da arte referente aos assuntos em causa;
- Estudo de sistemas que já existam no mercado e tenham funções idênticas;
- De modo a facilitar o desenvolvimento do equipamento, procedeu-se à divisão do mesmo em subconjuntos. Assim sendo, foi possível desenvolver o projeto de forma sequencial e com diferentes partes estanques de forma a criar a solução final;
- Discussão das várias alternativas e ideias para cada subconjunto do equipamento com o diretor do departamento de projeto, e posterior decisão da melhor solução a aplicar no mesmo;
- Realização dos desenhos 3D e 2D dos vários subconjuntos;
- Aprovação do projeto com o diretor do departamento de projeto e posterior correção de alguns pontos pertinentes;
- Validação final do equipamento pelo diretor do departamento de projeto;
- Redação da Dissertação.

1.4 Estrutura

O presente relatório encontra-se dividido em 4 capítulos. No primeiro capítulo é abordado o enquadramento e objetivo do trabalho. Também no mesmo é estabelecida a metodologia orientadora da investigação e do trabalho prático realizado e formalizada a presente estrutura. Já no segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica, onde se pretende enquadrar o leitor sobre os temas abrangidos na Dissertação. Para este efeito, são dados a conhecer os desenvolvimentos técnicos e científicos, publicados em livros, e periódicos técnicos e científicos, dedicados à IA, projeto de equipamento, e automação e robótica. Após a abordagem teórica, no terceiro capítulo, é apresentado o resultado final do equipamento bem como o processo de projeto dos diferentes subconjuntos, de uma forma pormenorizada para que seja possível um bom entendimento por parte do leitor. Para além disso, é também exposto no mesmo capítulo os materiais selecionados para cada peça a fabricar, e abordados os processos de fabrico e acabamentos a utilizar no equipamento. Os procedimentos de manutenção e os custos associados ao equipamento são também tratados neste capítulo. Para finalizar, o quarto capítulo expõe as conclusões e propostas de trabalhos futuros. Por fim encontra-se a bibliografia e outras fontes de informação, bem como os Anexos.

1.5 Empresa de acolhimento

A empresa de acolhimento do projeto a desenvolver é a WRK, Lda, uma empresa pertencente à cidade de Gondomar em atividade desde o ano de 2011. O ramo em que a mesma atua é no da automação industrial. Esta empresa é especializada na conceção e construção de máquinas, equipamentos especiais para montagem, e testes de qualidade de componentes.

A seguir encontram-se os *softwares* mais usados pelos projetistas da WRK, Lda:

- Solidworks da Dassault Systèmes, S.A.;
- Linear Motion Designer (LMD) pertencente à Bosch Rexroth;
- Configuradores de cilindros, cilindros guiados e atuadores rotativos pertencentes à SMC;
- *Software* de seleção de modelo pertencente à SMC.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Caracterização da Indústria automóvel
- 2.2 Projeto de equipamento para fabrico e montagem de componentes
- 2.3 Automação e robótica

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da Indústria automóvel

A IA, ao longo dos anos, foi ganhando importância no panorama mundial, devido ao conforto que o automóvel proporciona à sociedade. Todos os dias se deslocam milhões de pessoas e mercadorias. Hoje em dia, é uma indústria indispensável.

2.1.1 Importância da indústria automóvel a nível mundial e nacional

Nos dias de hoje é indiscutível a extrema importância da IA na economia. Foi notório nos últimos anos um grande crescimento da IA. Integrou-se tecnologia e foram fortalecidas diversas estratégias para a venda de automóveis.

2.1.1.1 Importância da indústria automóvel a nível mundial

Da Figura 1 conclui-se que até 2017, a IA passou por uma fase de crescimento, devido a um aumento do número de veículos produzidos. De 2019 para 2020 é observável uma extrema descida da produção, devido à pandemia de COVID-19 [1]. É sabido que um número de veículos produzidos, naturalmente, corresponde a um equivalente retorno financeiro. Deste modo, o ano de 2019 foi negativo financeiramente na IA para todos os países. Verifica-se, também na mesma figura, que há uma tendência para que a variação do número de veículos de passageiros acompanhe o de comerciais.

A Figura 2 representa graficamente o decréscimo dos valores de vendas de novos veículos em todos os países, de 2019 para 2020 [2]. A percentagem dessa diminuição encontra-se na Tabela 1. Consultando a Figura 2 e a Tabela 1, é perceptível que as vendas de todos os veículos a nível mundial, diminuiu em 13,80%, de 2019 (aproximadamente 90 milhões) para 2020 (aproximadamente 78 milhões). O mesmo estudo pode ser feito também para os veículos comerciais e de passageiros, através da mesma figura e da mesma tabela referida anteriormente.

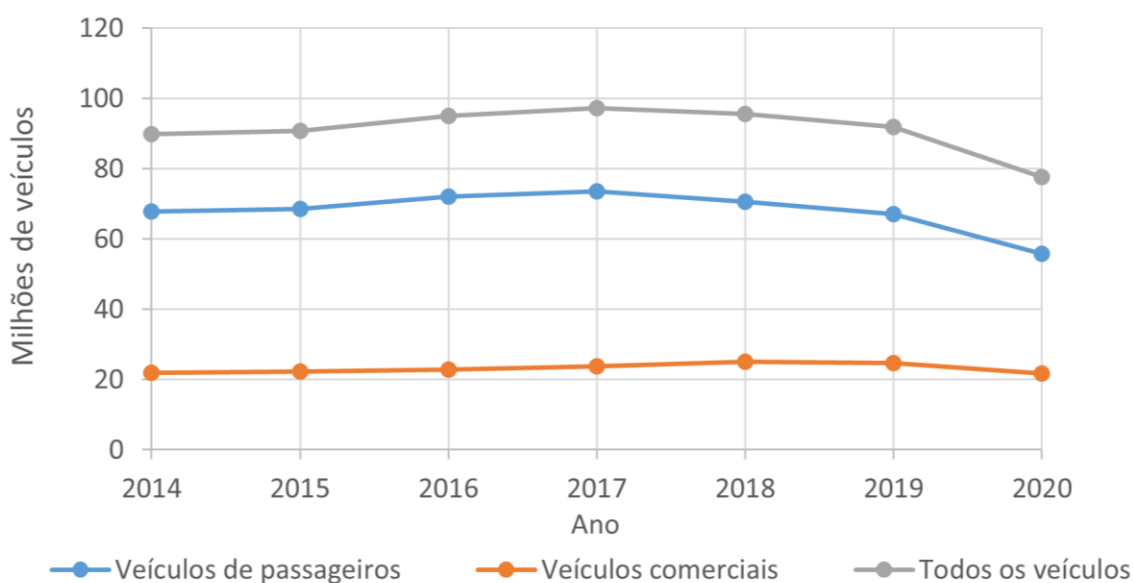


Figura 1 - Produção de veículos entre 2014 e 2020, em todos os países (adaptado de [1])

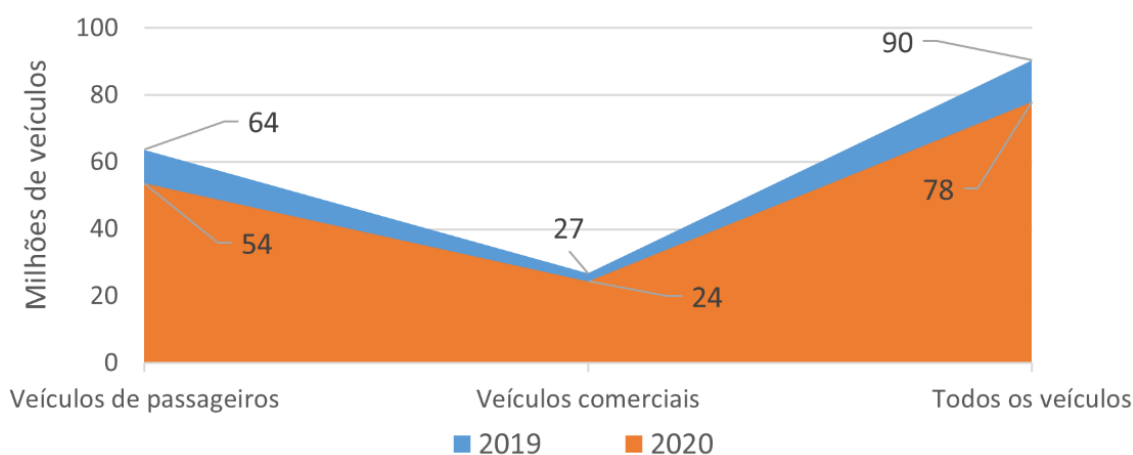


Figura 2 - Vendas de novos veículos em todos os países, em 2019 e 2020 (adaptado de [2])

Tabela 1 - Diminuição das vendas em todos os países, de 2020 quando comparado com o ano antecedente (adaptado de [2])

Veículos de passageiros	Veículo comerciais	Todos os veículos
-15,90%	-8,70%	-13,80%

2.1.1.2 Importância da indústria automóvel a nível nacional

Portugal é um dos países que fabrica mais automóveis na Europa. A Volkswagen Autoeuropa, PSA Peugeot Citroen, Toyota Caetano e a Mitsubishi Fuso Truck Europe são as quatro fábricas de automóveis no país, sendo que as duas últimas se destacam na área das carroçarias [3]. A Figura 3 apresenta a localização das fábricas referidas.

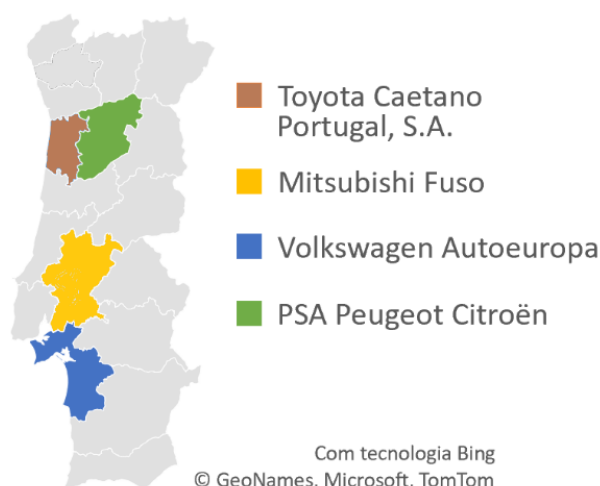


Figura 3 - As quatro fábricas de automóveis em Portugal (adaptado de [3])

A pandemia de COVID-19 é responsável pelo decréscimo dos valores de vendas de novos veículos em Portugal, de 2019 para 2020, representado na Figura 4. A percentagem da diminuição referida encontra-se na Tabela 2. Consultando a Figura 4 e a Tabela 2 é interpretável uma diminuição em 33,90%, de 2019 (aproximadamente 268 milhões) para 2020 (aproximadamente 177 milhões), nas vendas de todos os veículos em Portugal. A mesma análise pode ser feita também para os veículos comerciais e de passageiros, através da figura e da tabela referenciadas acima.

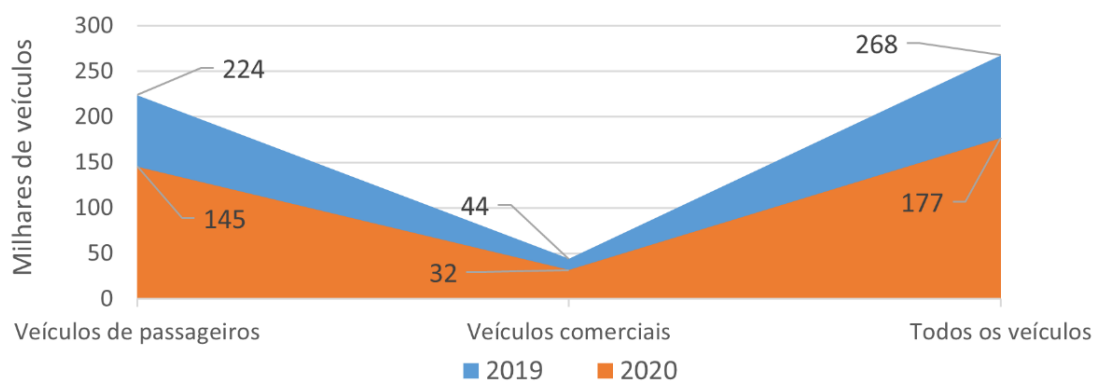


Figura 4 - Vendas de novos veículos em Portugal, em 2019 e 2020 (adaptado de [2])

Tabela 2 - Diminuição das vendas em Portugal, de 2020 quando comparado com o ano antecedente (adaptado de [2])

Veículos de passageiros	Veículos comerciais	Todos os veículos
-35,00%	-28,30%	-33,90%

Na Tabela 3 realça-se a importância da IA em Portugal. Estes dados são de um balanço de todo o setor automóvel feito pela Deloitte, em colaboração com o Compete 2020 e com a Mobinov [4], do ano de 2019. Conclui-se que o setor automóvel tem uma forte influência na economia nacional, no âmbito da produção.

Tabela 3 - Registo de dados de 2019, do setor automóvel, na economia portuguesa (adaptado de [4])

Empresas	1100 empresas na fileira do aglomerado industrial automóvel
Empregos	90 mil empregos diretos (33 % gerados na indústria transformadora nos últimos 4 anos)
Volume de negócios	15900 milhões de euros (€)
Exportações	28 % das exportações de produtos
Receitas fiscais	6400 milhões de € (3% do produto interno bruto (PIB))

2.1.2 Indústria nacional de componentes para automóveis

Existem centenas de fábricas no setor do fabrico de componentes para automóveis. São exemplos delas a Continental, Delphi, Faurecia e Bosch [3]. A Figura 5(a) apresenta a localização das fábricas referidas. Em 2020, registou-se um total de 385 fábricas no setor do fabrico de componentes para automóveis, sendo que várias unidades de laboração pertencem a uma só empresa [5]. Na Figura 5 (b) é possível observar a quantidade de fábricas deste setor, por distrito.

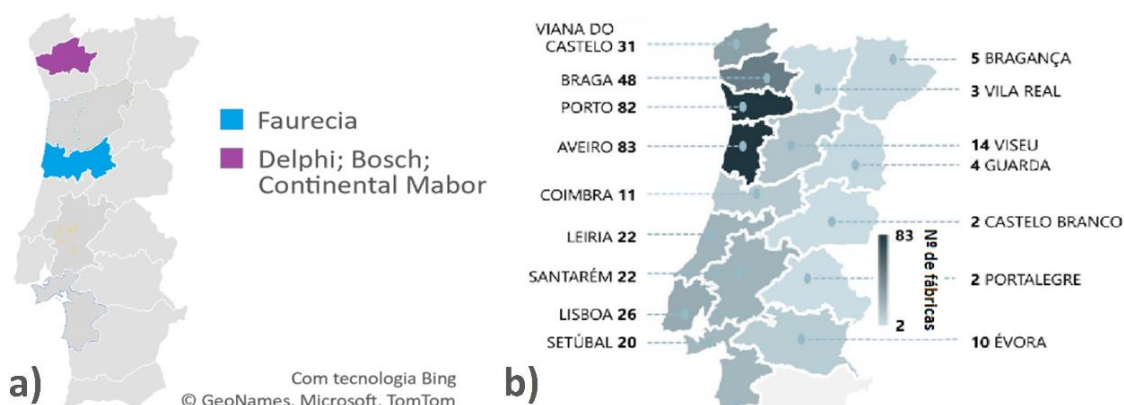


Figura 5 (a) - Localização de algumas fábricas em Portugal, por distrito, no setor do fabrico de componentes para automóveis (adaptado de [3]); (b) - Quantidade de fábricas em Portugal, por distrito, no setor do fabrico de componentes para automóveis [5]

Na Figura 6 encontram-se as três fases da história e evolução da IA portuguesa. A primeira fase da evolução da IA em Portugal é marcada pela intervenção do estado. Foi criada a “Lei da montagem”, que consistia num decreto-lei que só permitia a importação de veículos por montar (Veículos CKD - *Completely Knocked Down vehicles*). Era assim obrigatória a montagem dos veículos em Portugal. Na segunda fase foi registado um crescimento da IA em Portugal devido ao projeto Renault (de 1977 a 1988). Este projeto aumentou as importações e possibilitou um investimento mais ativo nas mesmas. Foram criadas mais oportunidades de formação para os operários e quadros mais especializados. A terceira e última fase distingue-se pelo começo do projeto AutoEuropa. Com este projeto, houve uma enorme expansão da IA portuguesa. Foram colocadas medidas em prática que incentivaram ao investimento [6].

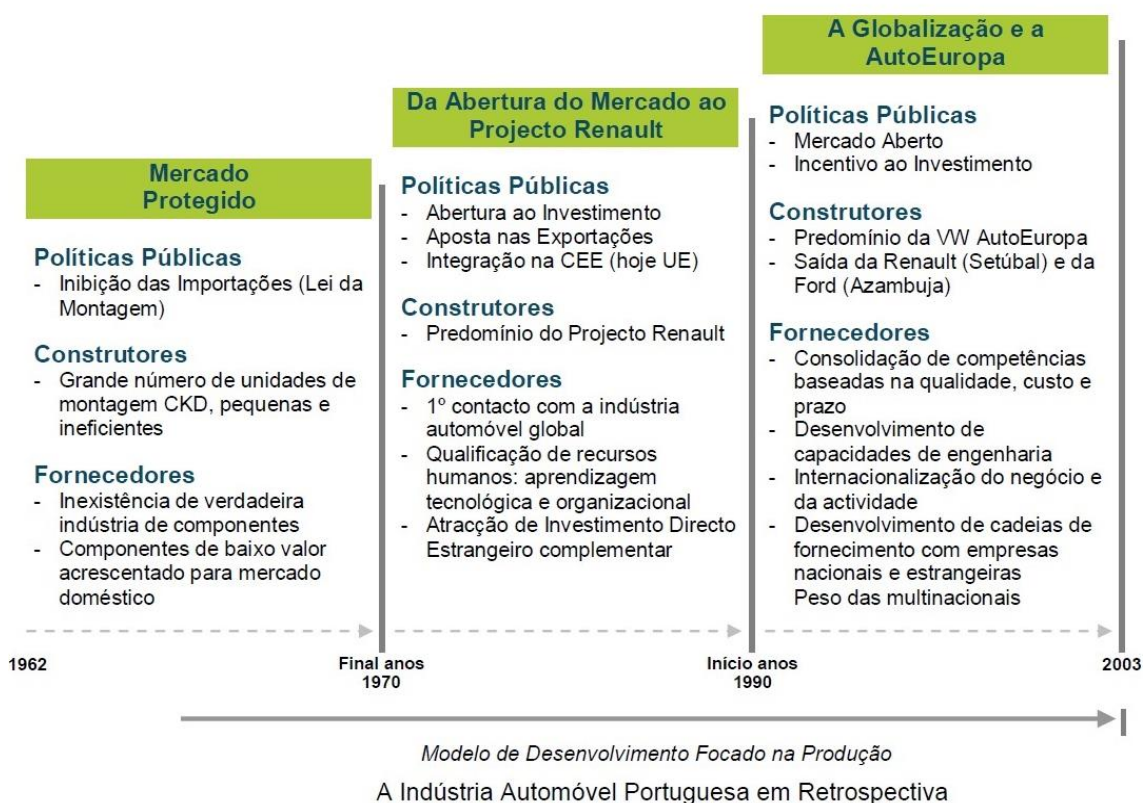


Figura 6 - O desenvolvimento da indústria automóvel em Portugal [6]

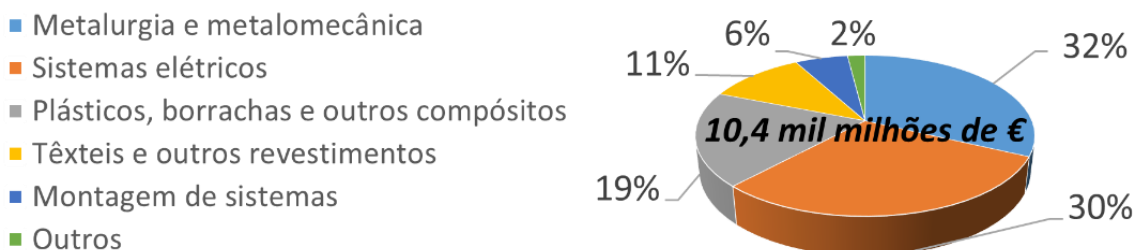


Figura 7 - Percentagem de volume de negócios por atividade em 2020, da Indústria de componentes para automóveis, em Portugal (adaptado de [5])

Na Figura 7 está representada a percentagem de volume de negócios por atividade em 2020, na Indústria de componentes para automóveis, em Portugal. Analisando a figura em questão, pode-se concluir que os sistemas elétricos, a metalurgia e metalomecânica, e os plásticos e borrachas são as atividades com maior percentagem de volume de negócio em 2020, na indústria de componentes para automóveis, em Portugal.

De acordo com a Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel (AFIA) [5], o setor de produção dos componentes tem um forte impacto na economia portuguesa, e regista, para o ano de 2020, os dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Registo de dados de 2020, do setor do fabrico de componentes para automóveis, na economia portuguesa (adaptado de [5])

Empresas	• 358 empresas (0,9 % da indústria transformadora); • 37 % de capital maioritariamente estrangeiro.
Empregos	• 61 mil empregos diretos (8,8 % da indústria transformadora); • Mais de 14 mil empregos criados entre 2015 e 2019; • Descida em 2 % entre 2019 e 2020; • 42 % das pessoas empregadas são do sexo feminino e 58 % do sexo masculino.
Volume de negócios	• 10,4 mil milhões de € (5,6 % do PIB); • Descida em 12,6 % entre 2019 e 2020.
Exportações	• 8,6 mil milhões de € (16,1 % das exportações de bens transacionáveis); • Descida em 10,8 % entre 2019 e 2020.

A Figura 8 retrata o destino das exportações portuguesas de componentes para automóveis, em 2020. Segundo esta figura, Espanha e Alemanha foram os países para os quais os portugueses exportaram mais componentes para automóveis, em 2020.

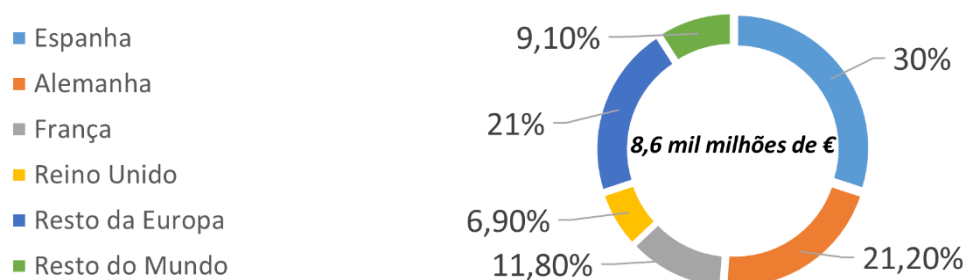


Figura 8 - Destino das exportações portuguesas de componentes para automóveis, em 2020 (adaptado de [5])

2.1.3 Pilares da indústria automóvel

Os principais pilares da IA são a competitividade, qualidade e flexibilidade. É de frisar que os fornecedores optam por criar competências baseadas nos pilares referidos.

2.1.3.1 Competitividade

Aumentar a produtividade não impõe obrigatoriamente um aumento da competitividade. É possível fazer crescer a produtividade de uma empresa sem que lhe seja aumentada a sua competitividade. Para que isso aconteça apenas é necessário a produção de mais produtos, no entanto de fraca qualidade ou ultrapassados, isto é, produtos em que os consumidores não tenham interesse [7].

Segundo Porter [8], são vários os fatores que podem ter influência na competitividade de uma empresa e na atratividade de uma indústria. Deste modo, foi assim criado o modelo das 5 forças de Porter, de seguida descritas:

- Aparecimento de novos concorrentes, ou seja, novas empresas a tentarem fortalecer a sua posição no mercado, expondo novas ideias e preços mais competitivos;
- Poder de negociação dos compradores, pois as suas preferências têm uma extrema importância;
- Poder de negociação dos fornecedores, sendo que a qualidade e preço do produto dependem em grande parte destes;
- Ameaça de entrada de novos concorrentes, porque se novas empresas atingirem uma quota de mercado pode ter lugar uma perda de rentabilidade por parte da empresa;
- Ameaça de produtos substitutos, isto é, novos produtos a serem desenvolvidos por outras empresas poderem eliminar produtos outrora já no mercado.

Neste modelo, cada força é pontuada de 1 a 5. O meio onde o mercado se insere, será mais competitivo quanto maior for a soma das pontuações das 5 forças.

2.1.3.2 Qualidade

Segundo a normativa da *International Organization for Standardization* (ISO) [9], qualidade consiste na “*totalidade de características de um produto ou serviço que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas*”. Os fabricantes de automóveis e os seus fornecedores estão inseridos num mercado exigente e competitivo. Assim sendo, é requerido a adoção de Sistemas de Gestão da Qualidade [10].

A certificação IATF 16949:2016 é baseada na norma ISO 9001, mas adaptada exclusivamente para a IA. Para uma empresa que pretenda ser um fornecedor regular dos fabricantes de automóveis, é altamente recomendado que obtenha esta certificação. Os fabricantes automóveis solicitam esta adesão aos fornecedores, para que deste modo sejam garantidas todas as exigências a nível da qualidade, produtividade, competitividade e melhoria contínua [10]. A qualidade cresce com o aumento da exigência do consumidor, requisitos de segurança e sustentabilidade ambiental. Deste modo, é importante que uma empresa do setor automóvel, na consequência do processo de certificação, aposte na melhoria contínua e se prepare para auditorias e avaliações [11].

2.1.3.3 Flexibilidade

A flexibilidade é o pilar mais recente da IA e deve-se ao facto de, hoje em dia, as necessidades dos clientes estarem constantemente a mudar, os produtos sofrerem regulares alterações e as quantidades para produção serem menores e consequentemente terem um maior custo [12]. Cada vez mais as organizações se preocupam com a flexibilidade na produção. A constante pressão do mercado por produtos com enorme diversidade e em pequenos lotes, impõe que as organizações

ampliem os seus recursos de modo a adaptarem os seus processos a mudanças constantes. Um dos obstáculos mais conhecidos na flexibilidade de processos é o tempo de troca de equipamentos [13]. Uma empresa é considerada flexível quando esta tem a capacidade de fabricar uma gama alargada de produtos, na maioria pré-programados, com equipamentos versáteis [12].

2.1.4 Automação vs. Produtividade

Para que seja possível manter a competitividade dentro da IA em países de mão-de-obra mais cara, a solução passa pelo uso de automação. Com a automação é possível obter menos desperdício mas também mais qualidade e produtividade [14]. No que diz respeito à automação de máquinas e sistemas da IA, todas as partes mecânicas, eletrónicas e informáticas gerem os seus processos de forma automática e sem a necessidade de uma intervenção humana significativa. É conseguido assim um melhor desempenho relativamente à operação manual [15]. Entende-se por produtividade, a eficiência no uso de *inputs* para a produção de bens e serviços [14]. Os fatores que a afetam são as condições de trabalho, gestão de *stocks*, disposição fabril, manutenção de equipamentos, formação dos colaboradores e organização da empresa.

Nos últimos anos, e com a consequente evolução da tecnologia, a IA tem transitado do modelo do trabalho-intensivo para o modelo do capital-intensivo (automação). Esta indústria pertence hoje a este modelo porque está constantemente à procura da automatização dos processos de produção. Na Figura 9 (a) e na (b) encontra-se ilustrada esta transição. Como a mão-de-obra é mais cara nas nações desenvolvidas, esta evolução tem sido bastante positiva particularmente para estas. A introdução de uma tecnologia mais avançada levou a uma redução da mão-de-obra e a um aumento da produtividade [16].

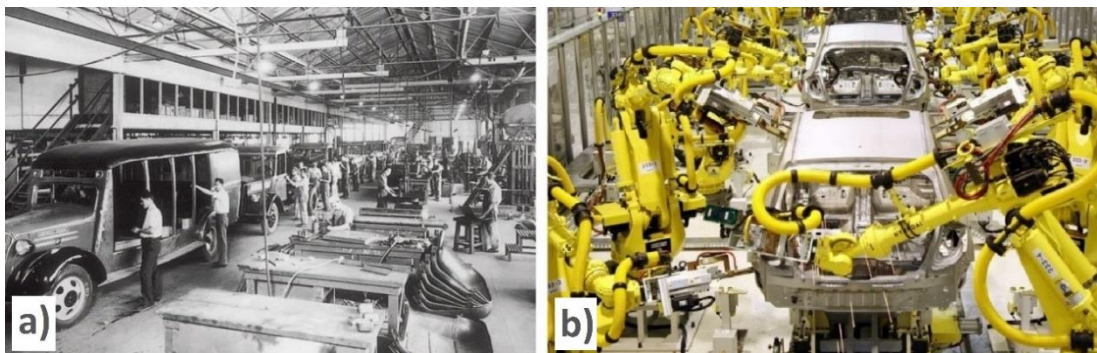


Figura 9 (a) - Modelo de trabalho-intensivo [17]; (b) - Modelo do capital-intensivo (automação) [18]

Com sistemas de alimentação inteligentes, a IA consegue agrupar modelos de veículos distintos na mesma linha de produção. Pode-se também usar este método de fabrico nas linhas de montagem de pequenos componentes automóveis. Com a automação também são ultrapassados problemas ergonómicos e de flexibilidade. Reduz-se o tempo de *setup*, garante-se a precisão de montagem e diminui-se o fator humano relacionado

com as operações de montagem. Deste modo, a fadiga e doenças ocupacionais tendem a ser excluídas pois são fatores que afetam a produtividade [19, 20].

2.1.5 *Desafios atuais e tendências futuras*

É de extrema importância que as empresas adotem uma postura inovadora. Essa postura inovadora deve ser tomada tanto nos avanços tecnológicos como nos pormenores que permitam aumentar a competitividade das empresas. A seguir referem-se os dois tipos de inovação que mais se destacam na IA. O primeiro tipo de inovação é a inovação organizacional, que trata de reduzir desperdícios e custos, mas também de aumentar a produtividade e, por conseguinte, a competitividade. O segundo diz respeito à inovação de processos, que trabalha com as especificações dos clientes [21]. Como é possível constatar pela Figura 10, a expectativa dos clientes tem vindo a mudar nos últimos anos. Deste modo, é necessária uma adaptação às suas exigências [22].

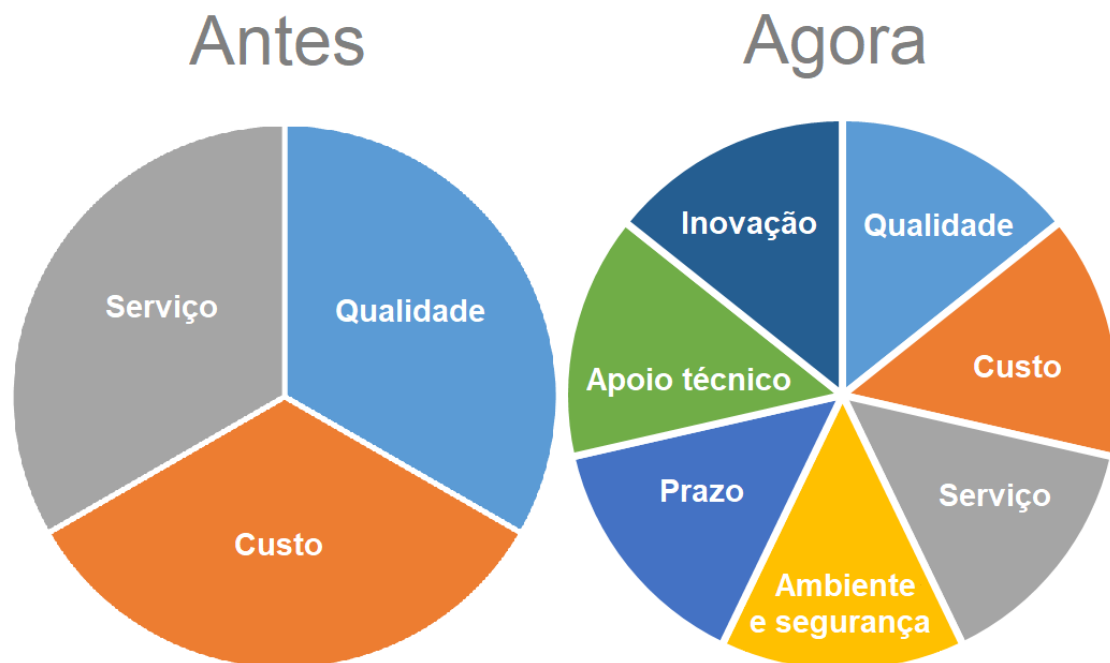


Figura 10 - Mudança das expectativas dos clientes (adaptado de [22])

Responder aos desafios da IA, cada vez mais complexos, com o auxílio da automação é desafiante. A automação já tem hoje uma grande importância nas mais variadas indústrias, tais como a indústria petroquímica, farmacêutica, automóvel e metalúrgica. A sua utilidade destaca-se na automação, como também noutros serviços [20]. As metas do fabrico automóvel são facilmente atingidas com o uso da automação. Estas metas vão desde o processo e autodomínio de equipamentos até à gestão de sistemas e operações [23]. A interação entre vários componentes na automação, tais como transportadores, sensores, atuadores e controladores lógicos programáveis (CLP)

permite que o fabrico e montagem sejam efetuados de forma automática. Deste modo, são evitadas tarefas de rotina executadas por recursos humanos [20].

A mobilidade de pessoas e bens tem sofrido uma transformação com os avanços na condução autónoma, conectividade e energia elétrica. É expectável uma grande evolução tecnológica na IA. Hoje em dia, os automóveis que são lançados já possuem uma componente computacional significativa. No entanto, prevê-se que em poucos anos os veículos venham a ter computadores aptos de ter um controlo do veículo mais abrangente. A deteção de todo o tipo de obstáculos e o diagnóstico da aptidão do condutor em caso de sono ou presença de álcool no sangue também podem ser progressos presentes na IA.

Antecipa-se que 25% das vendas de automóveis novos até 2035 sejam parcialmente ou totalmente autónomos. Com todo este progresso no sentido de uma condução mais autónoma, a segurança é talvez a maior preocupação. Assim sendo, estima-se que o mercado mundial de sistemas de assistência à condução crescerá de 1,68 mil milhões de €, em 2019, para 9,46 mil milhões de €, em 2027. A conectividade irá admitir que carros, semáforos e sinalização rodoviária estejam conectados a uma mesma rede, melhorando assim a gestão do tráfego e consequentemente evitando acidentes e congestionamentos. Isto poderá prosseguir através de tecnologias, tais como o 5G e a tecnologia avançada de *vehicle-to-everything* (V2X). Estas tecnologias promoverão sinal de alta velocidade e permitirão assim a conexão, com grande largura de banda e baixa latência, entre o veículo e o que o rodeia. Supõem-se o lançamento de cada vez mais veículos que funcionem a energias limpas devido a conceitos relacionados com a sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. Em 2020 foram vendidos 10 milhões de automóveis elétricos e estima-se que este número atinja os 40 milhões no ano de 2025 [24-26].

2.2 Projeto de equipamento para fabrico e montagem de componentes

O estudo do design, do processo de fabrico mais adequado e do processo de montagem são fatores extremamente importantes para a conceção de um projeto de equipamento. Todos estes fatores têm influência direta nos custos de manufatura.

2.2.1 Componentes e respetivos processos de fabrico

Na IA é utilizada uma grande variedade de componentes fabricados com materiais e processos de fabrico muito distintos. Na Tabela 5 encontram-se diferentes componentes e respetivos processos de fabrico.

Tabela 5 - Componente e respetivo processos de fabrico

Perfil Este componente, habitualmente de alumínio, é fabricado por extrusão. O fabrico do mesmo é semi-contínuo e o alumínio em bruto é forçado a adquirir uma forma pré-definida através de uma matriz [27].
Engrenagem O componente em questão pode ser de material metálico, mas também polimérico. O mesmo é produzido através da remoção de apara, por maquinagem [28].
Borracha Os componentes de borracha são maioritariamente realizados por injeção. Este processo de fabrico consiste na introdução de um composto de borracha plastificado nas cavidades de um molde [29].
Rolamento O processo de fabrico de um rolamento rígido de esfera divide-se na produção das esferas, gaiola, e anéis interno e externo. As esferas de aço são forjadas, tratadas termicamente e polidas. A gaiola é produzida com recurso a lâminas de aço e é estampada, prensada e tratada termicamente. Já os anéis são forjados, torneados e tratados termicamente [30].

2.2.2 Soluções construtivas de movimento mecânico comuns

No mercado existem diversas soluções construtivas de movimento mecânico, que podem ser aplicadas em inúmeros projetos. Estas soluções são responsáveis pela transferência de energia mecânica entre elementos. Na Tabela 6 encontram-se as soluções mais utilizadas no fabrico de máquinas industriais.

Tabela 6 - Soluções construtivas de movimento mecânico comuns no fabrico de máquinas industriais

Solução construtiva de movimento mecânico	Imagens ilustrativas
Guias lineares (patins e rail) As guias lineares possibilitam o suporte e condução de cargas elevadas com eficiência e precisão. Na Figura 11 encontra-se um patim e um rail [31].	 Figura 11 - Patim e rail [31]

Rolamentos lineares e veios de precisão

Os veios de precisão permitem um guiamento simples e económico através de rolamentos lineares. Este guiamento apresenta baixo atrito e consequentemente grande velocidade. Na Figura 12 apresenta-se um rolamento linear e respetivo veio de precisão [31].



Figura 12 - Rolamento linear e veio de precisão [31]

Fusos e porcas de esferas

Um fuso através de uma porca de esferas permite a conversão de rotação em movimento linear. Esta solução apresenta um elevado rendimento e exatidão posicional. Na Figura 13 encontra-se um fuso e respetiva porca de esfera [31].



Figura 13 - Fuso e porca de esferas [31]

Sistema de polias acopladas por correia ou corrente

Neste sistema, o eixo do motor está associado a uma polia motriz. Através de uma correia ou corrente é estabelecido um circuito entre a polia referida e uma outra. A rotação do eixo do motor provoca o movimento linear da correia ou corrente entre as polias [32]. Na Figura 14 apresenta-se polias acopladas por correia [33].



Figura 14 - Polias acopladas por correia [33]

Cremalheira e pinhão

Nesta solução, o eixo do motor está agregado a um pinhão e este encontra-se acoplado a uma cremalheira. A rotação do pinhão promove a translação da cremalheira [32]. Na Figura 15 é ilustrado um pinhão sobre uma cremalheira [34].



Figura 15 - Cremalheira e pinhão [34]

2.2.3 Métodos de dimensionamento

O método de dimensionamento a usar varia consoante as características do projeto. De seguida estão apresentados os métodos mais frequentemente usados. Os *softwares* de modelação permitem desenhar o produto e simular o seu funcionamento, permitindo a sua otimização. Para projeto mecânico são utilizados *softwares* 2D e 3D como por exemplo o Autocad, Autodesk Inventor, Solidworks, CATIA e Creo. O MEF é muito utilizado em casos com uma distribuição complexa de cargas, mas também quando se pretende analisar vibrações ou estudar o escoamento de um fluido. Este possibilita obter soluções aproximadas por meio da resolução de equações lineares. A multiplicação do número de nós pelo número de variáveis nodais resulta no número de equações lineares [35].

2.2.4 Manual de instruções e regulamentos aplicáveis

O manual de instruções de um equipamento garante a segurança do operador. Este contém informações indispensáveis de segurança na utilização do equipamento e de procedimentos a adotar em caso de emergência [36]. As Diretivas europeias transpõem as normas e regulamentações para o Direito Nacional e determinam as imposições de segurança obrigatórias. As normas europeias são transpostas para a Normalização Nacional, NP e EN, e definem indicações e especificações técnicas, não obrigatórias, para o cumprimento dos requisitos impostos pelas Diretivas. Na União Europeia, a estrutura legal e normativa de segurança de máquinas é constituída por Diretivas e Normas.

2.2.4.1 Manual de instruções

Um manual de instruções de uma máquina, para além de albergar um conjunto de indicações, também identifica e caracteriza o equipamento, descreve as peças e respetivos componentes, os elementos do equipamento, e as etapas de funcionamento. As instruções mais relevantes para um correto uso e manuseamento de um equipamento são:

- A leitura do seu manual de instruções antes de o instalar e ligar;
- A verificação do seu estado no momento da receção do mesmo;
- A configuração e assistência da máquina apenas por técnicos especializados.

Os sinais e os dispositivos de segurança do equipamento devem constar no manual de instruções. Estes sinais alertam para eventuais perigos associados ao funcionamento do equipamento. Assim sendo, a sua análise é de grande importância. Também é necessário que as instruções de fixação e instalação estejam incluídas no manual. Para a fixação do equipamento devem ser usados apenas os recursos mencionados no manual e destinados para o efeito. A utilização de outros meios poderá levar a danos no equipamento e poderá comprometer a segurança do utilizador. Para o funcionamento do equipamento é necessário estabelecer uma ligação elétrica e/ou pneumática. Para

uma correta instalação do equipamento devem ser verificadas as características pneumáticas e elétricas do equipamento, presentes na placa de identificação do equipamento. Para evitar riscos, danos e paragens prematuras da produção, é absolutamente necessário executar as instruções de manutenção da máquina presentes no manual. As peças, ao longo do ciclo de trabalho, poderão apresentar desgaste. Deste modo, no manual deve existir uma tabela por preencher para a futura identificação destas peças. O operador que estiver a manusear a máquina tem como responsabilidade verificar todas as peças em questão. Para não comprometer a qualidade do produto final deve ser feita a sua substituição [37].

2.2.4.2 Diretiva Máquinas (2006/42/CE)

Atualmente, a segurança de máquinas é orientada pela Diretiva Máquinas 2006/42/CE transposta para o Direito interno Português pelo Decreto-Lei 103/2008 de 24 de junho. Esta Diretiva sustenta-se em especificações técnicas reconhecidas e tem como base a segurança do projeto. A mesma aplica-se aos seguintes produtos [38]:

- Máquinas;
- Equipamentos intermutáveis;
- Componentes de segurança;
- Acessórios de elevação;
- Correntes, cabos e correias;
- Dispositivos amovíveis de transmissão mecânica;
- Quase-máquinas.

A aplicabilidade desta Diretiva deve ser garantida pelos Estados-Membros, nos seus territórios. A mesma define que os fabricantes são os responsáveis pela certificação das máquinas, devendo os mesmos seguir certificações mais exigentes para máquinas de risco mais elevado. Apenas os requisitos essenciais são definidos pela Diretiva referida. Por esse motivo, a mesma deve ser complementada com Diretivas comunitárias que contêm requisitos mais específicos para certas máquinas. De seguida apresentam-se as mais usadas [38]:

- Diretiva Baixa tensão (73/23/CE);
- Diretiva Recipientes sob pressão simples (2009/105/CE);
- Diretiva Compatibilidade eletromagnética (2004/108/CE);
- Diretiva Aparelhos a gás (2009/142/CE).

A Diretiva Máquinas é destinada a fabricantes e comerciantes, e é constituída por um agregado de regras, desde princípios de integração de segurança, sistemas de comando, medidas de proteção contra perigos de natureza mecânica, riscos devido a outros perigos, manutenção e informações. Segundo a mesma, uma máquina que garanta os seus requisitos tem de ter a marcação “CE” exposta na máquina [38].

Segundo o Decreto-Lei mencionado, uma máquina é “*um conjunto, equipado ou destinado a ser equipado com um sistema de acionamento diferente da força humana ou animal diretamente aplicada, composto por peças ou componentes ligados entre si*”. O mesmo refere que os fabricantes têm o dever de cumprir os seguintes requisitos mínimos [38]:

- A certificação de que a máquina satisfaz os critérios fundamentais no que diz respeito à segurança e saúde;
- A confirmação de que o processo técnico se encontra disponível;
- O fornecimento das informações indispensáveis, como por exemplo o manual de instruções na língua do utilizador;
- A realização apropriada da avaliação da conformidade;
- A realização da declaração CE de conformidade.

2.2.4.3 Diretiva Equipamentos de Trabalho (89/655/CEE)

A Diretiva Equipamentos de Trabalho (89/655/CEE) transposta para o Direito interno Português pelo Decreto-Lei 50/2005 de 25 de fevereiro estabelece a segurança no uso de equipamentos de trabalho, pelos trabalhadores, nos locais de trabalho. Esta tem como objetivo promover as condições de trabalho no que diz respeito à segurança e saúde dos trabalhadores. Segundo o Decreto-Lei referido, designa-se por equipamento de trabalho qualquer máquina, aparelho, ferramenta ou instalação usada no trabalho. O mesmo refere que um equipamento de trabalho deve ser inspecionado periodicamente de modo a assegurar os requisitos mínimos de segurança para os trabalhadores. Este Decreto é aplicável a todos os ramos de atividade, exceto os de Administração Pública, cujo exercício é condicionado por critérios de segurança ou emergência. Uma pessoa apta deve verificar e ensaiar os equipamentos de trabalho periodicamente de modo a certificar a sua correta instalação e o seu bom estado de funcionamento. Estes instrumentos também devem ser verificados e ensaiados em caso de acidente, fenómeno natural, modificação ou período prolongado de não utilização. Durante dois anos, as autoridades competentes têm de ter em sua posse os relatórios das últimas verificações e ensaios efetuados às máquinas. Um equipamento quando usado fora do local de trabalho, tem de ser acompanhado por uma cópia do relatório da última verificação ou ensaio [39].

2.2.4.4 Avaliação de riscos (norma EN ISO 14121)

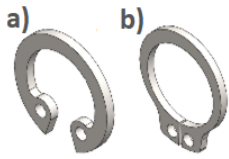
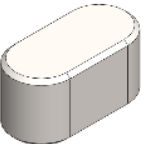
De acordo com a norma EN ISO 14121, uma avaliação de riscos é realizada em três etapas e baseia-se em procedimentos lógicos que possibilitam uma observação contínua e sistemática. Numa primeira fase estabelecem-se as funções da máquina. As mesmas podem ser especificações, limitações de espaço e lugar, funcionamento correto, mas também previsões da vida útil, de perturbações ou de modos de funcionamento. A segunda parte consiste no reconhecimento dos potenciais perigos mecânicos, elétricos,

térmicos ou ruidosos a que a máquina esteja sujeita. Na última etapa é feita uma quantificação por meio de uma estimativa de riscos. Após toda esta avaliação pormenorizada recorre-se a estratégias de proteção para diminuir ou eliminar os riscos existentes [40].

2.2.5 Componentes e estruturas normalizadas disponíveis

Os componentes normalizados são muito flexíveis e satisfazem inúmeros requisitos. Deste modo, e por constituir um leque de soluções já disponíveis para o projetista, estes reduzem extremamente a complexidade de construção e manutenção das máquinas [41]. Na Tabela 7 encontram-se os componentes normalizados disponíveis mais relevantes em projeto mecânico.

Tabela 7 - Componentes normalizados disponíveis mais relevantes em projeto mecânico

Componentes normalizados	Imagens ilustrativas da sua modelação em 3D, no <i>software</i> Solidworks
Anel elástico Elemento de fixação utilizado em eixos ou furos. O seu objetivo é impedir o deslocamento axial de peças ou componentes, e posicionar o curso de uma peça ou conjunto deslizante sobre o eixo [42]. Na Figura 16 (a) está representado um anel elástico para furo, de acordo com a norma DIN 472. Na Figura 16 (b) encontra-se um anel elástico para veio, que segue a norma DIN 471.	 Figura 16 (a) - Anel elástico para furo - DIN 472 [37]; (b) - Anel elástico para veio - DIN 471 [37]
Anilha As anilhas são utilizadas para distribuir a carga da porca de forma uniforme. Para além disso servem também de espaçador, componente de bloqueio e redutor de vibrações [43]. Na Figura 17 apresenta-se uma anilha plana.	 Figura 17 - Anilha plana [37]
Chaveta Este componente de máquina mantém um eixo fixo noutros elementos. O mesmo impede a rotação relativa entre duas peças assegurando a sua união [44]. Na Figura 18 está representada uma chaveta paralela, segundo a norma ISO R 773.	 Figura 18 - Chaveta paralela A - ISO R 773 [37]

Pino

O pino é um elemento de fixação, geralmente fabricado em aço, que une peças articuladas. Neste tipo de ligação, uma das peças tem a possibilidade de se movimentar por rotação [45]. Na Figura 19 apresenta-se um pino cilíndrico que segue a norma ISO 2338.

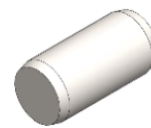


Figura 19 - Pino cilíndrico - ISO 2338 [37]

Parafuso

Os parafusos possibilitam a união de peças. Com o uso destes elementos de fixação, estas peças podem ser facilmente montadas e desmontadas, sendo para isso apenas necessário apertar e desapertar os parafusos que as unem [46]. Na Figura 20 (a) está representado um parafuso com cabeça hexagonal, segundo a norma ISO 4014. A Figura 20 (b) apresenta um parafuso com cabeça hexagonal, segundo a norma ISO 4017. Na Figura 21 (a) está representado um parafuso com cabeça hexagonal e passo fino, segundo a norma ISO 8765. A Figura 21 (b) apresenta um parafuso com cabeça hexagonal e passo fino, segundo a norma ISO 8676. Na Figura 22 (a) está representado um parafuso com cabeça cilíndrica sextavado interno, segundo a norma ISO 4762. A Figura 22 (b) apresenta um parafuso com cabeça cilíndrica sextavado interno e passo fino, segundo a norma ISO 21269. Na Figura 23 (a) está representado um parafuso com cabeça boleada sextavado interno, segundo a norma ISO 7380. A Figura 23 (b) apresenta um parafuso com cabeça embeber sextavado interno, segundo a norma ISO 10642.

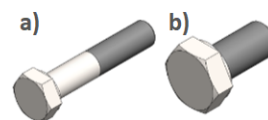


Figura 20 (a) - Parafuso com cabeça hexagonal - ISO 4014 [37]; (b) - Parafuso com cabeça hexagonal - ISO 4017 [37]

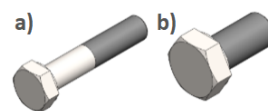


Figura 21 (a) - Parafuso com cabeça hexagonal e passo fino - ISO 8765 [37]; (b) - Parafuso com cabeça hexagonal e passo fino - ISO 8676 [37]

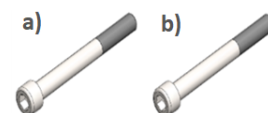


Figura 22 (a) - Parafuso com cabeça cilíndrica sextavado interno - ISO 4762 [37]; (b) - Parafuso com cabeça cilíndrica sextavado interno e passo fino - ISO 21269 [37]

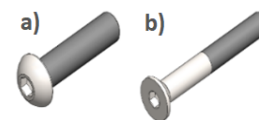


Figura 23 - (a) - Parafuso com cabeça boleada sextavado interno - ISO 7380 [37]; (b) - Parafuso com cabeça embeber sextavado interno - ISO 10642 [37]

Porca

Este componente possui um furo roscado que serve para prender um parafuso ou uma barra roscada. É bastante usado para unir duas ou mais peças [47]. Na Figura 24 (a) está representada uma porca hexagonal com passo grosso (uso corrente). Na Figura 24 (b) encontra-se uma porca hexagonal com passo fino.

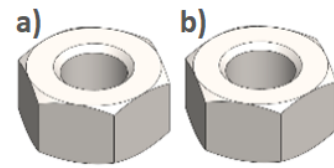


Figura 24 (a) - Porca hexagonal com passo grosso (uso corrente) [37]; (b) - Porca hexagonal com passo fino [37]

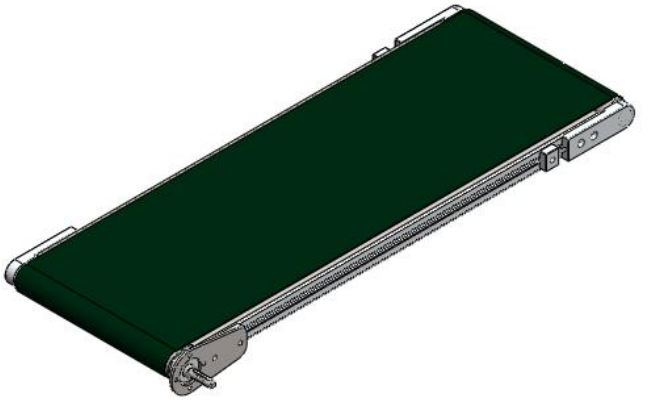
Para além destes componentes existem muitos outros. De seguida, encontram-se os componentes mais vendidos por alguns fabricantes:

- ❖ Bosch Rexroth:
 - Buchas;
 - Fusos;
 - Guias;
 - Perfis;
 - Rolamentos;
 - Transportadores.
- ❖ Festo e SMC:
 - Atuadores;
 - Detetores de posição;
 - Reguladores de pressão;
 - Silenciadores;
 - Unidades de tratamento de ar;
 - Válvulas.
- ❖ Keyence:
 - Fibras óticas;
 - Sensores fotoelétricos e de laser;
 - Sistemas de visão.
- ❖ Lanema:
 - Casquilhos.
- ❖ Rolisa:
 - Rodas dentadas.

Atualmente, de modo a ser mantido um alto nível de qualidade e tendo em vista a melhoria contínua dos produtos, algumas empresas optam pela uniformização das suas estruturas de modo a tornar a sua utilização mais simples e intuitiva [37].

As estruturas normalizadas são pré-projetadas, com o intuito de satisfazer os diferentes requisitos dos clientes, e posteriormente personalizadas, de acordo com a encomenda em questão. A Tabela 8 apresenta estruturas normalizadas, de bastante relevância em projeto mecânico.

Tabela 8 - Estruturas normalizadas, de grande utilidade em projeto mecânico

Estruturas normalizadas	Imagens ilustrativas
Estrutura normalizada A estrutura da WRK, Lda. ilustrada na Figura 25 pode ser aplicada a periféricos ou a equipamentos simples. O cliente tem a possibilidade de personalizar este equipamento à medida das suas necessidades. O mesmo pode escolher a profundidade e a largura do equipamento. Existe também a possibilidade de optar por um quadro elétrico, uma consola, dispositivos de segurança, comandos de controlo do equipamento e iluminação [37].	 Iluminação Consola Comando Estrutura Figura 25 - Estrutura normalizada [37]
Transportador de tela Na Figura 26 encontra-se ilustrado um transportador de tela normalizada da WRK, Lda. que desloca peças únicas e unidades de embalagem de um ponto a outro [48, 49]. O cliente pode escolher entre vários modelos, de acordo com os seus requisitos [37].	 Figura 26 - Transportador de tela normalizada [37]

2.2.6 Equipamentos de montagem de componentes

Todos os equipamentos devem ser criados, concebidos e construídos com soluções técnicas e tecnológicas de acordo com as necessidades dos clientes. Os mesmos devem visar a melhoria final dos produtos, bem como a dos processos de fabrico. Os equipamentos também devem ter em consideração a máxima segurança e conforto do utilizador [37].

Os equipamentos de montagem de componentes procedem à montagem destes em determinadas peças, de forma manualmente assistida, semiautomática ou automática. Para além da montagem, algumas destas máquinas verificam a presença e o correto posicionamento dos componentes, como também executam testes para assegurar que os parâmetros especializados são respeitados e que as funções das peças são cumpridas [37]. Na Tabela 9 encontram-se dois equipamentos de montagem de componentes desenvolvidos pela WRK, Lda.

Tabela 9 - Equipamentos de montagem de componentes desenvolvidos pela WRK, Lda

Máquina destinada à montagem e deteção de quatro cliques de metal numa peça “interruptor de cobertura”

Esta máquina, que pode ser operada em modo manual ou automático, auxilia a montagem de cliques de metal numa peça “interruptor de cobertura”. Os cliques são colocados manualmente no equipamento e este assegura que estão bem posicionados. Na Figura 27 encontra-se representada a peça “interruptor de cobertura” e um dos cliques de metal. A Figura 28 apresenta o correto posicionamento da peça no ninho, de forma a se obter uma montagem e deteção correta [37].

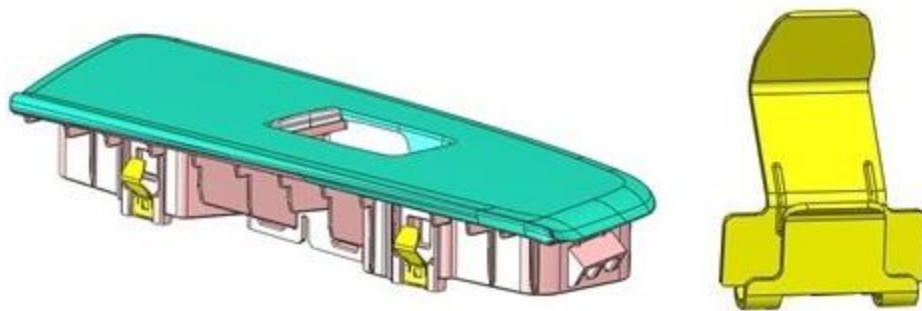


Figura 27 - Peça "interruptor de cobertura" e clipe de metal [37]

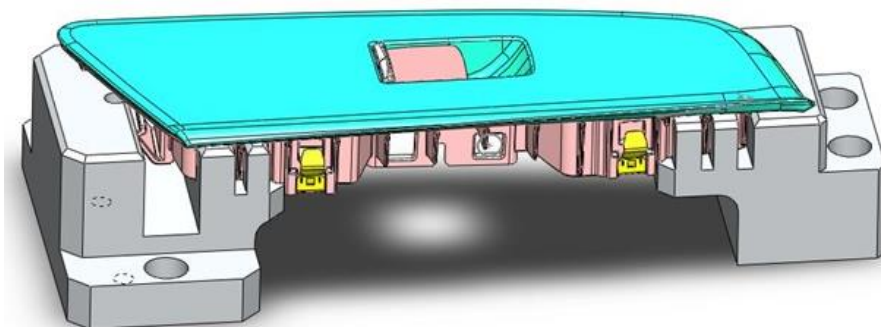


Figura 28 - Peça “interruptor de cobertura” no ninho [37]

De seguida é descrito o funcionamento do equipamento através da Figura 29 (a) e da Figura 29 (b).

Em primeiro lugar, o operador coloca os cliques de metal nos ninhos dos cliques (A). Estes ficam seguros por ímanes e são detetados por sensores integrados no ninho dos cliques. De seguida, a peça “interruptor de cobertura” é colocada no ninho, sendo detetada pelo sensor (B) e bloqueada pelo cilindro pneumático (C1). Deste modo, o operador deixa de interromper as barreiras (D) e estas são libertadas. A partir deste momento, o calcador pneumático (F) é ativado e imobiliza a peça através do calcador (C2). O equipamento introduz assim os cliques na peça. Caso os cliques sejam bem introduzidos é realizada uma marca através do cilindro (G). No caso de um dos cliques não estar bem introduzido esta deficiência será indicada na consola e o operador fará o “desligar” do ciclo na mesma. Por fim, o ciclo completa-se e o operador remove a peça [37].

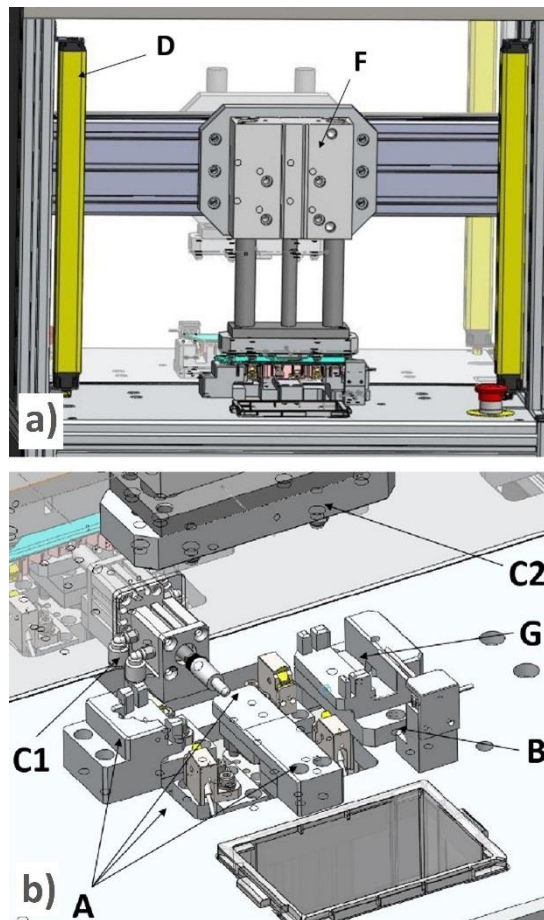


Figura 29 (a) - Zona de trabalho no equipamento [37]; (b) - Detalhe da zona de trabalho no equipamento [37]

Equipamento responsável pela montagem e teste de três peças

O presente equipamento tem como principal função a montagem automática de um componente composto por três peças. Após a montagem, é realizado o teste do componente e ainda a separação das peças válidas das de exclusão. As peças utilizadas para a montagem do componente são uma base de plástico, um clipe de plástico e uma mola de compressão [37]. Estas e o produto final após montagem encontram-se representadas na Figura 30.

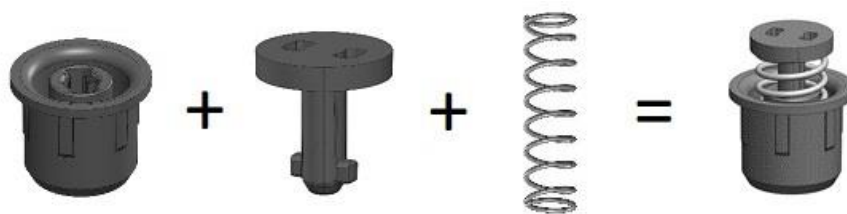


Figura 30 - Peças utilizadas para a montagem do componente [37]

Na Figura 31 apresenta-se a máquina sem a estrutura de proteção para uma melhor visualização de todos os módulos de funcionamento do equipamento.

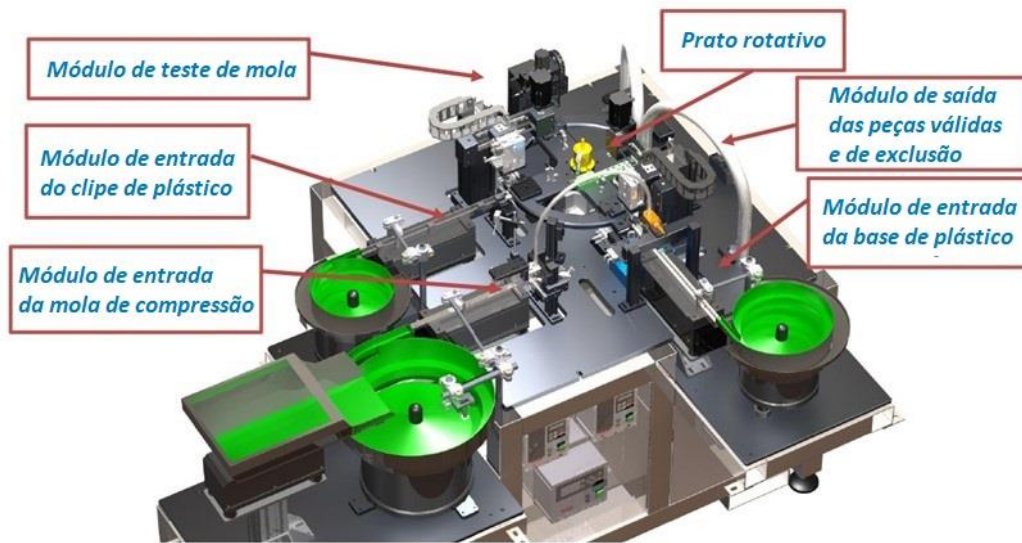


Figura 31 - Módulos de funcionamento [37]

De seguida apresenta-se uma breve descrição de todos os módulos [37]:

- O prato rotativo é responsável pelo transporte das peças durante o seu processo de montagem. O mesmo realiza a ligação entre os módulos de entradas das peças, teste de mola e saída das peças válidas e de exclusão;
- O módulo de entrada da mola de compressão é encarregue da alimentação da mola, no equipamento;
- O módulo de entrada da base de plástico tem como função a alimentação da base, na máquina. Neste módulo também é realizada a montagem da mola na base e, em seguida, a transferência desta peça pré-montada para o prato rotativo;
- O módulo de entrada do clipe de plástico alimenta o clipe no equipamento;
- No módulo de teste de mola realiza-se a medição da cota de altura da montagem final, testa-se o movimento livre da base em relação ao clipe e mede-se a força exercida pela mola. Os valores obtidos devem estar em concordância com os de padrão para que seja possível determinar quais as peças válidas e de exclusão;
- O processo de montagem termina no módulo de saída das peças válidas e de exclusão. Neste módulo, as peças válidas são selecionadas e as de exclusão rejeitadas.

2.3 Automação e robótica

As máquinas automatizadas e os robôs tanto desempenham tarefas na linha de produção como também manipulam produtos entre tarefas. Nos últimos anos tem-se registado uma crescente utilização da automação e especialmente da robótica na indústria, devido a uma maior exigência por parte desta na qualidade dos produtos, no ambiente de trabalho, na relação custo-eficácia e na flexibilidade dos processos [50].

2.3.1 *Caracterização das soluções baseadas na automação e robótica*

Na indústria atual, as soluções baseadas na automação e robótica têm tido um papel determinante no aumento da eficiência operacional das organizações como também na redução de custos de produção e na agilização e flexibilidade dos sistemas de produção.

2.3.1.1 *Custos das soluções baseadas na automação e robótica*

As empresas de menor dimensão recorrem regularmente a soluções pneumáticas e hidráulicas para a automação. No entanto, apesar de as soluções pneumáticas serem de baixo peso e os seus atuadores serem fiáveis, usam-se muitas vezes soluções mecânicas. Estas últimas soluções evitam grandes custos visto que não necessitam de manutenção, são fiáveis e apresentam implementação simples [51].

Na robótica, os custos costumam recair sobre os robôs e ferramentas acessórias dos mesmos. O custo de robôs depende de fatores como o tamanho, sofisticação e fiabilidade. Nos últimos 30 anos, o custo de robôs diminuiu para metade devido ao progressivo aumento da produção dos mesmos, e ao desenvolvimento de *softwares* de simulação e programação. A operação contínua dos robôs é o ideal para maximizar a produtividade, embora tal modo de funcionamento nem sempre seja exequível. De facto, em linhas robotizadas que necessitem de operadores não existe essa possibilidade devido à necessidade de intervalos [52, 53].

2.3.1.2 *Flexibilidade/agilidade das soluções baseadas na automação e robótica*

Um sistema de produção flexível é versátil, adaptável, e de rápida e fácil mudança. Estes sistemas produzem uma faixa planeada de classes de produtos e modelos. Na automação, os sistemas são flexíveis. Os equipamentos semiautomáticos de comando numérico computadorizado (CNC) com acessórios e ferramentas flexíveis são um exemplo deste conceito. Em centros de maquinaria para o fabrico de automóveis, os equipamentos referidos costumam ser projetados para produzir apenas uma classe de produto, com várias variantes nos modelos da classe [14, 54, 55]. Na robótica, os robôs tem uma maior flexibilidade, relativamente à mão-de-obra [53].

Um sistema de produção ágil fabrica uma certa série delineada de modelos de uma categoria de produtos e reconfigura-se, rapidamente e facilmente, de novo. Estes

sistemas têm a vantagem de conseguirem responder a lançamentos inesperados de produtos e repentinas procuras de mercado [56, 57]. Na automação, os sistemas têm uma boa agilidade. Ao longo dos últimos anos, com o aumento da necessidade de uma inserção rápida de produto no mercado e de linhas de produção capazes de trabalhar com vários produtos, os robôs têm vindo a incorporar soluções que permitem melhorar a sua agilidade. [53].

2.3.2 Utilização da automação na indústria

A automação pode ser dividida em três tipos: fixa, flexível e programável. Estes tipos de automação estão diretamente relacionados com o volume de produção e diversidade de produtos, tal como demonstrado na Figura 32 [32].

A automação fixa consiste na utilização de um robô que repete o mesmo processo automático. Este tipo de automação é caracterizado pela rigidez do processo de fabrico ou da montagem de um componente e, conseqüentemente, pela falta de flexibilidade. É um tipo de automação indicado para produção em grande escala, como a produção em massa de um componente cujas características nunca se alteram [32, 58, 59]. Dos três tipos de programação referidos, este é o que tem menos custos [60].

Na automação flexível, um computador é encarregue de controlar as combinações de produtos e as suas reconfigurações em curtos tempos de ajuste. Em contrapartida, este tipo de automação exige um grande investimento inicial, mas não tão elevado quanto na automação programável. Para além disso, os produtos fabricados têm um elevado custo [32, 58-60].

Por fim, a automação programável situa-se entre a fixa e a flexível. Apesar de este tipo de programação ser flexível na montagem ou no processo de fabrico, é necessária uma reprogramação da ação automatizada através de um *software* específico para novas configurações. A remodelação do programa exige muito tempo, mas por outro lado concede um baixo custo na produção de um grande conjunto de peças [32, 58, 59]. Dos três tipos de programação abordados, este é o que requer um maior investimento em equipamentos [60].

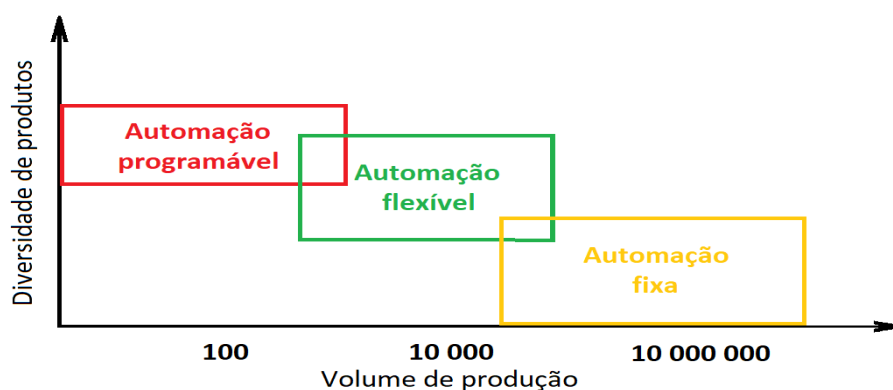


Figura 32 - Tipos de automação, em função do volume de produção e diversidade de produtos (adaptado de [32])

Segundo Groover [32], os fatores que beneficiam a automação são:

- A redução de custos de fabrico;
- A limitação da data-limite de entrega;
- Os ganhos de produtividade;
- A redução ou mesmo exclusão de intervenções manuais;
- O aumento da qualidade do produto;
- A realização de tarefas que não podem ser feitas manualmente;
- A prevenção de custos de não automatização.

É importante ter em conta que, por vezes, a complexidade de um sistema pode ser evitada. Para não se utilizar soluções dispendiosas, como os sistemas automatizados, pode-se recorrer ao desenvolvimento de sistemas mecânicos.

2.3.3 Utilização da robótica na indústria

Entende-se por robótica a ciência que estuda e desenvolve os robôs desde o projeto à programação. Dos tipos de automação, a automação programável é a que se aproxima mais da robótica [61, 62]. Hoje em dia, a robótica é aplicada pelo mundo inteiro. Segundo a *International Federation of Robotics* (IFR) [63], o Japão lidera as vendas de robôs industriais e tem-se registado na Europa e Estados Unidos um crescimento estável da robótica, como se pode verificar na Figura 33 [64]. Apesar dos robôs serem caros e consequentemente ser necessário um forte investimento inicial, estes têm um custo menor por componente e uma elevada eficiência em processos repetitivos e de produção elevada [32, 58, 59].

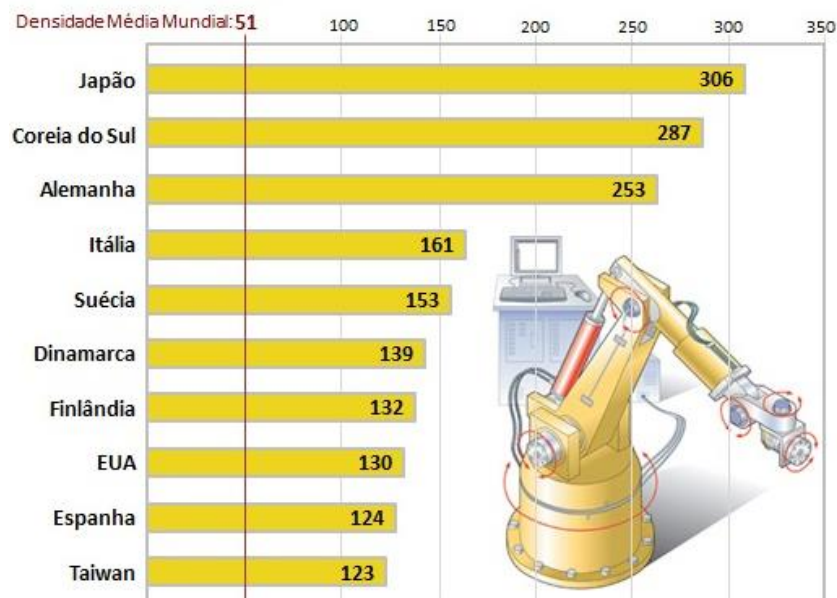


Figura 33 - Ranking dos 10 países mais robotizados do mundo, no ano de 2010 (quantidade de robôs industriais para cada grupo de 10 mil trabalhadores) [63]

Em conformidade com a norma ISO 8373 [65], um robô é um manipulador controlado em posição, reprogramável e multifuncional. O mesmo dispõe de um ou mais graus de liberdade e consegue manobrar objetos através de deslocamentos programados com o objetivo de realizar várias funções.

Segundo Junji Tsuda, Presidente da IFR [66], os robôs são cruciais na indústria de fabrico. Nos dias de hoje, a grande maioria dos processos de fabrico não prescindem de robôs, sendo que a IA é atualmente a indústria mais robotizada. Na última década observou-se um crescimento do volume de vendas de robôs industriais, que conduziu ao aumento da produtividade e à diminuição dos preços de produção [66, 67].

Tipicamente recorre-se a robôs industriais nas seguintes aplicações [14, 32, 68]:

- Soldadura a laser ou por pontos;
- Transporte de material dentro da fábrica;
- Manipulação de produtos e carregamento de máquinas;
- Pintura em estufas;
- Montagem.

Um robô industrial é comandado por um controlador e uma interface com o utilizador (consola de programação). A sua utilização possibilita um fabrico sem paragens. Encontram-se no mercado vários tipos de robôs com diferentes particularidades como a velocidade, precisão, tamanho e geometria. Os diferentes robôs industriais presentes no mercado são os robôs cartesianos, cilíndricos, polares e articulados [69, 70].

As aplicações mais relevantes de robôs na indústria são [14, 32, 68]:

- Os ambientes de trabalho perigosos e desconfortáveis;
- As operações contínuas e produção ininterrupta devido a sistemas integrados;
- A possibilidade de reprogramação para a execução de diferentes tarefas;
- As dificuldades de manipulação.

2.3.4 Sistemas de comando e acessórios

É possível dar ordens aos equipamentos através de um sistema automatizado. Neste tipo de sistemas, primeiramente a informação é capturada, em tempo real, por um sistema de comando, e depois esta é processada por sensores que consequentemente causam o acionamento de atuadores. Um sistema de comando, seja ele aberto ou fechado, assegura que um processo cumpra a sua função numa certa operação de fabrico [32, 71].

2.3.4.1 Sensores

O sensor é um dispositivo de entrada que integra sistemas de controlo. Este elemento capta o que acontece no processo e transmite esses dados em forma de variáveis monitorizadas. Por outras palavras, o sensor é um componente que reconhece um

fenómeno físico, como por exemplo a temperatura, e o converte num sinal elétrico para que possa ser usado num sistema eletrónico [72, 73]. O mercado dos sistemas automáticos oferece uma vasta gama de sensores. Na Tabela 10 encontram-se apresentados os mais relevantes.

Tabela 10 - Sensores mais relevantes

Tipos de sensor	Descrição
Sensor de proximidade	Este tipo de sensor deteta a existência de peças. Existem dois tipos de sensores de proximidade [72, 73]: • Os indutivos, que se baseiam na variação da indutância e detetam apenas metais ferrosos; • Os capacitivos, que assentam na capacitância e detetam tanto materiais ferrosos como não ferrosos.
Sensor ultrassónico	Este género de sensor tem um emissor e um recetor. Tanto o emissor como o recetor utilizam a mudança de frequência para a verificação da existência de um objeto e para a captura da sua distância. Os sensores ultrassónicos incluem sensores de temperatura e um circuito de compensação. Este circuito tem como função compensar mudanças na distância de deteção ocasionados por flutuações de temperatura [32, 72, 73].
Sensor rotativo ótico (<i>Encoder</i>)	Um sensor rotativo ótico é um sensor em forma de disco que oferece dimensões absolutas conforme as conveniências de cada aplicação. Tem grande tempo de vida, elevada precisão e preço intermédio [72].

2.3.4.2 Atuadores

Os atuadores dividem-se em três classes: elétricos, hidráulicos e pneumáticos. Os atuadores hidráulicos são ativados por óleo e os pneumáticos por ar comprimido. Deste modo, um atuador é um dispositivo que transforma energia elétrica, hidráulica ou pneumática em mecânica e é considerado um transdutor pois transforma sinais físicos noutros físicos [32, 74].

2.3.4.2.1 Atuadores elétricos

Os atuadores elétricos são os mais usados devido a terem preço mais reduzido, programação mais facilitada, maior variedade de aparelhos presentes no mercado e menor necessidade de manutenção. Estes são também os mais usados em robôs, especialmente os motores de corrente contínua (CC) e os motores “steppers”. Nestes últimos, o rotor tem um deslocamento ajustado aos impulsos recebidos [32].

De seguida indicam-se os tipos de atuadores elétricos mais comuns em sistemas automatizados [32, 74]:

- Motor de CC;
- Motor de indução rotativo;
- Motor de indução linear;
- Interruptor-relé;
- Solenoide;
- Motor “stepping”;
- Motor de corrente alternada (CA).

2.3.4.2.2 Atuadores hidráulicos

Os atuadores hidráulicos trabalham com fluido hidráulico e dispõem de uma alta capacidade de carga. Deste modo, estes atuadores são usados em situações que requerem forças elevadas de atuação [32, 74]. Estes atuadores conseguem efetuar movimentos lineares através de mecanismos lineares, de simples ou duplo efeito. Também podem executar movimentos rotativos por meio de mecanismos de ação rotativa. Na Tabela 11 encontram-se as várias vantagens e desvantagens dos atuadores hidráulicos [75].

Tabela 11 - Vantagens e desvantagens dos atuadores hidráulicos (adaptado de [75])

Vantagens	• Respondem depressa; • Possuem alta capacidade de carga; • Têm um funcionamento fiável; • São pouco ruidosos; • O fluido hidráulico não é compressível; • Os seus sistemas são mecanicamente simples.
Desvantagens	• O fluido hidráulico é inflamável e pressurizado; • É difícil de se conter o fluido hidráulico no sistema; • Os atuadores hidráulicos são muito sensíveis a mudanças de temperatura.

2.3.4.2.3 Atuadores pneumáticos

Habitualmente, os atuadores pneumáticos são aplicados em sistemas onde seja pretendido um binário reduzido, elevada velocidade nos movimentos e pouco controlo de posicionamento. Estes atuadores funcionam com ar comprimido e possuem uma capacidade de carga consideravelmente limitada quando comparados aos atuadores hidráulicos. Esta última condição torna os atuadores em questão menos eficazes em situações que obriguem a forças consideráveis. Os modelos de atuadores pneumáticos utilizados com mais frequência em sistemas automatizados são os seguintes [32, 74]:

- ❖ Cilindros pneumáticos:
 - Cilindro de simples efeito;
 - Cilindro de duplo efeito;
 - Cilindro de dupla ação em tandem;

- Cilindro de dupla haste;
- Cilindro rotativo de alhetas;
- Cilindro rotativo de báscula;
- Cilindro sem haste.
- ❖ Atuador rotativo (motor);
- ❖ Atuadores pneumáticos especiais:
 - Músculo;
 - Cilindro linear;
 - Cilindro rotacional;
 - Garra (*gripper*);
 - Ventosa.

2.3.4.3 Controladores

Os sistemas de controlo estabelecem a conexão entre os registos das leituras dos sensores com a dos atuadores. Os microcontroladores, os CLP e microprocessadores constituem os sistemas de controlo. Nestes aparelhos faz-se a comunicação com dispositivos periféricos, como é o caso dos sensores e atuadores, através de portas de entrada e saída [76].

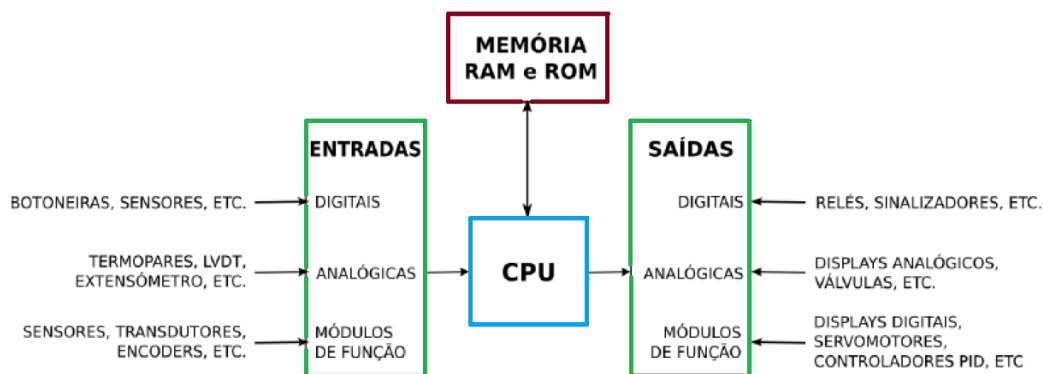


Figura 34 - Diagrama de blocos de um CLP [32]

Na Figura 34 encontra-se representada a estrutura de um CLP. Os CLP são instrumentos muito pequenos, modulares e polivalentes. Estes possuem boa robustez tanto mecânica como elétrica, tempo elevado entre avarias, durabilidade, e programação fácil, flexível e de alto desempenho. Estes equipamentos possibilitam o desenvolvimento de temporizadores e contadores, e a realização de operações matemáticas. Os dispositivos referidos têm uma *Central Processing Unit* (CPU), uma *Random-Access Memory* (RAM), uma *Read-Only Memory* (ROM), e zonas de entradas e saídas. Estes aparelhos trabalham com sinais analógicos ou digitais, que permitem a transferência de dados. Para tornar possível a execução das funções destes dispositivos utiliza-se a automação recorrendo a *softwares* especializados. A programação assegura a versatilidade do sistema e a sua adaptação a qualquer circunstância [71, 73, 77].

2.3.4.4 Programação de autómatos

Hoje em dia, a maioria dos equipamentos industriais possuem bastante automação. Para uma rápida resolução de avarias é essencial entender o funcionamento dos CLP e saber como os programar.

2.3.4.4.1 Linguagem gráfica (*Grafcet*)

O *Ladder* é a linguagem utilizada para programar um CLP e, deste modo, controlar sistemas industriais. Esta linguagem tem o apoio de uma linguagem gráfica do comportamento da parte de comando de um sistema automatizado, o *Grafcet*. Realiza-se um *Grafcet* para uma sequência a automatizar de modo a estabelecer as etapas a efetuar e definir as transições entre elas. Só depois se concebe o programa em *Ladder* [77]. Na Figura 35 está representado um exemplo de conversão das etapas e transições de um *Grafcet* para um *Ladder*.

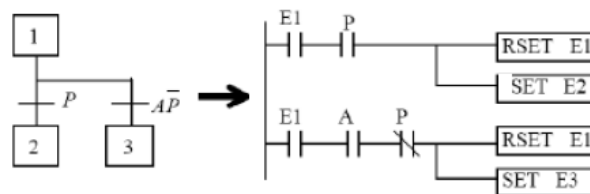


Figura 35 - Conversão das etapas e transições de um *Grafcet* para um *Ladder* [78]

Na Figura 36 estão representados os vários elementos de um *Grafcet*, desde etapas relacionadas com ações, transições relacionadas com recetividades, e ligações orientadas que fazem a união das etapas às transições e das transições às etapas [79].

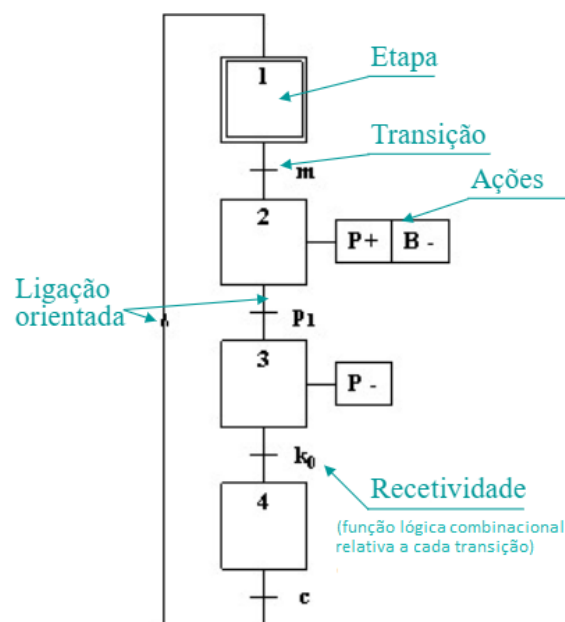
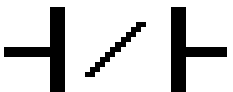
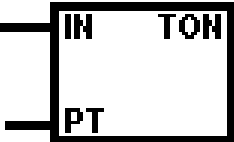
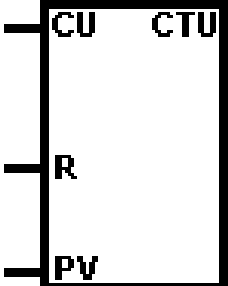


Figura 36 - Elementos de um *Grafcet* [79]

2.3.4.4.2 Linguagem de programação de autómatos (*Ladder*)

A linguagem mais usada na programação de autómatos é o *Ladder* [77]. No entanto, para além do *Ladder* existem outras linguagens de programação tais como *Basic*, *C* e *Booleana*. Na Tabela 12 encontram-se os elementos mais importantes da linguagem de programação de um CLP da marca Siemens.

Tabela 12 - Elementos mais importantes da linguagem de programação de um CLP da marca Siemens [80]

Símbolos	Elementos
Contacto normalmente aberto	
Contacto normalmente fechado	
Bobina	
Ligar	
Desligar	
Temporizador	
Contador	

2.3.4.5 Interfaces com o utilizador

As informações são recolhidas por aparelhos de aquisição de dados para uma posterior modificação, análise, armazenamento e apresentação ao utilizador através de, por exemplo, um *Human Machine Interface* (HMI) ou um computador industrial [77].

Os HMI's são elementos compactos e robustos, pelo que podem enfrentar os ambientes adversos que a indústria promove. É através da tela que o operador coordena e examina o processo, da linha ou do equipamento. Os HMI's têm telas de grande flexibilidade devido à diversidade de menus e ecrãs que permitem apresentar informações sobre vários CLP ao mesmo tempo. São exibidos na tela de um HMI vários dados, como por exemplo, informações sobre alarmes, estado e desempenho da máquina, e número de peças que se está a produzir no momento [81]. Na Figura 37 (a) está exposto um HMI da marca Siemens.



Figura 37 (a) - HMI da Siemens, modelo KTP400 [82]; (b) - Computadores industriais, em ambiente de fábrica [83]

Na Figura 37 (b) estão representados computadores industriais, em ambiente de fábrica. Estes computadores conseguem aceder à informação das linhas produtivas através do acesso à rede industrial. Comparativamente aos HMI, estes computadores têm maior capacidade de processamento, maior robustez, e atualizam ou alteram mais facilmente a programação das linhas quando surgem alterações de processo. No entanto, são de dimensão superior aos HMI's, o que constitui uma grande desvantagem [81, 84].

2.3.5 Exemplos industriais e estado-da-arte

No início do século atual reconheceu-se o início de uma quarta revolução industrial, tendo sido a indústria alemã a principal impulsionadora da automação e computação a alto nível. A indústria 4.0 tem sido globalizada desde a Feira de Hannover (na Alemanha) de outubro de 2012.

Cada vez mais se realizam processos de fabrico com recurso a máquinas automatizadas, e utilizam-se progressivamente mais soluções robóticas para aumentar a produção e auxiliar o operador [85-87].

2.3.5.1 Exemplos industriais e estado-da-arte na automação

Os sistemas de automação requerem um grande investimento inicial. Nos últimos tempos, estes sistemas têm-se tornado cada vez mais complexos e tem-se registado um aumento da variedade de implementações tal como da utilização de protocolos [88, 89]. Na Tabela 13 apresentam-se os desenvolvimentos industriais mais relevantes na automação.

Tabela 13 - Desenvolvimentos industriais mais relevantes na automação

Linha de montagem

Processo de fabrico industrial frequentemente usado na produção em grandes quantidades. Consiste na montagem de um produto final por fases sequenciadas, por meio de peças pré-fabricadas e permutáveis [90, 91]. Na Figura 38 apresenta-se uma linha de montagem de motores.



Figura 38 - Linha de montagem (de motores) [92]

Linha de embalagem

Conjunto sequencial de processos para que seja realizável o embalagem de mercadorias finais [93, 94]. Na Figura 39 encontra-se representada uma linha de embalagem (de café).



Figura 39 - Linha de embalagem (de café) [95]

Transportadores de rolos

Na Figura 40 (a) está representado um transportador de rolo. Estes transportadores podem ter roletes livres (responsáveis pelo transporte, acumulação e distribuição de mercadorias por gravidade) ou de acionamento (realizado por motorreductor e transmissão por corrente). Estes sistemas industriais interligam diferentes armazéns ou fábricas [96, 97].

Transportadores de telas

Na Figura 40 (b) apresenta-se um transportador de tela. Este movimenta peças individuais e unidades de embalagem de um ponto a outro. Estes transportadores ligam máquinas e postos de trabalho, automatizam processos, controlam o fluxo de material e encurtam ciclos de produção [48, 49].

Transportadores de correntes

Na Figura 40 (c) está apresentado um transportador de corrente. Como estes transportadores são resistentes e duráveis, destinam-se à deslocação de grandes cargas, como por exemplo paletes, por toda a extensão de uma linha de produção [98, 99].



Figura 40 (a) - Transportador de rolo [100]; (b) - Transportador de tela [101]; (c) - Transportador de corrente [102]

AGV's

Na Figura 41 encontra-se um *Automatic guided vehicles* (AGV). Estes são guiados automaticamente por demarcações no chão de fábrica e uma avançada tecnologia a laser. Estes veículos carregam e deslocam objetos a uma boa velocidade (em fábricas, depósitos ou áreas de carregamento). Como são precisos e seguros, conseguem-se mover em sítios apertados e fazer manobras com grande eficácia. No entanto, necessitam de um forte investimento inicial [103, 104].



Figura 41 - AGV [105]

Alimentador vibratório

Na Figura 42 apresenta-se um alimentador vibratório. Este é usado em muitos setores da indústria e desempenha um papel essencial. Este equipamento industrial alimenta automaticamente diferentes peças em equipamentos automáticos ou semiautomáticos. Este mecanismo separa e organiza a sequência de inserção das mesmas [106, 107].



Figura 42 - Alimentador vibratório [108]

Estações de etiquetagem

Na Figura 43 está exposta uma estação de etiquetagem. Estas estações servem para aplicar etiquetas em diferentes tipos de itens, tais como produtos, recipientes, caixas ou paletes. No entanto, algumas etiquetadoras também estão dotadas para imprimir as etiquetas (normalmente imagens de marca, de fabricantes, ou códigos de barras) [109, 110].



Figura 43 - Estação de etiquetagem [111]

Existem muitos outros sistemas para além dos referidos. São exemplos deles:

- Célula de montagem de componentes;
- Sistema de montagem de células com cooperação homem-robô;
- Sistema de soldadura por ultrassons;
- Equipamento semiautomático CNC.

Através dos trabalho descritos na Tabela 14 é possível chegar à conclusão que a implementação da automação possibilita uma maior produtividade e, em determinadas situações, também flexibilidade [14].

Tabela 14 - Estado-da-arte na automação

Referência bibliográfica	Descrição do trabalho
Trommnau et al. (2019) [112]	Este artigo revê o estado-da-arte da montagem de fios elétricos, na IA. Deste modo é realizada a descrição de processos de produção de cablagens e do tipo de fios elétricos utilizado neste estudo. São também analisados equipamentos industriais automáticos atuais, listados os desafios e requisitos futuros da automação, discutidas inovações e pesquisas atuais, e apresentadas as tendências atuais. O presente artigo conclui que existe um conjunto complexo de restrições na automação da produção de fios elétricos. No entanto, existem duas soluções que podem ser colocadas em prática. A primeira consta no desenvolvimento de soluções adicionais para subáreas e a segunda consiste numa abordagem completamente nova para a produção de fios elétricos.
Costa et al. (2018) [11]	O objetivo deste trabalho consiste na resolução de problemas de qualidade existentes no sistema de transmissão dos limpa para-brisa dos automóveis, em território nacional. O sistema anteriormente aplicado era semiautomático, pelo que não detinha capacidade de deteção e rejeição de componentes durante o processo anterior à montagem. Eram, portanto, produzidas peças com defeito como consequência direta da debilidade mencionada. Nessa ótica, este trabalho foi idealizado com o intuito principal de otimizar a linha de montagem. Em primeira instância, foram analisados os equipamentos e o produto a ser fabricado. Posteriormente foram debatidas e elegidas as melhores soluções para as falhas detetadas. Por fim, foram realizados os projetos, em CAD, para assegurar a viabilidade das soluções nomeadas e de todos os componentes necessários para a construção da nova linha de montagem. Foi então implementado um sistema totalmente automatizado capaz de detetar componentes com defeito.

	O equipamento tem agora um controlo de qualidade de 100%, ou seja, já não fabrica produtos defeituosos. Para além disso, as taxas de produção mantiveram-se adequadas aos padrões da IA e a produção aumentou aproximadamente 19%.
Figueiredo et al. (2021) [113]	O artigo em questão trata um novo conceito de processo de fabrico automático. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e integração de uma operação automática. Esta operação consiste na abertura de terminais de cabos de aço, numa máquina de fundição de elevada pressão, com o objetivo de possibilitar a injeção de pequenas peças em cabos de aço revestido. No que diz respeito à metodologia de trabalho, em primeiro lugar foi estudado um sistema manual de abertura de cabos de aço, já implementado no mercado. Posteriormente, o ciclo da máquina foi analisado para que não fosse prejudicado quando se adicionasse a operação automática referida. Por último, o mecanismo manual foi redesenhado para um dispositivo mais pequeno e foi-lhe adicionado uma área de abertura de terminais de cabos de aço. Como resultado deste trabalho, a máquina idealizada produz cabos de aço, revestidos ou não revestidos, com comprimentos que vão dos 350 milímetros (mm) aos 2500 mm. Estes cabos são produzidos, injetados por um dos lados e abertos pelos dois, ao mesmo tempo. Nesta tarefa, apenas é necessário um operador com a função de colocar e controlar os parâmetros principais da máquina.
Santos et al. (2019) [114]	O artigo mencionado consiste num projeto mecânico de preparação de tubo espiral para proteção de cabos de comando, para a IA. Este projeto tem como principal função punccionar terminais de plástico em ambas as pontas do tubo espiral. Para tal, foi estudada e desenvolvida a solução mais simples e económica a implementar nos conjuntos. Também foram projetados novos mecanismos para puderem ser, eventualmente, acrescentados ao equipamento. O tempo de ciclo foi reduzido em 97% e as paragens do sistema devido a problemas diminuíram drasticamente. Como conclusão principal, esta nova abordagem possibilitou uma melhoria significativa de um dos conjuntos mais usados pela empresa.

2.3.5.2 Exemplos industriais e estado-da-arte na robótica

Os robôs posicionam, colocam e retiram equipamentos de certas posições [11, 115]. Na Tabela 15 são apresentados os sistemas industriais mais importantes baseados na robótica.

Tabela 15 - Sistemas industriais mais importantes baseados na robótica

Pintura robotizada

Esta prática é a mais viável para a IA e encontra-se representada na Figura 44. A pintura robotizada é de grande qualidade e confiabilidade. Os robôs aplicam a tinta com caudal uniforme, o que proporciona um ótimo revestimento, mas também uma boa coesão tanto para o material como para as propriedades da superfície das peças. Este tipo de pintura evita a corrosão, reduz resíduos, e protege da ação da permeação e difusão. É importante também referir que a pintura robotizada salvaguarda o operador de substâncias tóxicas e cancerígenas [116, 117].



Figura 44 - Pintura robotizada, na IA [118]

Soldadura robótica

Os braços robóticos usados na soldadura são programados para funcionar sem ou com pouca vigilância humana. Estes movimentam-se e ajustam-se às necessidades do processo. A soldadura robótica, hoje em dia, ainda só é utilizada em serviços mais pesados, exigentes e monótonos. Este tipo de soldadura é bastante mais eficiente e preciso. Na Figura 45 encontra-se a fábrica de automóveis chinesa, Great Wall Motors (GWM). Esta é considerada a linha de soldadura mais produtiva de sempre. Tem 27 robôs ABB a atuar em 30 estações de trabalho diferentes. Estes robôs interatuam entre si com processos de manipulação de componentes e soldadura [119, 120].



Figura 45 - Linha de soldadura, de carroçarias automóveis (linha de montagem da GWM) [119]

Manipulador de produtos

Este tipo de robô movimenta objetos com segurança, rapidez e eficiência. Realiza trabalhos pesados, repetitivos e desagradáveis. A sua programação é flexível e, desse modo, pode ser alterada de acordo com as necessidades do processo. Na Figura 46 está representado um manipulador de pneus (usado na indústria pneumática) responsável pelo processamento, manipulação e armazenamento. [121, 122].



Figura 46 - Manipulador de pneus (sistema da Gawronski GmbH) [123]

Robôs de auxílio ao operador

Estes robôs têm como objetivo apoiar o operador nas tarefas do dia a dia, tornando-as mais seguras e produtivas. Na Figura 47 (a) é apresentada um braço equipado com sensores, atuadores e nervos simulados que permitem ao operador ter um aumento de 4,5 quilogramas (kg) de força. Este equipamento chama-se *X-Ar arm* e é utilizada pela General Motors Corporation (GMC). Na prática, a *X-Ar arm* aumenta a destreza manual, e reduz o cansaço nos músculos e tendões. Na Figura 47 (b) e na Figura 47 (c) estão expostos robôs, usados pela Bayerische Motoren Werke AG (BMW) e Volkswagen (VW), respetivamente, que ajudam os operadores nas linhas de montagem. Na segunda e terceira figura referenciada encontram-se robôs de auxílio na montagem, de portas de automóveis e de velas nos motores, respetivamente [119].



Figura 47 (a) - Braço X-Ar (tecnologia da GMC) [119]; (b) - Robô de auxílio ao operador na montagem de portas de automóveis [119]; (c) - Robô de auxílio ao operador na montagem de velas nos motores [124]

“Recolhe e coloca”

Na Figura 48 encontra-se representado um “recolhe e coloca”. Este equipamento industrial robótico é utilizado para a manipulação de produtos, e sua distribuição em caixas ou bandejas. O mesmo automatiza as linhas de produção de forma a aumentar a produtividade e diminuir os custos [125, 126].



Figura 48 - “Recolhe e coloca” [127]

Robôs que salvam vidas

Os robôs referidos têm uma extrema importância na medida em que preservam a vida humana. A Figura 49 (a) apresenta uma cirurgia robótica. Neste tipo de cirurgia, o cirurgião controla os aparelhos robotizados. Com a cirurgia robótica consegue-se uma maior segurança dos procedimentos. Já a Figura 49 (b) e a Figura 49 (c) representam uma situação de resgate e incêndio, respetivamente. Neste tipo de situações, e noutras como inundações, terremotos, acidentes químicos ou desativações de bombas, é realmente importante o uso de robôs de modo a perseverar a vida humana. Hoje em dia, os robôs já são usados como aparelhos teleguiados para encontrar pessoas soterradas, inativar explosivos ou desmantelar centrais nucleares. No futuro, acredita-se que estes robôs venham a ter Inteligência Artificial e desse modo se possam comportar de forma autónoma [128, 129].



Figura 49 (a) - Robô utilizado em cirurgias [130]; (b) - Robô de resgate [131]; (c) - Robô bombeiro [132]

Robôs com Inteligência Artificial

Na produção, os robôs orientados por Inteligência Artificial podem colaborar para a melhoria do processo. Estes robôs, em consequência do desenvolvimento de *softwares* capazes de mover máquinas, imitam a inteligência humana. Para que os mesmos raciocinem e deduzam, é utilizada inteligência cognitiva no seu desenvolvimento. Outro recurso também utilizado é o reconhecimento facial e de imagem [133, 134]. Na Figura 50 (a) apresenta-se a robô Sophia, uma cidadã saudita, e o apresentador norte-americano Jimmy Fallon. Esta robô com cidadania foi criada em 2015 pelo norte-americano David Hanson [135]. Na Figura 50 (b) encontra-se o cão robô, de nome *SpotMini*, criado pela Boston Dynamics.



Figura 50 (a) - Sophia, robô com cidadania [135]; (b) - *SpotMini*, cão robô [136]

Para além destes desenvolvimentos ainda existem muitos outros, tal como:

- Robô capaz de evitar colisões, detetando-as automaticamente e adaptando instantaneamente a trajetória.

Na Tabela 16 encontram-se artigos sobre robótica. Estes demonstram melhorias conseguidas com a sua implementação num processo produtivo. Deste modo constata-se que a robótica é uma mais-valia para as empresas.

Tabela 16 - Estado-da-arte na robótica

Referência bibliográfica	Descrição do trabalho
Bartoš et al. (2021) [137]	Segundo este artigo de revisão, de acordo com as principais possibilidades de aplicação, o robô industrial pode ser dividido em tecnológico, universal, especial e de manipulação. Este último é o mais projetado para operações relacionadas com a disposição de objetos. De acordo com o mesmo, atualmente, os robôs são dispositivos tecnológicos devidamente equipados por sensores “inteligentes”. Este trabalho conclui que é necessário ter em conta o cumprimento dos requisitos legislativos relacionados com as alterações climáticas. Estes requisitos têm como intenção principal reduzir o tempo de produção e o impacto ambiental.

Pereira et al. (na imprensa) [138]	Neste trabalho foi projetada uma célula robotizada para inserção de cliques em duas peças automóveis diferentes, logo após o processo de injeção. O objetivo consistiu na concepção de um equipamento completamente automático, capaz de realizar a inserção de cliques com recurso a um robô de seis eixos. Para que receba as peças, o robô deve estar preparado para se posicionar em todos os eixos cartesianos. De modo a auxiliar o funcionamento do robô, o equipamento incorporou um sistema de carregamento automático de componentes numa ferramenta. Os resultados obtidos foram positivos, e o equipamento foi concluído e entregue ao cliente. A construção e, principalmente, o tempo de ciclo cumpriram os requisitos impostos pelo cliente.
Gopinath et al. (2017) [139]	Um dos principais objetivos estipulados para este projeto consistiu na implementação de um robô industrial que assistisse o colaborador num processo produtivo. Este sistema aumenta a segurança no trabalho e rentabilidade a longo prazo, elimina possíveis perigos e mitiga riscos. Após a seleção da “disposição fabril” mais adequada verificou-se uma redução significativa de erros durante o processo e uma melhoria da ergonomia do espaço de trabalho.
Michalos et al. (2018) [140]	O presente artigo diz respeito à montagem colaborativa de um robô humano, na IA. A nova abordagem deste trabalho visa em utilizar robôs industriais que suportem o trabalho realizado pelos operadores. Um aspeto crucial apontado neste trabalho diz respeito à comunicação existente entre operadores e robôs (pode ser feita através de dispositivos digitais). Cada vez mais se observa, com base em diversos estudos, que o futuro passa por uma “aliança de forças” entre a robotização e os colaboradores de uma dada empresa.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Empresa de acolhimento
- 3.2 Objetivo do trabalho
- 3.3 Requisitos e tópicos a considerar no projeto
- 3.4 Projeto

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Empresa de acolhimento

Nos últimos anos, o aumento da exigência na produtividade, qualidade e condições de trabalho provocou o aparecimento, no mercado, de novas empresas dedicadas ao projeto, inovação, automação e desenvolvimento tecnológico. A empresa acolhedora deste projeto, WRK, Lda, é uma dessas empresas.

3.1.1 Apresentação

A WRK, Lda, cujo logotipo se encontra na Figura 51, iniciou a sua atividade em março de 2011, em Zebreiros, Foz do Sousa, Gondomar. A mesma pertence ao ramo da automação industrial, e dedica-se à conceção e construção de máquinas industriais. Para além disso, é um forte parceiro de várias empresas, da área da automação industrial, e apresenta soluções com garantia de qualidade à medida dos clientes.



Figura 51 - Logotipo da WRK, Lda [37]

O objetivo da WRK, Lda é desenvolver e conceber soluções, em colaboração com os clientes, que melhorem os processos de fabrico tal como a qualidade final dos produtos.

3.1.2 Caracterização da WRK, Lda

Na WRK, Lda a quantidade a produzir é quase sempre unitária e o produto é único. Os produtos são produzidos, na maioria dos casos, de forma singular e são realizadas poucas operações por matéria-prima. A empresa em questão trabalha por encomenda, isto é, o cliente indica as especificações e a mesma desenha, aprova, fabrica, monta e entrega o equipamento nas instalações do cliente.

3.1.3 Organograma da empresa

A WRK, Lda é uma empresa recente, no entanto congrega nos seus quadros uma equipa de trabalhadores dotada, multidisciplinar, dinâmica e inovadora. Conforme representado na Figura 52, a WRK, Lda dispõe de um próprio organograma composto pela administração no topo seguida dos diretores das áreas específicas da empresa (comercial, chão de fábrica e financeira).

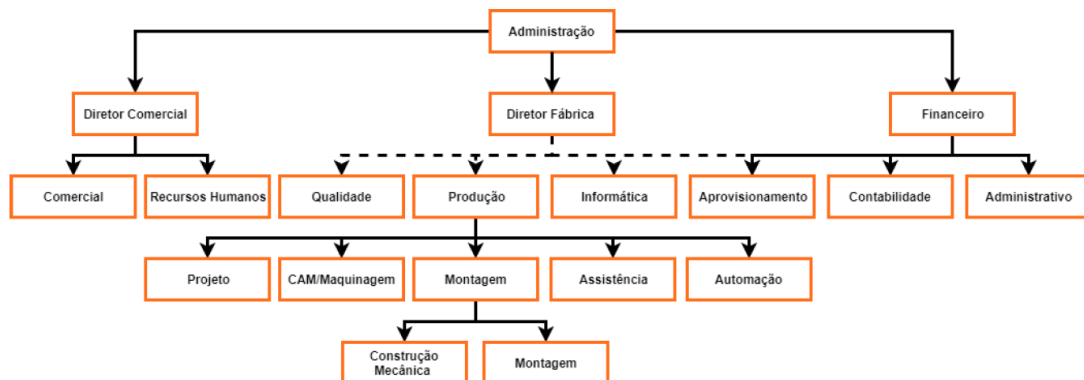


Figura 52 - Organograma da empresa [37]

3.1.4 Serviços

Os principais serviços de que a WRK, Lda dispõem são a maquinaria automática CNC, maquinaria convencional, construções mecânicas, mecatrónica, automação industrial e medição tridimensional. Com estes serviços, a WRK, Lda consegue desenvolver inúmeras soluções, como por exemplo calibres e prensas, mas também equipamentos de montagem e deteção.

3.1.5 Presença

A atividade principal da WRK, Lda concentra-se em Portugal. No entanto, a empresa também já possui um bom e estável volume de exportação em países como França, Polónia, República Checa, Marrocos e China. Atualmente, a WRK, Lda ambiciona consolidar a sua relação com os atuais clientes, mas também alargar e aperfeiçoar a sua exportação.

3.1.6 Softwares utilizados pelos projetistas da empresa

Na WRK, Lda, os projetistas realizam a modelação 3D, o desenho 2D e a simulação com o *software* Solidworks. Por vezes, os mesmos selecionam e dimensionam componentes com movimento linear por intermédio do *software* LMD. Para além destes *softwares*, também usam algumas ferramentas de engenharia, para assistência ao desenho de máquinas, pertencentes à SMC. Estas ferramentas e *softwares* encontram-se descritas na Tabela 17.

Tabela 17 - *Softwares utilizados*

<i>Software</i>	<i>Especialização</i>
Solidworks (pertencente à Dassault Systèmes S.A.) [141]	• <i>Design</i> de produtos e fabrico; • <i>Computer Aided Manufacturing</i> (CAM); • Simulação.
LMD (pertencente à Bosch Rexroth) [142]	Dimensionamento de guias lineares e parafusadeiras.
Configurador de cilindros (pertencente à SMC) [143]	• Adaptar o cilindro SMC às necessidades; • Modificação da extremidade da haste.
Configurador de cilindros guiados (pertencente à SMC) [143]	Selecionar o cilindro SMC ideal, de acordo com as necessidades de aplicação.
Configurador de atuadores rotativos (pertencente à SMC) [143]	Selecionar o atuador rotativo pneumático ideal, quer se tenha de fixar uma peça, rodá-la ou limpá-la.
<i>Software</i> de seleção de modelo (pertencente à SMC) [143]	• Obter ajuda durante a conceção de um circuito pneumático completo; • Otimizar o tamanho e componentes pneumáticos.

3.2 Objetivo do trabalho

O projeto da presente dissertação surge de um desafio colocado pela IA. A mesma necessita de equipamentos que possam realizar o processo de montagem de conetores de cablagens do setor automóvel, de forma semiautomática. As cablagens interligam todas as partes elétricas do veículo. Alguns canais dos conetores são selecionados para serem ligados às extremidades de cabos elétricos que podem pertencer, ou não, à mesma cablagem, sendo que os escolhidos nem sempre são os mesmos pois dependem da função que se pretende realizar em certa parte do veículo.

O equipamento de montagem de conetores, que se pretende projetar, é um equipamento semiautomático destinado à inserção de componentes (pinos e vedantes) em diversos conetores. A função dos componentes é vedar/fechar os canais livres do conector, isto é, os canais que não estejam ligados a extremidades de cabos elétricos. A Figura 53 (a) apresenta os pinos e o vedante que o equipamento insere. Na Figura 53 (b) encontra-se o conector a ser trabalhado.

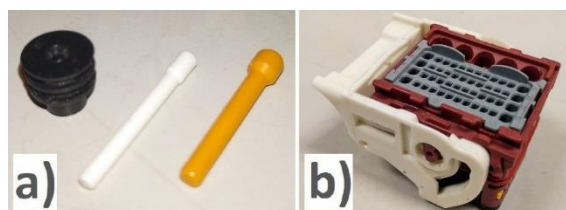


Figura 53 (a) - Vedante e pinos; (b) - Conetor a trabalhar

Na Figura 54 encontram-se os pinos e vedante inseridos no conetor a ser trabalhado.



Figura 54 - Pinos e vedante inseridos no conetor a trabalhar

3.3 Requisitos e tópicos a considerar no projeto

De seguida são abordados os requisitos exigidos pelo projeto. Para além disso, também se detalha a montagem e deteção de pinos e vedantes no conetor.

3.3.1 Requisitos exigidos pelo projeto

Para garantir a boa funcionalidade do equipamento foram pré-definidos, pela empresa de acolhimento, alguns requisitos para o presente projeto. Os mesmos encontram-se expostos na Tabela 18.

Tabela 18 - Requisitos exigidos pelo projeto

Estrutura/Blindagens	• O equipamento deve ser compacto e estar preparado para ser colocado sobre uma bancada; • A estrutura principal deve ter um perfil técnico de alumínio com secção quadrada de $30 \times 30 \text{ mm}^2$; • A porta do equipamento deve ter um perfil de alumínio com secção quadrada de $30 \times 30 \text{ mm}^2$; • A estrutura, e consequentemente a porta, devem permitir o acesso visual à zona de trabalho. Assim sendo, as mesmas devem ser isoladas com policarbonato compacto cristal.
-----------------------------	--

Dimensões	O equipamento deve ter uma largura máxima de 600 mm e um comprimento máximo de 1100 mm.
Tabuleiro de trabalho	A colocação de conectores deve ser feita pelo operador.
Alimentação de componentes	• Os pinos e vedantes devem ser depositados, no equipamento, a granel; • O equipamento deve possuir uma abertura para o exterior que possibilite a deposição de componentes; • O sistema de alimentação deve ser coberto por uma proteção que impeça a entrada de peças indesejadas.
Controlo de qualidade	A montagem correta deve ser verificada por um sensor de visão artificial.
Autonomia	O equipamento deve funcionar continuamente, sem alimentação de componentes, durante 2 horas.
Componentes de mercado	• Pneumática: SMC; • Sensores e sensor de visão artificial: KEYENCE ou CONTRINEX; • Movimento linear e perfil técnico: BOSCH REXROTH; • Controlo/Interface: ESAWARE.
Tratamento de peças	As peças do equipamento suscetíveis a desgaste devem apresentar o tratamento, térmico e químico, apropriado antes de utilizadas.
Quadro elétrico	Como margem de segurança, o quadro elétrico deve ter no mínimo 25% de espaço livre.
Fixação	O equipamento deve ser fixo por quatro pés de apoio.
Sequência de funcionamento geral	O operador coloca um conector no equipamento e, de forma automática, a máquina faz a montagem dos pinos e vedantes. Por fim, o equipamento verifica a correta montagem dos componentes referidos e liberta o conector. Posteriormente, o operador retira o conector e o ciclo repete-se.

3.3.2 Montagem de pinos e vedantes no conetor de plástico

O presente equipamento tem como principal função a montagem de pinos e vedantes no conetor a ser trabalhado. Ao longo da concepção da máquina foram tidas em conta várias considerações para a montagem. Estas encontram-se listadas na Tabela 19.

Tabela 19 - Considerações tidas em conta na montagem dos componentes

Problema	Considerações
Posição do conetor no equipamento	Através de um sistema de posicionamento e fixação, o conetor mantém sempre a sua posição no espaço cartesiano. Deste modo, é garantida a correta montagem dos pinos e vedantes.
Força de montagem	A força de montagem depende do tipo de pino/ vedante a inserir e da geometria do conetor. Para esta força deve ser admitida a força máxima, presente na ficha técnica do cilindro de inserção utilizado, e assumir que a mesma não danifica o pino/vedante nem o conetor. Na incerteza, devem ser realizados ensaios para determinar a força e usado um regulador de pressão na ocorrência de problemas durante os mesmos.
Sistema de inserção	Para a montagem automática de pinos e vedantes deve ser concebido um sistema de inserção que se adapte à geometria e comportamento dos mesmos.

3.3.3 Detecção dos pinos e vedantes no conetor

Sempre que a montagem dos componentes (pinos e vedantes) é concluída deve ser verificada a sua correta inserção no conetor. Esta verificação é realizada através de uma deteção que pode ser feita com recurso a vários métodos e equipamentos. Na Tabela 20 encontram-se as principais considerações a ter na seleção do tipo de deteção a implementar no equipamento.

Tabela 20 - Principais considerações a ter na seleção do tipo de detecção

Problema	Considerações
Tipo de detecção	A escolha do tipo de detecção tem em conta o tamanho, forma, cor, e material dos pinos e vedantes.
Posição do componente	Para uma detecção fiável é importante que os pinos e vedantes não se mexam após a montagem.
Ponto de detecção	Para assegurar a montagem correta dos pinos e vedantes é selecionado um ponto chave de detecção.
Distância de detecção	No momento de selecionar o detetor, a distância de detecção precisa de ser analisada. Esta distância deve considerar um balanço entre as características do detetor, componente e montagem deste último.
Segurança do detetor	Os sensores dos detetores têm de estar resguardados de fatores que prejudiquem a detecção, como por exemplo impactos e poeiras.

De seguida compara-se o sensor de visão com o convencional:

- A detecção do sensor de visão é multivariável, configurável e flexível. Este sensor deteta múltiplos alvos, em diferentes pontos de uma área.
- A detecção do sensor convencional é univariável. O mesmo deteta um alvo, numa única posição.

Como anteriormente referido, os componentes (pinos e vedantes) nem sempre são inseridos nos mesmos canais do conetor. Posto isto, foi decidido implementar no equipamento um sensor de visão com Inteligência Artificial.

3.4 Projeto

Antes do projeto ser dado a conhecer, na íntegra, existem três aspetos importantes:

- O presente projeto é um protótipo para eventual produção em série;
- O projeto do equipamento deve ter em atenção que no mesmo equipamento podem ser trabalhados diferentes conetores. Deste modo, deve ser possível alterar facilmente o tabuleiro de trabalho;
- Por último, o projeto deve ser realizado tendo em conta que em trabalhos futuros poderão ser produzidos novos equipamentos para montagem de diferentes componentes. Para facilitar esses trabalhos deve garantir-se que apenas será necessário alterar o sistema de alimentação e o insensor.

As matérias-primas/ferramentas e o sistema solicitado para este projeto podem ser consultados na folha de requisição do Anexo 1.

3.4.1 Representação geral do equipamento

Neste capítulo encontra-se ilustrado, na Figura 55 e na Figura 56, o resultado final do equipamento desenvolvido, posteriormente dividido em subconjuntos projetados individualmente. Este equipamento é semifechado relativamente ao exterior tendo apenas uma porta e uma abertura na sua parte superior. A porta permite a colocação da peça no tabuleiro de trabalho pelo operador e a abertura possibilita a deposição de componentes no alimentador. Com este isolamento é garantida a segurança dos operadores.

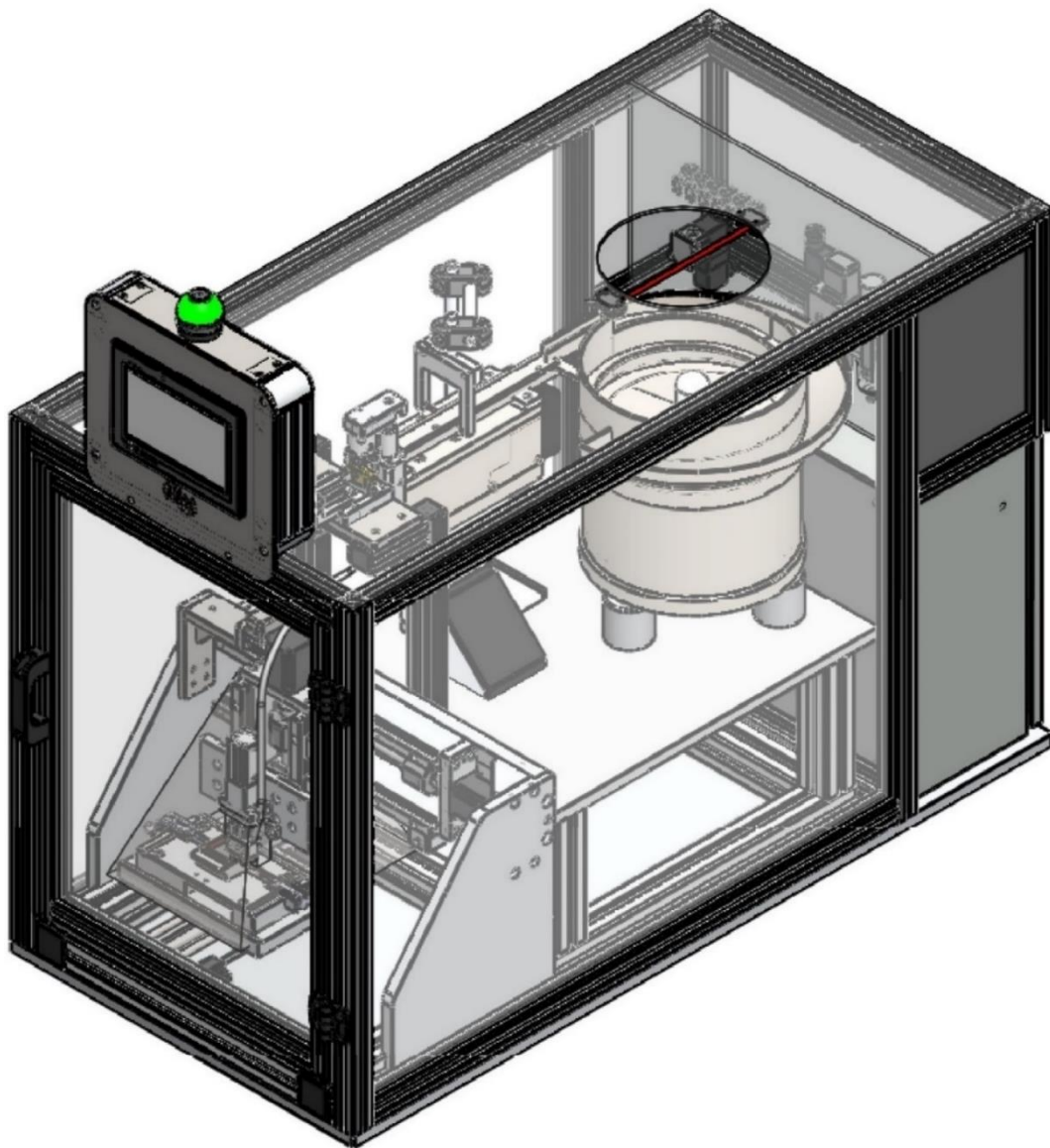


Figura 55 - Perspetiva isométrica do equipamento

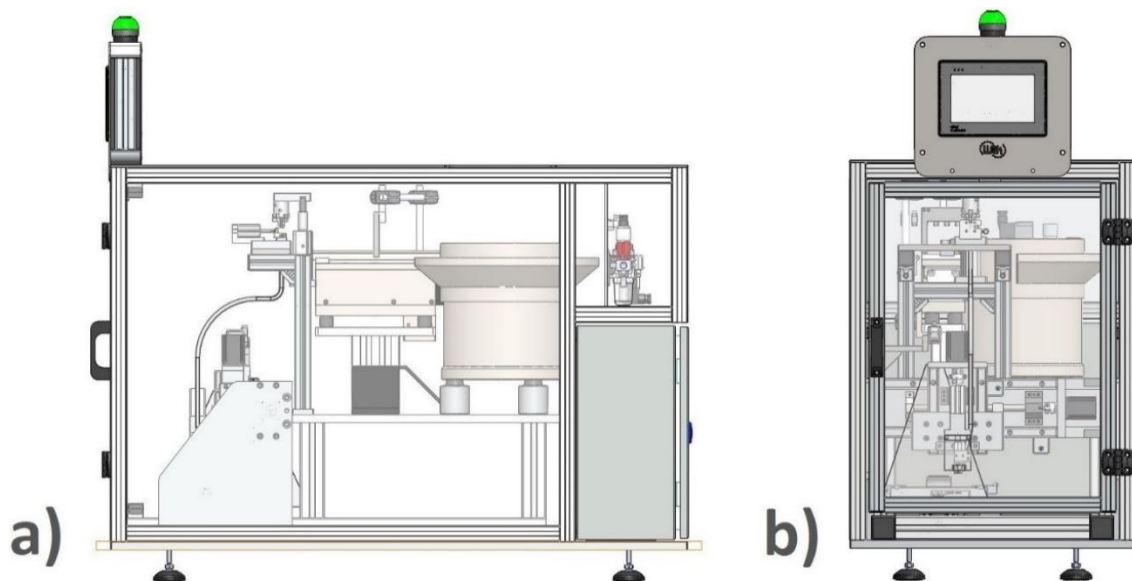


Figura 56 (a) - Perspetiva lateral direita do equipamento; (b) - Perspetiva frontal do equipamento

3.4.2 Disposição geral do equipamento

O presente projeto foi concebido por subconjuntos, porém atendendo às ligações entre eles. A disposição destes subconjuntos sofreu uma avaliação cuidada de espaço, tendo-se rentabilizado ao máximo as dimensões da máquina. Na Figura 57 encontra-se representada a disposição geral dos subconjuntos principais do equipamento em questão.

De seguida, ordenam-se as etapas do princípio de funcionamento do equipamento:

- Inicialmente, o operador seleciona na consola o tipo de conetor a trabalhar;
- O operador coloca o conetor no ninho do tabuleiro de trabalho;
- O insersor introduz os componentes (pinos e vedantes) no conetor, de acordo com a programação pré-definida;
- O sensor de visão artificial verifica a correta inserção dos componentes no conetor;
- O equipamento informa o operador da correta ou incorreta inserção de componentes.

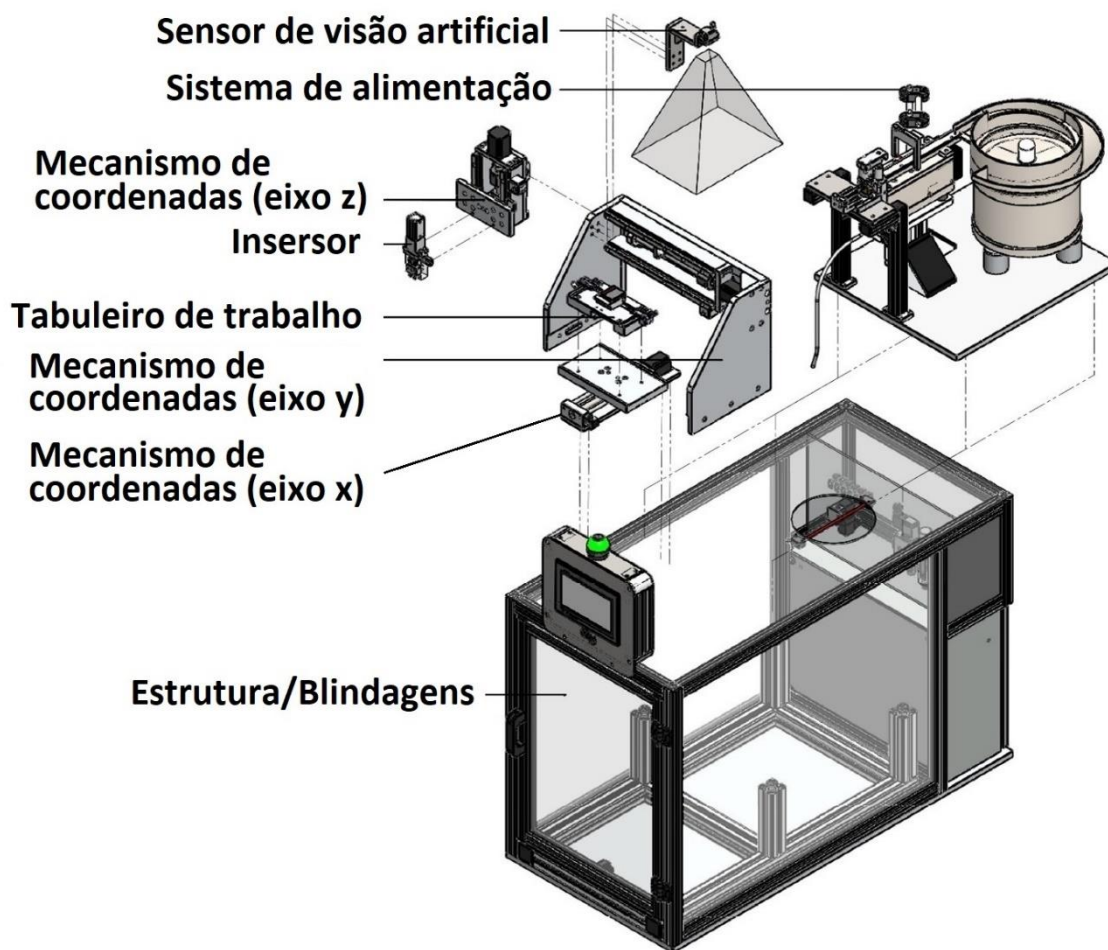


Figura 57 - Disposição geral do equipamento em perspectiva isométrica

O equipamento é constituído pelos seguintes subconjuntos: estrutura/blindagens, tabuleiro de trabalho, insensor, mecanismo de coordenadas, sistema de alimentação e sensor de visão artificial. O subconjunto estrutura/blindagens contém um quadro elétrico. Este componente tem pouca flexibilidade relativamente às suas dimensões e a sua posição no equipamento não é muito relevante para o funcionamento deste. Deste modo, para o quadro elétrico não representar um obstáculo para a zona de ação do insensor, o mesmo foi colocado na traseira do equipamento, mais propriamente por baixo dos componentes pneumáticos. O mecanismo de coordenadas (eixo x e y) encontra-se posicionado sobre um tampo principal associado à estrutura. Os mesmos também se encontram dispostos atendendo à geometria do insensor e à sua orientação no equipamento. O subconjunto sistema de alimentação é muito flexível e o seu ponto de referência é a sua saída. Deste modo, o mesmo foi posicionado logo atrás do mecanismo de coordenadas e do insensor. De modo a não comprometer o bom funcionamento do equipamento, as dimensões do sistema em questão têm em atenção o movimento do mecanismo de coordenadas e a zona de ação do insensor.

A Tabela 21 apresenta os vários subconjuntos da máquina e respetivas funções.

Tabela 21 - Subconjuntos da máquina e respetivas funções

Subconjunto	Função
Estrutura/Blindagens	A estrutura/blindagem do equipamento é fechada. Deste modo, a segurança do operador está assegurada durante o tempo de operação da máquina.
Tabuleiro de trabalho	Este subconjunto possui um ninho, no qual o operador posiciona o conetor a ser trabalhado. Este ninho bloqueia o conetor, numa posição do eixo x e y. Já o tabuleiro de trabalho bloqueia o conetor numa posição do eixo z. Para além disso, este também realiza a deteção de presença do conetor.
Insensor	O insensor é responsável pela inserção dos pinos/vedantes no conetor. Este sistema recebe os componentes provenientes do sistema de alimentação e faz a inserção destes na peça. Esta inserção ocorre por ação de uma força vertical sobre o componente.
Mecanismo de coordenadas	O mecanismo de coordenadas é responsável pelo posicionamento do insensor nos pontos de inserção dos componentes. Os acionamentos são elétricos e os movimentos devidamente guiados.
Sistema de alimentação	O sistema de alimentação é o ponto do equipamento responsável pela orientação e separação dos componentes (depositados a granel).
Sensor de visão artificial	O sensor de visão artificial verifica a correta montagem dos componentes. Este sistema analisa toda a área de inserção (face superior) do conetor e verifica se os componentes (pinos e vedantes) estão nos lugares pré-definidos.

3.4.3 Montagem do equipamento

A montagem do equipamento resume-se à montagem dos vários subconjuntos. Este é montado com ligações aparafusadas e tem como dimensões máximas 1080 mm × 700 mm × 530 mm. Na Figura 58 encontra-se o desenho de conjunto do equipamento.

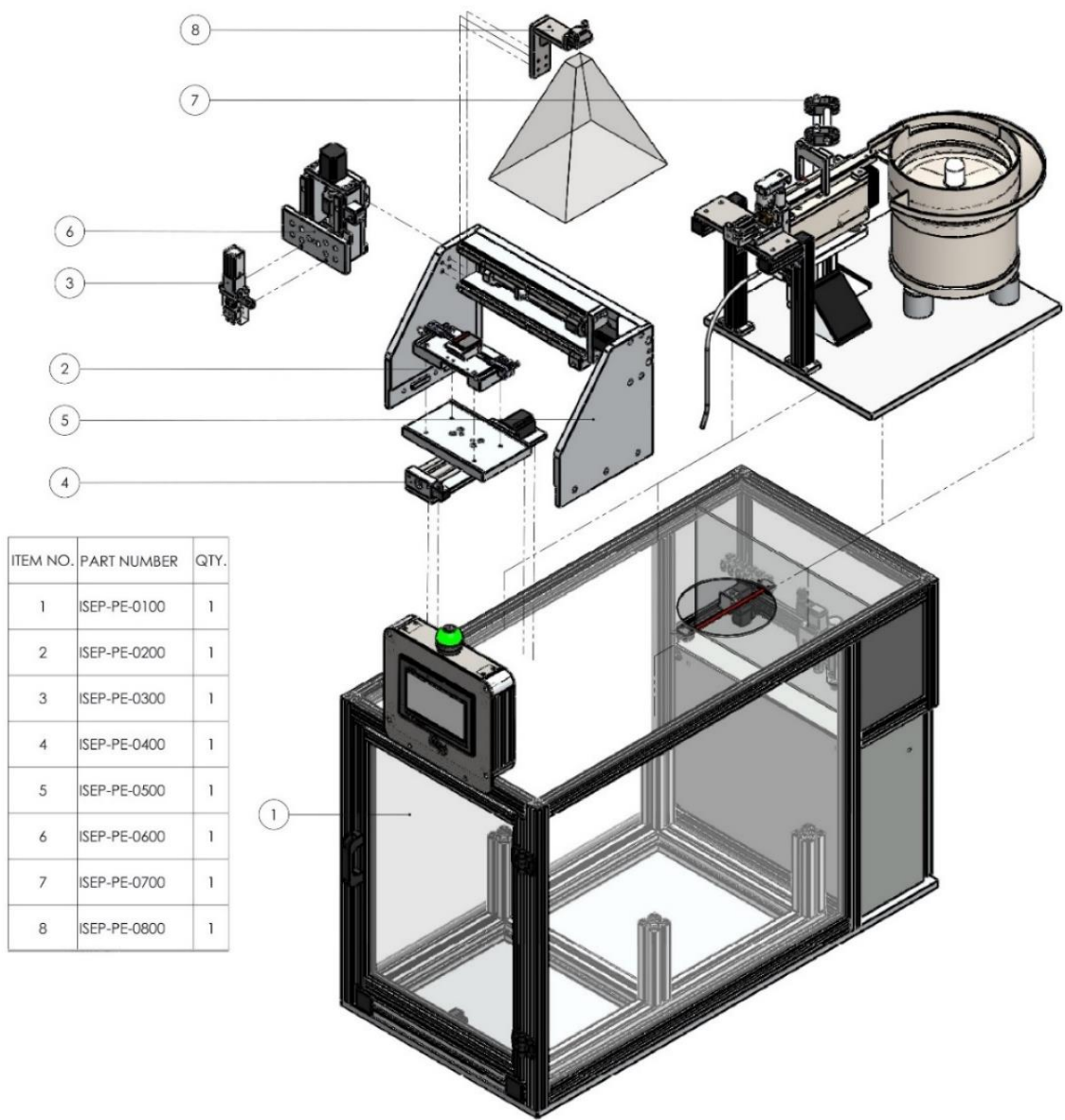


Figura 58 - Desenho de montagem do equipamento

3.4.4 Subconjuntos

De seguida encontram-se expostos os vários subconjuntos que compõem o equipamento. Os mesmos são a estrutura/blindagem, tabuleiro de trabalho, insensor, e mecanismo de coordenadas, sistema de alimentação e visão artificial.

3.4.4.1 Estrutura/Blindagens

Na Figura 59, Figura 60 (a) e Figura 60 (b) encontra-se ilustrada a estrutura/blindagens do equipamento projetado. A mesma encontra-se devidamente protegida com dibond

e policarbonato compacto cristal. Este último é transparente, o que possibilita acompanhar visualmente todo o processo de funcionamento da máquina.

O presente subconjunto possui uma porta que permite ao operador colocar e retirar o conector do tabuleiro de trabalho, mas também proceder a operações de manutenção e limpeza. Nesta porta está integrado um interruptor magnético, que bloqueia a ação do equipamento sempre que a mesma não estiver devidamente encerrada, e um trancador magnético, que permite o correto fecho da porta.

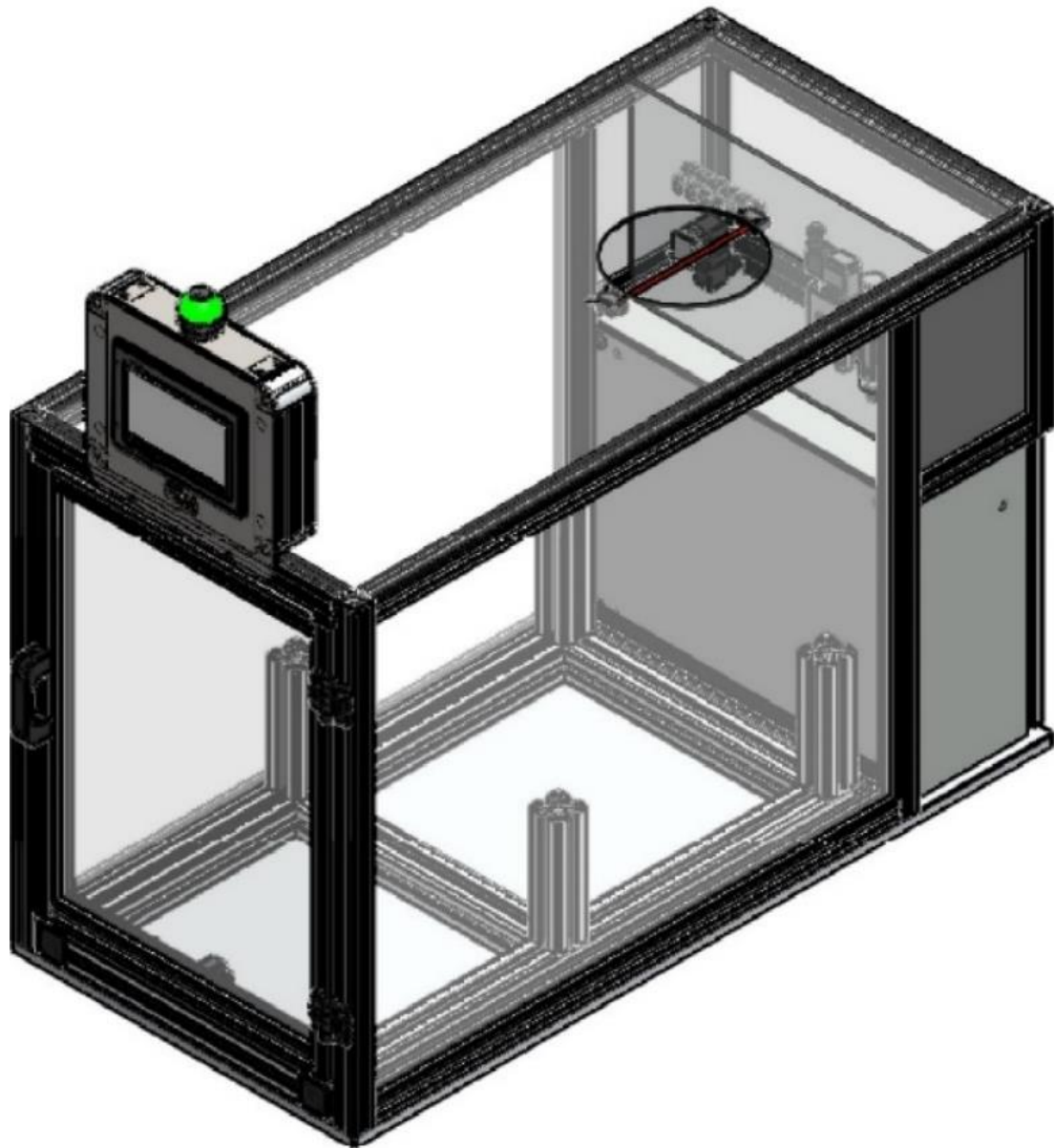


Figura 59 - Perspetiva isométrica da estrutura/blindagens

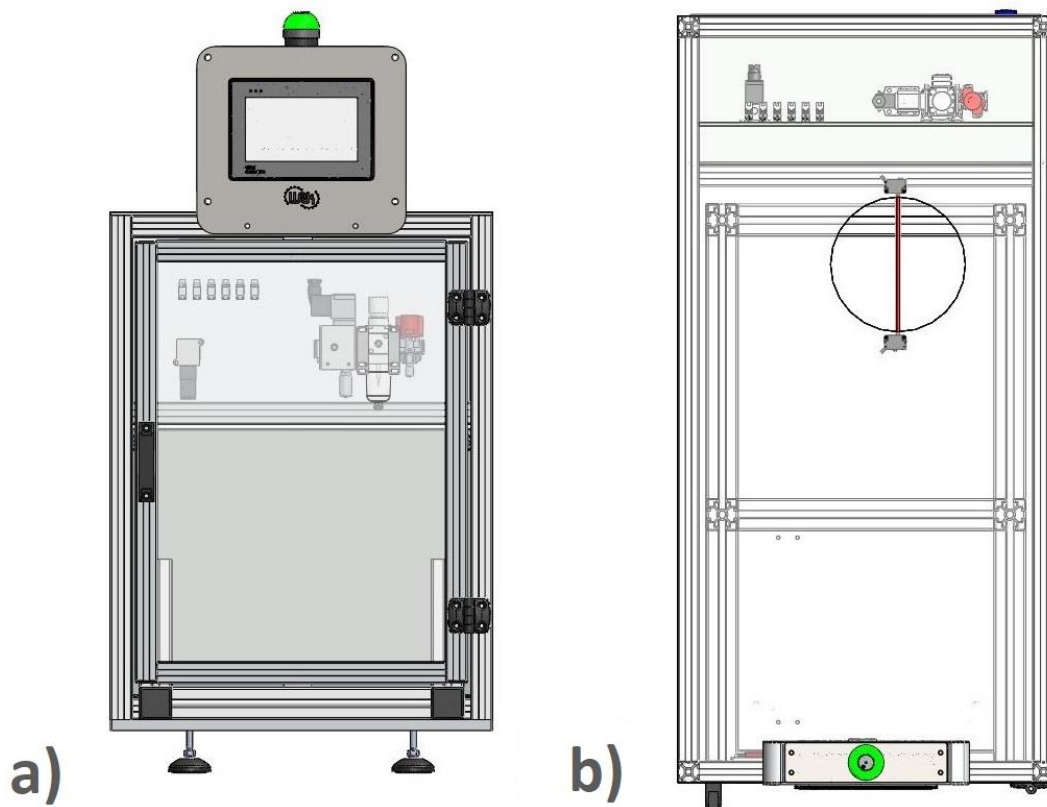


Figura 60 (a) - Perspetiva frontal da estrutura/blindagens; (b) - Perspetiva de topo da estrutura/blindagens

A estrutura do equipamento conta também com um HMI que permite ao operador seleccionar o conetor a trabalhar. Posteriormente, será feita uma caracterização mais detalhada do mesmo. Este encontra-se representado na Figura 61, Figura 62 (a) e Figura 62 (b).



Figura 61 - Perspetiva isométrica do controlo/interface



Figura 62 (a) - Perspetiva frontal da consola/interface; (b) - Perspetiva lateral esquerda da consola/interface

A estrutura do equipamento tem também uma plataforma pneumática que usa ar pressurizado como meio de fornecer energia para a máquina. Esta área está presente na Figura 63, Figura 64 (a) e Figura 64 (b). É de frisar que os fios elétricos que unem os constituintes da área referida aos respetivos cilindros pneumáticos não se encontram representados nos desenhos.

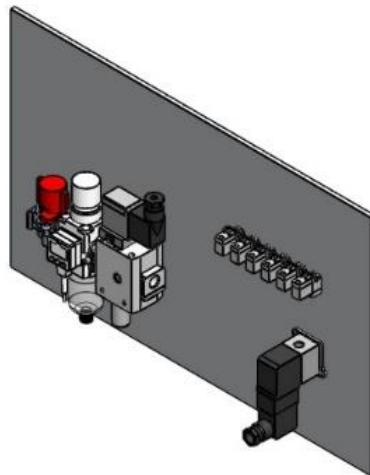


Figura 63 - Perspetiva isométrica da plataforma pneumática

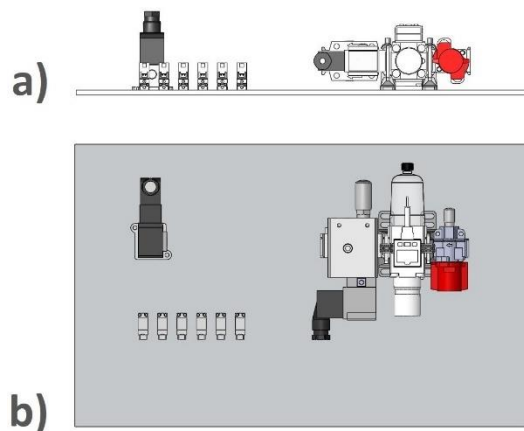


Figura 64 (a) - Perspetiva frontal da plataforma pneumática; (b) - Perspetiva de topo da plataforma pneumática

3.4.4.1.1 Disposição geral da estrutura/blindagens

A Figura 65 representa a localização dos constituintes do subconjunto estrutura/blindagens composto por uma estrutura principal em perfil técnico de alumínio. Este subconjunto é robusto para que possa suportar toda a carga exercida sobre si. Para além da estrutura principal, este subconjunto é constituído também por uma porta em perfil de alumínio de 30 mm × 30 mm, uma zona pneumática responsável por acionar os cilindros pneumáticos do equipamento, um HMI que informa o operador do estado da máquina e passos a serem realizados, e um quadro elétrico que inclui os elementos elétricos.

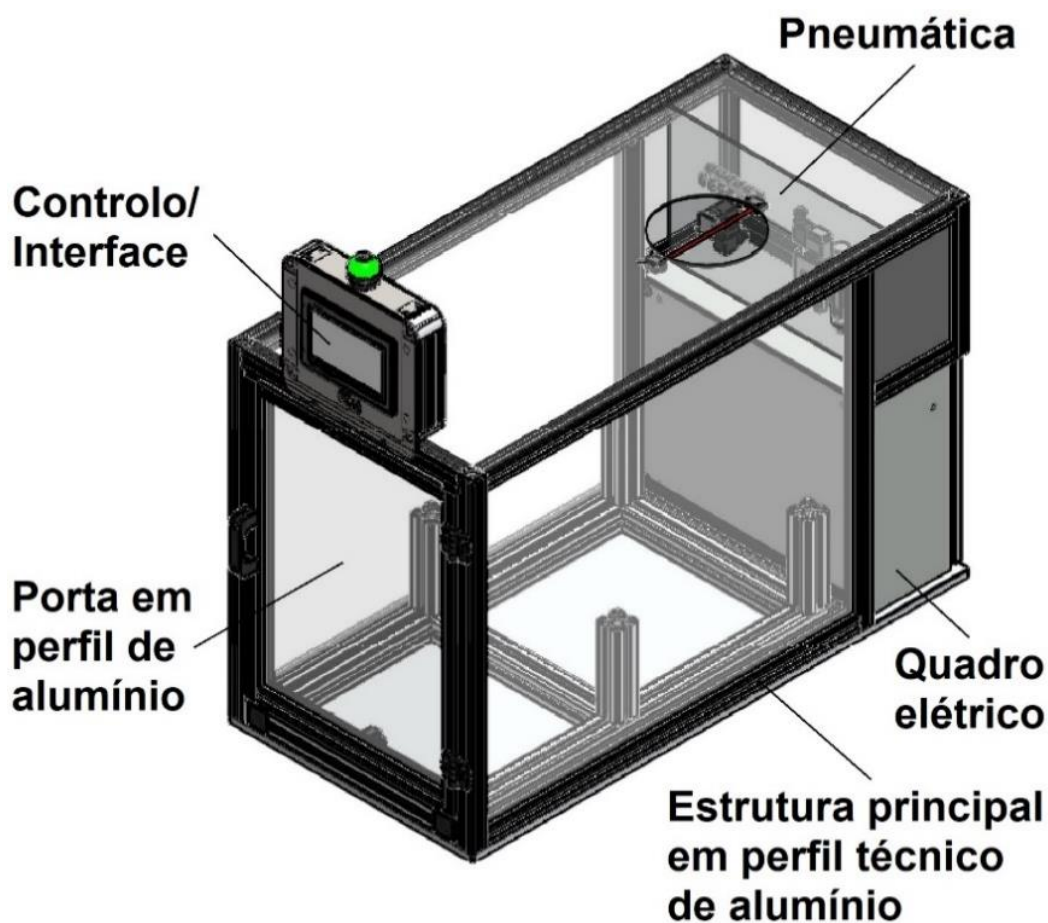
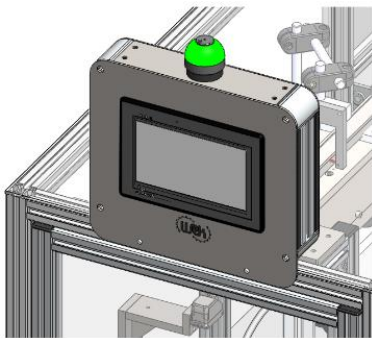
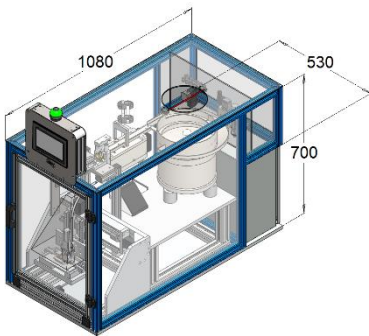
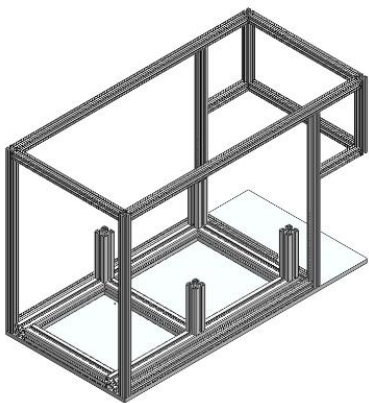


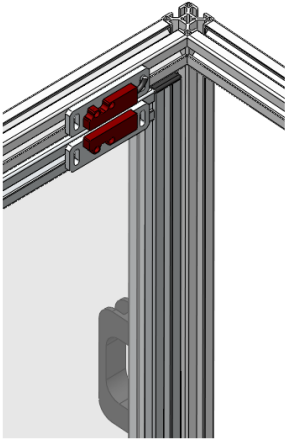
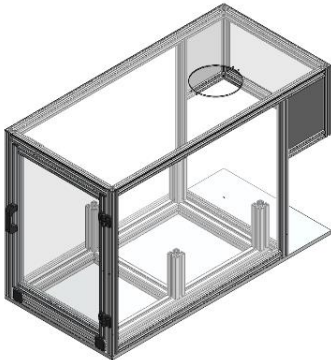
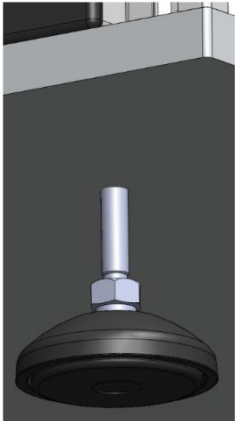
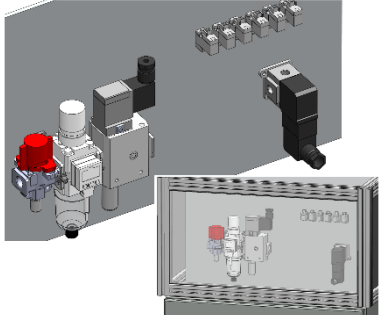
Figura 65 - Disposição geral da estrutura/blindagens

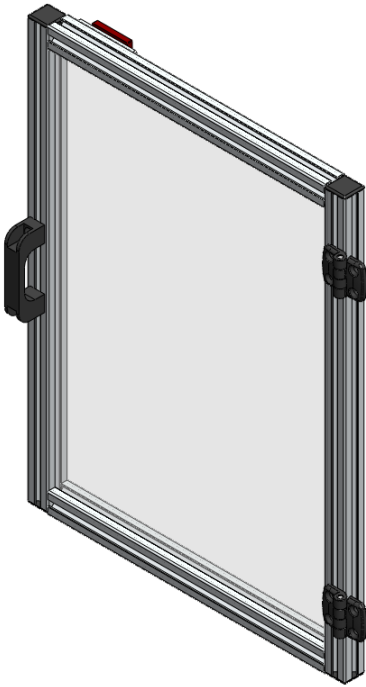
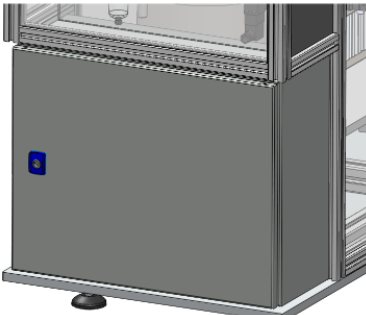
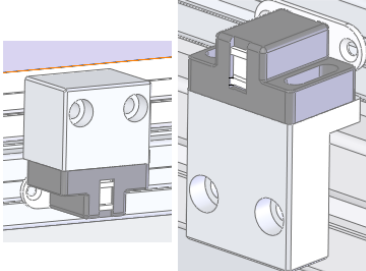
3.4.4.1.2 Características principais da estrutura/blindagens

De modo a assegurar que a estrutura/blindagens contribui para o bom funcionamento do equipamento, protege a integridade física do operador, permite o acesso visual à zona de trabalho e pode ser colocada sobre uma bancada, foram estudadas na Tabela 22 as características mais relevantes deste subconjunto.

Tabela 22 - Características principais da estrutura/blindagens

Característica	Ilustração	Justificação
Controlo/Interface, e sinalizador sonoro e luminoso (da consola)		A consola/HMI é o dispositivo programável, presente no equipamento, que fornece informação ao operador, em tempo real, tanto do estado da máquina como dos passos a executar. A mesma tem também um aviso luminoso que providencia informações sobre o estado da máquina, utilizando diferentes cores para o efeito.
Dimensões		Este equipamento tem como dimensões finais: comprimento de 1080 mm, altura de 700 mm e largura de 530 mm.
Estrutura principal em perfil técnico de alumínio		Este equipamento tem uma estrutura principal robusta, que consegue suportar toda a carga que é exercida pelos subconjuntos. Para além disso, esta estrutura é fabricada em perfil técnico de alumínio, o que permite flexibilidade nas ligações. Este último facto é uma mais-valia para este equipamento tendo em conta que existe, no mercado, uma grande variedade de conetores e componentes.

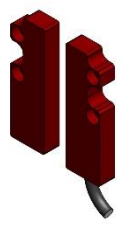
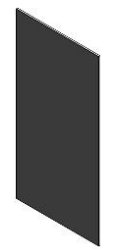
Interruptor magnético		Este interruptor de segurança tem como função garantir que a porta se encontra devidamente fechada e posteriormente transmitir essa informação ao automático. No caso disso não acontecer, a ação do equipamento é bloqueada.
Isolamento de mecanismos		Este equipamento tem mecanismos complexos e semiautomáticos. Assim sendo, por questões de segurança, estes devem estar devidamente isolados. Deste modo, todo o equipamento foi isolado com policarbonato e dibond.
Pés de apoio		Os 4 pés de apoio do equipamento são apoiados sobre uma bancada de fábrica. Estes pés têm como função manter o equipamento imóvel e nivelado na horizontal.
Pneumática		A plataforma pneumática do presente equipamento usa ar pressurizado como meio de fornecer energia para a máquina.

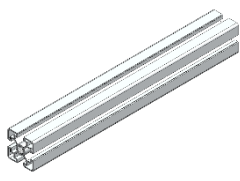
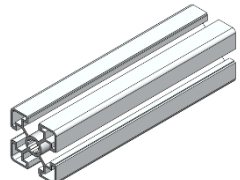
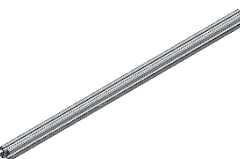
Porta composta por perfil de alumínio e isolada com policarbonato compacto cristal		O operador tem acesso ao interior do equipamento através de uma porta. Esta porta é composta por perfil de alumínio de 30 × 30 mm². Todos os subconjuntos, presentes no interior do equipamento, devem estar visíveis durante o funcionamento da máquina. Para cumprir este requisito imposto pelo projeto, a porta é isolada com policarbonato compacto cristal.
Quadro elétrico		Este quadro incorpora os elementos elétricos. Como tal, as suas dimensões foram selecionadas de acordo com as proporções da máquina e quantidade de elementos elétricos presumíveis.
Trancador magnético e chapa		O trancador magnético é o mecanismo responsável por fechar a porta mecanicamente, isto é, através de magnetismo.

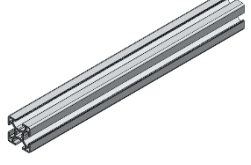
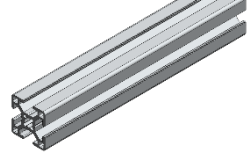
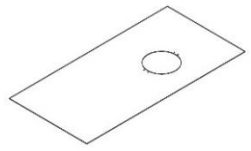
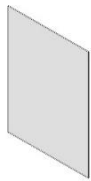
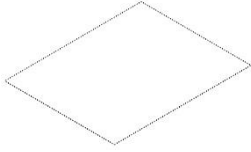
3.4.4.1.3 Listagem de componentes da estrutura/blindagens

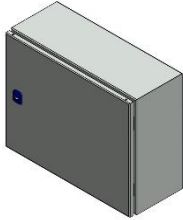
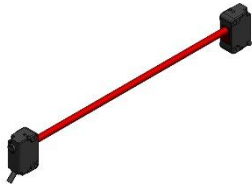
A estrutura/blindagens é composta por componentes normalizados, entre os quais ligações estruturais, sensores, quadro elétrico, consola HMI e elementos de pneumática. Na Tabela 23 encontram-se listados os componentes normalizados da estrutura/blindagens (Qt. representa a quantidade). As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

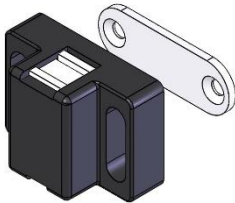
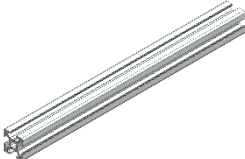
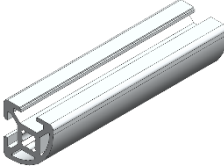
Tabela 23 - Listagem de componentes normalizados da estrutura/blindagens

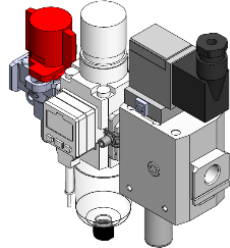
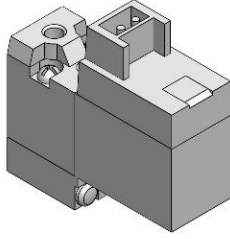
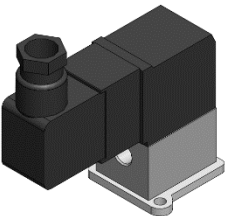
Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
FATH	Base esfera	4		Dimensões: Diâmetro - 60 mm Referência: 098D060KG
FATH	Dobradiça	2		Referência: 095K3030F08
SCHNEIDER ELECTRIC	Interruptor magnético	1		Referência: XCSDMC5902
DAGOL	Dibond com a cor branca de um lado e prata do outro	2		Dimensões: 244 × 194 × 4 mm ³
DAGOL	Dibond com a cor branca de um lado e prata do outro	1		Dimensões: 484 × 244 × 4 mm ³
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 815 × 45 × 45L mm ³ Referência: 3 842 992 425

BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	3		Dimensões: 360 × 45 × 45L mm³ Referência: 3 842 992 425
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	4		Dimensões: 177,5 × 45 × 45L mm³ Referência: 3 842 992 425
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 1020 × 30 × 30 mm³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 810 × 30 × 30 mm³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 700 × 30 × 30 mm³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 670 × 30 × 30 mm³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 607 × 30 × 30 mm³ Referência: 3 842 990 720

BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	4		Dimensões: 470 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 400 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 290 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 180 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720
DAGOL	Polycarbonato compacto cristal	1		Dimensões: 1080 × 530 × 4 mm ³
DAGOL	Polycarbonato compacto cristal	2		Dimensões: 814 × 654 × 4 mm ³
DAGOL	Polycarbonato compacto cristal	1		Produto comprado com os cortes pretendidos. Dimensões: 569 × 414 × 4 mm ³

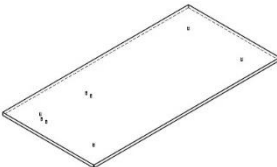
BOTECO	Pega	1		Referência: B224094.TG6.501 PP
ELDON	Armário do quadro elétrico	1		Referência: MAS0405021R5
KEYENCE	Sensor fotoelétrico	1		Referência: PZ-G51P
BOSCH REXROTH	Tampa de perfil	4		A sua função consiste em tapar as extremidades e rasgos dos perfis. Dimensões: 30 × 30 mm ² Referência: 3 842 548 745
BOSCH REXROTH	Tampa de perfil	2		A sua função consiste em tapar as extremidades e rasgos dos perfis. Dimensões: 45 × 45 mm ² Referência: 3 842 548 753

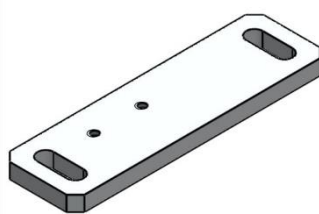
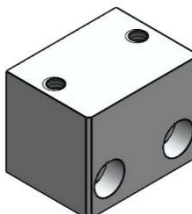
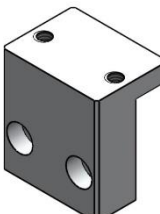
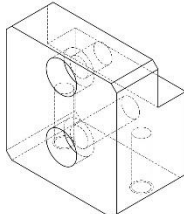
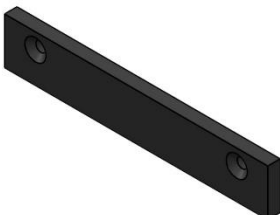
FATH	Trancador magnético e chapa	2		Referência: 093044
FATH	Veio esfera	4		Referência: 098DM08040M
Componentes normalizados do controlo/interface				
ESAWARE	Consola HMI tátil	1		Referência: EW107AA
BANNER	Sinalizador, sonoro e luminoso (da consola)	1		Referência: K50LGRA1YPQ
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 230 × 20 × 20 mm ³ Referência: 3 842 992 888
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	4		Dimensões: 70 × 20 × 20R mm ³ Referência: 3 842 992 890

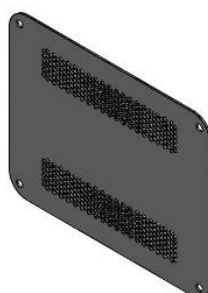
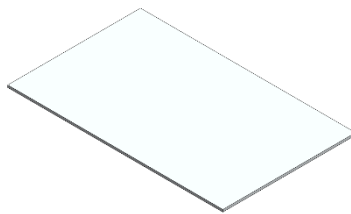
Componentes normalizados da pneumática				
SMC	Filtro de ar, regulador de pressão e unidade lubrificadora	1		O filtro de ar tem como função filtrar o ar. Já o regulador de pressão tem como propósito limitar a pressão de entrada de ar para o valor regulado. Referência: AC20
SMC	Válvula solenoide	6		Referência: SY113-5L-PM3
SMC	Válvula solenoide	1		Referência: VT307-5D1-01F-F-Q

Na Tabela 24 apresentam-se as peças a produzir, isto é, os componentes não normalizados da estrutura/blindagens bem como dos sistemas que lhe pertencem, ou seja, dos sistemas controlo/interface e de pneumática. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 24 - Listagem de componentes não normalizados da estrutura/blindagens

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0101	1		Tampo principal do equipamento, onde serão fixados todos os subconjuntos do mesmo.

ISEP-PE-0102	2		Suportes de detetores na porta.
ISEP-PE-0103	1		Batente superior e inferior da porta, respetivamente.
ISEP-PE-0104	1		
Componentes não normalizados do controlo/interface			
WRK-CC-001	4		Suportes das chapas superior e inferior nos perfis de alumínio (pertencentes à consola).
WRK-CC-002	4		Peça aplicada nos perfis de alumínio com dimensões de 230 × 20 × 20 mm ³ (pertencentes à consola).
WRK-CC-003	1		Suporte do sinalizador, sonoro e luminoso.

WRK-CC-004	1		Chapas (da consola) superior, frontal, traseira e inferior, respetivamente.
WRK-CC-005	1		
WRK-CC-006	1		
WRK-CC-007	1		
Componentes não normalizados da pneumática			
ISEP-PE-P-001	1		Plataforma de suporte das válvulas solenoides, e do filtro de ar, regulador de pressão e unidade lubrificadora.

3.4.4.1.4 Montagem da estrutura/blindagens

Na Figura 66 encontra-se representado o desenho de montagem da presente estrutura/blindagens, onde se observa que todos os seus sistemas e componentes se montam/ligam em volta da estrutura principal.

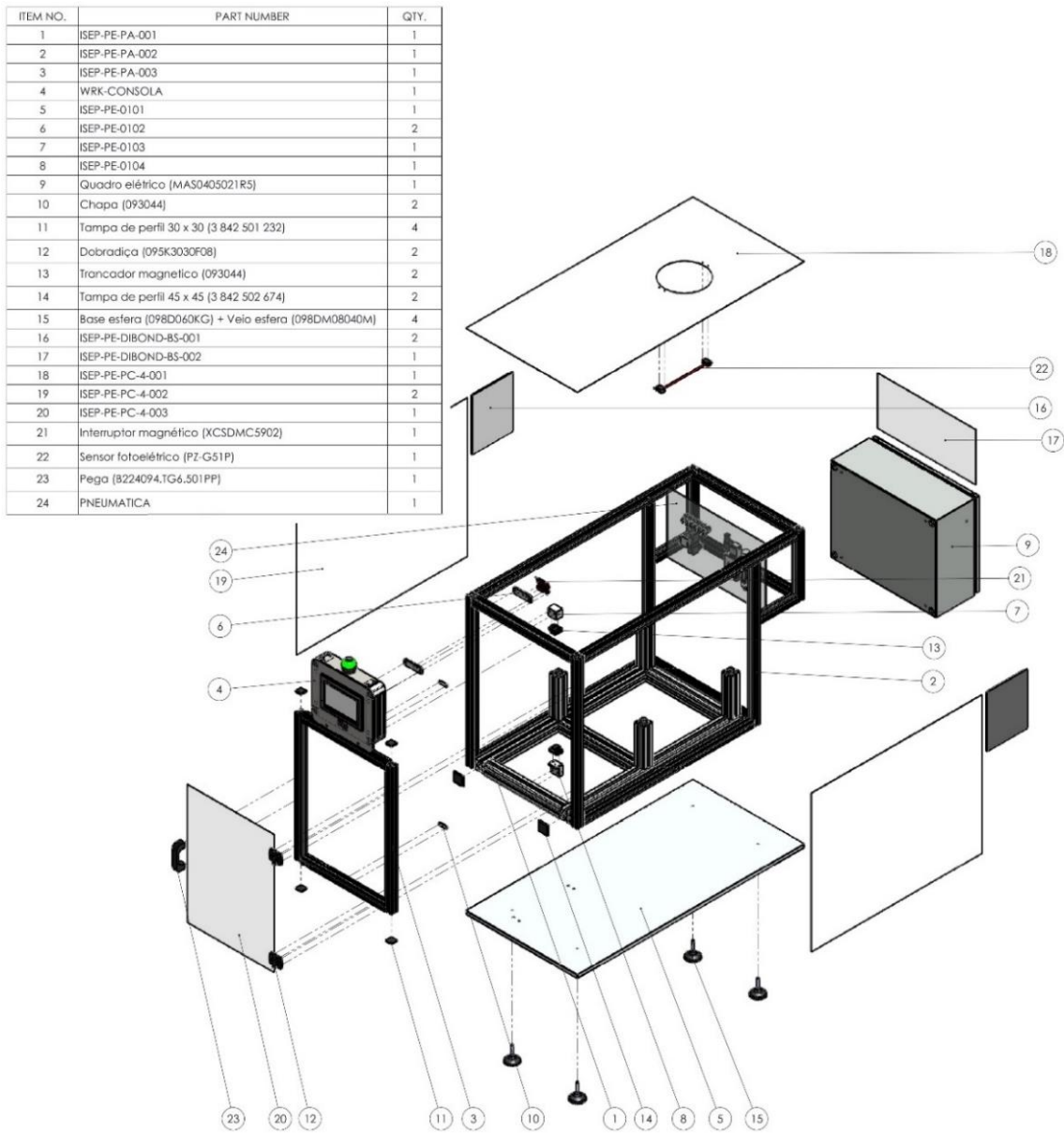


Figura 66 - Desenho de montagem da estrutura/blindagens

Na Figura 67 encontra-se representado o desenho de montagem do controlo/interface pertencente ao subconjunto estrutura/blindagens.

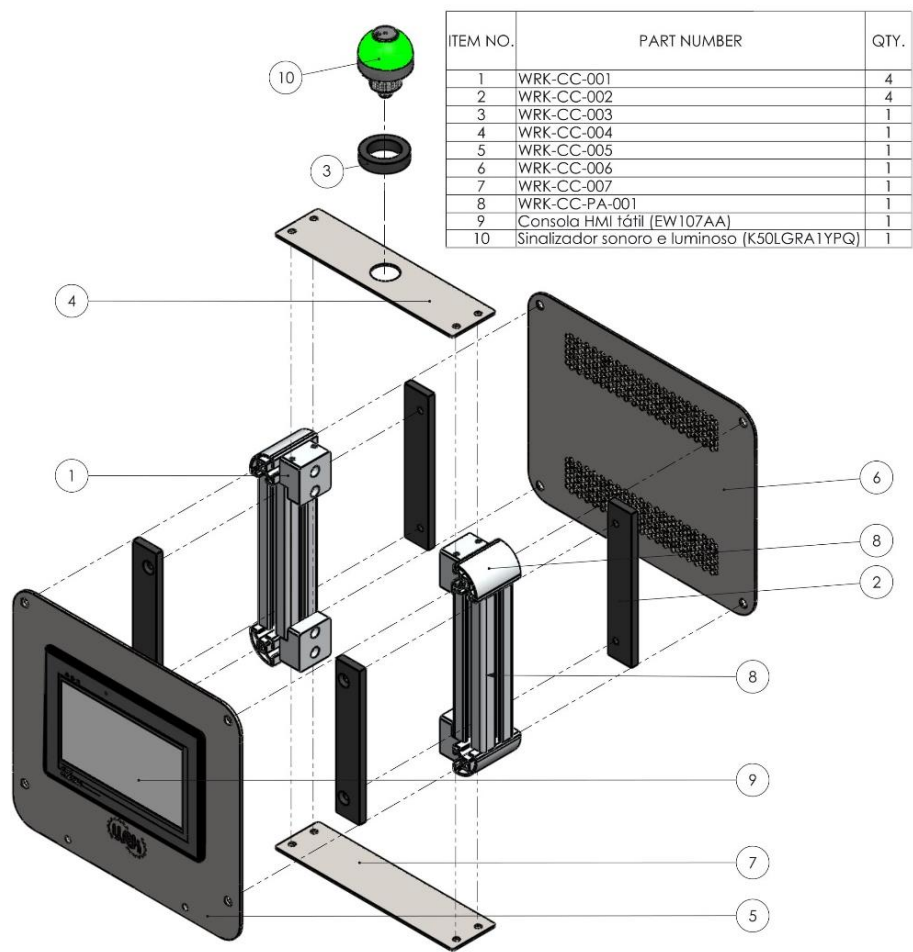


Figura 67 - Desenho de montagem do controlo/interface

Na Figura 68 encontra-se representado o desenho de montagem da plataforma pneumática pertencente ao subconjunto estrutura/blindagens.

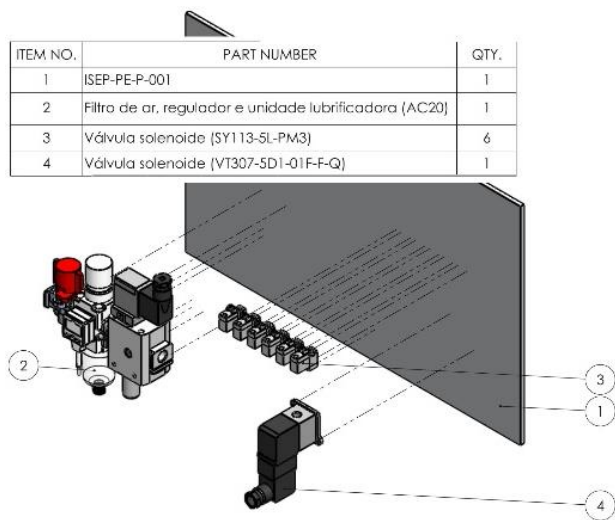


Figura 68 - Desenho de montagem da plataforma pneumática

3.4.4.2 *Tabuleiro de trabalho*

Na Figura 69, Figura 70 (a) e Figura 70 (b) encontra-se ilustrado o tabuleiro de trabalho. O conector é colocado no ninho do tabuleiro de trabalho pelo operador. Posteriormente, o mesmo é detetado através de um sensor fotoelétrico de curto alcance. Por fim, o conector é bloqueado pelos trancadores pneumáticos e dá-se início à inserção dos pinos e vedantes no mesmo.

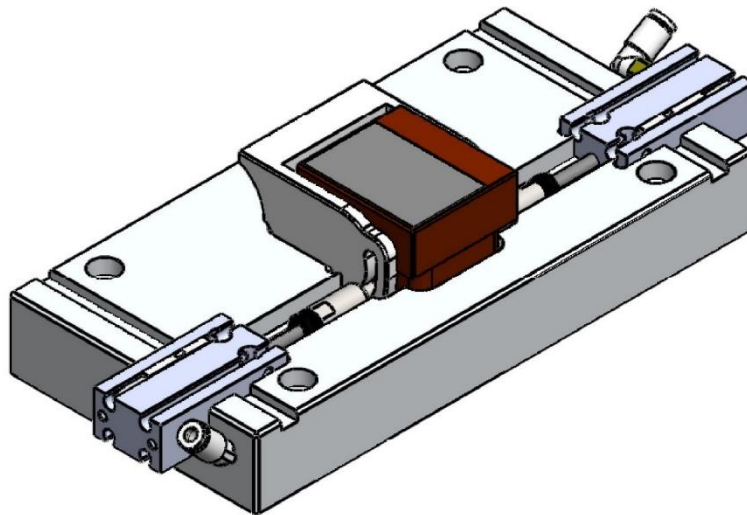


Figura 69 - Perspetiva isométrica do tabuleiro de trabalho

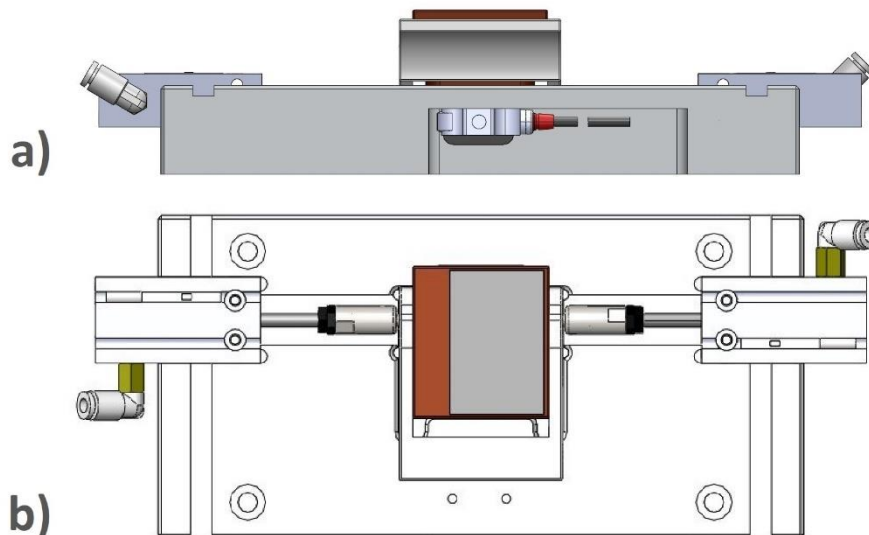


Figura 70 (a) - Perspetiva lateral esquerda do tabuleiro de trabalho; (b) - Perspetiva de topo do tabuleiro de trabalho

3.4.4.2.1 *Disposição geral do tabuleiro de trabalho*

Como se constata na Figura 71, o tabuleiro de trabalho é composto por um ninho que bloqueia o conector numa posição de eixo x e y, mas também por um sensor fotoelétrico

de curto alcance que deteta a presença deste. Para além disso, o tabuleiro é também constituído por trancadores que bloqueiam o conetor, numa posição de eixo z.

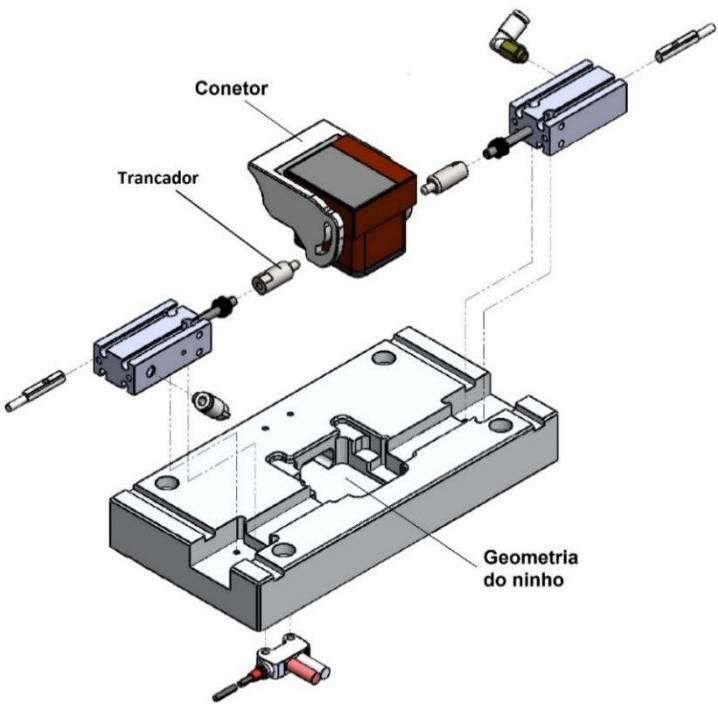


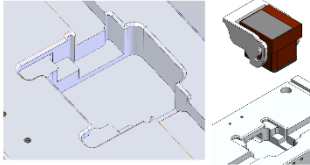
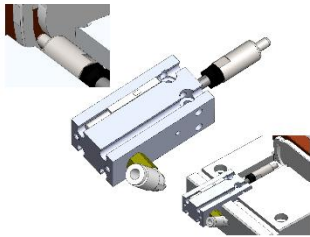
Figura 71 - Disposição geral do tabuleiro de trabalho

3.4.4.2.2 Características principais do tabuleiro de trabalho

De modo a assegurar que o operador consegue colocar o conetor no ninho e garantir o funcionamento correto do tabuleiro de trabalho, de forma automática e sem falhas, foram estudadas as características mais importantes deste subconjunto. As mesmas encontram-se descritas na Tabela 25.

Tabela 25 - Características principais do tabuleiro de trabalho

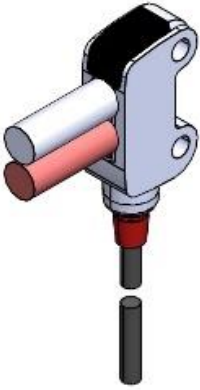
Característica	Ilustração	Justificação
Deteção do conetor		O objetivo principal do equipamento consiste em realizar a inserção de componentes (pinos e vedantes) no conetor. Deste modo, para que este possa ser trabalhado é vital garantir a sua presença no equipamento. Assim sendo é realizada a deteção do conetor no tabuleiro de trabalho através de um sensor fotoelétrico de curto alcance, PR-MB15P3 da KEYENCE.

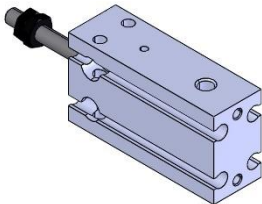
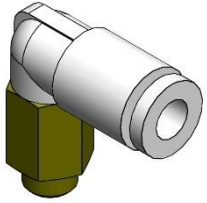
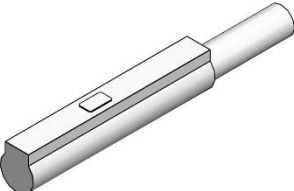
Geometria do ninho		O tabuleiro de trabalho deve ter a capacidade de posicionar a peça nos eixos x e y. Deste modo, os ninhos foram projetados de forma que o conector ficasse com as partes laterais delimitadas e a parte superior livre para a inserção de pinos e vedantes.
Trancadores		Estes trancadores prendem/estabilizam o conector numa posição específica do eixo z, depois do mesmo ter sido colocado, pelo operador, no ninho do tabuleiro de trabalho. O conector permanece trancado até a inserção dos componentes (pinos e vedantes) ser finalizada. Após concluída a inserção, o conector é destrancado e retirado, pelo operador, do ninho do tabuleiro de trabalho.

3.4.4.2.3 Listagem de componentes do tabuleiro de trabalho

O tabuleiro de trabalho é composto por componentes normalizados, entre os quais atuadores pneumáticos e sensores. Na Tabela 26 encontram-se listados os componentes normalizados do tabuleiro de trabalho. As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

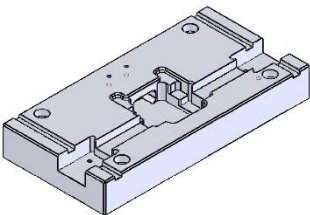
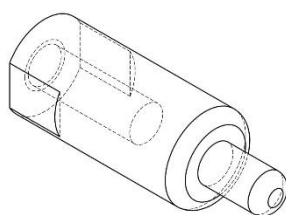
Tabela 26 - Listagem de componentes normalizados do tabuleiro de trabalho

Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
KEYENCE	Sensor fotoelétrico	1		Referência: PR-MB15P3

SMC	Cilindro de uma haste e ação simples	2		Referência: CU10-10S
SMC	Conetor angular	2		Referência: KQ2L04-M5A
SMC	Detetor magnético	2		Referência: D-M9PL

Na Tabela 27 apresentam-se as peças a ser produzidas, isto é, os componentes não normalizados do tabuleiro de trabalho. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 27 - Listagem de componentes não normalizados do tabuleiro de trabalho

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0201	1		Tabuleiro de trabalho com um ninho, onde é alojado o conetor. O conetor é posicionado no ninho, o que garante o posicionamento do mesmo nos eixos x e y. Este tabuleiro também apresenta cavidades para os trancadores e respectivos cilindros.
ISEP-PE-0202	2		Estes trancadores encontram-se aparafusados aos cilindros. Os mesmos prendem/estabilizam o conetor depois do mesmo ter sido colocado, pelo operador, no ninho do tabuleiro de trabalho.

3.4.4.2.4 Montagem do tabuleiro de trabalho

Na Figura 72 encontra-se representado o desenho de montagem do tabuleiro de trabalho.

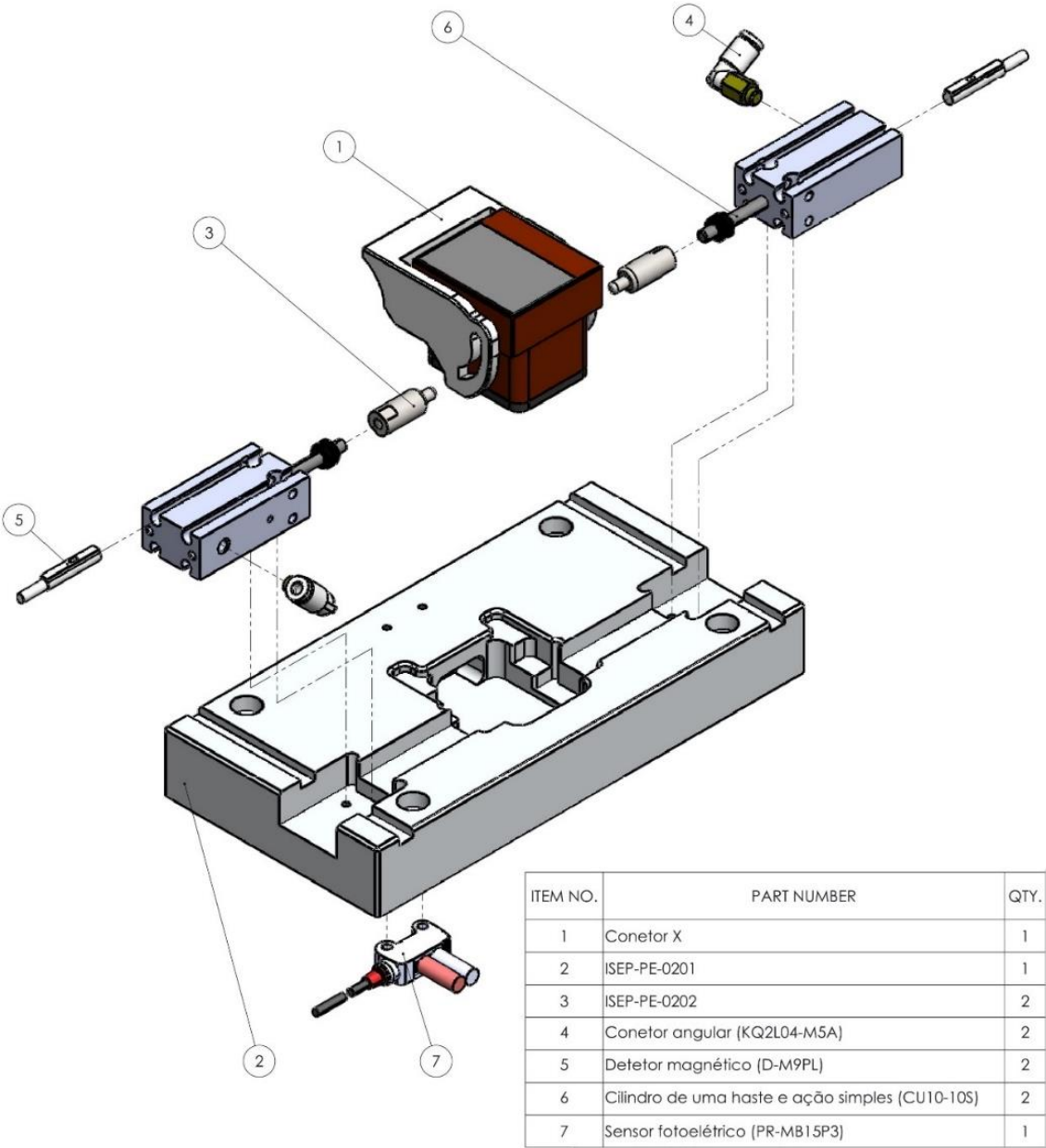


Figura 72 - Desenho de montagem do tabuleiro de trabalho

3.4.4.3 Insensor

Na Figura 73 (a), Figura 73 (b) e Figura 73 (c) encontra-se ilustrado o insensor.

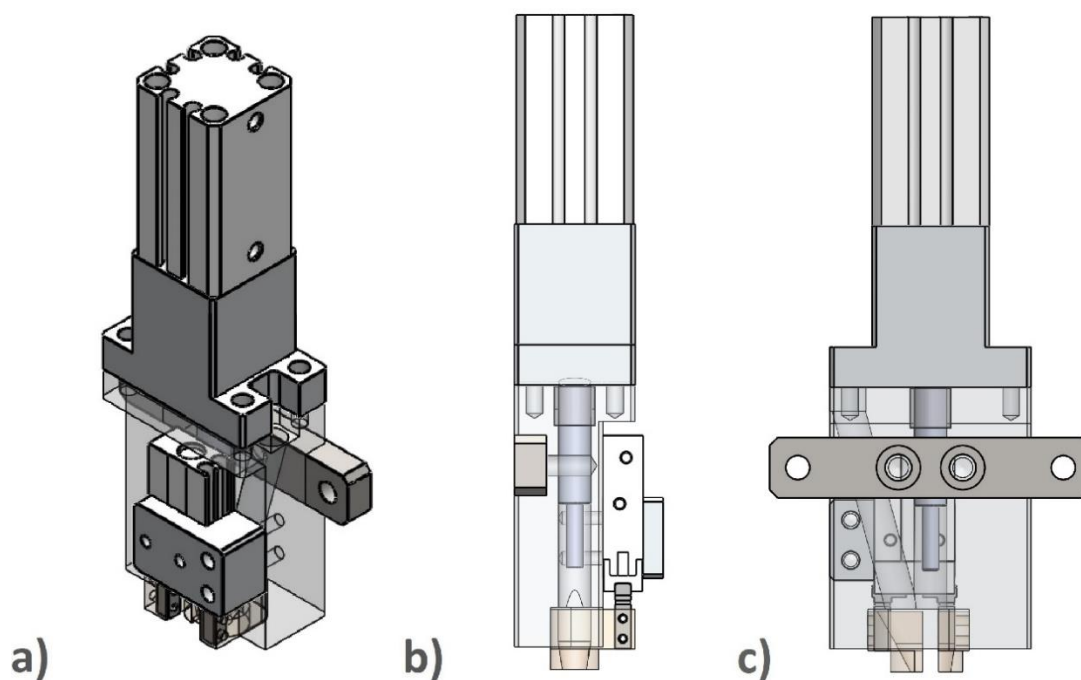


Figura 73 (a) - Perspectiva isométrica do insersor; (b) - Perspectiva lateral direita do insersor; (c) - Perspectiva frontal do insersor

Na Tabela 28 apresentam-se as diferentes etapas de funcionamento do insersor.

Tabela 28 - Etapas de funcionamento do insersor

1ª etapa de funcionamento do insersor (Figura 74)

O insersor recebe o componente (pino ou vedante) proveniente do sopro, localizado no sistema de alimentação.

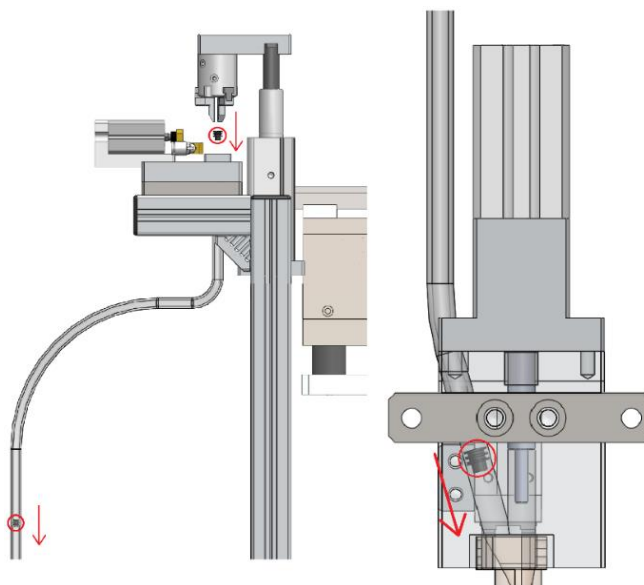


Figura 74 - 1ª etapa de funcionamento do insersor

2ª etapa de funcionamento do insersor (Figura 75)

O equipamento coloca o insersor sobre o ponto de inserção.

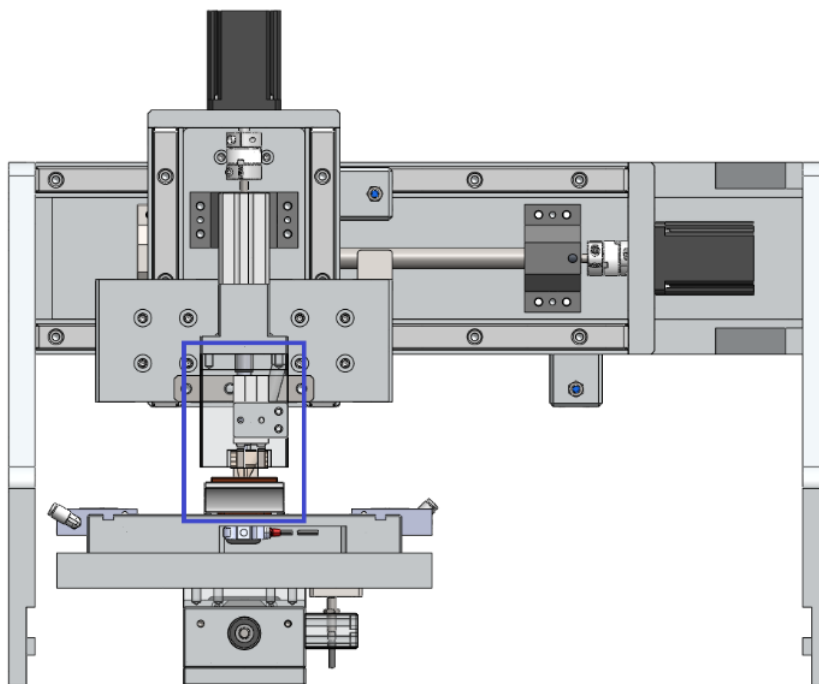


Figura 75 - 2ª etapa de funcionamento do insersor

3ª etapa de funcionamento do insersor (Figura 76)

A garra abre e o componente (pino ou vedante) desce para a área de inserção (face superior) do conetor.

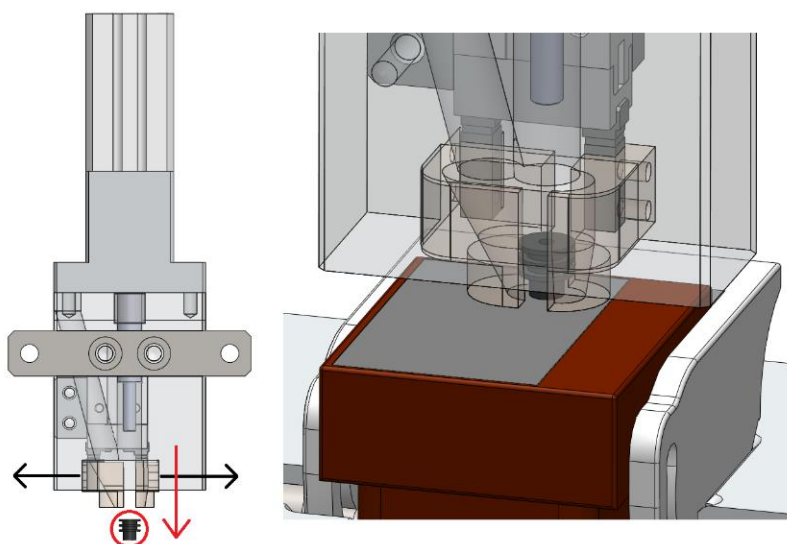


Figura 76 - 3ª etapa de funcionamento do insersor

4ª etapa de funcionamento do insersor (Figura 77)

Assim que o componente (pino ou vedante) desce, o cilindro de inserção avança exercendo uma força vertical sobre o mesmo. Deste modo, este é inserido no conetor.

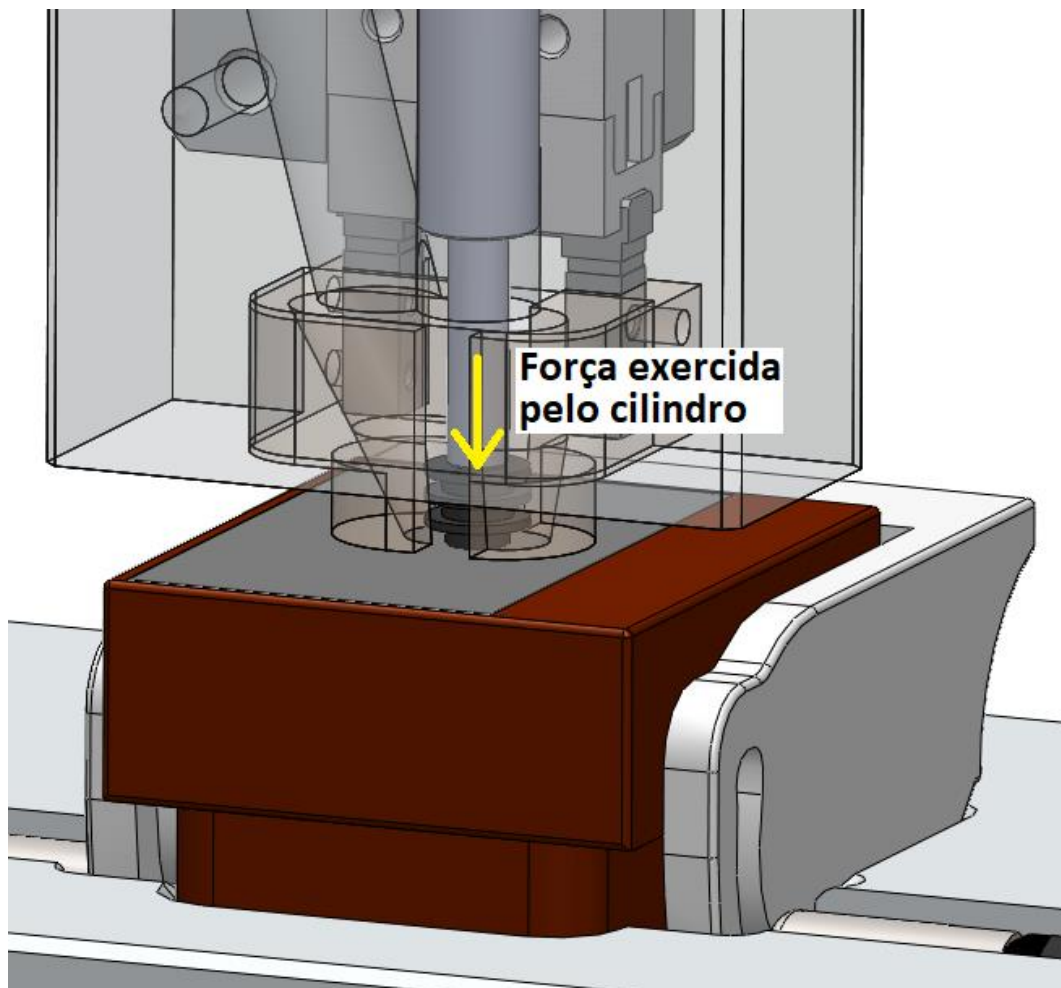


Figura 77 - 4ª etapa de funcionamento do insersor

3.4.4.3.1 Disposição geral do insersor

Como se constata na Figura 78, o insersor é composto por um sistema de guiamento e posicionamento, e um de inserção. O sistema de guiamento e posicionamento consta em receber os componentes provenientes do sopro localizado no sistema de alimentação. Para além disso, este compreende no seu funcionamento os movimentos associados à abertura e fecho da garra com 2 dedos. Já o sistema de inserção consiste num cilindro que exerce uma força vertical sobre os componentes (pinos ou vedantes), inserindo-os no conetor.

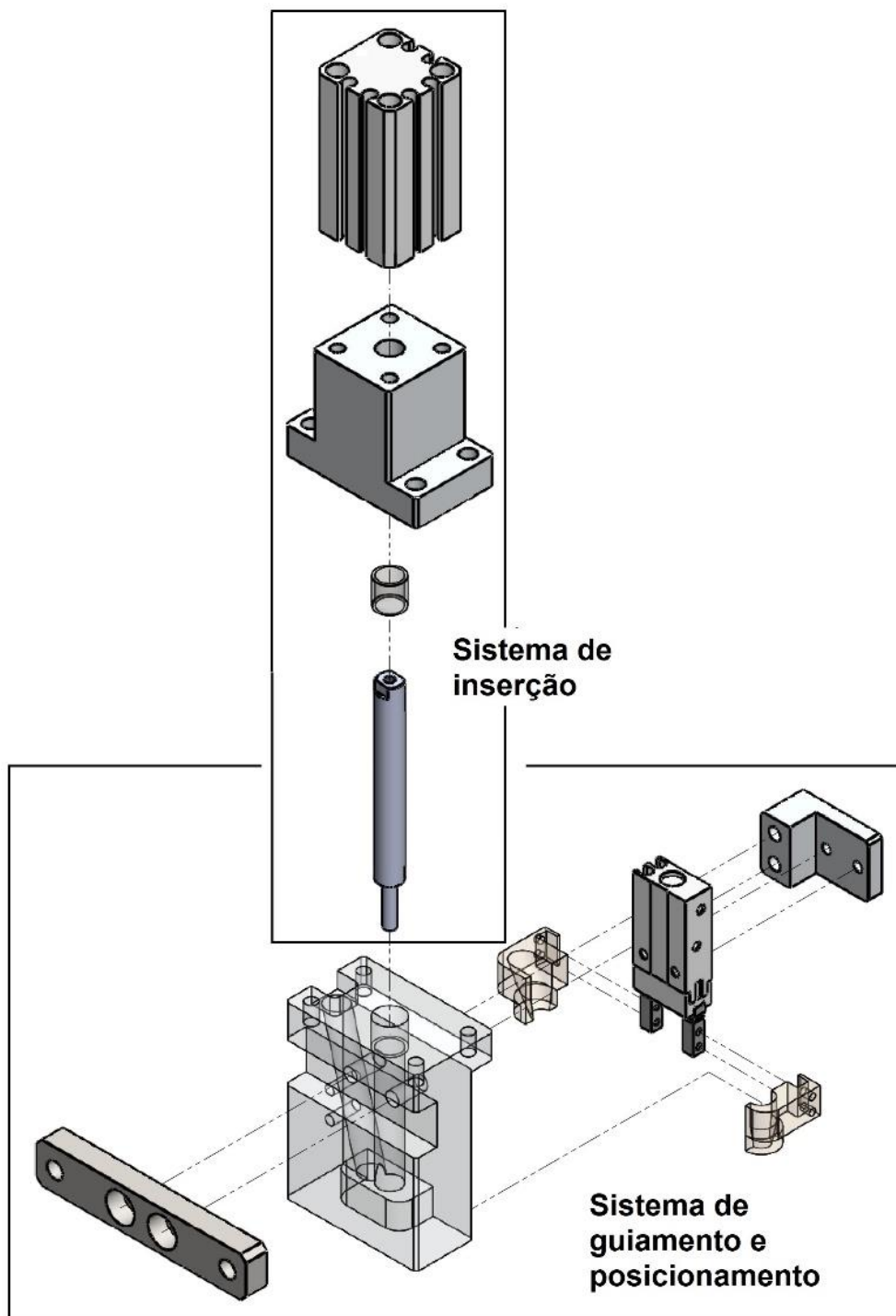
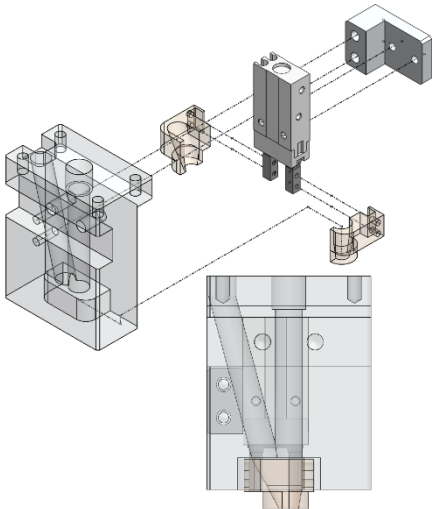
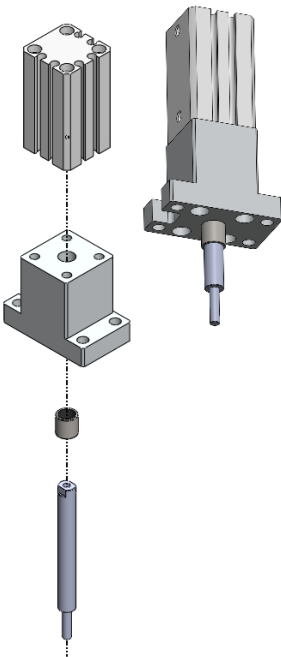


Figura 78 - Disposição geral do insersor

3.4.4.3.2 Características principais do insersor

Para assegurar uma inserção contínua de componentes, de forma automática e sem falhas, foram estudadas as características mais importantes do insersor. As mesmas encontram-se na Tabela 29.

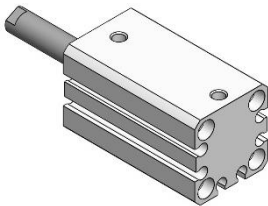
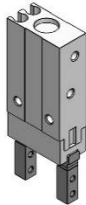
Tabela 29 - Características principais do insensor

Característica	Ilustração	Justificação
Sistema de guiamento e posicionamento		Neste sistema, o componente (pino ou vedante) percorre o tubo diagonal por ação do sopro. Estes componentes são conduzidos até às peças de posicionamento que se encontram neste momento unidas/fechadas por efeito da ação de uma garra com 2 dedos. Por fim, esta garra abre, o que possibilita a passagem do componente para a área de inserção (face superior) do conector.
Sistema de inserção		Neste sistema, o cilindro de inserção avança e exerce uma força vertical sobre o componente (pino ou vedante), deslocando-o até à cota correta do eixo z, ou seja, até à cota do eixo z onde se situa o conector. Por ação desta força, o componente é inserido no conector.

3.4.4.3.3 Listagem de componentes do insensor

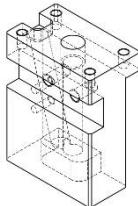
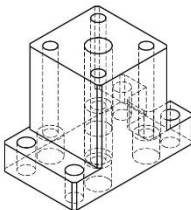
O insensor é composto por componentes normalizados, entre os quais um atuador pneumático e ligações estruturais. Na Tabela 30 encontram-se listados os componentes normalizados do insensor. As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

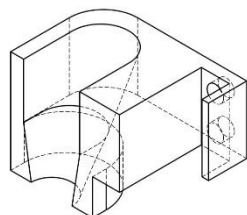
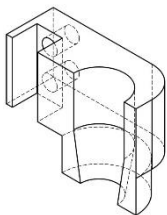
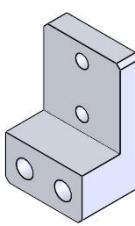
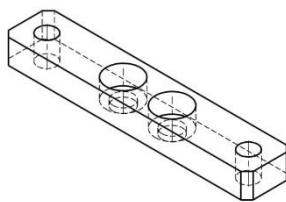
Tabela 30 - Listagem de componentes normalizados do insersor

Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
LANEMA	Casquilho metálico	1		Referência: PAP 0810 P10
SMC	Atuador pneumático	1		Referência: CDQSB16-30DC
SMC	Garra com 2 dedos	1		Referência: MHZ2-6D

Na Tabela 31 apresentam-se as peças a produzir, isto é, os componentes não normalizados do insersor. Os desenhos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 31 - Listagem de componentes não normalizados do insersor

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0301	1		Peça responsável pelo guiamento do componente (pino ou vedante) pelo tubo diagonal. Através do tubo central, o cilindro de inserção avança e exerce uma força vertical sobre o componente.
ISEP-PE-0302	1		Esta peça liga o atuador pneumático à peça ISEP-PE-0301 e permite a passagem do cilindro de inserção pelo seu centro.

ISEP-PE-0303	1		Cilindro que exerce uma força vertical sobre o componente (pino ou vedante) e possibilita a sua inserção no conetor.
ISEP-PE-0304	1		Peças de posicionamento do componente (pino ou vedante), depois deste ter percorrido o tubo diagonal da peça ISEP-PE-0301. Estas peças de posicionamento unem-se/fecham-se para posicionar o componente e separam-se/abrem-se para possibilitar a passagem do mesmo. Estes movimentos são realizados por meio da ação de uma garra.
ISEP-PE-0305	1		
ISEP-PE-0306	1		Esta peça liga a garra à peça ISEP-PE-0301.
ISEP-PE-0307	1		Esta peça liga a peça ISEP-PE-0301 ao mecanismo de coordenadas (eixo z).

3.4.4.3.4 Montagem do insensor

Na Figura 79 encontra-se representado o desenho de montagem do insensor.

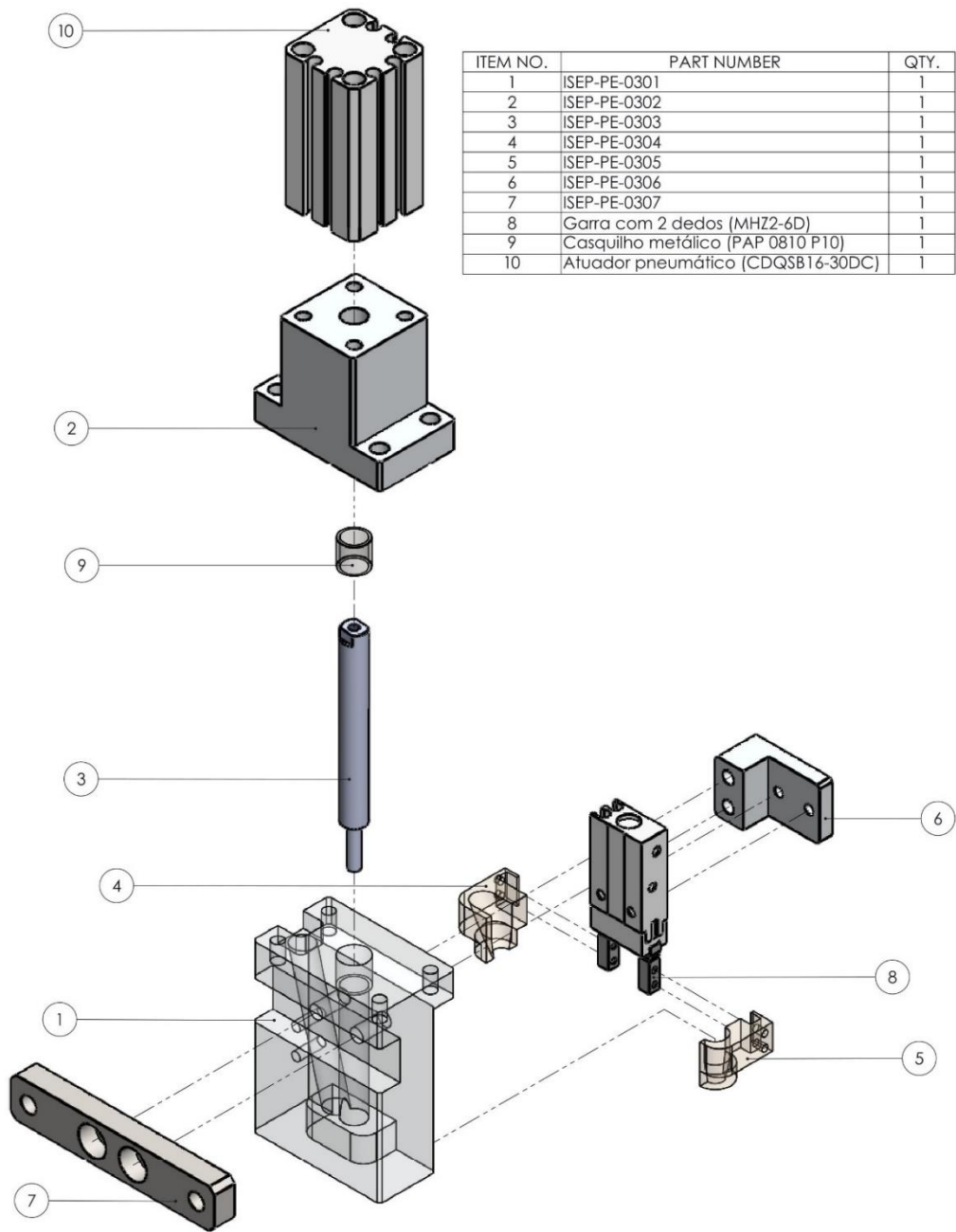


Figura 79 - Desenho de montagem do insensor

3.4.4.4 Mecanismo de coordenadas

O mecanismo de coordenadas, através de acionamentos elétricos e movimentos devidamente guiados, posicionam o insensor nos pontos de inserção dos componentes (pinos e vedantes).

3.4.4.4.1 Mecanismo de coordenadas (eixo x)

Na Figura 80, Figura 81, Figura 82 (a) e Figura 82 (b) encontra-se ilustrado o mecanismo de coordenadas (eixo x). O tabuleiro de trabalho, e consequentemente o conetor, movimenta-se sobre o mecanismo de coordenadas (eixo x). Este sistema, através de acionamento elétrico e guiamento realizado por veios de precisão e rolamentos lineares, avança e recua o tabuleiro de trabalho (com o conetor). O avanço para a zona de trabalho é realizado quando o conetor é bloqueado pelos trancadores do tabuleiro.

O mecanismo de coordenadas (eixo x) posiciona o tabuleiro na mesma posição x que o insensor. Como este subconjunto é fixo ao equipamento, a posição y do mesmo e consequentemente do tabuleiro de trabalho (com o conetor) mantém-se. A posição y só mudará caso a máquina sofra alterações no futuro.

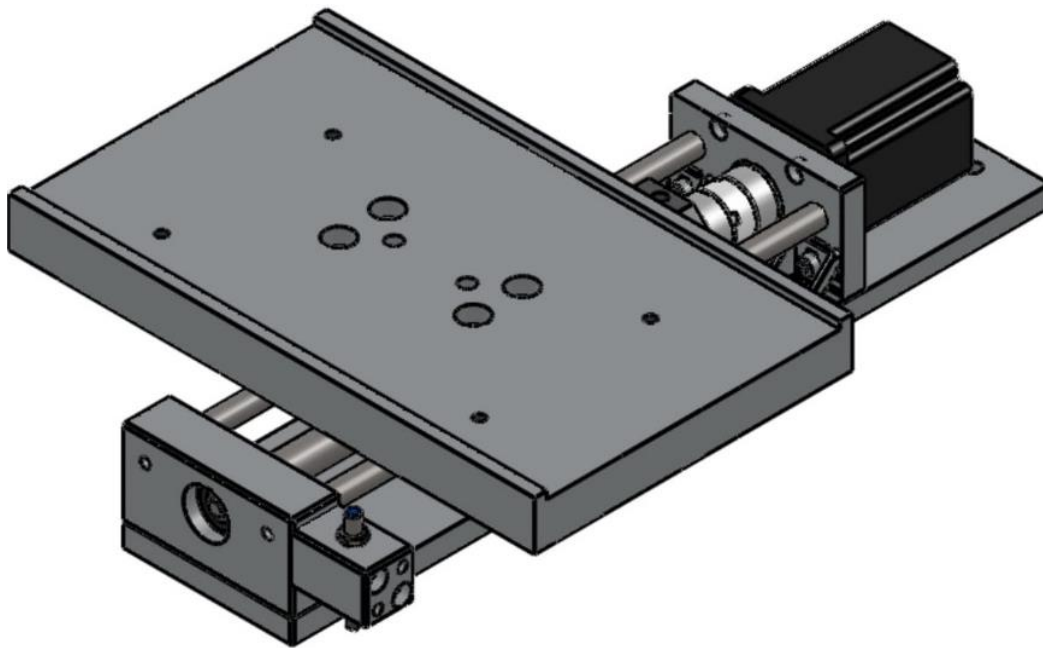


Figura 80 - Perspectiva isométrica do mecanismo de coordenadas (eixo x)

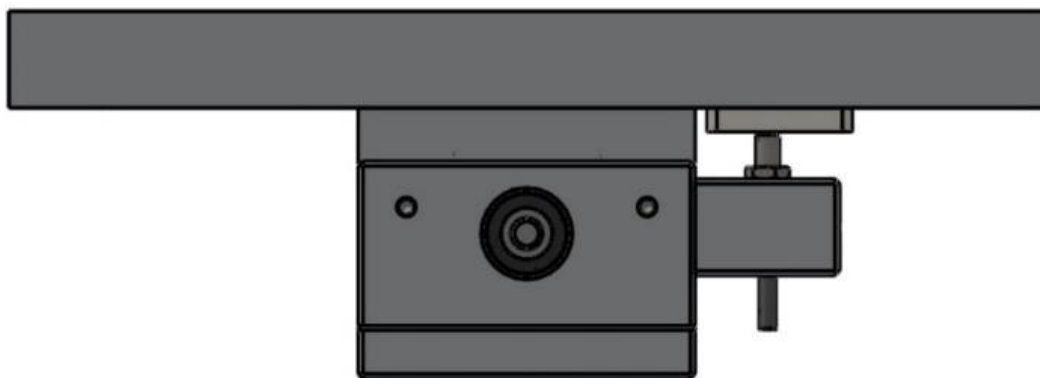


Figura 81 - Perspectiva frontal do mecanismo de coordenadas (eixo x)

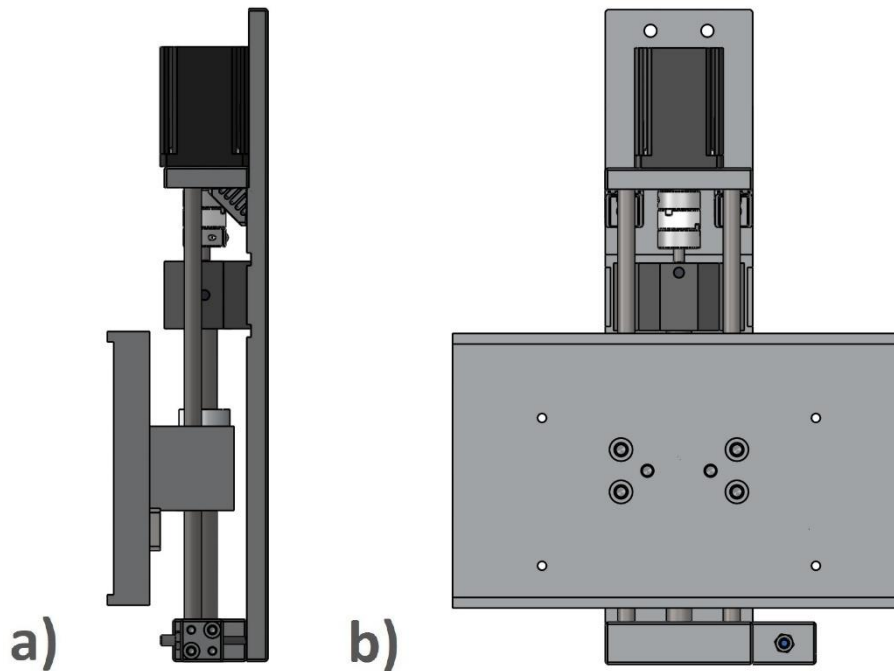


Figura 82 - (a) - Perspetiva lateral direita do mecanismo de coordenadas (eixo x); (b) - Perspetiva de topo do mecanismo de coordenadas (eixo x)

O mecanismo de coordenadas (eixo x) conta com um sistema de fuso, de 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento, representado na Figura 83 e Figura 84.

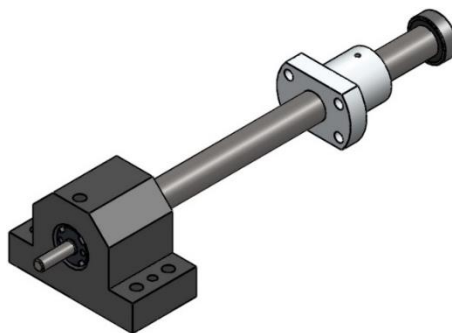


Figura 83 - Perspetiva isométrica do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento



Figura 84 - Perspetiva de topo do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento

3.4.4.4.1 Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo x)

Como se constata na Figura 85, o mecanismo de coordenadas (eixo x) é composto por um suporte para o tabuleiro de trabalho, um fuso com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento, e veios de precisão e rolamentos lineares responsáveis pelo guiamento de todo o subconjunto.

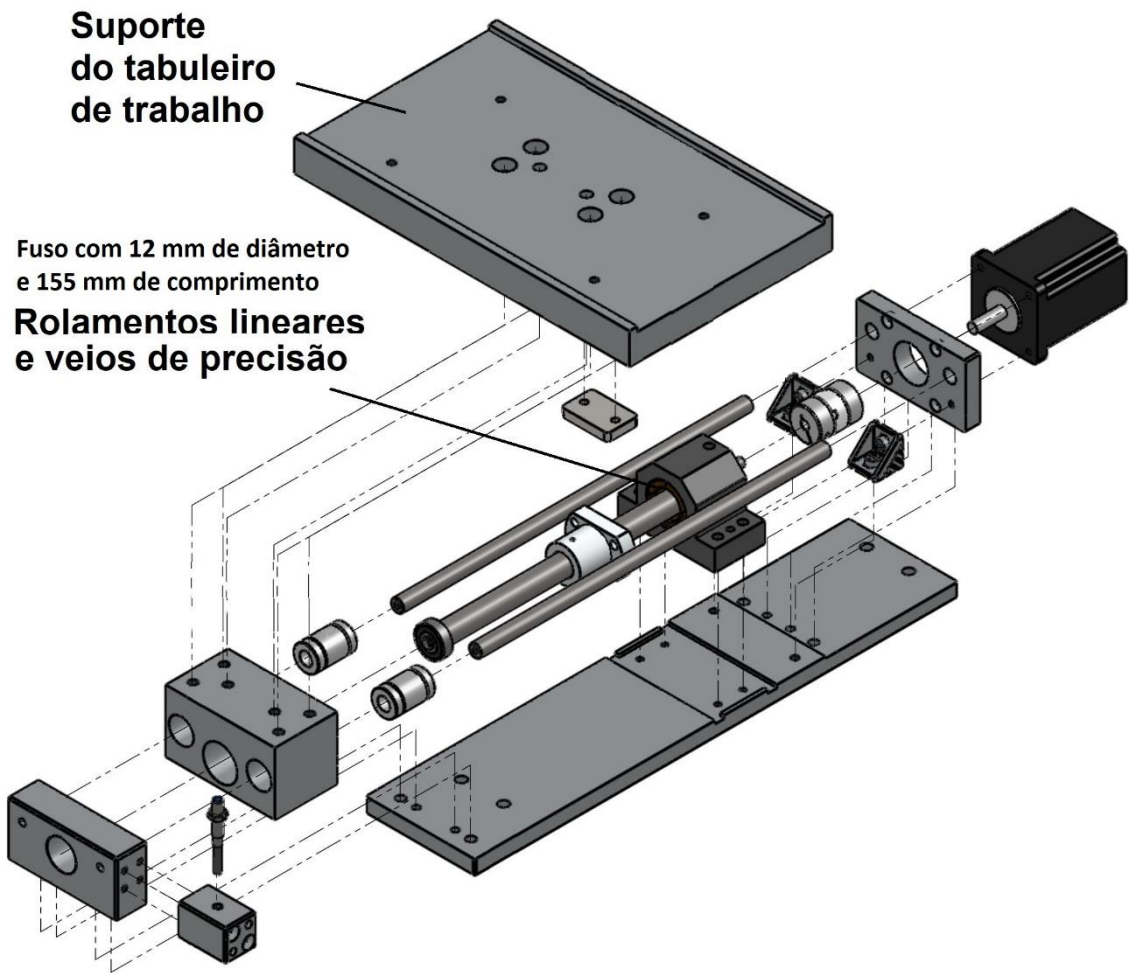


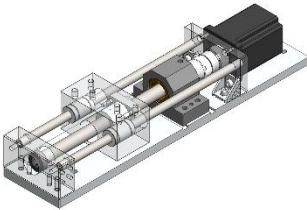
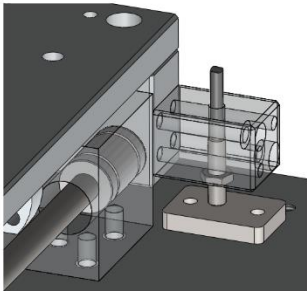
Figura 85 - Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo x)

3.4.4.4.1.2 Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo x)

Para assegurar o guiamento de todo o subconjunto, de forma automática e sem falhas, foram estudadas as características mais importante do mecanismo de coordenadas (eixo x), conforme apresentado na Tabela 32.

Tabela 32 - Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo x)

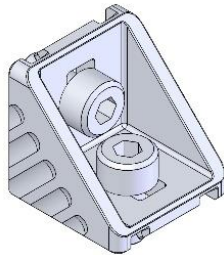
Característica	Ilustração	Justificação
Acionamento elétrico		Para colocar em prática um movimento linear do subconjunto foi aplicado um motor elétrico.

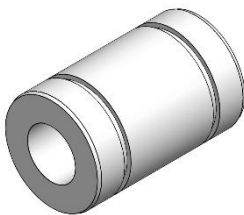
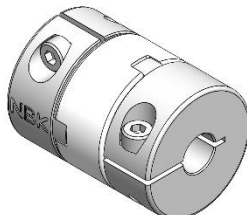
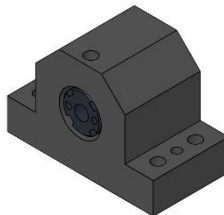
Movimento horizontal		
Rolamentos lineares e veios de precisão		Associado ao movimento linear existe um guiamento de todo o subconjunto realizado por veios de precisão e rolamentos lineares.
Sensor “home” - posição de feixe elétrico		A posição deste sensor representa o limite inicial do curso do subconjunto. Por outras palavras, o subconjunto não se movimenta para além desta posição, pois é nesta posição que o seu movimento começa.

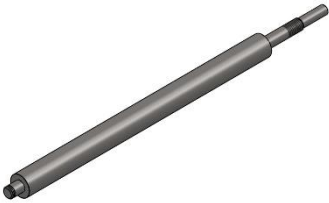
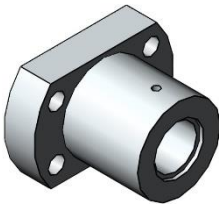
3.4.4.4.1.3 Listagem de componentes do mecanismo de coordenadas (eixo x)

O mecanismo de coordenadas (eixo x) é composto por componentes normalizados, entre os quais ligações estruturais, um sensor, um motor e elementos do fuso. Na Tabela 33 encontram-se listados os componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo x). As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

Tabela 33 - Listagem de componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo x)

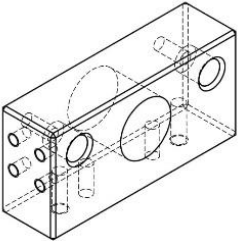
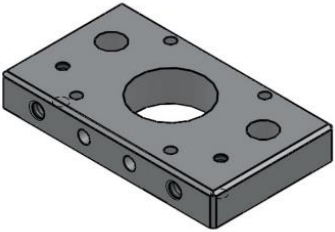
Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
BOSCH REXROTH	Canto	2		Dimensões: 20 × 20 mm ² Referência: 3 842 523 511

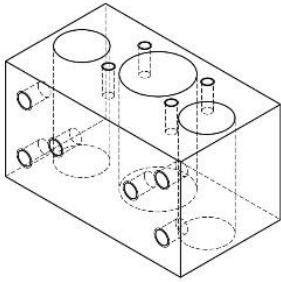
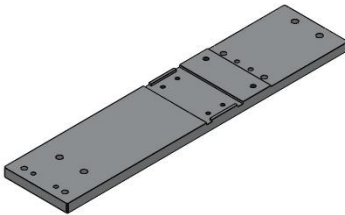
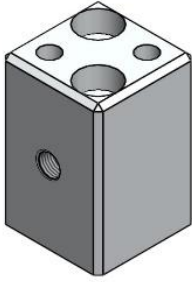
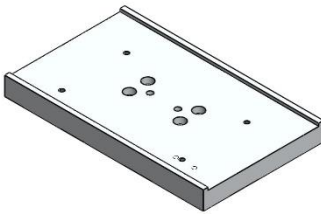
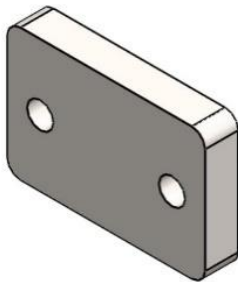
BOSCH REXROTH	Rolamento linear	2		Referência: R0602 308 10
BOSCH REXROTH	Veio	2		Dimensões: Comprimento - 225 mm Referência: R1000 008 00
CONTRINEX	Sensor indutivo	1		Referência: DW-AD-624-M5
NBK	Acoplamento	1		Referência: MOR-20C-5-6
SANYO DENKI	Motor	1		Referência: PBM423FXE50
Componentes normalizados do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento				
BOSCH REXROTH	Chumaceira	1		Referência: R1591 106 20

BOSCH REXROTH	Fuso	1		Dimensões: Comprimento - 155 mm Referência: R1531 469 10
BOSCH REXROTH	Porca	1		Referência: R1532 460 06
BOSCH REXROTH	Rolamento de esferas	1		Referência: 626-2Z

Na Tabela 34 apresentam-se as peças a produzir, isto é, os componentes não normalizados, do mecanismo de coordenadas (eixo x) bem como do sistema que lhe pertence, ou seja, do sistema de fuso. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 34 - Listagem de componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo x)

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0401	1		Peças de suporte do sistema de fuso e do motor, respetivamente.
ISEP-PE-0404	1		

ISEP-PE-0402	1		Este bloco suporta o tabuleiro de trabalho e é guiado pelo sistema de fuso, e pelos rolamentos lineares e veios de precisão.
ISEP-PE-0403	1		Base de fixação do mecanismo de coordenadas (eixo x) à peça que preenche a parte inferior do equipamento.
ISEP-PE-0405	1		Suporte do detetor de posição "home".
ISEP-PE-0406	1		Suporte do tabuleiro de trabalho.
ISEP-PE-0407	1		Marca de posição "home" do motor.

3.4.4.4.1.4 Montagem do mecanismo de coordenadas (eixo x)

Na Figura 86 encontra-se representado o desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo x).

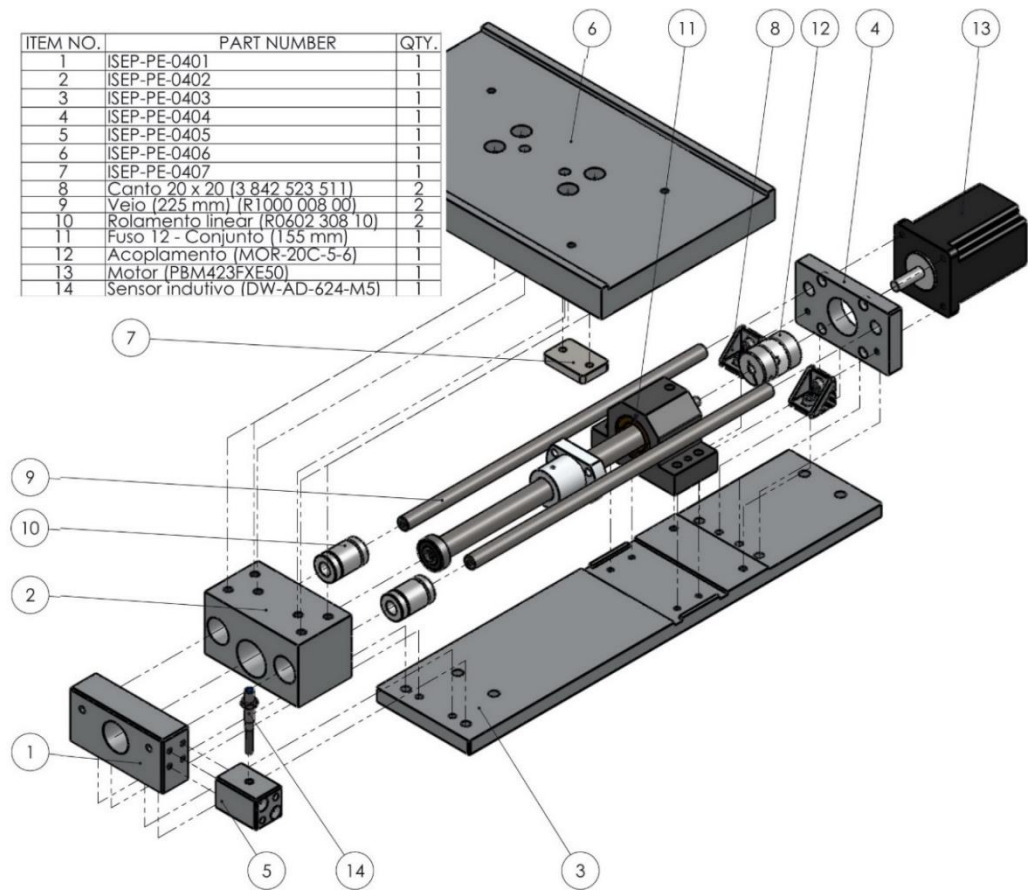


Figura 86 - Desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo x)

Na Figura 87 encontra-se representado o desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento, pertencente ao subconjunto mecanismo de coordenadas (eixo x).

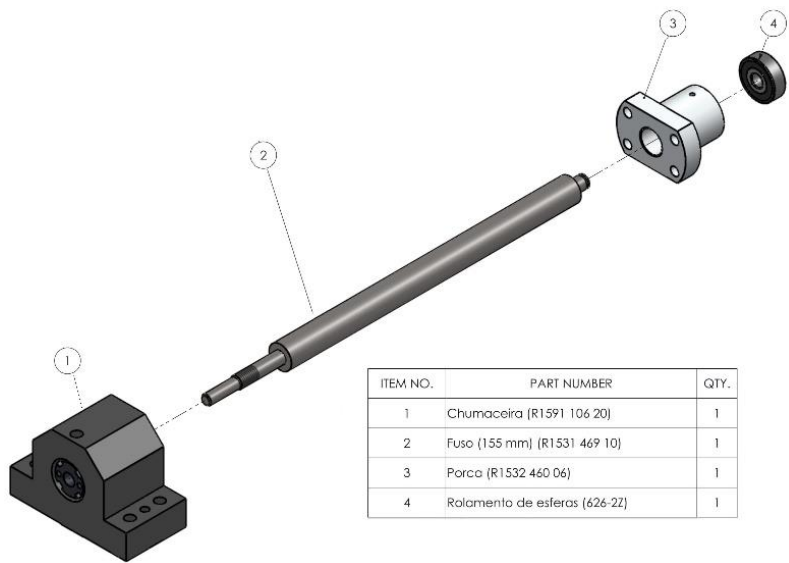


Figura 87 - Desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 155 mm de comprimento

3.4.4.2 Mecanismo de coordenadas (eixo y)

Na Figura 88, Figura 89 (a) e Figura 89 (b) encontra-se ilustrado o mecanismo de coordenadas (eixo y). Como já referido atrás, o mecanismo de coordenadas (eixo x) (tabuleiro de trabalho, e consequentemente o conetor) está fixo no equipamento. Deste modo, a sua posição y nunca mudará. Com isto, o mecanismo de coordenadas (eixo y) permanecerá na mesma posição, exceto se no futuro o equipamento sofrer alterações. O mecanismo de coordenadas (eixo y) é acionado eletricamente, e guiado por guias e patins.

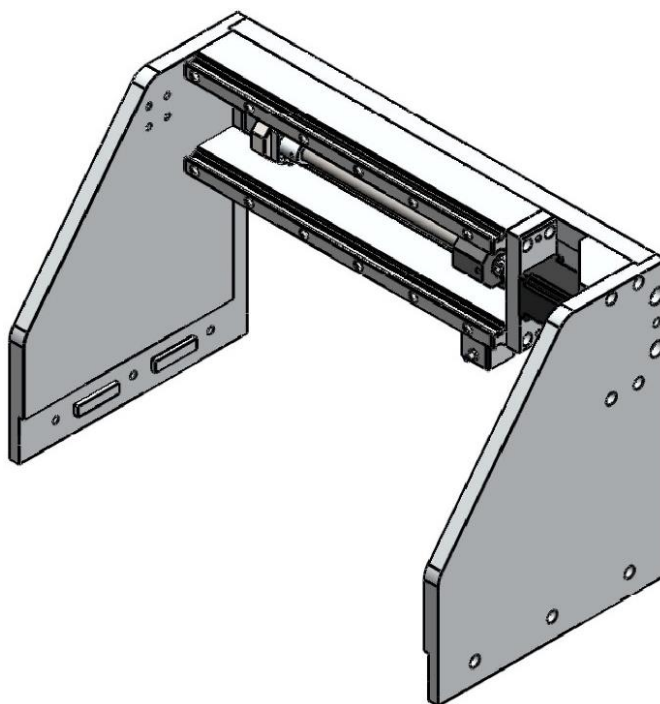


Figura 88 - Perspetiva isométrica do mecanismo de coordenadas (eixo y)

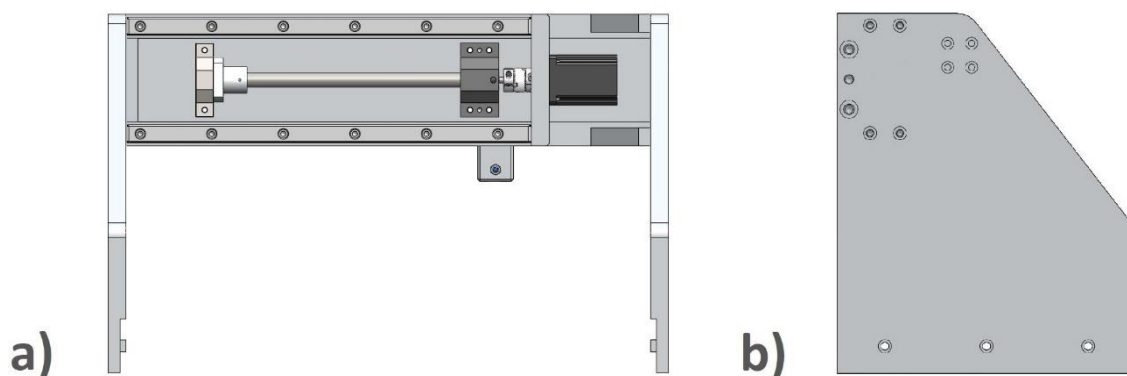


Figura 89 - (a) - Perspetiva frontal do mecanismo de coordenadas (eixo y); (b) - Perspetiva lateral esquerda do mecanismo de coordenadas (eixo y)

O mecanismo de coordenadas (eixo y) conta com um sistema de fuso, de 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento. Este encontra-se representado na Figura 90 e Figura 91.

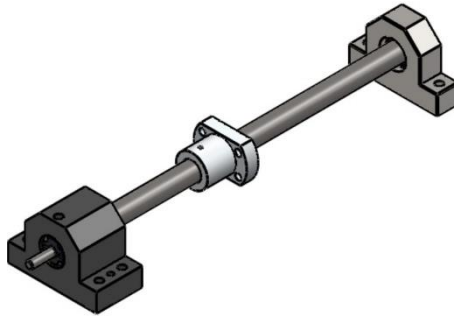


Figura 90 - Perspetiva isométrica do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento

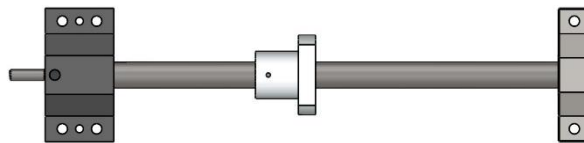


Figura 91 - Perspetiva de topo do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento

3.4.4.4.2.1 Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo y)

Como se constata na Figura 92, o mecanismo de coordenadas (eixo y) é composto por um fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento, e por patins e *rails* responsáveis pelo guiamento de todo o subconjunto.

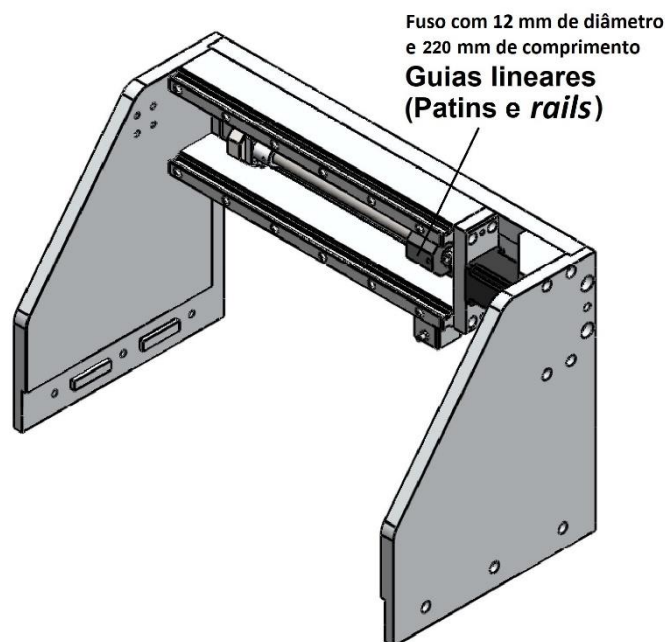
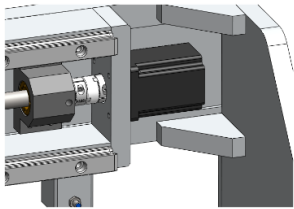
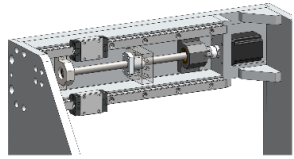
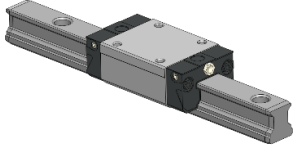
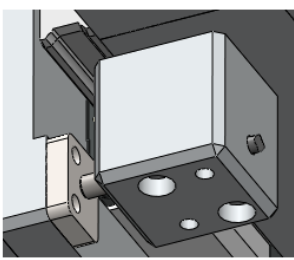


Figura 92 - Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo y)

3.4.4.4.2.2 Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo y)

Para assegurar o guiamento de todo o subconjunto, de forma automática e sem falhas, foram estudadas as características mais importante do mecanismo de coordenadas (eixo y), descritas na Tabela 35.

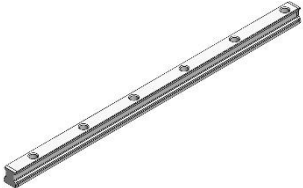
Tabela 35 - Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo y)

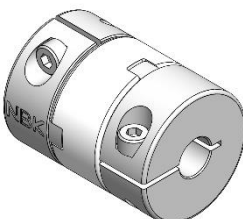
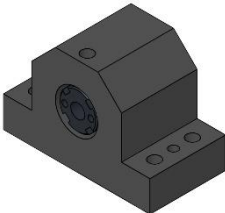
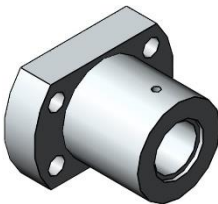
Característica	Ilustração	Justificação
Acionamento elétrico		Para colocar em prática um movimento linear do subconjunto foi aplicado um motor elétrico.
Movimento horizontal		Associado ao movimento linear existe um guiamento de todo o subconjunto realizado por patins e rails.
Guias lineares (patins e rails)		
Sensor "home" - posição de feixe elétrico		A posição deste sensor representa o limite inicial do curso do subconjunto. Por outras palavras, o subconjunto não se movimenta para além desta posição, pois é nesta posição que o seu movimento começa.

3.4.4.4.2.3 Listagem de componentes do mecanismo de coordenadas (eixo y)

O mecanismo de coordenadas (eixo y) é composto por componentes normalizados, entre os quais ligações estruturais, um sensor, um motor e elementos do fuso. Na Tabela 36 encontram-se listados os componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo y). As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

Tabela 36 - Listagem de componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo y)

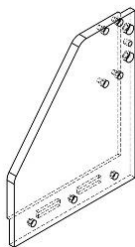
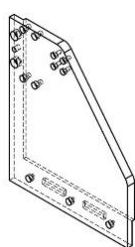
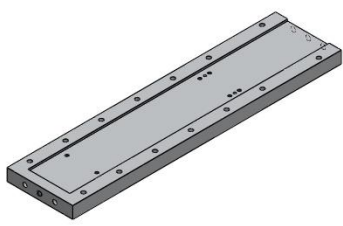
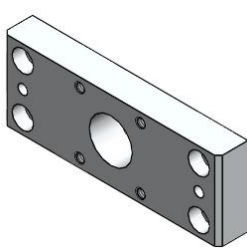
Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
BOSCH REXROTH	Guia linear	2		Dimensões: Comprimento - 340 mm Referência: R1605 104 31

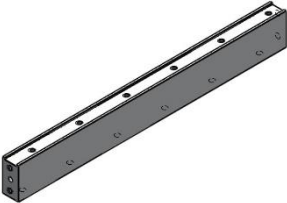
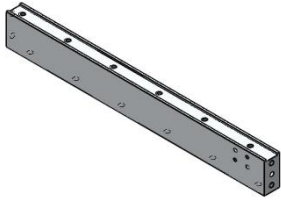
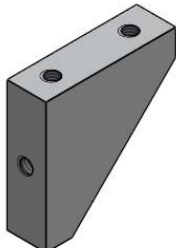
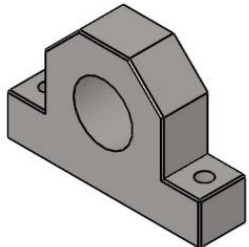
CONTRINEX	Sensor indutivo	1		Referência: DW-AD-624-M5
NBK	Acoplamento	1		Referência: MOR-20C-5-6
SANYO DENKI	Motor	1		Referência: PBM423FXE50
Componentes normalizados do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento				
BOSCH REXROTH	Chumaceira	1		Referência: R1591 106 20
BOSCH REXROTH	Fuso	1		Dimensões: Comprimento - 220 mm Referência: R1531 469 10
BOSCH REXROTH	Porca	1		Referência: R1532 460 06

SCHAEFFLER	Rolamento de esferas	1		Referência: 626-2Z
-------------------	----------------------	---	---	------------------------------

Na Tabela 37 apresentam-se as peças a produzir, isto é, os componentes não normalizados, do mecanismo de coordenadas (eixo y) bem como do sistema que lhe pertence, ou seja, do sistema de fuso. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 37 - Listagem de componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo y)

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0501	1		As estruturas apresentadas dão forma ao equipamento e conferem rigidez ao mesmo. Estas estão ligadas ao mecanismo de coordenadas (eixo y) e de visão artificial. Deste modo, as mesmas suportam estes dois sistemas e, consequentemente, o mecanismo de coordenadas (eixo z) e o insensor.
ISEP-PE-0502	1		
ISEP-PE-0503	1		Base de fixação dos componentes principais do mecanismo de coordenadas (eixo y).
ISEP-PE-0504	1		Peça de suporte do sistema de fuso e do motor, respetivamente.

ISEP-PE-0505	1		Suporte do detetor de posição "home".
ISEP-PE-0506	1		Conexão das guias lineares ao perfil de alumínio.
ISEP-PE-0507	1		
ISEP-PE-0508	2		Esta peça liga a peça ISEP-PE-0501 à base de fixação dos componentes principais do mecanismo de coordenadas (eixo y).
Componentes não normalizados do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento			
Apoio móvel com diâmetro de 12 mm	1		Peça de suporte do conjunto do fuso.

3.4.4.4.2.4 Montagem do mecanismo de coordenadas (eixo y)

Na Figura 93 encontra-se representado o desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo y).

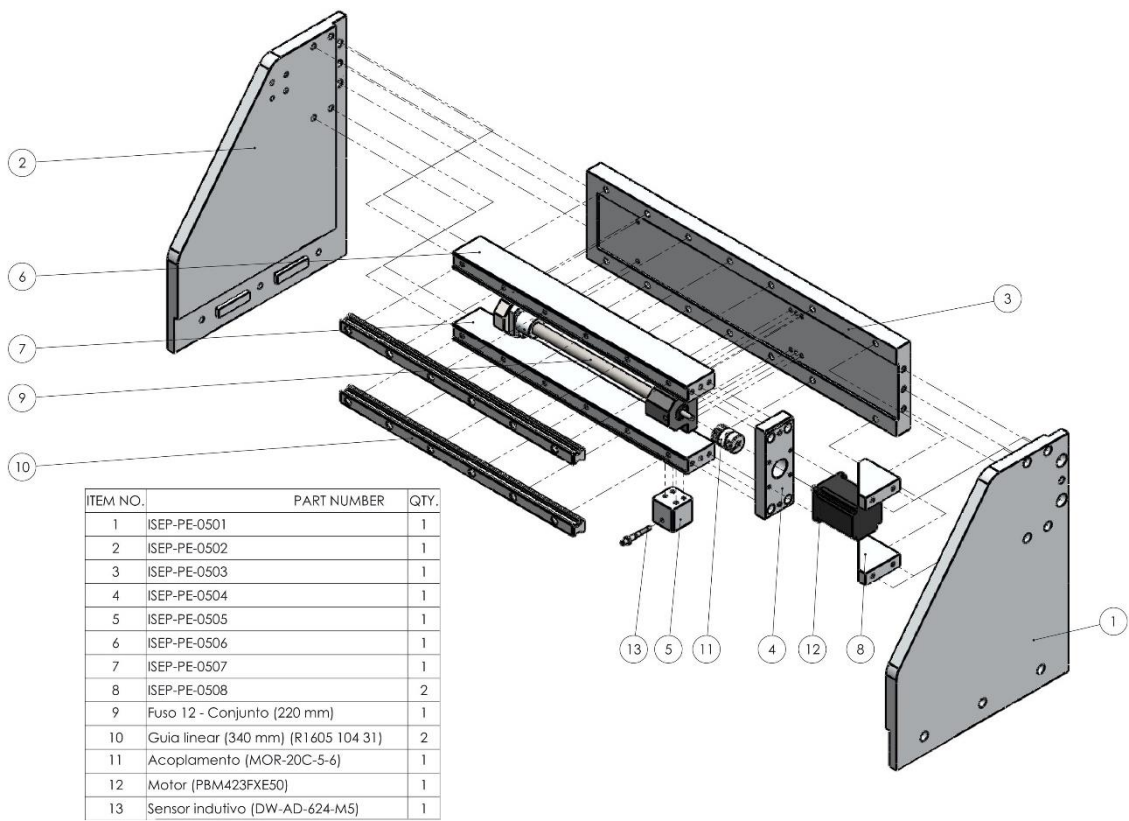


Figura 93 - Desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo y)

Na Figura 94 encontra-se representado o desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento, pertencente ao subconjunto mecanismo de coordenadas (eixo y).

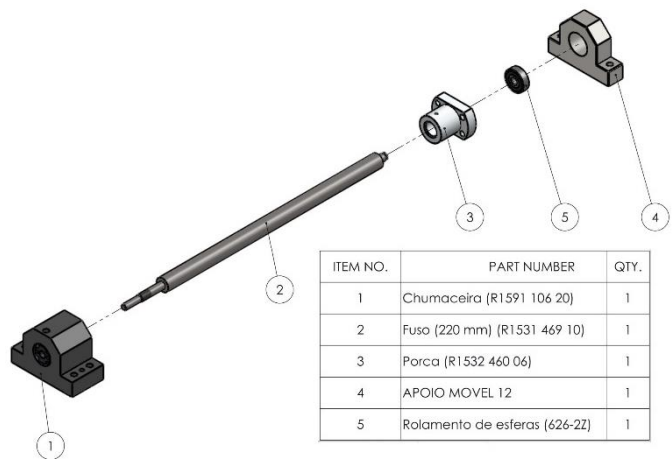


Figura 94 - Desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 220 mm de comprimento

3.4.4.4.3 Mecanismo de coordenadas (eixo z)

Na Figura 95, Figura 96 (a) e Figura 96 (b) encontra-se ilustrado o mecanismo de coordenadas (eixo z) acionado eletricamente, e guiado por guias e patins. O mesmo

desce o insersor até ao conetor (no tabuleiro de trabalho) para que os componentes (pinos e vedantes) sejam inseridos neste. O sistema em questão também sobe para que o mecanismo de coordenadas (eixo x) (tabuleiro de trabalho, e consequentemente o conetor) possa recuar/sair da zona de trabalho.

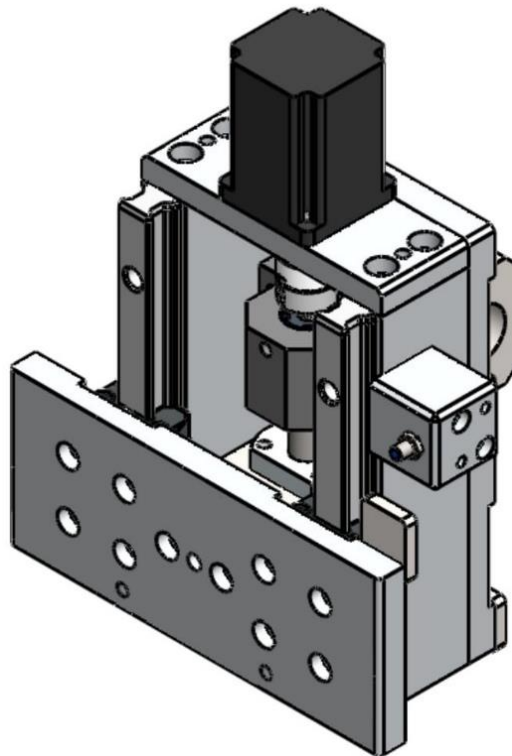


Figura 95 - Perspetiva isométrica do mecanismo de coordenadas (eixo z)

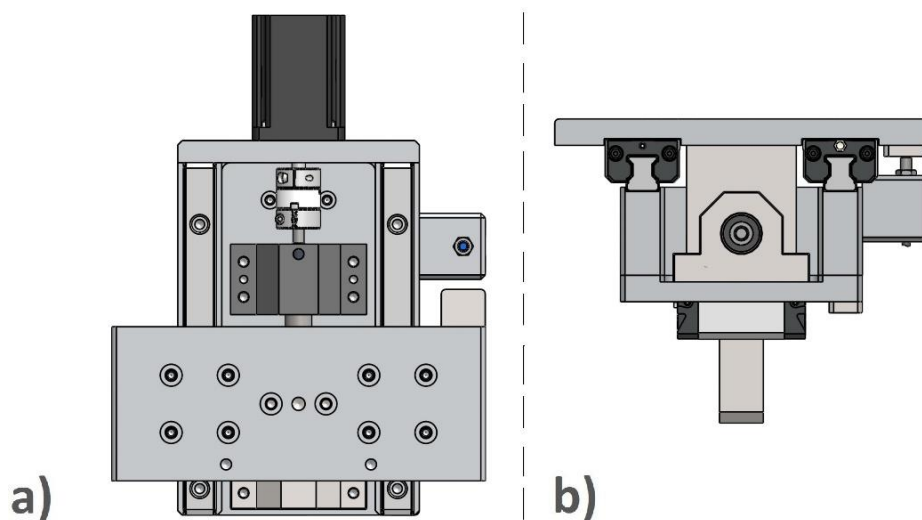


Figura 96 - (a) - Perspetiva frontal do mecanismo de coordenadas (eixo z); (b) - Perspetiva de baixo do mecanismo de coordenadas (eixo z)

O mecanismo de coordenadas (eixo z) conta com um sistema de fuso, de 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento, representado na Figura 97 e Figura 98.

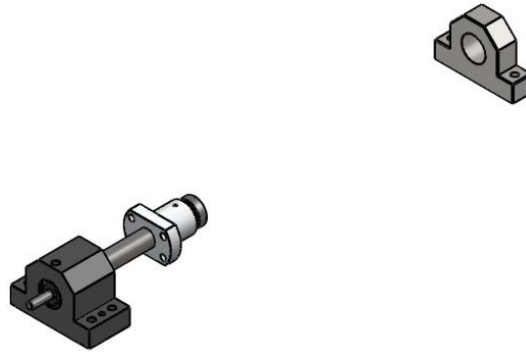


Figura 97 - Perspetiva isométrica do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento



Figura 98 - Perspetiva de topo do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento

3.4.4.4.3.1 Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo z)

Como se constata na Figura 99, o mecanismo de coordenadas (eixo z) é composto por um fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento, e por patins e *rails* responsáveis pelo guiamento de todo o subconjunto.

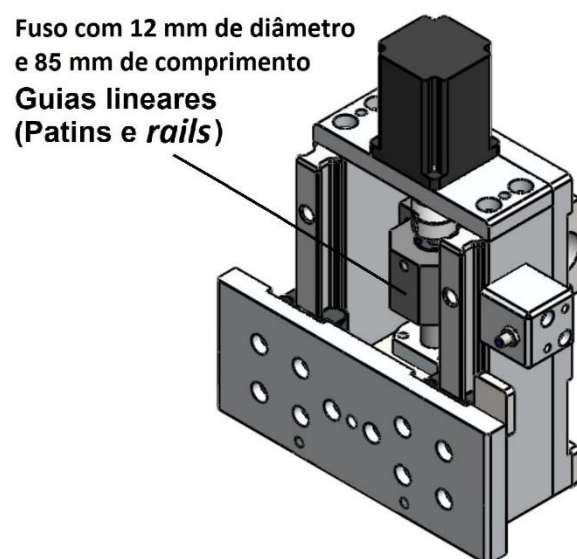
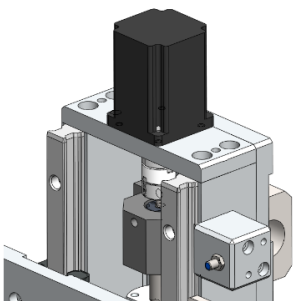
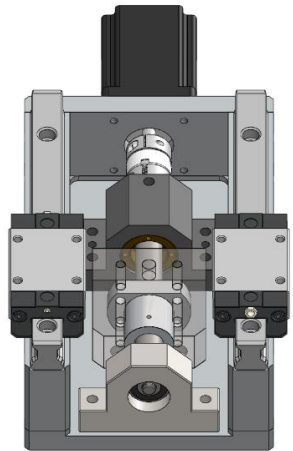
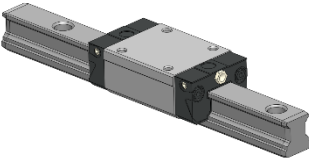
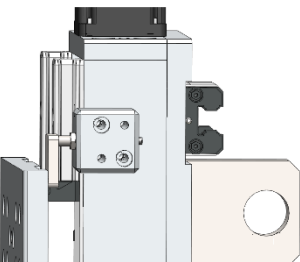


Figura 99 - Disposição geral do mecanismo de coordenadas (eixo z)

3.4.4.4.3.2 Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo z)

Para assegurar o guiamento de todo o subconjunto, de forma automática e sem falhas, foram estudadas as características mais importantes do mecanismo de coordenadas (eixo z), descritas na Tabela 38.

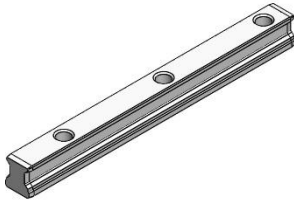
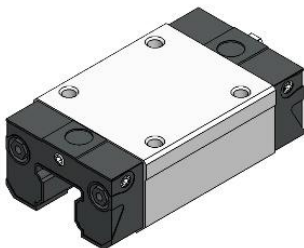
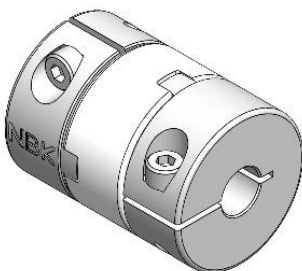
Tabela 38 - Características principais do mecanismo de coordenadas (eixo z)

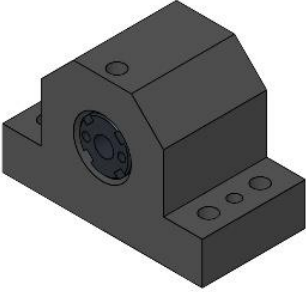
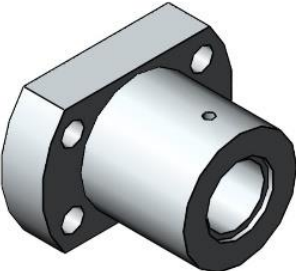
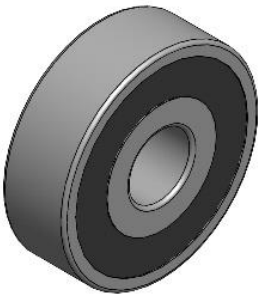
Característica	Ilustração	Justificação
Acionamento elétrico		Para colocar em prática um movimento linear do subconjunto foi aplicado um motor elétrico.
Movimento horizontal		Associado ao movimento linear existe um guiamento de todo o subconjunto realizado por patins e rails.
Guias lineares (patins e rail)		
Sensor "home" - posição de feixe elétrico		A posição deste sensor representa o limite inicial do curso do subconjunto. Por outras palavras, o subconjunto não se movimenta para além desta posição, pois é nesta posição que o seu movimento começa.

3.4.4.4.3.3 Listagem de componentes do mecanismo de coordenadas (eixo z)

O mecanismo de coordenadas (eixo z) é composto por componentes normalizados, entre os quais ligações estruturais, um sensor, um motor e elementos do fuso. Na Tabela 39 encontram-se listados os componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo z). As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

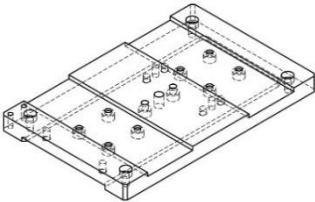
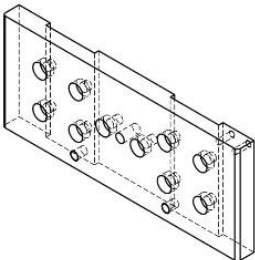
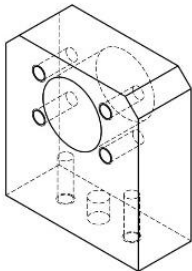
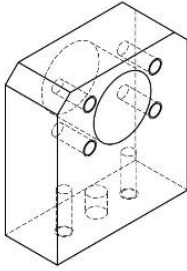
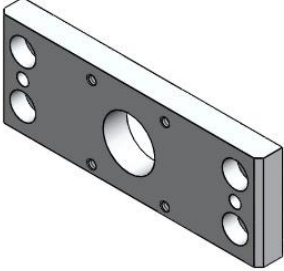
Tabela 39 - Listagem de componentes normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo z)

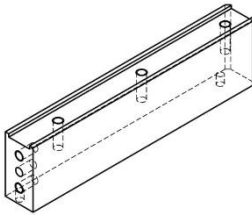
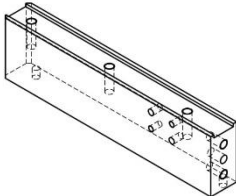
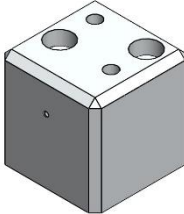
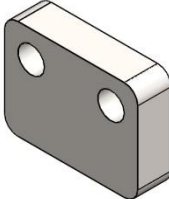
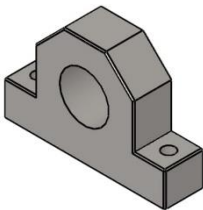
Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
BOSCH REXROTH	Guia linear	2		Dimensões: Comprimento - 160 mm Referência: R1605 104 31
BOSCH REXROTH	Patim	4		Referência: R1622 114 20
CONTRINEX	Sensor indutivo	1		Referência: DW-AD-624-M5
NBK	Acoplamento	1		Referência: MOR-20C-5-6
SANYO DENKI	Motor	1		Referência: PBM423FXE50

Componentes normalizados do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento				
BOSCH REXROTH	Chumaceira	1		Referência: R1591 106 20
BOSCH REXROTH	Fuso	1		Dimensões: Comprimento - 85 mm Referência: R1531 469 10
BOSCH REXROTH	Porca	1		Referência: R1532 460 06
SCHAEFFLER	Rolamento de esferas	1		Referência: 626-2Z

De seguida apresentam-se na Tabela 40 as peças a ser produzidas, isto é, os componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo z), bem como do sistema que lhe pertence, ou seja, do sistema de fuso. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 40 - Listagem de componentes não normalizados do mecanismo de coordenadas (eixo z)

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0601	1		Estas bases, guiadas por <i>rails</i> e patins, movimentam o mecanismo de coordenadas (eixo y) e o insensor, respetivamente.
ISEP-PE-0610	1		
ISEP-PE-0602	1		Blocos guiados por sistemas de fusos, e por <i>rails</i> e patins. Estes suportam as bases do mecanismo de coordenadas (eixo y) e do insensor, respetivamente.
ISEP-PE-0609	1		
ISEP-PE-0603	1		Peça de suporte do motor.

ISEP-PE-0604	1		Conexão das guias lineares ao perfil de alumínio.
ISEP-PE-0607	1		
ISEP-PE-0605	1		Suporte de detetor de posição "home".
ISEP-PE-0606	1		Marca de posição "home" do motor do mecanismo de coordenadas (eixo y e z), respetivamente.
ISEP-PE-0608	1		
Componentes não normalizados do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento			
Apoio móvel com diâmetro de 12 mm	1		Peça de suporte do conjunto do fuso.

3.4.4.4.3.4 Montagem do mecanismo de coordenadas (eixo z)

Na Figura 100 encontra-se representado o desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo z).

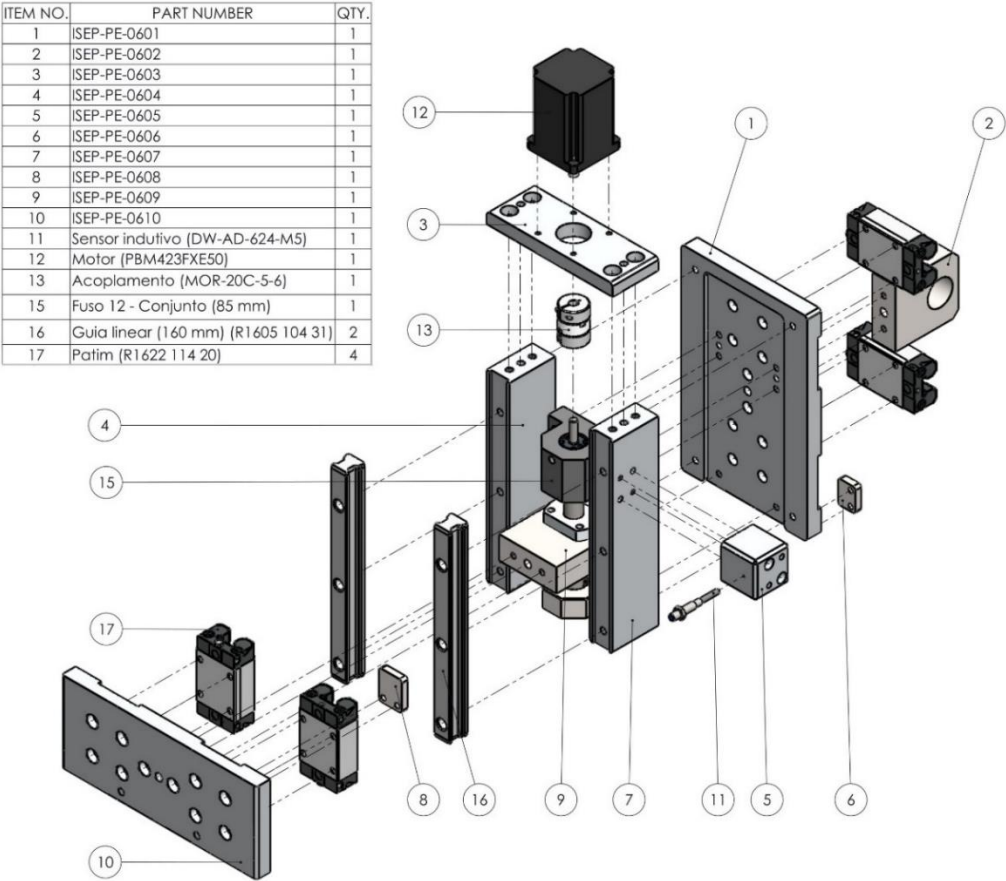


Figura 100 - Desenho de montagem do mecanismo de coordenadas (eixo z)

Na Figura 101 encontra-se representado o desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento, pertencente ao subconjunto mecanismo de coordenadas (eixo z).

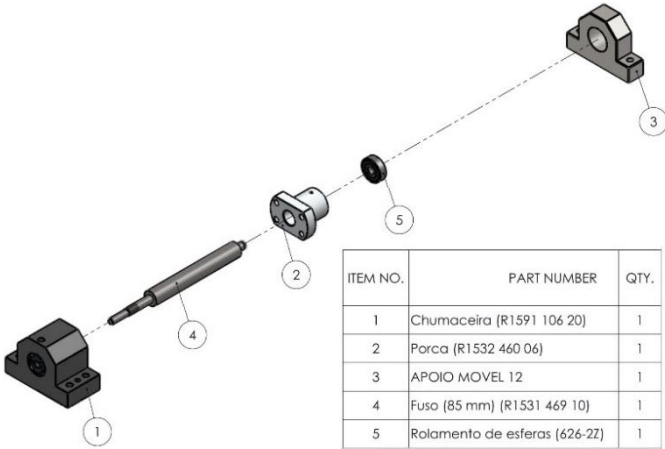


Figura 101 - Desenho de montagem do sistema de fuso, com 12 mm de diâmetro e 85 mm de comprimento

3.4.4.5 Sistema de alimentação

Na Figura 102, Figura 103 (a) e Figura 103 (b) encontra-se ilustrado o sistema de alimentação dos componentes (pinos ou vedantes). O operador coloca os componentes pelo furo de abastecimento, para o alimentador, de forma aleatória. Como se pretende que o equipamento seja semiautomático, o alimentador recebe e orienta os componentes para depois serem utilizados pelo insersor.

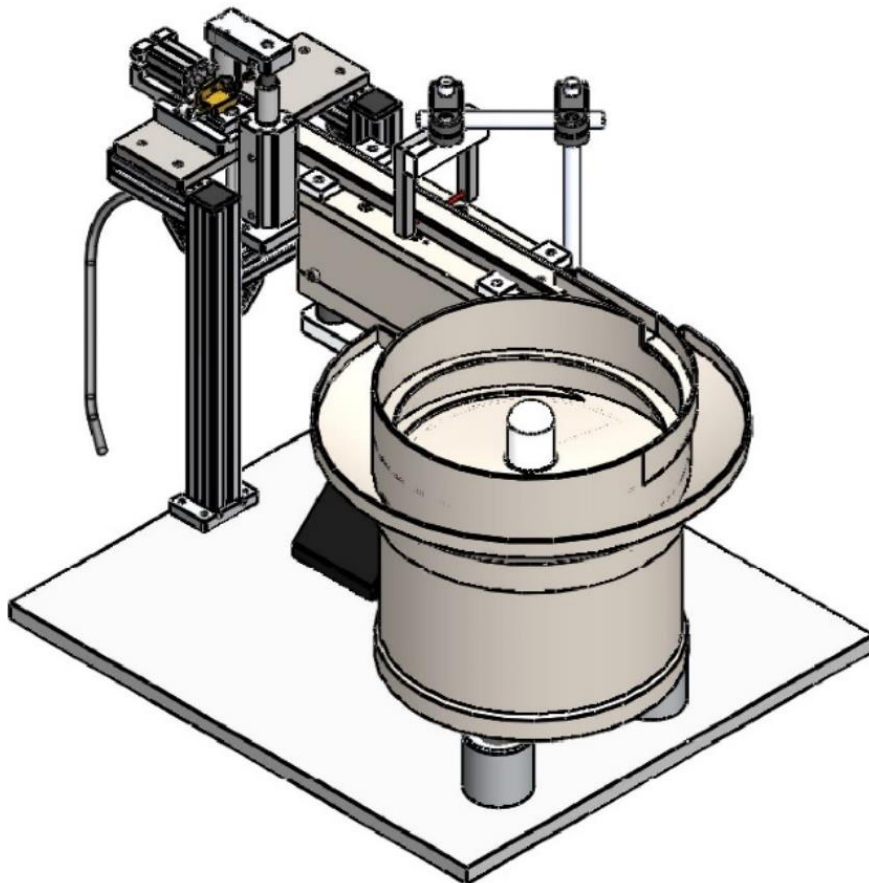


Figura 102 - Perspetiva isométrica do sistema de alimentação dos componentes

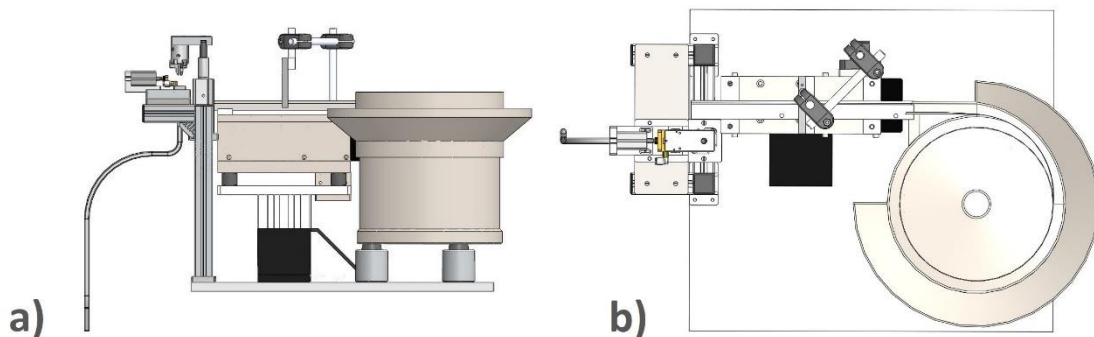


Figura 103 (a) - Perspetiva frontal do sistema de alimentação dos componentes; (b) - Perspetiva de topo do sistema de alimentação dos componentes

3.4.4.5.1 Disposição geral do sistema de alimentação

Na Figura 104 encontra-se o sistema de alimentação. Este é composto por um alimentador circular, um “recolhe e coloca”, um sopro e uma unidade pulmão. A unidade pulmão consiste num alimentador linear que garante a vibração dos componentes até ao ponto de carregamento, assegurando a cadência do sistema. Estes elementos de vibração levam os componentes até ao “recolhe e coloca”, como se constata na Figura 104.

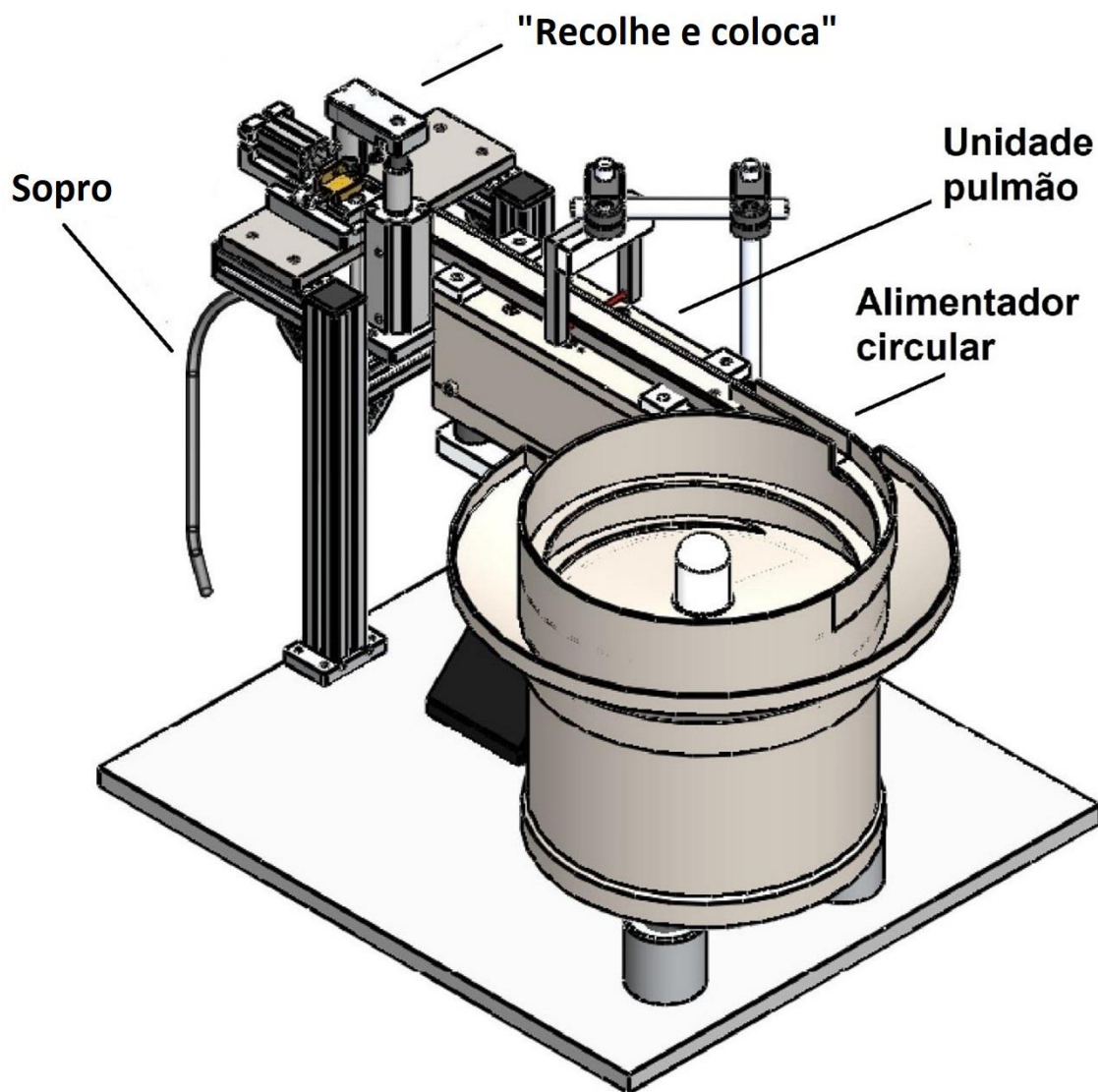
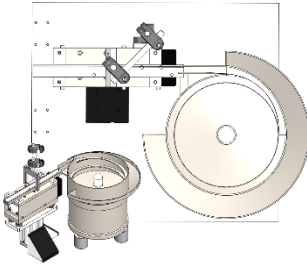
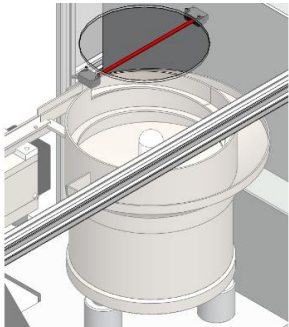
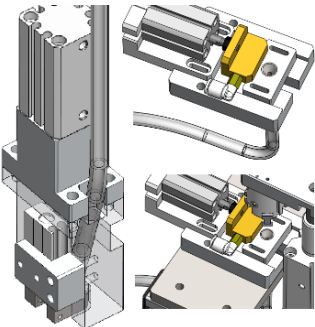
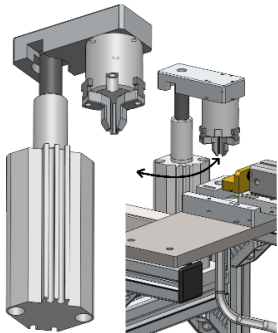


Figura 104 - Disposição geral do sistema de alimentação dos componentes

3.4.4.5.2 Características principais do sistema de alimentação

Para assegurar uma alimentação contínua de componentes, de forma automática e sem falhas, foram estudadas as características mais importantes do sistema de alimentação, descritos na Tabela 41.

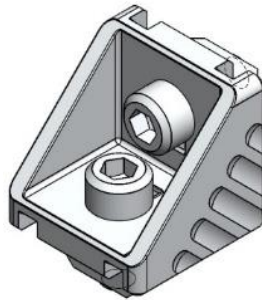
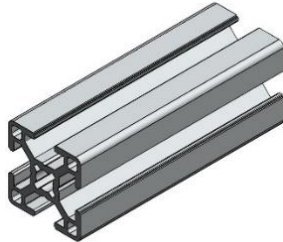
Tabela 41 - Características principais do sistema de alimentação

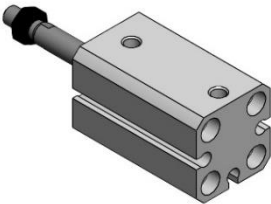
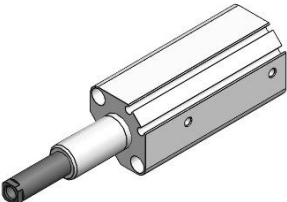
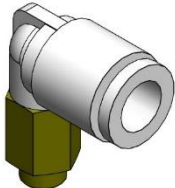
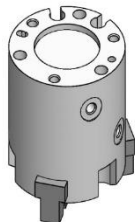
Característica	Ilustração	Justificação
Conjunto de alimentadores		Este sistema de alimentação vibratório, desenvolvido pela TAD, é composto por um alimentador circular (modelo VA-250/2) e uma unidade de pulmão/alimentador linear (modelo VL-25/40). A ficha técnica encontra-se disponível no Anexo 4. O alimentador circular tem uma cuba de aproximadamente 350 mm de diâmetro. Já a unidade de pulmão/alimentador linear tem uma guia de sensivelmente 370 mm.
Blindagem mecânica superior (com furo de abastecimento e sensor de segurança)		Para evitar que conteúdo intruso caia dentro dos alimentadores é colocada uma placa de policarbonato como proteção sobre o sistema de alimentação. O abastecimento de componentes (pinos ou vedantes) no alimentador circular é realizado através de um furo de abastecimento.
Sopro		O sistema de alimentação tem um sopro que leva os componentes desde o “recolhe e coloca”, até ao insensor.
“Recolhe e coloca”		Este “recolhe e coloca” tem como função transportar os componentes (pinos ou vedantes) desde a unidade pulmão (alimentador linear) até ao sopro. O transporte é feito por um movimento vertical em simultâneo com uma rotação, em plano horizontal, de 90°.

3.4.4.5.3 Listagem de componentes do sistema de alimentação

O sistema de alimentação é composto por componentes normalizados, entre os quais mecanismos de alimentação, atuadores pneumáticos, sensores e ligações estruturais. Na Tabela 42 encontram-se listados os componentes normalizados do sistema de alimentação. As fichas técnicas dos mesmos encontram-se no Anexo 2.

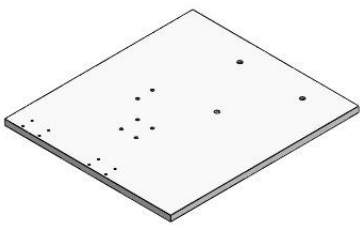
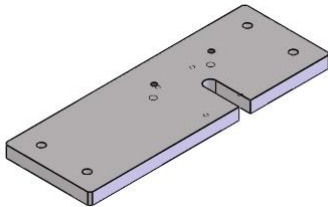
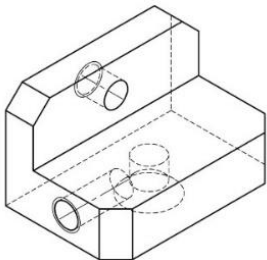
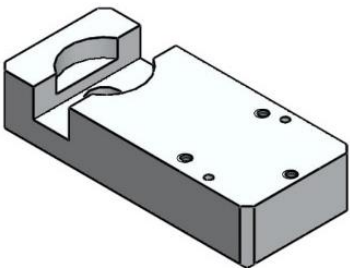
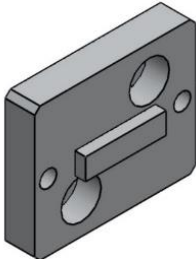
Tabela 42 - Listagem de componentes normalizados do sistema de alimentação

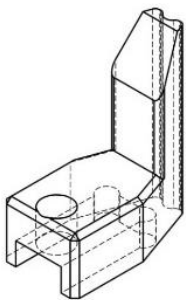
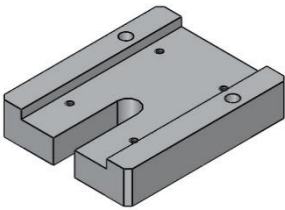
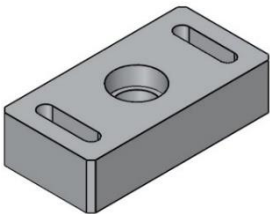
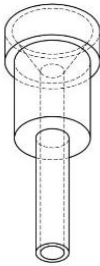
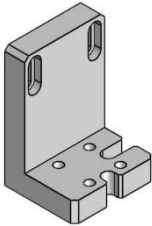
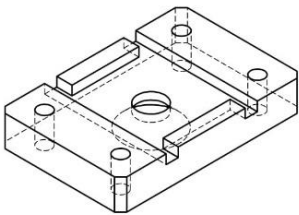
Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
BOSCH REXROTH	Canto	4		Dimensões: 30 × 30 mm ² Referência: 3 842 523 528
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 85 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	1		Dimensões: 150 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720
BOSCH REXROTH	Perfil de alumínio	2		Dimensões: 290 × 30 × 30 mm ³ Referência: 3 842 990 720

BOSCH REXROTH	Tampa de perfil	4		A sua função consiste em tapar as extremidades e rasgos dos perfis. Dimensões: 30 × 30 mm² Referência: 3 842 548 745
FESTO	Tubo flexível em PTFEN	1		Dimensões: Comprimento - 600 mm Diâmetro - 8 mm Espessura - 1 mm Referência: 8061173
SMC	Atuador pneumático	1		Referência: CDQSB12-20DM
SMC	Cilindro de grampo rotativo	1		Referência: MKB20-30LZ
SMC	Conetor angular	1		Referência: KQ2L06-M5A
SMC	Garra com 3 dedos	1		Referência: MHS3-16D

Na Tabela 43 apresentam-se as peças a ser produzidas, isto é, os componentes não normalizados do “recolhe e coloca” e do sopro pertencentes ao sistema de alimentação. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 43 - Listagem de componentes não normalizados do sistema de alimentação

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0701	1		Base onde será fixado o sistema de alimentação.
ISEP-PE-0702	1		Base onde será fixado o sopro.
ISEP-PE-0703	1		Peça, aparafusada ao atuador pneumático, que avança (permitindo) e recua (negando) o sopro dos componentes (pinos ou vedantes).
ISEP-PE-0704	1		Esta peça sofre um movimento de 90° e liga a garra com 3 dedos ao cilindro de grampo rotativo.
ISEP-PE-0705	1		Placa suporte do “recolhe e coloca”.

ISEP-PE-0706	3		Dedos da garra.
ISEP-PE-0707	1		Os componentes (pinos ou vedantes) atravessam por estes suportes de sopro.
ISEP-PE-0708	1		
ISEP-PE-0709	1		
ISEP-PE-0710	1		Suporte/base do atuador pneumático.
ISEP-PE-0711	2		Bases de fixação dos perfis que suportam as placas onde estão alojados o “recolhe e coloca” e o sopro.

3.4.4.5.4 Montagem do sistema de alimentação

Na Figura 105 encontra-se representado o desenho de montagem do presente sistema de alimentação. Os alimentadores circular e linear são adquiridos no mercado e posteriormente ligados ao “recolhe e coloca” e ao sopro.

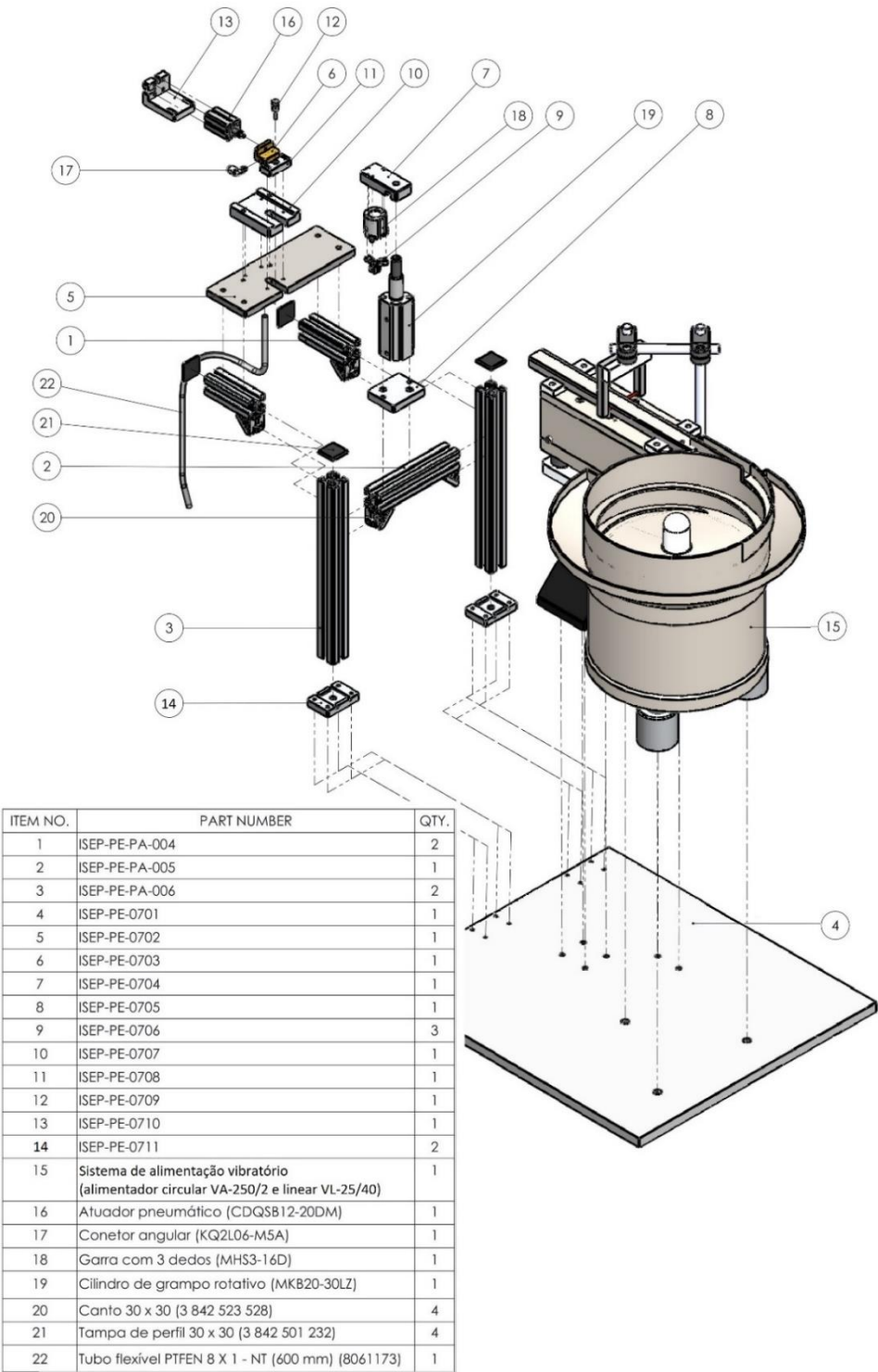


Figura 105 - Desenho de montagem do sistema de alimentação

3.4.4.6 Sensor de visão artificial

Um sensor de visão é constituído por células fotoelétricas que têm a função de capturar uma imagem. O mesmo compara essa imagem com outra, pré-definida e armazenada na sua memória, e emite um sinal de conforme ou não-conforme [144].

Na Figura 106, Figura 107 (a) e Figura 107 (b) encontra-se ilustrado o sensor de visão artificial. Após a inserção dos componentes (pinos e vedantes) ser realizada de acordo com a programação pré-definida, o sensor de visão artificial verifica a correta inserção dos mesmos. A verificação consiste numa “leitura” de toda a superfície do conetor. A montagem é dada como correta caso os componentes referidos estejam nos lugares pré-definidos. Quando isto acontece o equipamento informa que o conetor está conforme. Caso contrário, o equipamento transmite que o mesmo está não-conforme.

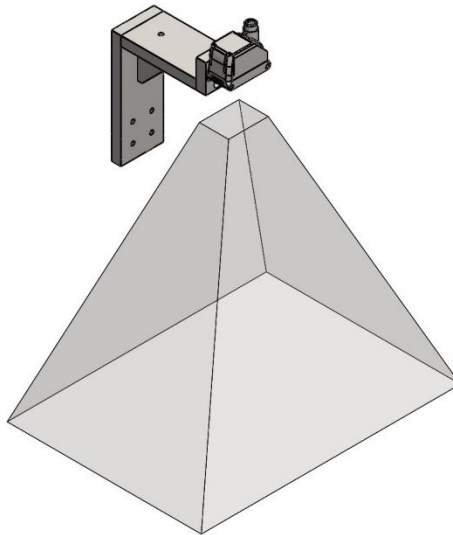


Figura 106 - Perspetiva isométrica do sensor de visão artificial

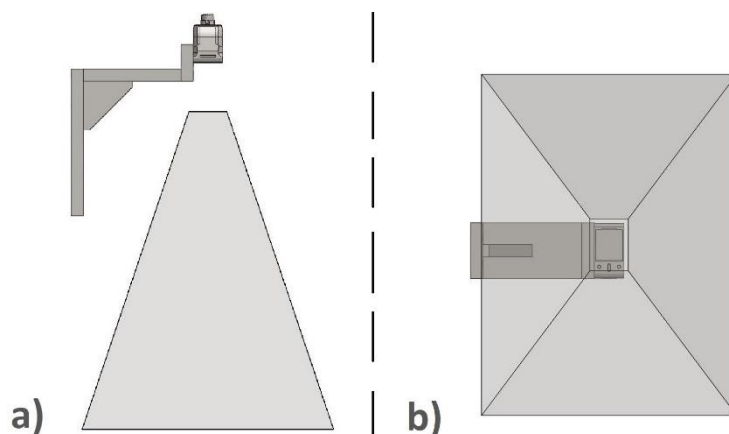


Figura 107 - (a) - Perspetiva frontal do sensor de visão artificial; (b) - Perspetiva de baixo do sensor de visão artificial

3.4.4.6.1 Disposição geral do sensor de visão artificial

Como se constata na Figura 108, o sensor de visão artificial é unido a uma estrutura de apoio. Esta estrutura é ligada ao mecanismo de coordenadas (eixo y).

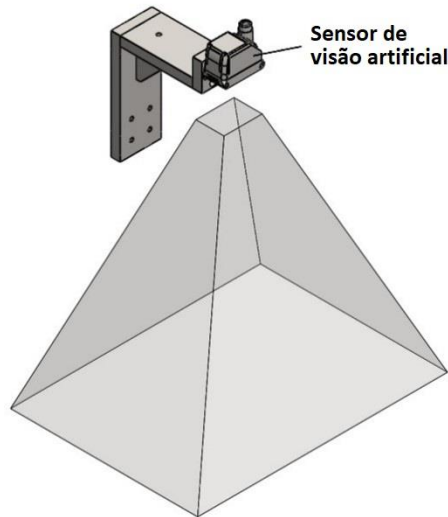


Figura 108 - Disposição geral do sensor de visão artificial

3.4.4.6.2 Características principais do sensor de visão artificial

Na Tabela 44 apresenta-se uma breve abordagem do sensor de visão artificial.

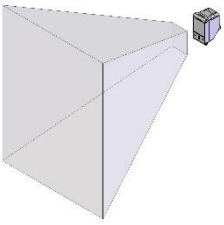
Tabela 44 - Característica principal do sensor de visão artificial

Característica	Ilustração	Justificação
Sensor de visão artificial		O sensor de visão artificial do equipamento tem como função verificar a correta montagem dos componentes (pinos e vedantes) no conector, no fim da inserção dos mesmos.

3.4.4.6.3 Listagem de componentes do sensor de visão artificial

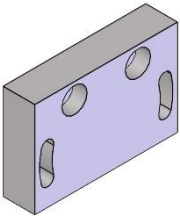
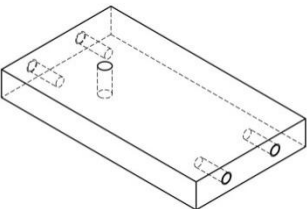
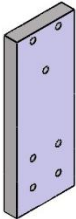
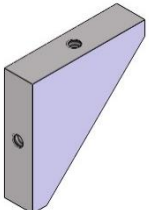
Na Tabela 45 encontram-se informações sobre o componente normalizado em questão (sensor de visão artificial). A ficha técnica do mesmo encontra-se no Anexo 2.

Tabela 45 - Informações sobre o componente normalizado em questão (sensor de visão artificial)

Fornecedor	Componente	Qt.	Ilustração	Observações
KEYENCE	Sensor de visão com Inteligência Artificial	1		Referência: IV2-G300CA

Na Tabela 46 apresentam-se as peças a produzir, isto é, os componentes não normalizados, da estrutura de apoio. Os desenhos dos mesmos encontram-se disponíveis no Anexo 3.

Tabela 46 - Listagem de componentes não normalizados da estrutura de apoio

Designação	Qt.	Ilustração	Observações
ISEP-PE-0801	1		Peça que suporta o sensor de visão artificial.
ISEP-PE-0802	1		Peça que une todas as peças deste subconjunto.
ISEP-PE-0803	1		Peça que liga este subconjunto ao mecanismo de coordenadas (eixo y).
ISEP-PE-0804	1		Peça que reforça a ligação entre a peça ISEP-PE-0803 e ISEP-PE-0802.

3.4.4.6.4 Montagem do sensor de visão artificial

No desenho da Figura 109 encontra-se representada a montagem da estrutura de apoio bem como a ligação desta ao sensor de visão com Inteligência Artificial (adquirido no mercado).

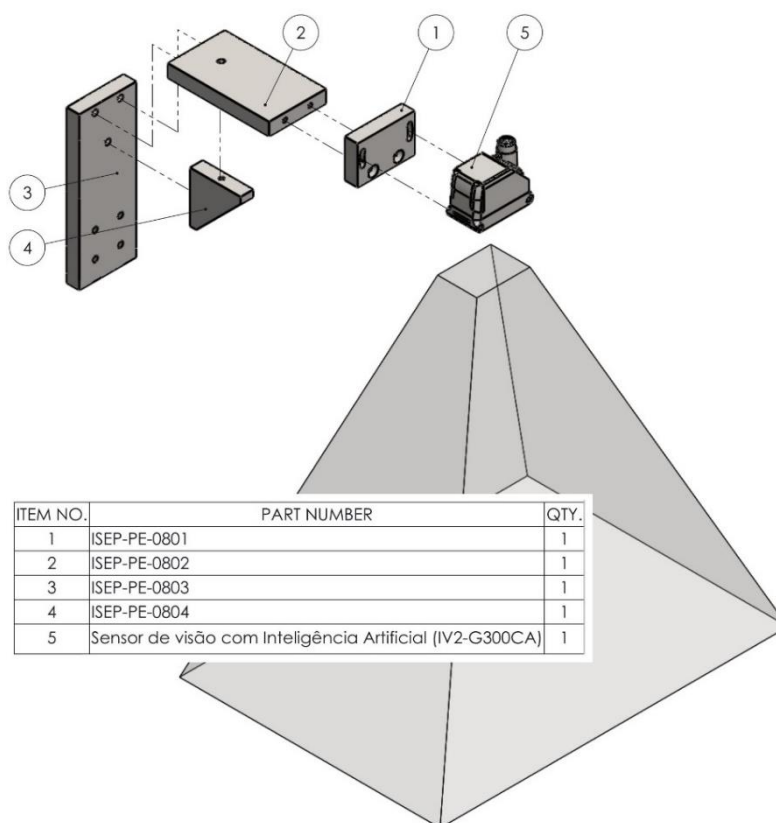


Figura 109 - Desenho de montagem da estrutura de apoio bem como a ligação desta ao sensor de visão artificial

3.4.5 Análise estática linear através do Método de Elementos Finitos

Para validar a estrutura do mecanismo de coordenadas (eixo y) foi realizada uma análise estática linear através do MEF. Nesta análise estudou-se, no presente mecanismo de coordenadas (eixo y), a influência da força exercida pelo cilindro de inserção, mas também do peso do mecanismo de coordenadas (eixo z) com o insersor. Para que a análise por este método fosse viável em termos de tempo computacional, mas sem comprometer a precisão dos resultados, o modelo foi sujeito a simplificações geométricas (remoção de furos, modificação de peças complexas e eliminação de elementos irrelevantes para o estudo).

3.4.5.1 Materiais submetidos à análise

Na Tabela 47 encontram-se as peças que foram submetidas à análise, através do MEF, e respectivos materiais.

Tabela 47 - Peças que foram submetidas à análise, através do MEF, e respectivos materiais

Material	Peças	Subconjunto
1.1191 (DIN Ck45)	304/305	Insensor
	602/608/609	Mecanismo de coordenadas (eixo z)
1.4301 (DIN X 5 CrNi 18-10)	303/307	Insensor
3.3547 (DIN EN-AW 5083)	301/302/306	Insensor
	501/502/503/504/ 506/507/508	Mecanismo de coordenadas (eixo y)
	601/603/604/607/610	Mecanismo de coordenadas (eixo z)

Na Tabela 48 apresentam-se as propriedades mais relevantes dos materiais utilizados.

Tabela 48 - Características mecânicas dos materiais

	1.1191 (DIN Ck45)	1.4301 (DIN X 5 CrNi 18-10)	3.3547 (DIN EN-AW 5083)
Módulo de elasticidade longitudinal (E) [Newton por metro quadrado (N/m ²)]	$2,1 \times 10^{11}$	$1,9 \times 10^{11}$	7×10^{10}
Coeficiente de Poisson (ν)	0,28	0,28	0,39
Módulo de elasticidade ao corte (G) [N/m ²]	$7,9 \times 10^{10}$	$7,9 \times 10^{10}$	$2,7 \times 10^{10}$
Densidade (ρ) [Quilograma por metro cúbico (kg/m ³)]	7800	7800	2700
<i>Ultimate Tensile Strenght</i> (UTS - Limite de resistência à tração) [N/m ²]	7×10^8	6×10^8	4×10^8
<i>Yield Strength</i> (YS - Tensão de cedência) [N/m ²]	275×10^6	465×10^6	285×10^6

3.4.5.2 Condições fronteira e cargas atuantes

Para efetuar a análise MEF ao modelo simplificado utilizou-se o *software* Solidworks. Na Figura 110 apresentam-se as cargas atuantes bem como as condições fronteiras usadas.

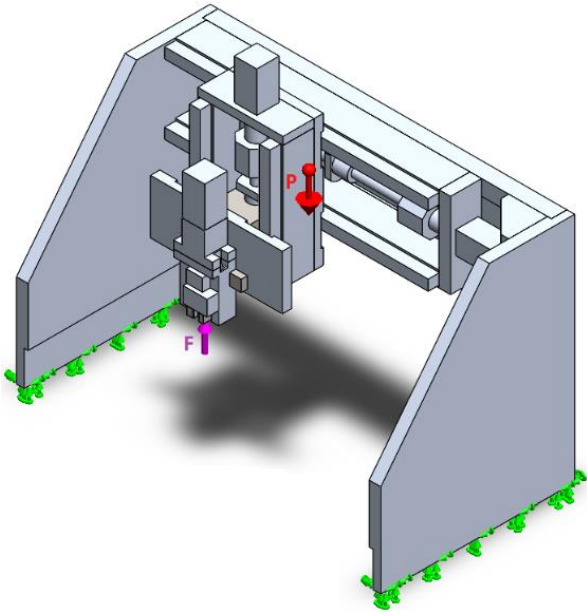
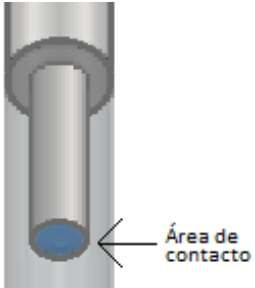


Figura 110 - Cargas atuantes e condições fronteira aplicadas nas diferentes análises ao modelo em estudo

Na Tabela 49 apresentam-se os dados das cargas atuantes e das condições fronteira aplicadas (m representa a massa e g a aceleração da gravidade).

Tabela 49 - Dados das cargas atuantes e das condições fronteira aplicadas

Força exercida pelo cilindro de inserção	Pressão máxima de operação do cilindro = 1 MPa Área de contacto = 2055,55 mm² Pressão máxima de operação = $\frac{\text{Força exercida}}{\text{Área de contacto}}$ ↔ Força exercida = 1 × 2055,55 = 2055,55 Newton (N) 
Peso dos subconjuntos em análise	Peso = m × g = 5 kg (aproximadamente) × 9,81 = 49,05 N
Condições fronteira	Aplicou-se encastramento nas diferentes análises do modelo em estudo. Os dois montantes que dão forma e conferem rigidez ao equipamento são fixos ao tampo principal do equipamento. Assim sendo, estas estruturas não têm nenhum grau de liberdade de movimento.

3.4.5.3 Malhas

A malha do MEF consiste na rede de elementos e nós que compõe uma certa região. Se a quantidade de elementos da região aumentar então mais densa, refinada e próxima da realidade a malha vai ficar.

Para as análises efetuadas utilizou-se elementos tetraédricos quadráticos de 10 nós e considerou-se uma malha baseada na curvatura de modo a possibilitar um maior número de elementos finitos nas zonas de maior concentração de tensões. Para além disto, simplificou-se o modelo a analisar de maneira a reduzir o número de elementos finitos e assim otimizar a análise, diminuindo a sua complexidade e tempo de simulação. Na Figura 111 encontram-se as quatro análises/malhas realizadas no âmbito de um estudo de convergência para definir as condições ótimas de simulação.

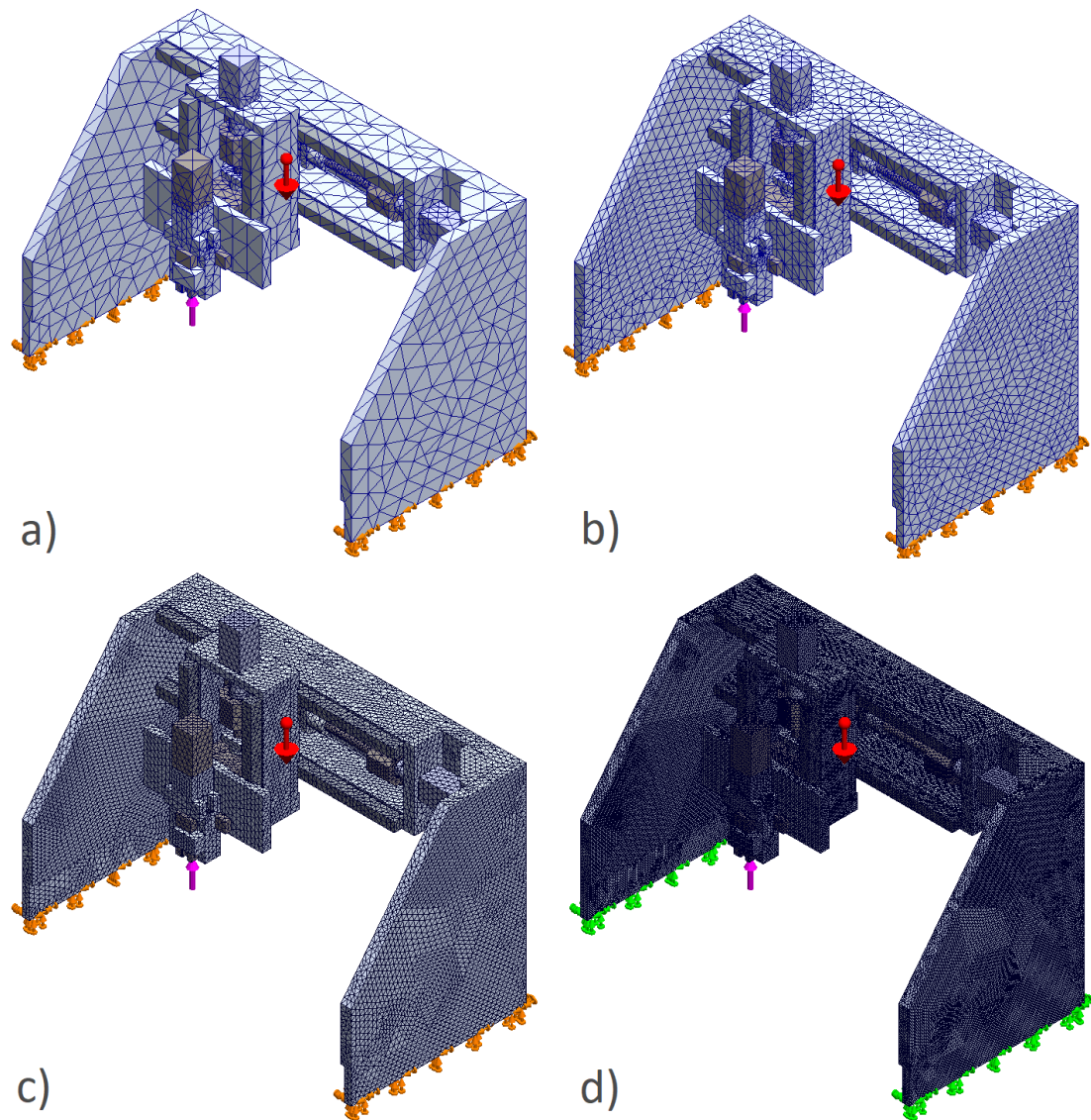


Figura 111 - (a) - Malha 1; (b) - Malha 2; (c) - Malha 3; (d) - Malha 4

3.4.5.4 Análise de convergência de malha

Uma malha grosseira traduz-se em resultados pouco precisos. Deste modo, para concluir se os parâmetros de uma certa malha são apropriados ao estudo em causa, é realizada uma análise de convergência da malha até se confirmar resultados a tender para um valor único. A análise de convergência a seguir apresentada é baseada na comparação das tensões de Von Mises ($\sigma_{Von Mises}$) do ponto mais solicitado de uma aresta (ponto 1; Figura 112) e dos *resultant displacement* (URES - deslocamentos resultantes) dos pontos 2 e 3 (Figura 112).

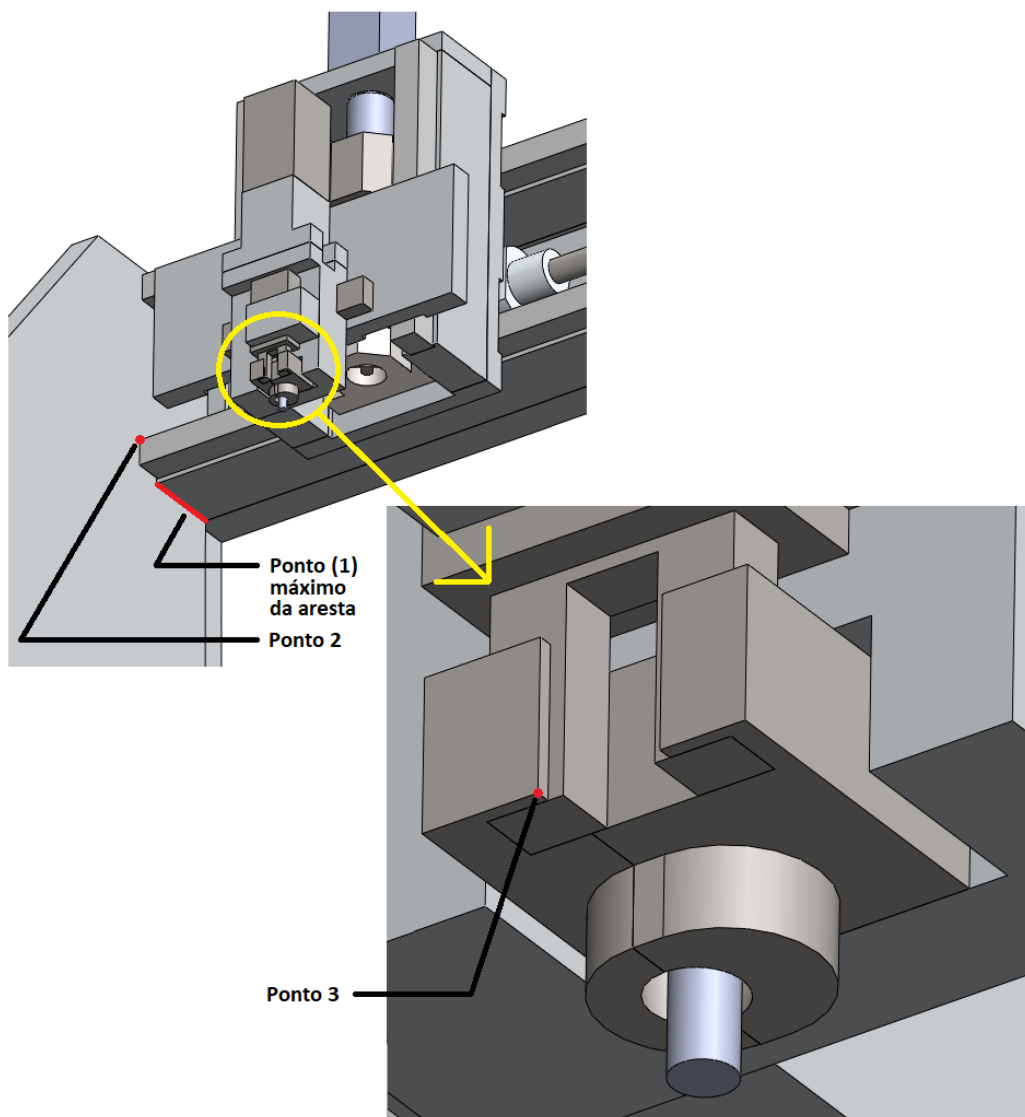


Figura 112 - Localização dos pontos críticos analisados

Na Tabela 50 apresentam-se os parâmetros de cada malha, e os resultados das $\sigma_{Von Mises}$ do ponto mais solicitado de uma aresta (ponto 1; Figura 112) e dos URES dos pontos 2 e 3 (Figura 112).

Tabela 50 - Parâmetros e resultados de cada malha

	Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
Dimensão máxima do elemento	25	12,5	6,25	3,125
Dimensão mínima do elemento	5	2,5	1,25	0,625
Mínimo de elementos de um círculo	1,4	1,4	1,4	1,4
Rácio de tamanho	8	8	8	8
Total de elementos	20304	53267	211733	1346963
Total de nós	39716	96825	348577	2018819
$\sigma_{Von Mises}$ no ponto (1) mais solicitado da aresta (MPa)	10,75	11,43	14,01	16,72
URES no ponto 2 (mm)	0,01013	0,01154	0,01168	0,01174
URES no ponto 3 (mm)	0,3459	0,3818	0,3921	0,3962

Na Figura 113 e Figura 114 encontram-se os gráficos dos URES e das $\sigma_{Von Mises}$, respectivamente, em função do número de elementos dos diversos parâmetros de malha.

Análise de convergência: URES

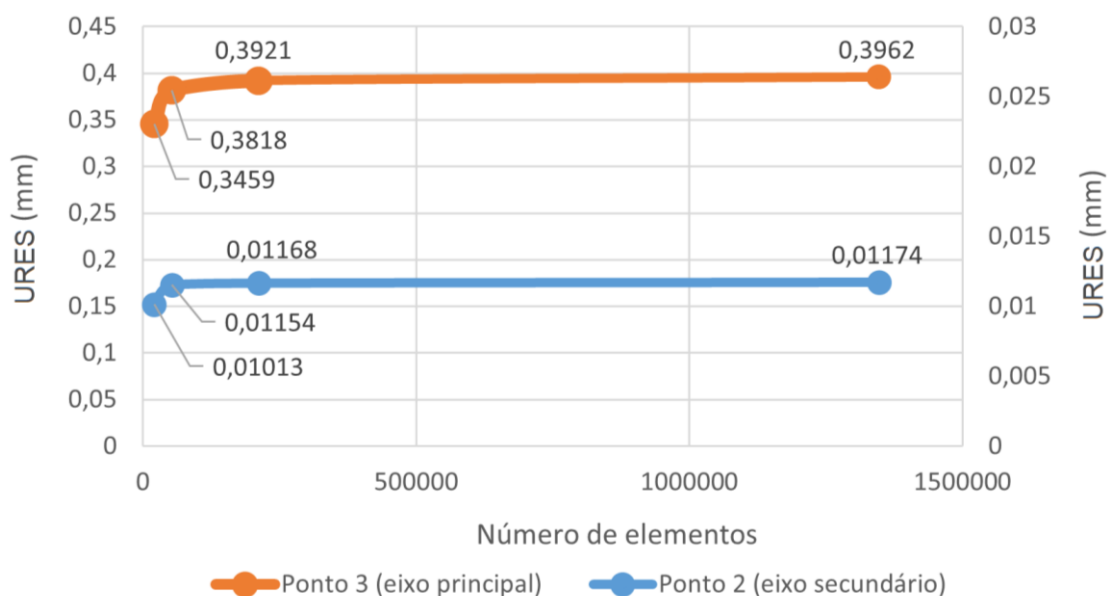


Figura 113 - Valores dos URES obtidos para os pontos 2 e 3

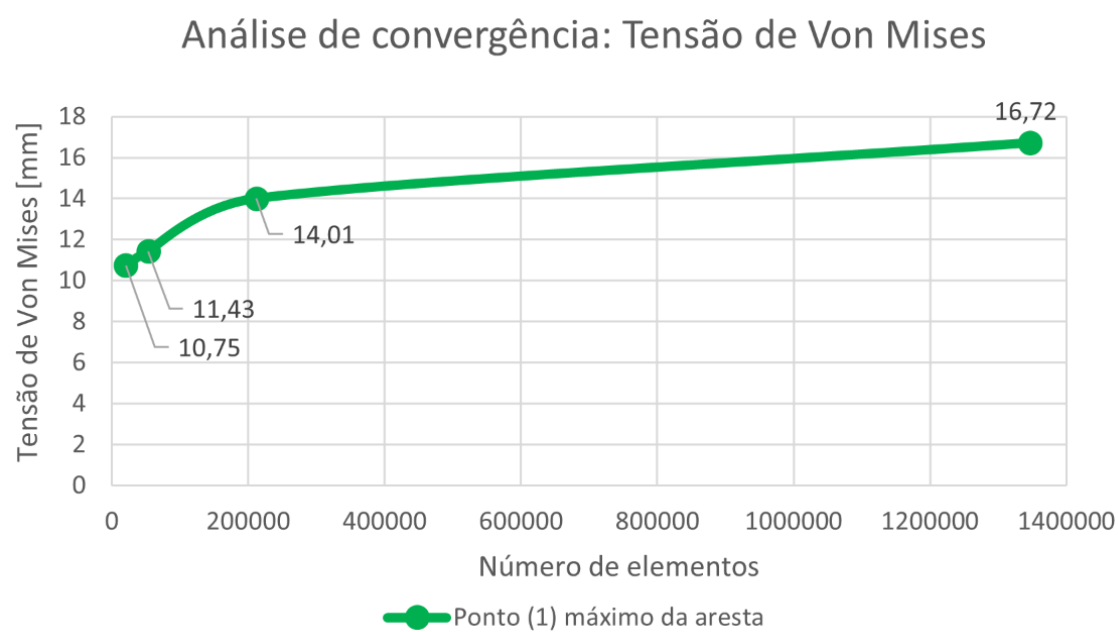


Figura 114 - Valores das tensões de $\sigma_{Von Mises}$ obtidos para o ponto (1) máximo da aresta

Através do gráfico da Figura 113 observa-se que a partir da terceira malha (aproximadamente 211733 elementos) os valores dos URES tendem a estabilizar, sendo assim demonstrado o princípio da convergência.

Tabela 51 - Variação entre URES sucessivos para os pontos 2 e 3

Malha	URES no ponto 2 (mm)	Variação entre URES sucessivos no ponto 2 (%)	URES no ponto 3 (mm)	Variação entre URES sucessivos no ponto 3 (%)
1	0,01013	----	0,3459	----
2	0,01154	13,92	0,3818	10,38
3	0,01168	1,21	0,3921	2,7
4	0,01174	0,51	0,3962	1,05

A variação entre dois URES sucessivos é apresentada na Tabela 51. Desta análise pode-se constatar que, com aproximadamente 211733 elementos, o valor da variação entre dois URES consecutivos desce para 1,21 % e 2,7 % para os pontos 2 e 3, respectivamente. Estes valores são aceitáveis e serão os utilizados para a análise da estrutura do mecanismo de coordenadas (eixo y). Os valores obtidos para as $\sigma_{Von Mises}$ não tendem a convergir devido a singularidades de tensão. Assim sendo, a decisão dos parâmetros da malha teve maior enfoque nos resultados dos URES. Desta forma, foi escolhida a malha 3.

3.4.5.5 Resultados

De modo a validar a estrutura do mecanismo de coordenadas (eixo y) foram analisadas as $\sigma_{Von Mises}$ e os URES desta estrutura quando submetida às cargas da força exercida pelo cilindro de inserção e do peso dos subconjuntos deste modelo. Estas análises tiveram como base os parâmetros da malha 3, presentes na Figura 115 e definidos na análise de convergência.

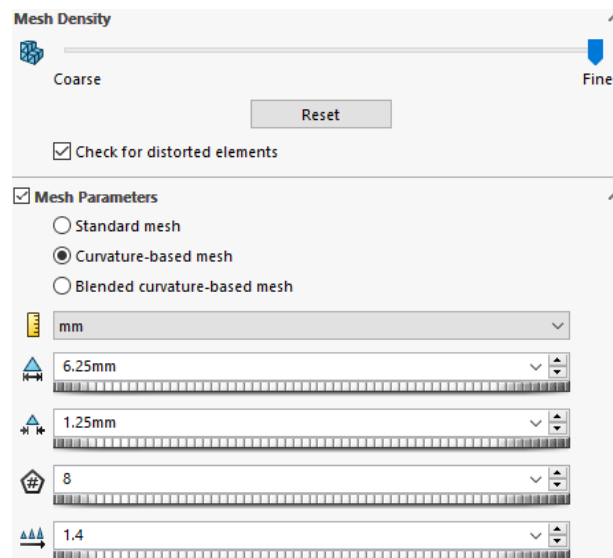


Figura 115 - Parâmetros da malha em estudo

Na Figura 116 encontram-se os resultados obtidos das $\sigma_{Von Mises}$. Através desta análise é possível verificar as zonas de maior concentração de tensões e constatar que o local de maior tensão (188,3 MPa) é o ponto onde o cilindro exerce força.

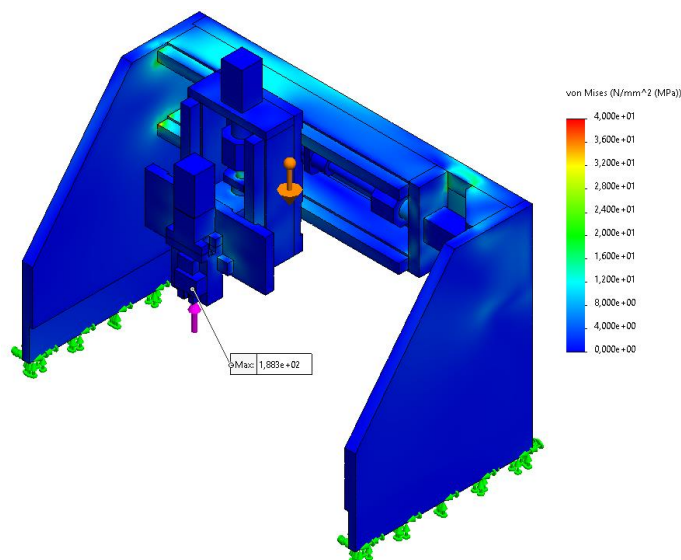


Figura 116 - $\sigma_{Von Mises}$

De seguida, na Figura 117, apresenta-se a análise do coeficiente de segurança a todo o modelo, e respetivas cargas e condições fronteira nele atuante. Os resultados estão filtrados para um coeficiente inferior a 20 e a escala tem um coeficiente máximo de 100. Estes resultados representam os locais com maior concentração de tensões.

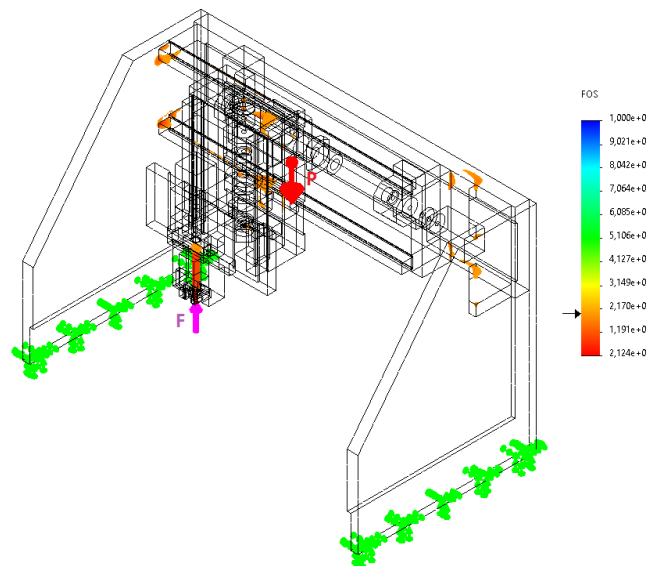


Figura 117 - Zonas críticas

Por fim, na Figura 118 encontra-se o resultado dos URES obtidos na simulação. O valor máximo é obtido no ponto onde o cilindro exerce força, sendo o seu valor de aproximadamente 0,404 mm. Conclui-se que este valor não representa problemas uma vez que é suficientemente reduzido para não comprometer o correto funcionamento do equipamento nem o processo de inserção dos componentes.

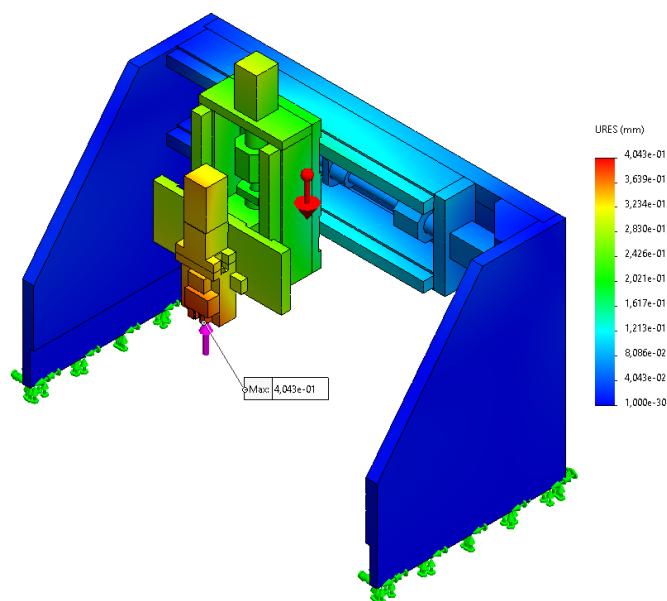


Figura 118 - URES

3.4.6 *Materiais, processos de fabrico e tratamentos*

Sempre que possível, o projeto de equipamento deve maximizar o uso de componentes normalizados, pois deste modo diminuem-se as operações de fabrico e naturalmente também o tempo e custos de produção. Tendo isto em conta, ao longo do desenvolvimento do projeto optou-se por componentes normalizados, sempre que possível. Contudo, como o equipamento em questão é especial, isto é, adaptado a peças e funções específicas, é necessário produzir bastantes peças propositadamente para este equipamento.

Nos desenhos de fabrico do Anexo 3 encontra-se o material selecionado, entendido como o mais adequado para cada uma das peças a fabricar. Toda a seleção teve em conta a função que cada componente desempenha no equipamento, bem como os esforços aplicados. Sintetizando, os materiais escolhidos foram:

- Liga de alumínio 3.3547 (DIN EN-AW 5083):
Este material foi o mais usado no equipamento. Esta liga de alumínio é de fácil obtenção e chega em bruto à empresa para posterior maquinagem;
- Aço 1.1191 (DIN Ck45):
Este foi o material escolhido para peças que estão sujeitas a maior desgaste e/ou a esforços mais elevados. Para a escolha deste material foi tido em conta que o aço é um material denso, o que sujeita as peças a que está acoplado a esforços maiores. Também se teve em atenção que este material é mais duro do que o anterior, o que representa um maior tempo de corte/maquinação. Deste modo, optou-se pelo aço quando o alumínio já não apresentava a dureza e a resistência ao desgaste necessária;
- Aço inoxidável 1.4301 (DIN X 5 CrNi 18-10):
Este foi o material escolhido para as chapas. As peças fabricadas em aço que não sejam tratadas estão sujeitas a sofrer corrosão. Por este motivo, e como o aço inoxidável não precisa de ser tratado para resistir à corrosão, optou-se por este material para algumas peças;
- Dibond:
Este material opaco, escolhido com a cor branca de um lado e prata do outro, é adquirido em placas e foi selecionado para as laterais superiores da máquina;
- Policarbonato:
À semelhança do dibond, o policarbonato é comprado em placas com as suas medidas finais. Este material é transparente e foi selecionado para fechar as laterais da máquina.

Na Tabela 52 encontram-se os processos de fabrico utilizados na produção das peças.

Tabela 52 - Processos de fabrico usados na produção das peças

Fresagem

Na fresagem convencional, para maquinar a peça o operador controla a posição da mesma através da rotação de manivelas. Deste modo, este obtém o contorno pretendido para a peça. O princípio da fresagem CNC é o mesmo, embora as tarefas sejam feitas automaticamente através da pré-programação do controlador.

A fresagem é utilizada quando se pretende retirar excesso de material da superfície da peça, conferindo-lhe assim a forma e acabamento pretendidos [145].

Torneamento

O torneamento é o processo mais comum de maquinagem e costuma ser realizado por um torno. A ferramenta desloca-se de forma linear ao mesmo tempo que a peça a tornear é animada de movimento de rotação em torno do seu eixo. Com isto, o diâmetro da peça é maquinado e é conferido à peça um tratamento. Um torneamento é aplicado quando se pretende fabricar perfis arredondados e cilíndricos [146].

Corte laser

No corte laser, um *laser* (potente raio de luz) corta chapas e tubos com alta qualidade e precisão [147].

Quinagem

A quinagem deforma plasticamente a chapa e permite o fabrico de superfícies cilíndricas, cónicas e prismáticas. A mesma é usada na produção de pequenas séries de fabrico.

Eletroerosão

A eletroerosão maquina a superfície de peças através da destruição de partículas de metal por meio de descargas elétricas. Este processo de fabrico é adequado para o corte de contornos complicados ou cavidades sensíveis. Contudo, a eletroerosão só trabalha com materiais eletricamente condutores [148].

Para peças em aço 1.1191 (DIN Ck45), ou seja, peças sujeitas a maior desgaste e/ou a esforços mais elevados, aplicam-se os tratamentos indicados na Tabela 53.

Tabela 53 - Tratamentos aplicados em peças em aço 1.1191 (DIN Ck45)

Têmpera (tratamento térmico subcontratado) Este tratamento providencia um aumento das propriedades mecânicas dos aços, ou seja, da resistência ao desgaste e fadiga, e esforços de tração e compressão.
Nitruração (tratamento térmico subcontratado) Este tratamento realiza-se em aços e consiste num endurecimento superficial do componente, aumentando a durabilidade deste.
Passivação (tratamento químico realizado na empresa) Este tratamento forma uma camada protetora sobre o metal, aumentando a resistência à corrosão e durabilidade do aspeto visual do componente.

3.4.7 Funcionamento do equipamento

O equipamento desenvolvido tem uma sequência de funcionamento pré-definida desde a chegada do conector até à sua saída. Este realiza várias operações ao mesmo tempo sendo que o tabuleiro de trabalho funciona ao mesmo tempo que o sistema de alimentação e o insensor. Neste capítulo encontra-se descrita em detalhe a sequência de funcionamento geral do equipamento como também dos diferentes subconjuntos.

3.4.7.1 Sequência geral do funcionamento

O equipamento apresenta a sequência de funcionamento geral que se apresenta na Figura 119.

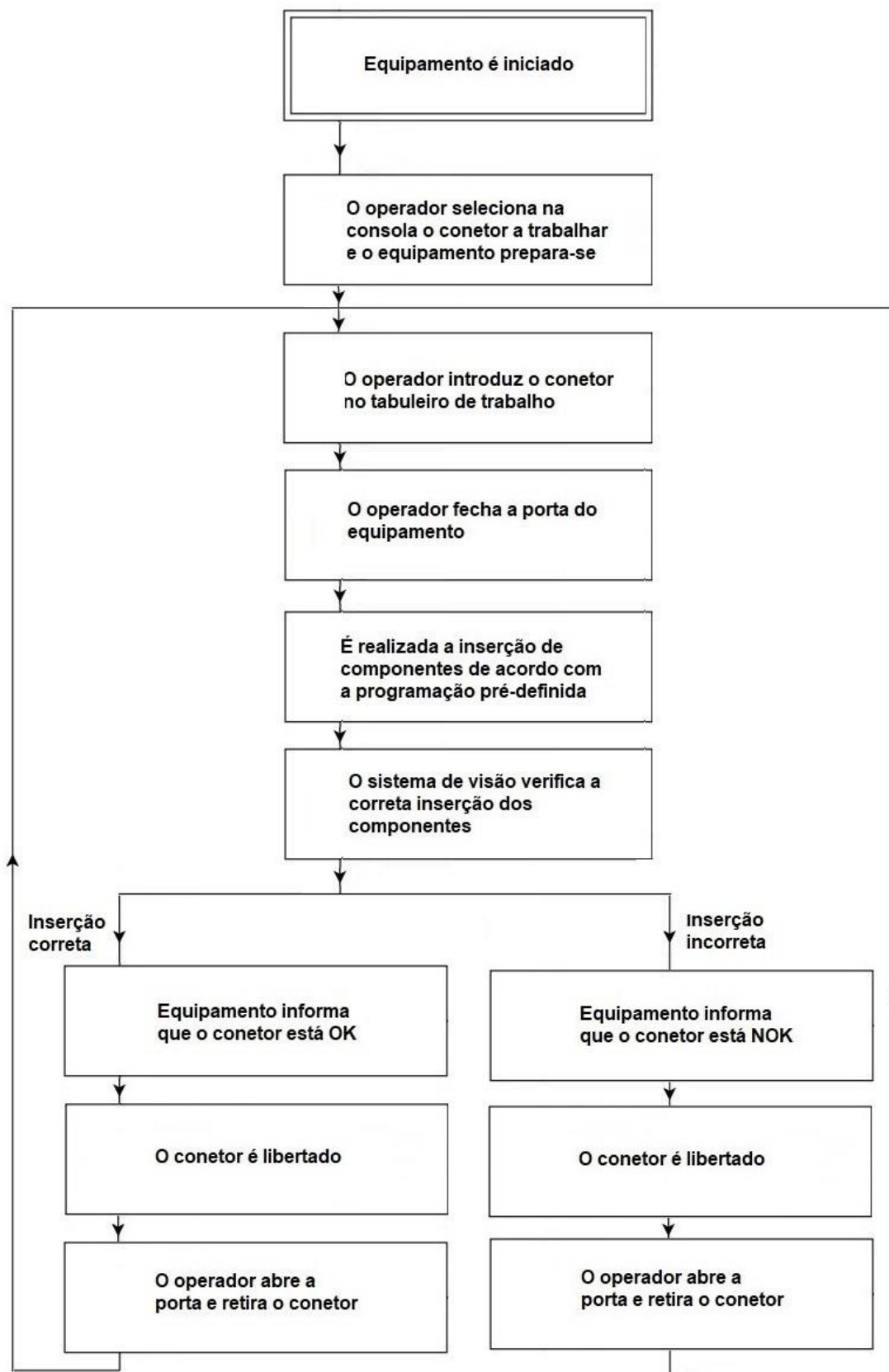


Figura 119 - Sequência geral de funcionamento do equipamento

3.4.7.2 Funcionamento do tabuleiro de trabalho

O tabuleiro de trabalho opera sempre que o equipamento recebe um conector. Este sistema pode trabalhar em simultâneo com o sistema de alimentação e o insensor. Por outro lado, o ciclo de inserção, realizado pelo insensor, só pode ser iniciado quando o tabuleiro de trabalho realiza o bloqueio do conector. Na Figura 120 apresenta-se a sequência de funcionamento do tabuleiro de trabalho.

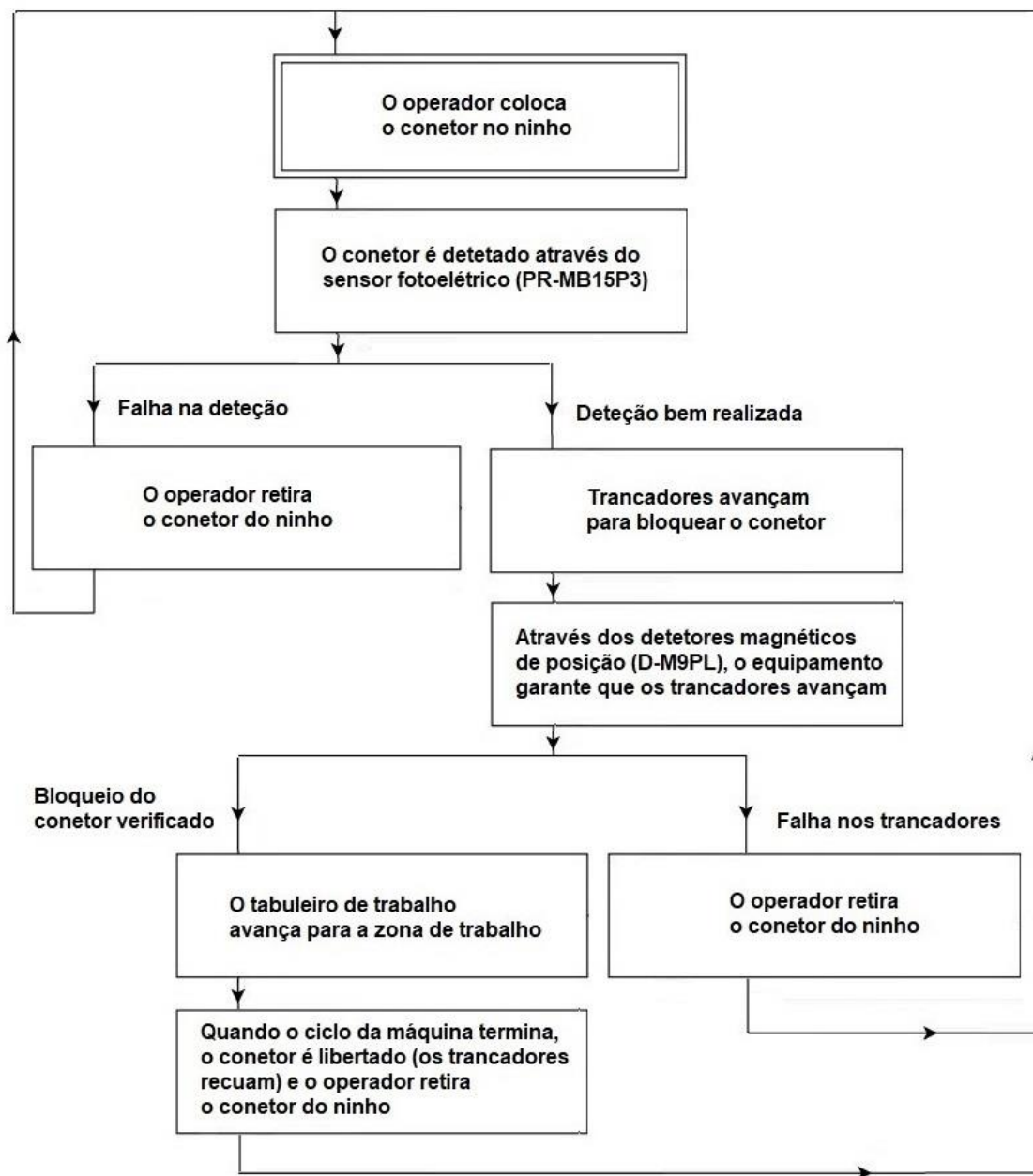


Figura 120 - Sequência geral de funcionamento do tabuleiro de trabalho

3.4.7.3 Funcionamento do insersor

O insersor compreende no seu funcionamento os movimentos associados ao posicionamento do insersor sobre o ponto de inserção, e as operações envolvidas com a abertura e fecho da garra com 2 dedos (MHZ2-6D). Na Figura 121 apresenta-se a sequência de funcionamento associada ao insersor.

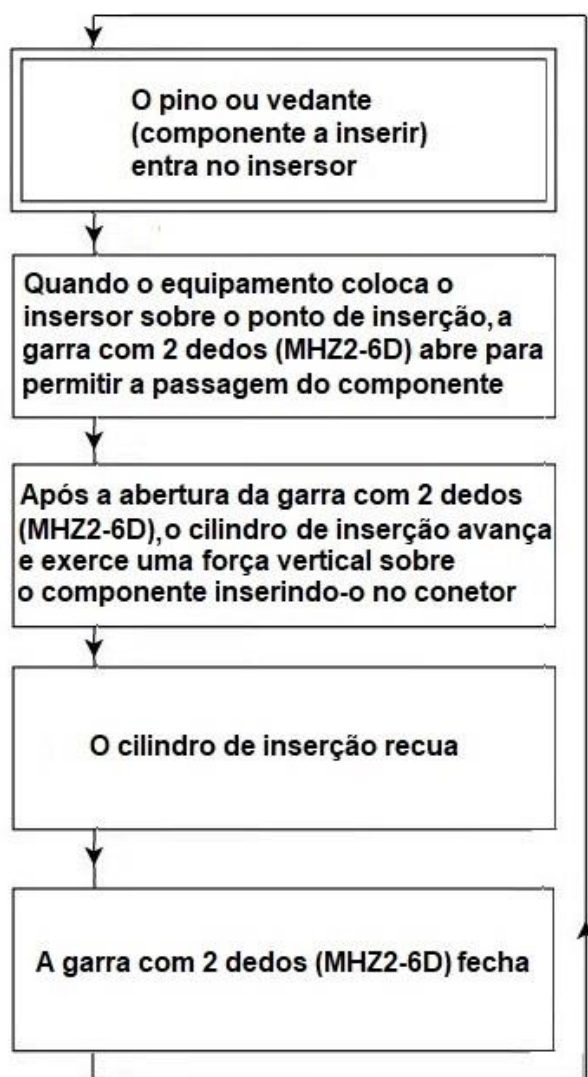


Figura 121 - Sequência geral de funcionamento do insersor

3.4.7.4 Funcionamento do sistema de alimentação

O funcionamento do sistema de alimentação inclui todas as fases desde a alimentação de componentes (pinos ou vedantes) no equipamento até à operação de sopro, isto é, o envio de componentes para a zona de inserção. Na Figura 122 apresenta-se a sequência de operações desenvolvidas pelo sistema de alimentação.

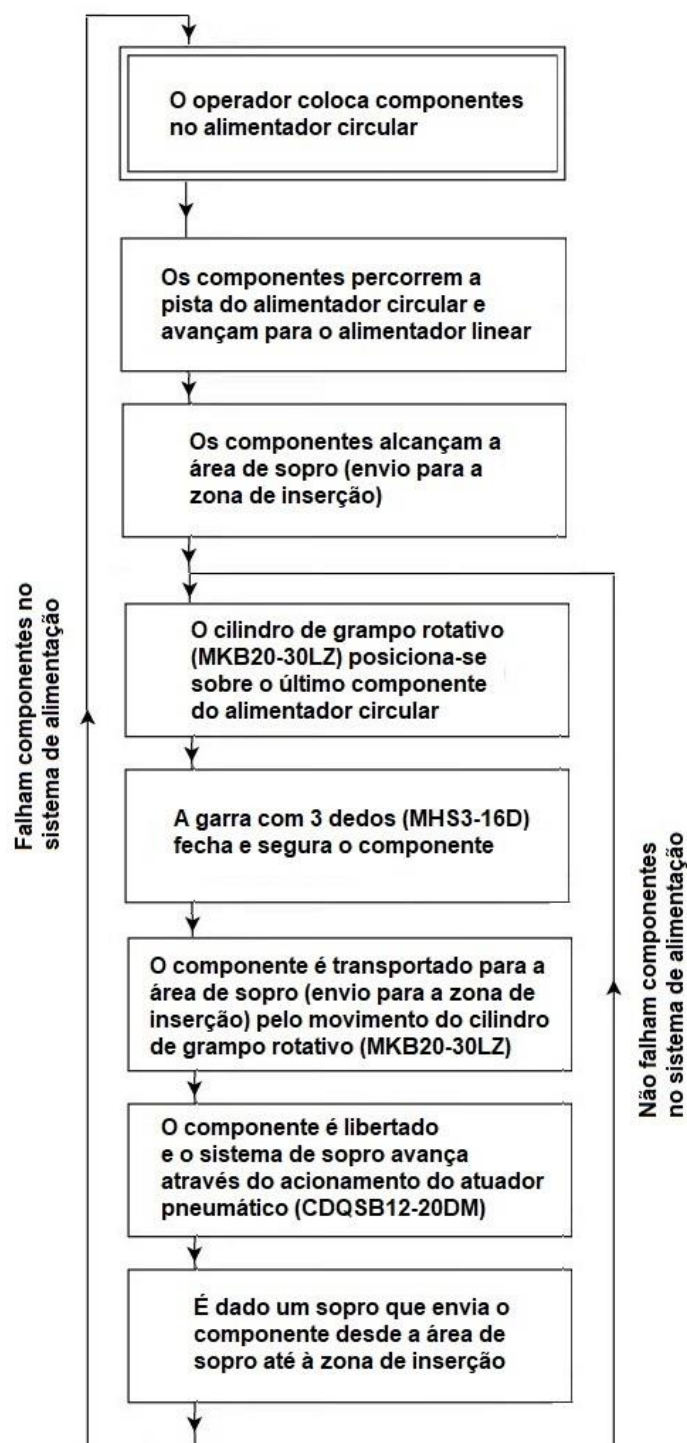


Figura 122 - Sequência de funcionamento do sistema de alimentação

3.4.8 Segurança

Para a preservação do equipamento e integridade física do operador é importante que sejam seguidas as indicações dispostas de seguida.

3.4.8.1 Avisos de segurança

De modo a assegurar que o equipamento tenha uma utilização segura foram idealizadas instruções que devem ser seguidas. Na Tabela 54 estas encontram-se devidamente descritas.

Tabela 54 - Avisos de segurança do equipamento

Ilustração	Descrição
	A instalação e manuseamento do equipamento devem ser realizados por uma pessoa que tenha a qualificação necessária para tal, tendo sempre como base o conteúdo do manual de instruções. O uso indevido do equipamento poderá eventualmente acarretar inúmeras consequências, tais como graves danos materiais e/ou risco de vida.
	Alterações no equipamento não são aconselhados pois podem significar riscos significativos.
	O uso do quadro elétrico é apenas permitido a pessoas que têm consentimento para tal.
	A assistência do equipamento apenas pode ser realizada por profissionais entendidos. É extremamente importante que todas as eventuais modificações sejam documentadas.
	Ao iniciar o equipamento deve-se primeiramente verificar, no quadro elétrico, se a fase e o neutro estão bem posicionados.
	Aquando das intervenções de manutenção é indispensável a utilização das ferramentas mais indicadas como forma de proteção humana bem como do próprio material.

3.4.8.2 Paragem de emergência

O “botão de emergência” existente na consola portátil do equipamento foi concebido para situações de perigo. A sua função é inibir qualquer movimento do equipamento que possa representar uma situação de perigo.

3.4.8.3 Proteções associadas ao equipamento

Os sensores magnéticos nas portas do equipamento, representados na Figura 123, têm como efeito a segurança do técnico. Deste modo, sempre que as portas são abertas, a ação do equipamento é interrompida/bloqueada.

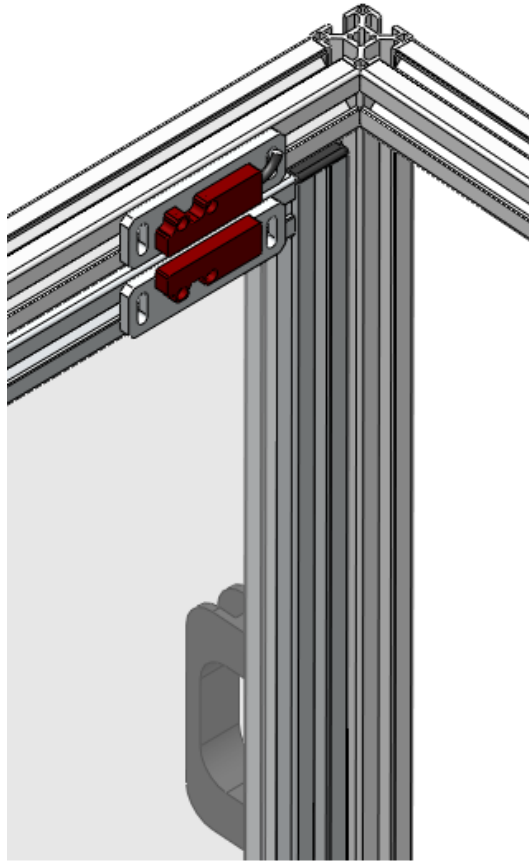


Figura 123 - Sensor magnético anexo às portas do equipamento

3.4.9 Manual de manutenção

O estado futuro do equipamento tem como suposto diversos condicionantes, entre os quais, o nível de excelência e frequência da própria manutenção. Conclui-se então que um equipamento com pouca manutenção pode eventualmente sofrer mais falhas/defeitos, o que pode também conduzir a uma deterioração/danificação permanente.

3.4.9.1 Manutenção preventiva

Entende-se por “manutenção preventiva” as ações que visam preservar a conservação do equipamento antes da ocorrência de falha. A sua manutenção deve atentar/seguir os seguintes critérios apresentados na Tabela 55.

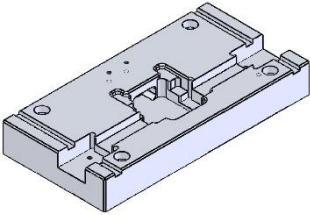
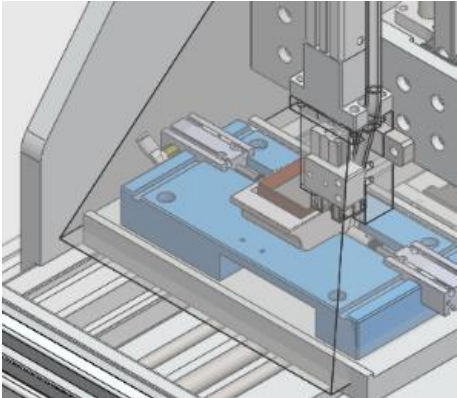
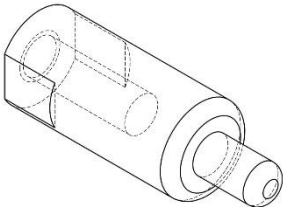
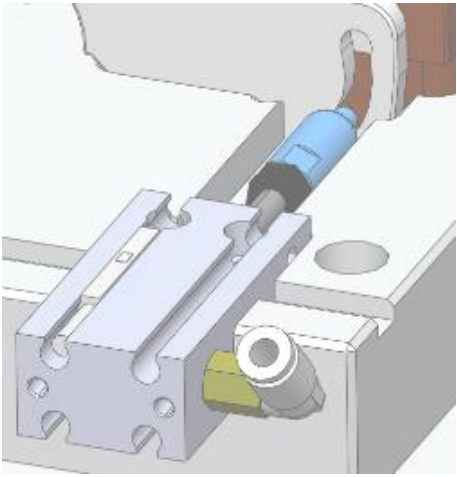
Tabela 55 - Listagem de intervenções de manutenção

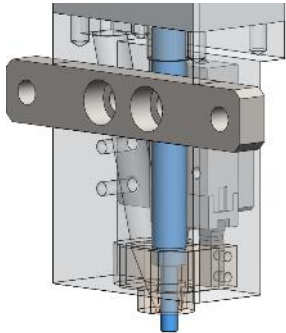
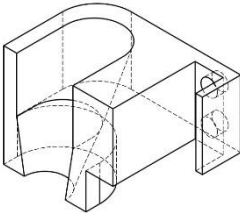
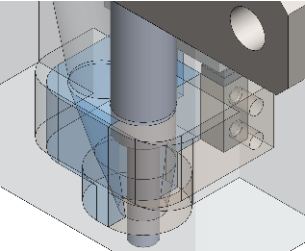
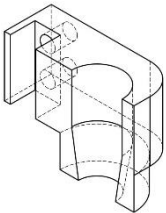
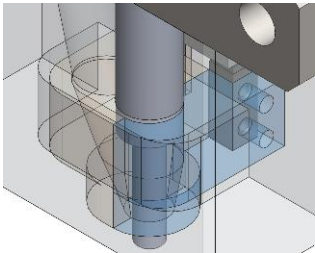
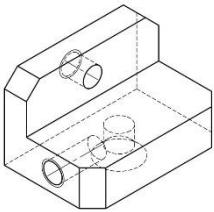
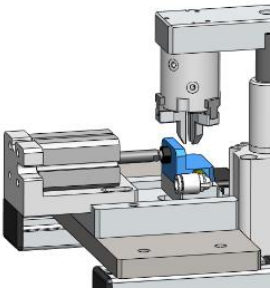
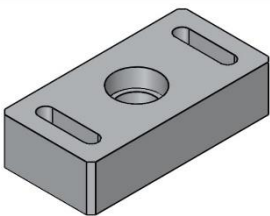
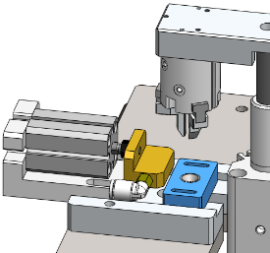
Intervenção	Observações
Aferir mecanismos/utensílios/ferramentas de segurança ativa e passiva.	É extremamente importante atentar com devida frequência o estado dos fechos de segurança nas portas.
Indagar possíveis fugas na instalação pneumática.	É crucial certificar igualmente o estado de tubagens, conexões e cilindros.
Apurar ligações/conexões mecânicas.	Averiguar em que condições se encontram os parafusos, com especial enfoque nas peças concebidas com afinação em determinado eixo.
Processo de lubrificação dos componentes incumbidos por deslizamentos/desvios.	Confirmar a lubrificação das guias e patins, bem como dos veios de precisão e rolamentos lineares.
Higienização dos alimentadores de componentes.	A limpeza dos alimentadores é um ponto bastante importante, uma vez que é através destes sistemas que se procede à eliminação de componentes (pinos ou vedantes) em mau estado. Deste modo, a limpeza contribui eficazmente para o bom desempenho do equipamento.
Testar deteções.	Devem ser testadas todas as deteções existentes no equipamento, desde deteções de componentes a deteções de posição de cilindros.
Periodicidade da manutenção preventiva.	No decorrer do tempo de uso do equipamento devem ser realizadas intervenções de reparos, troca de peças e componentes. Deste modo, reduz-se a degradação do estado original de funcionamento da máquina e a probabilidade de falhas.

3.4.9.2 Peças de desgaste

Na IA, os equipamentos são submetidos a ciclos de trabalho contínuos. Deste modo, os mesmos sofrem desgaste ao longo do tempo. Por vezes, as zonas e componentes de maior desgaste são previsíveis. De modo a simplificar a substituição de certas peças durante as intervenções de manutenção, apresenta-se na Tabela 56 uma lista das peças mais suscetíveis a desgaste. Os desenhos destas peças encontram-se no Anexo 3.

Tabela 56 - Listagem de peças de desgaste

Peça	Ilustração	Localização no equipamento
ISEP-PE-0201		Estas peças localizam-se no tabuleiro de trabalho. 
ISEP-PE-0202		

ISEP-PE-0303		Estas peças localizam-se no insersor. 
ISEP-PE-0304		
ISEP-PE-0305		
ISEP-PE-0703		Estas peças localizam-se no sistema de alimentação. 
ISEP-PE-0708		

3.4.10 Custos associados ao equipamento

Na Tabela 57 estimam-se os custos associados ao equipamento. É de salientar que ao valor de comercialização, para além dos custos apresentados, acresce a margem de lucro bem como as horas de projeto, maquinagem, montagem e programação.

Tabela 57 - Custos associados ao equipamento

Aquisição de sistemas	Sistema de alimentação vibratório (alimentador circular VA-250/2 e linear VL-25/40)	8750 €
	Custo associado a aquisição de sistemas	8750 €
Material estrutural	Perfis de alumínio	130 €
	Acessórios dos perfis de alumínio: • Cantos; • Tampas; • Pega (B224094.TG6.501PP); • Dobradiças (095K3030F08); • Trancadores magnéticos e chapas (093044); • Veios esfera (098DM08040M).	150 €
	Componentes associados aos movimentos lineares: • Chumaceiras (R1591 106 20); • Fusos (R1531 469 10); • Guias lineares (R1605 104 31); • Patins (R1622 114 20); • Porcas (R1532 460 06); • Rolamentos lineares (R0602 308 10); • Veios (225 mm) (R1000 008 00); • Acoplamentos (MOR-20C-5-6); • Rolamentos de esferas (626-2Z).	1840 €
	Custo associado ao material estrutural	2120 €
Matérias-primas	• Policarbonato compacto cristal; • Dibond com a cor branca de um lado e prata do outro; • Liga de alumínio 3.3547 (DIN EN-AW 5083); • Aço 1.1191 (DIN Ck45); • Aço inoxidável 1.4301 (DIN X 5 CrNi 18-10).	2400 €
	Custo associado às matérias-primas	2400 €

Material pneumático	Atuadores pneumáticos	315 €
	Acessórios pneumáticos: • Conectores angulares; • Detetores magnéticos (D-M9PL); • Filtro de ar, regulador e unidade lubrificadora (AC20); • Válvulas solenoides; • Tubagens.	350 €
	Custo associado ao material pneumático	665 €
Material elétrico	Armário do quadro elétrico (MAS0405021R5)	85 €
	Consola HMI tátil (EW107AA)	390 €
	Sensores indutivos (DW-AD-624-M5) e fotoelétricos	248 €
	Sensor de visão com Inteligência Artificial (IV2-G300CA)	1350 €
	Motores (PBM423FXE50) com <i>stepper drivers</i>	805 €
	Restante material elétrico	800 €
	Custo associado ao material elétrico	3678 €
Serviços externos	Fornecimento de chapas com corte laser	80 €
	Custo associado aos serviços externos	80 €
	Custo total do equipamento	17693 €

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

- 4.1 Conclusões
- 4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

Nos dias de hoje, as empresas pretendem equipamentos automáticos pois, com estes, obtêm uma maior produtividade através da redução dos tempos de ciclo e períodos de paragem da produção. Uma maior produtividade significa maior capacidade de resposta para com os clientes e menores custos de produção. A utilização destes equipamentos permite também uma maior qualidade dos produtos a fabricar. As máquinas automatizadas permitem a resolução rápida de avarias e podem ser uniformizadas, tornando o seu uso mais simples e intuitivo. No entanto, estes equipamentos ainda requerem um grande investimento inicial, sendo este fator uma grande limitação para muitas empresas. No futuro, é importante que as empresas apostem mais em melhorias, tanto a nível tecnológico como em pormenores que as tornem mais competitivas.

Os processos de montagem de pequenos componentes, quando realizados manualmente, são repetitivos e demorados. Deste modo, e como estes apresentam potencial para automatização em função das tarefas e movimentos a realizar, os fabricantes de componentes pretendem equipamentos que os permitam executar automaticamente. Por este motivo, este projeto passou pela conceção de um equipamento industrial de montagem de conetores para a IA. A máquina em questão cumpre os requisitos da Diretiva Máquinas. Para além disso, esta tem em atenção aspetos como a funcionalidade, produtividade, redução de custos e segurança, e qualidade. Na IA é fundamental cumprir estes pressupostos pois os fabricantes são muito exigentes para com os seus fornecedores. De outra forma, as empresas perderiam competitividade.

Este projeto assentou em princípios como a automatização, flexibilidade, alta cadência e preço competitivo. Os objetivos e requisitos pré-definidos para o presente projeto foram cumpridos na totalidade, como se pode observar na Tabela 58.

Tabela 58 - Avaliação do cumprimento de objetivos iniciais

Objetivo	Conclusão
Desenvolver uma máquina que trabalhe de forma semiautomática e que utilize um insersor, dois tipos de componentes e um tipo de conector.	A máquina trabalha de forma semiautomática, com os dois tipos de componentes pretendidos (pinos e vedantes) e um tipo de conector. Apenas existe intervenção humana na deposição dos componentes no alimentador circular, e na colocação do conector no ninho que se encontra no tabuleiro de trabalho.
Implementar um sistema de alimentação de componentes. Os componentes devem ser depositados pelo operador, de forma aleatória.	Foi implementado um sistema de alimentação com um alimentador circular pronto a receber componentes depositados de forma aleatória, através de um furo de abastecimento.
Conceber sistemas para transportar os componentes do sistema de alimentação para o insersor.	O “recolhe e coloca” e o sopro transportam os componentes do sistema de alimentação para o insersor, e foram desenvolvidos tendo em conta a geometria do componente.
Criar sistemas de posicionamento para o conector com vista à fixação do mesmo durante a montagem dos componentes (pinos e vedantes).	Foi desenvolvido um tabuleiro de trabalho composto por um ninho que bloqueia o conector numa posição nos eixos x e y. Para além disso, o tabuleiro é também constituído por trancadores que bloqueiam o conector numa posição do eixo z.
Aplicar um sistema capaz de detetar a correta montagem dos componentes no conector.	Sensor de visão com Inteligência Artificial anexo ao mecanismo de coordenadas (eixo y).
Realizar uma análise estática linear através do MEF.	Validação da estrutura do mecanismo de coordenadas (eixo y) por meio de uma análise estática linear através do MEF.
Criar um procedimento de manutenção.	Foi realizada uma lista de intervenções de manutenção.
Estimar os custos associados ao equipamento.	Os custos associados ao equipamento foram estimados por categorias gerais (material estrutural, matérias-primas, material pneumático, material elétrico e serviços externos).

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Para sugerir melhorias e trabalhos futuros, de forma produtiva e precisa, ter-se-ia de construir o equipamento, e consequentemente submetê-lo a testes e ensaios. Devido a limitação de tempo, estas etapas não foram concluídas em tempo útil. No entanto, enumeram-se de seguida algumas melhorias ao equipamento:

- Reforçar a capacidade de produção, isto é, acrescentar ninhos ao tabuleiro de trabalho e consequentemente insensores ao sistema;
- Aumentar a versatilidade do equipamento através da mudança da programação, ligações mecânicas e ninho (de modo a operar diferentes conetores);
- Permutar o material pneumático por elétrico, à exceção do sopro, já que este é mais flexível;
- Tornar o equipamento capaz de trabalhar de forma autónoma;
- Ajustar a estrutura principal da máquina à zona de trabalho aumentando por exemplo a altura da mesma;
- Possibilitar a movimentação do equipamento através de rodas com travão e sistema de nivelamento;
- Reduzir custos (de fabricação e operação).

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

1. *Estatísticas de produção*. 2021: OICA [Acedido em: 11 de novembro de 2021]; Disponível em: <https://www.oica.net/production-statistics/>.
2. *Vendas de novos veículos em 2019 e 2020*. 2021: OICA [Acedido em: 9 de novembro de 2021]; Disponível em: <https://www.oica.net/category/sales-statistics/>.
3. *Indústria automóvel e componentes*, 2016: AICEP Portugal Global, https://www.portugalglobal.pt/PT/RevistaPortugalglobal/2016/Documents/Portugalglobal_n87.pdf.
4. *Cluster da indústria automóvel em Portugal: Caracterização e contribuição para a economia*, 2021: Deloitte, <https://www2.deloitte.com/pt/pt/pages/consumer-business/articles/cluster-da-industria-automovel-em-portugal.html>.
5. *Estatísticas 2020: Indústria de componentes para automóveis*, 2021: AFIA, https://afia.pt/wp-content/uploads/2020/03/AFIA_indcompautomoveis.pdf.
6. *Diagnóstico da indústria automóvel em Portugal*, 2005: Inteli, Ministério da Economia e Inovação.
7. Bom, L., *Competitividade e produtividade*, 2019: Jornal de Negócios, <https://www.jornaldenegocios.pt/opiniao/colunistas/luis-todo-bom/detalhe/competitividade-e-produtividade>.
8. Porter, M., *The competitive advantage of nations*. 1990: Harvard Business Review, Cambridge, EUA.
9. *Normas internacionais*. 2022: International Organization for Standardization [Acedido em: 10 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.iso.org>.
10. *Certificação IATF 16949:2016. Sistema de gestão da qualidade para organizações da indústria automóvel*. 2016, APCER: Porto, Portugal.
11. Costa, M., Gouveia, R., Silva, F., e Campilho, R., *How to solve quality problems by advanced fully-automated manufacturing systems*, em *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Nee, A., Editor. Vol. 94. 2018: Springer-Verlag London, Londres, Inglaterra. p. 3041-3063.
12. Ribeiro, L. e Barata, J., *Re-thinking diagnosis for future automation systems: An analysis of current diagnostic practices and their applicability in emerging IT based production paradigms*, em *Computers in Industry*, Grabot, B., Editor. Vol. 62. 2011: Elsevier B.V., Amesterdão, Países Baixos. p. 639-659.
13. Sousa, E., Silva, F., Pimentel, C., e Ferreira, L., *SMED Applied to composed cork stoppers. Lean manufacturing: Implementation, opportunities and challenges*. 2019: Nova Science, Nova Iorque, EUA.
14. Araújo, W., Silva, F., Campilho, R., e Matos, J., *Manufacturing cushions and suspension mats for vehicle seats: A novel cell concept*, em *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Nee, A., Editor. Vol. 90. 2017: Springer-Verlag London, Londres, Inglaterra. p. 1539-1545.

15. Sameer, G. e Sudhir, B., *Low cost automation (LCA): A case study*, em *International Journal of Advanced Engineering and Global Technology*, Kuthadi, V., Editor. Vol. 2. 2014, África do Sul. p. 172-181.
16. Ford, M., *The lights in the tunnel: Automation, accelerating technology and the economy of the future*. 2009: Acullant, EUA.
17. *História e evolução da indústria automóvel brasileira*. 2019: TG Poli [Acedido em: 6 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.tgpoli.com.br/noticias/historia-e-evolucao-da-industria-automotiva-brasileira/>.
18. *Homem e máquina: Como são fabricados os automóveis modernos*. 2018: Razão Automóvel [Acedido em: 6 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.razaoautomovel.com/2017/07/hyundai-automoveis-modernos>.
19. Nunes, P. e Silva, F., *Increasing flexibility and productivity in small assembly operations: A case study*, em *Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems*, Azevedo, A., Editor. Vol. 1. 2013: Springer, Heidelberg, Heidelberg, Alemanha. p. 329-340.
20. Magalhães, A., Silva, F., e Campilho, R., *A novel concept of bent wires sorting operation between workstations in the production of automotive parts*. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 2018. **41**.
21. *Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovations data*. 2005: OECD, Paris, França.
22. Alapont, J. *Driving global profitable growth*. em *Federal-Mogul*. 2005. Southfield, EUA.
23. Li, J., Nakano, M., Cai, W., Furmans, K., e Patchong, A., *Guest editorial automation in automotive manufacturing*, em *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, Luh, P., Editor. Vol. 7. 2010: Institute of Electrical and Electronics Engineers. p. 721-723.
24. *O que esperar dos carros do futuro*. 2021: Controlauto [Acedido em: 8 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://controlauto.pt/seguranca-rodoviaria/educacao-rodoviaria/carros-do-futuro>.
25. *Carros do futuro: 6 tendências que podem chegar em breve*. 2021: Hyundai [Acedido em: 8 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.hyundai.com.br/inovacao-e-tecnologia/Carros-do-futuro-6-tendencias-que-podem-chegar-em-breve.html>.
26. *As 4 tendências que vão marcar o futuro imediato dos automóveis*. 2021: Motor 24 [Acedido em: 8 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.motor24.pt/sites/wattson/as-4-tendencias-que-vaao-marcar-o-futuro-imediato-dos-automoveis/1525618/>.
27. *Extrusão*. 2022: Associação Portuguesa do Alumínio [Acedido em: 10 de abril de 2022]; Disponível em: <http://www.apal.pt/index.php/processos/extrusao.html>.
28. *Maquinagem de engrenagem*. 2022: Microfund [Acedido em: 10 de abril de 2022]; Disponível em: <http://www.microfund.com.br/blog/post/noticias/usinagem-de-engrenagem/20>.
29. Caetano, M. *Vulcanização em prensa de injeção*. 2022: Ciência e Tecnologia da Borracha [Acedido em: 10 de abril de 2022]; Disponível em: <https://www.ctborracha.com/processos/vulcanizacao/prensa-de-injeccao/>.

30. Santos, A., Batista, F., Pinto, J., e Benini, L., *Processos de fabrico: Rolamentos rígidos de esferas*, em *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, Franco, I. and Siqueira, A., Editores. Vol. 3. 2017: Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. p. 760-762.
31. *Rexroth linear*. 2022: Equinotec [Acedido em: 13 de abril de 2022]; Disponível em: <https://www.equinotec.com/produtos/rexroth-linear>.
32. Groover, M. , *Automation, production systems and computer-integrated manufacturing*. 2016: Pearson Education India, Deli, Índia.
33. Feldman, B. *Dá para trocar a correia dentada por uma corrente metálica*. 2020: Auto Papo [Acedido em: 13 de abril de 2022]; Disponível em: <https://autopapo.uol.com.br/blog-do-boris/corrente-metalica-melhor-que-correia-dentada/>.
34. *Gear racks*. 2022: Atlanta Drive Systems [Acedido em: 13 de abril de 2022]; Disponível em: <https://atlantadrives.com/racks.htm>.
35. Campilho, R., *Método de elementos finitos: Ferramentas para análise estrutural*. 2012: Publindústria, Porto, Portugal.
36. *Elaboração de manual de instrução de máquina ou equipamento NR-12*. 2022: Rescue 7 [Acedido em: 19 de abril de 2022]; Disponível em: <https://www.rescuecursos.com/elaboracao-de-manual-de-instrucao-de-maquina-ou-equipamento-nr-12/>.
37. *Documentação interna*. 2022, WRK, Lda: Gondomar, Portugal.
38. *Diretiva 2006/42/CE. Jornal oficial da União Europeia*. 2006, Parlamento Europeu e do Conselho: Estrasburgo, França.
39. *Diretiva do Conselho de 30 de Novembro de 1989. Jornal oficial das Comunidades Europeias*. 1989, Parlamento Europeu e do Conselho: Estrasburgo, França.
40. *ISO/TR 14121-2: 2012. Safety of machinery. Risk assessment. Part 2: Practical guidance and examples of methods*. 2012, International Organization for Standardization: Geneva, Suíça.
41. *Construção de máquinas: O futuro promete. Os componentes normalizados do futuro*. 2020: Norelem [Acedido em: 12 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://interplast.pt/Artigos/320680-Construcao-de-maquinas-o-futuro-promete-os-componentes-normalizados-do-futuro.html>.
42. *Anéis elásticos*. 2022: Samech Vedações [Acedido em: 13 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.samechvedacoes.com.br/aneis-elasticos/>.
43. *Anilhas e freios*. 2022: Fabory [Acedido em: 20 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.fabory.com/pt/Fixa%C3%A7%C3%A3o/Anilhas-%26-Freios/c/0110>.
44. *Chaveta mecânica: Tipos e aplicações*. 2021: Abecom - Rolamentos e Produtos de Borracha Ltda [Acedido em: 29 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.abecom.com.br/chaveta-mecanica/>.
45. Ferraz, F., *Elementos de máquinas*. 2018, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Baía: Baía, Brasil.
46. *Parafuso*. 2022: Monografias.com [Acedido em: 3 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.monografias.com/pt/docs/mec%C3%A2nica-parafusos-rosca-pinos-FKXMQABXH5>.
47. *Porcas e arruelas*. 2018: Real Parafusos [Acedido em: 13 de janeiro de 2022]; Disponível em:

- <https://realparafusosmaquinas.com/index.php/2018/09/09/porcas-e-arruelas-voce-sabe-qual-a-diferenca-e-funcao-descubra/>.
48. *Transportadores de tela*. 2021: Fluidotronica - Equipamentos Industriais, Lda [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.fluidotronica.com/pt/produtos/minitec/transportadores/transportadores-de-tela/>.
49. *Transportadores de tela*. 2021: Europneumaq [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.europneumaq.com/pt/solucoes/movimentacao-de-cargas/transportadores-de-tela>.
50. İç, Y., Yurdakul, M., e Dengiz, B., *Development of a decision support system for robot selection*, em *Robotics and Computer. Integrated Manufacturing*, Wang, L., Editor. Vol. 29. 2013: Elsevier, Amesterdão, Países Baixos. p. 142-157.
51. Daerden, F. e Lefeber, D., *Pneumatic artificial muscles: Actuators for robotics and automation*, em *European Journal of Mechanical Environmental Engineering*, Harri, K., Editor. Vol. 47. 2002: Gauthier Villars, França. p. 11-21.
52. Tilley, J. *Automation, robotics and the factory of the future*. 2017: McKinsey [Acedido em: 29 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/automation-robotics-and-the-factory-of-the-future>.
53. Kumar, R. e Garg, R., *Optimal selection of robots by using distance based approach method*, em *Robotics and Computer: Integrated Manufacturing*, Wang, L., Editor. Vol. 26. 2010: Elsevier, Amesterdão, Países Baixos. p. 500-506.
54. Barbosa, M., Silva, F., Pimentel, C., e Gouveia, R. *A novel concept of CNC machining center automatic feeder*. em *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. 2018. Columbus, OH, EUA. **17**: Procedia Manufacturing: p. 952-959.
55. Silva, G., Silva, F., Campilho, R., e Gouveia, R. *Designing a novel feeding system for CNC turning machines*. em *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. 2018. Columbus, EUA. **17**: Procedia Manufacturing: p. 1144-1153.
56. Costa, R., Silva, F., e Campilho, R., *A novel concept of agile assembly machine for sets applied in the automotive industry*, em *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Nee, A., Editor. Vol. 91. 2017: Springer-Verlag London, Londres, Inglaterra. p. 4043-4054.
57. Moreira, B., Gouveia, R., Silva, F., e Campilho, R. *A novel concept of production and assembly processes integration*. em *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. 2017. Modena, Itália. **11**: Procedia Manufacturing: p. 1385-1395.
58. Volpato, G., *Automation in automotive industries: New perspectives on automation*. 1999: Springer, Heidelberg, Alemanha.
59. *Automatização e robótica industrial*. 2018: Infaimon [Acedido em: 29 de novembro de 2021]; Disponível em: <https://blog.infaimon.com/pt/automatizacao-e-robotica-industrial/>.
60. Guimarães, B. *O que é a automação industrial. Quais os seus tipos*. 2020: ELO Junior [Acedido em: 29 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/o-que-%C3%A9-automa%C3%A7%C3%A3o-industrial-quais-os-seus-tipos-elo-junior>.

61. César, D. *Robótica livre: Robótica educacional com tecnologias livre*. em *Fórum Internacional de Software Livre*. 2005. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Centro de Educação Tecnológica de Itabirito: p. 1-6.
62. Oliveira, P. e Franchin, M. *Robótica: Introdução*. 2014: Junior, P [Acedido em: 6 de dezembro de 2021]; Disponível em: https://www.academia.edu/8286351/Introdu%C3%A7%C3%A3o_-_Conceitos_de_Rob%C3%B3tica_e_Rob%C3%B4tica.
63. *Research, development, use and international co-operation*. 2021: International Federation of Robotics [Acedido em: 11 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://ifr.org/>.
64. Salim, M. *Os 10 países mais robotizados do mundo*. 2012: Exame [Acedido em: 11 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://exame.com/economia/os-10-paises-mais-robotizados-do-mundo/>.
65. *ISO 8373:2021. Robotics*. 2021, International Organization for Standardization: Geneva, Suíça.
66. Tsuda, J. *Global industrial robot sales doubled over the past five years: IFR reports*. em *World Robotics - Industrial Robot Report 2018*. 2018. Tóquio, Japão: International Federation of Robotics.
67. Graetz, G. e Michaels, G., *Robots at work*, em *The Review of Economics and Statistics*, Khwaja, A., Editor. Vol. 100. 2018: President and Fellows of Harvard College and the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, EUA p. 753-768.
68. Araújo, W., *Dissertação. Otimização de processo semiautomático de fabrico de componentes para automóveis*. 2014, Mestrado em Engenharia Mecânica - ramo de Construções Mecânicas. Instituto Superior de Engenharia do Porto: Porto, Portugal.
69. *Robôs industriais*. 2021: Yaskawa [Acedido em: 26 de novembro de 2021]; Disponível em: <https://www.yaskawa-global.com/product/robotics>.
70. Fischer, U., Gomeringer, R., Heinzler, M., Kilgus, R., Näher, F., Oesterle, S., e Stephan, A., *Manual de tecnologia metal mecânica*. 2011: Blucher, São Paulo, Brasil.
71. Pires, J., *Automação industrial*. 2007: Edições Técnicas e Profissionais, Lisboa, Portugal.
72. Wilson, J., *Sensor technology handbook*. 2004: Elsevier, Amesterdão, Holanda.
73. Alves, T., *Automação industrial II*. 2005, Escola Superior de Tecnologia de Abrantes: Abrantes, Portugal.
74. Santos, A. e Silva, A., *Automação pneumática: Produção, tratamento e distribuição de ar comprimido, dimensionamento de redes, cilindros e geração de vácuo, comando de circuitos combinatórios e sequenciais*. 2014: Pubblindústria, Porto, Portugal.
75. Mavroidis, C., Pfeiffer, C., e Mosley, M., *Conventional actuators, shape memory alloys and electrorheological fluids*, em *Automation, miniature robotics, sensors for nondestructive testing evaluation*, Bar-Cohen, Y., Editor. Vol. 4. 2000: American Society for Nondestructive Testing, Columbus, EUA. p. 189-214.
76. *Autómatos programáveis PLCs. Programação e inputs/outputs (capítulo 3)*. 2012: Tecnologias Industriais [Acedido em: 29 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://tecnologiasindustriais.wordpress.com/category/automatos-programaveis>.

77. Fialho, A., *Automação hidráulica: Projetos, dimensionamento e análise de circuitos*. 2006: Érica, São Paulo, Brasil.
78. Piñeros, J. *Grafcet a Ladder programación PLC*. 2021: Educatia [Acedido em: 30 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://educatia.com.co/grafcet-a-ladder-programacion-plc/>.
79. Lagoa, J. *10ª aula: Grafcet. Elementos de base*. 2000: Rosa, D [Acedido em: 19 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/487148/>.
80. Barrera, I. *Programar um PLC da Siemens*. 2022: Electrónica Unicrom [Acedido em: 29 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://unicrom.com/programar-plc-controlador-logico-programable-siemens/>.
81. Verl, A., Lechler, A., Wesner, S., Kirstädter, A., Schlechtendahl, J., Schubert, L., e Meier, S. *An approach for a cloud-based machine tool control*. em *46th CIRP Conference on Manufacturing Systems*. 2013. Países Baixos. 7: Procedia CIRP: p. 682-687.
82. *4.3 inch ethernet KTP400 Siemens Simatics HMI*. 2021: IndiaMART [Acedido em: 19 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.indiamart.com/proddetail/ktp400-siemens-simatics-hmi-22934907462.html>.
83. *PC Industrial: Semelhanças e diferenças com os PC's convencionais*. 2017: Infaimon [Acedido em: 19 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://blog.infaimon.com/pt/pc-industrial-semelhancas-diferencas-pcs-convencionais/>.
84. Mehta, B. e Reddy, Y., *Industrial process automation systems: Design and implementation*. 2014: Butterworth-Heinemann, Oxford, Reino Unido.
85. Kiran, D., *Production planning and control: A comprehensive approach*. 2019: Butterworth Heinemann Books - Elsevier, Massachusetts, EUA.
86. *Soluções de robótica para o seu setor*. 2021: EPL - Mecatrónica & Robótica [Acedido em: 23 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://epl-si.com/>.
87. Ahmad, R. e Plapper, P. *Safe and automated assembly process using vision assisted robot manipulator*. em *48th CIRP Conference on Manufacturing Systems*. 2016. Ischia, Itália. 41: Procedia CIRP: p. 771-776.
88. Feldmann, K., Müller, B., e Haselmann, T., *Automated assembly of lightweight automotive components*, em *CIRP Annals. Manufacturing Technology*, Allwood, J., Editor. Vol. 48. 1999: Elsevier USA, EUA. p. 9-12.
89. Branquinho, M., Seidl, J., Moraes, L., Branquinho, T., e Junior, J., *Segurança de automação industrial e SCADA*. 2014: Elsevier Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.
90. *O que é uma linha de montagem*. 2021: Oque-e.com [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://oque-e.com/o-que-e-uma-linha-de-montagem/>.
91. *O que é uma linha de montagem*. 2021: ADM Fácil [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.admfacil.com/linha-de-montagem/>.
92. Abuelsamid, S. *Chrysler construiu oficialmente motores com a Hyundai*. 2009: Autoblog [Acedido em: 24 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.autoblog.com/2009/09/11/chrysler-officially-done-building-engines-with-hyundai-mitsubis/>.
93. *Soluções de codificação e marcação da Videojet para linhas de embalagem*. 2021: Videojet Technologies, Inc [Acedido em: 27 de dezembro de 2021];

- Disponível em: <https://www.videojet.pt/pt/homepage/resources/glossary/production-lines/packaging-lines.html>.
94. *Linhas de embalagem e enchimento*. 2021: Rodrigues & Belmans, Lda [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.rodriguesbelmans.com/pt/componentes/componente-contato/atividades/embalamento>.
 95. *Embalamento flow-pack*. 2021: IMCO Process and Packaging [Acedido em: 24 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://imco.es/cafe-embalamento/?lang=pt-pt>.
 96. *Transportador de rolos*. 2021: Daifuku Webb [Acedido em: 20 de novembro de 2021]; Disponível em: <https://www.directindustry.com/prod/daifuku-webb/product-14787-1590762.html>.
 97. *Transportadores de rolos: Guia completo de aplicações para o armazém*. 2020: Mecalux, S.A [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.mecalux.pt/blog/transportador-rolos>.
 98. *Quando optar por um transportador de corrente*. 2021: Direct Industry [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://guide.directindustry.com/pt/que-transportador-escolher/#6>.
 99. *O que é um transportador de corrente*. 2021: Ultimation [Acedido em: 29 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.ultimationinc.com/pt-br/produtos-transportador-sistemas/transportador-de-corrente/>.
 100. *Material handling systems explained*. 2020: Designed Conveyor Systems [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.designedconveyor.com/2020/01/13/material-handling-systems-explained/>.
 101. *Transportador de tela*. 2021: Fast and Easy [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: http://www.fastandeasy.pt/projetos/transportadores/transportador_tela_horizantal_serie_media/.
 102. *Pallet chain conveyors*. 2021: Sidel [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.sidel.com/en/palletising-depalletising/pallet-handling/pallet-chain-conveyors-pd-404>.
 103. Chryssolouris, G., Papakostas, N., e Mavrikios, D., *A perspective on manufacturing strategy: Produce more with less*, em *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Karpuschewski, B., Editor. Vol. 1. 2008: CIRP, Países Baixos. p. 45-52.
 104. *Veículos autoguiados. Sistema AGV: Perfeitos para a sua indústria*. 2021: SINOVA - Sistemas de Movimentação e Manufatura Ltda [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.sinova.com.br/sistema-agv/>.
 105. *AGV's the coolest solution for Oxford Cold Storage*. 2021: Dematic [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.dematic.com/en/downloads-and-resources/articles/agvs-cool-solution-for-oxford-cold-storage/>.
 106. *Alimentador vibratório*. 2021: ARV Systems - Soluções industriais [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.arvsystems.com.br/alimentador-vibratorio>.

107. Felizola, M. *MPE1232. Modelo de um alimentador industrial vibratório com sensor de aceleração MEMS*. em *XVII Encontro de Iniciação Científica*. 2012. São Paulo, Brasil: Universidade de Taubaté.
108. *Bowl feeder for stainless steel products*. 2021: Suzhou Sembest Automation [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.sembest.com/feeder-machine/60199066.html>.
109. *O que é uma máquina de etiquetagem*. 2021: Oque-e.com [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://oque-e.com/o-que-e-uma-maquina-de-etiquetagem/>.
110. *Sistemas de etiquetagem*. 2021: Videojet Technologies, Inc [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.videojet.pt/pt/homepage/resources/glossary/product-coding/labeling-systems.html>.
111. *ALbelt C: Sistema de etiquetado envolvente económico*. 2021: Advanced Labelling Technologies [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <http://es.altech-us.com/etiquetadoras-automaticas/sistemas-de-etiquetado-lineal/etiquetadora-envolvente-albelt-c.kl>.
112. Trommnau, J., Kühnle, J., Siegert, J., Inderka, R., e Bauernhansl, T. *Overview of the state of the art in the production process of automotive wire harnesses, current research and future trends*. em *52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems*. 2019. Ljubljana, Eslovênia. **81**: Procedia CIRP: p. 387-392.
113. Figueiredo, D., Silva, F., Campilho, R., Silva, A., Pimentel, C., e Matias, J. *A new concept of automated manufacturing process for wire rope terminals*. em *30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. 2021. Atenas, Grécia. **51**: Elsevier: p. 431-437.
114. Santos, P., Silva, F., Campilho, R., Pinto, G., e Baptista, A. *A novel concept of a conduit transport system*. em *29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. 2019. Limerick, Irlanda. **38**: Procedia Manufacturing: p. 848-857.
115. Carpanzano, E. e Jovane, F., *Advanced automation solutions for future adaptive factories*, em *CIRP Annals. Manufacturing Technology*, Allwood, J., Editor. Vol. 56. 2007: Elsevier USA, EUA. p. 435-438.
116. *Pintura robotizada está presente na indústria automotiva*. 2018: Roboterin [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <http://roboterin.com.br/pintura-robotizada-esta-presente-na-industria-automotiva/>.
117. *A utilização de robôs no processo de pintura traz qualidade e rentabilidade*. 2021: Pagina Journal [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://paginajournal.com/a-utilizacao-de-robos-no-processo-de-pintura-traz-qualidade-e-rentabilidade/>.
118. *EcoRP E043i: Mais flexibilidade pela cinemática de 7 eixos*. 2021: Dürr [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.durr.com/pt/produtos/paint-shops-e-tecnologia-de-aplicacao/robos-e-automatos-de-pintura/robos-de-pintura-da-industria-automobilistica>.
119. Bélanger-Barrette, M. *Robôs colaborativos*. 2014: Robotiq [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://blog.robotiq.com/bid/69722/Top-5-Robotic-Applications-in-the-Automotive-Industry>.

120. *Os benefícios e desafios da soldadura robótica e da extração de fumos de soldadura*. 2021: Nederman Iberica [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.nederman.com/pt-pt/knowledge-center/robotic-welding>.
121. *Robôs manipuladores*. 2018: Roboterin [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <http://roboterin.com.br/robos-manipuladores/>.
122. *Robôs automáticos para processamento e paletização de pneus*. 2021: Cassioli [Acedido em: 29 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.cassioli.com.br/divisao-tire/robos-automaticos-para-processamento-e-paletizacao-de-pneus/>.
123. *O sistema de paletização de pneus*. 2019: Gawronski GmbH [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.gawronski.de/produtos/sistemas-de-paletiza%C3%A7%C3%A3o-e-triagem/>.
124. Steedwebzell, A. *A ascensão da robótica*. 2015: Automotive Manufacturing Solutions [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/a-ascensao-da-robotica/34046.article>.
125. *Pick and place*. 2021: Blue Print Automation [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://blueprintautomation.com/pt/solucoes/pick-place>.
126. *Pick and place*. 2021: Industrial Solutions [Acedido em: 28 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://i-solutions.pt/pick-and-place/>.
127. *Pick and place*. 2021: Gerhard Schubert GmbH [Acedido em: 24 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/prod/gerhard-schubert-gmbh/product-58959-2367908.html>.
128. Zech, T. *Robôs inteligentes salvam vidas*. 2018: Deutschland.de [Acedido em: 29 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.deutschland.de/pt-br/topic/economia/inteligencia-artificial-os-robos-deverao-salvar-vidas>.
129. *Cirurgia robótica*. 2021: Hospital da Luz [Acedido em: 29 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.hospitaldaluz.pt/pt/areas-dedicadas/cirurgia-robotica>.
130. Howard, B. *Is robotic surgery right for you*. 2014: AARP The Magazine [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.aarp.org/health/conditions-treatments/info-12-2013/robotic-surgery-risks-benefits.html>.
131. Jgendron. *How mining robots are replacing humans and saving lives*. 2019: Robot Shop [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.robotshop.com/community/blog/show/how-mining-robots-are-replacing-humans-and-saving-lives>.
132. Gossett, S. *12 examples of rescue robots*. 2021: Built In [Acedido em: 26 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://builtin.com/robotics/rescue-robots>.
133. *O uso de robôs com inteligência artificial*. 2020: Universal Robots Brasil [Acedido em: 29 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://blog.universal-robots.com/br/robos-com-inteligencia-artificial>.
134. *Tinbot: Conheça a tecnologia de robôs com inteligência artificial*. 2019: EVEO [Acedido em: 29 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.eveo.com.br/blog/tinbot-robo-inteligencia-artificial/>.

135. Nishikiori, I. *Nove curiosidades sobre Sophia, a primeira robô cidadã do mundo*. 2018: Tech Tudo [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2018/08/nove-curiosidades-sobre-sophia-a-primeira-robo-cidada-do-mundo.ghtml>.
136. *Cão robô está a ajudar cientistas a compreender ambientes perigosos*. 2021: High Tech [Acedido em: 27 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://pplware.sapo.pt/high-tech/cao-robo-esta-a-ajudar-cientistas-a-compreender-ambientes-perigosos/>.
137. Bartoš, M., Bulej, V., Bohušík, M., Stanček, J., Ivanov, V., e Macek, P. *An overview of robot applications in automotive industry*. em *14th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport*. 2021. Zilina, Eslováquia. **55**: Transportation Research Procedia: p. 837-844.
138. Pereira, J., Campilho, R., Silva, F., e Sánchez-Arce, I., *Robotized cell design for part assembly in the automotive industry*. Journal of Mechanical Engineering Science, Impresso.
139. Gopinath, V., Ore, F., e Johansen, K. *Safe assembly cell layout through risk assessment: An application with hand guided industrial robot*. em *The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems*. 2017. Nottingham, Inglaterra. **63**: Procedia CIRP p. 430-435.
140. Michalos, G., Kousi, N., Karagiannis, P., Gkournelos, C., Dimoulas, K., Koukas, S., Mparis, K., Papavasileiou, A., e Makris, S., *Seamless human robot collaborative assembly: An automotive case study*, em *Mechatronics. The Science of Intelligent Machines*, Tsao, T., Editor. Vol. 55. 2018: Elsevier, Amesterdão, Países Baixos. p. 194-211.
141. *Imagine tudo o que podemos alcançar juntos*. 2022: Dassault Systèmes SolidWorks Corporation [Acedido em: 1 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.solidworks.com/>.
142. *Design calculation program Linear Motion Designer*. 2022: Bosch Rexroth AG [Acedido em: 1 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/linear-motion-technology/topics/linear-motion-designer/>.
143. *Ferramentas de engenharia*. 2022: SMC [Acedido em: 4 de janeiro de 2022]; Disponível em: <https://www.smc.eu/pt-pt/produtos/ferramentas-de-engenharia>.
144. Silveira, C. *Sensor de Visão: Você Conhece*. 2016: Citisystems [Acedido em; Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sensor-de-visao/>].
145. *Funcionamento das fresadoras convencional e CNC*. 2022: WPEngine [Acedido em: 19 de maio de 2022]; Disponível em: http://formacao.training.pt/?page_id=3292.
146. *Torneamento*. 2022: Mazak Sulamericana [Acedido em: 19 de maio de 2022]; Disponível em: <https://www.mazak.com.br/machines/product/turning/>.
147. *Corte laser*. 2022: VectorLaser [Acedido em: 19 de maio de 2022]; Disponível em: <https://vectorlaser.pt/corte-laser/>.
148. *Maquinagem por eletroerosão*. 2018: Manutenção e Suprimentos [Acedido em: 19 de maio de 2022]; Disponível em: <https://www.manutencaoessuprimentos.com.br/usinagem-por-eletroerosao-em-metal-mecanica/#gsc.tab=0>.

ANEXOS

ANEXOS

Os anexos da presente Dissertação apresentam-se dispostos segundo a seguinte divisão:

- Anexo 1 - Folha de requisição de matérias-primas/ferramentas e sistemas;
- Anexo 2 - Fichas técnicas de componentes;
- Anexo 3 - Desenhos do equipamento;
- Anexo 4 - Ficha técnica do sistema de alimentação vibratório.

Anexo 1

Fichas técnicas de componentes

EZ-LIGHT® K50L and K80L Audible Indicator Lights



Datasheet

DC-Operated Indicators with Steady or Pulsed Sound Indication

To view or download the latest technical information about this product, including specifications, dimensions, accessories, and wiring, see www.bannerengineering.com.



Figure 1. K50L



Figure 2. K80L

- Rugged, cost-effective, and easy-to-install indicators available in K50 or K80 housing style
- Steady or pulsed sound indication
- Illuminated dome provides a big, easy-to-see green, red or amber job light
- Compact devices are completely self-contained, no controller needed
- Choose NPN or PNP input, depending on model
- Immune to EMI and RFI interference
- 18 V dc to 30 V dc operation
- Three color LED function: green, red, and amber



WARNING: Not To Be Used for Personnel Protection

Never use this device as a sensing device for personnel protection. Doing so could lead to serious injury or death. This device does not include the self-checking redundant circuitry necessary to allow its use in personnel safety applications. A sensor failure or malfunction can cause either an energized or de-energized sensor output condition.

Models

Model ¹	Construction	Audible Tone ²	Input
K50LGRA1YPQ	50 mm dome/30 mm mount polycarbonate	Steady (75 dB)	PNP
K50LGRA1YNQ			NPN
K50LGRA2YPQ		Pulsed (75 dB)	PNP
K50LGRA2YNQ			NPN
K50LGRAL1YPQ		Loud Steady (95 dB)	PNP
K50LGRAL1YNQ			NPN
K80LGRA1YPQ	50 mm dome/Flat or DIN-mount polycarbonate, nylon	Steady (75 dB)	PNP
K80LGRA1YNQ			NPN
K80LGRA2YPQ		Pulsed (75 dB)	PNP
K80LGRA2YNQ			NPN
K80LGRAL1YPQ		Loud Steady (95 dB)	PNP
K80LGRAL1YNQ			NPN

¹ Integral quick disconnect models are listed.

- To order the 150 mm (6 in) PVC cable model, replace the suffix "Q" with "QP" in the model number. For example, K50LGRA1YPQP.
- K50L Models: To order the 2 m (6.5 ft) PVC cable model, omit the suffix "Q" in the model number. For example, K50LGRA1YP.
- K80L Models: To order the terminal-wired model, omit the suffix "Q" in the model number. For example, K80LGRA2YP.
- Models with a quick disconnect require a mating cordset.
- Contact Banner Engineering for other colors and color combinations.

² Typical decibel level is at a distance of 1 m.

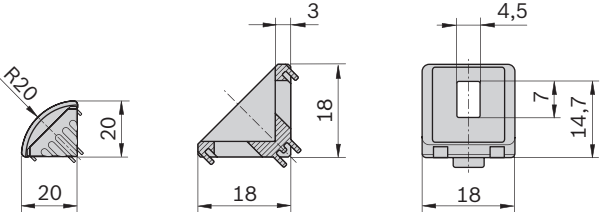


20/20



6

8



00109407

Type				
20/20	700 N	6 Nm	25 Nm	—

20/20	Slot	ESD		No.	FS
Set (standard)	6/6		1	3 842 523 511	2xFS1
<i>designLINE</i> set	6/6		1	3 842 538 707	2xFS1
Bracket (standard)	6		100	3 842 523 508	
Cap			100	3 842 523 513	
Intermediate element for 8 mm slot	6/8		100	3 842 523 516	

Material:
Bracket: diecast aluminum, vibratory ground
designLINE bracket: painted (RAL 9006)
Cap, intermediate element: PA, black
Fastening material: steel, galvanized

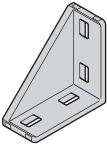
Scope of delivery:
Set (standard): bracket, fastening material (FS)
designLINE set: *designLINE* bracket, cap, fastening material (FS)

FS1


DIN 7984
M4x8

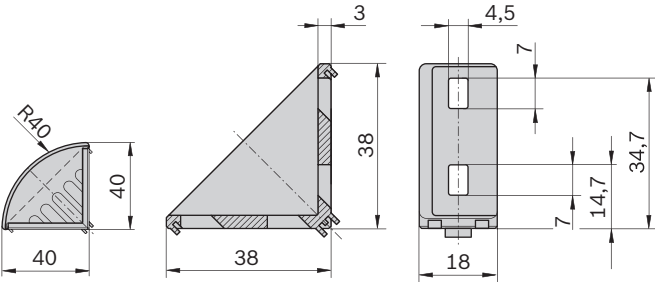

6

20/40



6

8



00109411

Type				
20/40	1400 N	15 Nm	50 Nm	8 Nm

20/40	Slot	ESD		No.	FS
Set (standard)	6/6		1	3 842 523 520	4xFS1
<i>designLINE</i> set	6/6		1	3 842 538 708	4xFS1
Bracket (standard)	6		20	3 842 523 517	
Cap			20	3 842 523 522	
Intermediate element for 8 mm slot	6/8		100	3 842 523 516	

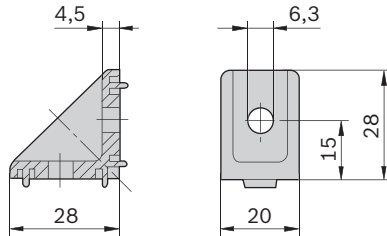
Material:
Bracket: diecast aluminum, vibratory ground
designLINE bracket: painted (RAL 9006)
Cap, intermediate element: PA, black
Fastening material: steel, galvanized

Scope of delivery:
Set (standard): bracket, fastening material (FS)
designLINE set: *designLINE* bracket, cap, fastening material (FS)

FS1


DIN 7984
M4x8


6

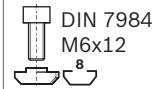
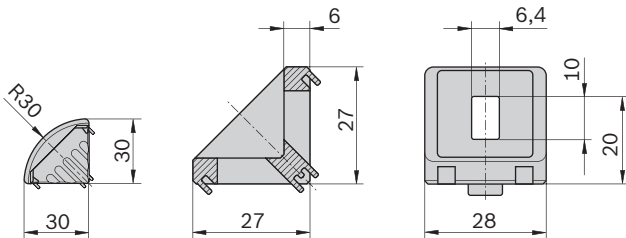
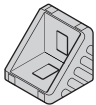
20x28


00125983

20x28	Slot	ESD	No.	FS
Set (standard)	8/8		1 3 842 502 137	2xFS1
Bracket (standard)	8		100 3 842 501 587	

Material: Diecast zinc
Fastening material: steel, galvanized

Scope of delivery: Set incl. fastening material (FS)

FS1

30/30


00109415

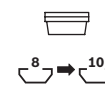
30/30	Slot	ESD	No.	FS
Set (standard)	8/8		1 3 842 523 528	2xFS2
	8/10		1 3 842 523 530	1xFS2, 2xFS3, 1xFS4
	10/10		1 3 842 523 532	4xFS3, 2xFS4
<i>designLINE</i> set	8/8		1 3 842 538 709	2xFS2
	8/10		1 3 842 538 711	1xFS2, 2xFS3, 1xFS4
	10/10		1 3 842 538 710	4xFS3, 2xFS4
Bracket (standard)	8		100 3 842 523 525	
Cap			100 3 842 523 534	
Intermediate element for 10 mm slot	8/10		100 3 842 523 537	

Material: Bracket: diecast aluminum, vibratory ground
designLINE bracket: painted (RAL 9006)
Cap, intermediate element: PA, black
Fastening material: steel, galvanized

Scope of delivery: Set (standard): bracket, fastening material (FS)
designLINE set: *designLINE* bracket, cap, fastening material (FS)

Type				
30/30	1250 N	25 Nm	75 Nm	—

FS2

FS3

FS4


Pillow Block Unit SEB-F assembly

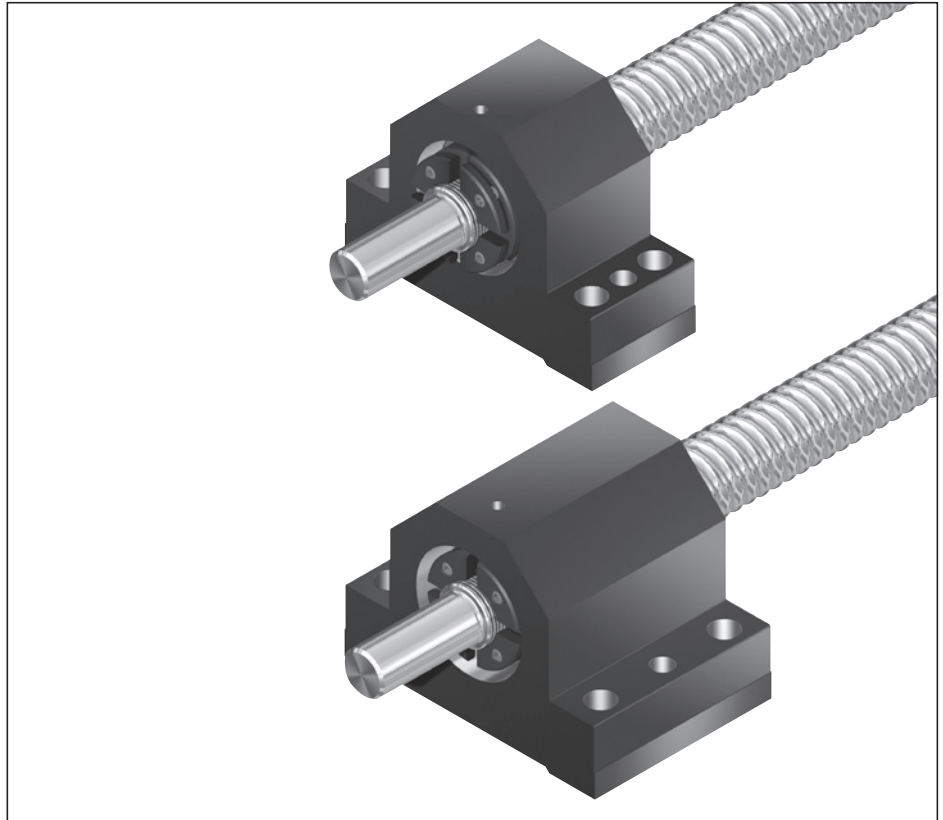
Fixed bearing with angular-contact thrust ball bearing LGN-B-... LGN-C-...

The pillow block unit consists of:

- Precision pillow block housing made of steel with reference edges on both sides
- Angular-contact thrust ball bearing LGN
- Slotted nut NMA or NMZ
- Ring nut GWR

The slotted nut is delivered unmounted.

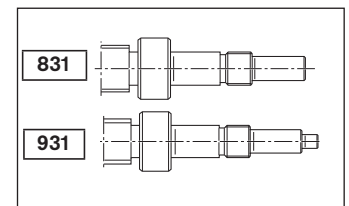
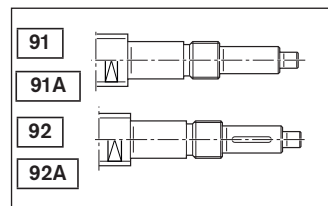
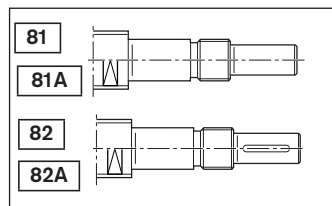
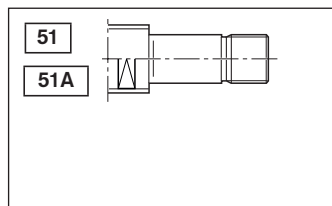
Separate technical dimensioning to determine the limit values is absolutely necessary for all attachments (e.g. pillow block units, bearing assembly, etc.)

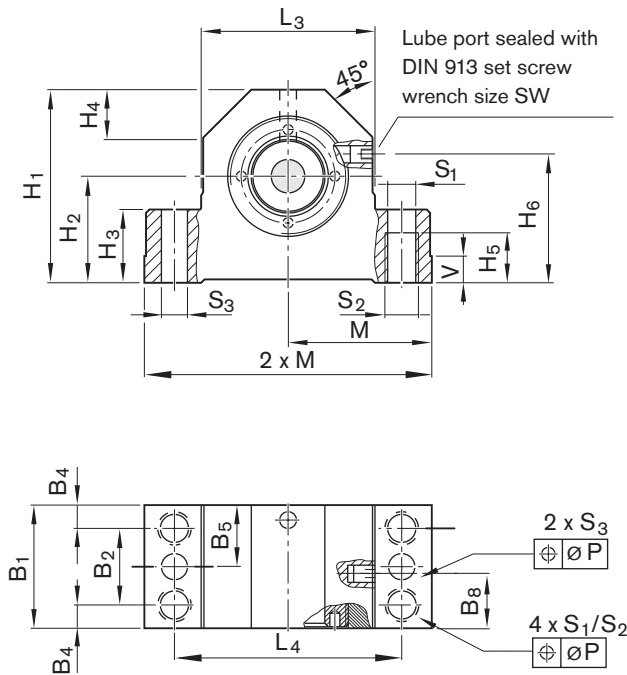


Size d ₀ x P	Complete pillow block Part number	Angular-contact thrust ball bearing		Dimensions (mm)			Abbreviation	Slotted nut		Weight complete (kg)
		Load ratings (axial) dyn. C (N)	stat. C ₀ (N)	d	D	B		M _A (Nm)	Abbreviation	
6 x 1/2	R1591 106 00	6,900	8,500	6	24	15	LGN-B-0624	2.0	NMZ 6x0.5	0.38
8 x 1/2/2.5/5	R1591 106 00	6,900	8,500	6	24	15	LGN-B-0624	2.0	NMZ 6x0.5	0.38
12 x 2/5/10	R1591 106 20	6,900	8,500	6	24	15	LGN-B-0624	2.0	NMZ 6x0.5	0.38
16 x 5/10/16	R1591 110 20	13,400	18,800	10	34	20	LGN-B-1034	6.0	NMZ 10x1	0.87
20 x 5/10/20/40	R1591 112 20	17,000	24,700	12	42	25	LGN-B-1242	8.0	NMZ 12x1	1.12
25 x 5/10/25	R1591 117 20	18,800	31,000	17	47	25	LGN-B-1747	15.0	NMZ 17x1	1.65
25 x 5/10/25	R1591 117 30	18,800	31,000	17	47	25	LGN-B-1747	15.0	NMA 17x1	1.69
32 x 5/10/20/32/64	R1591 120 20	26,000	47,000	20	52	28	LGN-B-2052	18.0	NMZ 20x1	1.93
32 x 5/10/20/32/64	R1591 120 30	26,000	47,000	20	52	28	LGN-B-2052	18.0	NMA 20x1	2.03
40 x 10/12/16/20/40	R1591 225 30	44,500	111,000	25	57	56	LGN-C-2557	25.0	NMA 25x1.5	5.13
40 x 5	R1591 130 20	29,000	64,000	30	62	28	LGN-B-3062	32.0	NMZ 30x1.5	2.64
40 x 5	R1591 130 30	29,000	64,000	30	62	28	LGN-B-3062	32.0	NMA 30x1.5	2.77
50 x 5	R1591 135 30	41,000	89,000	35	72	34	LGN-B-3572	40.0	NMA 35x1.5	4.66
50 x 10/12/16/20/25/40	R1591 230 30	47,500	127,000	30	62	56	LGN-C-3062	32.0	NMA 30x1.5	7.04
63 x 10/20/40	R1591 140 30	72,000	149,000	40	90	46	LGN-A-4090	55.0	NMA 40x1.5	10.49
80 x 10/20	R1591 150 30	113,000	250,000	50	110	54	LGN-A-50110	85.0	NMA 50x1.5	15.61

Suitable for screw ends: Form

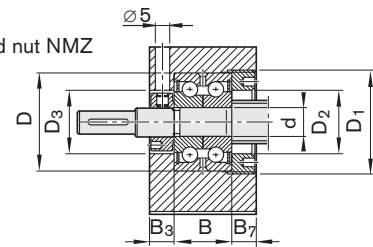
For screws 6 x 1/2 and 8 x 1/2/2.5/5:
Form 831, 931





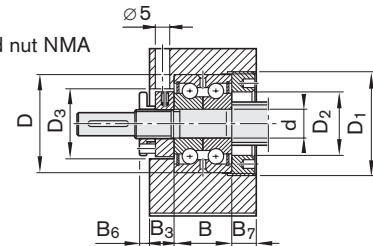
LGN-B-...

with slotted nut NMZ



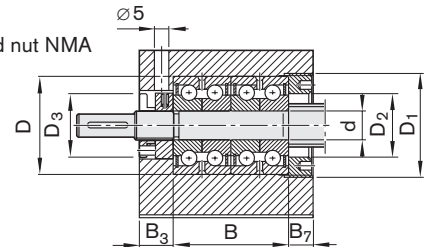
LGN-B-...

with slotted nut NMA



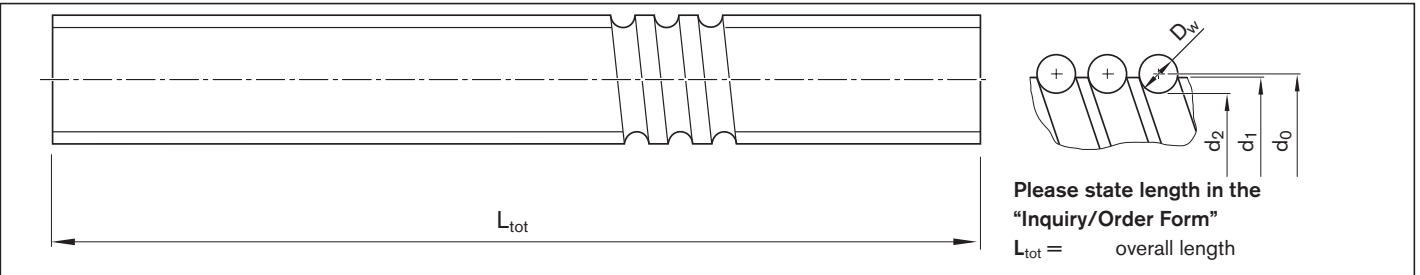
LGN-C-...

with slotted nut NMA



Size	(mm)																										
	M	L ₃	L ₄	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	V	S ₁	S ₂	S ₃	SW	D ₁	D ₂	D ₃	P	
d ₀ x P	js7				±0.02														H12								
6 x 1/2	31.0	38	50	34	18	13	8	9	22	32	16	8.5	8.0	16.0	–	8.5	16.0	6	5.3	M6	3.7	3	M26x1.5	16.5	18	0.10	
8 x 1/2/2.5/5	31.0	38	50	34	18	13	8	9	22	32	16	8.5	8.0	16.0	–	8.5	16.0	6	5.3	M6	3.7	3	M26x1.5	16.5	18	0.10	
12 x 2/5/10	31.0	38	50	41	22	13	8	9	22	32	16	8.5	8.0	16.0	–	8.5	16.0	6	5.3	M6	3.7	3	M26x1.5	16.5	18	0.10	
16 x 5/10/16	43.0	52	68	58	32	22	14	15	37	37	23	8.5	7.0	18.5	–	8.5	18.5	8	8.4	M10	7.7	4	M36x1.5	22.0	27	0.15	
20 x 5/10/20/40	47.0	60	77	64	34	22	16	15	40	42	25	8.5	8.5	21.0	–	8.5	21.0	8	8.4	M10	7.7	4	M45x1.5	28.0	32	0.15	
25 x 5/10/25	54.0	66	88	72	39	27	18	18	45	46	29	10.5	8.5	23.0	–	10.5	23.0	10	10.5	M12	9.7	4	M50x1.5	31.0	36	0.20	
25 x 5/10/25	54.0	66	88	72	39	27	18	18	45	46	29	10.5	8.5	23.0	7.5	10.5	23.0	10	10.5	M12	9.7	4	M50x1.5	31.0	36	0.20	
32 x 5/10/20/32/64	56.0	70	92	77	42	27	19	18	48	49	29	10.5	10.0	24.5	–	10.5	24.5	10	10.5	M12	9.7	4	M55x1.5	36.0	42	0.20	
32 x 5/10/20/32/64	56.0	70	92	77	42	27	19	18	48	49	29	10.5	10.0	24.5	7.5	10.5	24.5	10	10.5	M12	9.7	4	M55x1.5	36.0	42	0.20	
40 x 10/12/16/20/40	63.0	80	105	98	58	32	23	21	64	89	62	20.5	13.5	44.5	–	12.5	54.5	12	12.6	M14	9.7	4	M62x1.5	43.0	48	0.20	
40 x 5	63.0	80	105	90	50	32	22	21	56	53	32	12.5	10.5	26.5	–	12.5	26.5	12	12.6	M14	9.7	4	M65x1.5	47.0	53	0.20	
40 x 5	63.0	80	105	90	50	32	22	21	56	53	32	12.5	10.5	26.5	7.5	12.5	26.5	12	12.6	M14	9.7	4	M65x1.5	47.0	53	0.20	
50 x 5	72.0	92	118	105	58	38	25	22	63	70	43	20.5	13.5	35.0	–	15.5	32.5	12	12.5	M14	9.7	4	M78x2	54.0	60	0.20	
50 x 10/12/16/20/25/40	72.0	92	118	112	65	38	25	22	70	92	65	20.5	13.5	46.0	–	15.5	57.5	12	12.5	M14	9.7	4	M78x2	54.0	53	0.20	
63 x 10/20/40	95.0	130	160	138	73	50	35	22	78	85	58	22.5	13.5	42.5	–	16.5	39.5	16	12.5	M14	9.7	4	M95x2	68.0	72	0.20	
80 x 10/20	102.5	145	175	165	93	50	40	36	98	98	58	25.5	20.0	49.0	–	18.5	45.5	16	17.3	M20	11.7	4	M115x2	85.0	90	0.20	

Precision screw



Size d ₀ x P x D _w	Part number Tolerance grade			(mm)		Moment of inertia J _s (kg · cm ² /m)	Maximum length (mm)		Mass (kg/m)
	T5	T7	T9	d ₁	d ₂		Standard	on request	
6 ¹⁾ x 1R x 0.8	–	–	–	6.0	5.3	0.02	–	–	0.19
6 ¹⁾ x 2R x 0.8	–	–	–	6.0	5.3	0.02	–	–	0.19
8 ¹⁾ x 1R x 0.8	–	–	–	8.0	7.3	0.04	–	–	0.36
8 ¹⁾ x 2R x 1.2	–	–	–	8.0	7.0	0.04	–	–	0.36
8 x 2.5R x 1.588	R1531 235 00	R1531 237 00	R1531 239 00	7.5	6.3	0.04	1 500	2 500	0.30
8 x 5R x 1.588	R1531 265 00	R1531 267 00	R1531 269 00	7.5	6.3	0.04	1 500	2 500	0.30
12 ¹⁾ x 2R x 1.2	–	–	–	11.7	10.7	0.13	–	–	0.79
12 x 5R x 2	R1531 465 10	R1531 467 10	R1531 469 10	11.4	9.9	0.11	1 500	2 500	0.75
12 x 10R x 2	R1531 495 00	R1531 497 00	R1531 499 00	11.4	9.9	0.11			0.74
16 x 5L x 3	R1551 015 00	R1551 017 00	R1551 019 00	15.0	12.9	0.31	1 500	3 500	1.24
16 x 5R x 3	R1511 015 00	R1511 017 00	R1511 019 00	15.0	12.9	0.31			1.24
16 x 10R x 3	R1511 045 00	R1511 047 00	R1511 049 00	15.0	12.9	0.31			1.23
16 x 16R x 3	R1511 065 10	R1511 067 10	R1511 069 10	15.0	12.9	0.34			1.29
20 x 5R x 3	R1511 115 00	R1511 117 00	R1511 119 00	19.0	16.9	0.84	1 500	3 500	2.03
20 x 5L x 3	R1551 115 00	R1551 117 00	R1551 119 00	19.0	16.9	0.84			2.03
20 x 10R x 3	R1511 145 00	R1511 147 00	R1511 149 00	19.0	16.9	0.84			2.03
20 x 20R x 3.5	R1511 175 10	R1511 177 10	R1511 179 10	19.0	16.7	0.81			1.99
20 ¹⁾ x 40R x 3.5	–	–	–	19.0	16.4	0.86	–	–	2.06
25 x 5R x 3	R1511 215 00	R1511 217 00	R1511 219 00	24.0	21.9	2.22	2 500	5 500	3.31
25 x 5L x 3	R1551 215 00	R1551 217 00	R1551 219 00	24.0	21.9	2.22			3.31
25 x 10R x 3	R1511 245 00	R1511 247 00	R1511 249 00	24.0	21.9	2.39			3.43
25 x 25R x 3.5	R1511 285 10	R1511 287 10	R1511 289 10	24.0	21.4	2.15			3.25
32 x 5R x 3.5	R1511 315 00	R1511 317 00	R1511 319 00	31.0	28.4	6.05	2 500	5 500	5.45
32 x 5L x 3.5	R1551 315 00	R1551 317 00	R1551 319 00	31.0	28.4	6.05			5.45
32 x 10R x 3.969	R1511 345 10	R1511 347 10	R1511 349 10	31.0	27.9	6.40			5.60
32 x 20R x 3.969	R1511 375 10	R1511 377 10	R1511 379 10	31.0	27.9	6.39			5.60
32 x 32R x 3.969	R1511 395 10	R1511 397 10	R1511 399 10	31.0	27.9	6.17			5.50
32 ¹⁾ x 64R x 3.969	–	–	–	31.0	27.9	6.04	–	–	5.44
40 x 5R x 3.5	R1511 415 00	R1511 417 00	R1511 419 00	39.0	36.4	15.64	4 500	5 500	8.78
40 x 5L x 3.5	R1551 415 00	R1551 417 00	R1551 419 00	39.0	36.4	15.64			8.78
40 x 10R x 6	R1511 445 00	R1511 447 00	R1511 449 00	38.0	33.8	13.55		7 500	8.15
40 x 10L x 6	R1551 445 00	R1551 447 00	R1551 449 00	38.0	33.8	13.55			8.15
40 x 12R x 6	R1511 455 00	R1511 457 00	R1511 459 00	38.0	33.8	13.97		5 000	8.27
40 x 16R x 6	R1511 465 00	R1511 467 00	R1511 469 00	38.0	33.8	12.90			7.95
40 x 20R x 6	R1511 475 00	R1511 477 00	R1511 479 00	38.0	33.8	13.52		7 500	8.14
40 x 40R x 6	R1511 495 10	R1511 497 10	R1511 499 10	38.0	33.8	13.42			8.11
50 x 5R x 3.5	R1511 515 00	R1511 517 00	R1511 519 00	49.0	46.4	40.03	4 500	5 500	14.05
50 x 10R x 6	R1511 545 00	R1511 547 00	R1511 549 00	48.0	43.8	35.71		7 500	13.25
50 x 12R x 6	R1511 555 00	R1511 557 00	R1511 559 00	48.0	43.8	36.58		5 000	13.41
50 x 16R x 6	R1511 565 00	R1511 567 00	R1511 569 00	48.0	43.8	34.37			13.00
50 x 20R x 6.5	R1511 575 10	R1511 577 10	R1511 579 10	48.0	43.3	34.50		7 500	13.01
50 x 25R x 6.5	R1511 585 00	R1511 587 00	R1511 589 00	48.0	43.3	32.40			12.58
50 x 40R x 6.5	R1511 595 10	R1511 597 10	R1511 599 10	48.0	43.3	34.34			12.98
63 x 10R x 6	R1511 645 00	R1511 647 00	R1511 649 00	61.0	56.8	95.82	4 500	7 500	21.72
63 x 20R x 6.5	R1511 675 10	R1511 677 10	R1511 679 10	61.0	56.3	93.29			21.42
63 x 40R x 6.5	R1511 695 10	R1511 697 10	R1511 699 10	61.0	56.3	93.08			21.40
80 x 10R x 6.5	R1511 745 00	R1511 747 00	R1511 749 00	78.0	73.3	256.86	4 500	7 500	35.58
80 ¹⁾ x 20R x 12.7	–	–	–	76.0	67.0	211.51	–	–	32.16

1) Size not available as cut length

SNS/SNO with plastic protective caps



R1605 .0. .. / R1605 .C. ..

For mounting from above with plastic caps

Notes

- ▶ Plastic mounting hole plugs included in scope of supply.
- ▶ Follow the mounting instructions!
Please ask for the “Mounting Instructions for Ball Rail Systems”.
- ▶ Composite guide rails also available.

Further ball guide rails SNS and accessories

- ▶ Corrosion-resistant Resist NR and Resist CR ball guide rails
- ▶ For plastic caps, refer to the accessories for ball guide rails

SNO R1605 .C. ball guide rails .. with flat underside for mounting on components made of cast mineral materials

- ▶ In size 25 – 45 and accuracy class P and SP available on request.

Options and part numbers

Size	Ball guide rail with size	Accuracy class					Number of sections, rail length L (mm), ...		Hole spacing T (mm)	Recommended rail length in accordance with formula $L = n_B \cdot T - 4 \text{ mm}$
		N	H	P	SP	UP	One-piece	Composite		Maximum number of holes n_B
15	R1605 10	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	60	64
20	R1605 80	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	60	64
25	R1605 20	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	60	64
30	R1605 70	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	80	48
35	R1605 30	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	80	48
45	R1605 40	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	105	36
55	R1605 50	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	120	32
65	R1605 60	4	3	2	1	9	31, ...	3, ...	150	25
e.g.	R1605 70	3					31, 1676			

Ordering example 1
(to L_{max})

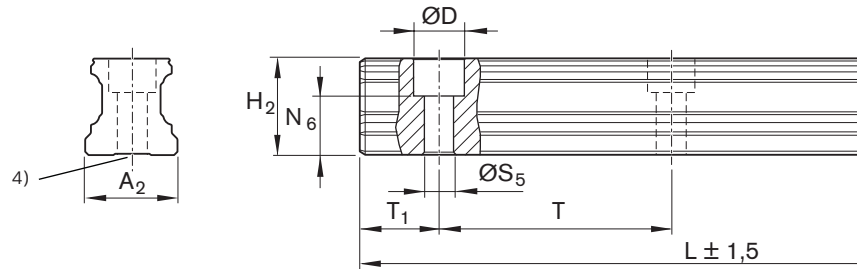
- Options:
- ▶ Ball guide rail SNS
 - ▶ Size 30
 - ▶ Accuracy class H
 - ▶ One-piece
 - ▶ Rail length
L = 1676 mm
- Part number:
R1605 703 31, 1676 mm

Ordering example 2
(above L_{max})

- Options:
- ▶ Ball guide rail SNS
 - ▶ Size 30
 - ▶ Accuracy class H
 - ▶ **2 sections**
 - ▶ Rail length
L = 5116 mm
- Part number:
R1605 703 **32**, 5116 mm

Ordering example 3 (to L_{max} , with smooth base surface)

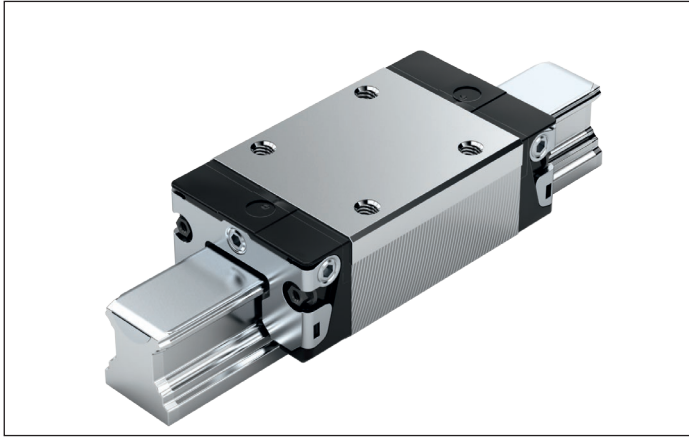
- Options:
- ▶ SNO ball guide rail
 - ▶ Size 30
 - ▶ Accuracy class H
 - ▶ One-piece
 - ▶ Rail length
L = 1676 mm
- Part number:
R1605 7**C**3 31, 1676 mm



Size	Dimensions (mm)										Weight m (kg/m)
	A ₂	D	H ₂ ¹⁾	L _{max} ²⁾	N ₆ ^{±0.5}	S ₅	T	T _{1 min}	T _{1S} ³⁾	T _{1 max}	
15	15	7.4	16.20	3 836	10.3	4.5	60	10	28.0	50	1.4
20	20	9.4	20.55	3 836	13.2	6.0	60	10	28.0	50	2.4
25	23	11.0	24.25	3 836	15.2	7.0	60	10	28.0	50	3.2
30	28	15.0	28.35	3 836	17.0	9.0	80	12	38.0	68	5.0
35	34	15.0	31.85	3 836	20.5	9.0	80	12	38.0	68	6.8
45	45	20.0	39.85	3 776	23.5	14.0	105	16	50.5	89	10.5
55	53	24.0	47.85	3 836	29.0	16.0	120	18	58.0	102	16.2
65	63	26.0	59.85	3 746	38.5	18.0	150	20	73.0	130	22.4

- 1)** Dimension H₂ without cover strip
- 2)** One-piece ball guide rails are available for
size 20 – 45 in accuracy classes N, H and P with
size 20 – 25 up to 5816 mm being available on request.
Size 30 – 35 up to 5836 mm available on request.
Size 45 up to 5771 mm available on request.
- 3)** Preferred dimension T_{1S} with tolerances ± 0.75 is recommended.
- 4)** SNO ball guide rails with smooth base surface (without base groove).

SNS – slimline, normal, standard height R1622 ... 2.

**Dynamic characteristics**Travel speed: $v_{\max} = 5 \text{ m/s}$ Acceleration: $a_{\max} = 500 \text{ m/s}^2$ (If $F_{\text{comb}} > 2.8 \cdot F_{\text{pr}}$: $a_{\max} = 50 \text{ m/s}^2$)**Note on lubrication**

► Pre-lubricated

Note

For all SNS/SNO ball guide rails.

Options and part numbers

Size	Ball runner block with size	Preload class				Accuracy class				Seal with ball runner blocks							
		C0	C1	C2	C3	N	H	P	XP	without ball chain				with ball chain			
15	R1622 1	9				4	3	–	–	20	21	–	–	22	23	–	–
			1			4	3	2	8	20	21	–	–	22	23	–	–
				2		–	3	2	8	20	21	–	–	22	23	–	–
					3	–	–	–	8	20	21	–	–	22	23	–	–
20	R1622 8	9				4	3	–	–	20	21	–	–	22	23	–	–
			1			4	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
				2		–	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
					3	–	–	–	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
25	R1622 2	9				4	3	–	–	20	21	–	–	22	23	–	–
			1			4	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
				2		–	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
					3	–	–	–	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
30	R1622 7	9				4	3	–	–	20	21	–	–	22	23	–	–
			1			4	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
				2		–	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
					3	–	–	–	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
35	R1622 3	9				4	3	–	–	20	21	–	–	22	23	–	–
			1			4	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
				2		–	3	2	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
					3	–	–	–	8	20	21	2Z	–	22	23	2Y	–
45	R1622 4	9				4	3	–	–	20	–	–	–	22	–	–	–
			1			4	3	2	8	20	–	–	2Z	22	–	–	2Y
				2		–	3	2	8	20	–	–	2Z	22	–	–	2Y
					3	–	–	–	8	20	–	–	2Z	22	–	–	2Y
e.g.	R1622 7	1				3				20							

1) With accuracy classes N and H and XP in preload class C1 only.

Order example

Options:

- SNS ball runner blocks
- Size 30
- Preload class C1
- Accuracy class H
- With standard seal, without ball chain

Part number:

R1622 713 20

Preload classes

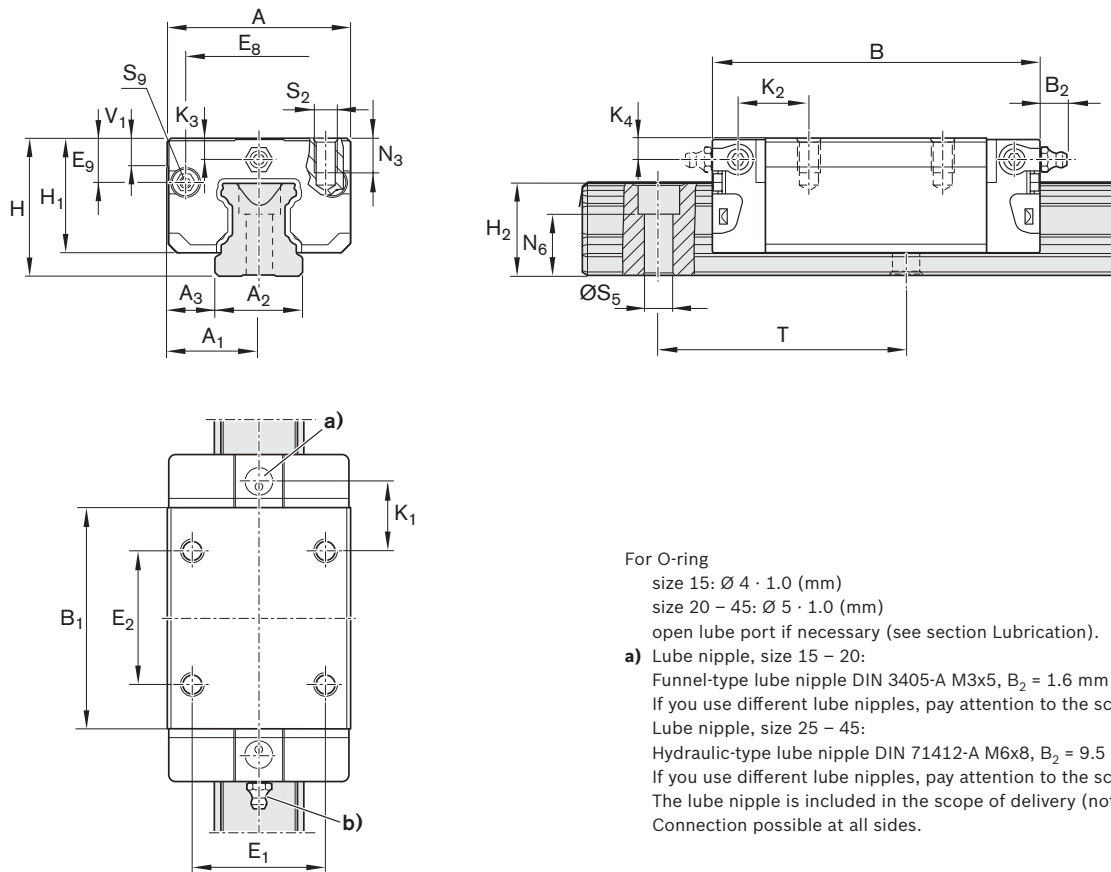
C0 = Without preload (clearance)
 C1 = Moderate preload
 C2 = Average preload
 C3 = High preload

Seals

SS = standard seal
 LS = low-friction seal
 DS = double-lipped seal

Key

Gray digits
 = No preferred variant/combination
 (Some delivery times may be longer)



For O-ring

size 15: $\varnothing 4 \cdot 1.0$ (mm)

size 20 – 45: $\varnothing 5 \cdot 1.0$ (mm)

open lube port if necessary (see section Lubrication).

a) Lube nipple, size 15 – 20:

Funnel-type lube nipple DIN 3405-A M3x5, $B_2 = 1.6$ mm

If you use different lube nipples, pay attention to the screw-in depth of 5 mm!

Lube nipple, size 25 – 45:

Hydraulic-type lube nipple DIN 71412-A M6x8, $B_2 = 9.5$ mm

If you use different lube nipples, pay attention to the screw-in depth of 8 mm!

The lube nipple is included in the scope of delivery (not installed).

Connection possible at all sides.

Size	Dimensions (mm)																	
	A	A ₁	A ₂	A ₃	B ^{+0.5}	B ₁	E ₁	E ₂	E ₈	E ₉	H	H ₁	H ₂ ¹⁾	H ₂ ²⁾	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
15	34	17	15	9.5	58.2	39.2	26	26	24.55	6.70	24	19.90	16.30	16.20	10.00	11.60	3.20	3.20
20	44	22	20	12.0	75.0	49.6	32	36	32.50	7.30	30	25.35	20.75	20.55	13.80	13.80	3.35	3.35
25	48	24	23	12.5	86.2	57.8	35	35	38.30	11.50	36	29.90	24.45	24.25	17.45	18.60	5.50	5.50
30	60	30	28	16.0	97.7	67.4	40	40	48.40	14.60	42	35.35	28.55	28.35	20.00	21.70	6.05	6.05
35	70	35	34	18.0	110.5	77.0	50	50	58.00	17.35	48	40.40	32.15	31.85	20.50	22.00	6.90	6.90
45	86	43	45	20.5	137.6	97.0	60	60	69.80	20.90	60	50.30	40.15	39.85	27.30	29.30	8.20	8.20

Size	Dimensions (mm)							Weight (kg)	Load capacities ³⁾ (N)		Load moments ³⁾ (Nm)			
	N ₃	N ₆ ^{±0.5}	S ₂	S ₅	S ₉	T	V ₁		m	C	C ₀	M _t	M _{t0}	M _L
15	6.0	10.3	M4	4.5	M2.5x3.5	60	5.0	0.15	9 860	12 700	95	120	68	87
20	7.5	13.2	M5	6.0	M3x5	60	6.0	0.35	23 400	29 800	300	380	200	260
25	9.0	15.2	M6	7.0	M3x5	60	7.5	0.50	28 600	35 900	410	510	290	360
30	12.0	17.0	M8	9.0	M3x5	80	7.0	0.85	36 500	48 100	630	830	440	580
35	13.0	20.5	M8	9.0	M3x5	80	8.0	1.25	51 800	80 900	1 110	1 740	720	1 130
45	18.0	23.5	M10	14.0	M4x7	105	10.0	2.40	86 400	132 000	2 330	3 560	1 540	2 350

1) Dimension H₂ with cover strip

2) Dimension H₂ without cover strip

3) Load capacities and load moments for ball runner blocks **without** ball chain. Load capacities and load moments for ball runner blocks **with** ball chain.  12

Determination of the dynamic load capacities and load moments is based on a 100,000 m travel life according to DIN ISO14728-1. Often only 50,000 m are actually stipulated. For comparison: Multiply values **C**, **M_t** and **M_L** by 1.26 according to the table.

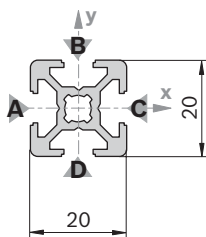
20x20

A = 1,6 cm²
I_x = 0,7 cm⁴
I_y = 0,7 cm⁴
W_x = 0,7 cm³
W_y = 0,7 cm³
m = 0,4 kg/m

6 6

20

19168



Cover cap	Color	ESD	No.
20x20 (1x)	Signal gray		100 3 842 548 742
20x20 (1x)	Black		20 3 842 548 743
Material:		PP	

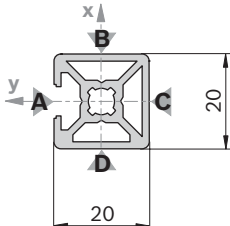
20x20 1N

A = 1,9 cm²
I_x = 0,8 cm⁴
I_y = 0,8 cm⁴
W_x = 0,8 cm³
W_y = 0,8 cm³
m = 0,5 kg/m

6 6

20

19169



Cover cap: See 20x20

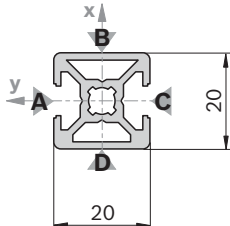
20x20 2N

A = 1,8 cm²
I_x = 0,7 cm⁴
I_y = 0,8 cm⁴
W_x = 0,7 cm³
W_y = 0,8 cm³
m = 0,5 kg/m

6 6

20

19170



Cover cap: See 20x20

20x20	L (mm)	No.
1 pcs	50 ... 3000	3 842 992 888 / L
1 pcs M6	50 ... 3000	3 842 993 230 / L
1 pcs M6 M6	70 ... 3000	3 842 993 231 / L
1 pcs M6 D8	70 ... 3000	3 842 993 494 / L
1 pcs D8	50 ... 3000	3 842 993 493 / L
1 pcs D8 D8	50 ... 3000	3 842 993 495 / L
1 pcs D8 D8V	50 ... 3000	3 842 993 496 / L
20 pcs	3000	3 842 517 179

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

20x20	3 842 993 694 / ...
Length L (mm)	50 ... 3000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-11)	M6 / D5.8 / D8 / DB8
Customized profile finishing (L _{max} = 2300 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 335 / 370 mm

20x20 1N	L (mm)	No.
1 pcs	50 ... 3000	3 842 993 421 / L
20 pcs	3000	3 842 536 475

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

20x20 1N	3 842 993 690 / ...
Length L (mm)	50 ... 3000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-11)	M6 / D5.8 / D8 / DB8
Customized profile finishing (L _{max} = 2300 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 335 / 370 mm

20x20 2N	L (mm)	No.
1 pcs	50 ... 3000	3 842 993 422 / L
20 pcs	3000	3 842 536 478

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

20x20 2N	3 842 993 691 / ...
Length L (mm)	50 ... 3000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-11)	M6 / D5.8 / D8 / DB8
Customized profile finishing (L _{max} = 2300 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 335 / 370 mm

20x20 2NVS

A = 1,8 cm²

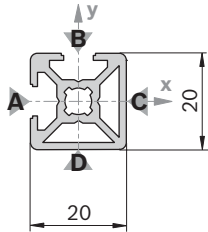
$I_x = 0,7 \text{ cm}^4$

$I_y = 0,7 \text{ cm}^4$

$W_x = 0,7 \text{ cm}^3$

$W_y = 0,7 \text{ cm}^3$

$m = 0,5 \text{ kg/m}$



66

20

19171

Cover cap: See 20x20

20x20 3N

A = 1,7 cm²

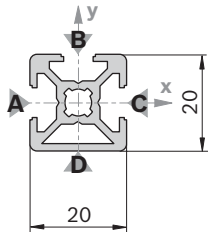
$I_x = 0,7 \text{ cm}^4$

$I_y = 0,8 \text{ cm}^4$

$W_x = 0,7 \text{ cm}^3$

$W_y = 0,7 \text{ cm}^3$

$m = 0,5 \text{ kg/m}$



66

20

19172

Cover cap: See 20x20

20x20 R

A = 1,6 cm²

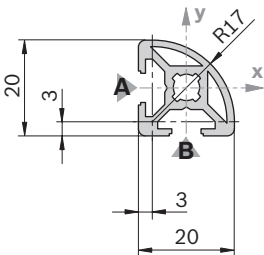
$I_x = 0,6 \text{ cm}^4$

$I_y = 0,6 \text{ cm}^4$

$W_x = 0,5 \text{ cm}^3$

$W_y = 0,5 \text{ cm}^3$

$m = 0,4 \text{ kg/m}$



66

20

19173

Cover cap	Color	ESD		No.
20x20 R (1x)	Signal gray		20	3 842 548 826
20x20 R (1x)	Black		20	3 842 548 827

Material: PP

20x20 2NVS	L (mm)	No.
1 pcs 	50 ... 3000	3 842 992 924 / L
 20 pcs 	3000	3 842 519 658

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

20x20 2NVS	3 842 993 692 / ...
Length L (mm)	50 ... 3000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-11)	M6 / D5.8 / D8 / DB8
Customized profile finishing (L _{max} = 2300 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 335 / 370 mm

20x20 3N	L (mm)	No.
1 pcs 	50 ... 3000	3 842 992 889 / L
 20 pcs 	3000	3 842 517 180

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

20x20 3N	3 842 993 693 / ...
Length L (mm)	50 ... 3000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-11)	M6 / D5.8 / D8 / DB8
Customized profile finishing (L _{max} = 2300 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 335 / 370 mm

20x20 R	L (mm)	No.
1 pcs 	50 ... 3000	3 842 992 890 / L
 20 pcs 	3000	3 842 517 183

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

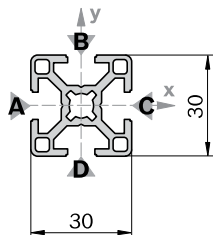
20x20 R	3 842 993 695 / ...
Length L (mm)	50 ... 3000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-11)	M6
Customized profile finishing (L _{max} = 2300 mm)	—

30x30

$A = 3,1 \text{ cm}^2$
 $I_x = 2,8 \text{ cm}^4$
 $I_y = 2,8 \text{ cm}^4$
 $W_x = 1,8 \text{ cm}^3$
 $W_y = 1,8 \text{ cm}^3$
 $m = 0,9 \text{ kg/m}$



19178



Cover cap	Color	ESD	No.
30x30 (1x)	Signal gray		100 3 842 548 744
30x30 (1x)	Black		20 3 842 548 745

Material: PP

Cover cap with hole	Color	ESD	No.
30x30 (1x)	Signal gray		20 3 842 548 774
30x30 (1x)	Black		20 3 842 548 775

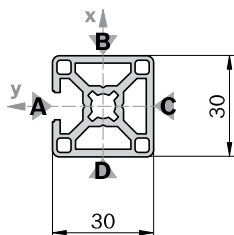
Material: PP

30x30 1N

$A = 3,7 \text{ cm}^2$
 $I_x = 3,1 \text{ cm}^4$
 $I_y = 3,5 \text{ cm}^4$
 $W_x = 2,0 \text{ cm}^3$
 $W_y = 2,3 \text{ cm}^3$
 $m = 1,0 \text{ kg/m}$



19179



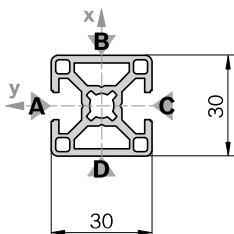
Cover cap: See 30x30

30x30 2N

$A = 3,5 \text{ cm}^2$
 $I_x = 2,8 \text{ cm}^4$
 $I_y = 3,5 \text{ cm}^4$
 $W_x = 2,1 \text{ cm}^3$
 $W_y = 2,7 \text{ cm}^3$
 $m = 1,0 \text{ kg/m}$



19180



Cover cap: See 30x30

30x30	L (mm)	No.
1 pcs	50 ... 5600	3 842 990 720 / L
1 pcs M8	50 ... 5600	3 842 990 721 / L
1 pcs M8 M8	80 ... 5600	3 842 990 723 / L
1 pcs M8 D11	70 ... 5600	3 842 990 724 / L
1 pcs D7,8 D7,8	60 ... 5600	3 842 992 965 / L
1 pcs D11	50 ... 5600	3 842 990 722 / L
1 pcs D11 D11	60 ... 5600	3 842 990 725 / L
1 pcs D11 D11V	60 ... 5600	3 842 990 726 / L
20 pcs	5600	3 842 509 178

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

30x30	3 842 993 703 / ...
Length L (mm)	50 ... 5600
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-16)	M8 / D7.8 / D11 / DB11
Customized profile finishing ($L_{\max} = 4900 \text{ mm}$)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ $DG_{\max} = 45^\circ$; $L_{\min 1} / L_{\min 2} = 352 / 404 \text{ mm}$

30x30 1N	L (mm)	No.
1 pcs	50 ... 5600	3 842 992 397 / L
20 pcs	5600	3 842 506 948

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

30x30 1N	3 842 993 704 / ...
Length L (mm)	50 ... 5600
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-16)	M8 / D7.8 / D11 / DB11
Customized profile finishing ($L_{\max} = 4900 \text{ mm}$)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ $DG_{\max} = 45^\circ$; $L_{\min 1} / L_{\min 2} = 352 / 404 \text{ mm}$

30x30 2N	L (mm)	No.
1 pcs	50 ... 5600	3 842 992 399 / L
20 pcs	5600	3 842 506 950

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

30x30 2N	3 842 993 705 / ...
Length L (mm)	50 ... 5600
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-16)	M8 / D7.8 / D11 / DB11
Customized profile finishing ($L_{\max} = 4900 \text{ mm}$)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

¹⁾ $DG_{\max} = 45^\circ$; $L_{\min 1} / L_{\min 2} = 352 / 404 \text{ mm}$

45x45L

A = 6,0 cm²

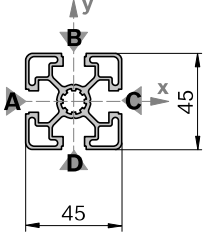
$I_x = 11,7 \text{ cm}^4$

$I_y = 11,7 \text{ cm}^4$

$W_x = 5,2 \text{ cm}^3$

$W_y = 5,2 \text{ cm}^3$

$m = 1,6 \text{ kg/m}$



10 10

45

19421

Cover cap	Color	ESD		No.
45x45 (1x)	Signal gray		100	3 842 548 752
45x45 (1x)	Black		20	3 842 548 753
Material:		PP		

Cover cap with hole	Color	ESD		No.
45x45 (1x)	Signal gray		20	3 842 548 796
45x45 (1x)	Black		20	3 842 548 797
Material:		PP		

45x45L 0N

A = 6,7 cm²

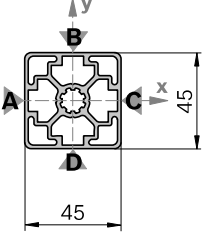
$I_x = 13,5 \text{ cm}^4$

$I_y = 13,5 \text{ cm}^4$

$W_x = 6,0 \text{ cm}^3$

$W_y = 6,0 \text{ cm}^3$

$m = 1,8 \text{ kg/m}$



10 10

45

19422

Cover cap: see 45x45

45x45L	L (mm)	No.
1 pcs 	50 ... 6000	3 842 992 425 / L
1 pcs M12 	60 ... 6000	3 842 992 426 / L
1 pcs M12  M12	110 ... 6000	3 842 992 427 / L
1 pcs M12  D17	90 ... 6000	3 842 992 960 / L
1 pcs D9,8  D9,8	80 ... 6000	3 842 992 967 / L
1 pcs D17 	60 ... 6000	3 842 992 953 / L
1 pcs D17  D17	80 ... 6000	3 842 992 954 / L
1 pcs D17  D17V	80 ... 6000	3 842 992 956 / L
 20 pcs 	6070	3 842 553 611

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

45x45L	3 842 993 737 / ...
Length L (mm)	50 ... 6000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-25)	M12 / D9,8 / D17 / DB17 / F1 (A) ¹⁾
Customized profile finishing (L _{max} = 5400 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ²⁾

¹⁾ For the specified slots

²⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 378 / 456 mm

45x45L 0N	L (mm)	No.
 20 pcs 	6070	3 842 540 955

Quick & Easy (p. 2-8, see fold-out section)

45x45L 0N	3 842 993 761 / ...
Length L (mm)	50 ... 6000
Standard profile finishing (note minimum length, p. 2-25)	M12 / D9.8 / D17 / DB17
Customized profile finishing (L _{max} = 5400 mm)	DI / DIS / MT / MTS / MI / MIS / DG ¹⁾

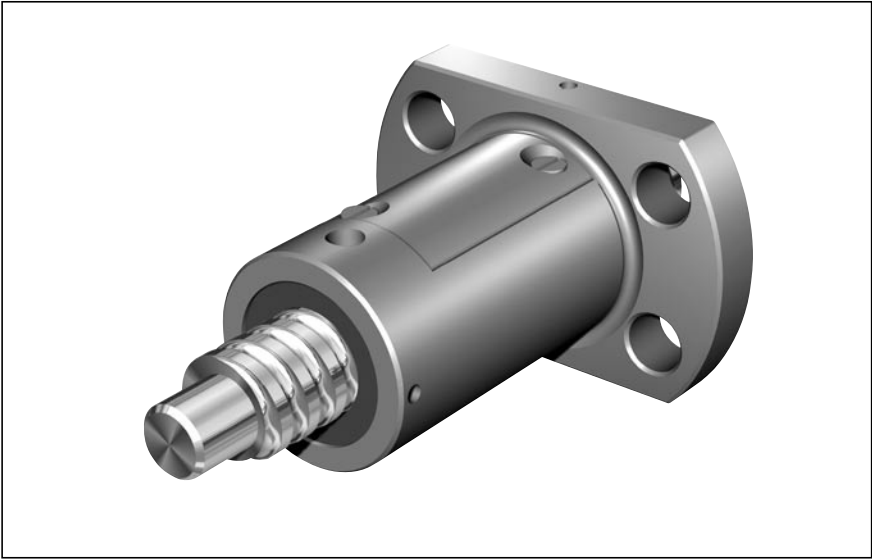
¹⁾ DG_{max} = 45°; L_{min1} / L_{min2} = 378 / 456 mm

Tuercas

Tuerca simple embridada miniatura FEM-E-B

Serie miniatura
Medidas de Rexroth
Brida tipo B

Con juntas
Con juego axial o juego axial reducido
Para husillos laminados de precisión
SN-R de la clase de tolerancia T5, T7

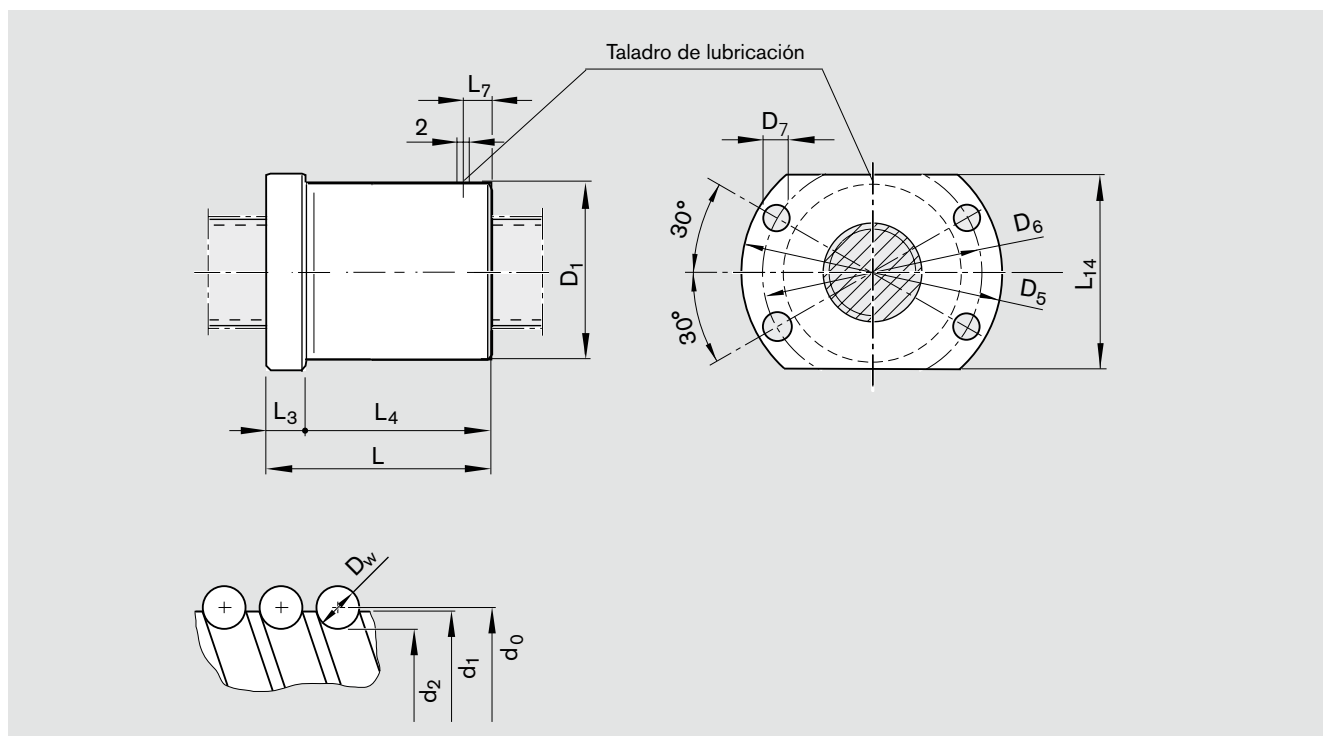


d_0 = diámetro nominal
 P = paso
 (R = derecho, L = izquierdo)
 D_w = diámetro de la bola
 i = número de hileras

Datos de pedido: **FEM-E-B** **6 x 2R x 0,8-4** **1** **1** **T7** **R** **83K060** **41K050** **250** **0** **1**

Categoría	Tamaño $d_0 \times P \times D_w - i$	Referencia	Capacidades de carga		Velocidad ¹⁾ $v_{m\acute{a}x}$ (m/min)
			din. C (N)	estát. C ₀ (N)	
A	6 x 1R x 0,8 - 4	R1532 100 06	900	1290	3
A	6 x 2R x 0,8 - 4	R1532 120 06	890	1280	6
A	8 x 1R x 0,8 - 4	R1532 200 06	1020	1740	3
A	8 x 2R x 1,2 - 4	R1532 220 06	1870	2760	6
A	8 x 2,5R x 1,588 - 3	R1532 230 06	2200	2800	15
A	12 x 2R x 1,2 - 4	R1532 420 06	2240	4160	12
A	12 x 5R x 2 - 3	R1532 460 06	3800	5800	30
A	12 x 10R x 2 - 2	R1532 490 06	2500	3600	60

1) Ver página 97 “Coeficiente de revoluciones $d_0 \cdot n$ ” y página 118 “Revoluciones críticas n_k ”



Tamaño $d_0 \times P \times D_w - i$	Medidas (mm)											Peso m (kg)
	d_1	d_2	D_1 g6	D_5	D_6	D_7	L	L_3	L_4	L_7	L_{14}	
6 x 1R x 0,8 - 4	6,0	5,3	12	24	18	3,4	19,5	3,5	16	3,5	16	0,020
6 x 2R x 0,8 - 4	6,0	5,3	12	24	18	3,4	22,5	3,5	19	3,0	16	0,020
8 x 1R x 0,8 - 4	8,0	7,3	16	28	22	3,4	22,0	6,0	16	3,5	19	0,035
8 x 2R x 1,2 - 4	8,0	7,0	16	28	22	3,4	25,0	6,0	19	3,0	19	0,050
8 x 2,5R x 1,588 - 3	7,5	6,3	16	28	22	3,4	16,0	6,0	10	3,0	19	0,030
12 x 2R x 1,2 - 4	11,7	10,8	20	37	29	4,5	19,0	8,0	11	2,5	24	0,055
12 x 5R x 2 - 3	11,4	9,9	22	37	29	4,5	28,0	8,0	20	6,0	24	0,075
12 x 10R x 2 - 2	11,4	9,9	22	37	29	4,5	33,0	8,0	25	8,0	24	0,085

Standard linear bushings

**Standard linear bushings,
R0600 closed, no wiper seals****Standard linear bushings,
R0602 closed, with wiper seals****Design**

- Hardened and machined outer sleeve
- Steel ball retainer (shaft diameters 3 to 10 with plastic ball retainer made of POM¹⁾ or PA²⁾)
- Balls made of rolling bearing steel
- No wiper seals, come with integrated steel retaining rings; higher temperatures allowed with shaft diameters 12 and higher
- Integrated wiper seals for high contamination
- Closed, for self-supporting shafts



Shaft Ø d (mm)	Material number		Weight (kg)
	No wiper seal KBM- ...	With two wiper seals KBM- ... -DD	
3 ¹⁾	R0600 303 00	–	0.001
4 ¹⁾	R0600 304 00	–	0.002
5 ²⁾	R0600 305 00	R0602 305 10	0.010
8 ²⁾	R0600 308 00	R0602 308 10	0.020
10 ¹⁾	R0600 310 00	R0602 310 10	0.030
12	R0600 012 00	R0602 012 10	0.040
16	R0600 016 00	R0602 016 10	0.050
20	R0600 020 00	R0602 020 10	0.100
25	R0600 025 00	R0602 025 10	0.190
30	R0600 030 00	R0602 030 10	0.320
40	R0600 040 00	R0602 040 10	0.620
50	R0600 050 00	R0602 050 10	1.140
60	R0600 060 00	R0602 060 10	2.110
80	R0600 080 00	R0602 080 10	4.700

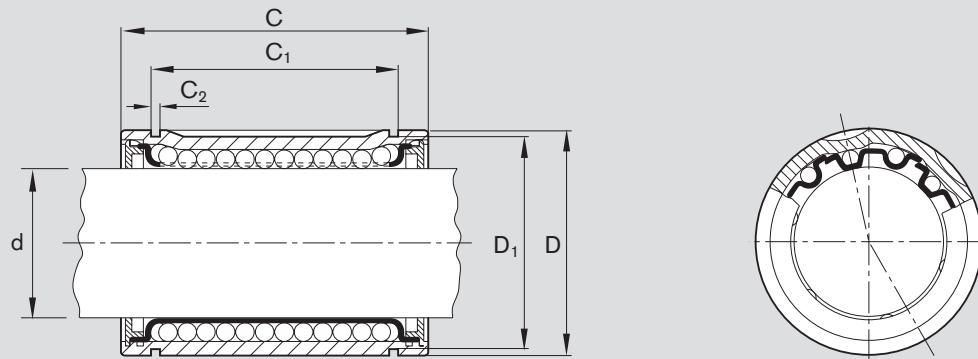
With 1 wiper seal: R0601 ... 10.

Explanation of sample short product name

KB	M	12	DD
Linear bushing	Standard (metal)	Ø 12	With two seals

See page 96 for more information on short product names.

Dimensions



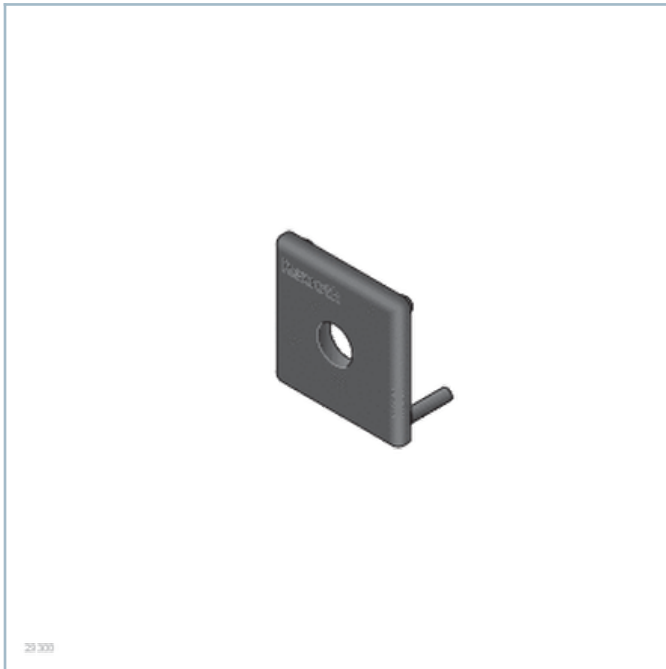
Dimensions (mm)						Rows of balls	Working bore diameter tolerance (μm)	Radial clearance ¹⁾ h6 shaft (μm)	Load ratings (N)			
Ø d	D	C h12	C ₁ H13	C ₂	D ₁				min.	dyn. C max.	min.	stat. C ₀ max.
3	7	10	–	–	–	4	+8 0	+12 +2	55	65	45	65
4	8	12	–	–	–	4	+8 0	+14 +2	70	80	60	85
5	12	22	14.2	1.1	11.1	4	+11 +1	+16 +4	180	210	140	200
8	16	25	16.2	1.1	14.7	4	+12 +2	+18 +5	320	370	240	330
10	19	29	21.6	1.3	18.0	4	+8 0	+18 +5	300	350	260	370
12	22	32	22.6	1.3	20.5	4	+12 +2	+20 +5	420	480	280	400
16	26	36	24.6	1.3	24.9	4	+14 +2	+22 +5	580	670	440	620
20	32	45	31.2	1.6	30.5	5	+14 +2	+23 +6	1,170	1,390	860	1,250
25	40	58	43.7	1.85	38.5	5	+16 +2	+25 +6	2,080	2,480	1,560	2,280
30	47	68	51.7	1.85	44.5	6	+16 +2	+25 +6	2,820	2,980	2,230	2,860
40	62	80	60.3	2.15	58.0	6	+19 +2	+30 +7	5,170	5,480	3,810	4,880
50	75	100	77.3	2.65	71.0	6	+19 +2	+30 +7	8,260	8,740	6,470	8,280
60	90	125	101.3	3.15	85.0	6	+19 +2	+33 +7	11,500	12,100	9,160	11,730
80	120	165	133.3	4.15	114.0	6	+24 +2	+37 +8	21,000	22,200	16,300	20,850

1) Determined from working bore diameter and shaft tolerance statistics. Recommended housing bore tolerance: H6 or H7.

The dynamic load ratings are based on a total travel of 100,000 m.
When based on 50,000 m, the C values in the table are multiplied by 1.26.

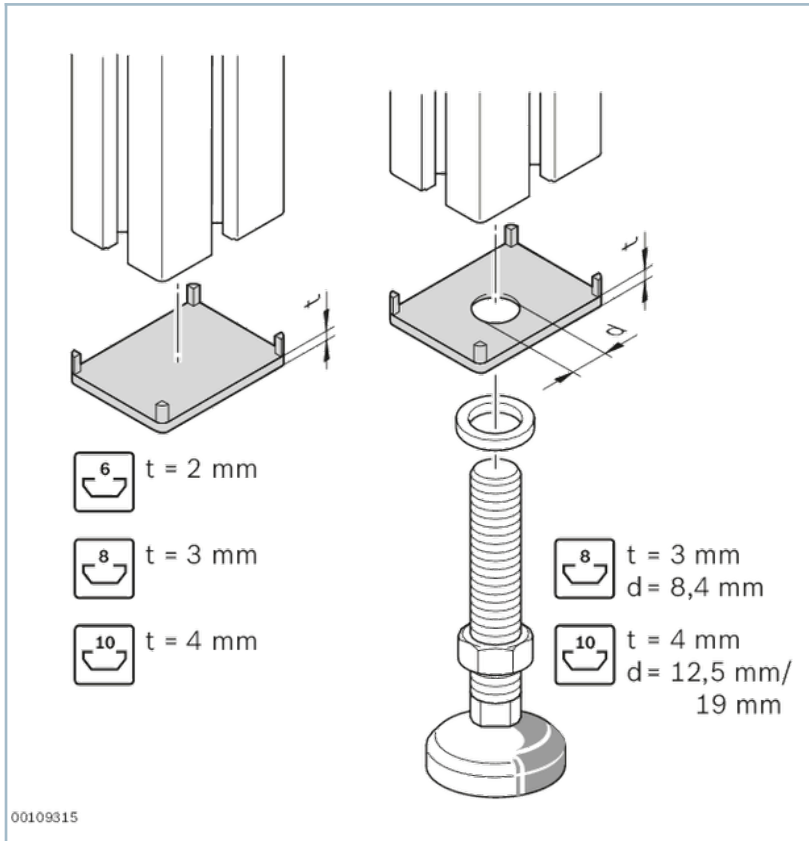


Cover cap 30x30



- Cover cap to prevent injuries at open profile ends
- Attractive design
- Cover cap with hole for use with leveling feet and rollers

Product description



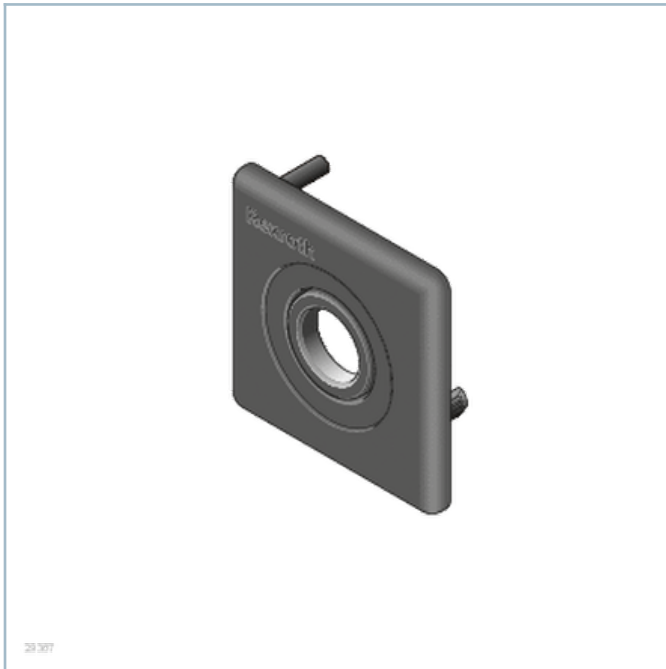
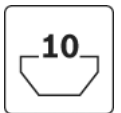
Technical data

No.	Material
3842548744	PP
3842548745	
3842548774	
3842548775	

Ordering codes

	ESD	No.
Cover cap 30x30, signal gray		3842548744
Cover cap 30x30, black		3842548745
Cover cap with hole 30x30, signal gray		3842548774
Cover cap with hole 30x30, black		3842548775

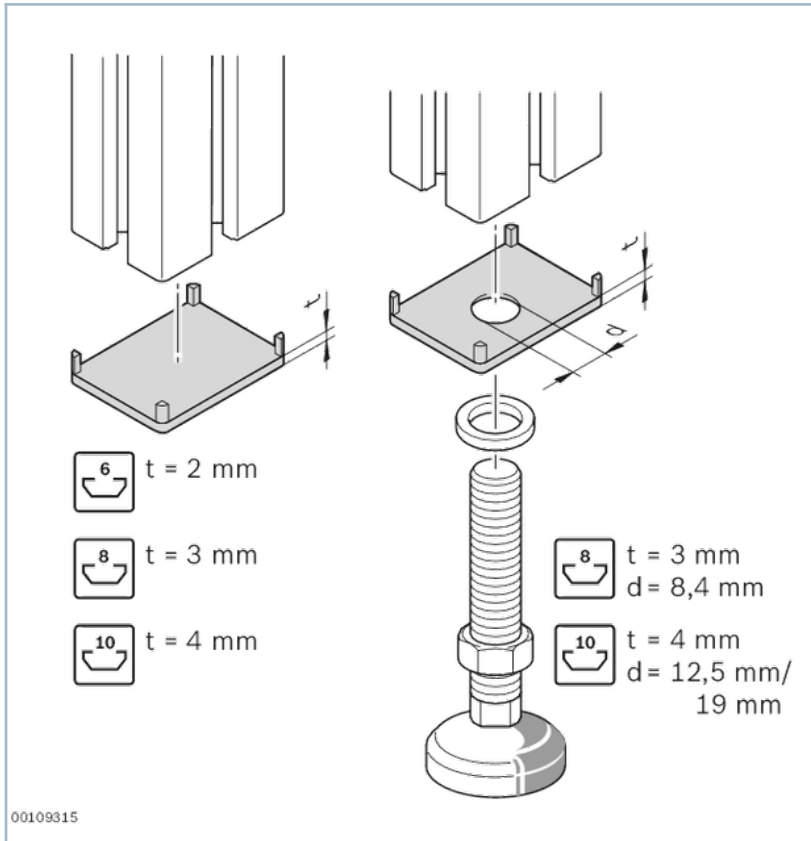
Cover cap 45x45



- Cover cap to prevent injuries at open profile ends
- Attractive design
- Cover cap with hole for use with leveling feet and rollers

29 397

Product description

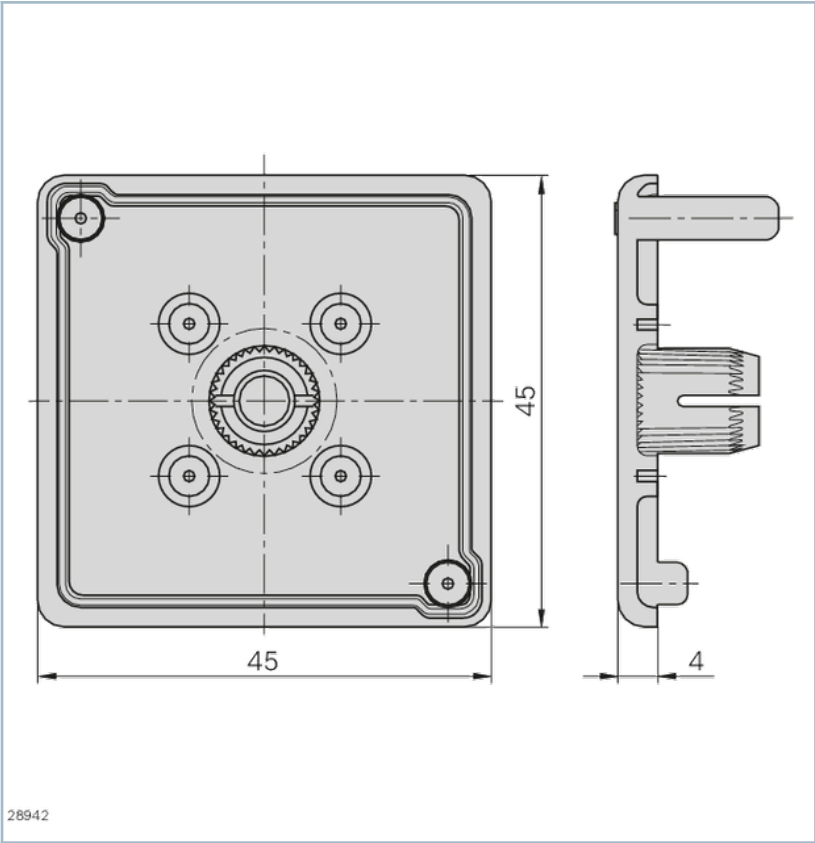


Technical data

No.	Material
3842548752	PP
3842548753	
3842548796	
3842548797	

Dimensions

Cover cap 45x45



Ordering codes

	ESD	No.
Cover cap 45x45, signal gray		3842548752
Cover cap 45x45, black		3842548753
Cover cap with hole 45x45, signal gray		3842548796
Cap with hole 45x45, black		3842548797

Precision steel shafts

Ordering information

Heat-treated solid steel shafts

As part of a linear guide, the role of the shaft places strict requirements on the materials used.

We offer the ideal shaft material for any diameter range.

Extremely consistent surface hardness and hardness depth combine with outstanding purity, consistent structure and balanced grading for extraordinarily long service life under rolling loads.

Available diameters (mm)	Ø d (mm)	Lengths (m)
3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 22,	3	0.4
24, 25, 30, 32, 35, 38, 40, 45, 50, 55, 60,	5 and 6	5.8
70, 80, 100, 110	8 and higher	6.1

Solid shafts with shaft diameters 20 mm to 8 m in length available upon request.

Sections combine for longer overall lengths.

Linear bushings roll over seams with ease.

Materials	Hardness
Cf53	Min. 60 HRC
Material number	
h6 tolerance	R1000 xxx 00
h7 tolerance	R1000 xxx 01

xxx = diameter in mm

Ordering example

Solid shaft, Ø = 25, h7, heat-treated steel, 460 mm long

Material number:

R1000 025 01, 460 mm

ISO 683-17/EN 10088 stainless steel solid shafts

The right choice for applications where corrosion resistance and cleanliness are critical, e.g., in the food industry, semiconductor production and medical equipment. X 90 CrMoV 18 is more resistant to lactic acid than X 46 Cr 13.

Materials	Available diameters (mm)
X 46 Cr 13	4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80
X 90 CrMoV 18	3, 12, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80

Ø d (mm)	Lengths (m)
3	0.4
4 – 10	3.6
12 – 80	6.1

Sections combine for longer overall lengths.

Linear bushings roll over seams with ease.

Materials	Hardness
X 46 Cr 13	Min. 54 HRC
X 90 CrMoV 18	Min. 55 HRC

Material number for X 46 Cr 13	
h6 tolerance	R1000 0xx 30
h7 tolerance	R1000 0xx 31

Material number for X 90 CrMoV 18	
h6 tolerance	R1000 0xx 20
h7 tolerance	R1000 0xx 21

xx = diameter in mm

Ordering example:

Solid shaft, Ø = 16, h6, stainless steel X 46 Cr 13, 350 mm long

Material number:

R1000 016 30, 350 mm

Materials

	Code	Material no.
Heat-treated steel Solid shaft	Cf53	1.1213
	C60	1.0601
ISO 683-17/EN 10088 stainless steel	X 46 Cr 13	1.4034
	X 90 CrMoV 18	1.4112

B224

PUXADOR FIXO COM FURO PASSANTE



Materiais:

Poliamida reforçada.

Resistente a óleos e massas lubrificantes.

Superfície:

Acetinada.

Cor:

Preto: (RAL 9011 cód. 01).

Alaranjado: (RAL 2004 cód. 02).

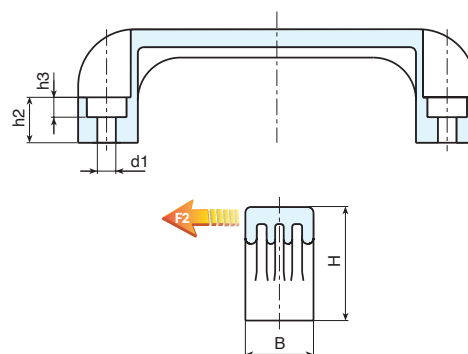
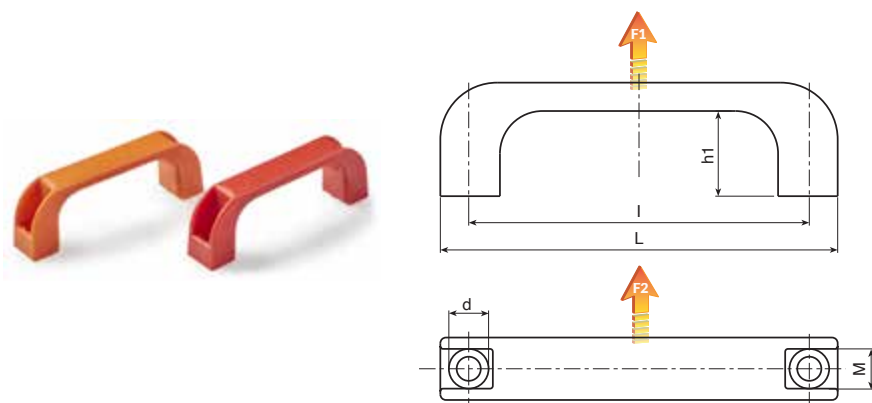
Vermelho: (RAL 3000 cód. 16).

Furo:

Furo liso passante obtido por moldagem no plástico.

Pedidos especiais:

- A pedido e por quantidade, cores conforme a tabela de cores [pág.].



B224 - Puxador preto (RAL 9001 código 01)

art.	L	I	B	M	H	h1	h2	h3	d	d1	g	F1 (N)	F2 (N)
B224094.TG6.501PP	110	94	21	13	37	29	13	7	11	6.5	22	2500	1250
B224117.TG6.501PP	140	117	24	13	40	29	15	7	14	6.5	43	4400	3000
B224117.TG8.501PP	140	117	24	13	40	29	15	9	14	8.5	39	4400	3000
B224120.TG6.501PP	140	120	24	14	40	29	15	7	14	6.5	42	4800	3200
B224120.TG8.501PP	140	120	24	14	40	29	15	9	14	8.5	39	4800	3200
B224132.TG8.501PP	151	132	26	14	43	31	16	9	14	8.5	63	3400	3200
B224180.TG8.501PP	200	180	28	17	51	39	21	9	14	8.5	74	4000	3000
B224235.TG10.501PP	262	235	32	20	53	40	21	11	17	10.5	123	3800	3000

B224 - Puxador cor de laranja (RAL 2004 código 04)

art.	L	I	B	M	H	h1	h2	h3	d	d1	g	F1 (N)	F2 (N)
B224094.TG6.502PP	110	94	21	13	37	29	13	7	11	6.5	22	2500	1250
B224117.TG6.502PP	140	117	24	13	40	29	15	7	14	6.5	43	4400	3000
B224117.TG8.502PP	140	117	24	13	40	29	15	9	14	8.5	39	4400	3000
B224120.TG6.502PP	140	120	24	14	40	29	15	7	14	6.5	42	4800	3200
B224120.TG8.502PP	140	120	24	14	40	29	15	9	14	8.5	39	4800	3200
B224132.TG8.502PP	151	132	26	14	43	31	16	9	14	8.5	63	3400	3200
B224180.TG8.502PP	200	180	28	17	51	39	21	9	14	8.5	74	4000	3000
B224235.TG10.502PP	262	235	32	20	53	40	21	11	17	10.5	123	3800	3000

B224 - Puxador vermelho (RAL 3001 código 16)

art.	L	I	B	M	H	h1	h2	h3	d	d1	g	F1 (N)	F2 (N)
B224094.TG6.516PP	110	94	21	13	37	29	13	7	11	6.5	22	2500	1250
B224117.TG6.516PP	140	117	24	13	40	29	15	7	14	6.5	43	4400	3000
B224117.TG8.516PP	140	117	24	13	40	29	15	9	14	8.5	39	4400	3000
B224120.TG6.516PP	140	120	24	14	40	29	15	7	14	6.5	42	4800	3200
B224132.TG8.516PP	151	132	26	14	43	31	16	9	14	8.5	63	3400	3200
B224180.TG8.516PP	200	180	28	17	51	39	21	9	14	8.5	74	4000	3000
B224235.TG10.516PP	262	235	32	20	53	40	21	11	17	10.5	123	3800	3000



Disponibilidade no armazém em % (🛒)

90% (●) - 40% (●) - 5% (●)



Induktive Sensoren DéTECTEURS inductifs Inductive sensors



DW - A□ - 62□ - M5

Durchmesser
Diamètre
Diameter

M5

Schaltabstand
Portée
Operating distance

1,5 mm

Einbau
Montage
Mounting

**bündig
noyable
embeddable**

Miniatúrausführung mit erhöhtem Schaltabstand, Gehäuse zylindrisch M5

Wichtigste Eigenschaften:

- Erhöhter Schaltabstand: 1,5 mm
- Gehäuse zylindrisch M5, Länge 25 mm (Kabel) / 38 mm (Stecker), Material V2A
- Betriebsspannung 10...30 VDC, Ausgangsstrom 200 mA
- LED, Kurzschlusschutz, Induktionsschutz, Verpolungsschutz eingebaut
- PNP- und NPN-Ausführungen, Schliesser und Öffner
- mit vergossenem Anschlussstecker S5 und S8

Appareil miniature avec portée étendue, boîtier cylindrique M5

Caractéristiques principales:

- Portée étendue: 1,5 mm
- Boîtier 25 mm (câble) / 38 mm (connecteur) de long, cylindrique M5, en acier INOX
- Tension de service 10 ... 30 VDC, courant à la sortie 200 mA
- LED, protections contre les courts-circuits, les surtensions induites et l'inversion de tension incorporées
- Disponibles en PNP, NPN, à fermeture et à ouverture
- Connecteur surmoulé S5 et S8

Miniature device with increased operating distance, cylindrical housing M5 threaded

Main features:

- Increased operating distance: 1.5 mm
- Housing length 25 mm (cable) / 38 mm (connector), cylindrical M5, stainless steel
- Supply voltage 10 ... 30 VDC, output current 200 mA
- LED, protections against short-circuits, induced overvoltages and power supply reversal built in
- PNP and NPN executions, N.O. and N.C.
- With potted connector S5 and S8

Technische Daten:

(gemäß IEC 60947-5-2)

Bemessungsschaltabstand s_n

Hysteresis

Normmessplatte

Wiederholgenauigkeit

Betriebsspannungsbereich U_B

Zulässige Restwelligkeit

Ausgangsstrom

Spannungsabfall an Ausgängen

Leerlaufstrom

Sperrstrom der Ausgänge

Schaltfrequenz

Oszillatorfrequenz

Bereitschaftsverzögerung

LED ($0 \leq s \leq 0,8 s_r$)

LED ($0,8 s_r < s \leq s_r$)

IO-Link (nur PNP Ausführung, Schliesser)

Umgebungstemperaturbereich T_A

Temperaturdrift von s_r

Kurzschlusschutz

Verpolungsschutz

Induktionsschutz

Schock und Schwingungen

Leitungslänge

Schutzart

EMV - Schutz:

IEC 60947-5-2 (7.2.3.1)

IEC 61000-4-2

IEC 61000-4-3

IEC 61000-4-4

Gehäusematerial

Aktive Fläche

Caractéristiques techniques:

(selon CEI 60947-5-2)

Portée nominale s_n

Hystérèse

Cible normalisée

Reproductibilité

Tension de service U_B

Ondulation admissible

Courant de sortie

Chute de tension aux sorties

Courant hors-charge

Courant résiduel

Fréquence de commutation

Fréquence d'oscillateur

Retard à la disponibilité

LED ($0 \leq s \leq 0,8 s_r$)

LED ($0,8 s_r < s \leq s_r$)

IO-Link (version PNP, à fermeture)

Plage de température ambiante T_A

Dérive en température de s_r

Protection contre les courts-circuits

Protection contre les inversions

Protection contre les tensions induites

Chocs et vibrations

Longueur du câble

Indice de protection

Protection CEM:

CEI 60947-5-2 (7.2.3.1)

CEI 61000-4-2

CEI 61000-4-3

CEI 61000-4-4

Matériau du boîtier

Face sensible

Technical data:

(according to IEC 60947-5-2)

Rated operating distance s_n

Hysteresis

Standard target

Repeat accuracy

Supply voltage range U_B

Max. ripple content

Output current

Output voltage drop

No-load supply current

Leakage current

Switching frequency

Oscillator frequency

Time delay before availability

LED ($0 \leq s \leq 0,8 s_r$)

LED ($0,8 s_r < s \leq s_r$)

IO-Link (PNP, N.O. version only)

Ambient temperature range T_A

Temperature drift of s_r

Short-circuit protection

Voltage reversal protection

Induction protection

Shocks and vibration

Cable length

Degree of protection

EMC protection:

IEC 60947-5-2 (7.2.3.1)

IEC 61000-4-2

IEC 61000-4-3

IEC 61000-4-4

Housing material

Sensing face

1,5 mm

$\leq 10\% s_r$

5 x 5 x 1 mm

0,03 mm*

10 ... 30 VDC

$\leq 20\% U_B$

≤ 200 mA

$\leq 2,0$ V bei / à / at 200 mA

≤ 10 mA

$\leq 0,1$ mA

$\leq 3'000$ Hz

950 kHz

10 msec

an / allumée / on

blinkend / clignotante / blinking
integriert / intégré / built-in

-25 ... +70 °C

$\leq 10\%$

eingebaut / intégrée / built-in

eingebaut / intégrée / built-in

eingebaut / intégrée / built-in

IEC 60947-5-2 / 7.4

100 m max.

IP 67

1 kV

Level 2

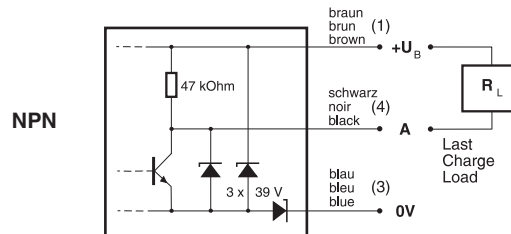
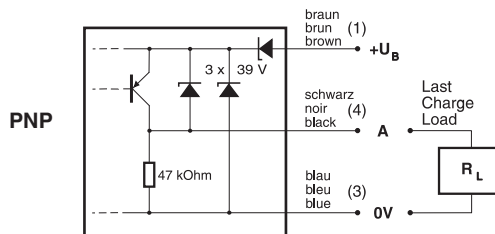
Level 3

Level 3

V2A / acier INOX / stainless steel

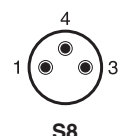
POM

Anschlussschemen / Schémas de raccordement / Wiring diagrams



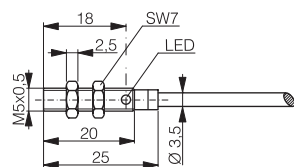
* ($U_B = 20 \dots 30$ VDC, $T_A = 23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$)

Steckerbelegung (Sicht auf Gerät)
Attribution des pins (vue sur appareil)
Pin assignment (view onto device)

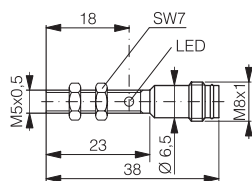


Abmessungen / Dimensions / Dimensions:

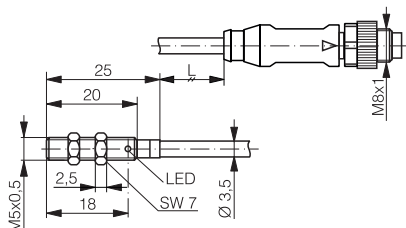
Diese Zeichnungen lassen sich aus dem Internet (www.contrinex.com) herunterladen.
Ces dessins peuvent être téléchargés depuis Internet (www.contrinex.com).
These drawings can be downloaded from Internet (www.contrinex.com).



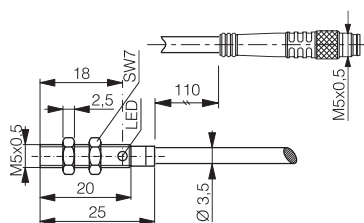
DW-AD-62#-M5
DW-AD-62#-M5-290



DW-AS-62#-M5

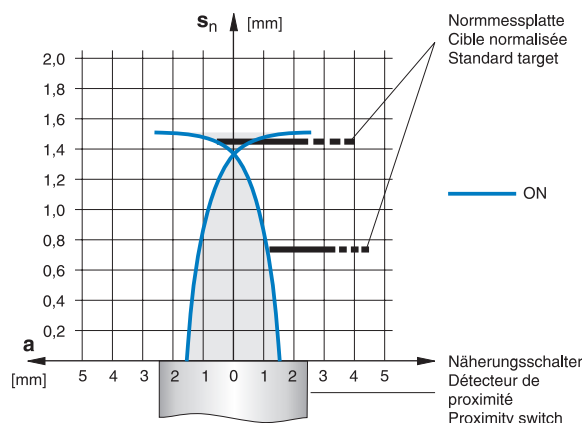


DW-AV-62#-M5-276
DW-AV-62#-M5-282

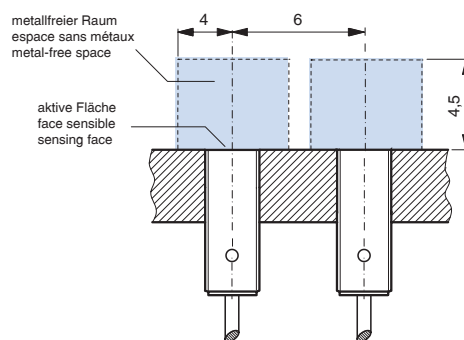


DW-AV-62#-M5-278

Ansprechkurve* / Courbe de réponse* / Response diagram*:



Einbau / Montage / Installation:



* typische Werte / valeurs typiques / typical values

Reduktionsfaktoren für Messplatte aus* / Coefficients de réduction pour cible en* / Correction factors for target*:

Stahl FE 360 Acier FE 360 Steel FE 360	1,0	Kupfer cuivre copper	0,40	Aluminium aluminium aluminum	0,40	Messing laiton brass	0,50	Edelstahl V2A acier INOX V2A stainless steel V2A	0,75
--	-----	----------------------------	------	------------------------------------	------	----------------------------	------	--	------

Typenspektrum / Types disponibles / Available types:

Artikelnummer Numéro d'article Part number	Typenbezeichnung désignation part reference	Schaltung polarité polarity	Anschluss raccordement connection	Ausgang sortie output	Gewicht Poids Weight
320 920 154	DW-AD-621-M5	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PVC	Schliesser / à fermeture / N.O.	43 g
320 920 166	DW-AD-622-M5	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PVC	Öffner / à ouverture / N.C.	43 g
320 920 185	DW-AD-623-M5	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PVC	Schliesser / à fermeture / N.O.	43 g
320 920 201	DW-AD-624-M5	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PVC	Öffner / à ouverture / N.C.	43 g
320 920 156	DW-AD-621-M5-290	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PUR	Schliesser / à fermeture / N.O.	40,5 g
320 920 167	DW-AD-622-M5-290	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PUR	Öffner / à ouverture / N.C.	40,5 g
320 920 187	DW-AD-623-M5-290	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PUR	Schliesser / à fermeture / N.O.	40,5 g
320 920 203	DW-AD-624-M5-290	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PUR	Öffner / à ouverture / N.C.	40,5 g
320 920 264	DW-AS-621-M5	NPN	Stecker / connecteur / connector S8	Schliesser / à fermeture / N.O.	13,9 g
320 920 269	DW-AS-622-M5	NPN	Stecker / connecteur / connector S8	Öffner / à ouverture / N.C.	13,9 g
320 920 275	DW-AS-623-M5	PNP	Stecker / connecteur / connector S8	Schliesser / à fermeture / N.O.	13,9 g
320 920 280	DW-AS-624-M5	PNP	Stecker / connecteur / connector S8	Öffner / à ouverture / N.C.	13,9 g
320 920 331	DW-AV-623-M5-276	PNP	Pigtail: L = 0,2 m PUR + Stecker / conn. / conn. S8	Schliesser / à fermeture / N.O.	20 g
320 920 339	DW-AV-624-M5-276	PNP	Pigtail: L = 0,2 m PUR + Stecker / conn. / conn. S8	Öffner / à ouverture / N.C.	20 g
320 920 332	DW-AV-623-M5-278	PNP	Pigtail: L = 0,11 m PUR + Stecker / conn. / conn. S5	Schliesser / à fermeture / N.O.	15,8 g
320 920 340	DW-AV-624-M5-278	PNP	Pigtail: L = 0,11 m PUR + Stecker / conn. / conn. S5	Öffner / à ouverture / N.C.	15,8 g
320 920 333	DW-AV-623-M5-282	PNP	Pigtail: L = 0,5 m PUR + Stecker / conn. / conn. S8	Schliesser / à fermeture / N.O.	22,7 g

Die Einhaltung der Personenschutzmaßnahmen obliegt dem Betreiber der von uns gelieferten Produkte. Der Einsatz unserer Geräte in Anwendungen, bei welchen die Sicherheit von Personen gefährdet sein könnte, ist nur dann zulässig, wenn der Betreiber gesonderte geeignete und notwendige Maßnahmen für die Personen- und Maschinensicherheit einhält und vornimmt. Änderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten. / Les exploitants des produits que nous fournissons sont tenus d'assurer les mesures adéquates de protection des personnes. L'utilisation de nos appareils dans des applications comportant un risque possible pour la sécurité des personnes n'est admissible que si l'exploitant observe et met en œuvre des mesures séparées, appropriées et nécessaires pour la protection des personnes et des machines. Sous réserve de modifications et de possibilités de livraison. / Operators of the products we supply are responsible for compliance with measures for the protection of persons. The use of our equipment in applications where the safety of persons might be at risk is only authorized if the operator observes and implements separate, appropriate and necessary measures for the protection of persons and machines. Terms of delivery and rights to change design reserved.

DIBOND/DAGOLBOND

Compósito de Alumínio

Dibond é a marca mundialmente conhecida e pioneira em painéis de compósito de alumínio.

Este painel é composto por 2 placas de alumínio lacado a branco, silver, ou outra cor - núcleo em polietileno negro.

O ótimo acabamento do lacado, a elevada resistência à flexibilidade, a fácil manipulação, são qualidade muito apreciadas!

A sua resistência às intempéries permite a utilização destes painéis tanto no interior, como no exterior.

Dibond é muito utilizado em expositores, reclusos / painéis publicitários, divisórias, decoração, revestimento de edifícios, móveis.

Características Técnicas

Propriedades Mecânicas

Espessura	2 m/m	3 m/m	4 m/m	6 m/m
Momento de Inércia (cm ⁴ /m)	0.049	0.123	0.231	0.548
Momento resistente W (cm ³ /m)	0.51	0.81	1.11	1.71
Rigidez E-I (kNcm ² /m)	345	865	1620	3840
Estado das Laminas de Revestimento	EN AW-5005A (AlMg1), H44			
Módulo de Elasticidade (N/mm ²)	70.000			
Resistência de Tração das Laminas de Revestimento (N/mm ²)	R _m : 145-185			
Limite de Elasticidade (0,2 Limite) (N/mm ²)	R _{p0,2} : 110-175			
Alargamento de Rotura	A50≥3%			
Dilatação Térmica Linear	2,4 m/m a 100° C Com diferencial de temperatura			

Características Técnicas

Propriedades Acústicas

Espessura	2 m/m	3 m/m	4 m/m	6 m/m
Factor de Absorção do Som α_s	0.05			
Atenuação Acústica (índice R_w) dB	23	24	25	26
Factor de Perda (d)	0.0048	0.0057	0.0072	0.0102

Propriedades Térmicas

Espessura	2 m/m	3 m/m	4 m/m	6 m/m
Resistência Térmica (m^2K/W)	0.0047	0.0080	0.0113	0.0180
Conduta Térmica K (W/m^2K)	5.72	5.61	5.50	5.30
Absorção de Água DIN 53495 (%)	0.01			
Carga Estática	Não é necessário nenhum tratamento anti estático			

Policarbonato Compacto

O Policarbonato Compacto tem excelentes propriedades mecânicas, térmicas, elétricas e dispõem de uma alta resistência ao impacto (praticamente inquebrável), além de ter ótimas propriedades óticas e uma superfície brilhante.

Apresenta resultados excepcionais às mais diversas variações de temperatura (- 40°C a + 135°C).

CARACTERÍSTICAS

- Inquebrável – resiste a impacto de martelo, pedra ou outro objeto;
- Transparente – com grande transmissão de luz, de 88% em cristal;
- Proteção UV;
- Resistentes às intempéries;
- Reciclável;
- Possível quinar a quente ou a frio.

CORES

Cristal | Opal | Gelo | Bronze | Azul

APLICAÇÕES

Segurança

- Jardins-de-infância
- Edifícios públicos
- Quartéis, prisões
- Ginásios
- Pavilhões desportivos
- Proteção de centros informáticos
- Farmácias, Hospitais
- Vitrinas de museus
- Cabinas telefónicas
- Veículos blindados e industriais

Indústria

- Proteção de Máquinas
- Quadros Elétricos
- Laboratórios
- Videoporteiros

Construção

- Painéis publicitários
- Barreiras acústicas
- Janelas e portas de segurança
- Coberturas
- Laboratórios
- Paragens de autocarros

Medidas

Espessura	Cristal	Opalino	Bronze
1 mm	2050x1250 3050x2050	2050x1250 3050x2050	
1.5 mm	2050x1250 3050x2050		
2 mm		3050x2050	
3 mm	2050x1250 3050x2050 6100x2050	3050x2050 6100x2050	3050x2050
4 mm			
5 mm			
6 mm		3050x2050	
8 mm			
10 mm	2050x1250 3050x2050 6100x2050		
12 mm	3050x2050		
15 mm	2050x1250 3050x2050		

Características Técnicas

Características	Método	Unidade	
-----------------	--------	---------	--

Gerais

Densidade	ISO 1183	g/cm ³	1,2
Rigidez Rockwell	D-78	Escala M	--

Ópticas

Transmissão luminosa	DIN 5036	%	86
Índice de refração	T3	N ^D	1.585

Mecânicas

Coeficiente de curvatura	ISO 489	MPa	--
Resistência à curvatura	ISO 178	MPa	> 95
Coeficiente de tracção	ISO 527	MPa	2200
Resistência à tracção	ISO 527	MPa	60
Dilatação	ISO 527	%	80

Térmicas

Temperatura Vicat (VST/A 50)	ISO 306	°C	145
Temperatura de deformação térmica (A/B)	ISO R75	°C	135
Capacidade térmica específica		J/gK	1,17
Coeficiente de dilatação térmica linear	DIN 53328	K ⁻¹ X 10 ⁻⁵	6,5
Condutibilidade térmica	DIN 52612	W/mk	0,2
Temperatura de degradação		°C	> 280
Temperatura máxima de uso contínuo		°C	115
Temperatura máxima de uso durante período curto		°C	130
Temperatura de molde		°C	180-210

Resistência ao impacto

Izod (entalha)	ISO 180	Kj/m ²	--
Charpy (entalha)	ISO 179	Kj/m ²	10
Charpy (sem entalha)	ISO 179	Kj/m ²	NB

Eléctricas

Constante dieléctrica 50 Hz	DIN 53483		3,0
Resistência volumétrica	DIN 53482	Ω.cm	10 ¹⁵
Resistência superficial	DIN 53482	Ω	>10 ¹⁵
Resistência Dieléctrica	DIN 53481	kV/mm	>30
Factor de dissipação (50 HZ)	DIN 53483		8X10 ⁻⁴



IP 66 | TYPE 4, 12, 13 | IK 10



A gama de armários de porta única e de montagem na parede em aço macio, MAS, com um grau de proteção IP 66 está disponível no mercado de produtos prontos a utilizar em diversos tamanhos diferentes. Esta gama de armários adequa-se a diversas aplicações diferentes. O risco de falha de componentes e, consequentemente, o tempo de inatividade desnecessário são eliminados, uma vez que a água e a poeira são impedidas de entrar no armário.

Material: Corpo: Aço macio de 1,2 mm para armários com uma profundidade de 155 mm / 1,4 mm para armários com uma profundidade de 210 ou 260 mm / 1,5 mm para armários com uma profundidade de 300 ou 400 mm ou se a altura ou largura for de 1000 mm ou superior. Placa passa-cabos: Aço macio de 1,4 mm. Porta: Aço macio de 1,2 mm / 1,5 mm para armários com uma altura ou largura de 500 mm ou superior / 2 mm para armários com uma altura ou largura de 800 mm ou superior. Placa de montagem: Aço galvanizado de 2 mm.

Estrutura: Dobrado e soldado continuamente. Quatro furos com 8.5 mm de diâmetro para fixação à parede, sobressaindo em depressões de 20.4 mm de diâmetro x 2 mm para permitir a circulação do ar na parte traseira do armário.

Porta: Surface mounted with 130° opening. Concealed removable hinges with captive pin. Hinges can be mounted to allow left or right hand opening. There are studs to mount door profiles MMDP included as standard. Sealing is ensured by an injected one piece polyurethane gasket.

Fechadura: Fechadura personalizada com duplo orifício no suporte da fechadura para abertura fácil da porta. Canhão DIN de 3 mm e 90° de ângulo de movimento de abertura. Os armários com altura de 1000 mm ou superiores têm uma fechadura de varão com três pontos de fixação. Estão disponíveis outros canhões como acessórios.

Platinas montagem: A platina de montagem está marcada verticalmente em intervalos de 10 mm para facilitar o posicionamento horizontal do equipamento. Na parte superior e inferior existem furos para facilitar a fixação de cabos. Rebites soldados M8 fixados à parte traseira do armário. Todos os lados dos armários a partir de 800 mm ou mais altura, estão reforçados com arestas dobradas. Pode-se ajustar a profundidade da placa de montagem utilizando o acessório AMG.

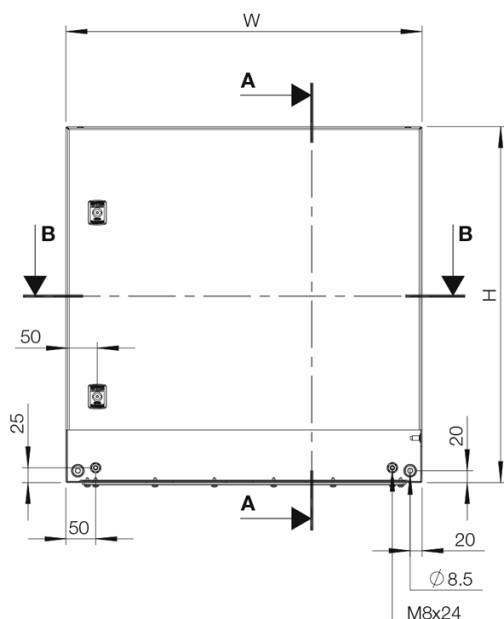
Tampa para saída de cabos: Sem tampas de saída para cabos para garantir a máxima protecção EMC.

Protecção: Cumpre com IP 66 | TYPE 4, 12, 13 | IK 10. Para instalações no exterior, é recomendável colocar um tejadilho ARF é recomendado revestimento de tinta de 100% de poliéster. A resistência à corrosão devem ser tomadas em consideração.

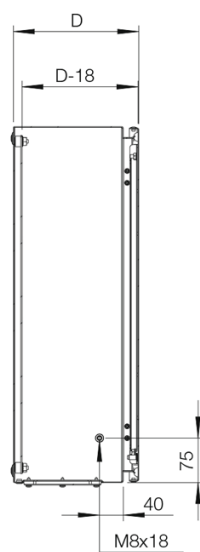
Acabamento: Pintura electrostática a pó em RAL 7035, com acabamento texturado.

Fornecimento: Armário com porta. Para altura de 600 mm e acima de dois perfis de montagem de porta. Placa (s) de entrada de cabos com junta (s), chave dupla barra de 3 mm de plástico e acessórios de montagem. Chave metálica para altura de 1000 mm e acima. Instalação de aterramento.

Front view

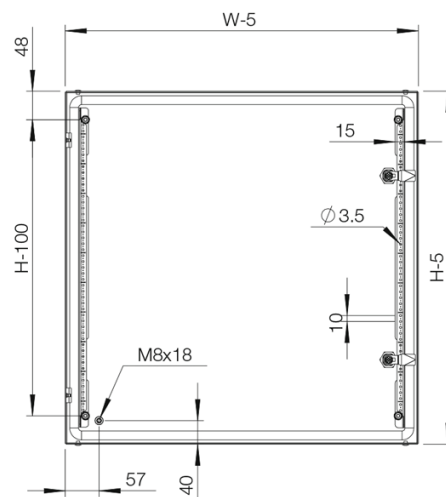


Sectional side view

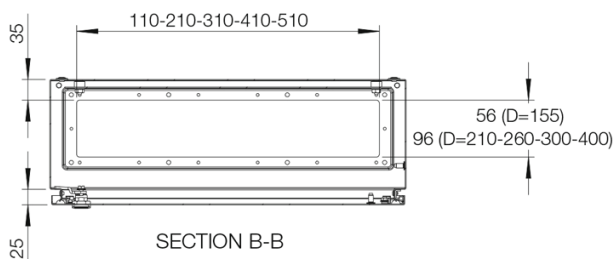


SECTION A-A

Inside door view

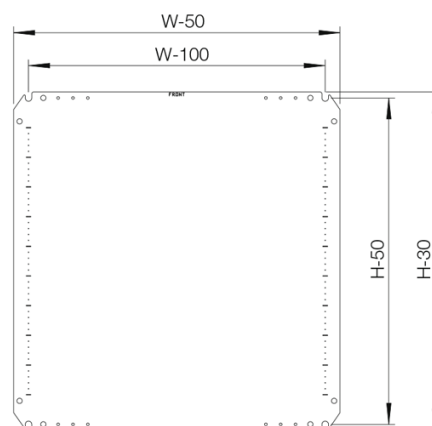


Sectional top view



SECTION B-B

Mounting plate



Com platina de montagem

Dimensão do armário			Dimensão platina montagem		Profundidade útil	Ref.
A	L	P	a	l	p	
200	200	155	170	150	137	MAS0202015R5
250	200	155	220	150	137	MAS0252015R5
250	250	155	220	200	137	MAS0252515R5
300	250	155	270	200	137	MAS0302515R5
300	250	210	270	200	192	MAS0302521R5
300	300	155	270	250	137	MAS0303015R5
300	300	210	270	250	192	MAS0303021R5
350	250	155	320	200	137	MAS0352515R5
400	300	155	370	250	137	MAS0403015R5
400	300	210	370	250	192	MAS0403021R5
400	400	210	370	350	192	MAS0404021R5
400	500	210	370	450	192	MAS0405021R5
400	600	210	370	550	192	MAS0406021R5
500	300	210	470	250	192	MAS0503021R5
500	400	155	470	350	137	MAS0504015R5
500	400	210	470	350	192	MAS0504021R5
500	400	260	470	350	242	MAS0504026R5
500	400	300	470	350	282	MAS0504030R5
500	500	210	470	450	192	MAS0505021R5
500	500	300	470	450	282	MAS0505030R5
600	400	155	570	350	137	MAS0604015R5
600	400	210	570	350	192	MAS0604021R5
600	400	260	570	350	242	MAS0604026R5
600	400	300	570	350	282	MAS0604030R5
600	500	155	570	450	137	MAS0605015R5
600	500	210	570	450	192	MAS0605021R5
600	500	260	570	450	242	MAS0605026R5
600	500	300	570	450	282	MAS0605030R5
600	600	210	570	550	192	MAS0606021R5
600	600	300	570	550	282	MAS0606030R5
600	600	400	570	550	382	MAS0606040R5
600	800	300	570	750	282	MAS0608030R5
700	500	210	670	450	192	MAS0705021R5
700	500	260	670	450	242	MAS0705026R5
800	400	300	770	350	282	MAS0804030R5
800	600	210	770	550	192	MAS0806021R5
800	600	260	770	550	242	MAS0806026R5
800	600	300	770	550	282	MAS0806030R5
800	600	400	770	550	382	MAS0806040R5
800	800	210	770	750	192	MAS0808021R5
800	800	300	770	750	282	MAS0808030R5
800	800	400	770	750	382	MAS0808040R5
1000	600	260	970	550	242	MAS1006026R5
1000	600	300	970	550	282	MAS1006030R5
1000	800	260	970	750	242	MAS1008026R5
1000	800	300	970	750	282	MAS1008030R5
1000	800	400	970	750	382	MAS1008040R5
1200	600	300	1170	550	282	MAS1206030R5
1200	800	300	1170	750	282	MAS1208030R5
1200	800	400	1170	750	382	MAS1208040R5

Com platina de montagem

Abertura de saída de cabos				
Tamanho	Tipo	Nº de tampas de cabos	Nº de fechaduras	Ref.
110 x 56	0S	1	1	MAS0202015R5
110 x 56	0S	1	1	MAS0252015R5
110 x 56	0S	1	1	MAS0252515R5
110 x 56	0S	1	1	MAS0302515R5
110 x 56	0S	1	1	MAS0302521R5
210 x 56	1S	1	1	MAS0303015R5
210 x 96	1	1	1	MAS0303021R5
110 x 56	0S	1	1	MAS0352515R5
210 x 56	1S	1	1	MAS0403015R5
210 x 96	1	1	1	MAS0403021R5
310 x 96	2	1	1	MAS0404021R5
410 x 96	3	1	1	MAS0405021R5
510 x 96	4	1	1	MAS0406021R5
210 x 96	1	1	1	MAS0503021R5
310 x 56	2S	1	1	MAS0504015R5
310 x 96	2	1	1	MAS0504021R5
310 x 96	2	1	1	MAS0504026R5
310 x 96	2	1	1	MAS0504030R5
410 x 96	3	1	1	MAS0505021R5
410 x 96	3	1	1	MAS0505030R5
310 x 56	2S	1	2	MAS0604015R5
310 x 96	2	1	2	MAS0604021R5
310 x 96	2	1	2	MAS0604026R5
310 x 96	2	1	2	MAS0604030R5
410 x 56	3S	1	2	MAS0605015R5
410 x 96	3	1	2	MAS0605021R5
410 x 96	3	1	2	MAS0605026R5
410 x 96	3	1	2	MAS0605030R5
510 x 96	4	1	2	MAS0606021R5
510 x 96	4	1	2	MAS0606030R5
510 x 96	4	1	2	MAS0606040R5
310 x 96	2	2	2	MAS0608030R5
410 x 96	3	1	2	MAS0705021R5
410 x 96	3	1	2	MAS0705026R5
310 x 96	2	1	2	MAS0804030R5
510 x 96	4	1	2	MAS0806021R5
510 x 96	4	1	2	MAS0806026R5
510 x 96	4	1	2	MAS0806030R5
510 x 96	4	1	2	MAS0806040R5
310 x 96	2	2	2	MAS0808021R5
310 x 96	2	2	2	MAS0808030R5
310 x 96	2	2	2	MAS0808040R5
510 x 96	4	1	1*	MAS1006026R5
510 x 96	4	1	1*	MAS1006030R5
310 x 96	2	2	1*	MAS1008026R5
310 x 96	2	2	1*	MAS1008030R5
310 x 96	2	2	1*	MAS1008040R5
510 x 96	4	1	1*	MAS1206030R5
310 x 96	2	2	1*	MAS1208030R5
310 x 96	2	2	1*	MAS1208040R5



HMI / HMI+SoftPLC EW100AA-AB-AC

EW100 devices, with Cortex A8 CPU, are equipped with Crew Runtime for visualization and Everyware Runtime to connect to devices wherever they are installed.

EW100AB and EW100AC versions are also equipped with SoftPLC IEC-1161131-3 Runtime for control logic.

- CPU Cortex A8 1 GHz
- Preloaded Everyware Runtime and SNTP Server and Client
- Aluminum front side with PTFE coating
- Status led on front
- SDHC v 2.0 (up to 25 Mbyte/s)
- 16 millions colors display
- EtherCAT Master (EW100AB and EW100AC)
- CE / EN60068-2-6 / EN60068-2-27 / Humidity EN60068-2-30 / cULus (Certificate no. E189179)
- EAC / ATEX 2014/34/UE directive Group II / Category 3 G D Zone 2/22

									
EW104	4,3	480x272	Cortex A8 1 GHz	256 MB DDR3	3 GB	IP66	AA	AB	AC
EW107	7,0	800x480	Cortex A8 1 GHz	256 MB DDR3	3 GB	IP66	AA	AB	AC
EW112	12,1	1280x800	Cortex A8 1 GHz	512 MB DDR3	3 GB	IP66	AA	AB	AC
EW115	15,6	1366x768	Cortex A8 1 GHz	512 MB DDR3	3 GB	IP66	AA	AB	AC



WEB PANEL EW100BD

EW100BD web panel is equipped with a powerful Quad-Core CPU and it is based on Android 6.0 operating system. It is also available with a RS323-485 serial port.

EW100BD is the perfect solution to visualize any content from any web server solution.

- Cortex A9 Quad-Core 1,2 GHz CPU
- SNTP Server and Client
- Aluminum front side with PTFE coating
- Android Web View
- Chrome Browser
- Microbrowser (EW107BD300)
- 16 million colors display
- CE / EN60068-2-6 / EN60068-2-27 / Humidity EN60068-2-30

								
EW107BD200	7,0	1024x600	Cortex A9 Quad-Core 1,2 GHz	4 GB DDR3L	8 GB	IP66	1x1Gb + 1x10/100Mb	-
EW107BD2SP	7,0	1024x600	Cortex A9 Quad-Core 1,2 GHz	4 GB DDR3L	8 GB	IP66	1x1Gb + 1x10/100Mb	RS 232/485
EW107BD300	7,0	1024x600	Cortex A9 Quad-Core 1,2 GHz	4 GB DDR3L	8 GB	IP66	1x1Gb + 1x10/100Mb	-


TELLER FÜR GELENKSTELLFÜßE, KUGEL 15
BASE FOR SWIVEL FEET, BALL JOINT 15
Ausführung Kunststoff PA, ohne Anschraubbohrungen

Beschreibung schwenkbarer, nivellierbarer Stellfuß zum Ausgleich von Bodenunebenheiten

Material Kunststoff PA, glaskugelverstärkt

Farbe schwarz

Liefereinheit 10 Stück

Extras elektrostatisch entladend, weitere Größen, weitere Farben, angeschraubte oder geklebte Anti-Slip-Platte auf Anfrage; als montierter Stellfuß auf Anfrage

Hinweis passende Gewindestange siehe Seite 29 f. und Seite 31 f.,
passende Mutter siehe Seite 80 und Seite 81,
passende Anti-Slip Platte siehe Seite 41

Model Plastic PA, without bolt-down holes

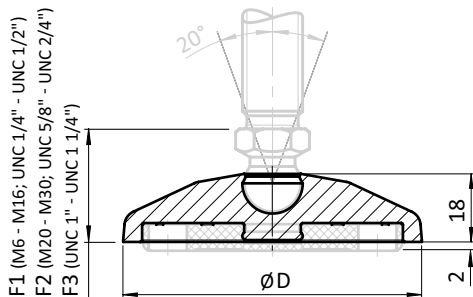
Description A swiveling leveling foot for a strong positioning on uneven floors

Material Plastic PA, glass ball reinforced

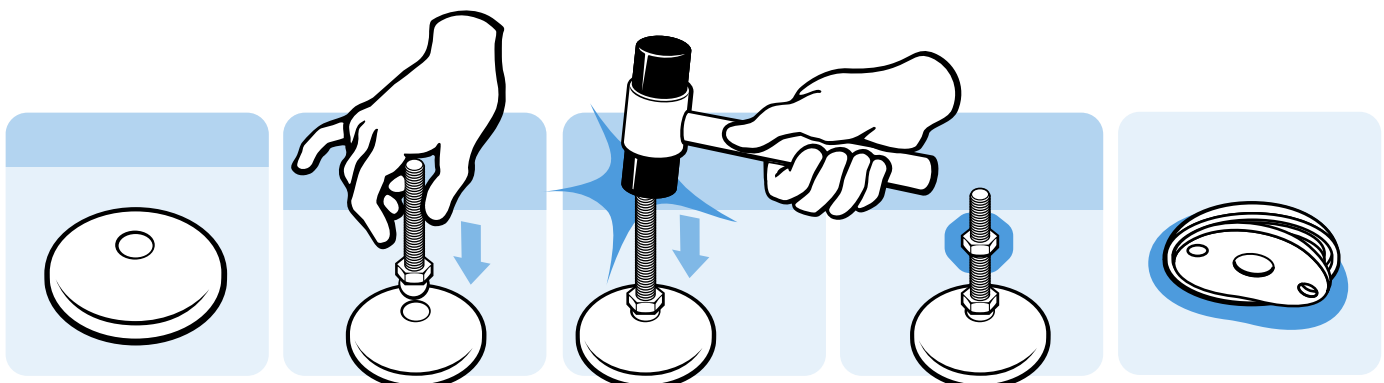
Color Black

Pack Quantity 10 pieces

Specials electrostatically discharging, other sizes, other colors, bolt-on or glued anti-slip plate on request; as factory assembled leveling foot on request

Tip Compatible threaded rod see page 29 et sq. and page 31 et sq.,
Compatible nut see page 80 and page 81,
Compatible anti-slip plate see page 41


Teller Base	Teller für Gelenkstellfüße, Kugel 15 Base for Swivel Feet, Ball Joint 15	D [mm]	F1 [mm]	F2 [mm]	F3 [mm]	Tragkraft [kg] Max. Load [kg]	Gewicht [g] Weight [g]	Teil-Nr. Part #
30	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	29	29.5	32.5	33.5	500	8.0	098D030K
40	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	39	29.5	32.5	33.5	900	13.0	098D040K
45	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	44	29.5	32.5	33.5	900	15.0	098D045K
50	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	49	29.5	32.5	33.5	900	16.0	098D050K
60	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	59	29.5	32.5	33.5	900	22.0	098D060K
80	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	79	29.5	32.5	33.5	900	44.0	098D080K
100	ohne Anti-Slip-Platte Without anti-slip plate	99	29.5	32.5	33.5	900	84.0	098D100K
30	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	29	29.5	32.5	33.5	500	10.0	098D030KG
40	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	39	29.5	32.5	33.5	900	17.0	098D040KG
45	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	44	29.5	32.5	33.5	900	21.0	098D045KG
50	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	49	29.5	32.5	33.5	900	24.0	098D050KG
60	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	59	29.5	32.5	33.5	900	34.0	098D060KG
80	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	79	29.5	32.5	33.5	900	67.0	098D080KG
100	mit Anti-Slip-Platte With anti-slip plate	99	29.5	32.5	33.5	900	121.0	098D100KG





KUNSTSTOFF-KOMBISCHARNIER 30

PLASTIC COMBI HINGE 30

Ausführung nicht aushängbar

Beschreibung für Flächenelemente und Aluminiumprofile

Material Flügel: Kunststoff PA, glasfaserverstärkt;
Achse: Edelstahl

Farbe schwarz

Befestigung vorderseitig mit Senkschrauben M6

Liefereinheit 10 Stück

Extras elektrostatisch entladend, weitere Farben,
Führungsnasen zur Montage auf Aluminiumprofilen auf Anfrage

Model Non-detachable

Description To hinge panels or aluminum profiles

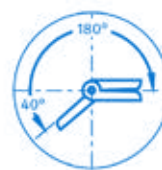
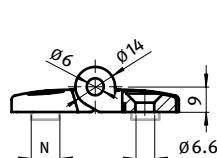
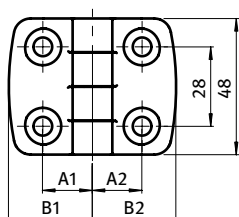
Material Wings: Plastic PA, glass fiber reinforced;
Axle: Stainless steel

Color Black

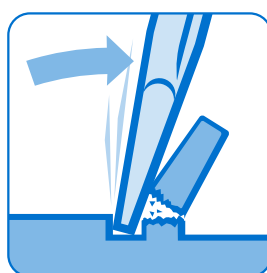
Fastening From the front, using M6 countersunk screws

Pack Quantity 10 pieces

Specials electrostatically discharging, further colors,
fixing pins for installation on aluminum profiles available on request



Kombischarnier Combi Hinge	A1 [mm]	A2 [mm]	B1 [mm]	B2 [mm]	F _{Amax} [N]	F _{Rmax} [N]	N	Bezeichnung Description	Gewicht [g] Weight [g]	Teil-Nr. Part #
nicht aushängbar Non-detachable	17.5	17.5	29.5	29.5	400	700		30/30	36.0	095K3030F00
	17.5	17.5	29.5	29.5	400	700	6	30/30	36.0	095K3030F06
	17.5	17.5	29.5	29.5	400	700	8	30/30	36.0	095K3030F08
	17.5	20.0	29.5	36.0	400	700		30/35	37.0	095K3035F00
	17.5	22.5	29.5	38.5	450	750		30/40	39.0	095K3040F00
	17.5	25.0	29.5	43.5	450	750		30/45	41.0	095K3045F00
	17.5	27.5	29.5	48.5	425	800		30/50	43.0	095K3050F00
	17.5	32.5	29.5	57.5	200	850		30/60	46.0	095K3060F00

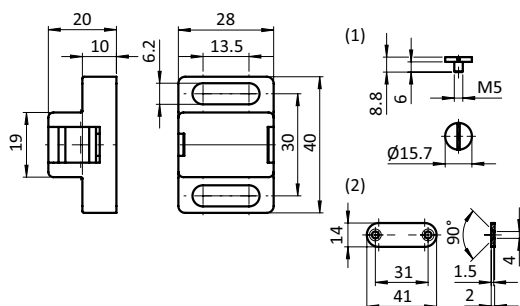


MAGNETVERSCHLUSS 30 (SET)

Ausführung	Kunststoff PA
Beschreibung	Schnellverschluss für Türen, an die Stärke des Flächenelementes anpassbar
Material	Magnetverschluss: Kunststoff PA, glasfaserverstärkt Montageset: Stahl
Farbe	Magnetverschluss: schwarz
Befestigung	Magnetverschluss: mit Schrauben M6 Halteplatte: mit Senkschrauben M4
Set	1 Magnetverschluss 30, 1 Flachkopfschraube DIN 921 - M5 × 6, 1 Halteplatte 14 × 41 × 2 mm
Liefereinheit	10 Stück
Extras	⚡ elektrostatisch entladend, weitere Größen, weitere Farben auf Anfrage

MAGNETIC CATCH 30 (SET)

Model	Plastic PA
Description	A quick locking device for doors, adaptable to the thickness of the panel units
Material	Magnetic catch: Plastic PA, glass fiber reinforced Assembly set: Steel
Color	Magnetic catch: Black
Fastening	Magnetic catch: using M6 screws Counter plate: using M4 countersunk screws
Set	1 magnetic catch 30, 1 flat head screw DIN 921 - M5 × 6, 1 counter plate 14 × 41 × 2 mm
Pack Quantity	10 pieces
Specials	⚡ electrostatically discharging, other sizes, other colors on request

Magnetverschluss 30 (Set)
Magnetic Catch 30 (Set)Verschlusskraft
Locking ForceGewicht [g]
Weight [g]Teil-Nr.
Part #(1) inkl. Flachkopfschraube DIN 921 - M5 × 6, Stahl, verzinkt
(1) incl. pan head screw DIN 921 - M5 × 6, steel, zinc-platedca. 20 N vorne / 10 N hinten
Approx. 20 N front / 10 N back

39.0

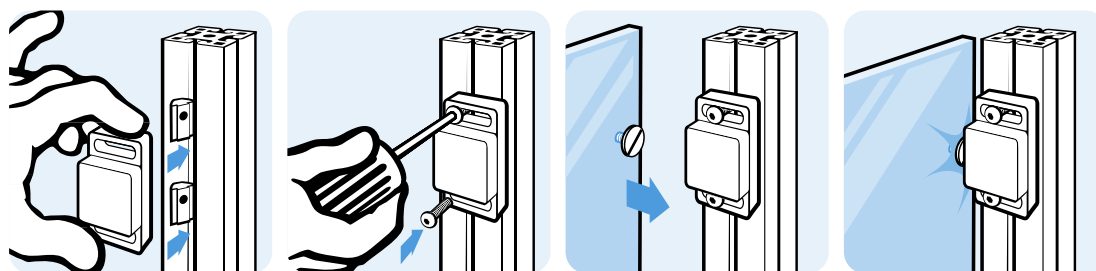
093040

(2) Set (2) set

ca. 20 N vorne / 10 N hinten
Approx. 20 N front / 10 N back

45.9

093044




GEWINDESTANGE FÜR GELENKSTELLFÜßE, KUGEL 15 *THREADED ROD FOR SWIVEL FEET, BALL JOINT 15*

Ausführung	Stahl	Model	Steel
Beschreibung	Gewindestange für Gelenkstellfüße	Description	Threaded rod for swiveling leveling feet
Material	Stahl, verzinkt	Material	Steel, zinc plated
Kugelgelenk	Schwenkbereich $\pm 20^\circ$	Ball joint	Swiveling range $\pm 20^\circ$
Liefereinheit	10 Stück	Pack Quantity	10 pieces
Extras	weitere Längen und Größen auf Anfrage	Specials	Other lengths and sizes on request



Gewindestange Stahl für Gelenkstellfüße, Kugel 15 <i>Threaded Rod for Swivel Feet, Ball Joint 15</i>	M × L [mm]	SW [mm]	Tragkraft [kg] Max. Load [kg]	Gewicht [g] Weight [g]	Teil-Nr. Part #
Stahl, verzinkt <i>Steel, zinc plated</i>	M8 × 25	14	350	29.0	098DM08025M
	M8 × 40	14	350	36.0	098DM08040M
	M8 × 80	14	350	49.0	098DM08080M
	M10 × 45	14	470	45.0	098DM10045M
	M10 × 70	14	470	55.0	098DM10070M
	M10 × 90	14	470	68.0	098DM10090M
	M10 × 125	14	470	84.0	098DM10125M
	M10 × 150	14	470	92.0	098DM10150M
	M12 × 45	14	770	55.0	098DM12045M
	M12 × 66	14	770	70.0	098DM12066M
	M12 × 100	14	770	94.0	098DM12100M
	M12 × 125	14	770	112.0	098DM12125M
	M12 × 150	14	770	130.0	098DM12150M
	M14 × 66	14	1110	85.0	098DM14066M
	M14 × 100	14	1110	119.0	098DM14100M
	M14 × 125	14	1110	138.0	098DM14125M
	M14 × 150	14	1110	166.0	098DM14150M
	M16 × 66	17	1450	112.0	098DM16066M
	M16 × 100	17	1450	156.0	098DM16100M
	M16 × 125	17	1450	190.0	098DM16125M
	M16 × 150	17	1450	222.0	098DM16150M
	M16 × 200	17	1450	285.0	098DM16200M

Tubo flexível PTFEN-8X1-NT

Cód. do item: 8061173

FESTO



Ficha técnica

Característica	Valor
Diâmetro externo	8 mm
Raio de curvatura relevante para a vazão	90 mm
Diâmetro interno	5.9 mm
Raio de curvatura mín.	64 mm
Pressão de operação dependente da temperatura	-0.95 bar ... 12 bar
Meio de operação	Ar comprimido de acordo com ISO 8573-1:2010 [7:-:-]
Material de teste de fogo	UL94 V-0
Apropriado para indústria alimentícia	Ver Informação de materiais ampliada
Temperatura ambiente	-20 °C ... 150 °C
Peso do produto de acordo com comprimento	0.047 kg/m
Conexão pneumática	para Ø externo da conexão rápida 8 mm para Ø externo do espigão 8 mm, com porca de aperto Para Ø interno de 6 mm do espigão com porca de aperto Para Ø interno de 6 mm do espigão
Cor	natural
Dureza Shore	D 55 +/-5
Indicação sobre os materiais	Conformidade RoHS
Material do tubo flexível	PTFE



IV2-G300CA

Cabeça sensora Modelo de sensor de campo de visão amplo Tipo colorido AF



Especificações

Modelo		IV2-G300CA
Tipo		Modelo de sensor de campo de visão amplo
Distância de referência		40 a 300 mm
Visão		Distância instalada de 40 mm: 42 (H) × 31 (V) mm a Distância instalada de 300 mm: 275 (H) × 206 (V) mm
Indicadores		2 (o mesmo display detalha ambos os indicadores)
Sensor de imagem	Tipo	CMOS colorido de 1/3 de pol.
	Número de pixels	752 (H) × 480 (V)
Ajuste de foco		Automático ^{*1}
Tempo de exposição		1/25 a 1/50000
Luzes	Iluminação	LED branco
	Método de iluminação	Iluminação de pulso
Resistência ambiental	Grau de proteção	IP67 ^{*2}
	Temperatura ambiente	0 a +50°C (sem congelamento)
	Umidade ambiente	35 a 85% UR (sem condensação)
	Resistência à vibração	10 a 55 Hz, amplitude dupla de 1,5 mm, 2 horas em cada uma das direções X, Y e Z ^{*3}
Resistência ambiental	resistência a choque	500 m/s ² , 6 vezes em cada uma das 3 direções ^{*3}
Material		Caixa da unidade principal: zinco fundido, tampa frontal: acrílico (revestimento duro), tampa do indicador de operação: TPU
Peso		Aprox. 75 g

^{*1} A posição de foco pode ser ajustada automaticamente por ocasião da instalação. Essa função é desativada durante a operação. Uma posição de foco diferente pode ser registrada para cada programa.

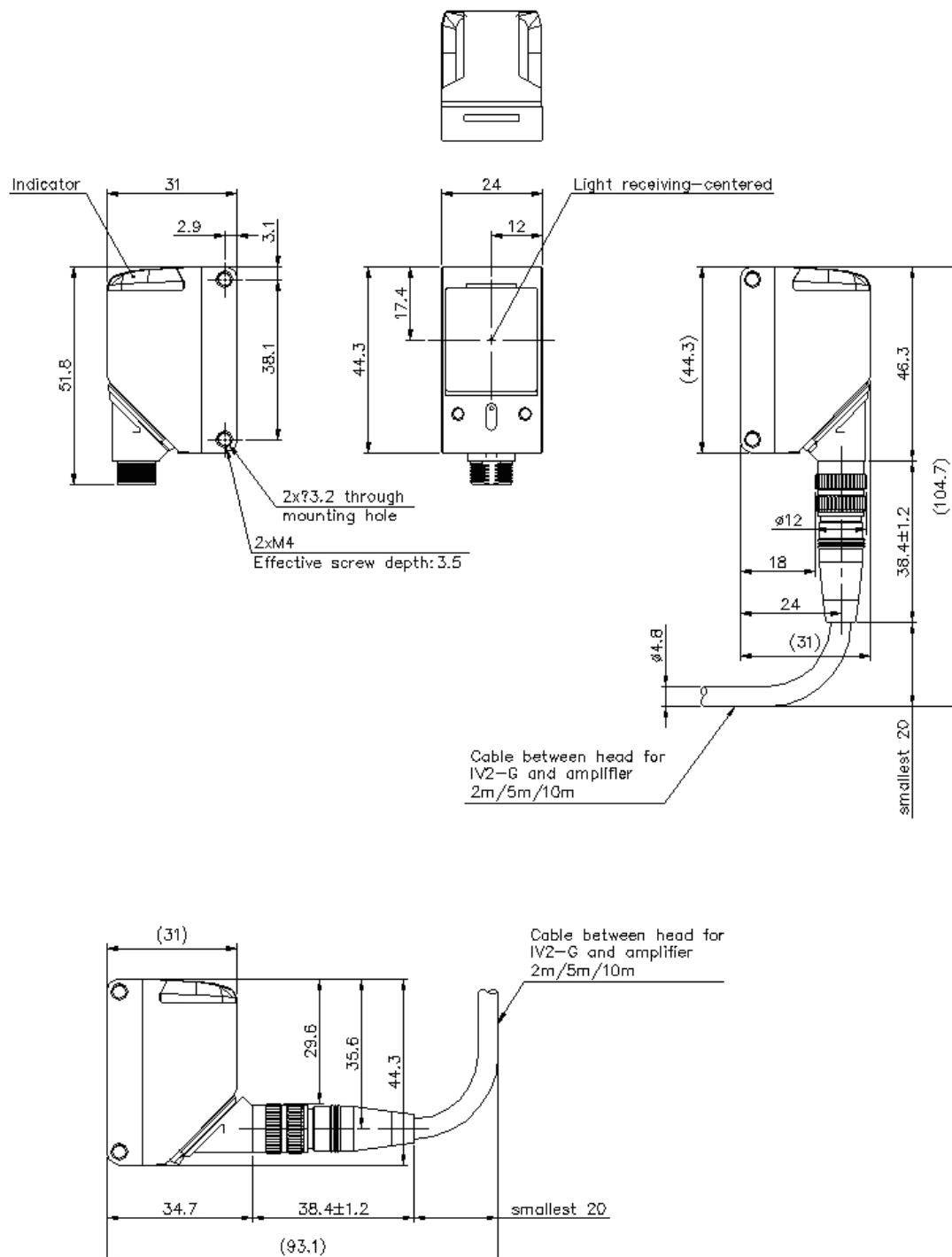
^{*2} Exceto quando o acessório de filtro de luz polarizada (OP-87899/OP-87900/OP-87901) ou o acessório de lente de ampliação (OP-87902) está montado.

^{*3} Exceto quando o acessório de domo da IV2 (IV2-GD05/IV2-GD10) está montado.

Dimensões

* Se for difícil de ler o texto, consulte o CAD ou o manual.

IV2-G150MA/G300CA/G500CA/G500MA/G600MA





PR-MB15P3

Mini-slim Reflective (Background suppression) Cable Type 15mm



Specifications

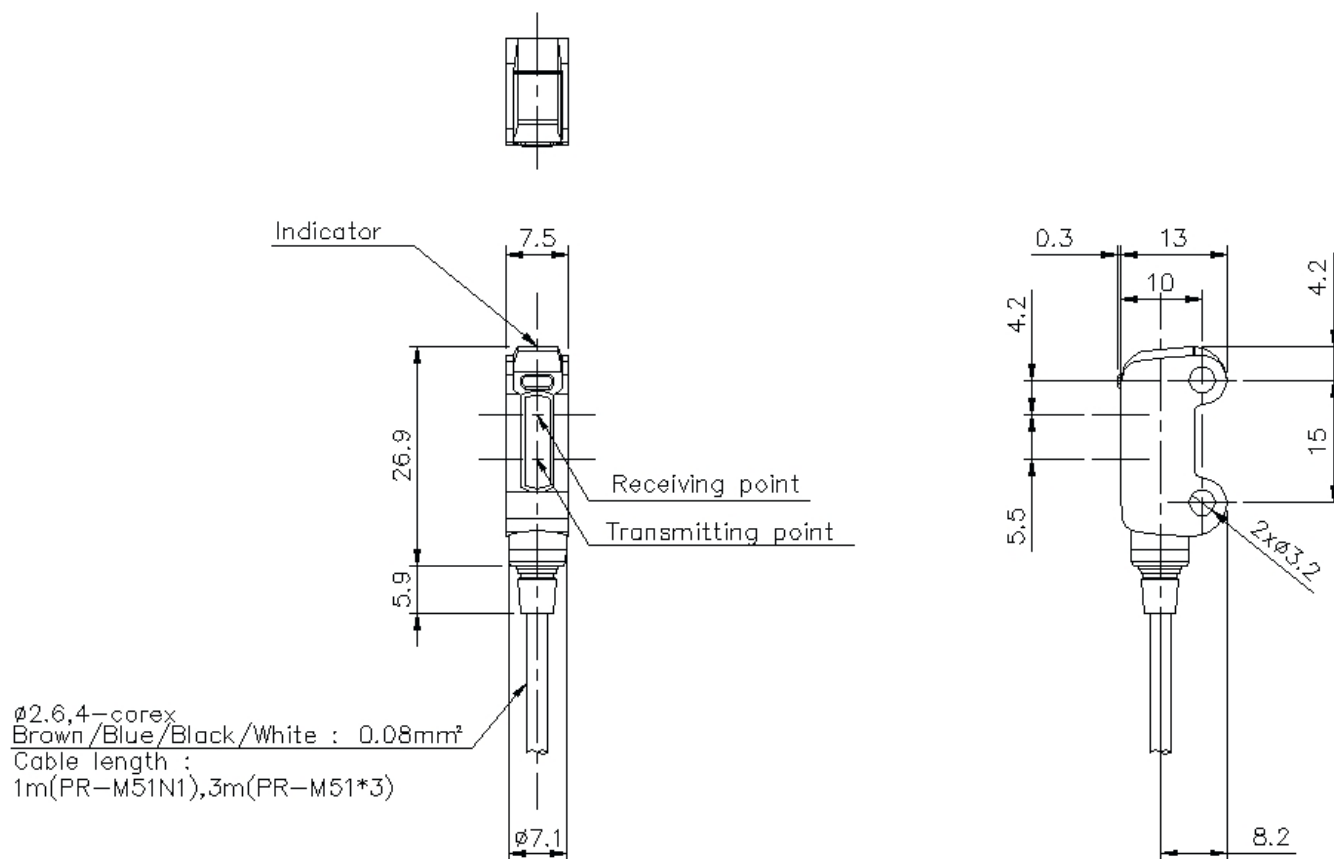
Model		PR-MB15P3
Type		Reflective (Background suppression)
Output		PNP
Shape		Mini-slim
Cable connection		3 m cable
Detection distance		1 to 15 mm 0.04" to 0.59"
Number of control outputs		2 outputs
Output operation	Output 1	Light-ON
	Output 2	Dark-ON
Response time	Output 1	0.5 ms
	Output 2	ON→OFF: 2.7 ms, OFF→ON: 0.5 ms
Sensitivity adjustment		None
Spot diameter		Approx. ø3 mm (at 15 mm)
Light source		4 element, point light source, red LED (650 nm)
Mutual interference prevention function		4 sensors
Indicator lamp		Output indicator (orange), stable operation indicator (green), thru-beam type transmitter: power supply indicator (green)
Control output		30 VDC or lower, 50 mA or lower Leakage current: When 3 kΩ load resistance, 0.3 mA or lower. When 1 kΩ load resistance, 0.5 mA or lower. When 0.2 kΩ load resistance, 1.5 mA or lower Residual voltage: When 10 mA or lower, 1.0 V or lower. When 10 to 30 mA, 1.5 V or lower. When 30 to 50 mA, 2.0 V or lower.
Protection circuit		Power supply reverse connection protection, output overcurrent protection, output surge protection, power supply surge protection
Rating	Power voltage	10 to 30 VDC, including Ripple (P-P) 10 %
	Current consumption	19 mA
Environmental resistance	Enclosure rating	IP67 (IEC60529), IP69K (DIN40050-9), 4X, 6P, 13 (NEMA250)
	Insulation resistance	20 MΩ or higher (500 VDC)
	Ambient light	Incandescent lamp: 5,000 lux or lower, Sunlight: 20,000 lux or lower
	Ambient temperature	-25 to +55 °C -13 to 131 °F (No freezing)
	Storage temperature	-25 to +75 °C -13 to 167 °F
	Relative humidity	35 to 85 % RH (No condensation)
	Withstand voltage	1,000 VAC, 50/60 Hz, 1 min
	Vibration resistance	10 to 55 Hz, Double amplitude 1.5 mm 0.06", 2 hours in each of the X, Y, and Z directions
Material		Case: SUS316L, indicator cover/lens cover: polysulfone, cord protector: polymethylpentene, filler: polyester-based resin
Accessories		Instruction manual
Weight		Approx. 45 g

Dimensions

* Download CAD file or product manual for larger image/text and more detail.

pr-mb15n_mb30n_mb15p_mb30p_dimension_01.gif

PR-MB15N1/MB30N1/MB15N3/MB15P3/MB30N3/MB30P3



PZ-G51P

Tipo de cabo quadrado transmissor, PNP



Especificações

Modelo		PZ-G51P
Tipo		Passagem pelo feixe Padrão
Formato		Retangular
Saída		PNP
Conexão do cabo		Cabo (2 m) ^{*1}
Distância de detecção		20 m
Diâmetro do ponto		—
Fonte de luz		Red LED
Ajuste de sensibilidade		Potenciômetro de 1 volta (230°)
Tempo de resposta		500 µs
Modo de operação		CLARO LIGADO/ESCURO LIGADO (selecionável por botão)
Indicadores (LED)		Alimentação (T): LED laranja Saída (R): LED laranja Operação estável: LED verde Recepção de luz: LED vermelho
Saída de controle		Saída do coletor aberto, 30 V máx., 100 mA máx., Tensão residual: 1 V máx.
Circuito de proteção		Polaridade reversa, proteção contra hipercorrente, absorvente de surto
Supressão de interferência		Até 2 unidades (Quando filtros de polarização estão acoplados)
Torque de aperto		Modelos retangulares (peça do orifício de montagem): 0,5 N m máx.
Valores nominais	Tensão de alimentação	10 - 30 VCC, incluindo oscilação (P-P) ±10 %
	Consumo de corrente	Transmissor: 20 mA ou menos, Receptor: 28 mA ou menos
Resistência ambiental	Grau de proteção	IEC: IP67/NEMA: 4A, 6, 12/DIN: IP69K
	Luz ambiente	Lâmpada incandescente: 5,000 lux máx., Luz solar: 20,000 lux máx.
	Temperatura ambiente	-20 a +55 °C (Sem congelar)
	Umidade ambiente	35 a 85 % RH (Sem condensação)
	Resistência à vibração	10 a 55 Hz, Amplitude dupla 1,5 mm, 2 horas em cada uma das direções X, Y e Z
	resistência a choque	1,000 m/s ² , 6 vezes em cada uma das direções X, Y e Z
Material	Alojamento, porca M18 (apenas para modelos roscados)	PBT reforçado com fibra de vidro
	Tampa da lente	Poliarilato (PAR)
	Potenciômetro	Poliâmida (PA) reforçada com fibra de vidro
	Cabo (apenas para modelos com cabo)	Cloreto de polivinil (PVC)
	Conector (apenas tipo de conector com cabo)	—
Acessórios		Manual de instruções
Peso		Modelos retangulares de cabo: Aprox. 60 g (transmissor dos modelos de passagem pelo feixe: Aprox. 50 g)

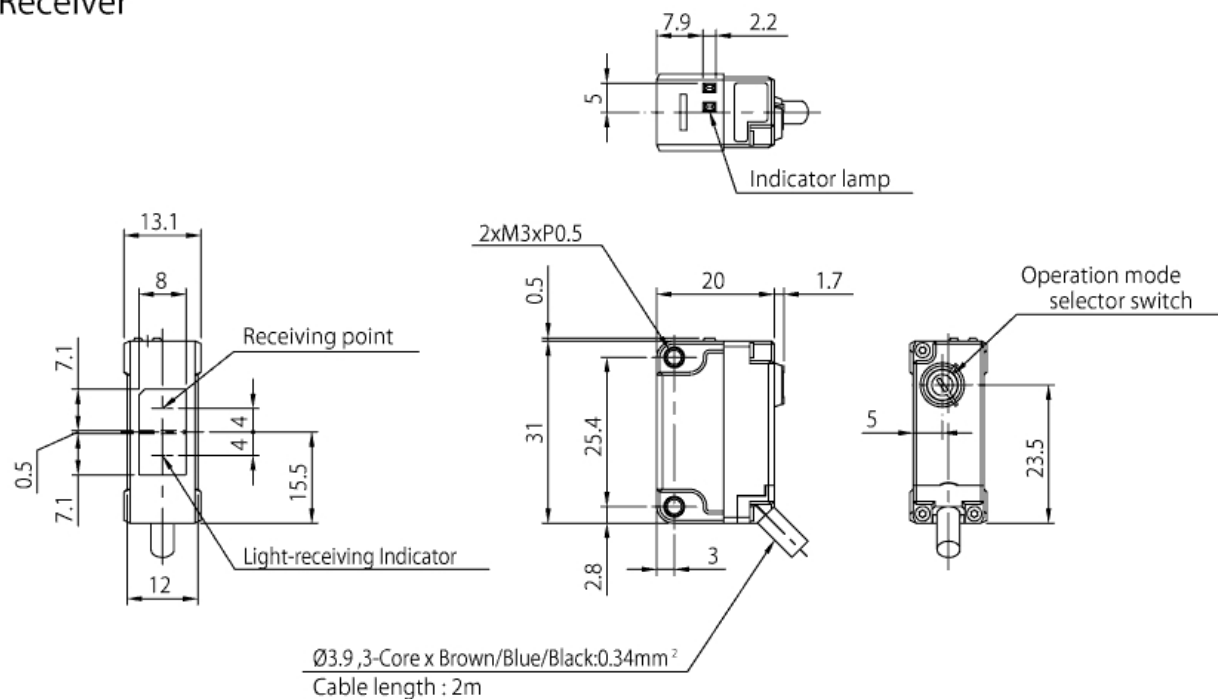
^{*1} Cabo vendido separadamente para os modelos de conector

Dimensões

* Se for difícil de ler o texto, consulte o CAD ou o manual.

PZ-G51N/G51P

Receiver



Transmitter

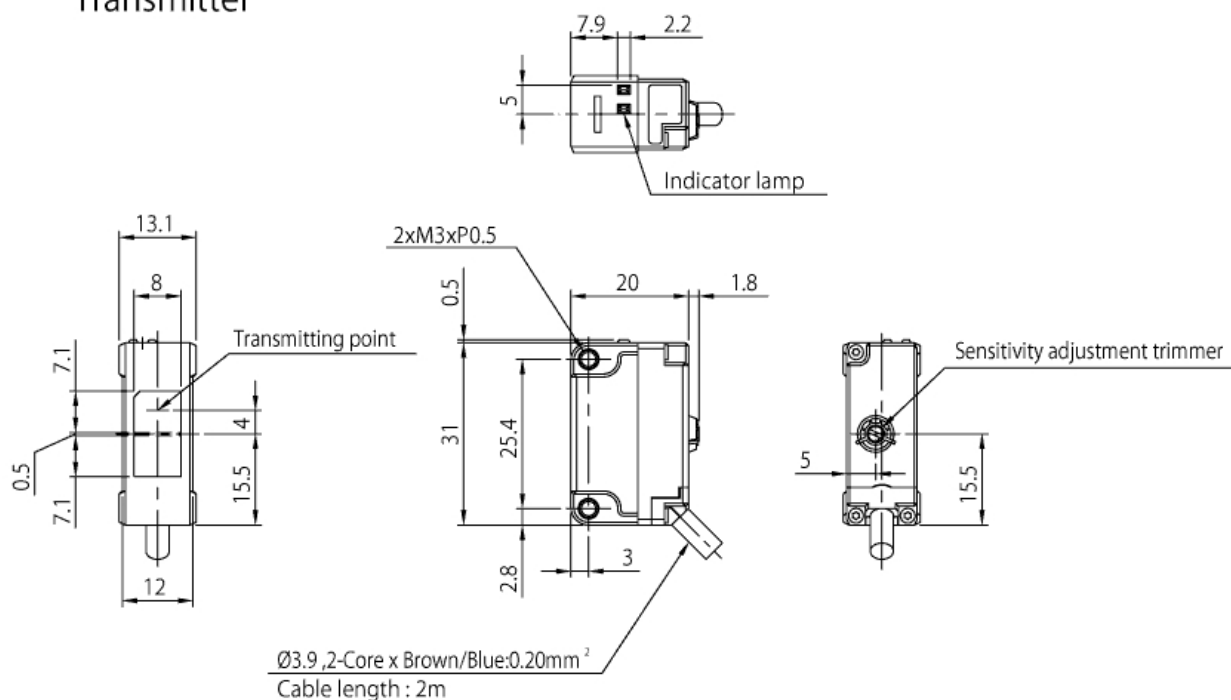
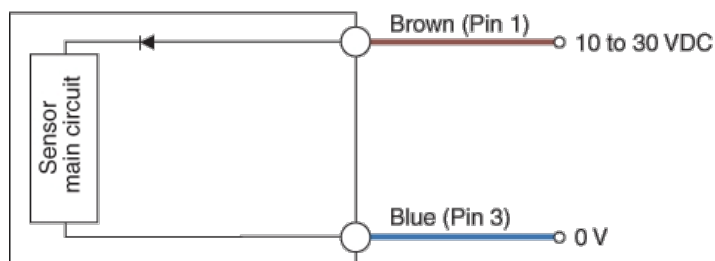


Diagrama de conexão do circuito de E/S

* Se for difícil de ler o texto, consulte o CAD ou o manual.

Transmissor de passagem pelo feixe



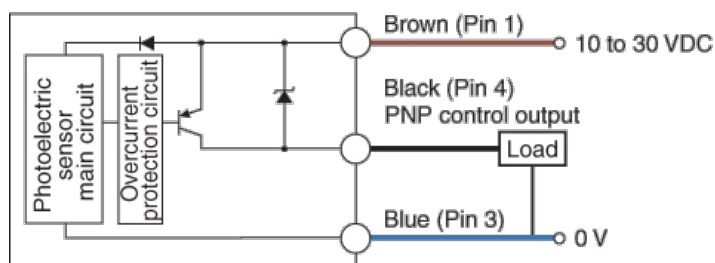
M8 connector
PZ-G5xCN
PZ-G5xCP



M12 connector
PZ-G5xEN
PZ-G5xEP
PZ-G5xCB



Saída PNP (receptor de passagem pelo feixe, reflexivo, retrorreflexivo)



M8 connector
PZ-GxxCP

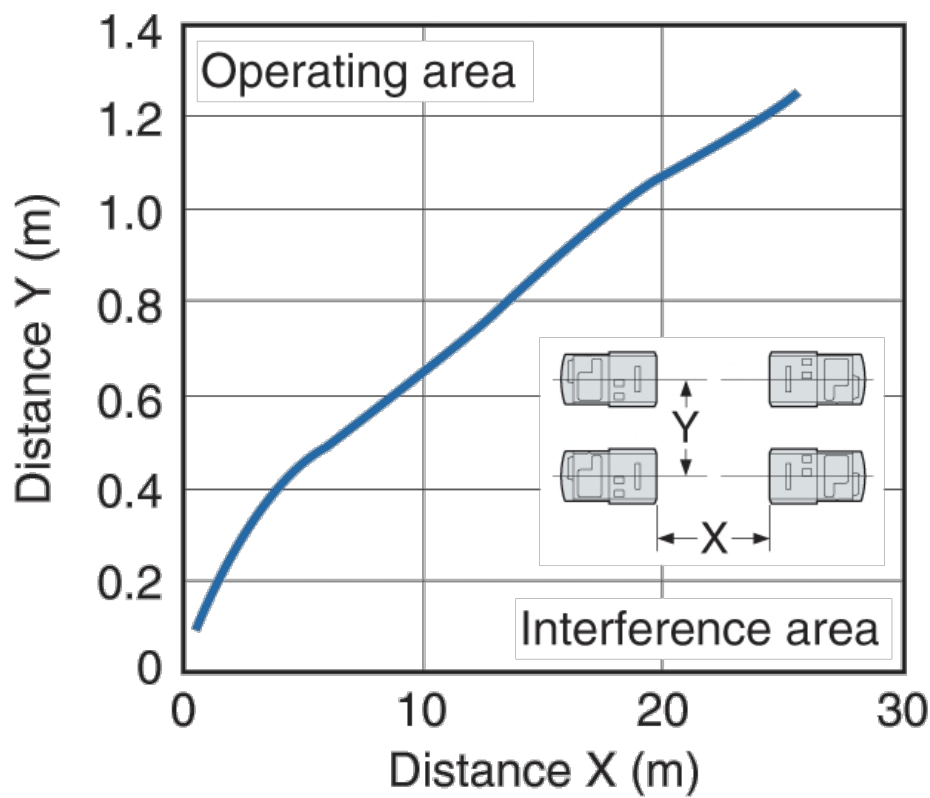


M12 connector
PZ-GxxEP



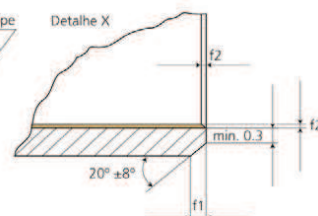
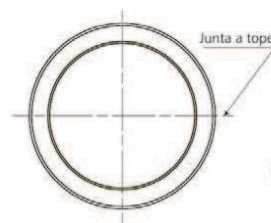
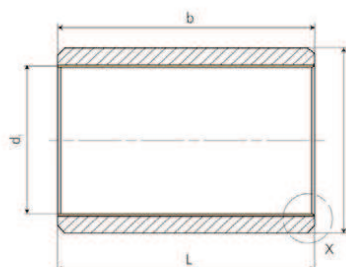
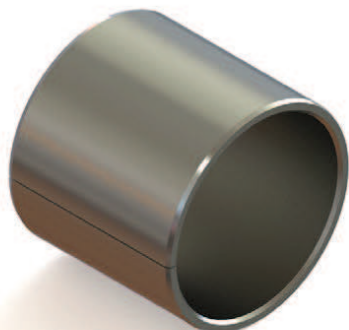
Característica

* Se for difícil de ler o texto, consulte o CAD ou o manual.



02 CASQUILHOS METÁLICOS

PAP - P10



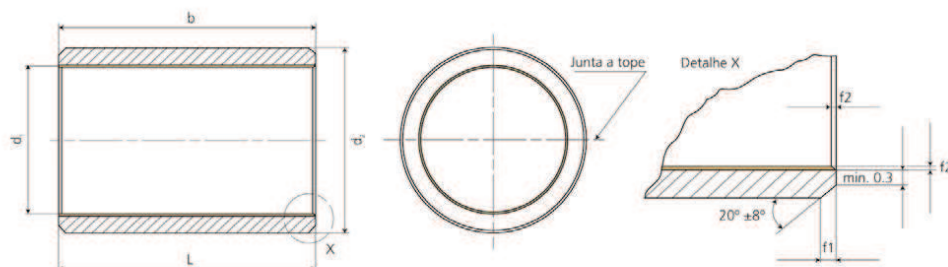
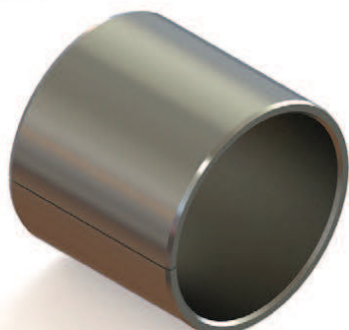
PAP - P10

d= Ø int.	Referência	Peso g	Medidas					
			d ₁	d ₂	b _{±0,25}	f ₁ ⁽¹⁾	f ₂ ⁽¹⁾	
2	PAP 0203 P10	0.15	2	3,5	3	0.5	0.25	
2	PAP 0205 P10	0.25	2	3,5	5	0.5	0.25	
3	PAP 0303 P10	0.2	3	4,5	3	0.5	0.25	
3	PAP 0304 P10	0.25	3	4,5	4	0.5	0.25	
3	PAP 0305 P10	0.3	3	4,5	5	0.5	0.25	
3	PAP 0306 P10	0.4	3	4,5	6	0.5	0.25	
4	PAP 0403 P10	0.2	4	5,5	3	0.5	0.25	
4	PAP 0404 P10	0.3	4	5,5	4	0.5	0.25	
4	PAP 0406 P10	0.6	4	5,5	6	0.5	0.25	
4	PAP 0410 P10	0.8	4	5,5	10	0.5	0.25	
5	PAP 0505 P10	0.7	5	7	5	0.6	0.3	
5	PAP 0508 P10	1.1	5	7	8	0.6	0.3	
5	PAP 0510 P10	1.4	5	7	10	0.6	0.3	
6	PAP 0606 P10	0.9	6	8	6	0.6	0.3	
6	PAP 0608 P10	1.4	6	8	8	0.6	0.3	
6	PAP 0610 P10	1.7	6	8	10	0.6	0.3	
7	PAP 0710 P10	1.8	7	9	10	0.6	0.3	
8	PAP 0808 P10	1.7	8	10	8	0.6	0.3	
8	PAP 0810 P10	2.1	8	10	10	0.6	0.3	
8	PAP 0812 P10	2.5	8	10	12	0.6	0.3	
10	PAP 1008 P10	2	10	12	8	0.6	0.3	
10	PAP 1010 P10	2.5	10	12	10	0.6	0.3	
10	PAP 1012 P10	2.9	10	12	12	0.6	0.3	
10	PAP 1015 P10	3.8	10	12	15	0.6	0.3	
10	PAP 1020 P10	5.3	10	12	20	0.6	0.3	
12	PAP 1208 P10	2	12	14	8	0.6	0.3	
12	PAP 1210 P10	3	12	14	10	0.6	0.3	
12	PAP 1212 P10	3.7	12	14	12	0.6	0.3	
12	PAP 1215 P10	4.7	12	14	15	0.6	0.3	
12	PAP 1220 P10	6.1	12	14	20	0.6	0.3	
12	PAP 1225 P10	7.6	12	14	25	0.6	0.3	
13	PAP 1310 P10	3.2	13	15	10	0.6	0.3	
14	PAP 1410 P10	3.5	14	16	10	0.6	0.3	
14	PAP 1412 P10	4.3	14	16	12	0.6	0.3	
14	PAP 1415 P10	5.4	14	16	15	0.6	0.3	
14	PAP 1420 P10	7.1	14	16	20	0.6	0.3	
14	PAP 1425 P10	8.8	14	16	25	0.6	0.3	
15	PAP 1510 P10	3.7	15	17	10	0.6	0.3	
15	PAP 1512 P10	4.5	15	17	12	0.6	0.3	
15	PAP 1515 P10	5.7	15	17	15	0.6	0.3	
15	PAP 1520 P10	7.6	15	17	20	0.6	0.3	
15	PAP 1525 P10	9.4	15	17	25	0.6	0.3	
16	PAP 1610 P10	4	16	18	10	0.6	0.3	
16	PAP 1612 P10	4.8	16	18	12	0.6	0.3	
16	PAP 1615 P10	6.1	16	18	15	0.6	0.3	
16	PAP 1620 P10	8.1	16	18	20	0.6	0.3	

d= Ø int.	Referência	Peso g	Medidas					
			d ₁	d ₂	b _{±0,25}	f ₁ ⁽¹⁾	f ₂ ⁽¹⁾	
16	PAP 1625 P10	10.1	16	18	25	0.6	0.3	
18	PAP 1815 P10	6.7	18	20	15	0.6	0.3	
18	PAP 1820 P10	8.9	18	20	20	0.6	0.3	
18	PAP 1825 P10	11.1	18	20	25	0.6	0.3	
20	PAP 2010 P10	7.7	20	23	10	0.6	0.4	
20	PAP 2015 P10	11.1	20	23	15	0.6	0.4	
20	PAP 2020 P10	15.1	20	23	20	0.6	0.4	
20	PAP 2025 P10	19.1	20	23	25	0.6	0.4	
20	PAP 2030 P10	23	20	23	30	0.6	0.4	
22	PAP 2215 P10	12.7	22	25	15	0.6	0.4	
22	PAP 2220 P10	16.6	22	25	20	0.6	0.4	
22	PAP 2225 P10	21.1	22	25	25	0.6	0.4	
22	PAP 2230 P10	25.2	22	25	30	0.6	0.4	
24	PAP 2415 P10	13.5	24	27	15	0.6	0.4	
24	PAP 2420 P10	17.9	24	27	20	0.6	0.4	
24	PAP 2425 P10	22.8	24	27	25	0.6	0.4	
24	PAP 2430 P10	27.1	24	27	30	0.6	0.4	
25	PAP 2510 P10	9.6	25	28	10	0.6	0.4	
25	PAP 2515 P10	14.2	25	28	15	0.6	0.4	
25	PAP 2520 P10	19	25	28	20	0.6	0.4	
25	PAP 2525 P10	23.9	25	28	25	0.6	0.4	
25	PAP 2530 P10	28.4	25	28	30	0.6	0.4	
25	PAP 2540 P10	38	25	28	40	0.6	0.4	
25	PAP 2550 P10	47.7	25	28	50	0.6	0.4	
28	PAP 2820 P10	28.8	28	32	20	1.2	0.4	
28	PAP 2830 P10	44	28	32	30	1.2	0.4	
30	PAP 3015 P10	22.9	30	34	15	1.2	0.4	
30	PAP 3020 P10	30.9	30	34	20	1.2	0.4	
30	PAP 3025 P10	38.5	30	34	25	1.2	0.4	
30	PAP 3030 P10	46.1	30	34	30	1.2	0.4	
30	PAP 3040 P10	63	30	34	40	1.2	0.4	
32	PAP 3230 P10	49	32	36	30	1.2	0.4	
32	PAP 3240 P10	65	32	36	40	1.2	0.4	
35	PAP 3520 P10	35	35	39	20	1.2	0.4	
35	PAP 3530 P10	53	35	39	30	1.2	0.4	
35	PAP 3540 P10	71	35	39	40	1.2	0.4	
35	PAP 3550 P10	89	35	39	50	1.2	0.4	
40	PAP 4020 P10	40	40	44	20	1.2	0.4	
40	PAP 4030 P10	60	40	44	30	1.2	0.4	
40	PAP 4040 P10	81	40	44	40	1.2	0.4	
40	PAP 4050 P10	101	40	44	50	1.2	0.4	
45	PAP 4530 P10	86	45	50	30	1.8	0.6	
45	PAP 4540 P10	113	45	50	40	1.8	0.6	
45	PAP 4550 P10	144	45	50	50	1.8	0.6	
50	PAP 5020 P10	63	50	55	20	1.8	0.6	
50	PAP 5030 P10	95	50	55	30	1.8	0.6	

02 CASQUILHOS METÁLICOS

PAP - P10



PAP - P10

d= Ø int.	Referência	Peso g	Medidas					
			d ₁	d ₂	b _{±0,25}	f ₁ ¹⁾	f ₂ ¹⁾	
50	PAP 5040 P10	127	50	55	40	1.8	0.6	
50	PAP 5060 P10	188	50	55	60	1.8	0.6	
55	PAP 5540 P10	138	55	60	40	1.8	0.6	
55	PAP 5560 P10	207	55	60	60	1.8	0.6	
60	PAP 6030 P10	113	60	65	30	1.8	0.6	
60	PAP 6040 P10	150	60	65	40	1.8	0.6	
60	PAP 6060 P10	226	60	65	60	1.8	0.6	
60	PAP 6070 P10	265	60	65	70	1.8	0.6	
65	PAP 6540 P10	164	65	70	40	1.8	0.6	
65	PAP 6550 P10	204	65	70	50	1.8	0.6	
65	PAP 6560 P10	244	65	70	60	1.8	0.6	
65	PAP 6570 P10	284	65	70	70	1.8	0.6	
70	PAP 7040 P10	174	70	75	40	1.8	0.6	
70	PAP 7050 P10	218	70	75	50	1.8	0.6	
70	PAP 7070 P10	305	70	75	70	1.8	0.6	
75	PAP 7540 P10	187	75	80	40	1.8	0.6	
75	PAP 7550 P10	233	75	80	50	1.8	0.6	
75	PAP 7560 P10	280	75	80	60	1.8	0.6	
75	PAP 7580 P10	374	75	80	80	1.8	0.6	
80	PAP 8040 P10	197	80	85	40	1.8	0.6	
80	PAP 8060 P10	297	80	85	60	1.8	0.6	
80	PAP 8080 P10	395	80	85	80	1.8	0.6	
80	PAP 80100 P10	493	80	85	100	1.8	0.6	
85	PAP 8560 P10	313	85	90	60	1.8	0.6	
85	PAP 85100 P10	525	85	90	100	1.8	0.6	
90	PAP 9050 P10	277	90	95	50	1.8	0.6	
90	PAP 9060 P10	333	90	95	60	1.8	0.6	
90	PAP 90100 P10	551	90	95	100	1.8	0.6	
95	PAP 9560 P10	351	95	100	60	1.8	0.6	
95	PAP 95100 P10	583	95	100	100	1.8	0.6	

d= Ø int.	Referência	Peso g	Medidas					
			d ₁	d ₂	b _{±0,25}	f ₁ ¹⁾	f ₂ ¹⁾	
100	PAP 10050 P10	312	100	105	50	1.8	0.6	
100	PAP 10060 P10	388	100	105	60	1.8	0.6	
100	PAP 100115 P10	742	100	105	115	1.8	0.6	
105	PAP 10560 P10	370	105	110	60	1.8	0.6	
105	PAP 105115 P10	712	105	110	115	1.8	0.6	
110	PAP 11060 P10	410	110	115	60	1.8	0.6	
110	PAP 110115 P10	775	110	115	115	1.8	0.6	
115	PAP 11550 P10	350	115	120	50	1.8	0.6	
115	PAP 11560 P10	400	115	120	60	1.8	0.6	
115	PAP 11570 P10	450	115	120	70	1.8	0.6	
120	PAP 12060 P10	435	120	125	60	1.8	0.6	
120	PAP 120100 P10	730	120	125	100	1.8	0.6	
125	PAP 125100 P10	760	125	130	100	1.8	0.6	
130	PAP 13060 P10	470	130	135	60	1.8	0.6	
130	PAP 130100 P10	795	130	135	100	1.8	0.6	
135	PAP 13560 P10	490	135	140	60	1.8	0.6	
135	PAP 13580 P10	652	135	140	80	1.8	0.6	
140	PAP 14060 P10	515	140	145	60	1.8	0.6	
140	PAP 140100 P10	855	140	145	100	1.8	0.6	
150	PAP 15060 P10	550	150	155	60	1.8	0.6	
150	PAP 15080 P10	730	150	155	80	1.8	0.6	
150	PAP 150100 P10	915	150	155	100	1.8	0.6	
160	PAP 16080 P10	776	160	165	80	1.8	0.6	
160	PAP 160100 P10	970	160	165	100	1.8	0.6	
180	PAP 180100 P10	1100	180	185	100	1.8	0.6	
200	PAP 200100 P10	1220	200	205	100	1.8	0.6	
220	PAP 220100 P10	1320	220	225	100	1.8	0.6	
250	PAP 250100 P10	1495	250	255	100	1.8	0.6	
300	PAP 300100 P10	1760	300	305	100	1.8	0.6	

Tolerâncias de montagem recomendadas:

Eixo	d _w < 5: h6	Alojamento	d _s < 5,5: H6
	5 ≤ d _w < 80: f7		5,5 < d _s < 80: H7
	80 ≤ d _w : h8		

Tolerâncias para os chanfros exteriores e interiores :

f ₁ = 0.5: ± 0.3	f ₂ = 0.25: ± 0.15
f ₁ = 0.6: ± 0.4	f ₂ = 0.3: ± 0.2
f ₁ = 1.2: ± 0.4	f ₂ = 0.4: ± 0.3
f ₁ = 1.8: ± 0.6	f ₂ = 0.6: ± 0.4

MOR Flexible coupling - Oldham - type

WEB Selection
ToolWEB CAD
Download

High torque

Electrical Insulation

High Allowable Misalignment

Small Eccentric Reaction Force

Structure

Set Screw type

MOR → P.166



Clamping type

MOR-C → P.168



Set Screw + Key type

MOR-K → P.170



Clamping + Key type

MOR-CK → P.172



Related Products

Oldham-type couplings with metal spacers are available. **MOM**

→ P.174



Applicable motors

	MOR
Servomotor	—
Stepping Motor	○
General-purpose motor	◎

◎: Excellent ○: Very good

Property

	MOR
High torque	◎
Allowable Misalignment	◎
Small eccentric reaction force	◎
Electrical insulation	◎
Allowable operating temperature	−20°C to 80°C

◎: Excellent ○: Very good

- This is an oldham-type flexible coupling.
- Slippage of hubs and a spacer allows large eccentricity and angular misalignment to be accepted.
- The eccentric reaction force generated by misalignment is small and the burden on the shaft is reduced.
- The simple structure allows the unit to be easily assembled.

Application

Sputtering device / Parts feeder / Industrial sewing machine / Amusement device

Material/Finish

RoHS Compliant

	MOR / MOR-C / MOR-K / MOR-CK
Hub	A2017 Alumite Treatment
Spacer	Polyacetal
Hex Socket Set Screw	SCM435 Ferrosferic oxide film
Hex Socket Head Cap Screw	SCM435 Ferrosferic oxide film

Part number specification

MOR - 20CK - 6-10

Product Code Size Bore Diameter

Please refer to dimensional table for part number specification.

Additional Keyway at Shaft Hole → P.788

Available / Add'l charge

Cleanroom Wash & Packaging → P.792

Available / Add'l charge

Change to Stainless Steel Screw → P.790

Available / Add'l charge

- Spacer's projection structure
Spacer's projection structure allows large angular to be effortlessly accepted. It reduces burden on the shaft.



(Without projection)

(With projection)

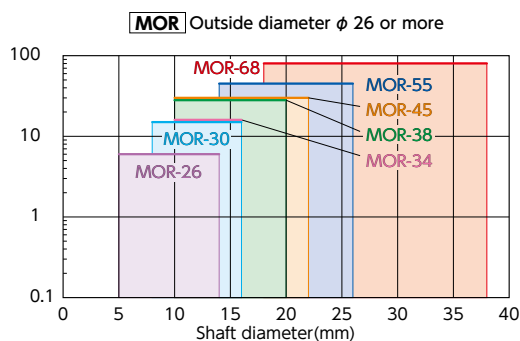
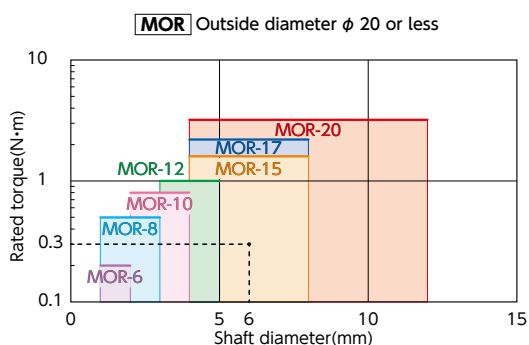
In the oldham-type coupling whose spacer has no projection, the spacer and hubs interfere with each other near outside diameter, so that the max. angular misalignment is small ($1^{\circ} - 1.5^{\circ}$) and that the bending moment arises on the shaft.

NBK's oldham type coupling allows the angular misalignment to be easily accepted since the projection serves as support. Bending moment does not arise. Therefore, the max. angular misalignment is large (3°) and the burden on the shaft is reduced.

Selection

- Selection based on shaft diameter and rated torque

The area bounded by the shaft diameter and rated torque indicates is the selection size.



- Selection example

In case of selected parameters of shaft diameter of ϕ 6 and load torque of $0.3 \text{ N}\cdot\text{m}$, the selected size is

MOR-15.



MOR Flexible coupling - Oldham - type

WEB Selection Tool

WEB CAD Download

High torque

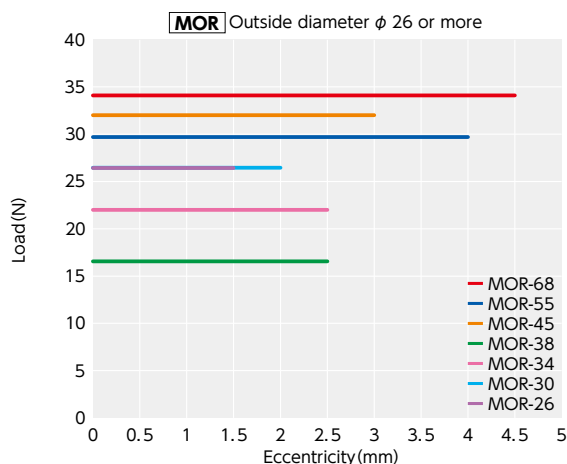
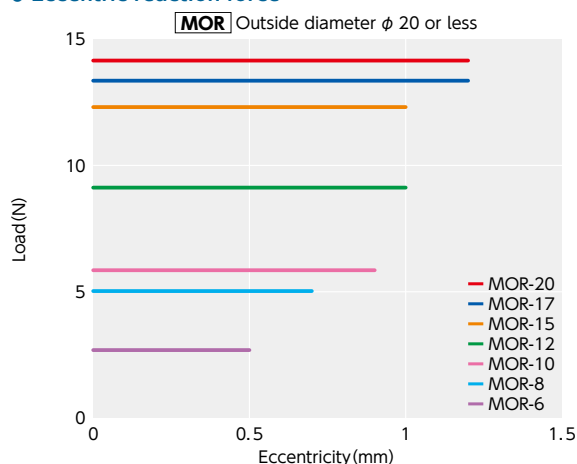
Electrical Insulation

High Allowable Misalignment

Small Eccentric Reaction Force

Technical Information

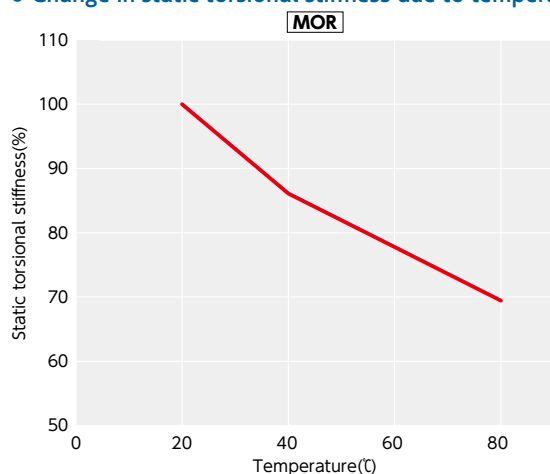
● Eccentric reaction force



These are initial slippage load values of hubs and a spacer.

After running-in operation, the slippage load becomes small, the load on the shaft due to misalignment becomes lowered, and the burden on the shaft bearing is reduced.

● Change in static torsional stiffness due to temperature



This is a value under the condition where the static torsional stiffness at 20°C is 100%.

The change of torsional stiffness within the range of allowable operating temperature is as shown in the graph.

Before using the unit, be aware of the deterioration of responsiveness.

● Spacer's physical property (Polyacetal)

	Test method	unit	Polyacetal
Density	ISO 1183	g/cm ³	1.36
Water Absorption (23°C, dipped for 24 hr)	ISO 62	%	0.7
Tensile strength	ISO 527 - 1, 2	N/mm ²	52
Bending Strength	ISO 178	N/mm ²	72
Charpy impact strength (with notch)	ISO 179/1eA	kJ/m ²	5.9
Deflection temperature under load(1.8 MPa)	ISO 75 - 1, 2	°C	85
Insulation breakdown strength (3 mmt)	IEC 60243 - 1	kV/mm	20
Volume Resistivity	IEC 60093	Ω · cm	1 × 10 ¹⁴
Combustibility	UL94	—	HB

● Spacer's chemical resistance (Polyacetal)

	Effect
Weather Resistance	Slight change in color
Weak Acid Resistance	Minor effect
Strong Acid Resistance	Effect
Weak Alkali Resistance	Minor effect
Strong Alkali Resistance	Minor effect
Organic Solvent Resistance	Includes resistance

● Slip Torque

Concerning the sizes shown in the following table, please note that the shaft's slip torque is smaller than the max. torque of **MOR-C**.

Unit: N · m

Part Number	Bore diameter																		
	3	4	5	6	6.35	8	9.525	10	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	35
MOR-12C	0.8	1.9	2.4																
MOR-15C		2.3	3.5	4.8															
MOR-17C			2.7	3.6	4														
MOR-20C			3.7	4.2	4.3	5.7	6.1												
MOR-26C				4	6.4	9.3	11.8												
MOR-30C						7.5	13.6	13.9	17.2	20.4									
MOR-34C								16.5	18.6	23.3	30.9								
MOR-38C								19.4	20.2	24	30	34.1	37.8	38.8					
MOR-45C									34.5	41.8	42.6	44.5	48.4						
MOR-55C												73.2	75.9	88.1					
MOR-68C														101.5	104.3	104.9	105.4	110.5	115.4

- These are test values based on the condition of shaft's dimensional allowance: h7, hardness: 34 - 40 HRC, and screw tightening torque of the values described in **MOR-C** Dimension table.

MOR Flexible coupling - Oldham - type - Set screw type

WEB Selection
ToolWEB CAD
Download

High torque



Electrical Insulation

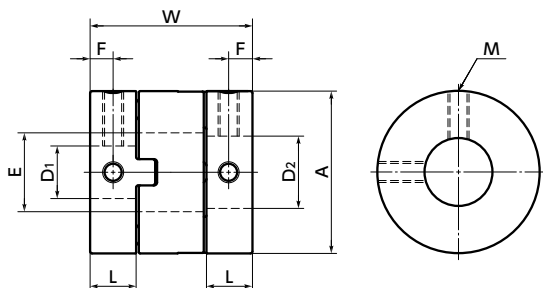


High Allowable Misalignment



Small Eccentric Reaction Force

MOR



Dimensions

Unit : mm

Part Number	A	L	W	E	F	M	Screw Tightening Torque (N·m)
MOR-6	6	2.5	8.4	2.1	1.3	M2	0.3
MOR-8	8	2.5	9.6	3.1	1.3	M2	0.3
MOR-10	10	2.9	10.2	4.1	1.4	M2	0.3
MOR-12	12	3.9	14.2	5.2	2	M3	0.7
MOR-15	15	4.4	16	8.2	2.2	M3	0.7
MOR-17	17	4.9	19.8	8.2	2.5	M3	0.7
MOR-20	20	5.8	21.4	12.2	2.9	M4	1.7
MOR-26	26	7.3	25.6	14.2	3.7	M4	1.7
MOR-30	30	10	32.5	16.2	5	M4	1.7
MOR-34	34	11.1	34	16.2	5.6	M5	4
MOR-38	38	12.1	40	20.3	6.1	M5	4
MOR-45	45	13.8	46	22.3	6.9	M6	7
MOR-55	55	18.7	57	26.5	9.4	M8	15
MOR-68	68	24	77	38.5	12	M10	30

Part Number	Standard Bore Diameter D1 • D2 (dimensional allowance H8) 																							
	1	1.5	2	3	4	5	6	6.35	8	9.525	10	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	35	38	
MOR-6	●	●	●																					
MOR-8	●		●	●																				
MOR-10			●	●	●																			
MOR-12				●	●	●																		
MOR-15					●	●	●	●	●															
MOR-17					●	●	●	●	●															
MOR-20				●	●	●	●	●	●	●	●	●												
MOR-26					●	●	●	●	●	●	●	●	●											
MOR-30									●	●	●	●	●	●	●									
MOR-34											●	●	●	●	●									
MOR-38											●	●	●	●	●	●	●							
MOR-45											●	●	●	●	●	●	●	●	●					
MOR-55													●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
MOR-68																	●	●	●	●	●	●	●	

- All products are provided with hex socket set screw.
- In a case where the bore diameter is $\phi 4$ or less, the set screw is used in only one place.
- Recommended dimensional allowances of applicable shaft diameter are h6 and h7.
- A set of hubs with set screw type for one side and clamping type or other type for the other side is available upon request.

Additional Keyway at Shaft Hole → P.788

Available / Add'l charge

Cleanroom Wash & Packaging → P.792

Available / Add'l charge

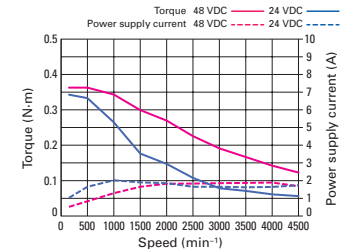
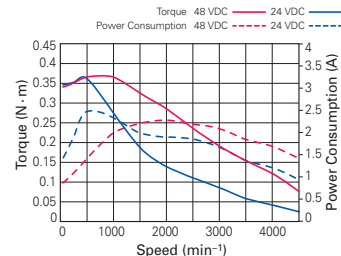
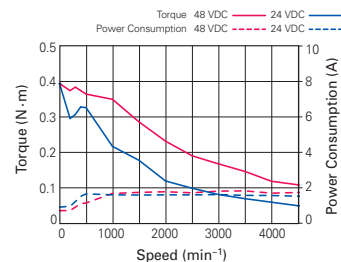
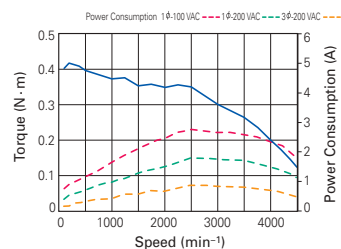
Change to Stainless Steel Screw → P.790

Available / Add'l charge

MOTOR FLANGE SIZE	42 mm (1.65 inch)	MOTOR LENGTH	55.9/57.6 mm (2.2/2.27 inch)
--------------------------	--------------------------	---------------------	-------------------------------------

Power Supply		100/200 VAC	24/48 VDC	24/48 VDC	24/48 VDC
Model		PBM423FXK30-M	PBM423FXE20	PBM423FXE50	PBM423DXK50
Driver Type		Type R, Type P	Type M	Type E	Type E Multi
Maximum Stall Torque	N·m	0.35	0.39	0.39	0.39
	oz·in	49.6	55.2	55.2	55.2
Rotor Moment of Inertia	x10 ⁻⁴ kg·m ²	0.056	0.056	0.056	0.056
	oz·in ²	0.31	0.31	0.31	0.31
Incremental Encoder		16000 P/R (4000 P/R x4)	2000 P/R (500 P/R x4)	500 P/R	16000 P/R (4000 P/R x4)
Motor Weight	kg	0.35	0.35	0.35	0.35
	lb	0.77	0.77	0.77	0.77
Operating Temperature		-10 to 40°C (16 to 104°F)			
Humidity		20 to 90% RH, no condensation			

Power Supply	Motor	Driver		
		Indexer	Pulse Input	EtherCAT
200 VAC	PBM423FXK30-M	PB4A002R301	PB4A002P301	
100 VAC		PB4A002R300	PB4A002P300	
24/48 VDC	PBM423FXE20	PB3D003M200		
	PBM423FXE50			PB4D003E2D0
	PBM423DXK50			PB4D003E440





FAG

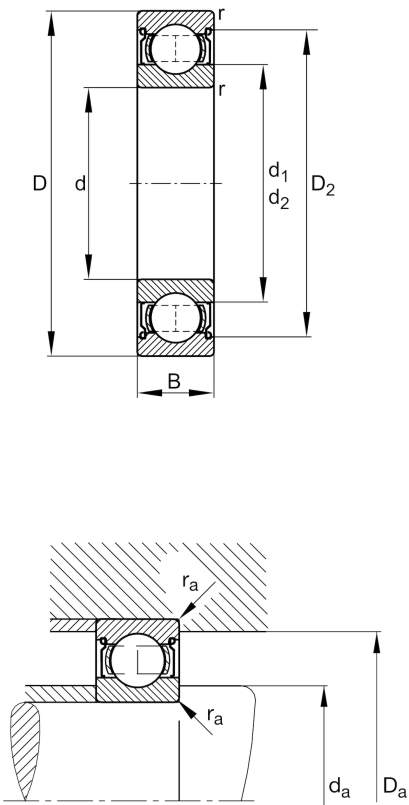
626-2Z

Rolamento rígido de esferas

ID da Schaeffler
0383909730000

Rolamento rígido de esferas 62...-2Z, de uma carreira, com tampa de proteção, gaiola de chapa de aço

Informação técnica



Dimensões principais e dados de desempenho

d	6 mm	Diâmetro do furo
D	19 mm	Diâmetro externo
B	6 mm	Largura
C _r	2.614 N	capacidade de carga dinâmica, radial
C _{0r}	1.053 N	capacidade de carga estática, radial
C _{ur}	67 N	Limite de carga por fadiga, radial
n _G	45.000 1/min	velocidade limite
n _{gr}	30.500 1/min	velocidade nominal
	8 g	Peso

dimensões de conexão

d _{a min}	8,4 mm	Diâmetro mínimo ressalto do veio
D _{a max}	16,6 mm	Diâmetro máximo do ressalto da casquilho
r _{a max}	0,3 mm	Raio máximo da ranhura

Dimensões

r _{min}	0,3 mm	Medidas mínimas do chanfro
D ₂	16,5 mm	Ranhura através do diâmetro do furo do anel exterior
d ₂	8,5 mm	Diâmetro do disco de fricção

Faixa de temperatura

T _{min}	-30 °C	Temperatura de operação min.
T _{max}	120 °C	Temperatura de operação max.

Fatores de cálculo

f ₀	12,3	Fator de cálculo
----------------	------	------------------

XCSDMC5902

coded magnetic switch XCSDMC - 1 NC + 1
NO - staggered - 2m



Main

Range of product	Preventa Safety detection
Product or component type	Coded magnetic switch
Component name	XCSDMC
Design	Rectangular, compact
Size	51 x 16 x 7 mm
Contacts type and composition	1 NC + 1 NO
Contact operation	Staggered
Material	Plastic
Electrical connection	Pre-cabled
Cable composition	4 x 0.25 mm ²
Cable length	6.56 ft (2 m)
Number of poles	2
Approach directions	3 directions
[Ue] rated operational voltage	24 V DC
[Ui] rated insulation voltage	100 V DC

Complementary

[Sa] assured operating distance	0.20 in (5 mm)
[Sar] assured tripping distance	0.59 in (15 mm)
Maximum [Ie] rated operational current	100 mA
[Uimp] rated impulse withstand voltage	2.5 kV EN/IEC 60947-5-1
Resistance across terminals	10 Ohm
Short-circuit protection	500 mA external cartridge fuse gG (gl)
Contacts material	Rhodium
Electrical durability	1200000 cycles
Maximum switching voltage	100 V DC
Switching capacity in mA	0.1...100 mA
Insulation resistance	1000 MOhm
Breaking capacity	10 VA
Switching frequency	150 Hz
Safety level	Can reach category 4 with the appropriate monitoring system and correctly wired EN/ISO 13849-1 Can reach PL = e with the appropriate monitoring system and correctly wired EN/ISO 13849-1 Can reach SIL 3 with the appropriate monitoring system and correctly wired EN/IEC 61508
Safety reliability data	B10d = 50000000 value given for a life time of 20 years limited by mechanical or contact wear
Enclosure material	Thermoplastic PBT
Cable material	PVC
Depth	0.28 in (7 mm)
Height	2.01 in (51 mm)
Maximum Width	0.63 in (16 mm)
Net Weight	0.22 lb(US) (0.101 kg)

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Environment

Standards	ISO 14119 CSA C22.2 No 14 EN/IEC 60947-5-1 EN/ISO 12100 UL 508 EN/IEC 60204-1
Product certifications	UL CSA BG
Protective treatment	TH
Ambient air temperature for operation	-13...185 °F (-25...85 °C)
Ambient air temperature for storage	-40...185 °F (-40...85 °C)
Vibration resistance	10 gn 10...150 Hz IEC 60068-2-6
Shock resistance	30 gn 11 ms IEC 60068-2-27
Maximum sensitivity to magnetic fields	0.3 mT
Electrical shock protection class	Class II EN/IEC 61140
IP degree of protection	IP66 IEC 60529 IP67 IEC 60529

Ordering and shipping details

Category	22411 - LIMIT SWITCHES,IEC,XCKJ
Discount Schedule	T
GTIN	00785901947493
Nbr. of units in pkg.	1
Package weight(Lbs)	0.24 lb(US) (0.11 kg)
Returnability	Yes
Country of origin	FR

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Package 1 Height	1.50 in (3.8 cm)
Package 1 width	5.31 in (13.5 cm)
Package 1 Length	5.91 in (15 cm)
Unit Type of Package 2	S02
Number of Units in Package 2	20
Package 2 Weight	5.36 lb(US) (2.43 kg)
Package 2 Height	5.91 in (15 cm)
Package 2 width	11.81 in (30 cm)
Package 2 Length	15.75 in (40 cm)
Unit Type of Package 3	P06
Number of Units in Package 3	320
Package 3 Weight	111.69 lb(US) (50.66 kg)
Package 3 Height	31.50 in (80 cm)
Package 3 width	31.50 in (80 cm)
Package 3 Length	23.62 in (60 cm)

Offer Sustainability

California proposition 65	WARNING: This product can expose you to chemicals including: Diisononyl phthalate (DINP), which is known to the State of California to cause cancer, and Di-isodecyl phthalate (DIDP), which is known to the State of California to cause birth defects or other reproductive harm. For more information go to www.P65Warnings.ca.gov
REACH Regulation	REACH Declaration
REACH free of SVHC	Yes
EU RoHS Directive	Pro-active compliance (Product out of EU RoHS legal scope) EU RoHS Declaration
Toxic heavy metal free	Yes
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes

Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------

Compact Cylinder: Standard Type Double Acting, Single Rod **Series CQS**

Mass/Without Auto Switch

(g)

Bore size (mm)	Cylinder stroke (mm)																	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100	125	150	175	200	250	300
12	29	36	42	49	56	63	93	100	107	113	147	180	213	246	279	312	—	—
16	38	47	56	64	73	82	119	128	136	145	187	229	271	313	355	397	—	—
20	63	75	88	101	114	127	140	153	166	178	306	370	434	498	562	627	—	—
25	91	107	123	139	155	171	186	202	218	234	399	478	557	636	715	794	952	1110

For standard stroke

Calculation: (Example) **CQSD20-20DCM**

- Cylinder mass: CQSB20-20D..... 101 g
- Option mass: Rod end male thread..... 10 g
- Option mass: Rubber bumper..... -2 g
- Option mass: Double clevis style..... 92 g

201 g

Mass/With Auto Switch (Built-in magnet)

(g)

Bore size (mm)	Cylinder stroke (mm)																	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100	125	150	175	200	250	300
12	37	43	50	57	63	70	94	101	108	114	148	181	214	247	280	313	—	—
16	48	57	66	74	83	92	121	129	137	146	188	231	273	315	357	399	—	—
20	93	106	119	132	144	157	170	182	195	208	311	375	439	503	567	632	—	—
25	134	150	166	182	197	213	229	245	261	277	406	485	564	643	721	800	958	1116

Additional Mass

(g)

Bore size (mm)		12	16	20	25
Rod end male thread	Male thread	1.5	3	6	12
	Nut	1	2	4	8
Rubber bumper * (No need to add for long stroke)		0	1	-2	-3
Foot style (Including mounting bolt)		55 (53)	65 (61)	159 (153)	181 (172)
Rod side flange style (Including mounting bolt)		58 (56)	70 (66)	143 (137)	180 (171)
Head side flange style (Including mounting bolt)		56	66	137	171
Double clevis style (Including pin, snap ring, bolt)		34	40	92	127

(): denotes the values of long stroke model.

Mounting Bracket Part No.

Bore size (mm)	Foot (1)	Flange	Double clevis
12	CQS-L012	CQS-F012	CQS-D012
16	CQS-L016	CQS-F016	CQS-D016
20	CQS-L020	CQS-F020	CQS-D020
25	CQS-L025	CQS-F025	CQS-D025



Note1) When ordering foot bracket, order 2 pieces per cylinder.

Note2) Parts belonging to each bracket are as follows.

Foot or Flange style: Body mounting bolt
Double clevis style: Clevis pin, Type C snap ring for axis, Body mounting bolt.

Copper and Fluorine-free Series (For CRT manufacturing process)

20—C(D)QS **Mounting** **Bore size** **Stroke** D(C)(M)

• Copper and Fluorine-free Series • $\varnothing 12, \varnothing 16, \varnothing 20, \varnothing 25$

To prevent the influence of copper ions or halogen ions during CRT manufacturing processes, copper and fluorine materials are not used in the component parts.

Specifications

Action	Double acting, Single rod
Bore size (mm)	12, 16, 20, 25
Proof pressure	1.5 MPa
Maximum operating pressure	1.0 MPa
Cushion	None, Rubber bumper
Mounting	Through-hole/Both ends tapped common
Piston speed	50 to 500 mm/s

CUJ

CU

CQS

CQ2

RQ

CQM

MU

D-□

-X□

Individual
-X□

Technical
data

Series CQS

Clean Series (Standard stroke is only available.)

10 — C(D)QSB Bore size — Stroke D(M)

Clean Series

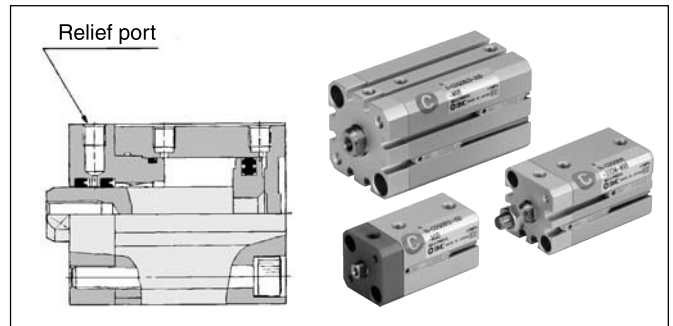
10	Relief type
11	Vacuum type

The type which is applicable for using inside the clean room graded Class 100 by making an actuator's rod section a double seal construction and discharging by relief port directly to the outside of clean room.

Specifications

Action	Double acting, Single rod
Bore size (mm)	ø12, ø16, ø20, ø25
Proof pressure	1.5 MPa
Maximum operating pressure	1.0 MPa
Rubber bumper	None
Piping	Screw-in piping
Piston speed	30 to 400 mm/s
Mounting	Through-hole/Both ends tapped common
Auto switch	Mountable

Note) For details, please contact SMC.



For details, refer to the separate catalog "Pneumatic Clean Series".

Smooth Cylinder

CQS Y Mounting Bore size — Stroke D(C)(M)

Smooth Cylinder

Smooth operation with a little sticking and slipping at low speed.
Dual-side low friction operation is possible.



Refer to Best Pneumatics No. 3.

Specifications

Bore size (mm)	12	16	20	25
Type	Pneumatic (Non-lube)			
Action	Double acting, Single rod			
Fluid	Air			
Proof pressure	1.05 MPa			
Maximum operating pressure	0.7 MPa			
Ambient and fluid temperature	Without auto switch: -10 to 70°C (No freezing)			
	With auto switch: -10 to 60°C (No freezing)			
Cushion	None, Rubber bumper*			
Rod end thread	Female thread			
Stroke length tolerance	$+1.0^*_0$			
Mounting	Through-hole/Both ends tapped common			
Piston speed	50 to 500 mm/s			
Allowable leakage	0.5ℓ/min (ANR) or less			

* Stroke length tolerance does not include the deflection of the bumper.

Minimum operating pressure (MPa)

Bore size (mm)	12	16	20	25
Minimum operating pressure	0.03		0.02	

Low-speed Cylinder

CQS X Mounting Bore size — Stroke D(C)(M)

Low-speed Cylinder

Smooth operation with a little sticking and slipping at low speed.
Can start smoothly with a little ejection even after being rendered for hours.



Refer to Best Pneumatics No. 3.

Specifications

Bore size (mm)	12	16	20	25
Type	Pneumatic (Non-lube)			
Action	Double acting, Single rod			
Fluid	Air			
Proof pressure	1.5 MPa			
Maximum operating pressure	1.0 MPa			
Ambient and fluid temperature	Without auto switch: -10 to 70°C (No freezing)			
	With auto switch: -10 to 60°C (No freezing)			
Rubber bumper	None, Rubber bumper*			
Rod end thread	Female thread			
Stroke length tolerance	Standard stroke $+1.0^*_0$			
Mounting	Through-hole/Both ends tapped common			
Piston speed	ø12, ø16: 1 to 300 mm/s			
	ø20, ø25: 0.5 to 300 mm/s			

* Stroke length tolerance does not include the deflection of the bumper.

Minimum operating pressure (MPa)

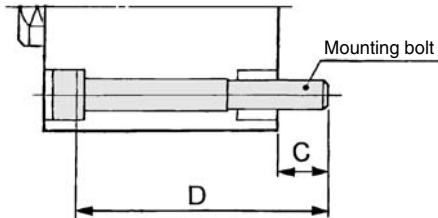
Bore size (mm)	12	16	20	25
Minimum operating pressure	0.03	0.03	0.025	0.025

Mounting Bolt for CDQS with Auto Switch

Mounting method: Mounting bolt for through-hole mounting style of CDQSB is available as an option.

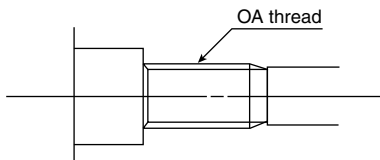
Ordering: Add the word "Bolt" in front of the bolts to be used.

Example) Bolt M3 x 30L 4 pcs.



Note 1) The appropriate plain washer must be used for through-hole mounting.

Note 2) Please contact SMC for details concerning the mounting bolts to be used with $\phi 12$ and $\phi 16$ that exceed 30 mm strokes, or $\phi 20$ and $\phi 25$ that exceed 50 mm strokes.



Accessory

For accessory bracket for **Series CQS**, refer to page 620, since it is commonly used with **Series CQ2**.

- Single knuckle joint
- Double knuckle joint
- Pin for knuckle
- Rod end nut

Cylinder model	C	D	Mounting bolt size
CDQSB12-5D	6.5	30	M3 x 30L
-10D		35	x 35L
-15D		40	x 40L
-20D		45	x 45L
-25D		50	x 50L
-30D		55	x 55L
-35DC	6.5	Secure the cylinder by using the OA screws that are provided with the cylinder tube.	
-40DC			
-45DC			
-50DC			
-75DC			
-100DC			
-125DC			
-150DC			
-175DC			
-200DC			
CDQSB16-5D	6.5	30	M3 x 30L
-10D		35	x 35L
-15D		40	x 40L
-20D		45	x 45L
-25D		50	x 50L
-30D		55	x 55L
-35DC	6.5	Secure the cylinder by using the OA screws that are provided with the cylinder tube.	
-40DC			
-45DC			
-50DC			
-75DC			
-100DC			
-125DC			
-150DC			
-175DC			
-200DC			

Cylinder model	C	D	Mounting bolt size
CDQSB20-5D	6.5	35	M5 x 35L
-10D		40	x 40L
-15D		45	x 45L
-20D		50	x 50L
-25D		55	x 55L
-30D		60	x 60L
-35D	6.5	65	x 65L
-40D		70	x 70L
-45D		75	x 75L
-50D		80	x 80L
-75DC		Secure the cylinder by using the OA screws that are provided with the cylinder tube.	
-100DC			
-125DC			
-150DC			
-175DC			
-200DC			
CDQSB25-5D	8.5	40	M5 x 40L
-10D		45	x 45L
-15D		50	x 50L
-20D		55	x 55L
-25D		60	x 60L
-30D		65	x 65L
-35D	8.5	70	x 70L
-40D		75	x 75L
-45D		80	x 80L
-50D		85	x 85L
-75DC		Secure the cylinder by using the OA screws that are provided with the cylinder tube.	
-100DC			
-125DC			
-150DC			
-175DC			
-200DC			
-250DC			
-300DC			

Material: Chromium molybdenum steel
Surface treatment: Nickel plated

CUJ

CU

CQS

CQ2

RQ

CQM

MU

D-□

-X□

Individual
-X□

Technical
data

Weight

Clamp stroke (mm)	Bore size (mm)							
	12	16	20	25	32	40	50	63
10	69	94	222	282	445	517	921	1256
20	84	113	250	319	494	570	1001	1364
30	99	132	279	355	542	623	1081	1472
50	—	—	—	—	639	728	1241	1687

Unit: g

Additional Weight

Bore size (mm)	12	16	20	25	32	40	50	63
With arm	13	32	100	100	200	200	350	350
Rod flange (including mounting bolt)	56	65	123	135	155	203	363	518
Head flange (including mounting bolt)	58	69	130	150	175	209	371	578

Unit: g

Calculation: (Example) **MKG20-10RNZ**

- Standard calculation: MKB20-10RZ...222 g
- Extra weight calculation: Head flange130 g
With arm100 g
452 g

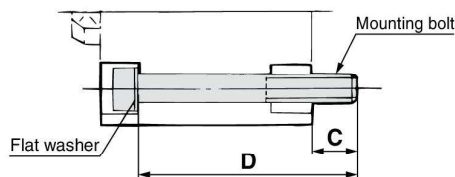
Mounting Bolt for MKB-Z

Mounting: Mounting bolt for through-hole type is available.

Refer to the following for ordering procedures.

Order the actual number of bolts that will be used.

Example) CQ-M3x50L 4 pcs.



Note) Be sure to use a flat washer to mount cylinders via through-holes.

Cylinder model	C	D	Mounting bolt part no.
MKB12-10□Z	8	50	CQ-M3 x 50L
-20□Z		60	x 60L
-30□Z		70	x 70L
MKB16-10□Z	8	50	CQ-M3 x 50L
-20□Z		60	x 60L
-30□Z		70	x 70L
MKB20-10□Z	9	75	CQ-M5 x 75L
-20□Z		85	x 85L
-30□Z		95	x 95L
MKB25-10□Z	8	75	CQ-M5 x 75L
-20□Z		85	x 85L
-30□Z		95	x 95L
MKB32-10□Z	9.5	85	CQ-M5 x 85L
-20□Z		95	x 95L
-30□Z		105	x 105L
-50□Z		125	x 125L
MKB40-10□Z	11	80	CQ-M5 x 80L
-20□Z		90	x 90L
-30□Z		100	x 100L
-50□Z		120	x 120L
MKB50-10□Z	10.5	90	CQ-M6 x 90L
-20□Z		100	x 100L
-30□Z		110	x 110L
-50□Z		130	x 130L
MKB63-10□Z	14.1	95	CQ-M8 x 95L
-20□Z		105	x 105L
-30□Z		115	x 115L
-50□Z		135	x 135L

Clamp Arm Mounting

⚠ Caution

Use a clamp arm that is available as an option.

To fabricate a clamp arm, make sure that the allowable bending moment and the inertial moment will be within the specified range. Refer to Graph 1 and 2 on page 385.

Ensuring Safety

⚠ Caution

If one side of the piston is pressurized by supplying air with the clamp arm attached, the piston will move vertically while the clamp arm rotates.

This operation could be hazardous to personnel, as their hands or feet could get caught by the clamp arm, or could lead to equipment damage. Therefore, it is important to secure as a danger zone a cylindrical area with the length of the clamp arm as its radius, and the stroke plus 20 mm as its height.

Clamp Arm Mounting and Removal

⚠ Caution

When the arm is mounted onto or removed from the piston rod, do not fix the cylinder body, but hold the arm with a spanner when tightening or loosening the bolt (Fig. 1).

If the bolt is tightened with the cylinder body fixed, excessive rotation force will be applied to the piston rod, which may damage the internal components.

Note that when making an arm, machine it so that it engages with the width across flats on the rod end to prevent it from rotating.

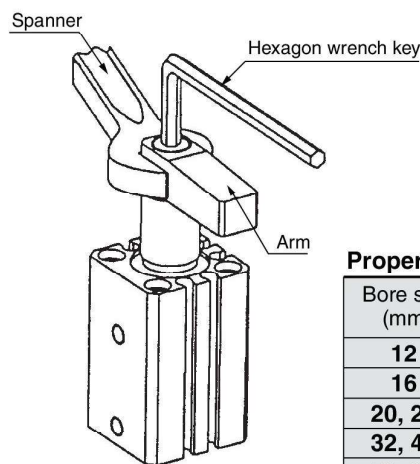


Fig. 1

Proper Tightening Torque

Bore size (mm)	Proper tightening torque (N·m)
12	0.5 to 0.7
16	2.8 to 3.5
20, 25	11.5 to 14.0
32, 40	24 to 30
50, 63	75 to 90

Flange Mounting

⚠ Caution

The mounting bolt for the rod flange or head flange should be tightened to the torque shown in the table below.

Bore size	Thread size	Tightening torque
ø12, 16	M4 x 0.7	1.4 to 2.6 N·m
ø20 to 40	M6 x 1.0	9.0 to 12.0 N·m
ø50	M8 x 1.25	11.4 to 22.4 N·m
ø63	M10 x 1.5	25.0 to 44.9 N·m

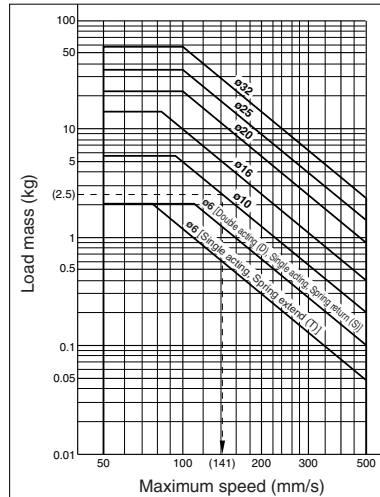
Precautions on Free Mount

1. Operating speed

Make sure to connect a speed controller to the cylinder and adjust its speed to 500 mm/s or less.

If a load is to be attached to the end of the rod, adjust the speed to the maximum speed shown in Graph (1) or less, in accordance with the added mass.

Graph (1) Load Mass and Maximum Speed



How to read the graph

- Using the CU10 to drive a load weighing 2.5 kg: From the vertical axis in the graph on the left, extend the horizontally from 2.5 kg., and drop down from the point at which it intersects with the tube bore ø10. The maximum speed will be 141 mm/s.

2. Rod end allowable lateral load

Make sure that the lateral load that is applied to the rod end will be no more than the values shown in the tables.

The tables show the value for a single rod. For double rods, please contact SMC.

Standard Double Acting, Single Rod

Without auto switch: CU□-□D

(N)

Model	Stroke (mm)												
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
CU6	0.085	0.075	0.068	0.061	0.056	0.052	0.045	0.039	0.035	—	—	—	—
CU10	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	—	—	—	—
CU16	0.69	0.61	0.55	0.50	0.46	0.43	0.37	0.33	0.29	—	—	—	—
CU20	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	0.92	0.85	0.78	0.73
CU25	3.5	3.2	3.0	2.7	2.6	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
CU32	5.4	4.9	4.6	4.3	4.0	3.8	3.3	3.0	2.8	2.5	2.3	2.2	2.0

Single Acting, Spring Return (S)

Without auto switch: CU□-□S (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CU6	0.19	0.17	0.15
CU10	0.66	0.59	0.60
CU16	1.4	1.3	1.3
CU20	4.7	4.2	4.4
CU25	6.8	6.2	6.5
CU32	10	9.8	10

Single Acting, Spring Extend (T)

Without auto switch: CU□-□T (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CU6	0.067	0.059	0.052
CU10	0.29	0.26	0.24
CU16	0.99	0.89	0.81
CU20	2.2	2.0	1.8
CU25	3.5	3.2	3.0
CU32	5.4	4.9	4.6

With auto switch: CDU□-□D

(N)

Model	Stroke (mm)												
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
CDU6	0.085	0.075	0.068	0.061	0.056	0.052	0.045	0.039	0.035	—	—	—	—
CDU10	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	—	—	—	—
CDU16	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.56	0.50	0.45	—	—	—	—
CDU20	3.0	2.7	2.5	2.3	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
CDU25	4.7	4.3	4.0	3.7	3.5	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.7
CDU32	7.1	6.6	6.1	5.7	5.4	5.1	4.6	4.1	3.8	3.5	3.2	3.0	2.8

With auto switch: CDU□-□S (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CDU6	0.17	0.15	0.13
CDU10	0.66	0.59	0.60
CDU16	1.6	1.5	1.5
CDU20	5.3	4.8	4.9
CDU25	7.6	7.0	7.2
CDU32	12	11	11

With auto switch: CDU□-□T (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CDU6	0.062	0.055	0.049
CDU10	0.29	0.26	0.24
CDU16	0.99	0.89	0.81
CDU20	3.0	2.7	2.5
CDU25	4.7	4.3	4.0
CDU32	7.1	6.6	6.1

Non-rotating Rod Type

Without auto switch: CUK□-□D

(N)

Model	Stroke (mm)												
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
CUK6	0.075	0.068	0.061	0.056	0.052	0.048	0.042	0.037	0.033	—	—	—	—
CUK10	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.17	0.15	0.14	—	—	—	—
CUK16	0.55	0.50	0.46	0.43	0.40	0.37	0.33	0.29	0.26	—	—	—	—
CUK20	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.92	0.85	0.78	0.73	0.68
CUK25	3.0	2.7	2.6	2.4	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2
CUK32	4.3	4.0	3.8	3.5	3.3	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	1.8

Non-rotating Rod Type

Single Acting, Spring Return (S)

Without auto switch: CUK□-□S (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CUK6	0.17	0.15	0.14
CUK10	0.59	0.54	0.56
CUK16	1.1	1.0	1.1
CUK20	3.9	3.6	3.8
CUK25	5.7	5.3	5.7
CUK32	8.5	7.9	8.6

Non-rotating Rod Type

Single Acting, Spring Extend (T)

Without auto switch: CUK□-□T (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CUK6	0.059	0.052	0.047
CUK10	0.26	0.24	0.22
CUK16	0.81	0.74	0.69
CUK20	1.8	1.6	1.5
CUK25	3.0	2.7	2.6
CUK32	4.3	4.0	3.8

With auto switch: CDUK□-□D

(N)

Model	Stroke (mm)												
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
CDUK6	0.075	0.068	0.061	0.056	0.052	0.048	0.042	0.037	0.033	—	—	—	—
CDUK10	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.17	0.15	0.14	—	—	—	—
CDUK16	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.50	0.45	0.41	—	—	—	—
CDUK20	2.5	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
CDUK25	4.0	3.7	3.5	3.2	3.1	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.7	1.6
CDUK32	5.7	5.4	5.1	4.8	4.6	4.4	4.0	3.6	3.4	3.1	2.9	2.7	2.6

With auto switch: CDUK□-□S (N)

Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CDUK6	0.15	0.13	0.12
CDUK10	0.59	0.54	0.56
CDUK16	1.3	1.2	1.3
CDUK20	4.4	4.1	4.3
CDUK25	6.5	6.1	6.4
CDUK32	9.7	9.1	9.6

With auto switch: CDUK□-□T (N)

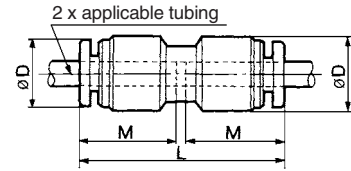
Model	Stroke (mm)		
	5	10	15
CDUK6	0.055	0.049	0.044
CDUK10	0.26	0.24	0.22
CDUK16	0.81	0.74	0.69
CDUK20	2.5	2.3	2.1
CDUK25	4.0	3.7	3.5
CDUK32	5.7	5.4	5.1

One-touch Fitting **Series KQ2**

Straight Union: KQ2H



Applicable tubing O.D. (mm)	Model	øD ⁽¹⁾	L	M	Effective area (mm ²) ⁽²⁾		Mass (g)
					Nylon	Urethane	
3.2	KQ2H23-00	9.6	31.5	15.5	3.4	2.9	3
4	KQ2H04-00	10.4	32.5	16	5.6	4	3
6	KQ2H06-00	12.8	34.5	17	13.1	10.4	4
8	KQ2H08-00	15.2	38.5	18.5	26.1	18.0	6
10	KQ2H10-00	18.5	42.5	21	41.5	29.5	11
12	KQ2H12-00	20.9	44.5	22	58.3	46.1	14
16	KQ2H16-00	26.5	51	25	113	(96)	24

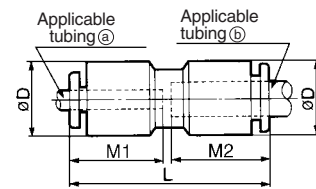


Note 1) øD: Max. diameter
Note 2) (): Values for soft nylon.

Different Diameter Straight: KQ2H



Applicable tubing O.D. (mm)		Model	Note) øD	L	M1	M2	Effective area (mm ²)		Mass (g)
(a)	(b)						Nylon	Urethane	
3.2	4	KQ2H23-04	10.4	32.5	15.5	16	3.4	2.9	3
4	6	KQ2H04-06	12.8	34.5	16	17	5.6	5.6	5
6	8	KQ2H06-08	15.2	38.5	17	18.5	13.1	10.4	6
8	10	KQ2H08-10	18.5	42	18.5	21	26.1	18.0	11
10	12	KQ2H10-12	20.9	44.5	21	22	41.5	29.5	14
12	16	KQ2H12-16	26.5	56.5	22	25	58.3	46.1	47



Note) øD: Max. diameter

Male Elbow: KQ2L

<M5>



<M6>



<R>



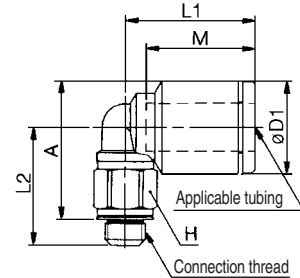
Applicable tubing O.D. (mm)	Connection thread R M	Model	H (width across flats)	øD ⁽¹⁾	øD1	øD2	L1	L2	A*	M	Effective area (mm ²) ⁽²⁾		Mass (g)
											Nylon	Urethane	
3.2	M5 x 0.8	KQ2L23-M5	7	8.5	—	15.3	13.2	14.3	12.7	2.6	2.2	2.5	
	1/8	KQ2L23-01S	10	9.6	10	17.5	20.6	22.5	15.5	3	2.5	8	
	1/4	KQ2L23-02S	14				25	24.5				18	
4	M5 x 0.8	KQ2L04-M5	7	9.3	—	15.6	13.7	15.3	12.7	3.5	3.5	2.7	
	M6 x 1.0	KQ2L04-M6	8				14.7					3.6	
	1/8	KQ2L04-01S	10	10.4	10	18	21.1	23	16	4.2	4.2	10	
6	1/4	KQ2L04-02S	14				25.5	25				19	
	M5 x 0.8	KQ2L06-M5	7	11.6	—	16.1	14.7	17.4	13.5	3.5	3.5	3.2	
	M6 x 1.0	KQ2L06-M6	8				15.7					4.1	
8	1/8	KQ2L06-01S	10				22.1	25.5	17	11.4	9.0	12	
	1/4	KQ2L06-02S	14	12.8	10	20	26.5	27.5				22	
	3/8	KQ2L06-03S	17				27.9	29				33	
10	1/8	KQ2L08-01S	12				23.6	28				13	
	1/4	KQ2L08-02S	14	15.2	12	23	28	30	18.5	21.6	14.9	21	
	3/8	KQ2L08-03S	17				29.4	31.5				35	
12	1/8	KQ2L10-01S	17				26.1	32		21.6	14.9	25	
	1/4	KQ2L10-02S	17	18.5	17	26.5	29.5	33		35.2	25.0	26	
	3/8	KQ2L10-03S	22				30.9	34.5				36	
16	1/2	KQ2L10-04S	22				35.1	37				63	
	1/4	KQ2L12-02S	17				30.5	35.5		50.2	39.7	28	
	3/8	KQ2L12-03S	17	20.9	17	28.5	31.9	37				38	
	1/2	KQ2L12-04S	22				36.1	39.5				65	
16	3/8	KQ2L16-03S	22	26.5	20.9	34	36.9	44.5		71	(71)	101	
	1/2	KQ2L16-04S	22				40.1	46		100	(84)	105	

* Reference dimensions after R thread installation.

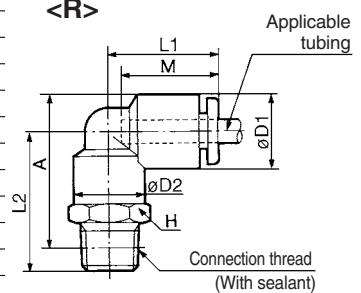
Note 1) øD1: Max. diameter
Note 2) (): Values for soft nylon.



<M5, M6>



<R>



Solid State Auto Switch Direct Mounting Style D-M9N(V)/D-M9P(V)/D-M9B(V) C €

Grommet

- 2-wire load current is reduced (2.5 to 40 mA).
- Flexibility is 1.5 times greater than the conventional model (SMC comparison).
- Using flexible cable as standard spec.



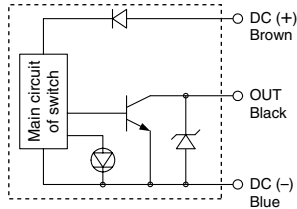
Caution

Precautions

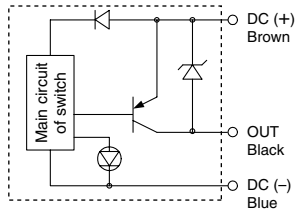
Fix the auto switch with the existing screw installed on the auto switch body. The auto switch may be damaged if a screw other than the one supplied is used.

Auto Switch Internal Circuit

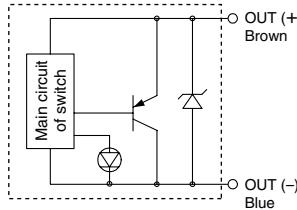
D-M9N, D-M9NV



D-M9P, D-M9PV



D-M9B, D-M9BV



1288

Auto Switch Specifications



Refer to SMC website for the details of the products conforming to the international standards.

PLC: Programmable Logic Controller

D-M9□, D-M9□V (With indicator light)						
Auto switch model	D-M9N	D-M9NV	D-M9P	D-M9PV	D-M9B	D-M9BV
Electrical entry direction	In-line	Perpendicular	In-line	Perpendicular	In-line	Perpendicular
Wiring type	3-wire				2-wire	
Output type	NPN		PNP		—	
Applicable load	IC circuit, Relay, PLC				24 VDC relay, PLC	
Power supply voltage	5, 12, 24 VDC (4.5 to 28 V)				—	
Current consumption	10 mA or less				—	
Load voltage	28 VDC or less		—		24 VDC (10 to 28 VDC)	
Load current	40 mA or less				2.5 to 40 mA	
Internal voltage drop	0.8 V or less at 10 mA (2 V or less at 40 mA)				4 V or less	
Leakage current	100 μA or less at 24 VDC				0.8 mA or less	
Indicator light	Red LED illuminates when turned ON.					
Standard	CE marking					

- Lead wires — Oilproof flexible heavy-duty vinyl cord: $\phi 2.7 \times 3.2$ ellipse, 0.15 mm², 2 cores (D-M9B(V)), 3 cores (D-M9N(V), D-M9P(V))

Note 1) Refer to page 1272 for solid state auto switch common specifications.

Note 2) Refer to page 1272 for lead wire lengths.

Mass

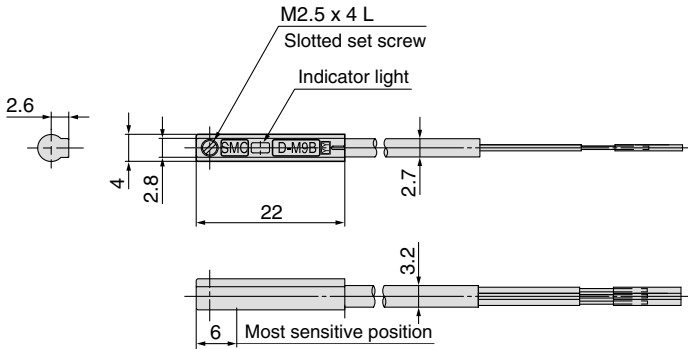
(g)

Auto switch model		D-M9N(V)	D-M9P(V)	D-M9B(V)
Lead wire length (m)	0.5	8	8	7
	1	14	14	13
	3	41	41	38
	5	68	68	63

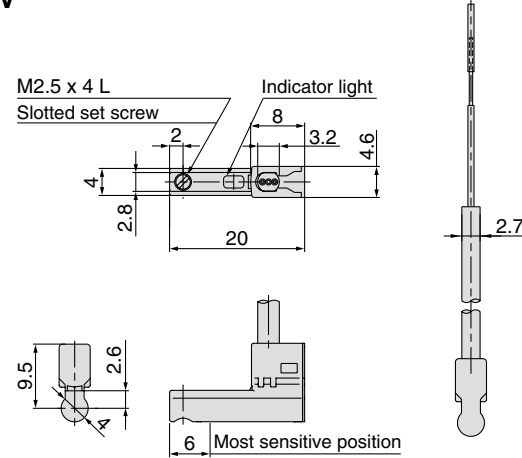
Dimensions

(mm)

D-M9□



D-M9□V



販促課

開発課

Approved

Approved

Air Combination Basic Specifications

Air Filter

+

Regulator

+

Lubricator

[Application]

Applicable to remove solid foreign objects sized 5 μm or more and oversaturated water contained in the compressed air, prevent malfunction of actuators and solenoid valves, control (regulate) the outlet pressure, suppress fluctuations of the outlet pressure affected by fluctuations of the inlet pressure, and apply oil to pneumatic equipments at the outlet side.



AC20



AC40

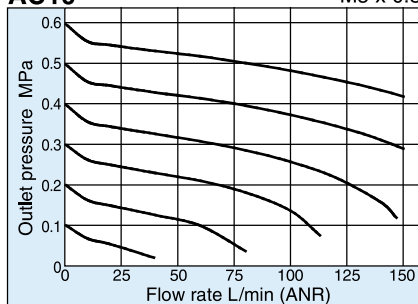
Standard Specifications

Model		AC10	AC20	AC25	AC30	AC40	AC40-06	AC50	AC55	AC60
Component	Air Filter	AF10	AF20	AF30	AF30	AF40	AF40-06	AF50	AF60	AF60
	Regulator	AR10	AR20	AR25	AR30	AR40	AR40-06	AR50	AR50	AR60
	Lubricator	AL10	AL20	AL30	AL30	AL40	AL40-06	AL50	AL60	AL60
Port size		M5	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1	1	1
Fluid		Air								
Proof pressure (MPa)		1.5								
Max. operating pressure (MPa)		1.0								
Set pressure range (MPa)		0.05 to 0.7	0.05 to 0.85							
Ambient and fluid temperature (°C)		−5 to 60 (No freezing)								
Nominal filtration rating (μm)		5								
Bowl material		Polycarbonate								
Bowl guard		—	Semi-standard	Standard						
Regulator construction		Relieving type								
Weight (kg)		0.27	0.46	0.91	1	1.74	1.95	4.17	4.25	4.34

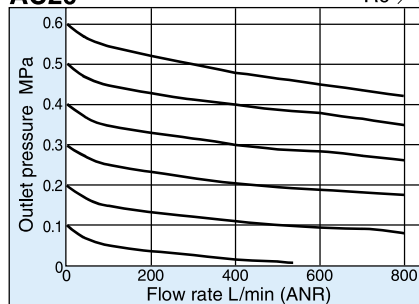
Flow Rate Characteristics (Representative value)

Condition: Inlet pressure 0.7 MPa

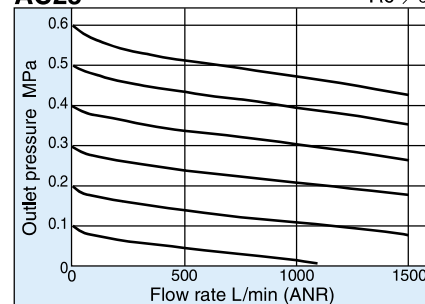
AC10 M5 x 0.8



AC20 Rc 1/4



AC25 Rc 3/8

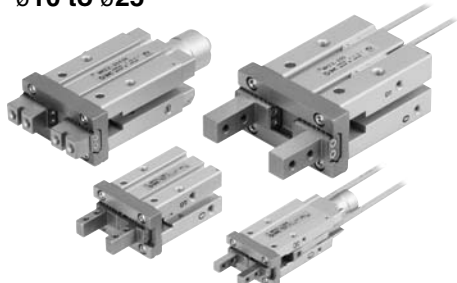


Series MHZ2

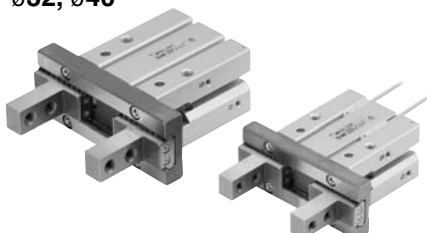
ø6



ø10 to ø25

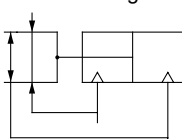


ø32, ø40

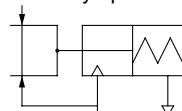


JIS Symbol

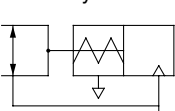
Double acting



Single acting type,
Normally open



Single acting type,
Normally closed



Refer to pages 436 to 440 for the specifications with auto switch.

- Auto switch installation examples and mounting positions
- Auto switch hysteresis
- Auto switch mounting
- Protrusion of auto switch from edge of body



Made to Order

(Refer to pages 683 to 713 for details.)

Symbol	Specifications/Description
-X4	Heat resistance (100°C)
-X5	Fluororubber seal
-X7	Closing direction spring assist
-X12	Opening direction spring assist
-X46	With needle
-X50	Without magnet
-X51	MHQ(G)2-compliant finger flat type
-X53	EPDM seal/Fluorine grease
-X56	Axial ported type
-X63	Fluorine grease
-X79	Grease for food

Specifications

Fluid			Air
Operating pressure	Double acting		ø6: 0.15 to 0.7 MPa ø10: 0.2 to 0.7 MPa ø16 to ø40: 0.1 to 0.7 MPa
	Single acting	Normally open	ø6: 0.3 to 0.7 MPa ø10: 0.35 to 0.7 MPa ø16 to ø40: 0.25 to 0.7 MPa
		Normally closed	
Ambient and fluid temperature			−10 to 60°C
Repeatability			ø6 to ø25: ±0.01 mm ø32, ø40: ±0.02 mm
Max. operating frequency			ø6 to ø25: 180 c.p.m. ø32, ø40: 60 c.p.m.
Lubrication			Not required
Action			Double acting/Single acting
Auto switch (Option) ^{Note)}			Solid state auto switch (3-wire, 2-wire)

Note) Refer to pages 761 to 809 for further information on auto switches.

* Use the gripper with dust cover when used in a place where there may be dust.

Model

Action		Model	Bore size (mm)	Gripping force ^{Note 1)}		Opening/ Closing stroke (Both sides) (mm)	Mass ^{Note 2)} (g)
				Gripping force per finger Effective value (N)			
				External	Internal		
Double acting		MHZ2-6D	6	3.3	6.1	4	27
		MHZ2-10D(N)	10	11	17	4	55
		MHZ2-16D(N)	16	34	45	6	115
		MHZ2-20D(N)	20	42	66	10	235
		MHZ2-25D(N)	25	65	104	14	430
		MHZ2-32D	32	158	193	22	715
		MHZ2-40D	40	254	318	30	1275
Single acting	Normally open	MHZ2-6S	6	1.9	—	4	27
		MHZ2-10S(N)	10	7.1		4	55
		MHZ2-16S(N)	16	27		6	115
		MHZ2-20S(N)	20	33		10	240
		MHZ2-25S(N)	25	45		14	435
		MHZ2-32S	32	131		22	760
		MHZ2-40S	40	217		30	1370
	Normally closed	MHZ2-6C	6	—	3.7	4	27
		MHZ2-10C(N)	10		13	4	55
		MHZ2-16C(N)	16		38	6	115
		MHZ2-20C(N)	20		57	10	240
		MHZ2-25C(N)	25		83	14	430
		MHZ2-32C	32		161	22	760
		MHZ2-40C	40		267	30	1370

Note 1) Values based on pressure of 0.5 MPa, gripping point L = 20 mm, at center of stroke.

Note 2) Values excluding mass of auto switch.

Option

●Body Option/End Boss Type

Symbol	Piping port location	Type of piping port							Applicable model		
		MHZ2-6	MHZ2-10	MHZ2-16	MHZ2-20	MHZ2-25	MHZ2-32	MHZ2-40	Double acting	Single acting	
Nil	Basic type	M3 x 0.5		M5 x 0.8				—	—	●	●
E	Side ported	—	M3 x 0.5	M5 x 0.8			—		—	●	●
W	Axial ported	—	With ø4 One-touch fitting for coaxial tubing				—		—	●	—
K	Axial ported	—	With ø4 One-touch fitting				—		—	—	●
M	Axial ported	—	M5 x 0.8				—		—	—	●

* For detailed body option specifications, refer to option specifications on pages 412 and 413.

Series MHS3

Models and Specifications



Model	MHS3-16D	MHS3-20D	MHS3-25D	MHS3-32D	MHS3-40D	MHS3-50D	MHS3-63D	MHS3-80D	MHS3-100D	MHS3-125D		
Cylinder bore size mm	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125		
Fluid	Air											
Operating pressure MPa	0.2 to 0.6			0.1 to 0.6								
Ambient and fluid temperature °C	−10 to 60											
Repeatability mm	±0.01											
Max. operating frequency c.p.m.	120			60				30				
Lubrication	Non-lube											
Action	Double acting											
Effective gripping force N at pressure of 0.5MPa	Note 1) External gripping force	Internal gripping force	14	25	42	74	118	187	335	500	750	1,270
			16	28	47	82	130	204	359	525	780	1,320
Opening/closing stroke mm (dia.)	4	4	6	8	8	12	16	20	24	32		
Weight g	60	100	140	237	351	541	992	1,850	3,340	6,460		

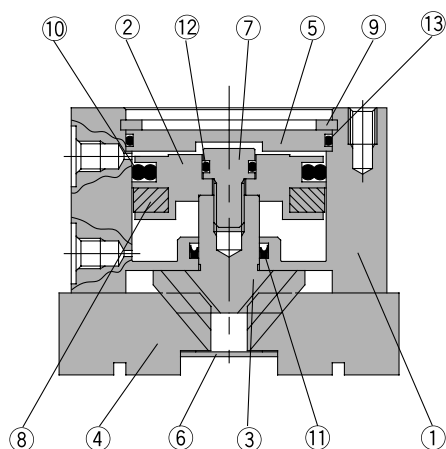
Note 1) Values for $\phi 16$ to $\phi 25$ are with gripping point L = 20mm, for $\phi 32$ to $\phi 63$ with gripping point L = 30mm, and for $\phi 80$ to $\phi 125$ with gripping point L = 50mm.

Refer to the "Effective Gripping Force" data on pages 5-169 through 5-171 for the gripping force at each gripping position.

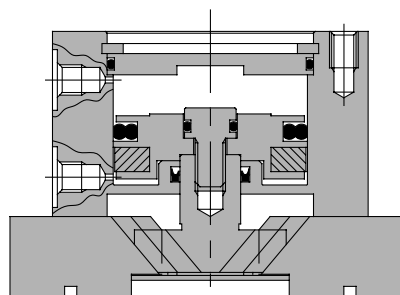
Note 2) Open and closed diameter values apply for external gripping of work pieces.

Construction

Closed condition



Open condition



Parts list

No.	Description	Material	Note
1	Body	Aluminum alloy	Hard anodized
2	Piston	Aluminum alloy	Hard anodized
3	Cam	Carbon steel	Heat treated, Specially treated
4	Finger	Carbon steel	Heat treated, Specially treated
5	Cap	Aluminum alloy	Hard anodized
6	End plate	Stainless steel	
7	Piston bolt	Stainless steel	

No.	Description	Material	Note
8	Rubber magnet	Synthetic rubber	
9	C type snap ring	Carbon steel	Nickel plated
10	Piston seal	NBR	
11	Rod seal	NBR	
12	Gasket	NBR	
13	Gasket	NBR	

Replacement parts/Seal kits

Kit number										Contents
MHS3-16D	MHS3-20D	MHS3-25D	MHS3-32D	MHS3-40D	MHS3-50D	MHS3-63D	MHS3-80D	MHS3-100D	MHS3-125D	
MHS16-PS	MHS20-PS	MHS25-PS	MHS32-PS	MHS40-PS	MHS50-PS	MHS63-PS	MHS80-PS	MHS100-PS	MHS125-PS	A set of the above Nos. 10, 11, 12 and 13

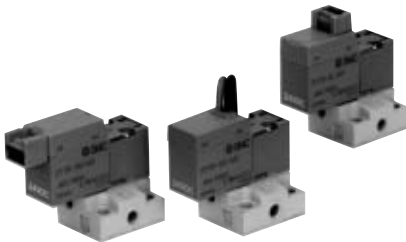
* Seal kits are sets consisting of items 10, 11, 12 and 13, which can be ordered using the kit number for each cylinder bore size.

3 Port Direct Operated Solenoid Valve Rubber Seal

Series SY100



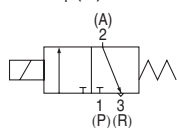
Body ported



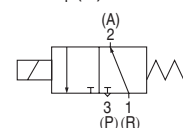
Base mounted

JIS Symbol

SY11³₄ (A)



SY12³₄ (A)



Made to Order Specifications
(For details, refer to page 4-3-17.)

Specifications

Fluid	Air
Ambient and fluid temperature (°C)	-10 to 50°C (No freezing. Refer to page 4-18-4.)
Response time (ms) ⁽¹⁾	10 or less
Max. operating frequency (Hz)	20
Manual override	Non-locking push type, Locking slotted type Push-turn locking slotted type Push-turn locking lever type (SY1 ¹ ₂ 4, SY1 ¹ ₂ 4A only)
Lubrication	Not required
Mounting position	Unrestricted
Impact/Vibration resistance (m/s ²) ⁽²⁾	150/30
Enclosure	Dustproof



Note 1) Based on dynamic performance test, JIS B 8374-1981. (Coil temperature: 20°C, at rated voltage, without surge suppressor.)

Note 2) Impact resistance: No malfunction occurred when it is tested with a drop tester in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature in both energized and de-energized states every once for each condition. (Values at the initial period)

Vibration resistance: No malfunction occurred in a one-sweep test between 45 and 2000 Hz. Test was performed at both energized and de-energized states in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature. (Values at the initial period)

Solenoid Specifications

Series			SY1 ¹³ ₂₄	SY1 ¹³ ₂₄ A
Electrical entry			Grommet (G)/(H), L plug connector (L) M plug connector (M)	
Coil rated voltage (V)	DC		24, 12, 6, 5, 3	
	AC 50/60 Hz		100, 110, 200, 220	—
Allowable voltage fluctuation			−10 to +10%	
Power consumption (W)		DC	0.5 (With indicator light: 0.55)	0.75 W (With indicator light: 0.8 W)
Apparent power (VA)	AC	100 V	0.9 (With indicator light: 1.0)	—
		110 V [115 V]	1.0 (With indicator light: 1.1) [1.1 (With indicator light: 1.2)]	
		200 V	1.8 (With indicator light: 1.9)	
		220 V [230 V]	1.9 (With indicator light: 2.0) [2.2 (With indicator light: 2.3)]	
		Surge voltage suppressor		
Indicator light			LED	



* It is in common between 110 VAC and 115 VAC, and between 220 VAC and 230 VAC.
[Low wattage [0.45 W] is available, too. For details, refer to catalog on page 4-18-4.]

Model

Function	Valve model	Type	Operating pressure range (MPa)	Vacuum specifications (MPa)		Port size		Effective area (mm ²)	Weight (g) ⁽²⁾	
				1(P) port	3(R) port	1(P), 3(R) port	2(A) port		Grommet	L plug connector, M plug connector
N.C.	SY11 ³ ₄	Standard	0 to 0.7	-100 kPa to 0.6	-100 kPa to 0	M3 x 0.5	M3 x 0.5	0.14	SY1□3(A): 13 SY1□4(A): 24 (12)	SY1□3(A): 15 SY1□4(A): 26 (14)
N.C.	SY11 ³ ₄ A	Large flow	0 to 0.7	-100 kPa to 0.6	-100 kPa to 0	M3 x 0.5	M3 x 0.5	0.22		
N.O.	SY12 ³ ₄ ⁽¹⁾	Standard	0 to 0.7	-100 kPa to 0	-100 kPa to 0.6	M3 x 0.5	M3 x 0.5	0.14		
N.O.	SY12 ³ ₄ A ⁽¹⁾	Large flow	0 to 0.7	-100 kPa to 0	-100 kPa to 0.6	M3 x 0.5	M3 x 0.5	0.22		

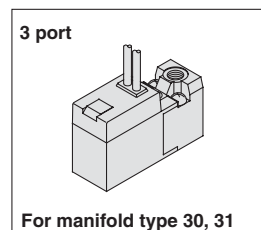


Note 1) SY123/SY124³ and SY123/SY124³A: Supply pressure to 1(R) port and exhaust air from 3(P) port.

Note 2) Value for DC. Add 1 g for AC. (): Without sub-plate.

How to Order

Standard type (Cv0.008)

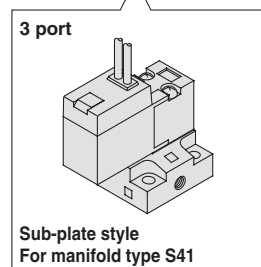


Standard type
(Cv: 0.008) : Body ported

SY1 1 3 5 L M3

Standard type
(Cv: 0.008) : Base mounted

SY1 1 4 5 M



Type of actuation

1	Normally closed
2	Normally open

Rated voltage

For DC

5	24 VDC
6	12 VDC
V	6 VDC
S	5 VDC
R	3 VDC

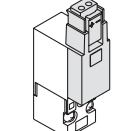
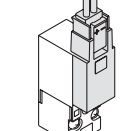
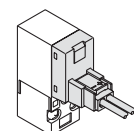
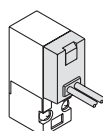
For AC (50/60 Hz)

1	100 VAC
2	200 VAC
3	110 VAC [115 VAC]
4	220 VAC [230 VAC]

Electrical entry

24 V, 12 V, 6 V, 5 V, 3 VDC/100 V, 110 V, 200 V, 220 VAC
Grommet L plug connector M plug connector

G: 300 mm lead wire L: With lead wire (Length 300 mm) M: With lead wire (Length 300 mm) MN: Without lead wire

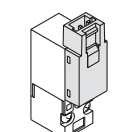
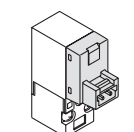
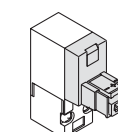
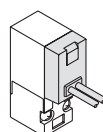


H: 600 mm lead wire

LN: Without lead wire

LO: Without connector

MO: Without connector



* "LN" and "MN" types are with 2 sockets.

Light/Surge voltage suppressor

Nil	Without light/surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor
Z	With light/surge voltage suppressor
R	With surge voltage suppressor (Non-polar type)
U	With light/surge voltage suppressor (Non-polar type)

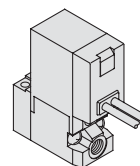
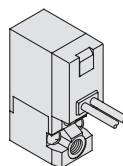


* For AC voltage valves there is no "S" option. It is already built into the rectifier circuit.
* For "R" and "U", DC voltage is only available.

Porting specifications

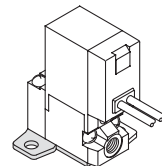
Nil: For manifold

P: For body ported type to P, R, A port



Bracket

Nil: Without bracket
F: With bracket

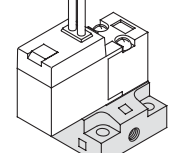
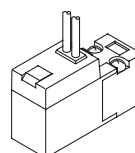


"P" piping specifications only.

Port size

Nil: Without sub-plate

M3: With sub-plate

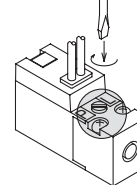
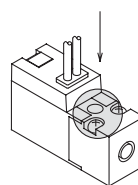


(With gasket and screws)

Manual override

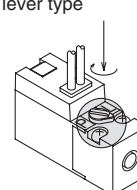
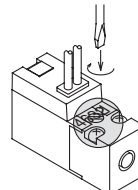
Nil: Non-locking push type

D: Push-turn locking slotted type



B: Locking slotted type

E: Push-turn locking lever type



SY1½ 4, SY1½ 4A only

V100

SY

SYJ

VK

VZ

VT

VP

VG

VP

S070

VQ

VKF

VQZ

VZ

VS

VFN

⚠ Caution

Make sure that dust and/or other foreign materials do not enter the valve from the unused port (e.g. exhaust port).

Standard Specifications

Type of actuation	Direct operated type 2 position single solenoid	
Fluid	Air	
Operating pressure range	0 to 1 MPa (High-pressure type), 0 to 0.7 MPa (Standard type)	
Ambient and fluid temperature	-10 to 50°C (No freezing)	
Response time ^{Note 1)}	20 ms or less (at 0.5 MPa)	
Max. operating frequency	10 Hz	
Lubrication	Not required (Use turbine oil Class 1 ISO VG32, if lubricated.)	
Manual override	Non-locking push type	
Mounting orientation	Unrestricted	
Impact/Vibration resistance ^{Note 2)}	150/50 m/s ²	
Enclosure	Dustproof	
Electrical entry	Grommet, DIN terminal	
Coil rated voltage (V)	AC (50/60 Hz)	100, 200, 110*, 220*, 240*
	DC	24, 12*
Allowable voltage fluctuation	-15 to +10% of rated voltage	
Apparent power ^{Note 3) Note 4)}	AC	Inrush 12.7 VA (50 Hz), 10.7 VA (60 Hz)
		Holding 7.6 VA (50 Hz), 5.4 VA (60 Hz)
Power consumption ^{Note 3) Note 4)}	DC	Without indicator light: 4 W, With indicator light: 4.2 W
Light/Surge voltage suppressor (DIN terminal type only)	AC	Varistor, LED
	DC	Diode, LED

* Semi-standard

Note 1) Based on dynamic performance test, JIS B 8374-1981. (Coil temperature: 20°C, at rated voltage, without surge voltage suppressor)

Note 2) Impact resistance: No malfunction occurred when it is tested with a drop tester in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature in both energized and de-energized states every once for each condition. (Values at the initial period)

Vibration resistance: No malfunction occurred in a one-sweep test between 45 and 1000 Hz. Test was performed at both energized and de-energized states in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature. (Values at the initial period)

Note 3) At rated voltage

Note 4) The value is different for continuous duty type (VT307E), and energy-saving type (VT307Y/W).

Refer to "Valve Options" shown below.

Flow-rate Characteristics/Weight

Valve model	Port size	Flow-rate characteristics												Weight
		1 → 2 (P → A)			2 → 3 (A → R)			3 → 2 (R → A)			2 → 1 (A → P)			
		C[dm³/(s·bar)]	b	Cv	C[dm³/(s·bar)]	b	Cv	C[dm³/(s·bar)]	b	Cv	C[dm³/(s·bar)]	b	Cv	Grommet
VT307	1/8	0.71	0.35	0.18	0.68	0.27	0.17	0.65	0.36	0.17	0.63	0.35	0.17	0.15 kg
VT307V (Vacuum spec. type)														
VT307E (Continuous duty type)		0.41	0.26	0.10	0.44	0.35	0.11	0.48	0.27	0.12	0.35	0.33	0.10	
VT307Y (Energy-saving type)														
VT307W (Energy-saving, Vacuum spec. type)	1/4	0.71	0.31	0.19	0.71	0.25	0.17	0.68	0.33	0.17	0.71	0.26	0.18	
VT307														
VT307V (Vacuum spec. type)														
VT307E (Continuous duty type)		0.49	0.20	0.12	0.44	0.34	0.11	0.48	0.17	0.12	0.46	0.28	0.11	
VT307Y (Energy-saving type)														
VT307W (Energy-saving, Vacuum spec. type)														

Note) Values for a single valve unit. It is not applicable to the manifold. Refer to the manifold specifications on page 5.

Valve Options

Continuous duty type: VT307E

Exclusive use of VT307E is recommended for continuous duty with long time loading.

⚠ Caution

1. This model is for continuous duty, not for high cycle rates. But even in low cycle rates, if energizing the valve more than once a day, please consult with SMC.
2. Energizing solenoid should be done at least once in 30 days.

Specifications different from standard are as follows.

Apparent power/AC	Inrush	7.9 VA (50 Hz), 6.2 VA (60 Hz)
	Holding	5.8 VA (50 Hz), 3.5 VA (60 Hz)
Power consumption/DC	1.8 W, With indicator light: 2 W	
Response time ^{Note)}	30 ms or less (at 0.5 MPa)	

Note) Refer to Note 1) of the standard specifications.

Energy-saving type: VT307Y (VT307W)

If low power consumption is required for electronic control, "VT307Y(W)" (1.8 W) is recommended.

Specifications different from standard are as follows.

Power consumption/DC	1.8 W, With indicator light: 2 W
Response time ^{Note)}	25 ms or less (at 0.5 MPa)

Note) Refer to Note 1) of the standard specifications.

Vacuum spec. type: VT307V (VT307W)

This vacuum model has less air leakage than the standard model under low pressure. It is recommended for vacuum application.

⚠ Caution

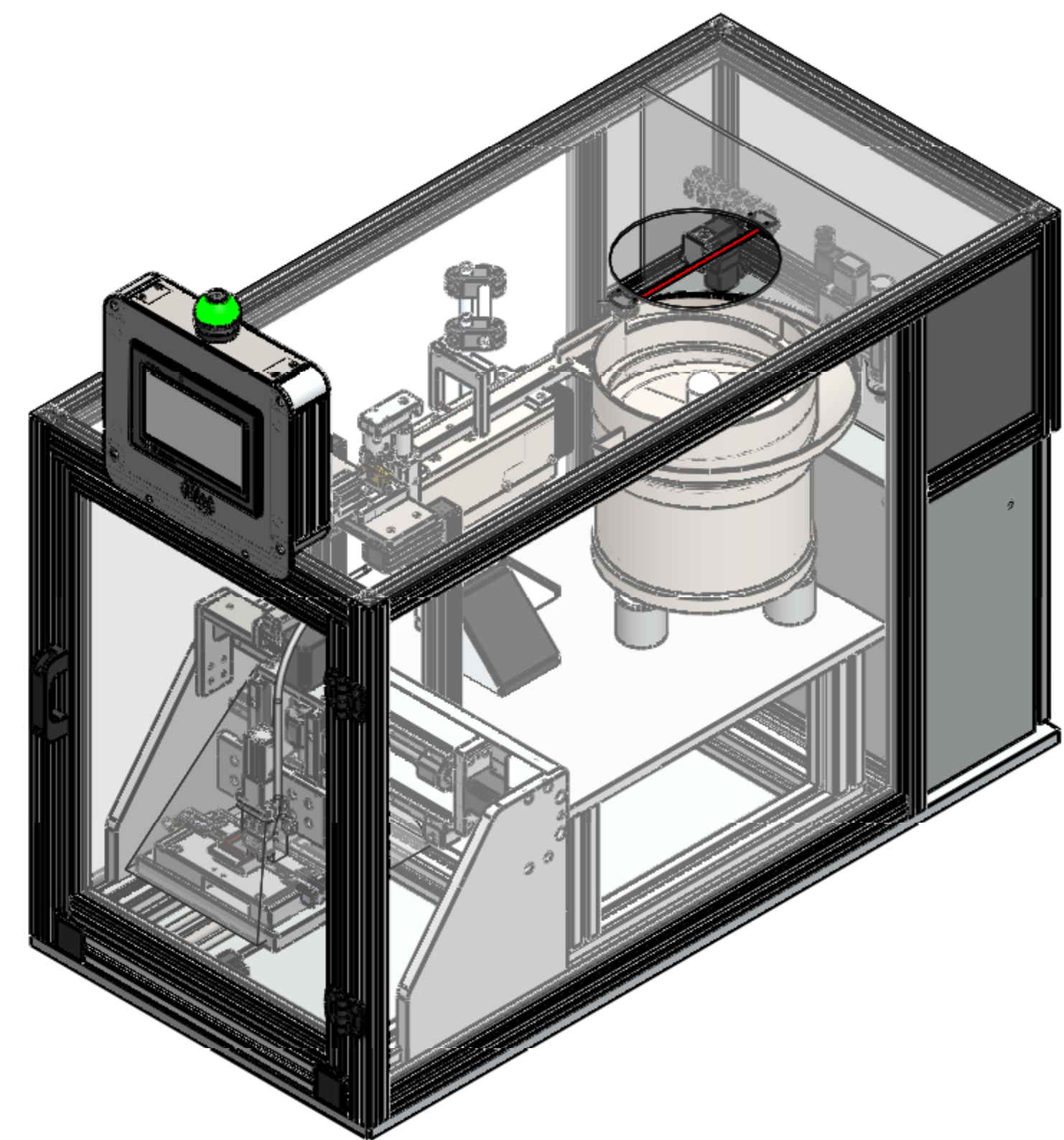
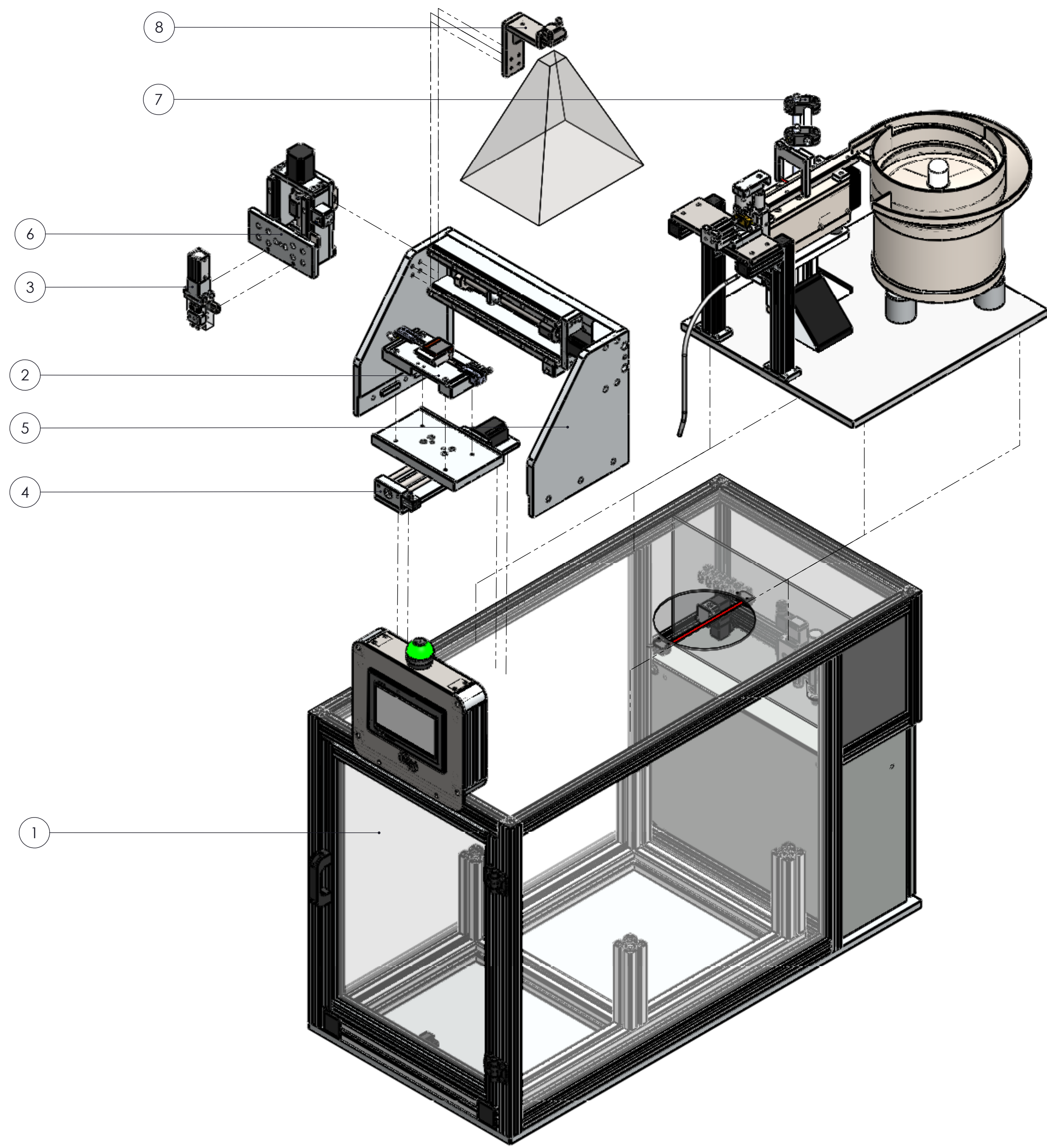
Since this valve has slight air leakage, it can not be used for vacuum holding (including positive pressure holding) in the pressure container.

Specifications different from standard are as follows.

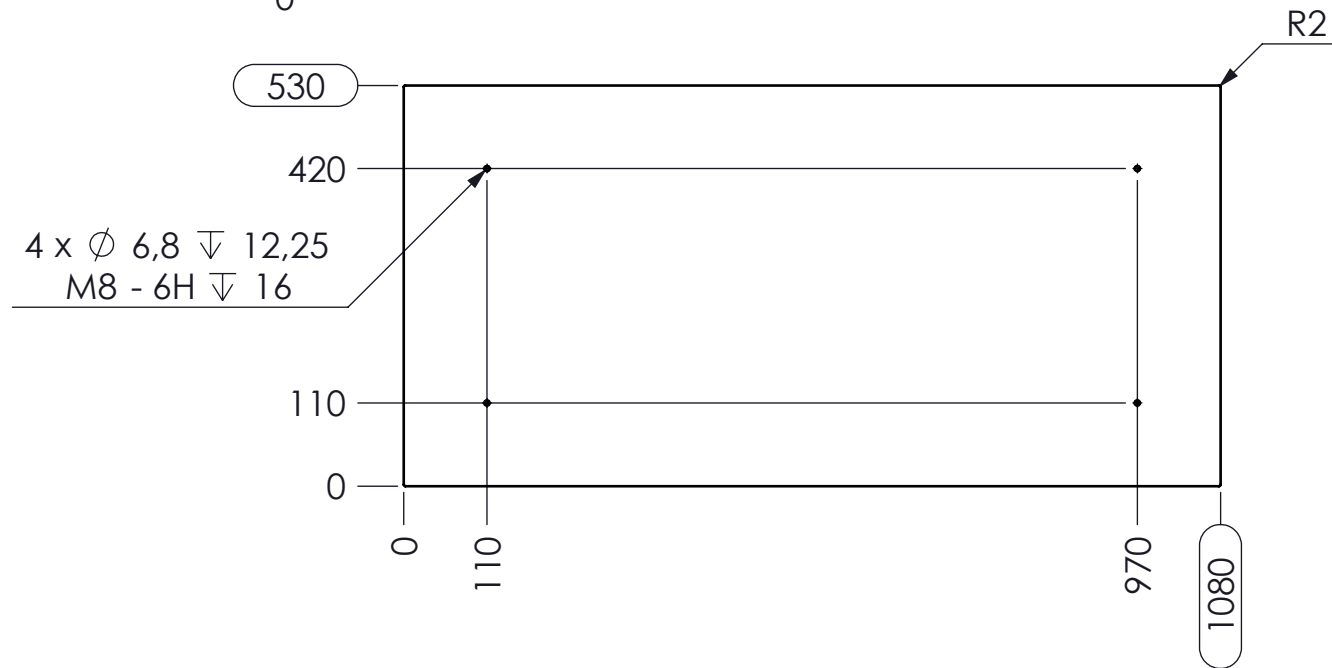
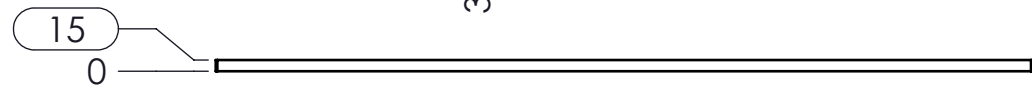
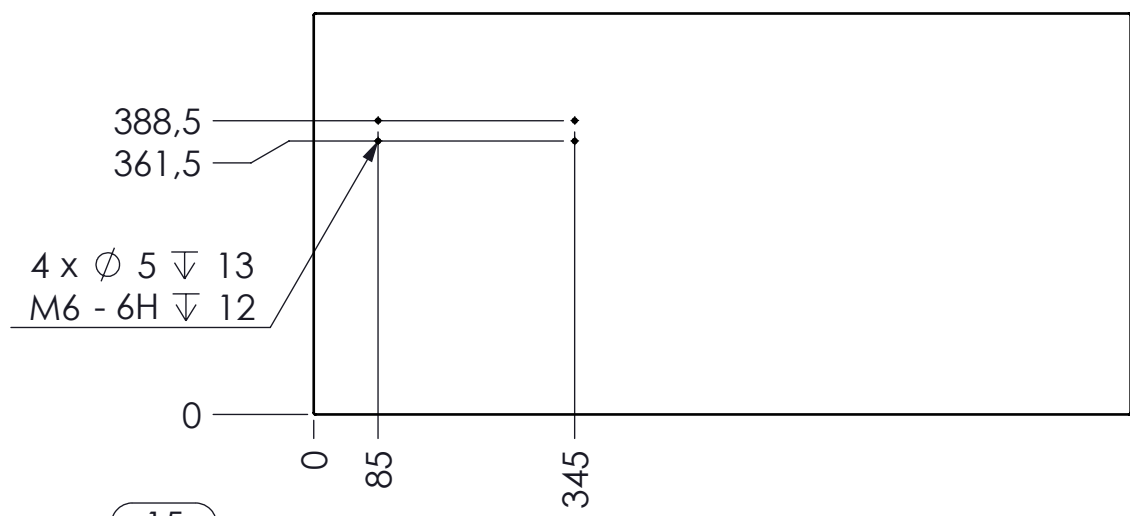
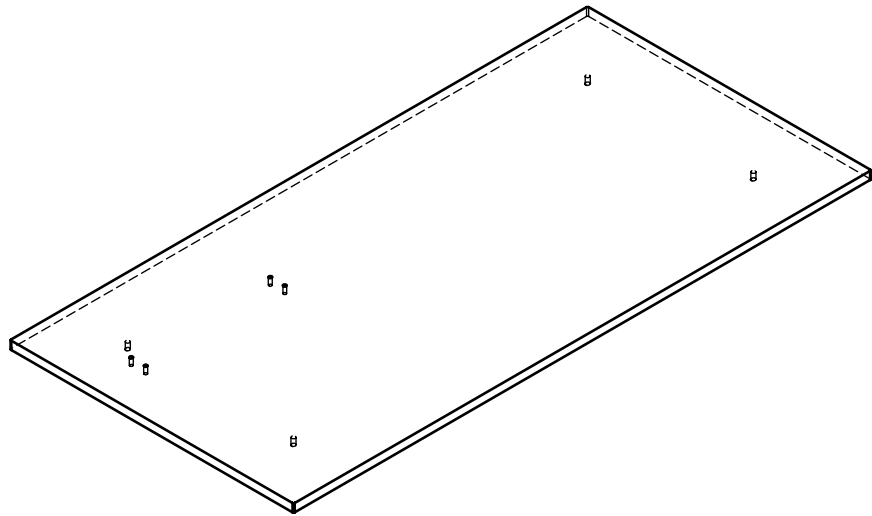
Operating pressure range	-101.2 kPa to 0.1 MPa
--------------------------	-----------------------

Anexo 2

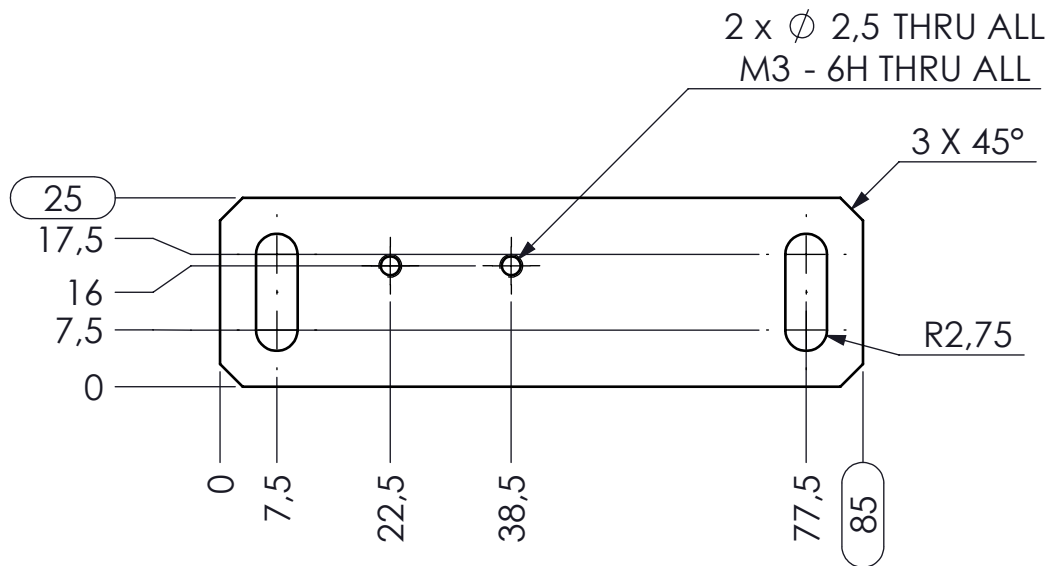
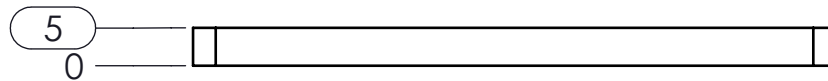
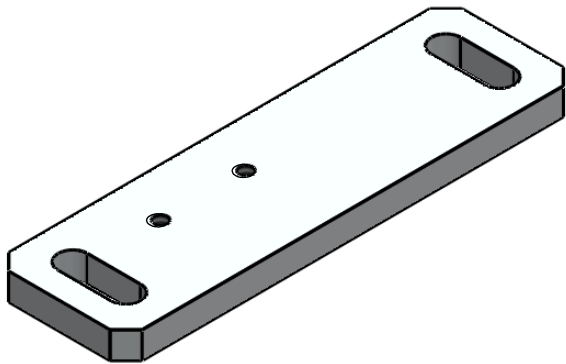
Desenhos do equipamento



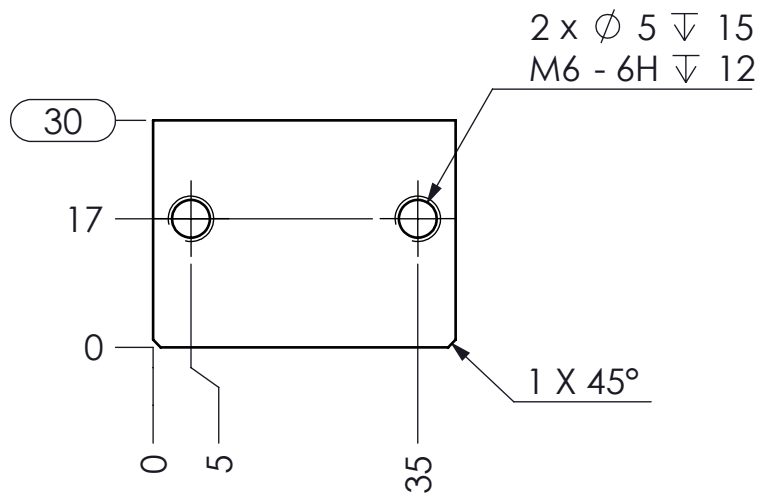
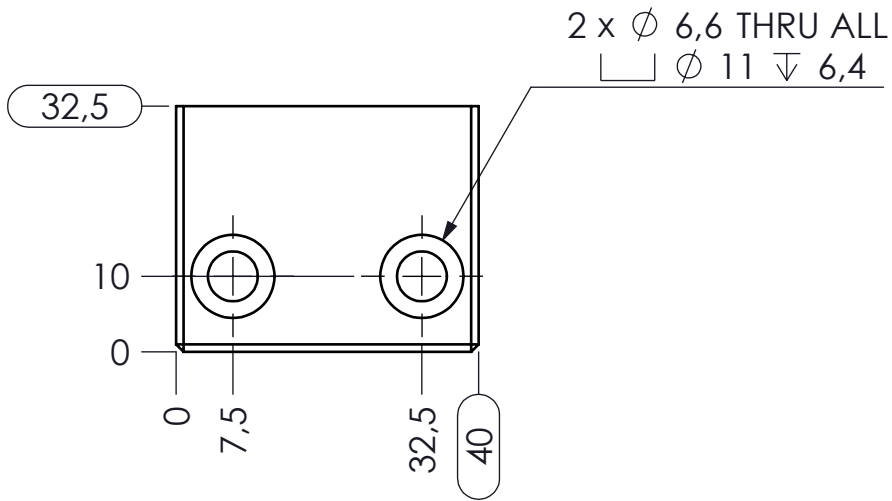
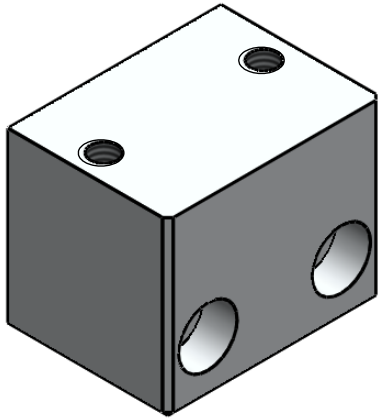
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-0100	1
2	ISEP-PE-0200	1
3	ISEP-PE-0300	1
4	ISEP-PE-0400	1
5	ISEP-PE-0500	1
6	ISEP-PE-0600	1
7	ISEP-PE-0700	1
8	ISEP-PE-0800	1



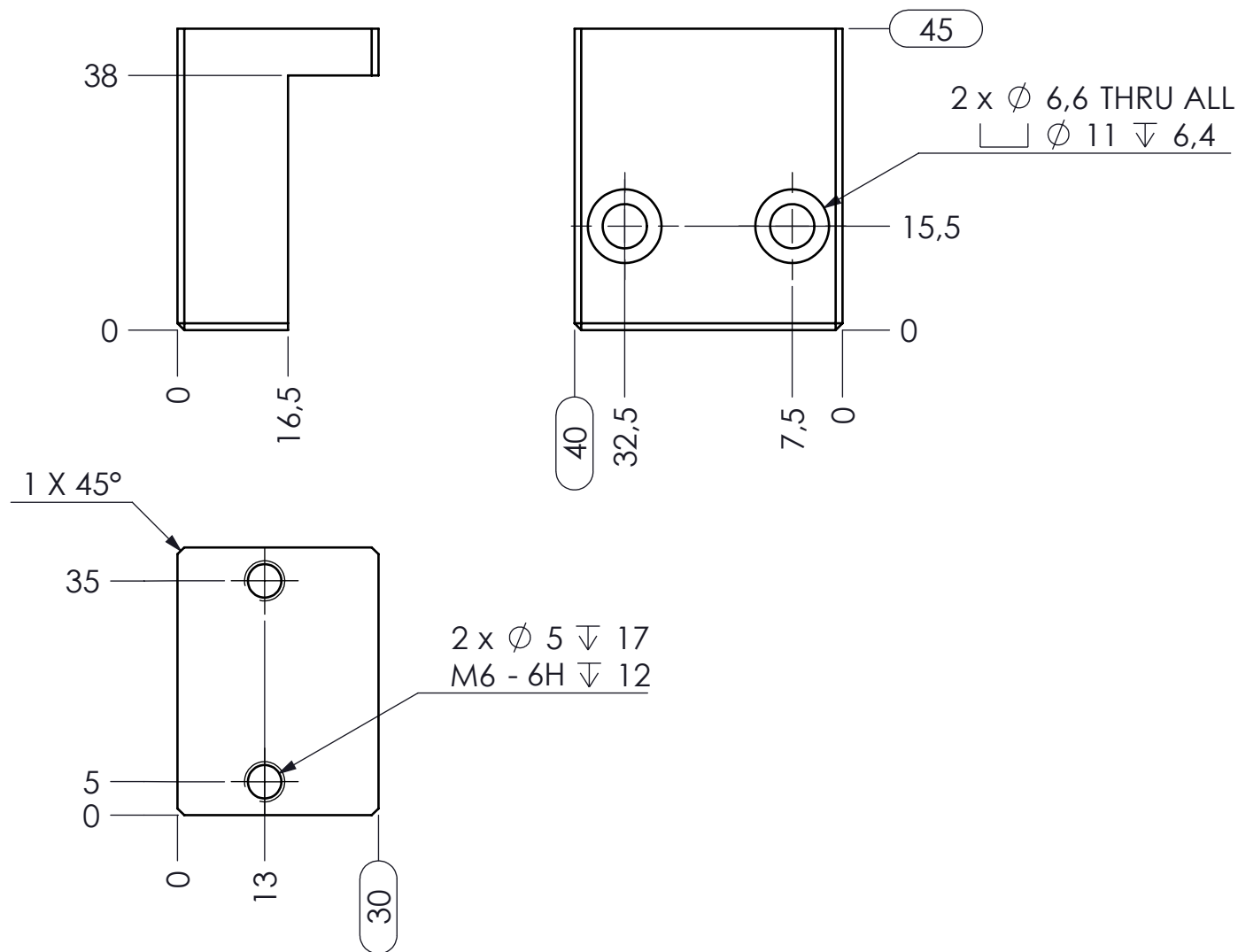
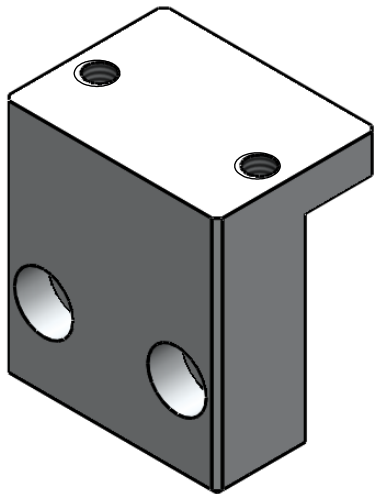
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.	1	
CAM							Dimen.	1080 X 530 X 15			
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:									
		Aprov.:									
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento				
Insp. Final		IT10	1:10	R2	A4	ISEP-PE-0101					
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0101											



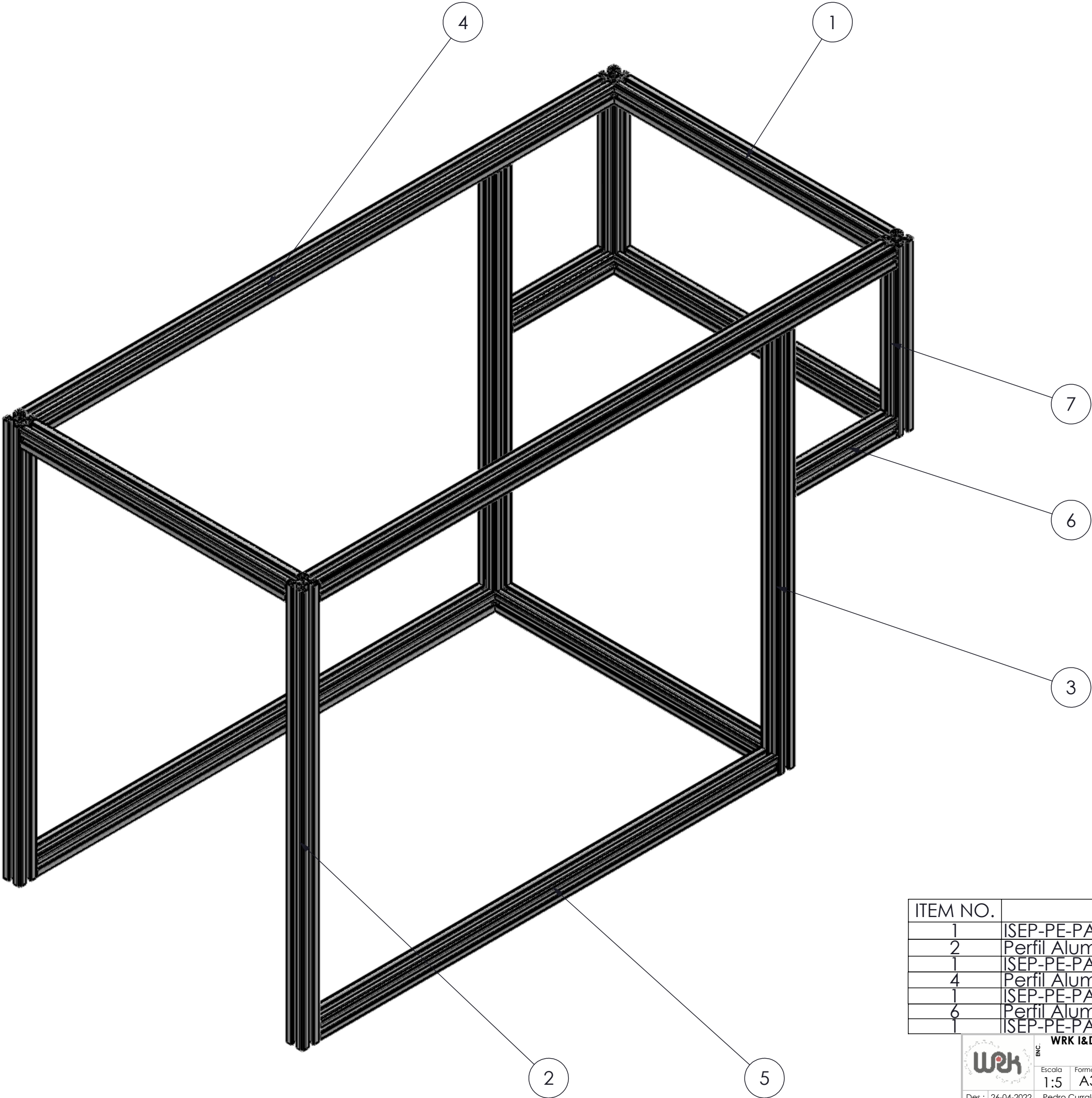
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.	2
CAM							Dimen.	85 X 25 X 5		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:			Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0102				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0102										



Corte		 ENC		WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1	
CAM								Dimen.	40 X 32.5 X 30			
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio					
Torno		Verif.:										
		Aprov.:										
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:					Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0103						
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0103												



Corte				WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM							Dimen.	45 X 40 X 30	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0104			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0104									



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-PA-002	1
2	Perfil Alumínio 30 x 30 - 3842-990-720 (700 mm)	2
1	ISEP-PE-PA-002	1
4	Perfil Alumínio 30 x 30 - 3842-990-720 (1020 mm)	2
1	ISEP-PE-PA-002	1
6	Perfil Alumínio 30 x 30 - 3842-990-720 (180 mm)	2
1	ISEP-PE-PA-002	1



WRK I&D

ENC.

Escala 1:5

Formato A3

Des.: 26-04-2022

Mont.: Pedro Curralo

ISEP

Nome Conjunto ISEP-PE-PA-002

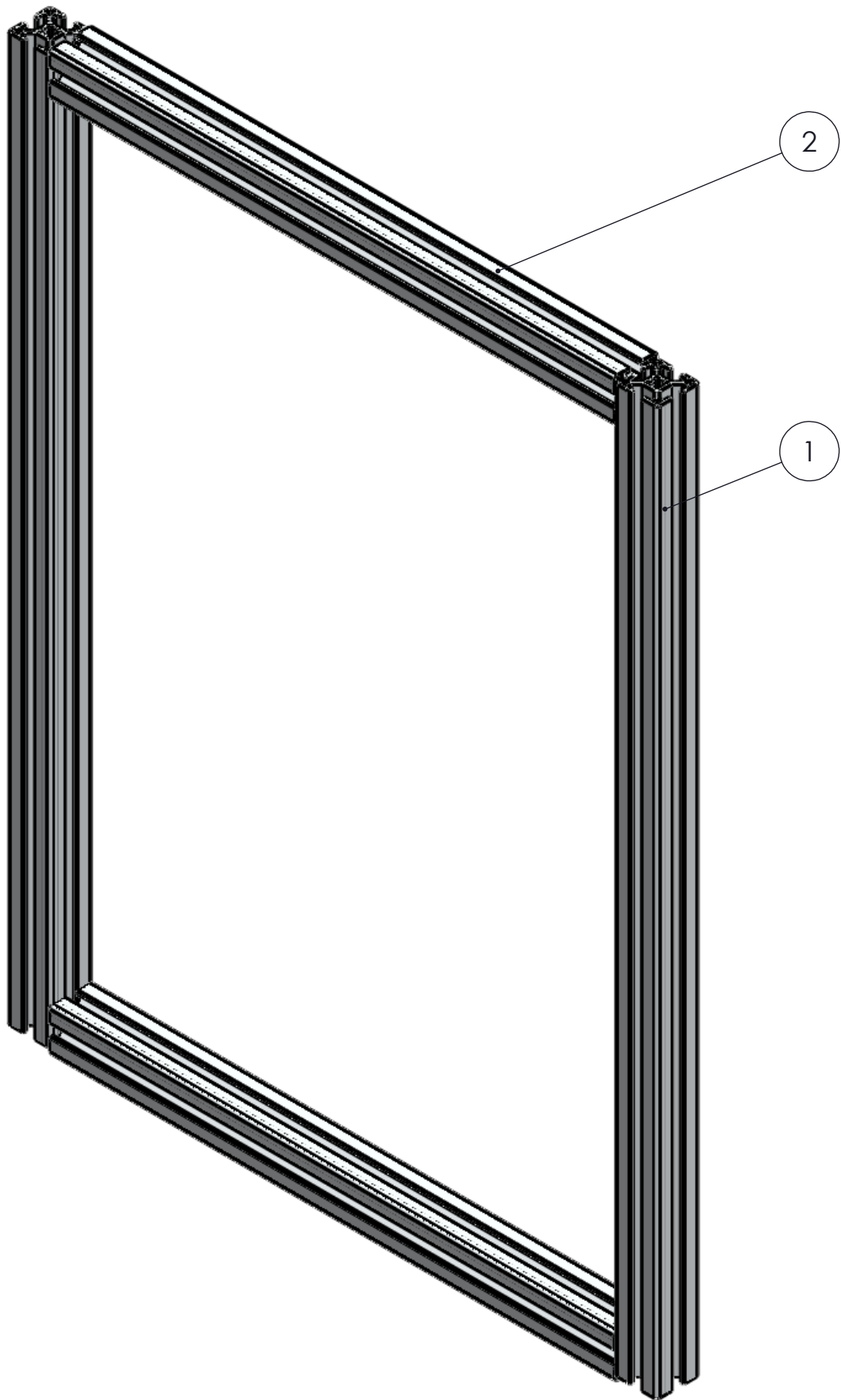
ISEP-PE

Projeto Estágio

1

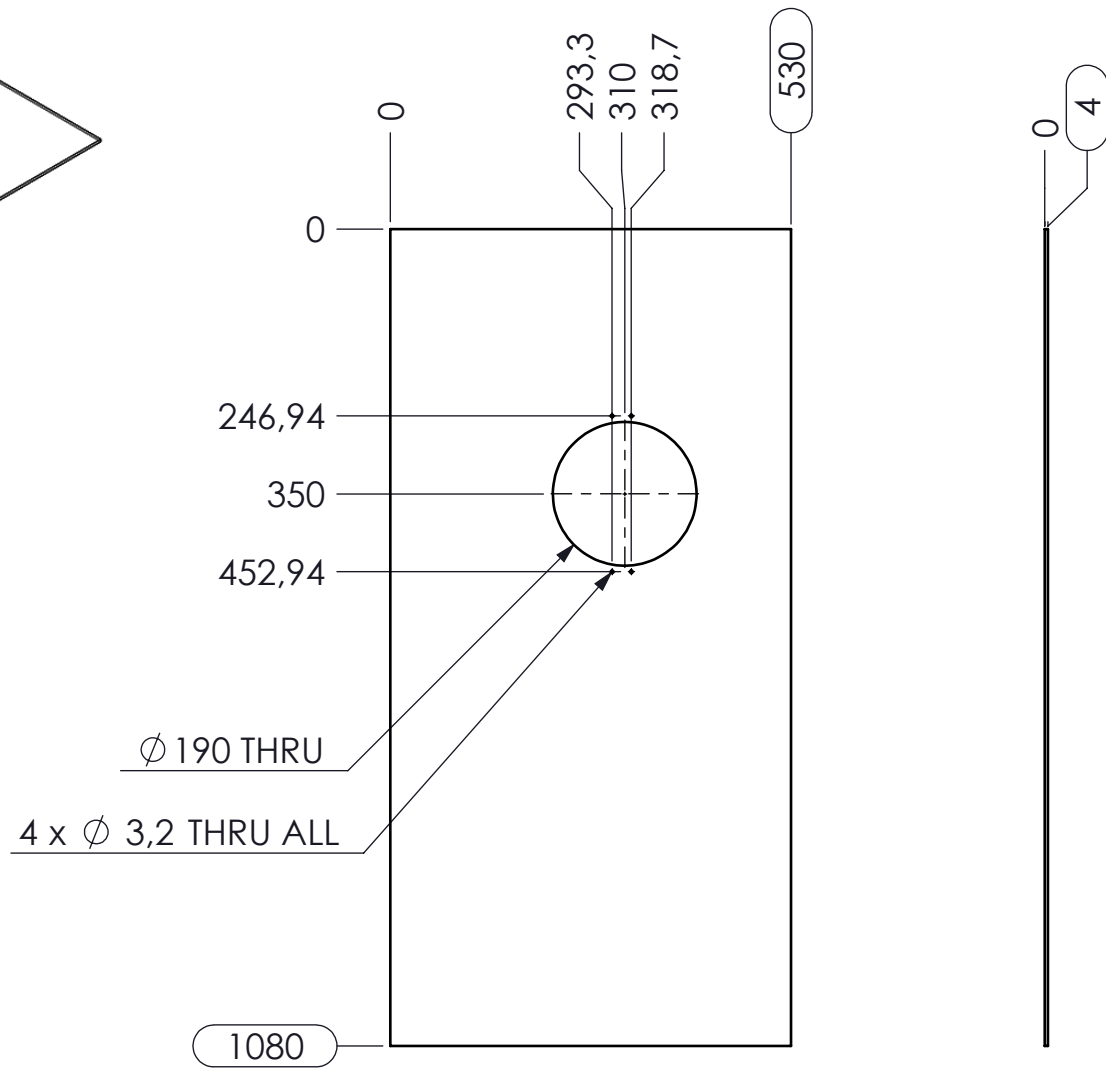
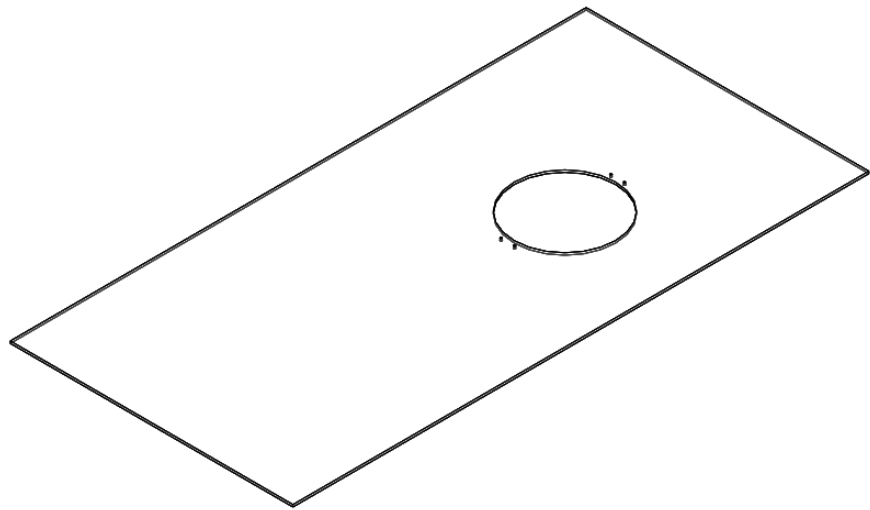
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\PERFIL DE ALUMÍNIO\ISEP-PE-PA-002

Mod061-01

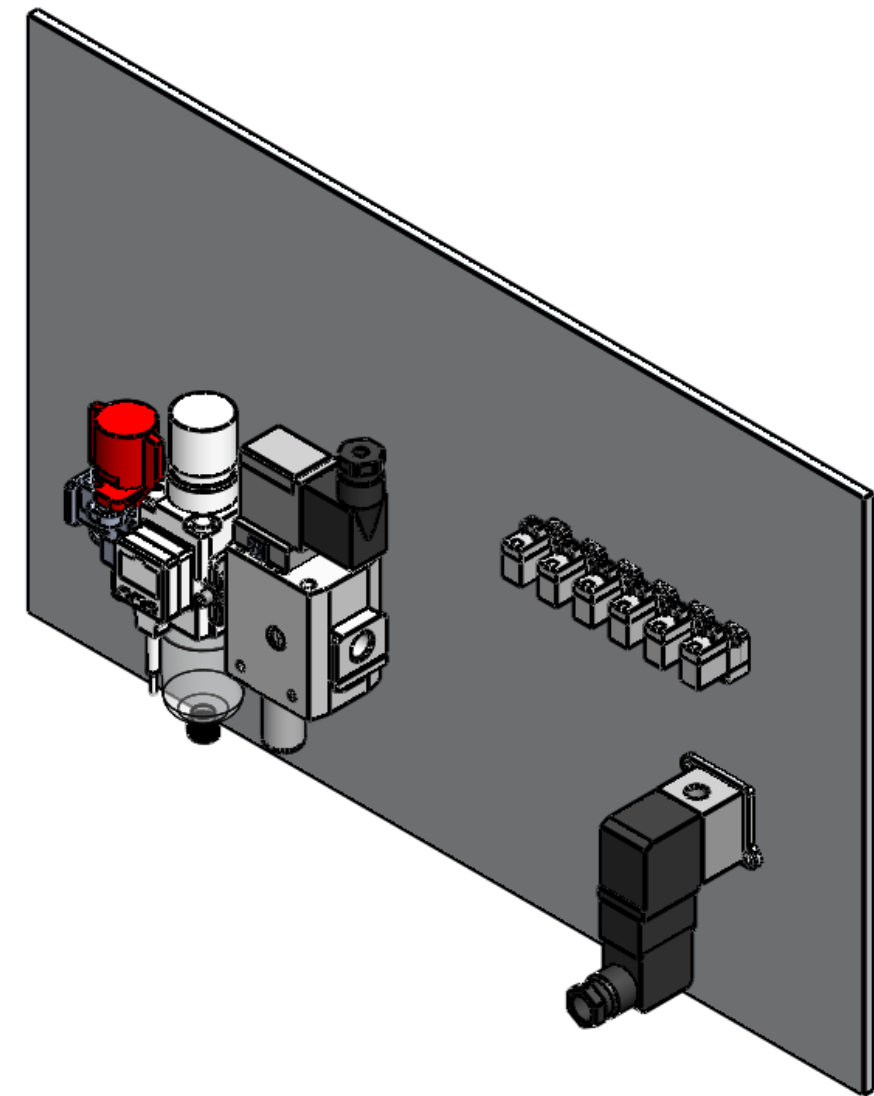
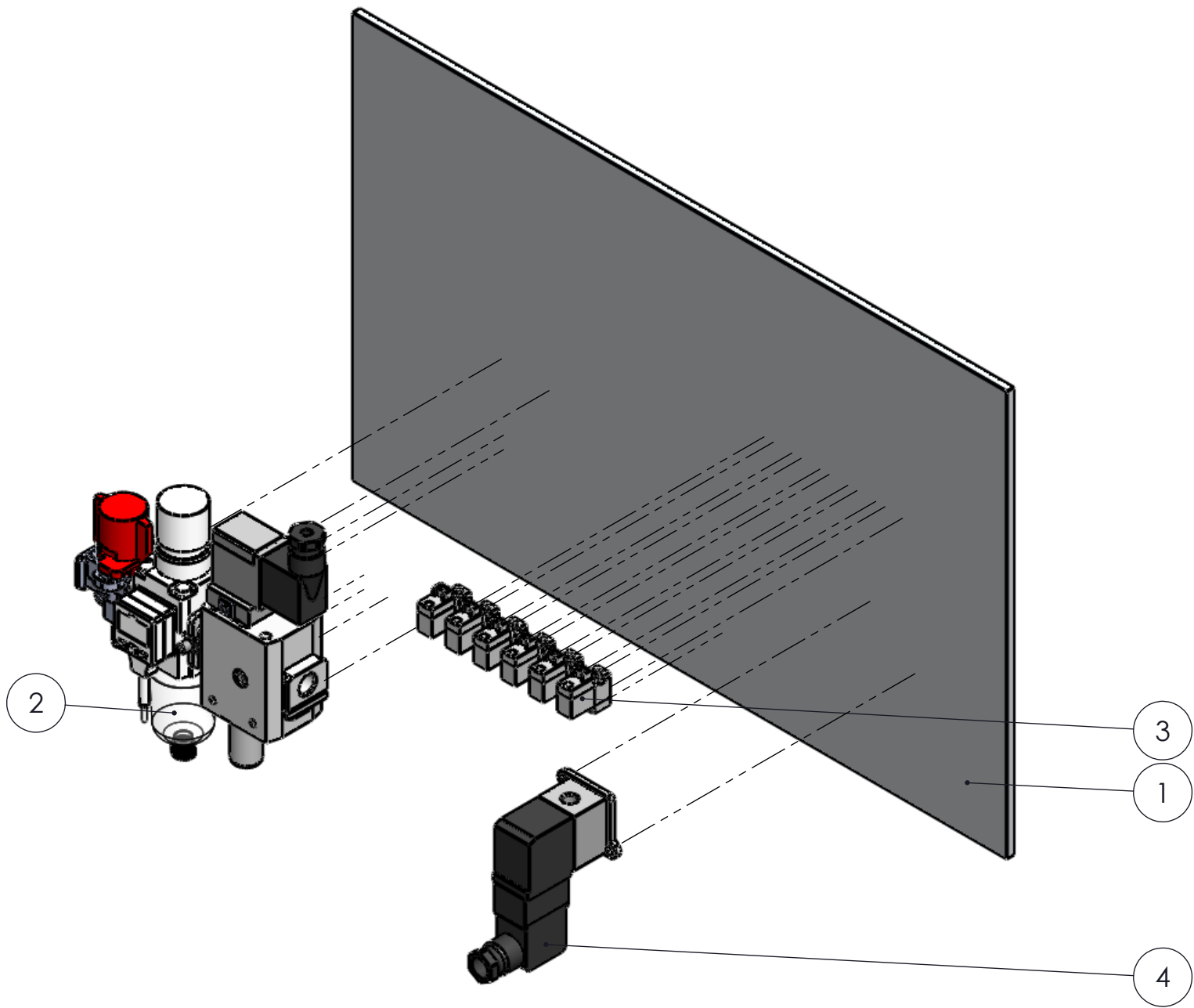


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Perfil Alumínio 30 x 30 - 3842-990-720 (607 mm)	2
2	Perfil Alumínio 30 x 30 - 3842-990-720 (400 mm)	2

	ENC. WRK I&D		ISEP	ISEP-PE Projeto Estágio	1
	Escala 1:3	Formato A3			
Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	Nome Conjunto		
Mont.:			ISEP-PE-PA-003		
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\PERFIL DE ALUMÍNIO\ISEP-PE-PA-003					



Corte		 ENC		WRK I&D		ISEP	Material	ABS PC	Qua. 1	
CAM							Dimen.	1080 X 530 X 4		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio					
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento			
Insp. Final		IT10	1:10	R2	A4	ISEP-PE-PC-4-001				
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\BOND & PC\ISEP-PE-PC-4-001										



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-P-001	1
2	Filtro de ar, regulador e unidade lubrificadora (AC20)	1
3	Válvula solenoide (SY113-5L-PM3)	6
4	Válvula solenoide (VT307-5D1-01F-F-Q)	1



ENC.

WRK I&D

Escala 1:3

Formato A3

Des.: 26-04-2022

Mont.: Pedro Curralo

C:\ISEP\ISEP-PE\PNEUMATICA

ISEP

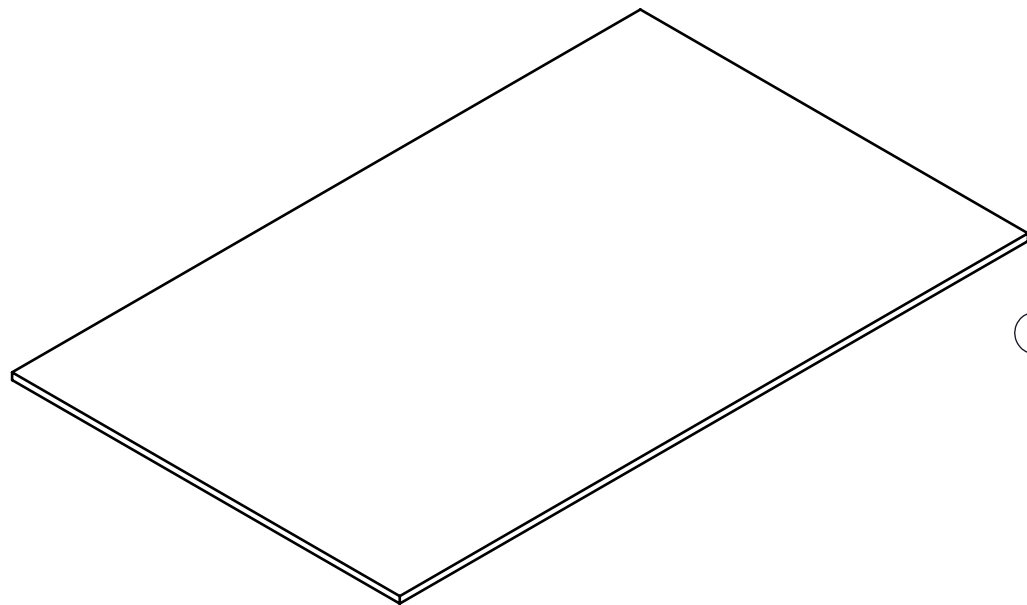
Nome Conjunto

PNEUMATICA

ISEP-PE

Projeto Estágio

1



290

0

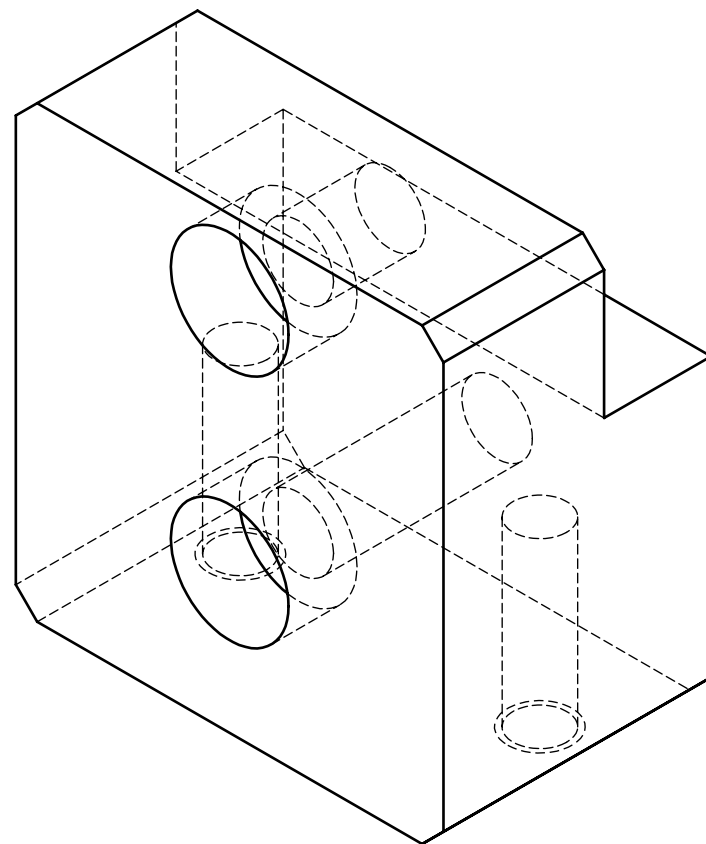
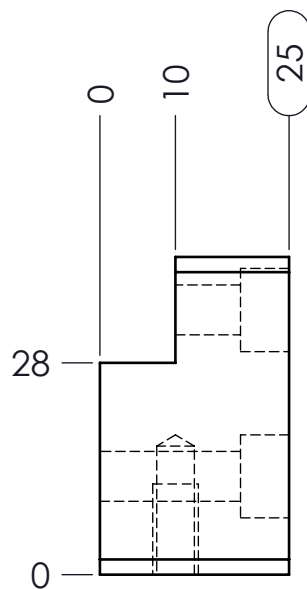
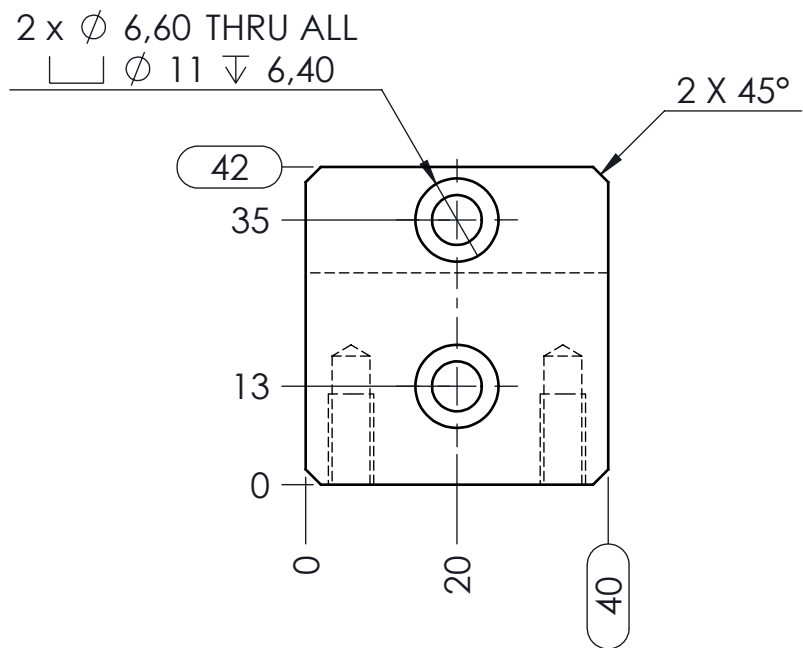
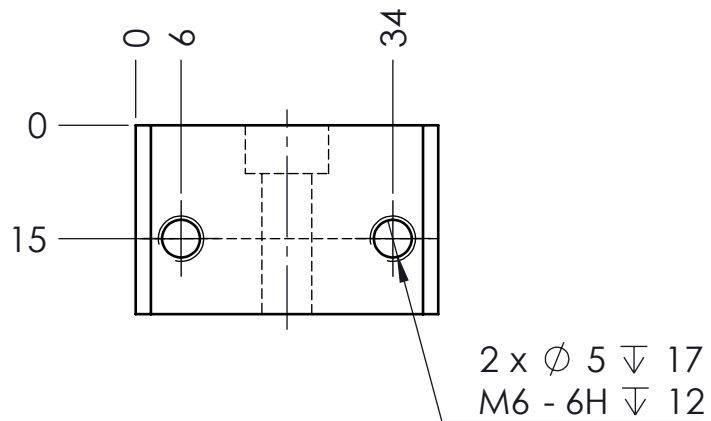
0

470

5

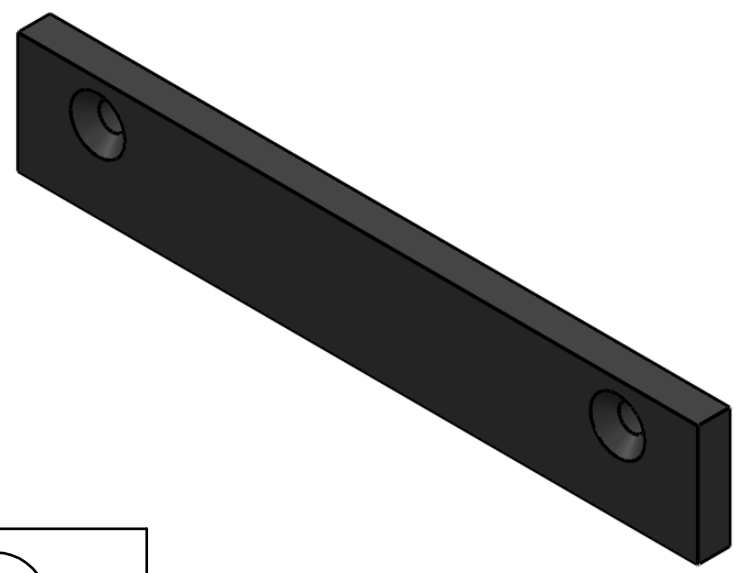
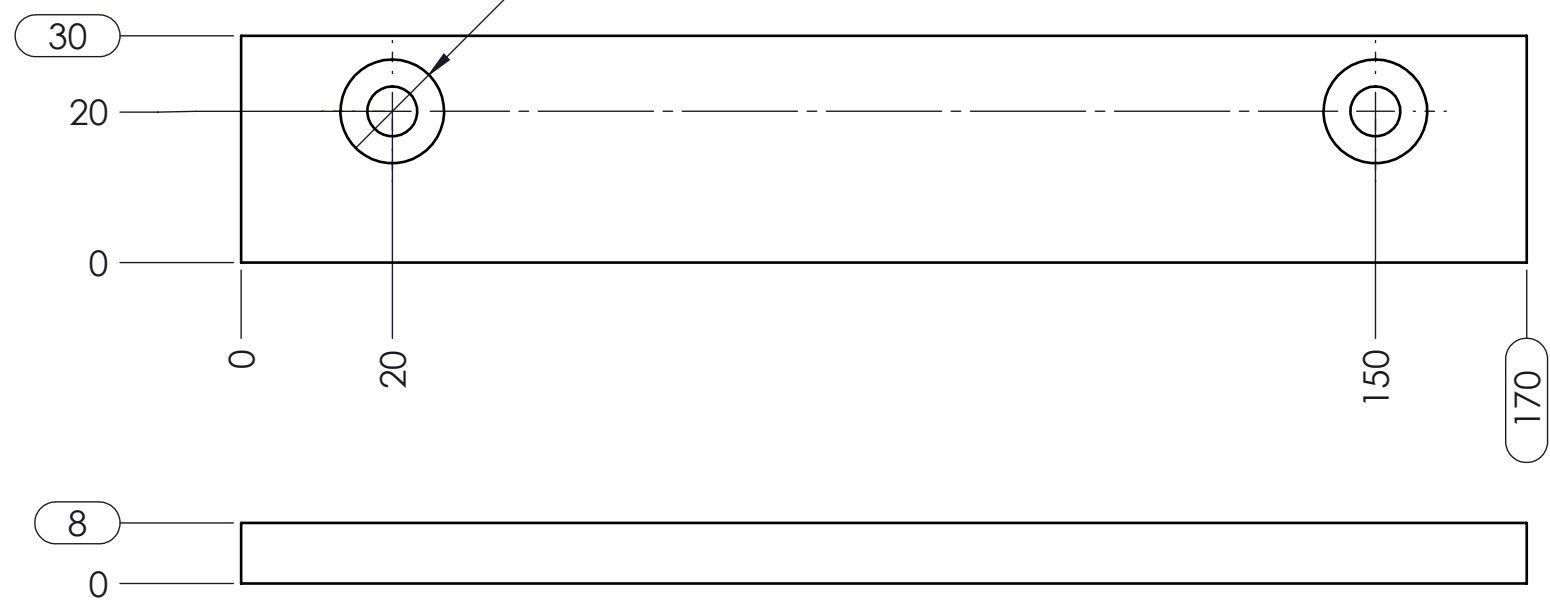
0

Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM							Dimen.	470 X 290 X 5	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Currulo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:4	R2	A4	ISEP-PE-P-001			
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-P-001							

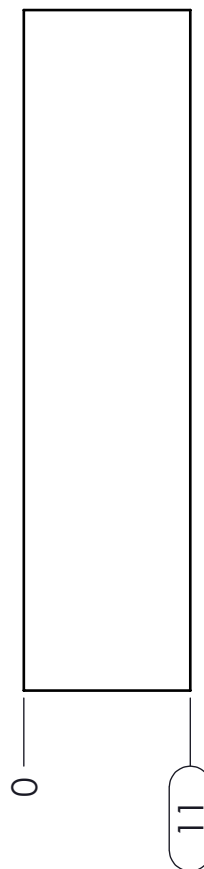
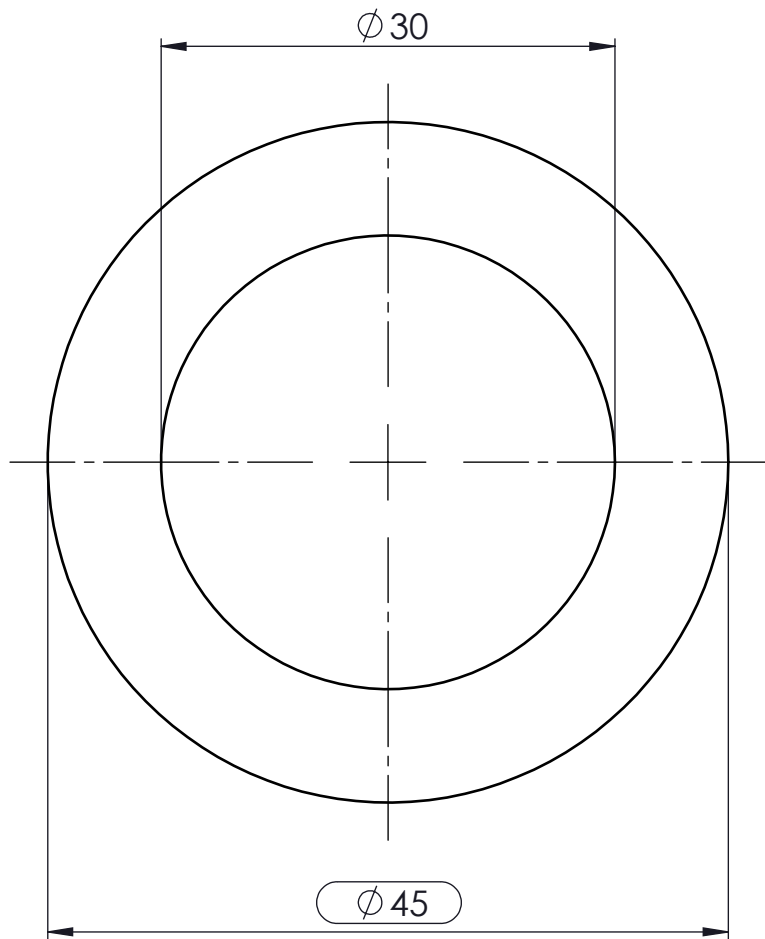


Corte		 ENC		WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 4
CAM								Dimen.	42 X 40 X 25	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça				Tratamento
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	WRK-CC-001				
C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-001										

2 x Ø 6,60 THRU ALL
✓ Ø 13,71 X 90°

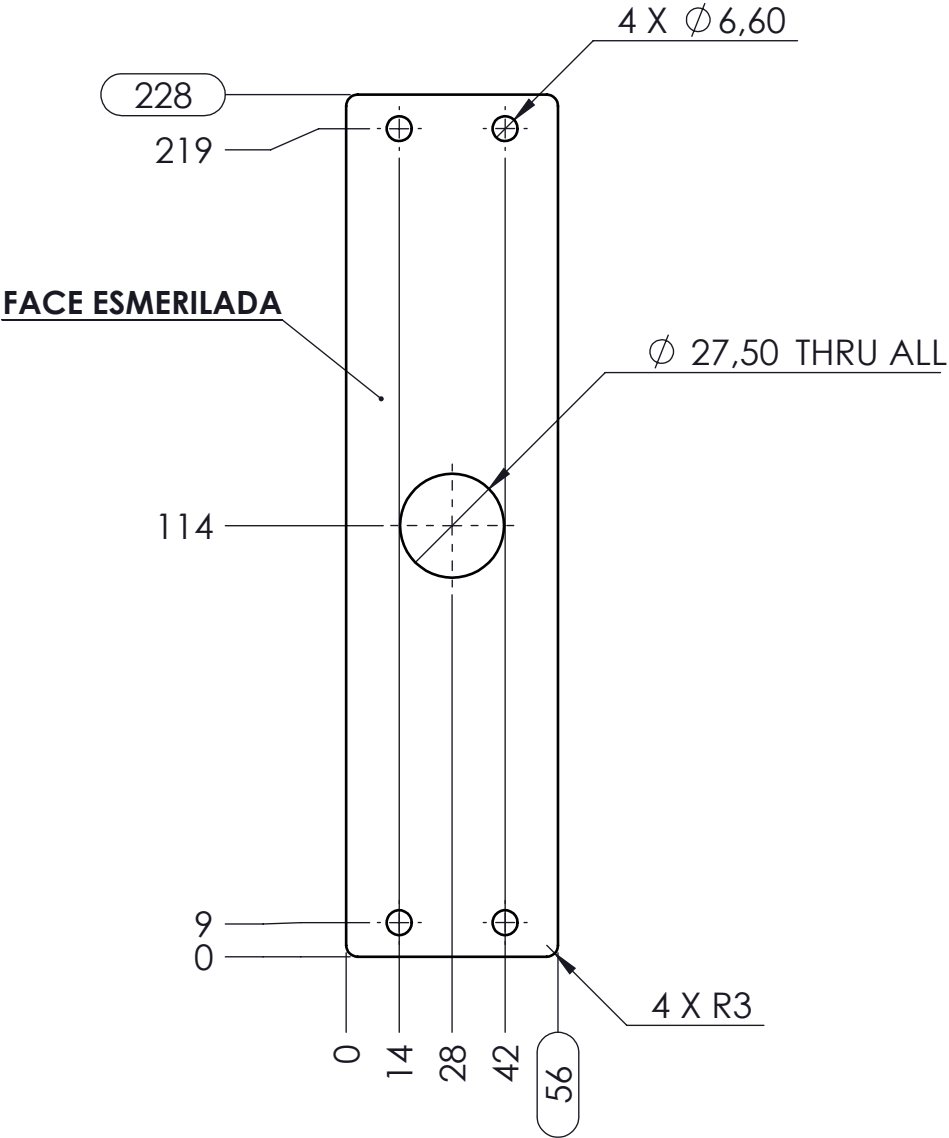
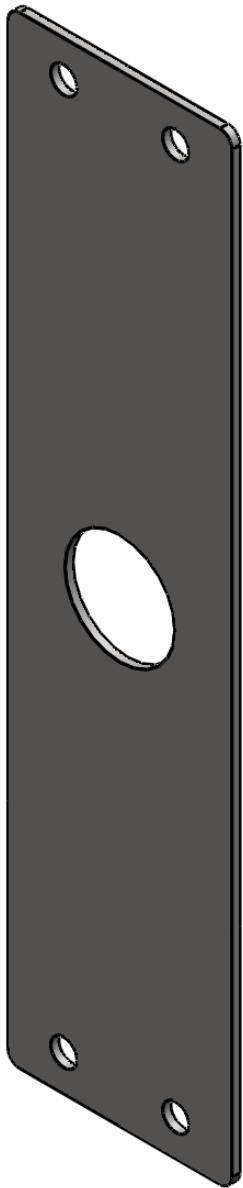


Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	TECAFORM AH black	Qua. 4
CAM							Dimen.	170 X 30 X 8	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça			Tratamento
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	WRK-CC-002			
C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-002									



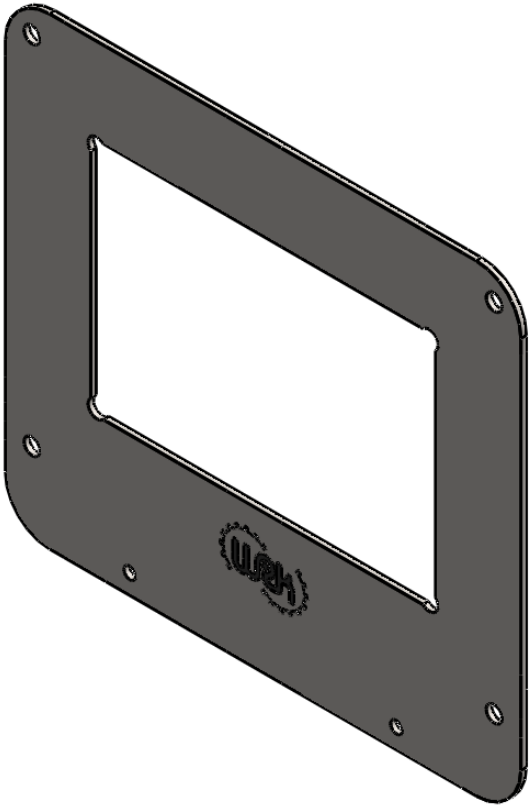
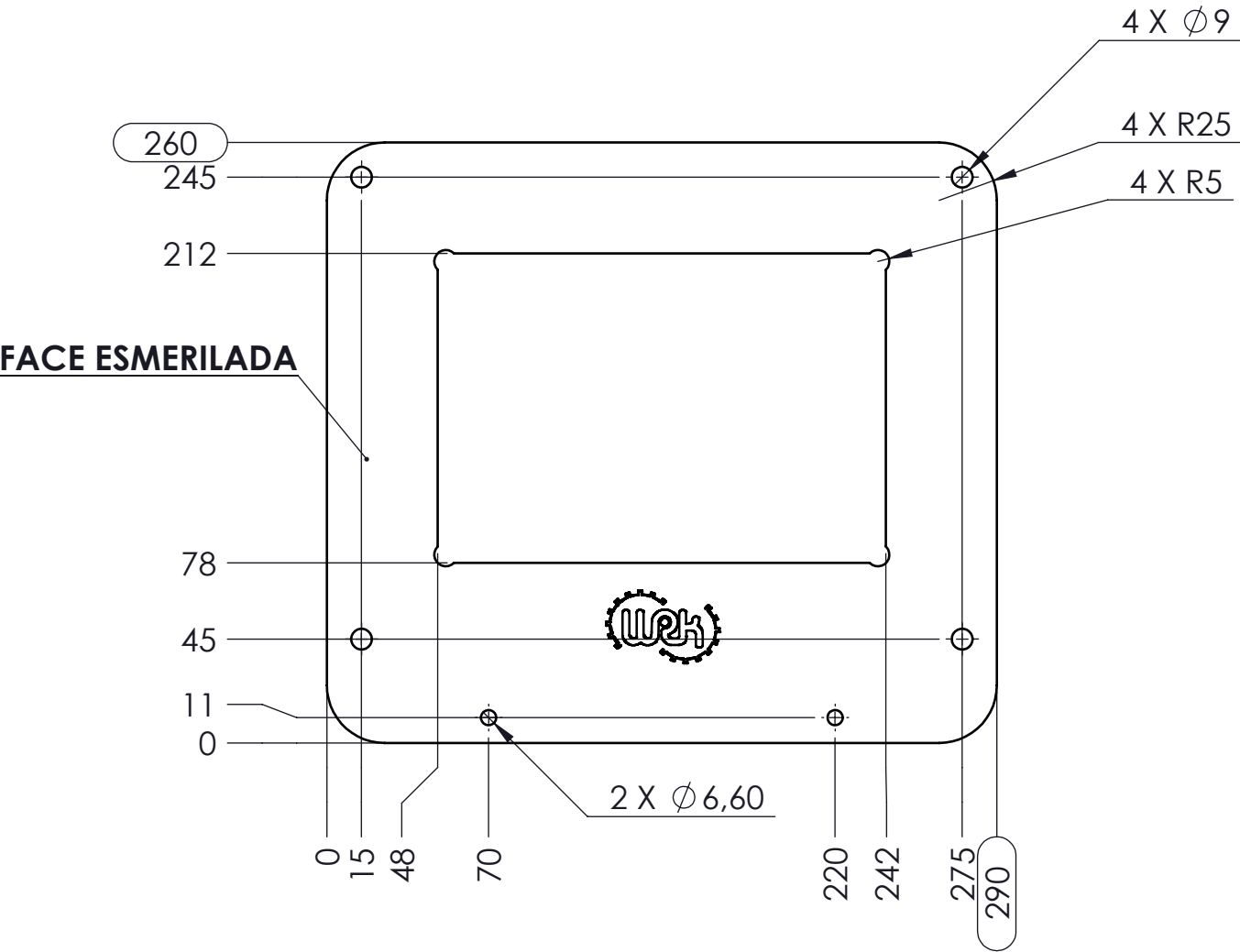
Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	TECAFORM AH black	Qua. 1
CAM							Dimen.	Ø45 X 11	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça			Tratamento
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	WRK-CC-003			
		C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-003							

MATERIAL: AISI 304
ESPESSURA: 2 mm
QUANTIDADE: 1Unid.

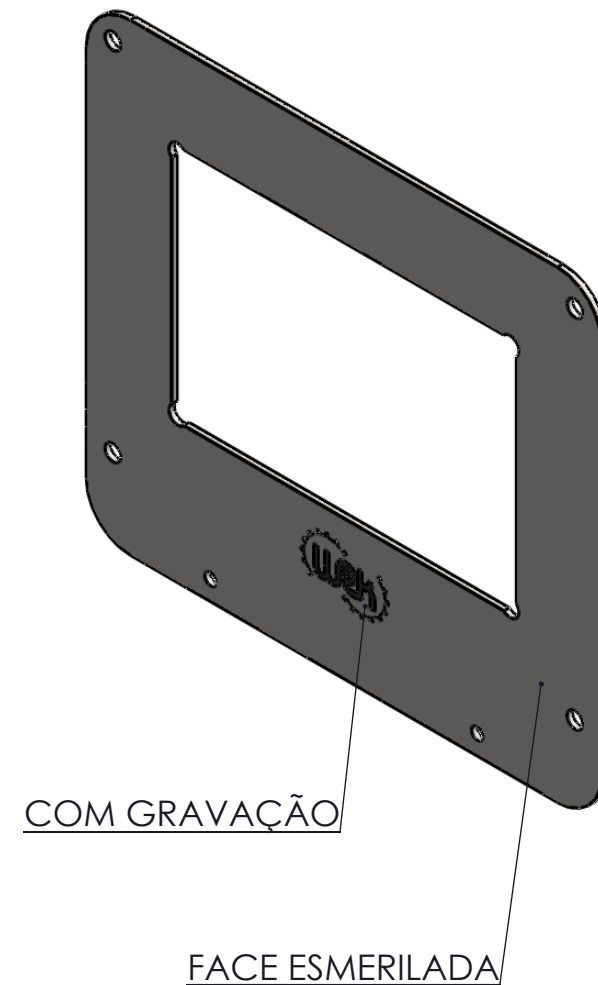
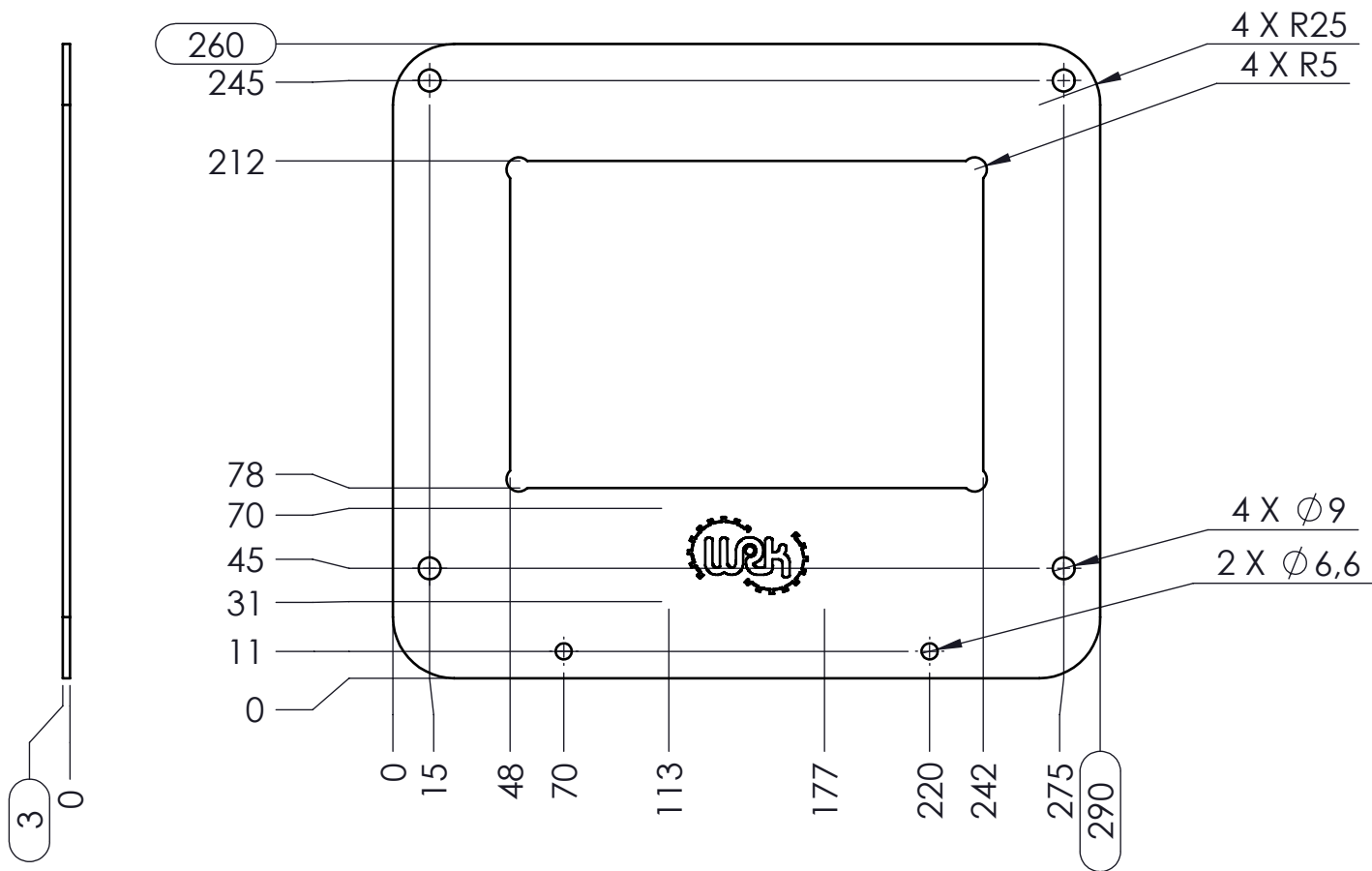


Corte				WRK I&D		ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)		Qtd.
CAM							Dimen.	228 X 56 X 2		1
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça				Tratamento
Insp. Final		IT10	5:1	R2	A4	WRK-CC-004 - CORTE				
C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-004 - CORTE										

MATERIAL: AISI 304
ESPESSURA: 3 mm
QUANTIDADE: 1 Unid.

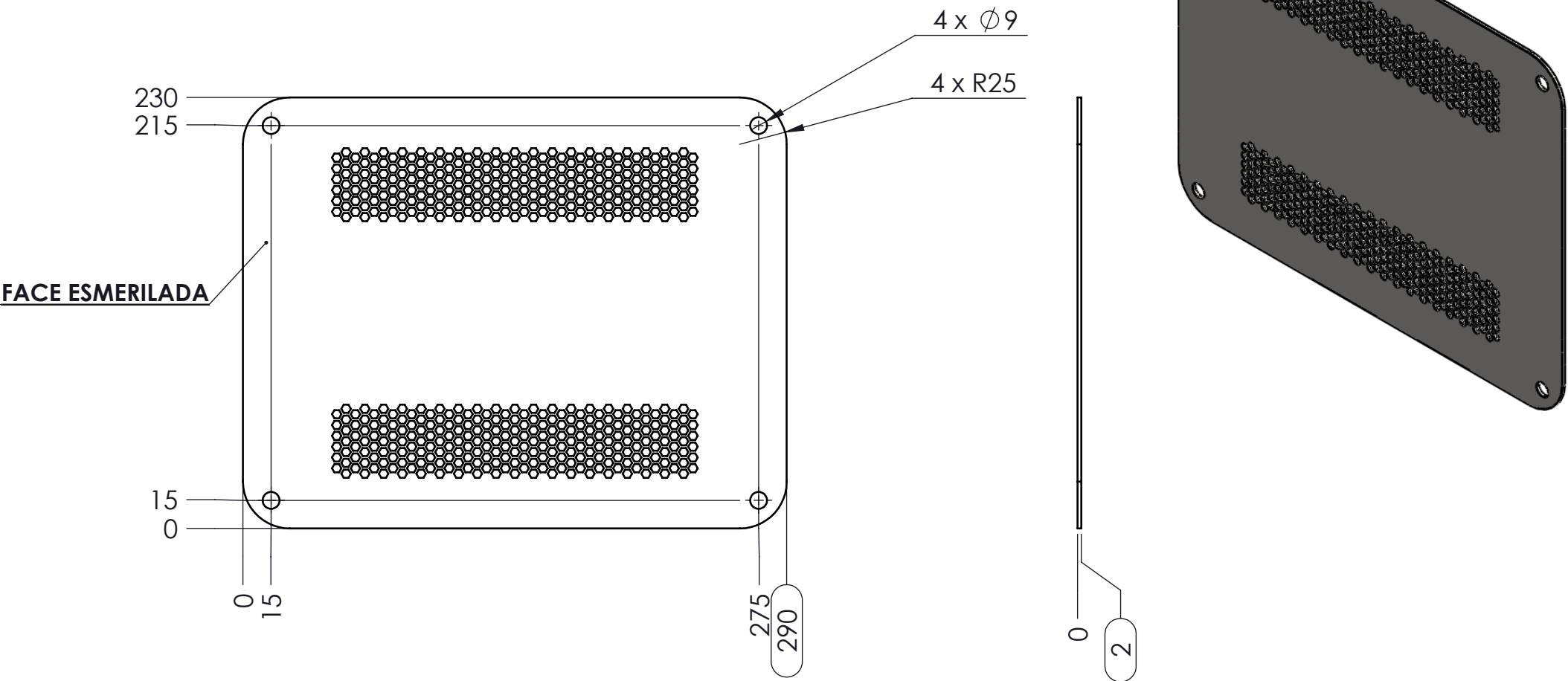


Corte			ENC		WRK I&D		ISEP		Material	1.4301 (X5CrNi18-10)		Qua. 1		
CAM									Dimen.	290 X 260 X 3				
Fresagem			Des.: 26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE							
Torno			Verif.:				Projeto Estágio							
Montagem			Aprov.:											
Insp. Final			Tol.		Escala		Acab.		Formato		Nome Peça		Tratamento	
			IT10		1:1		R2		A4		WRK-CC-005 - CORTE			
C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-005 - CORTE														



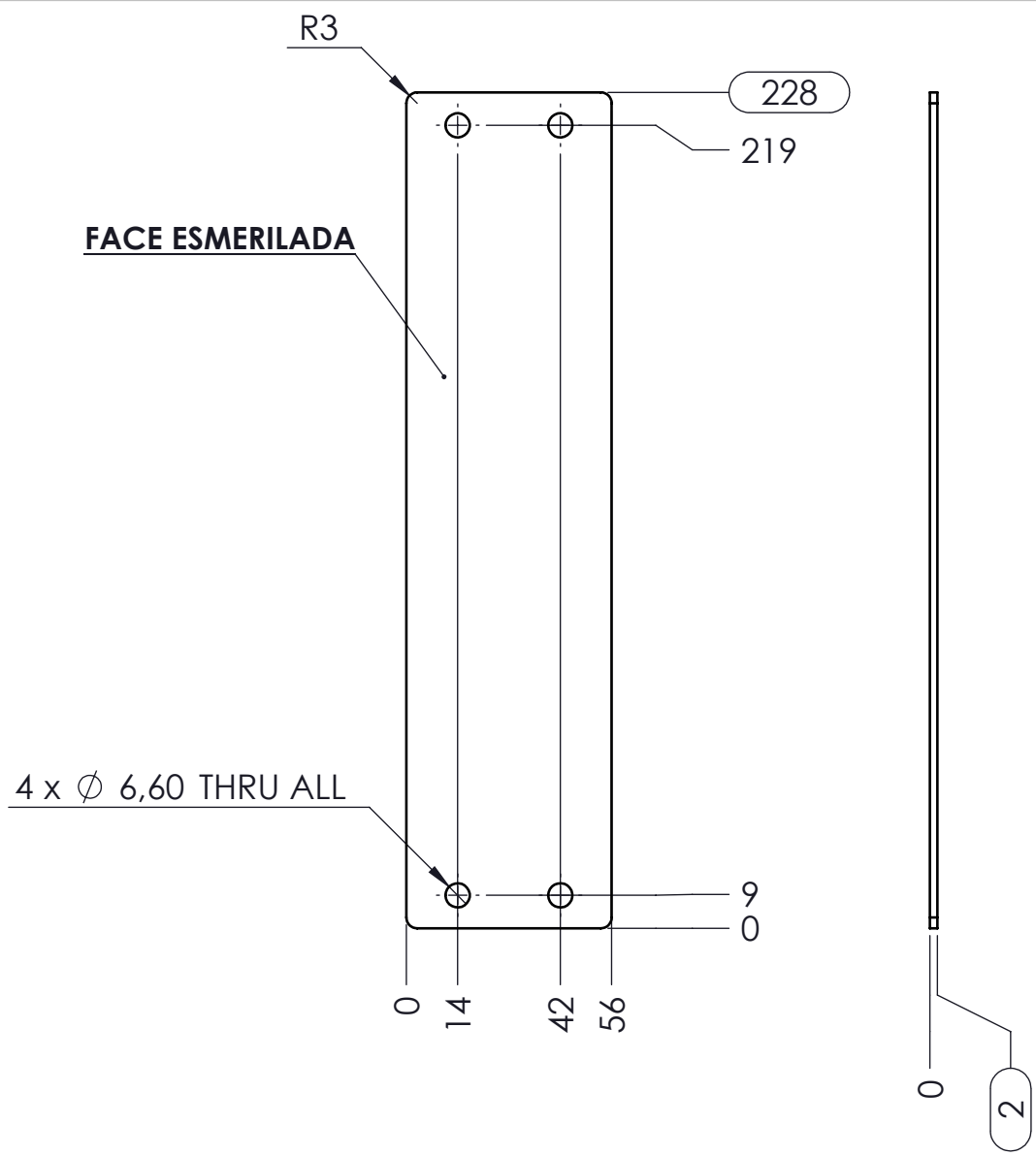
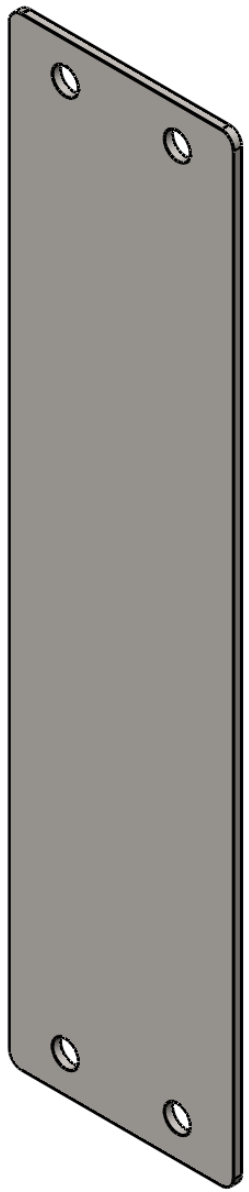
Corte		 ENC		WRK I&D		ISEP		Material	1.4301 (X5CrNi18-10)		Qua. 1
CAM								Dimen.	290 X 260 X 3		
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:									
		Aprov.:									
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:					Tratamento
Insp. Final		IT10	1:2	R2	A4	WRK-CC-005 - GRAVAÇÃO					

MATERIAL: AISI 304
ESPESSURA: 3 mm
QUANTIDADE: 1 Unid.

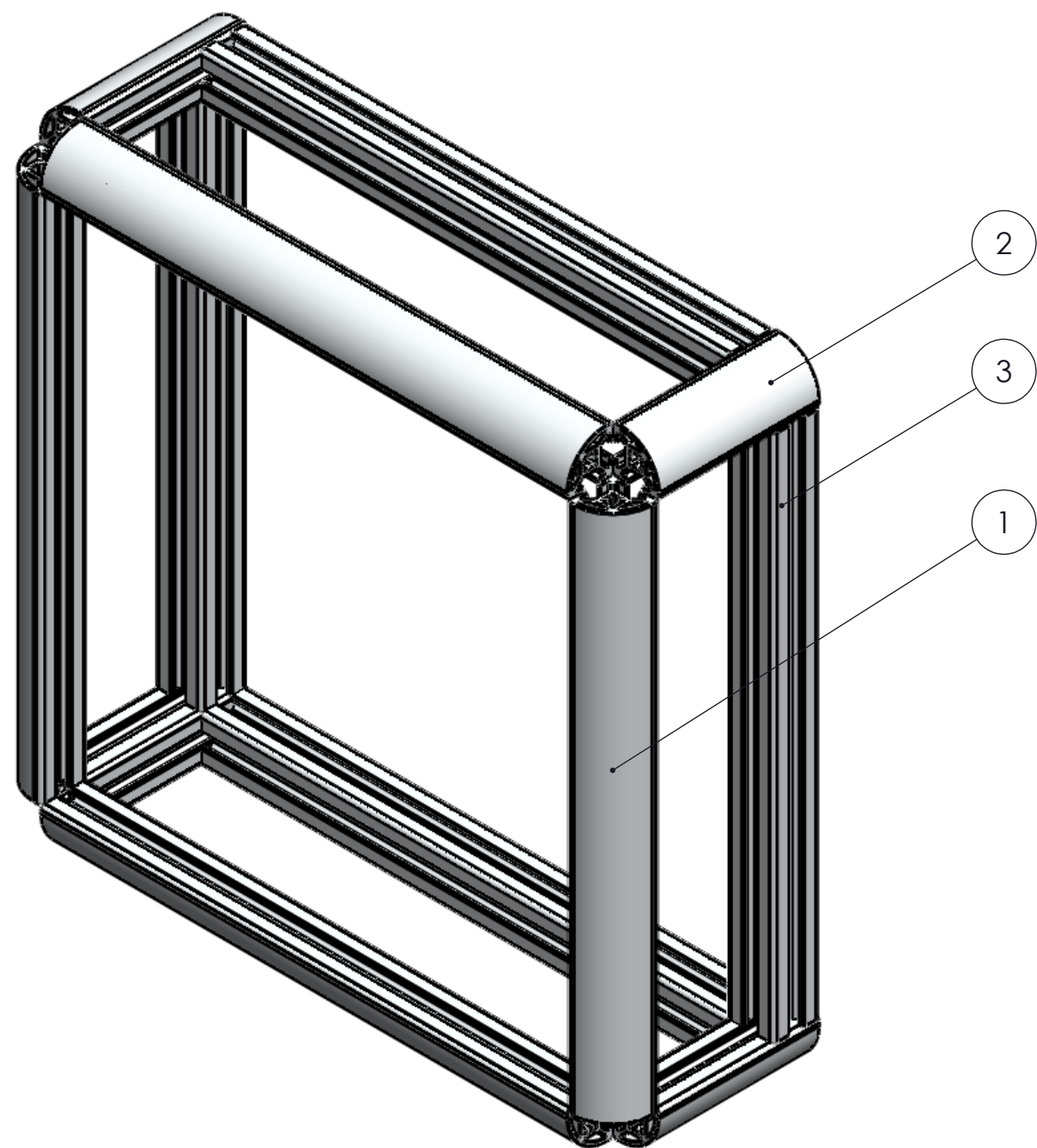


Corte			ENC		WRK I&D		ISEP		Material	1.4301 (X5CrNi18-10)		Qua.
CAM									Dimen.	290 X 230 X 3		1
Fresagem			Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE					
Torno			Verif.:				Projeto Estágio					
Montagem			Aprov.:									
Insp. Final			Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça					Tratamento
			IT10	1:1	R2	A4	WRK-CC-006 - CORTE					-
			C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-006 - CORTE									

MATERIAL: AISI 304
ESPESSURA: 2 mm
QUANTIDADE: 1 Unid.

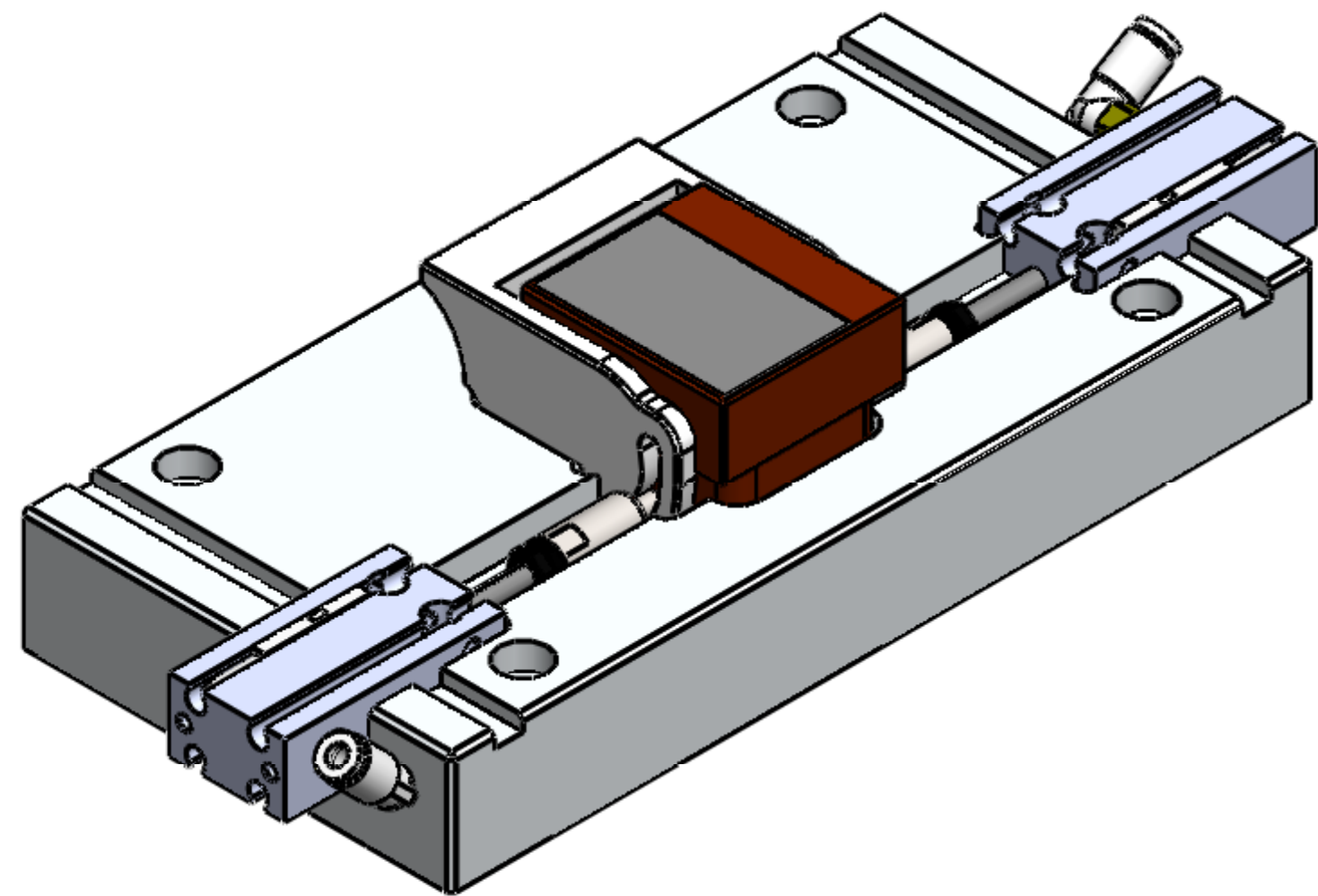
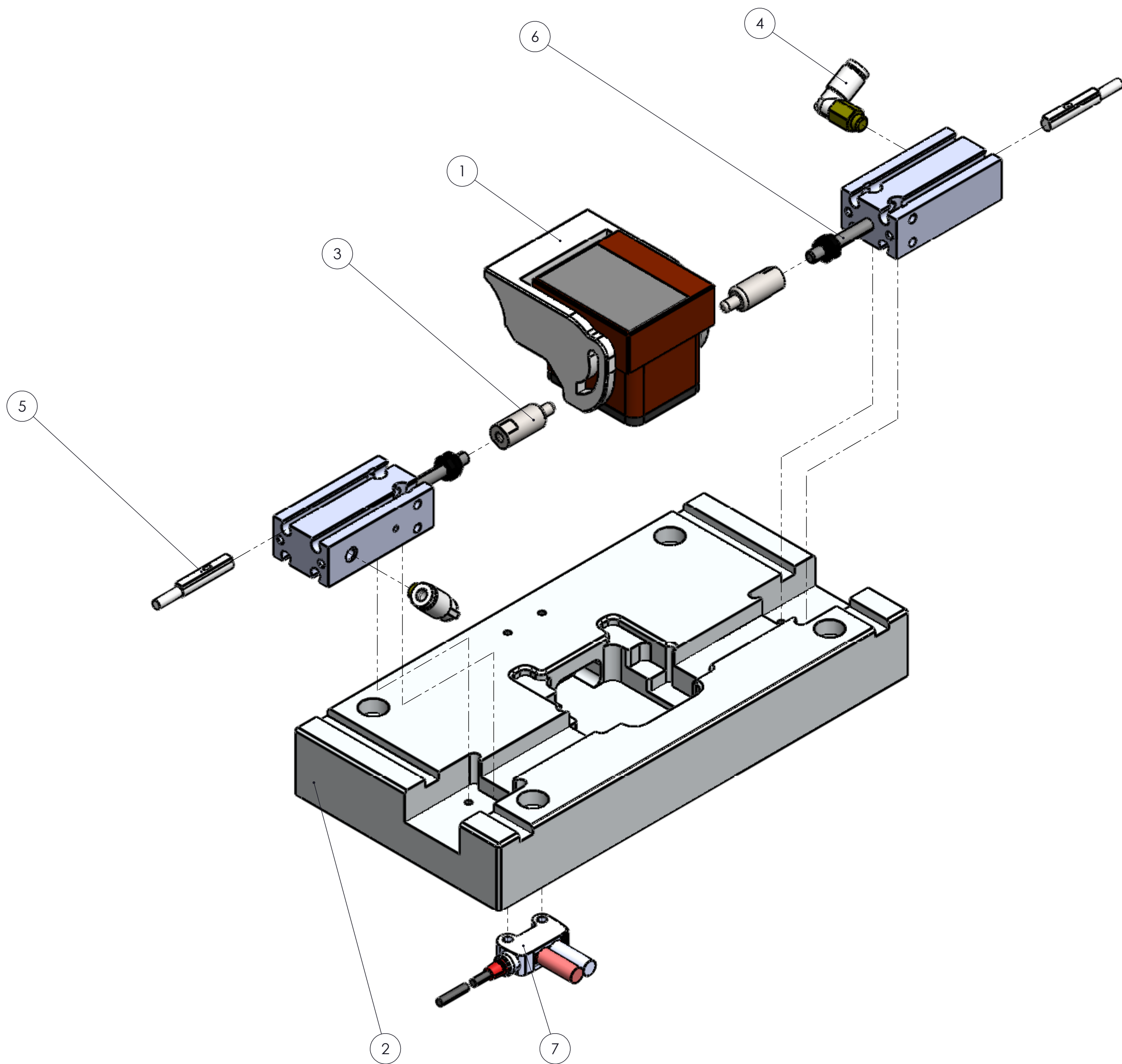


Corte		 ENC. WRK I&D				ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qtd.	1
CAM							Dimen.	228 X 56 X 2		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça				Tratamento
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	WRK-CC-007 - CORTE				
C:\ISEP\ISEP-PE\WRK-CC-007 - CORTE										

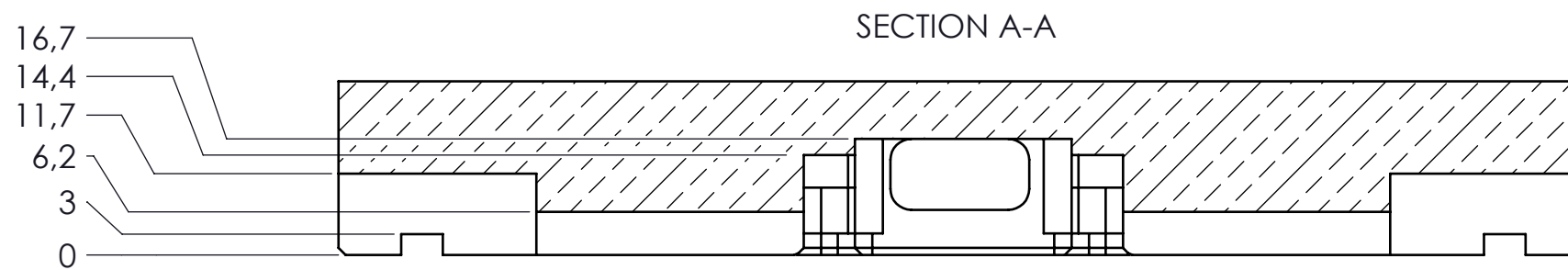


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Perfil Alumínio 20 x 20R - 3842-992-890 (230 mm)	4
2	Perfil Alumínio 20 x 20R - 3842-992-890 (70 mm)	4
3	Perfil Alumínio 20 x 20 - 3842-992-888 (230 mm)	4

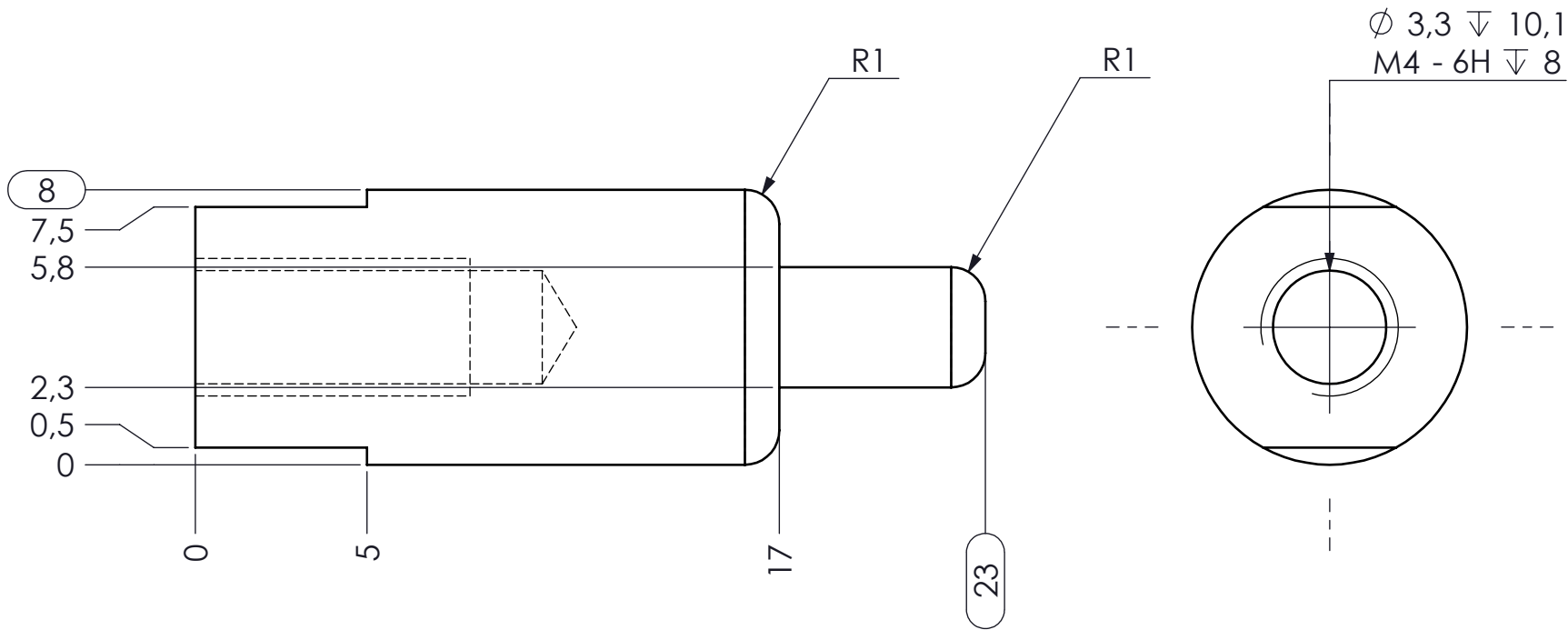
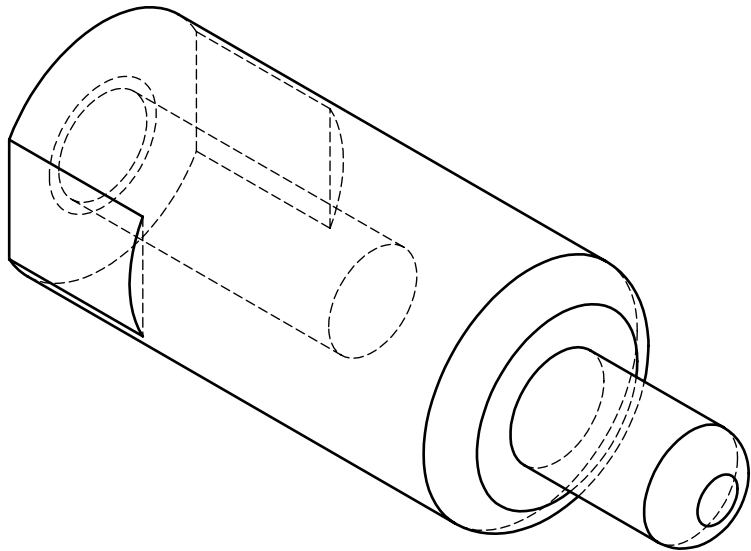
		ENC. WRK I&D	ISEP	ISEP-PE Projeto Estágio	1
		Escala 1:2			
Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	Nome Conjunto		
Mont.:		WRK-CC-PA-001			
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\PERFIL DE ALUMÍNIO\WRK-CC-PA-001					



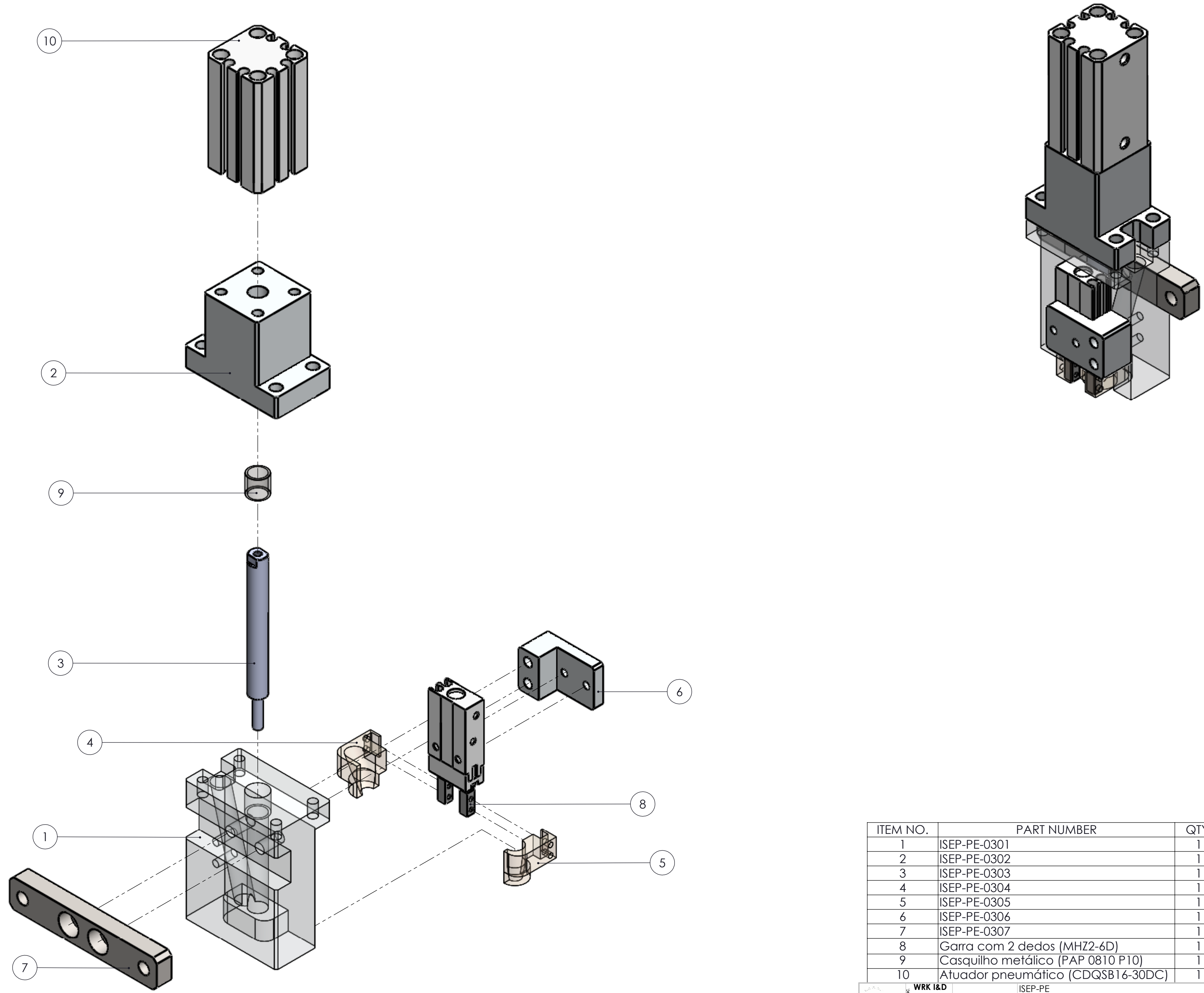
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Conetor X	1
2	ISEP-PE-0201	1
3	ISEP-PE-0202	2
4	Conetor angular (KQ2L04-M5A)	2
5	Detetor magnético (D-M9PL)	2
6	Cilindro de uma haste e ação simples (CU10-10S)	2
7	Sensor fotoelétrico (PR-MB15P3)	1



segunda-feira, 28 de março de 2022 11:59:57

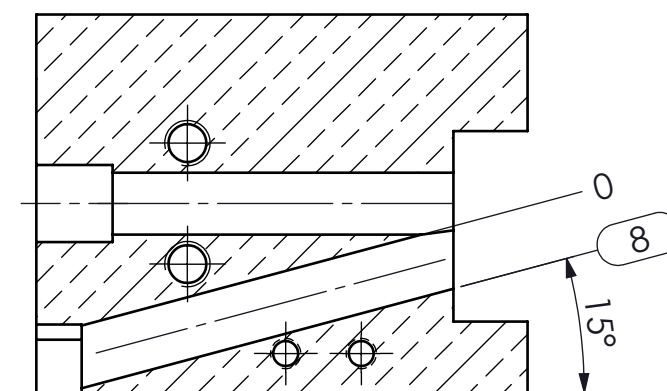
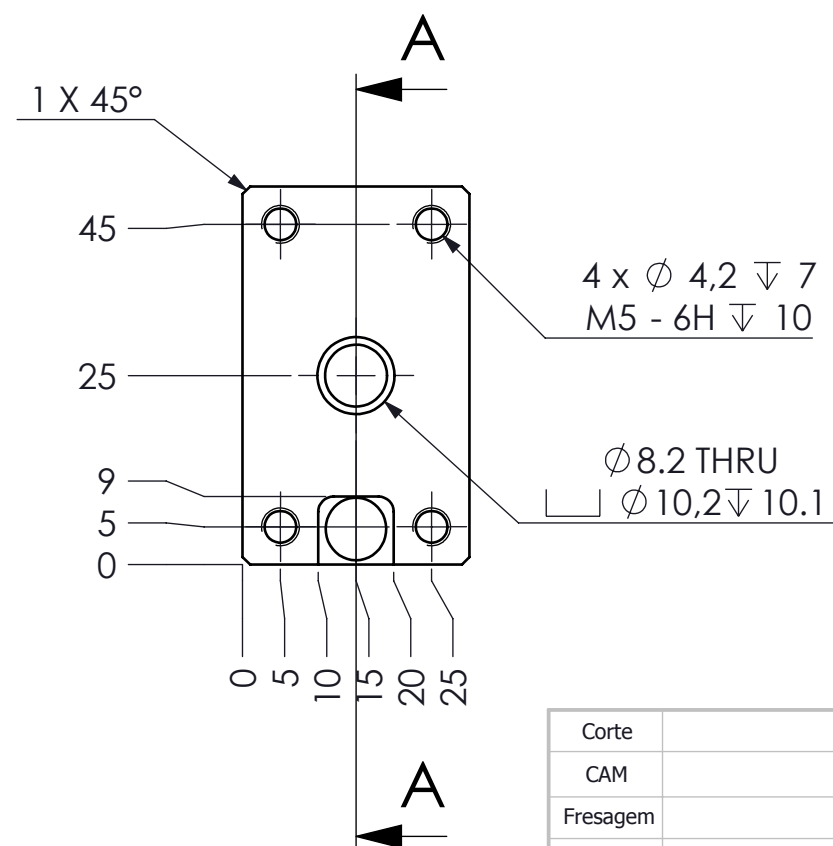
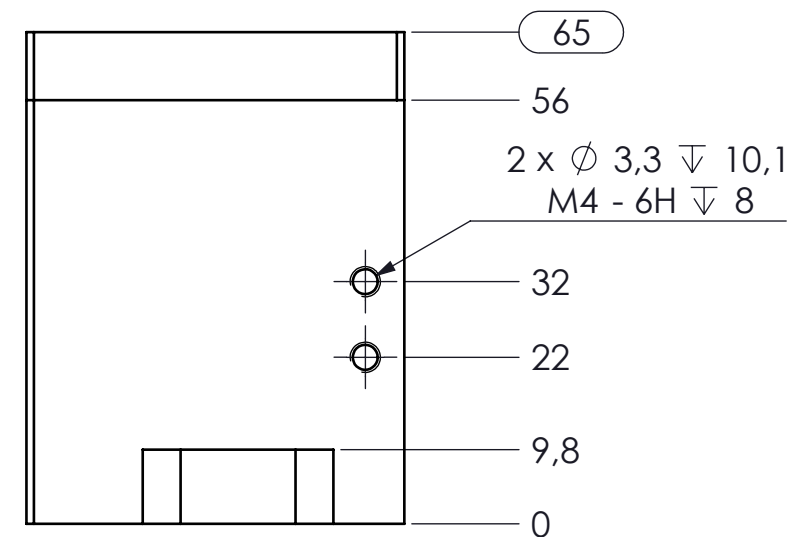
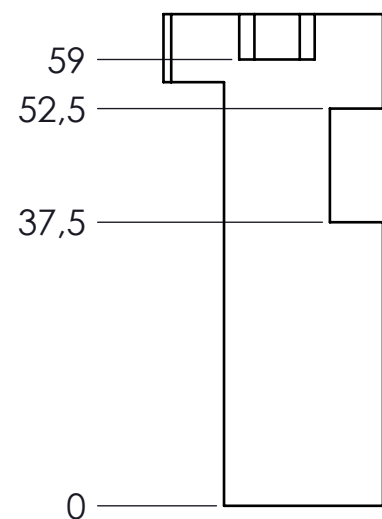
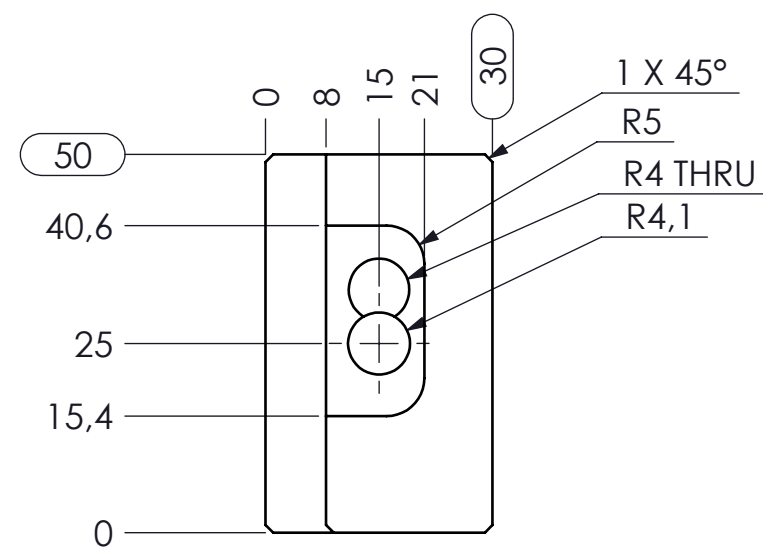
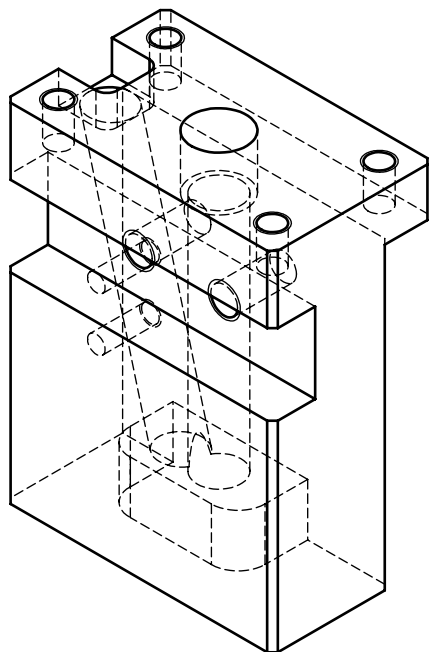


Corte				ENC	WRK I&D	ISEP		Material	1.4301 (X5CrNi18-10)		Qua.
CAM								Dimen.	Ø8 X 23		2
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE					
Torno		Verif.:				Projeto Estágio					
		Aprov.:									
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça					Tratamento
Insp. Final		IT10	5:1	R2	A3	ISEP-PE-0202					
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0202											



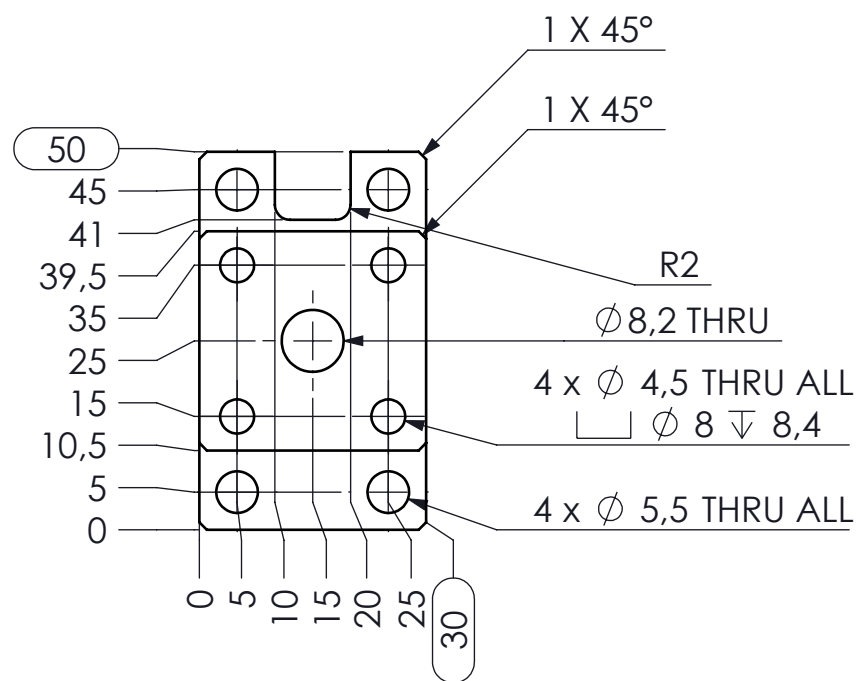
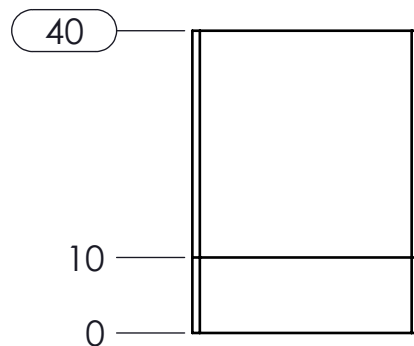
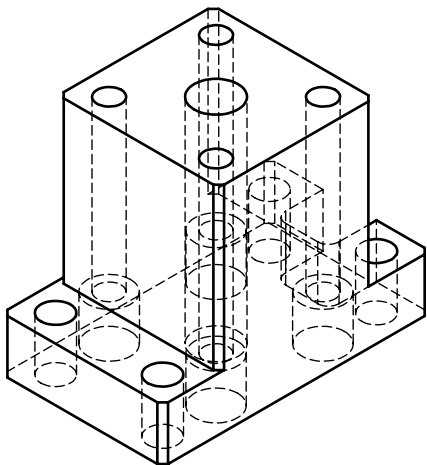
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-0301	1
2	ISEP-PE-0302	1
3	ISEP-PE-0303	1
4	ISEP-PE-0304	1
5	ISEP-PE-0305	1
6	ISEP-PE-0306	1
7	ISEP-PE-0307	1
8	Garra com 2 dedos (MHZ2-6D)	1
9	Casquilho metálico (PAP 0810 P10)	1
10	Atuador pneumático (CDQSB16-30DC)	1

	WRK I&D	ISEP	ISEP-PE		1
			Projeto Estágio		
			Nome Conjunto		
			ISEP-PE-0300		
			C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0300		
Des.:	26-04-2022	Escala	Formato		
Mont.:		1:1	A2		

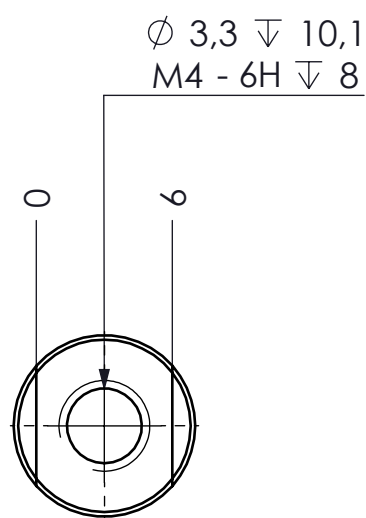
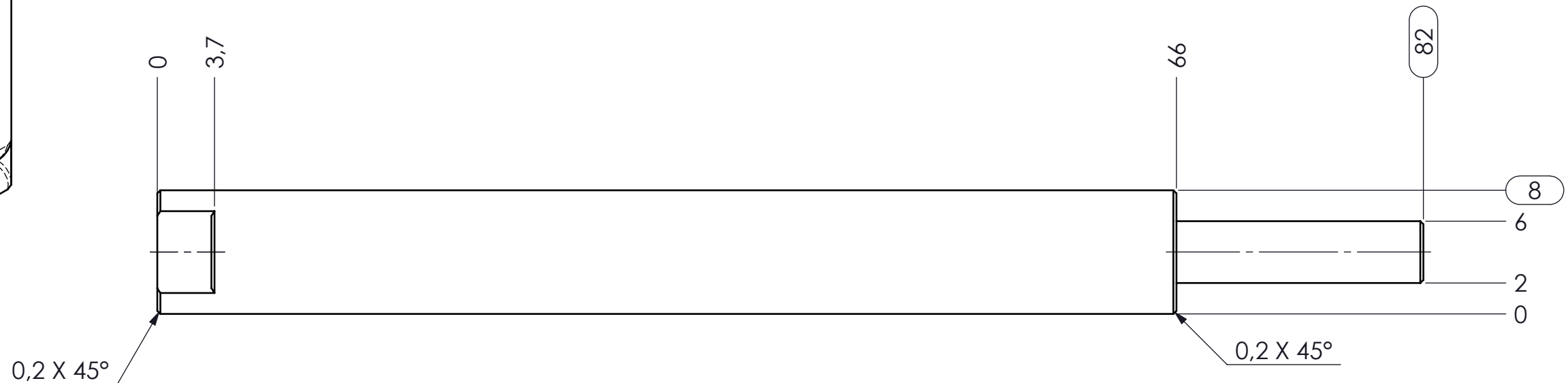


SECTION A-A

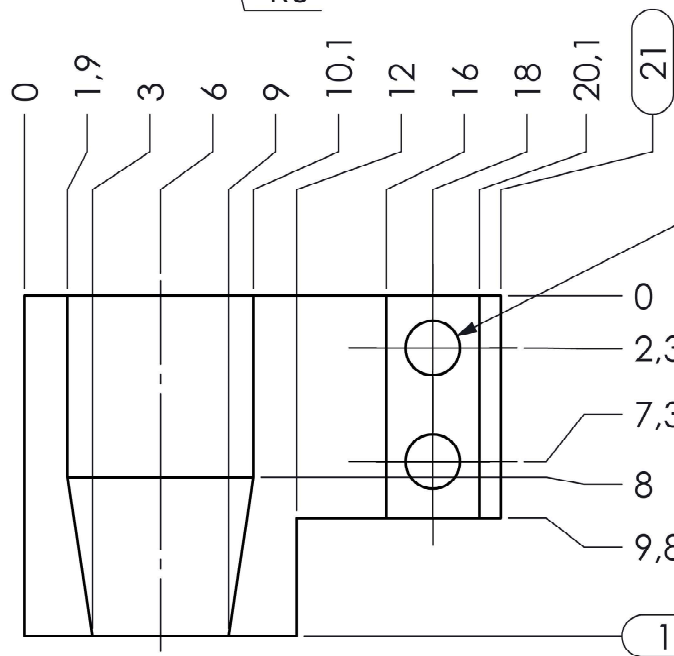
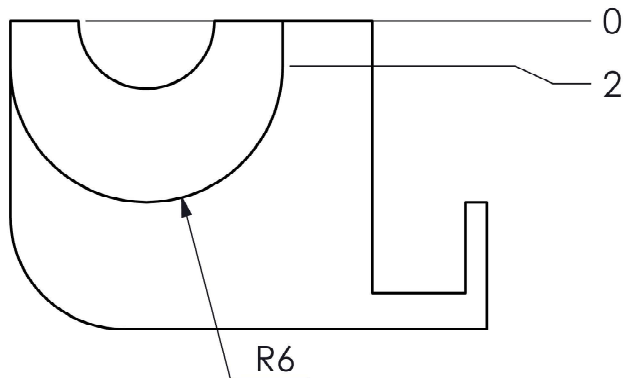
Corte			ENC. WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM						Dimen.	65 X 50 X 30	
Fresagem	Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno	Verif.:							
	Aprov.:							
Montagem	Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça	Tratamento		
Insp. Final	IT10	1:1	R2	A3	ISEP-PE-0301			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0301								



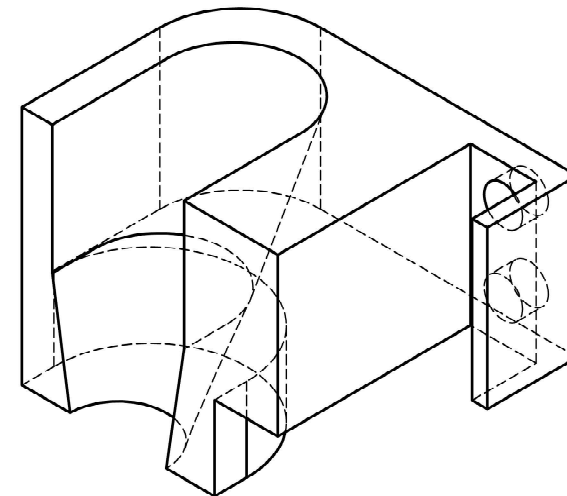
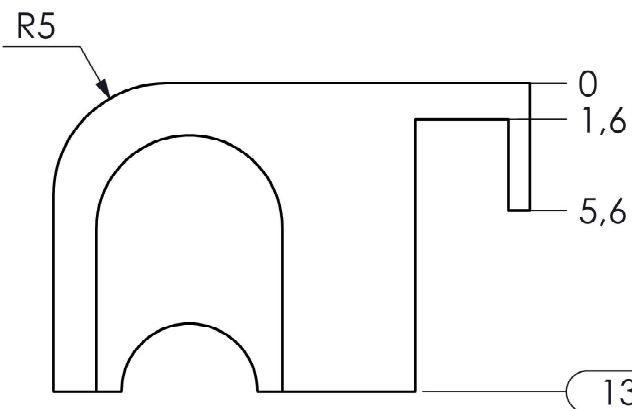
Corte				ENC		WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM										Dimen.	50 X 40 X 30		
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:											
		Aprov.:											
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:						Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0302							
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0302													



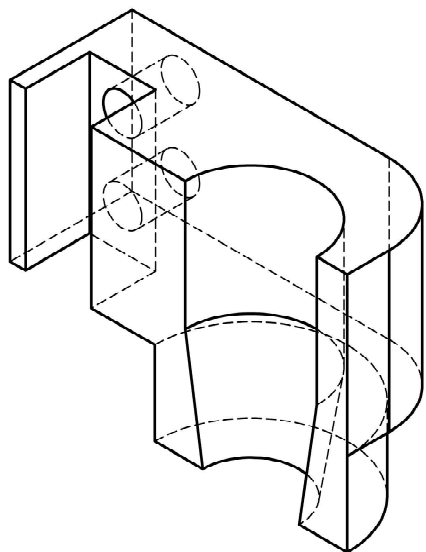
Corte			ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qua. 1
CAM						Dimen.	Ø8 X 82	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio			
		Verif.:						
Torno		Aprov.:						
Montagem		Tol.	Escala	Acab.	Formato	Nome Peça		Tratamento
Insp. Final		IT10	3:1	R2	A3	ISEP-PE-0303		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0303								



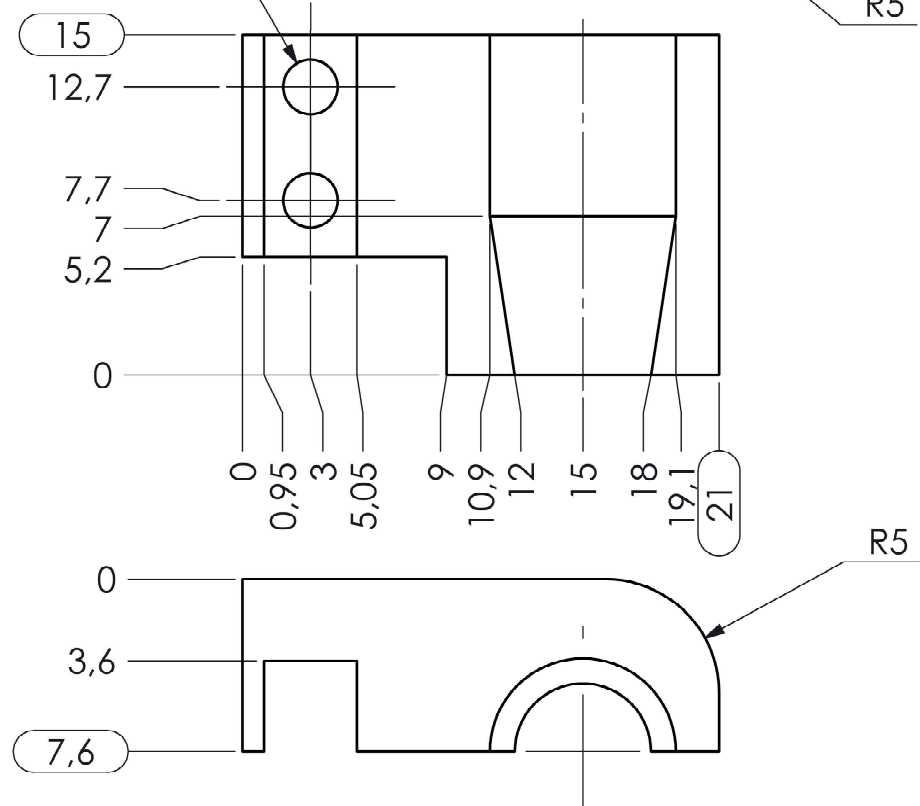
2 x Ø 2,4 THRU ALL



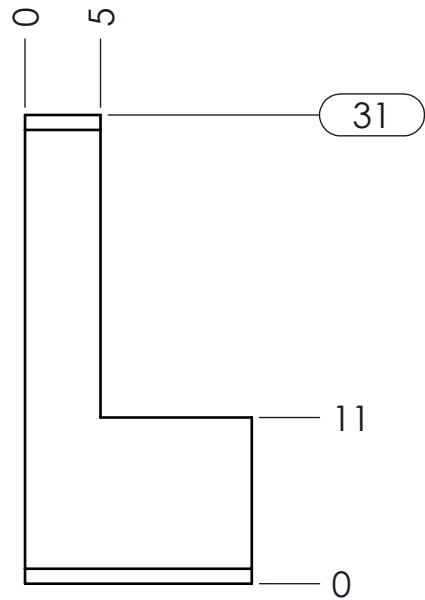
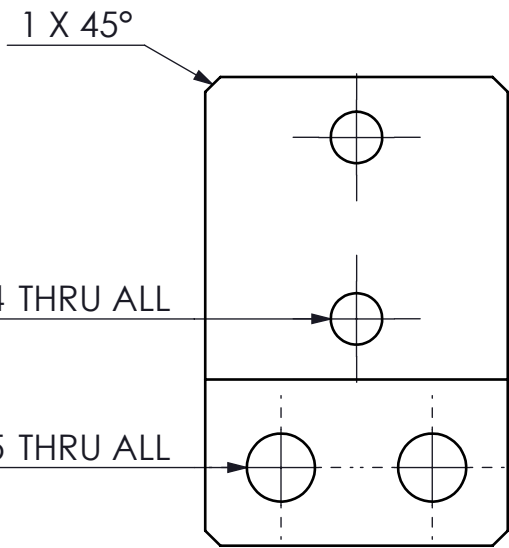
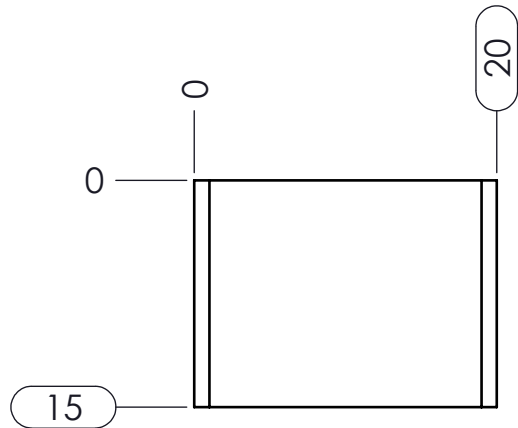
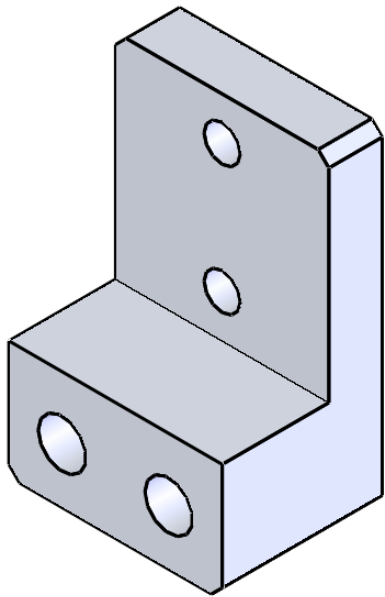
Corte		 WRK I&D		ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua. 1
CAM					Dimen.	21 X 15 X 13.6	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio		
Torno		Verif.:					
		Aprov.:					
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento
Insp. Final		IT10	3:1	R2	A4	ISEP-PE-0304	
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0304					



2 x Ø 2,4 THRU ALL



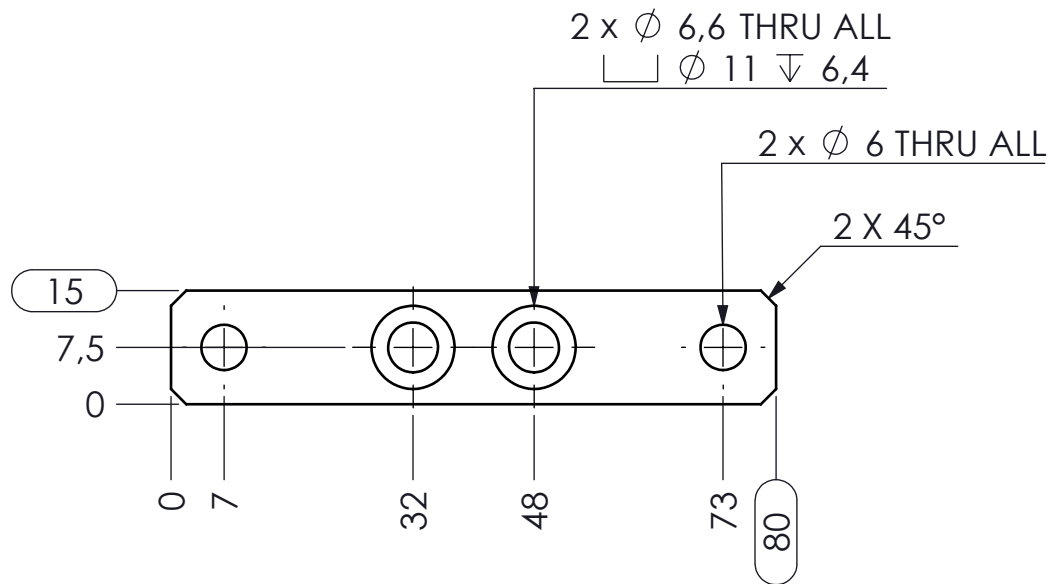
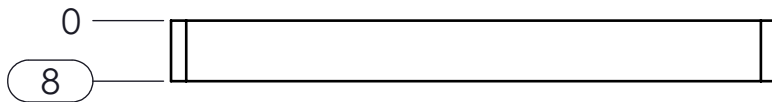
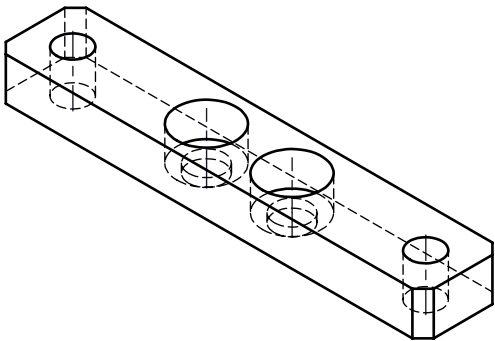
Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua. 1
CAM							Dimen.	21 X 15 X 7.6	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	3:1	R2	A4	ISEP-PE-0305			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0305									



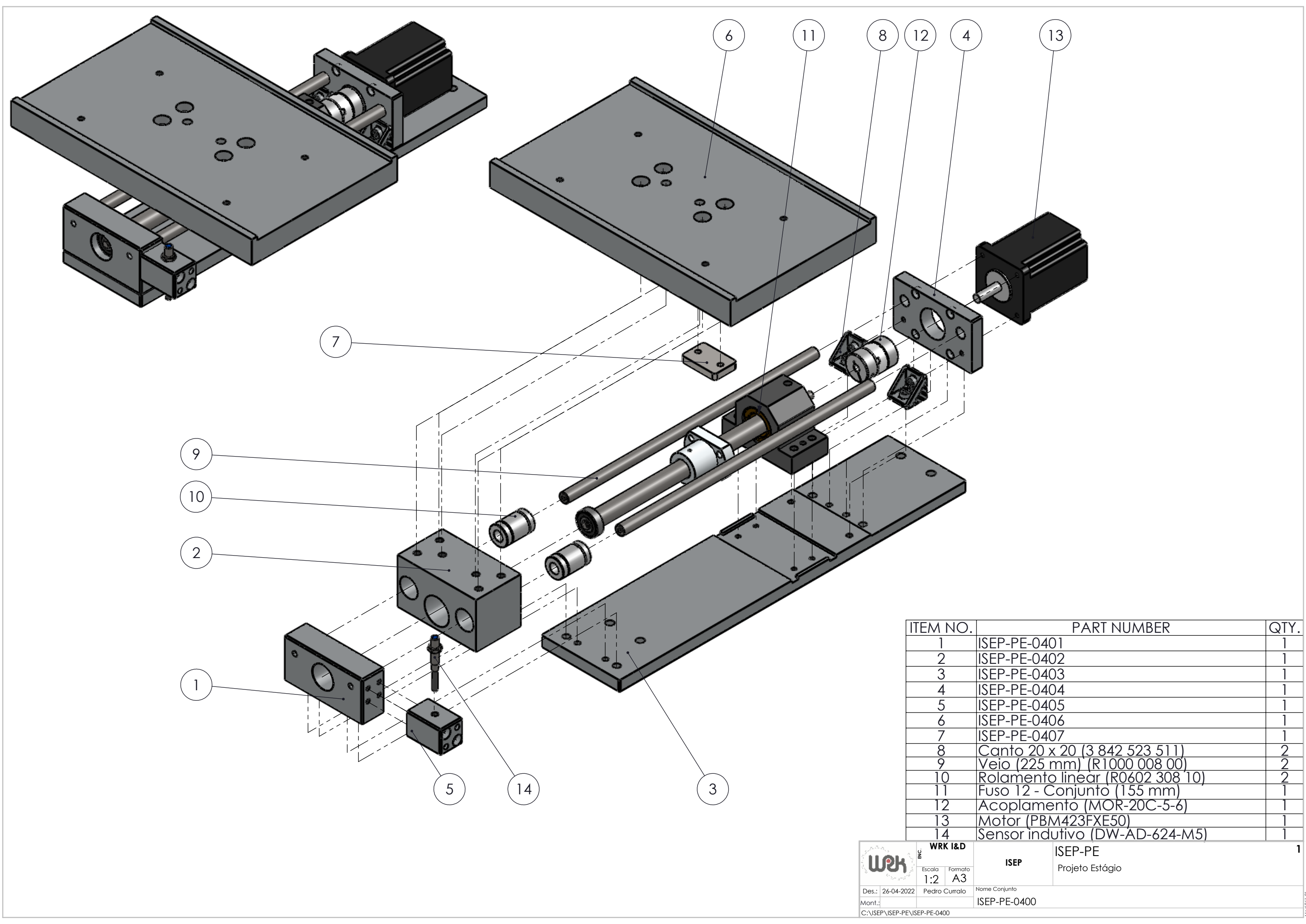
2 x $\varnothing$ 3,4 THRU ALL

2 x $\varnothing$ 4,5 THRU ALL

Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM							Dimen.	31 X 20 X 15	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0306			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0306									



Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qua. 1
CAM							Dimen.	80 X 15 X 8	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0307			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0307									



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-0401	1
2	ISEP-PE-0402	1
3	ISEP-PE-0403	1
4	ISEP-PE-0404	1
5	ISEP-PE-0405	1
6	ISEP-PE-0406	1
7	ISEP-PE-0407	1
8	Canto 20 x 20 (3 842 523 511)	2
9	Veio (225 mm) (R1000 008 00)	2
10	Rolamento linear (R0602 308 10)	2
11	Fuso 12 - Conjunto (155 mm)	1
12	Acoplamento (MOR-20C-5-6)	1
13	Motor (PBM423FXE50)	1
14	Sensor indutivo (DW-AD-624-M5)	1



ENC.

WRK I&D

Des.: 26-04-2022

Mont.: Pedro Curralo

Escala 1:2

Formato A3

Nome Conjunto

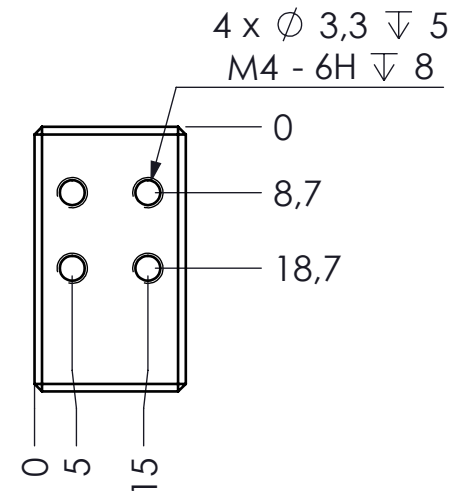
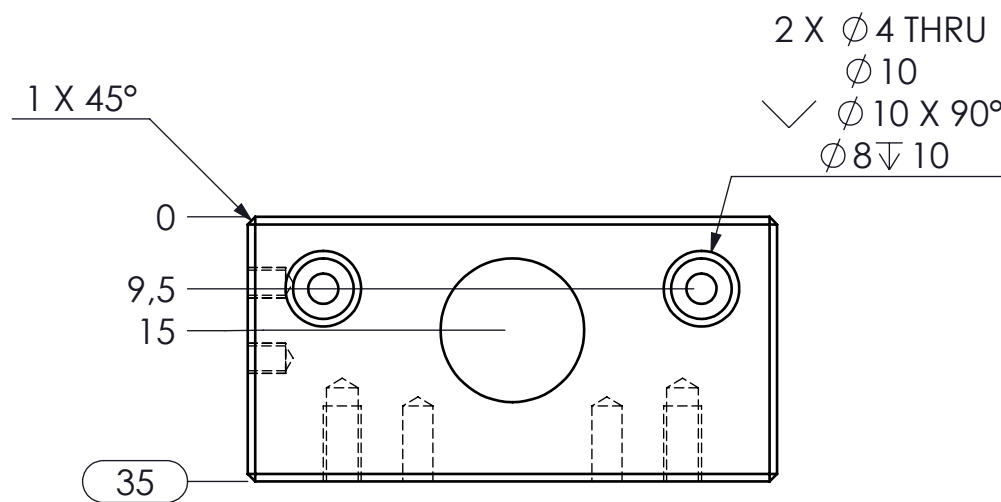
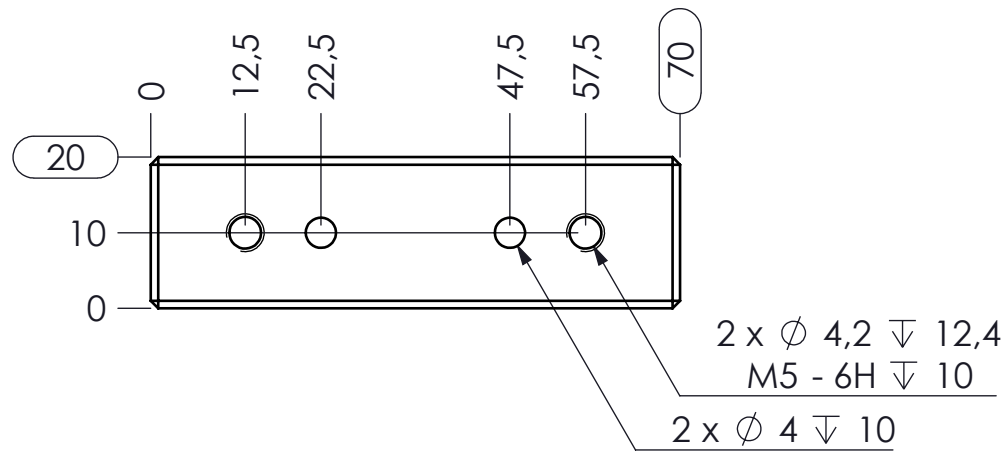
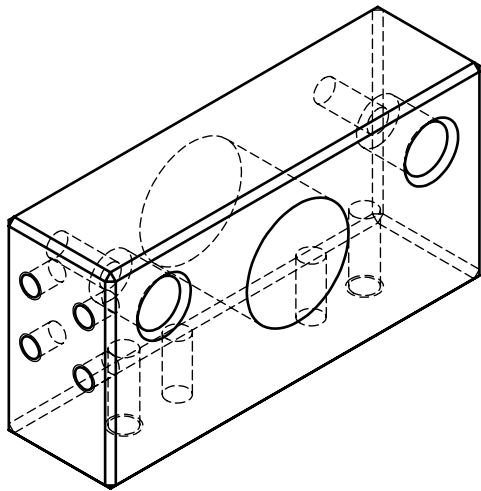
ISEP-PE-0400

ISEP

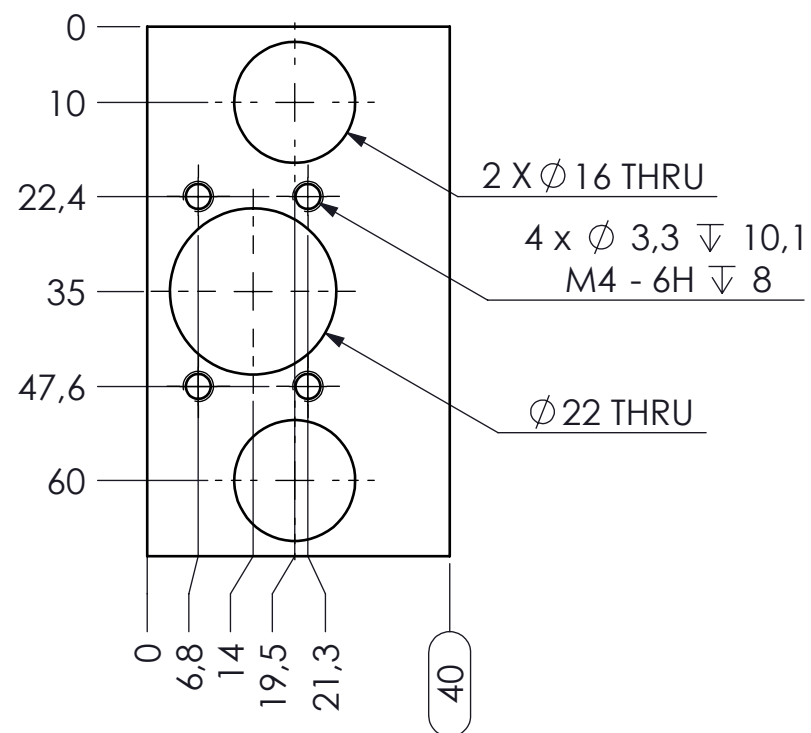
ISEP-PE

Projeto Estágio

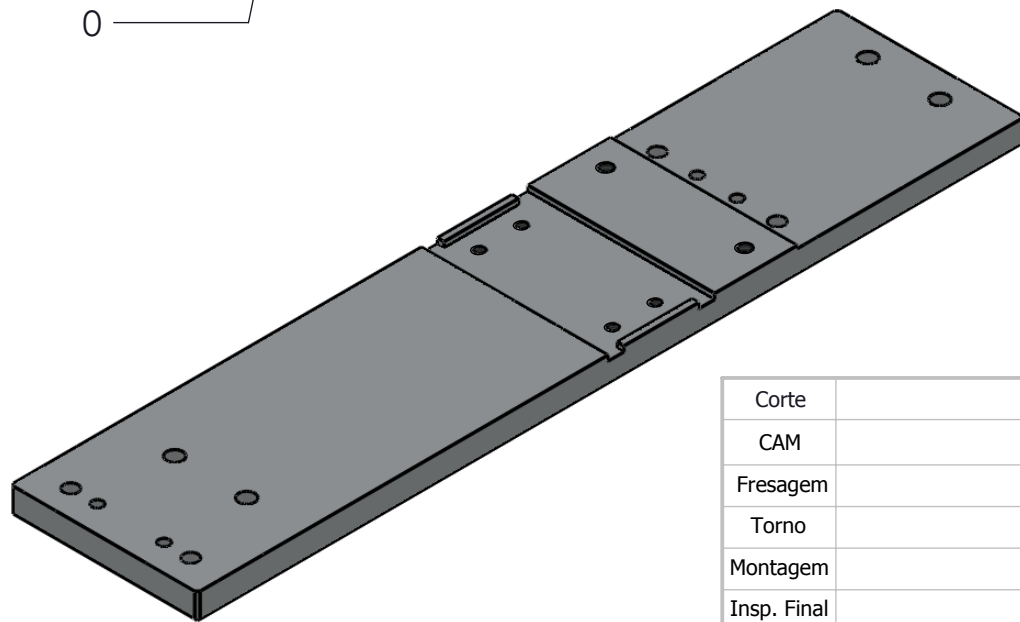
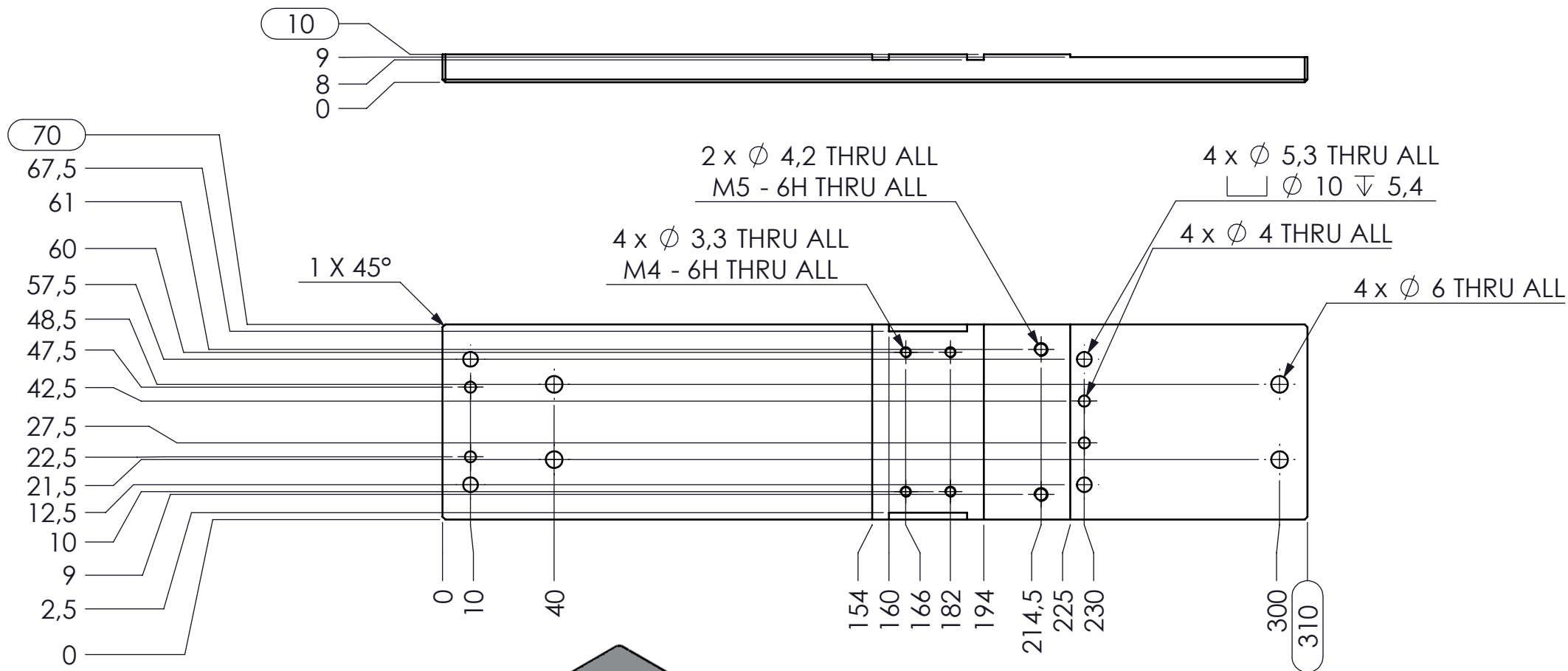
1



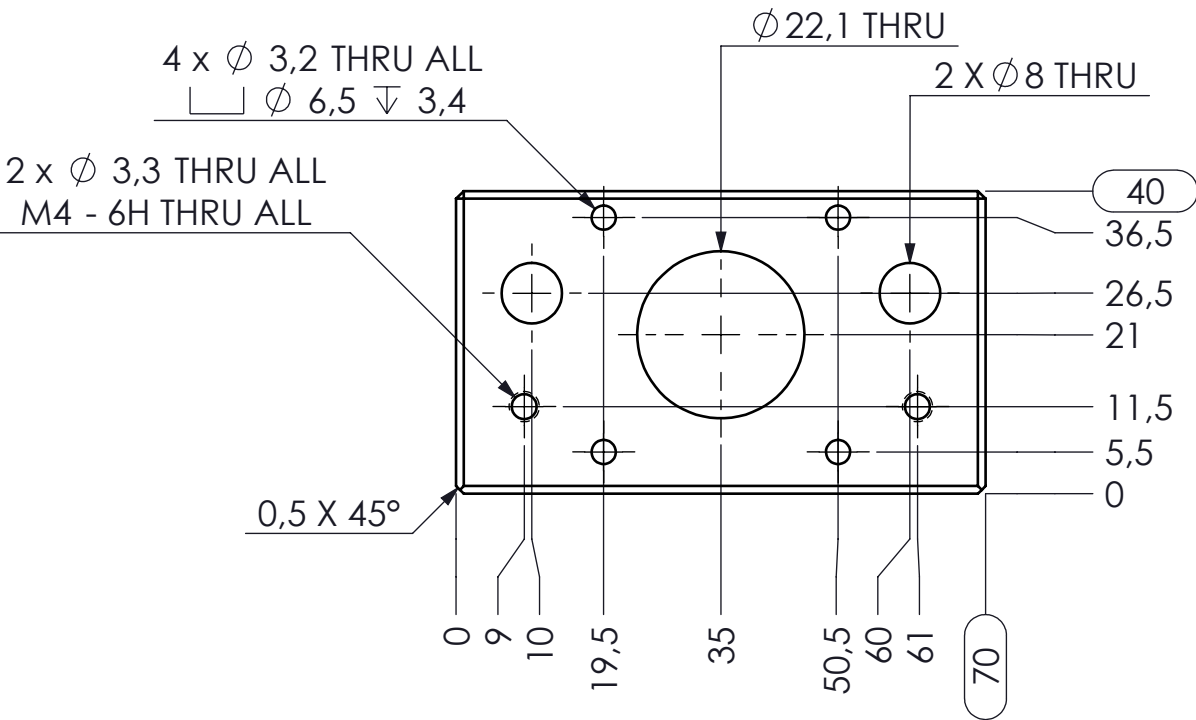
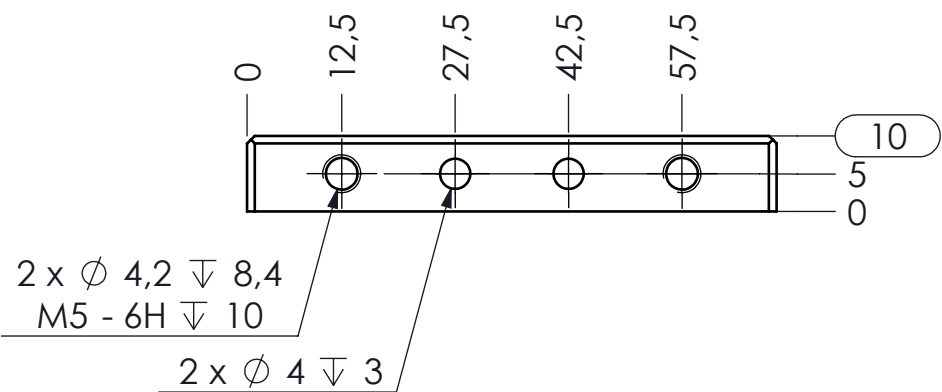
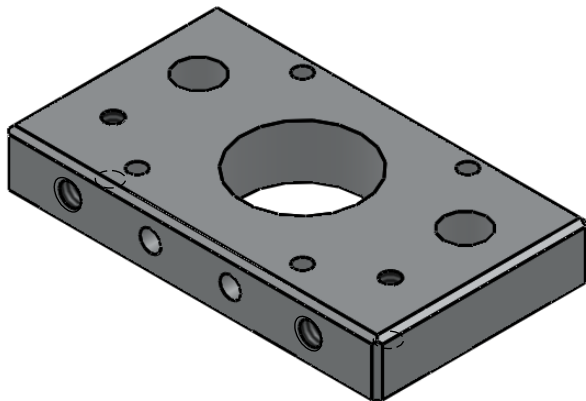
Corte				WRK I&D		ISEP	Material 3.3547(EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM							Dimen. 70 X 35 X 20		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:				Projeto Estágio			
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:			Tratamento
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0401			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0401									



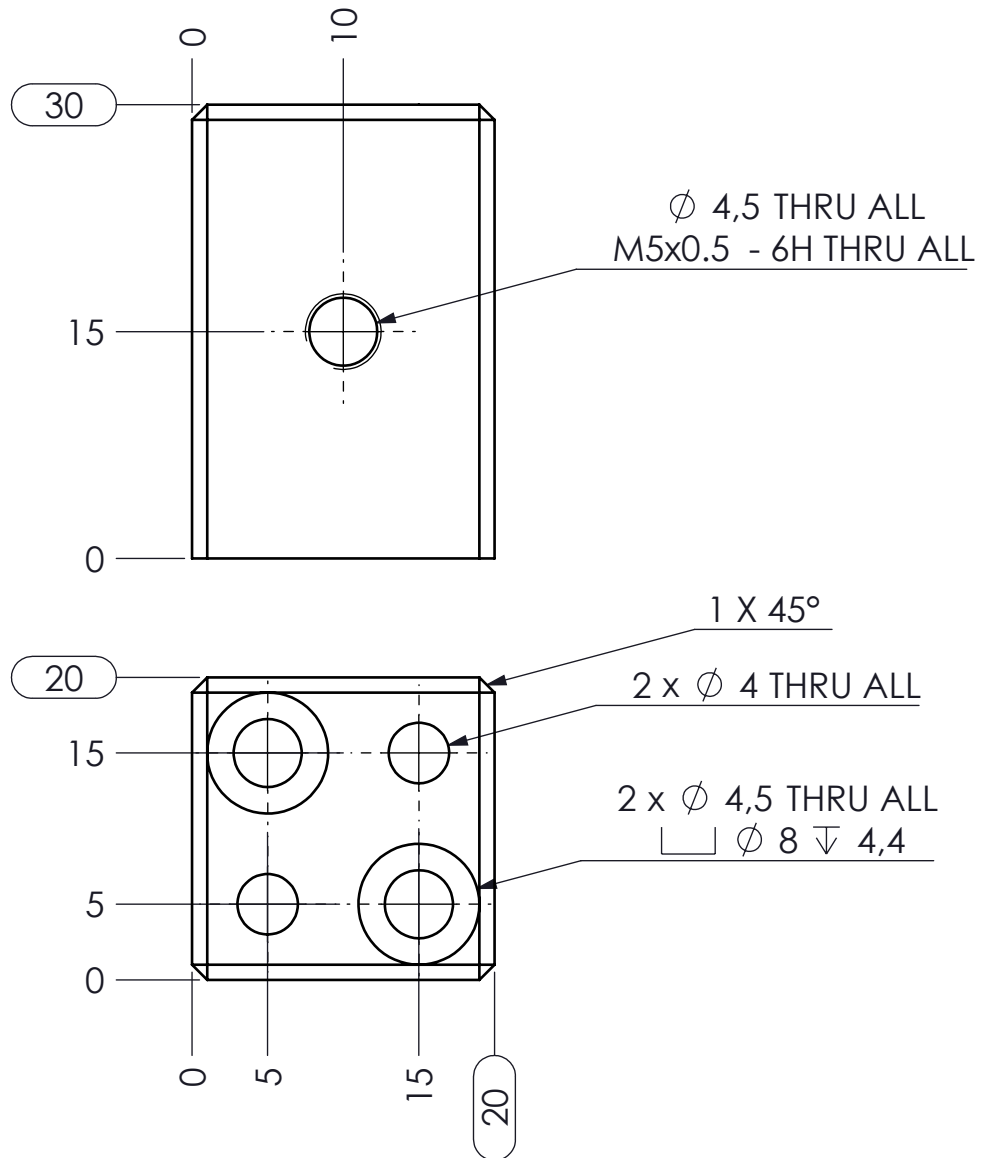
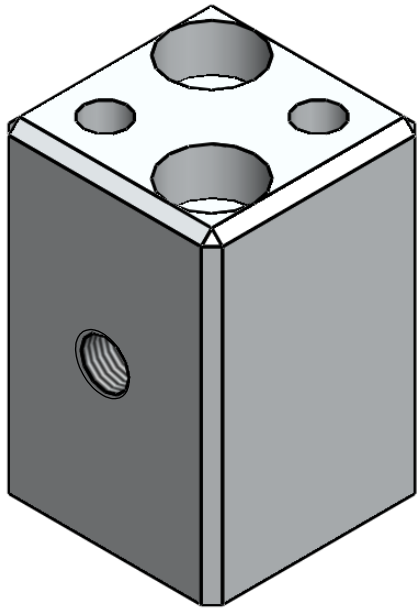
Corte	 ENC WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW5083)	Qua. 1
CAM				Dimen.	70 X 40 X 40	
Fresagem	Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio		
Torno	Verif.:					
	Aprov.:					
Montagem	Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento
Insp. Final	IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0402	
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0402						



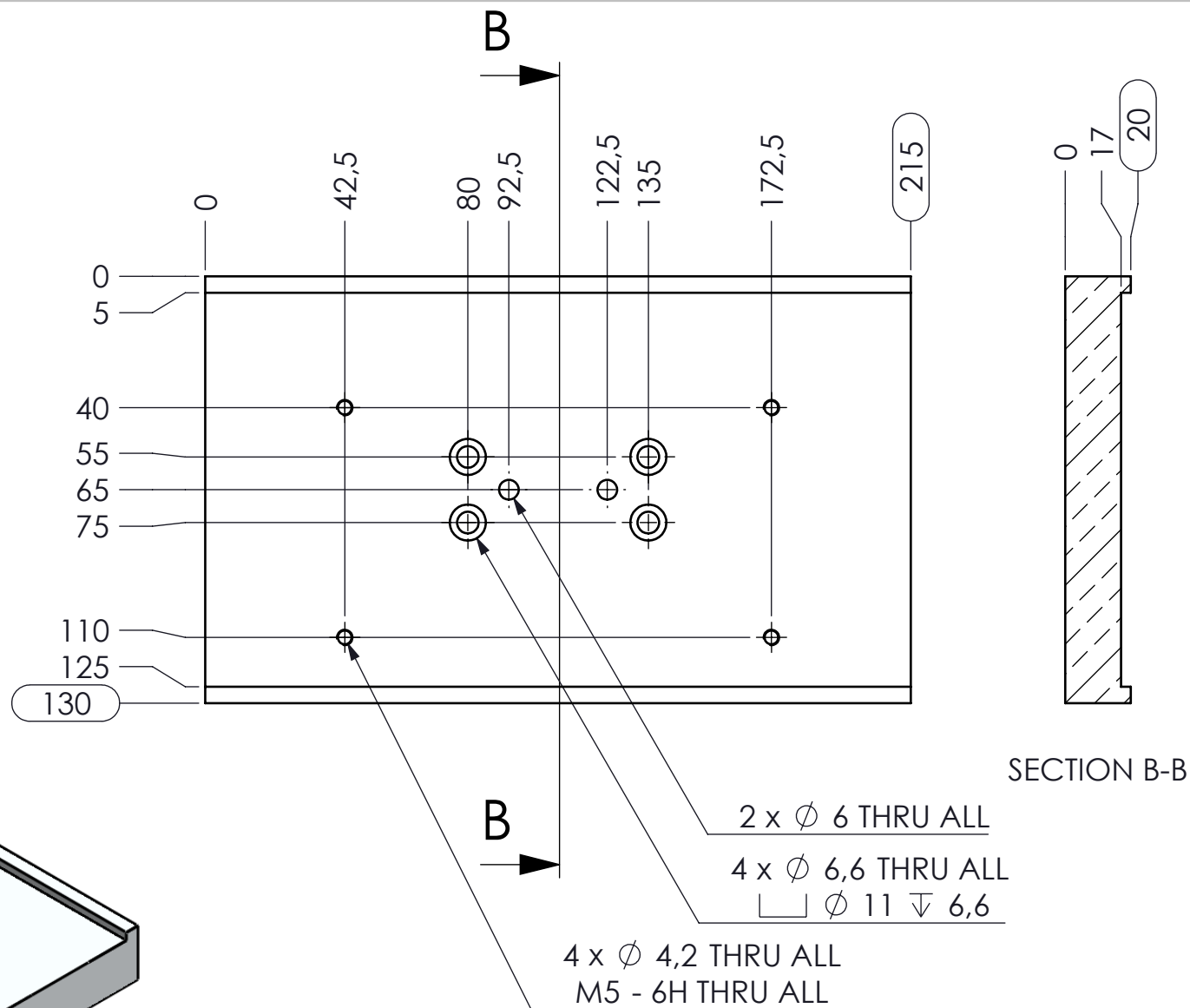
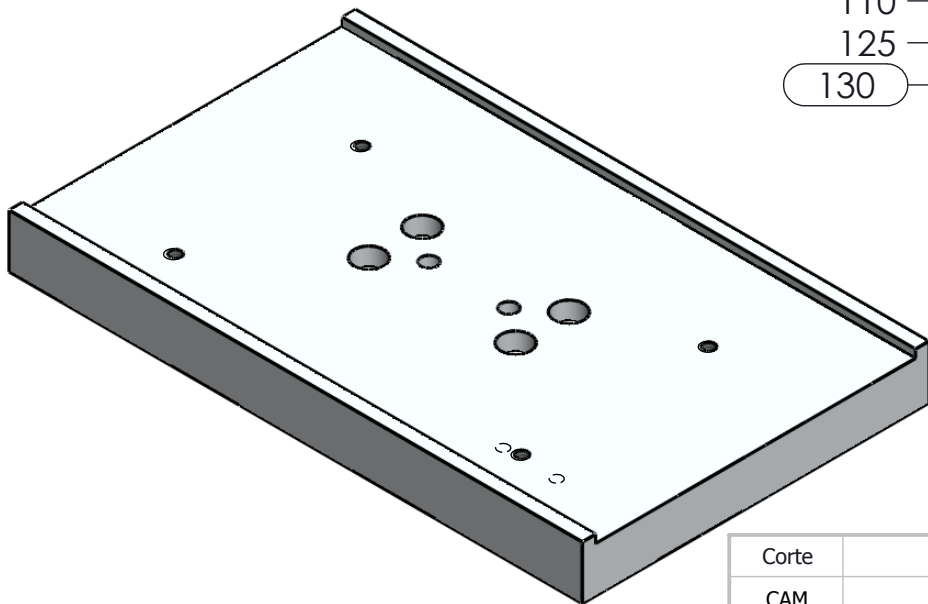
Corte		 ENC. WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM						Dimen.	310 X 70 X 10	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:						
		Aprov.:						
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final		IT10	1:2	R2	A4	ISEP-PE-0403		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0403								



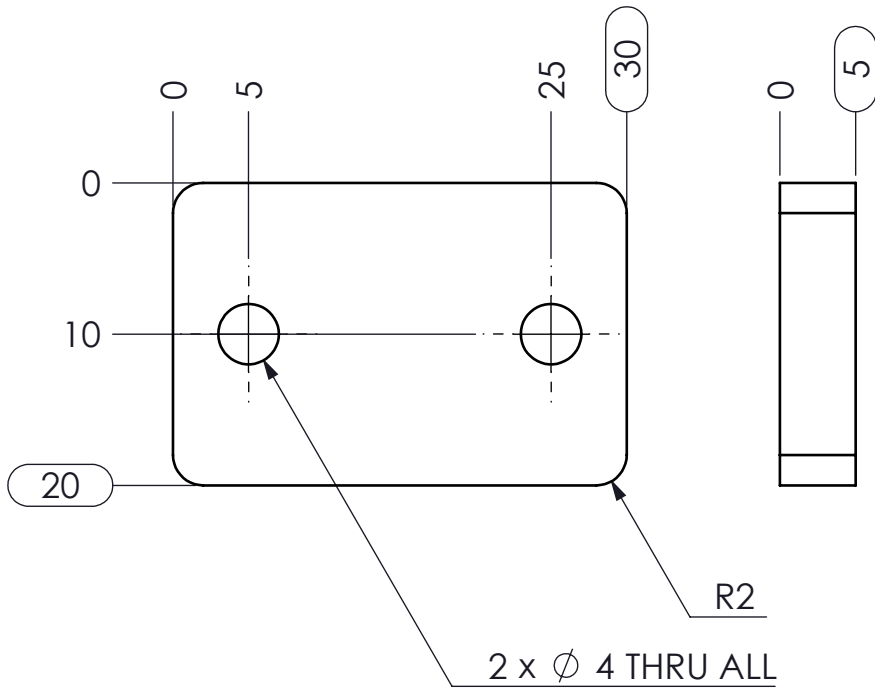
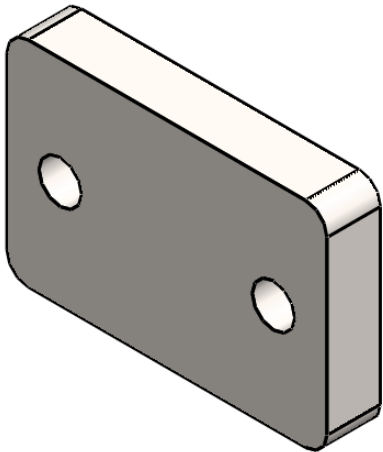
Corte			WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua.
CAM							Dimen.	70 X 40 X10		1
Fresagem	Des.: 26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE					
Torno	Verif.:				Projeto Estágio					
Montagem	Aprov.:									
Insp. Final	Tol		Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:				Tratamento
	IT10		1:1	R2	A4	ISEP-PE-0404				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0404										



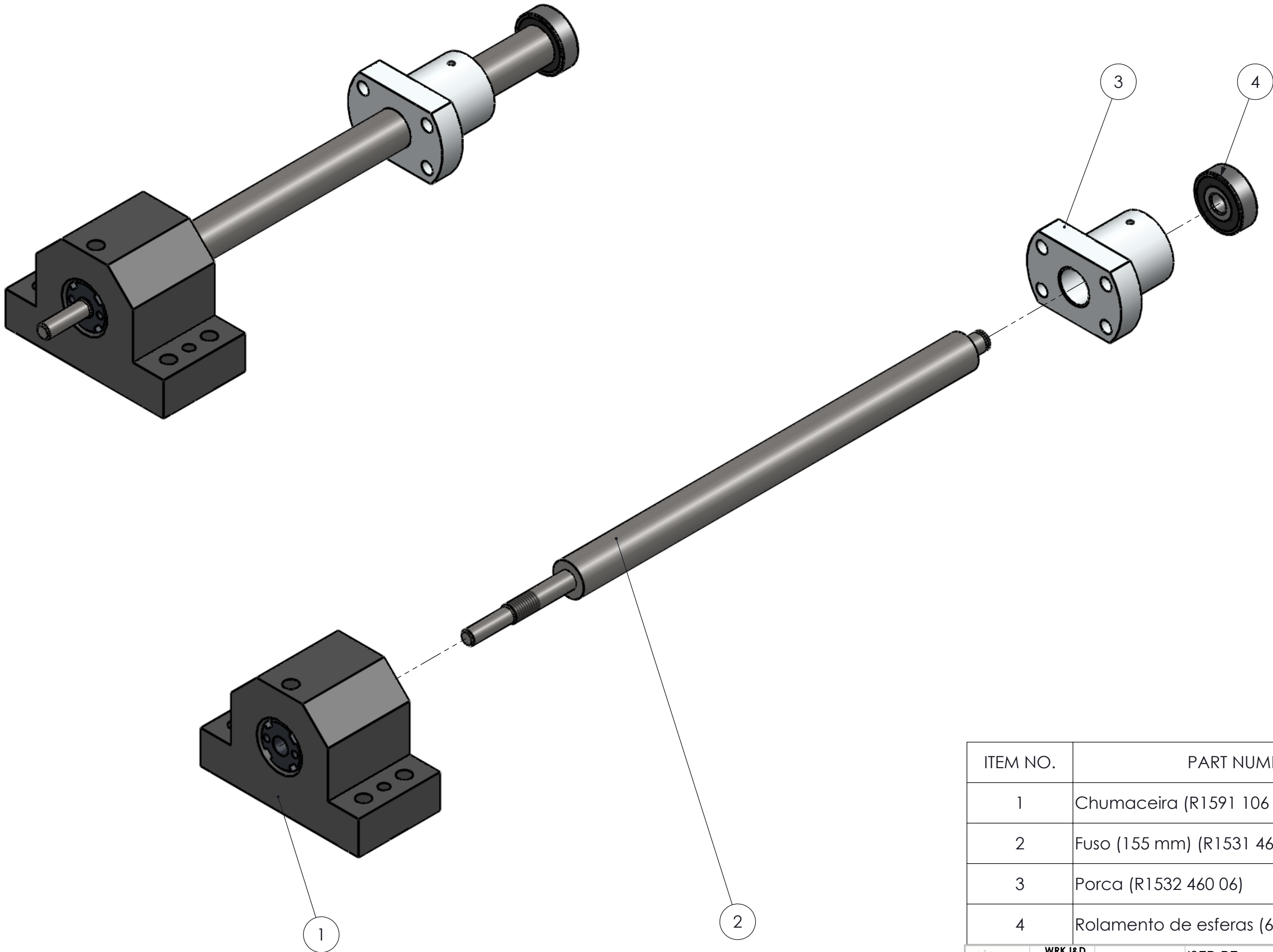
Corte		 WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM					Dimen.	30 X 20 X 20	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio		
Torno		Verif.:					
		Aprov.:					
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0405	
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0405							



Corte				ENC		WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua.	1
CAM									Dimen.	215 X 130 X 20			
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:											
		Aprov.:											
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:							Tratamento
Insp. Final		IT10	1:2	R2	A4	ISEP-PE-0406							
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0406													

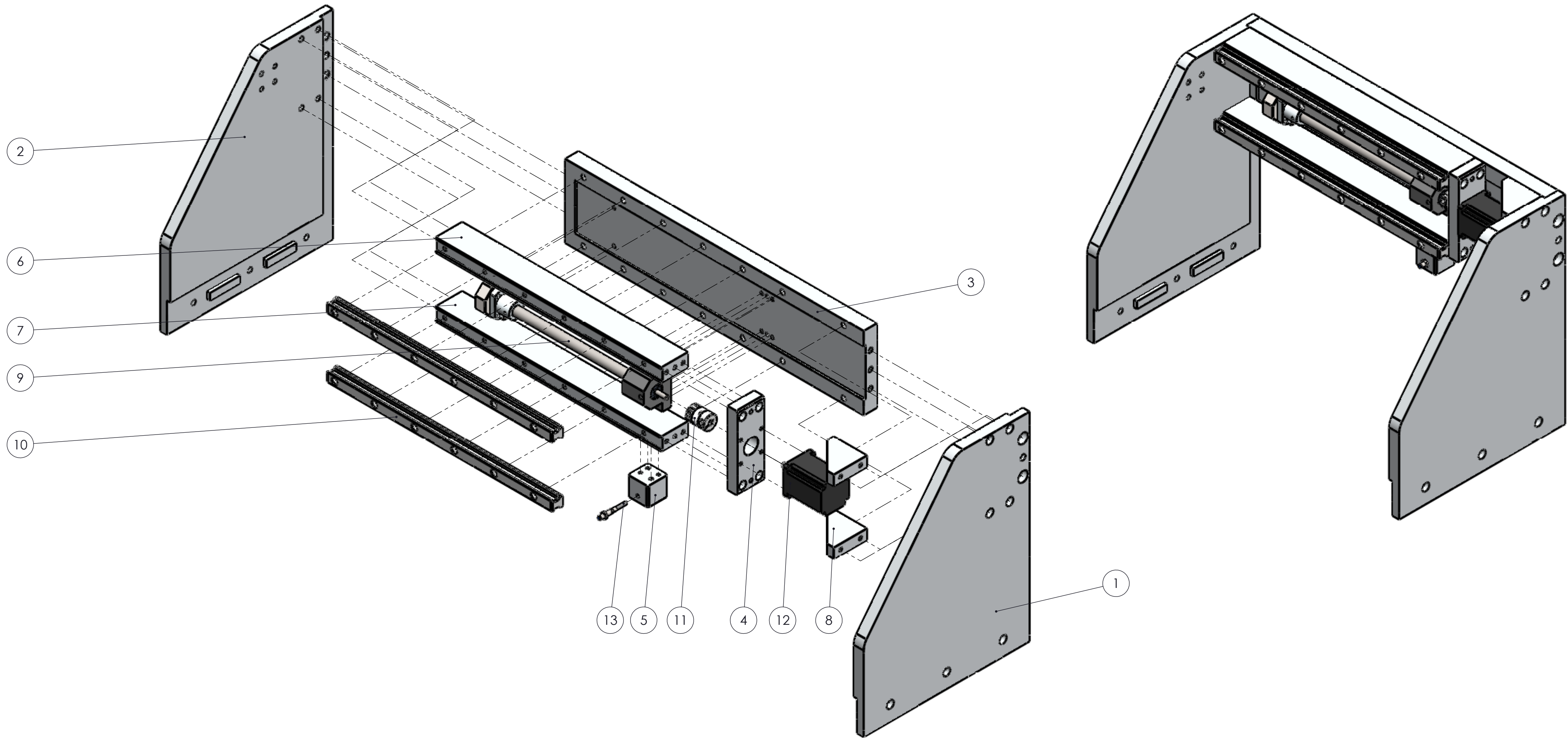


Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua.	1	
CAM							Dimen.	30 X 20 X 5			
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:									
		Aprov.:									
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento				
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0407					
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0407									



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Chumaceira (R1591 106 20)	1
2	Fuso (155 mm) (R1531 469 10)	1
3	Porca (R1532 460 06)	1
4	Rolamento de esferas (626-2Z)	1

		ENC. WRK I&D		ISEP	ISEP-PE Projeto Estágio	1
		Escala 1:1	Formato A3			
Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		Nome Conjunto		
Mont.:				Fuso 12 - Conjunto (155 mm)		
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\FUSO 12\Fuso 12 - Conjunto (155 mm)						



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-0501	1
2	ISEP-PE-0502	1
3	ISEP-PE-0503	1
4	ISEP-PE-0504	1
5	ISEP-PE-0505	1
6	ISEP-PE-0506	1
7	ISEP-PE-0507	1
8	ISEP-PE-0508	2
9	Fuso 12 - Conjunto (220 mm)	1
10	Guia linear (340 mm) (R1605 104 31)	2
11	Acoplamento (MOR-20C-5-6)	1
12	Motor (PBM423FXE50)	1
13	Sensor indutivo (DW-AD-624-M5)	1

WRK

INC

Des.: 26-04-2022

Mont.:

C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0500

Escala 1:3

Formato A2

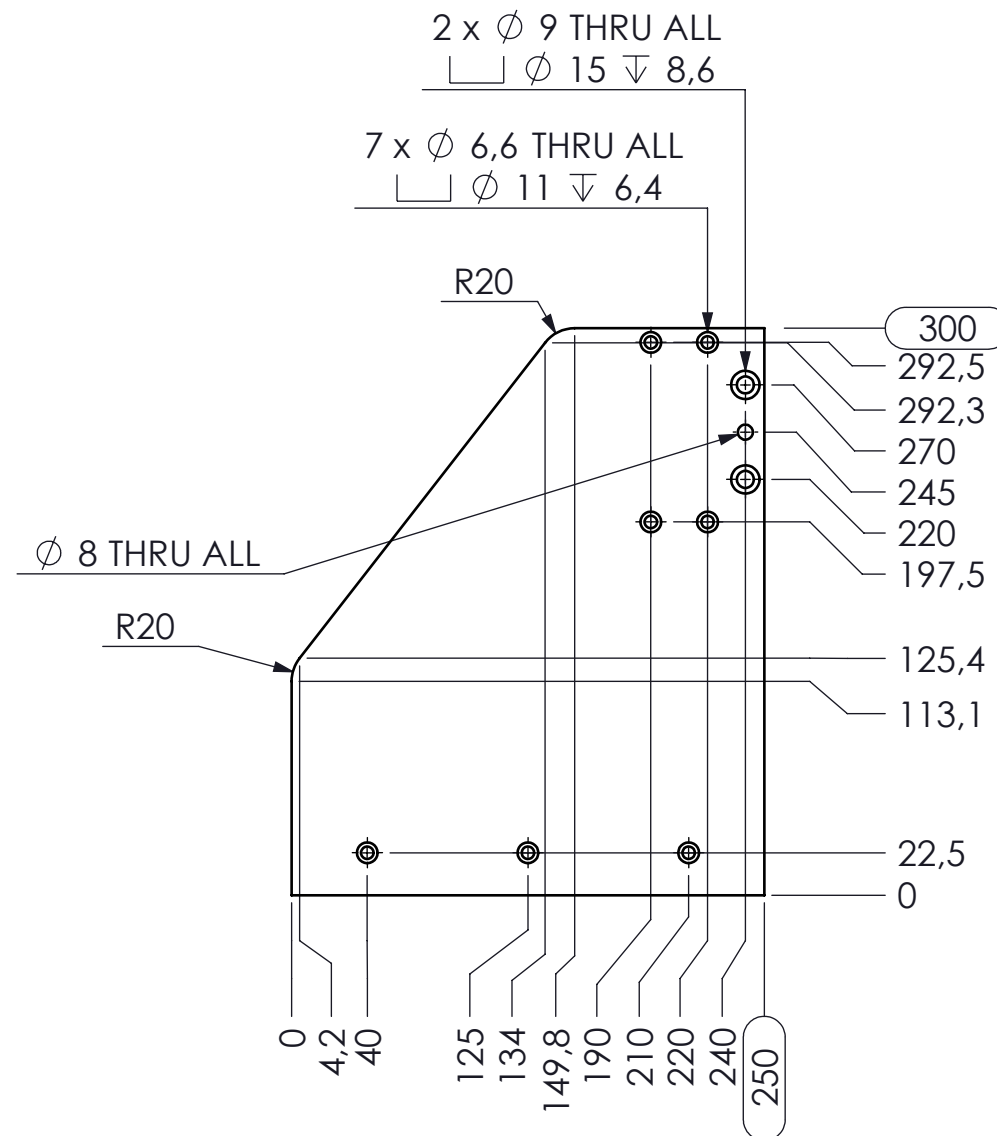
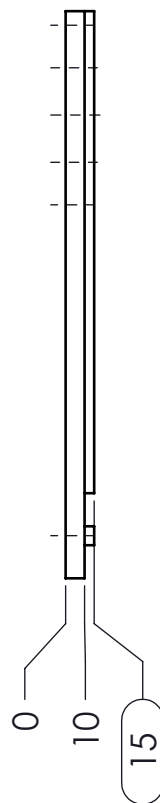
Nome Conjunto

ISEP-PE-0500

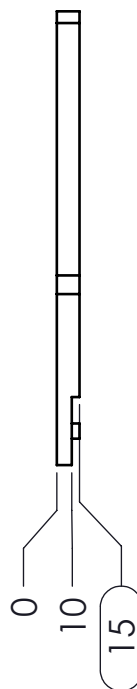
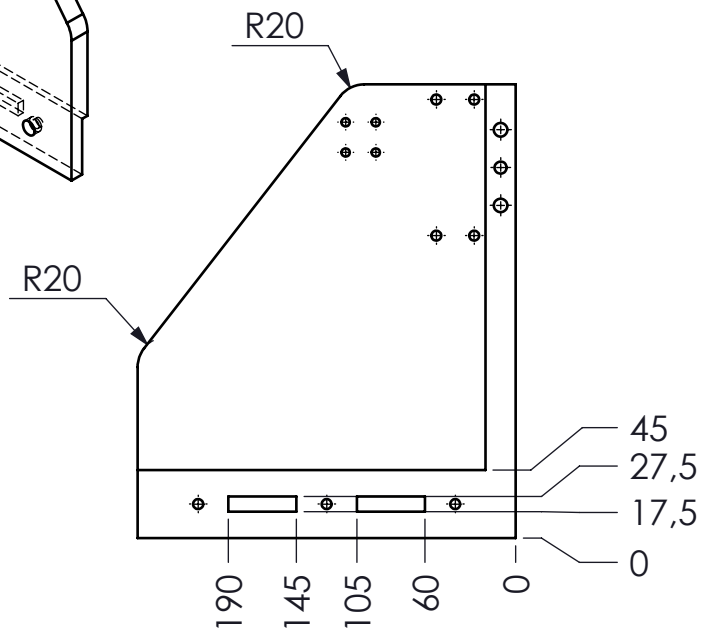
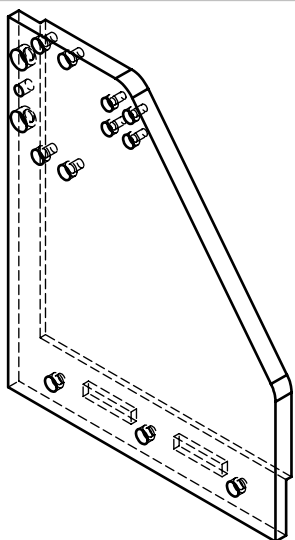
ISEP

Projeto Estágio

1



Corte	 WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM				Dimen.	300 X 250 X 15	
Fresagem	Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio		
Torno	Verif.:					
	Aprov.:					
Montagem	Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento
Insp. Final	IT10	1:4	R2	A4	ISEP-PE-0501	
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0501						

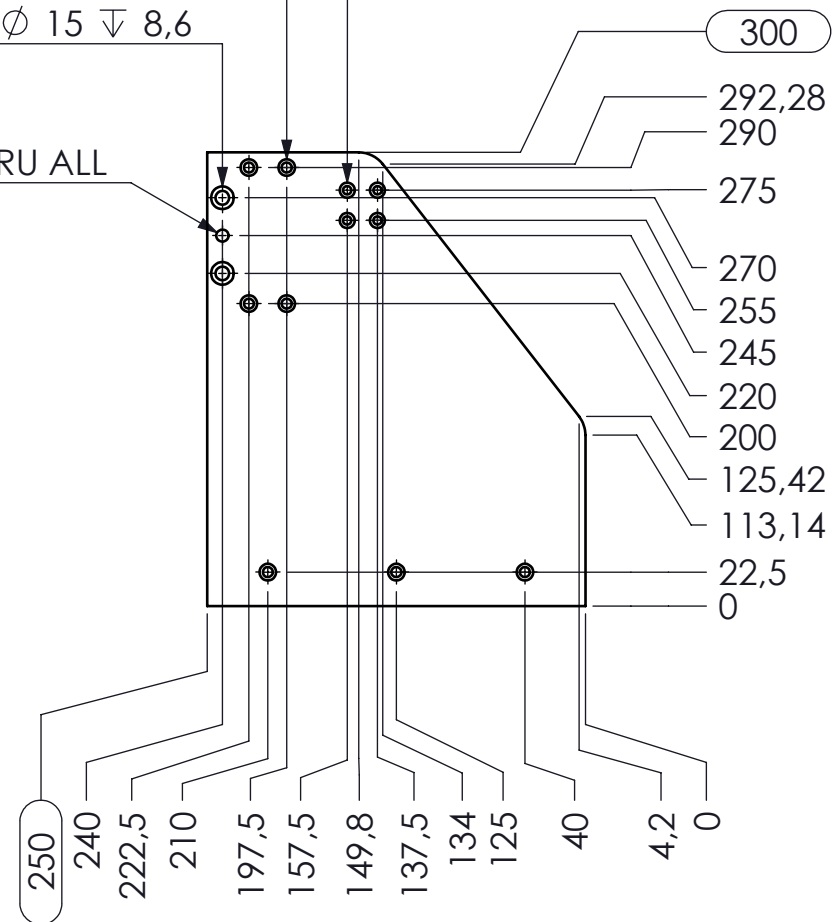


4 x $\varnothing$ 5,5 THRU ALL
 $\varnothing$ 10 ∇ 5,4

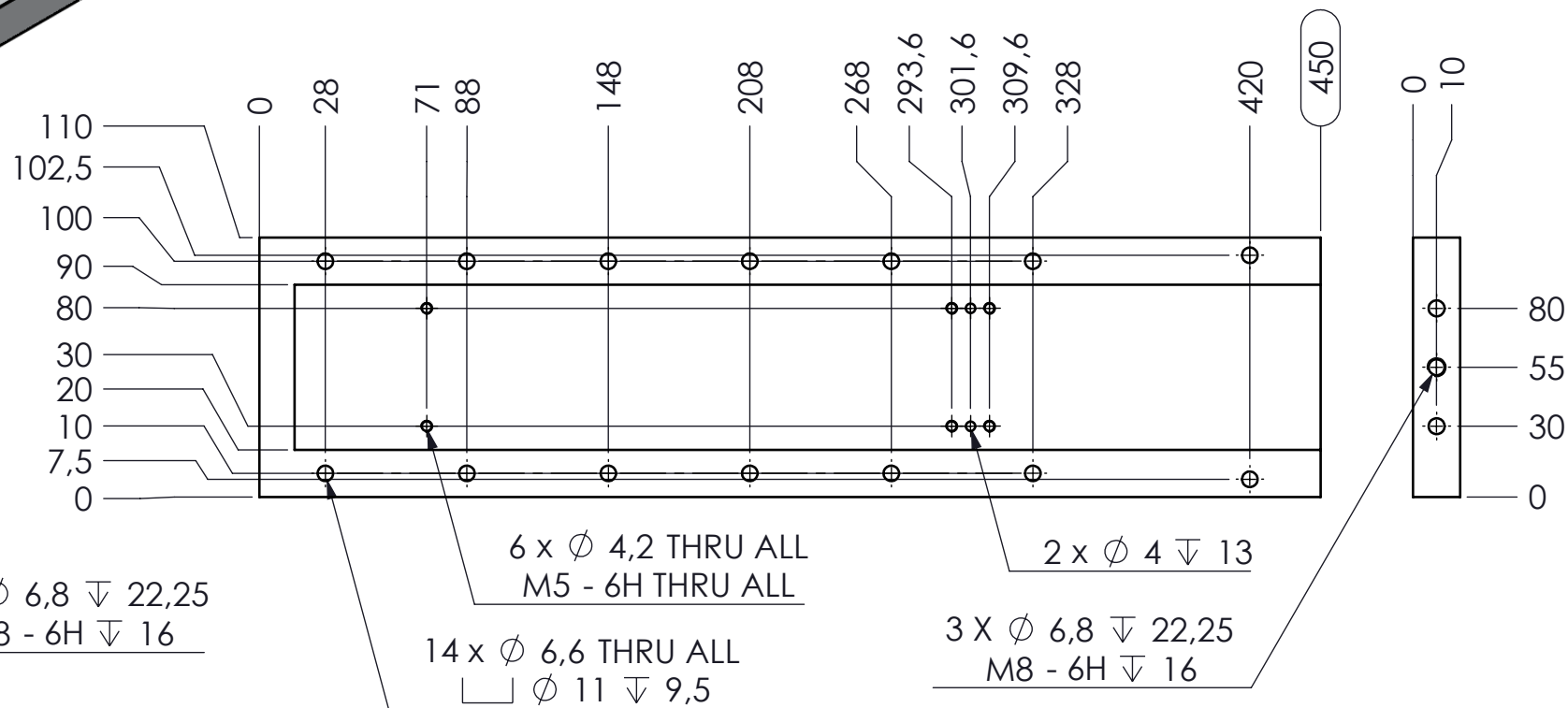
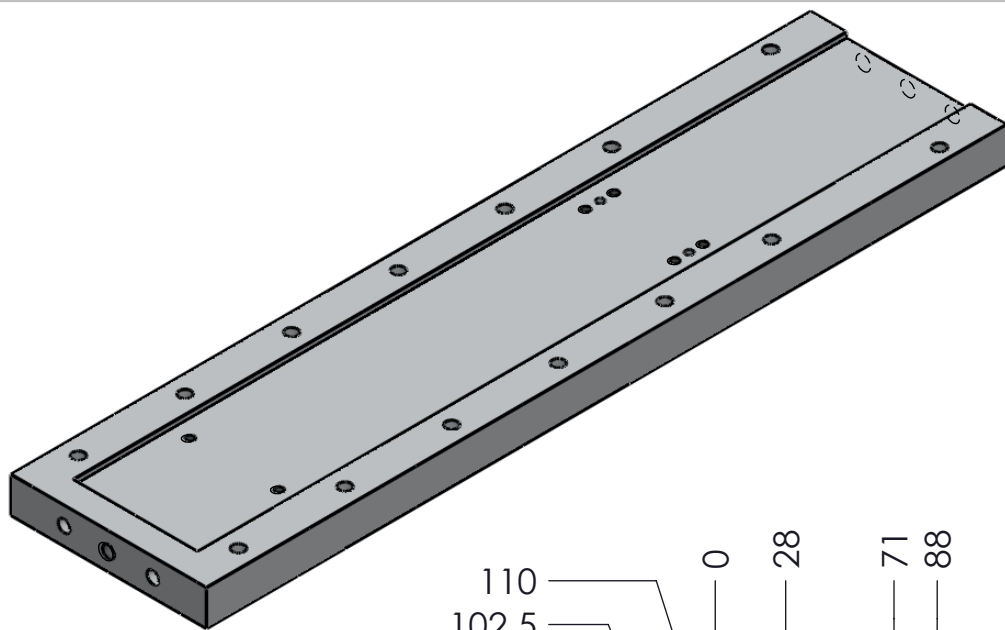
7 x $\varnothing$ 6,6 THRU ALL
 $\varnothing$ 11 ∇ 6,4

2 x $\varnothing$ 9 THRU ALL
 $\varnothing$ 15 ∇ 8,6

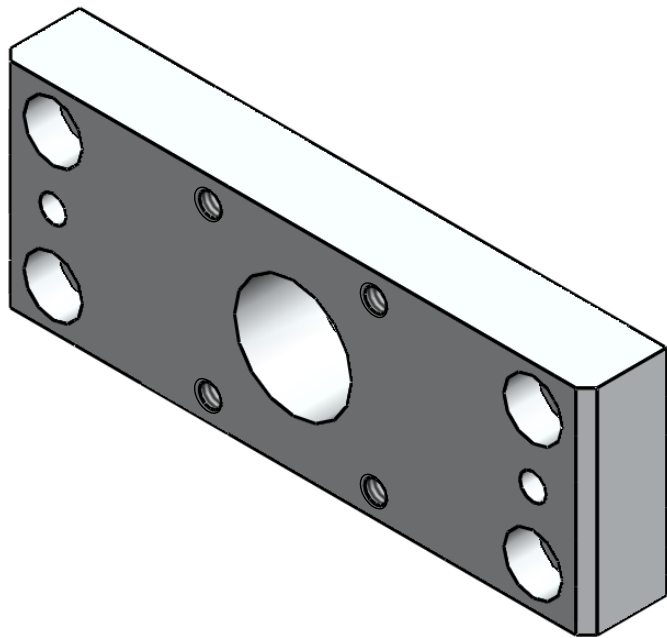
$\varnothing$ 8 THRU ALL



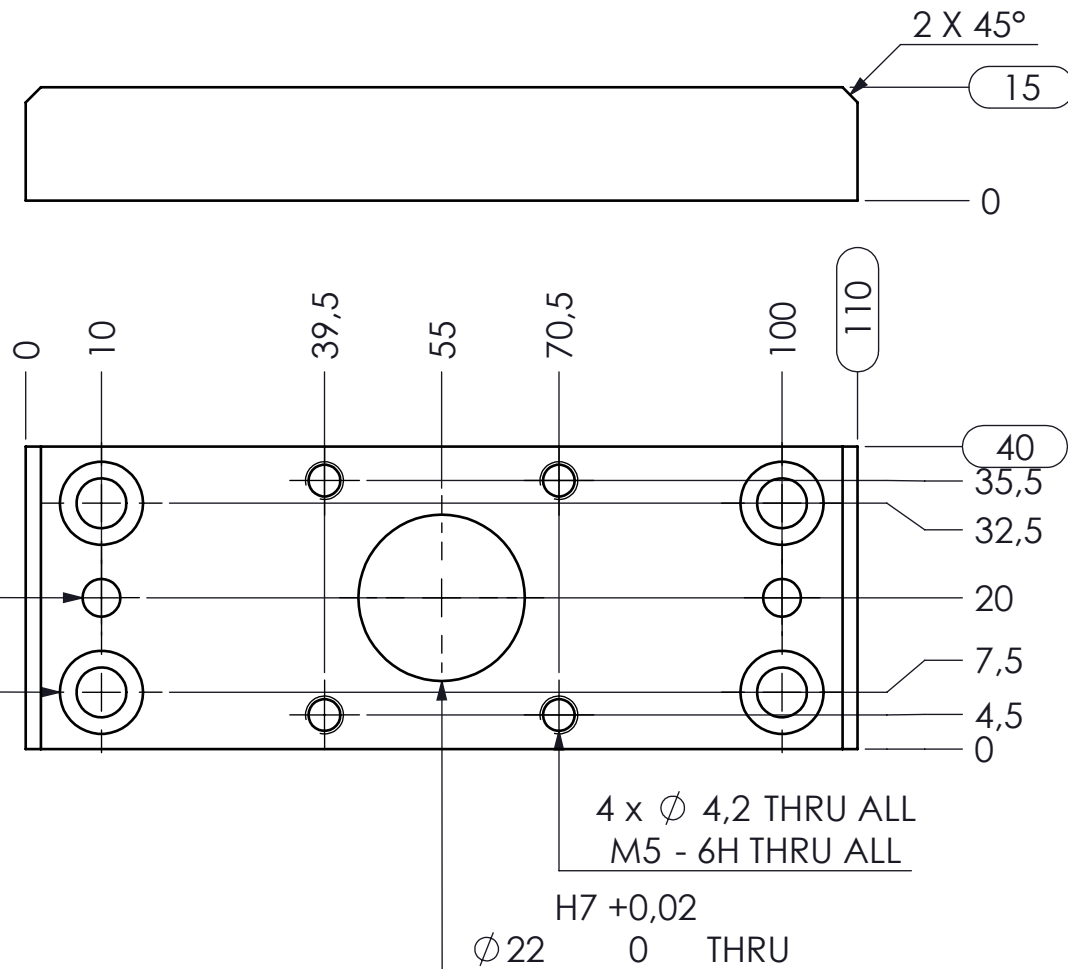
Corte			ENC. WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM						Dimen.	300 X 250 X 15	
Fresagem	Des.:		26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno	Verif.:							
	Aprov.:							
Montagem	Tol		Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento	
Insp. Final	IT10		1:5	R2	A4	ISEP-PE-0502		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0502								



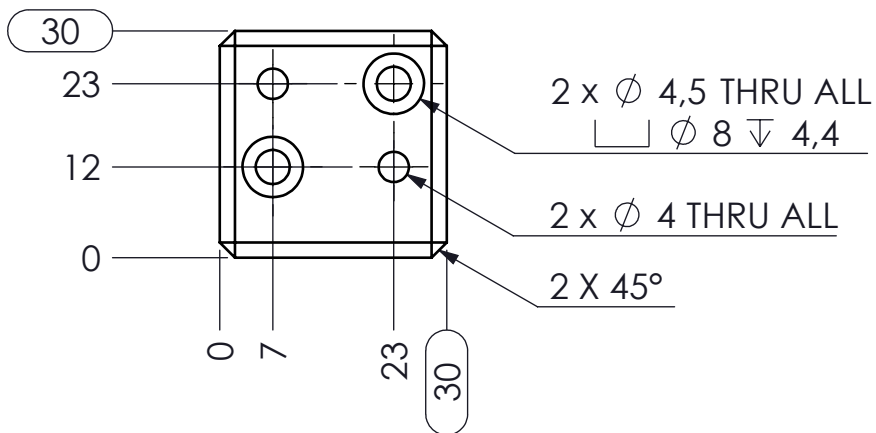
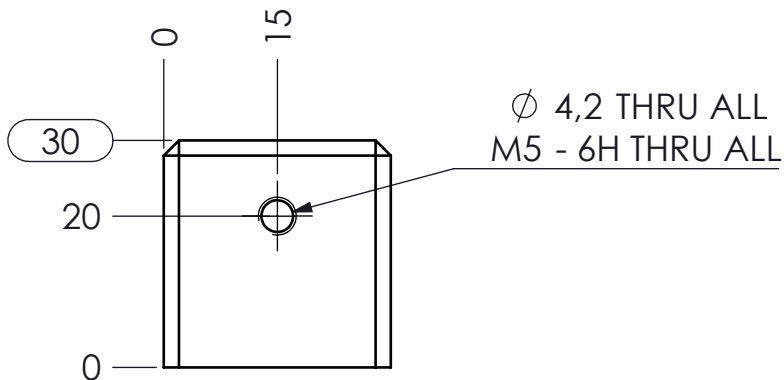
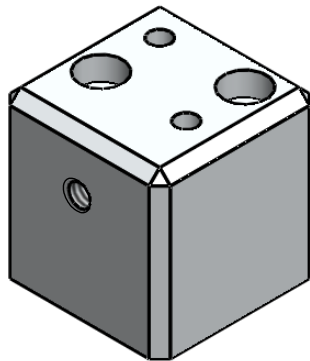
Corte		 WRK I&D				ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM							Dimen.	450 X 110 X 20	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:3	R2	A4	ISEP-PE-0503			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0503									



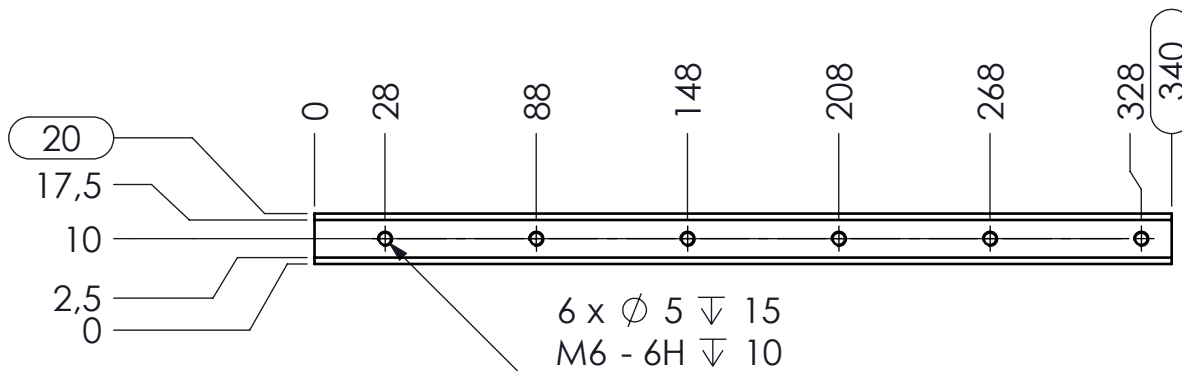
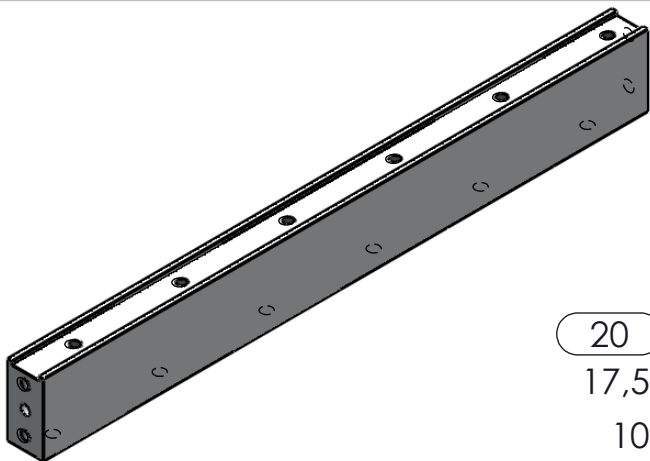
2 x ϕ 5 THRU ALL
4 x ϕ 6,6 THRU ALL
 $\square$ ϕ 11 ∇ 6,4



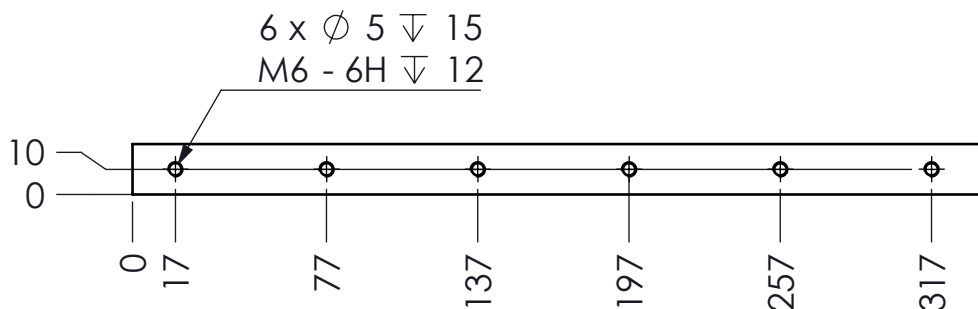
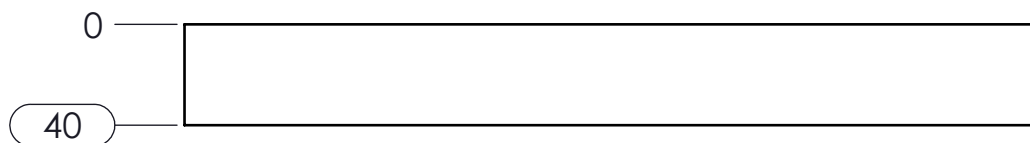
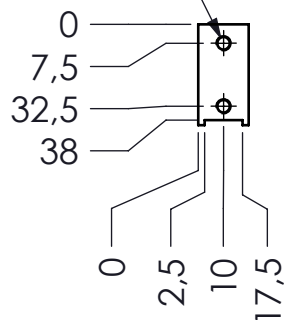
Corte				WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM							Dimen.	110X40X15		
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:			Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0504				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0504										



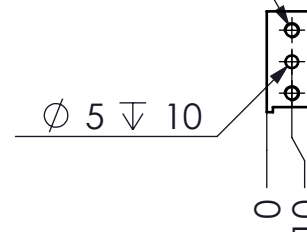
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM							Dimen.	30 X 30 X 30	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0505			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0505									



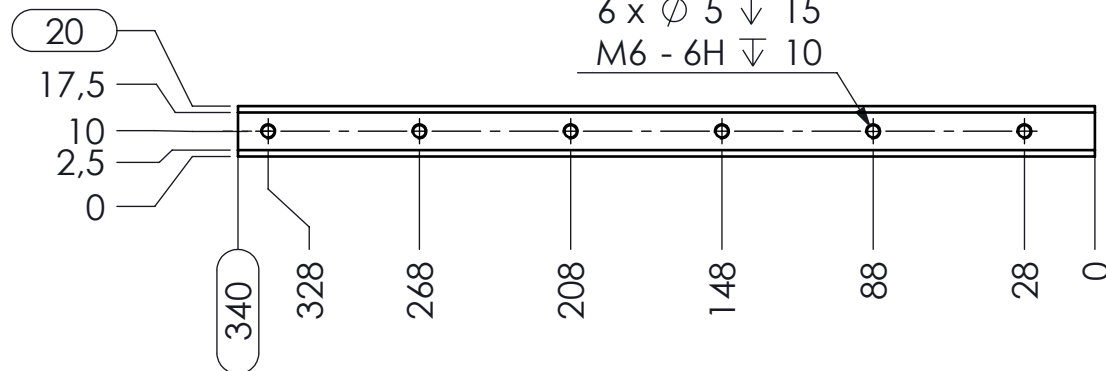
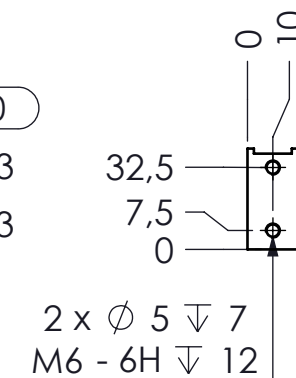
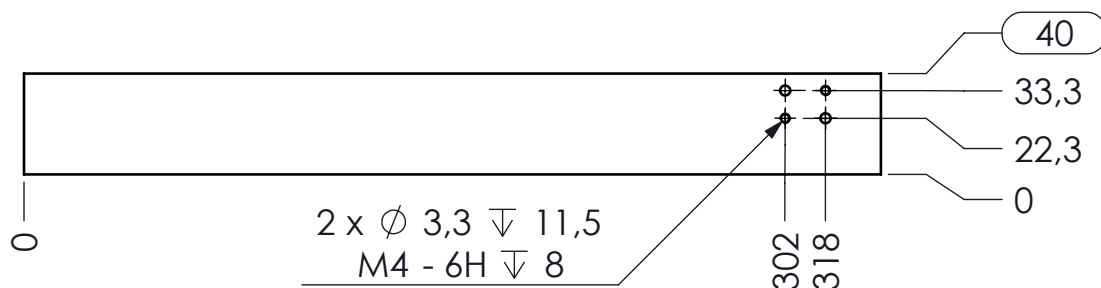
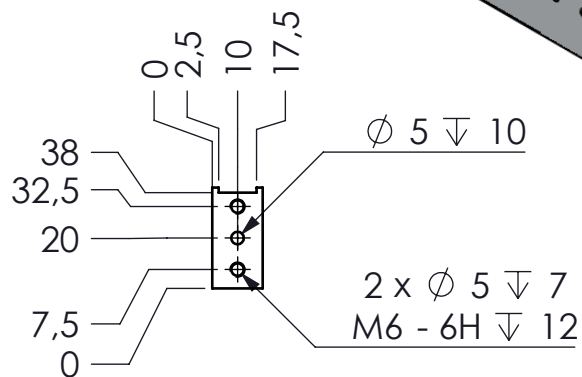
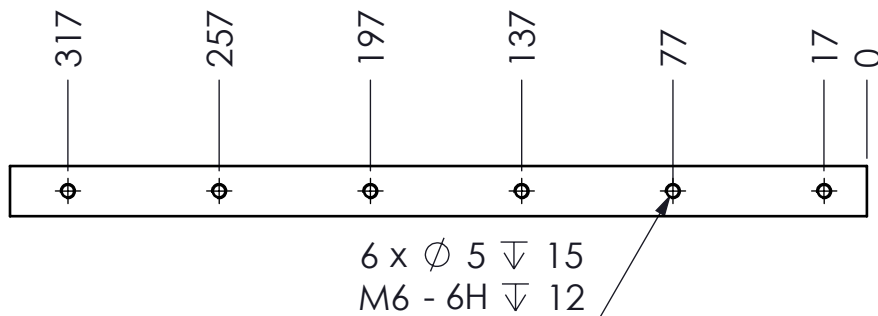
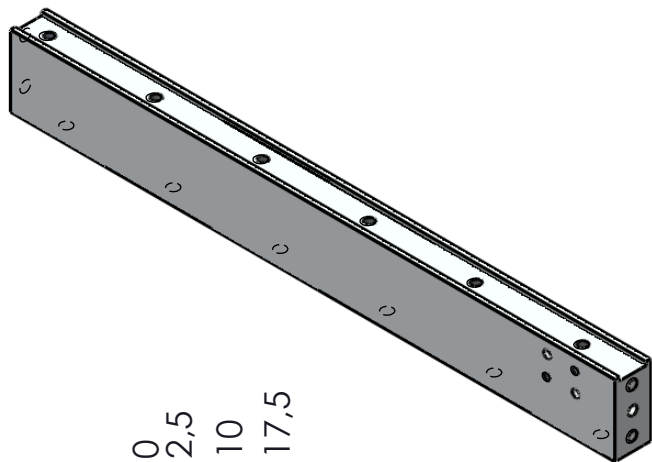
$2 \times \varnothing 5 \nabla 7$
 $M6 - 6H \nabla 12$



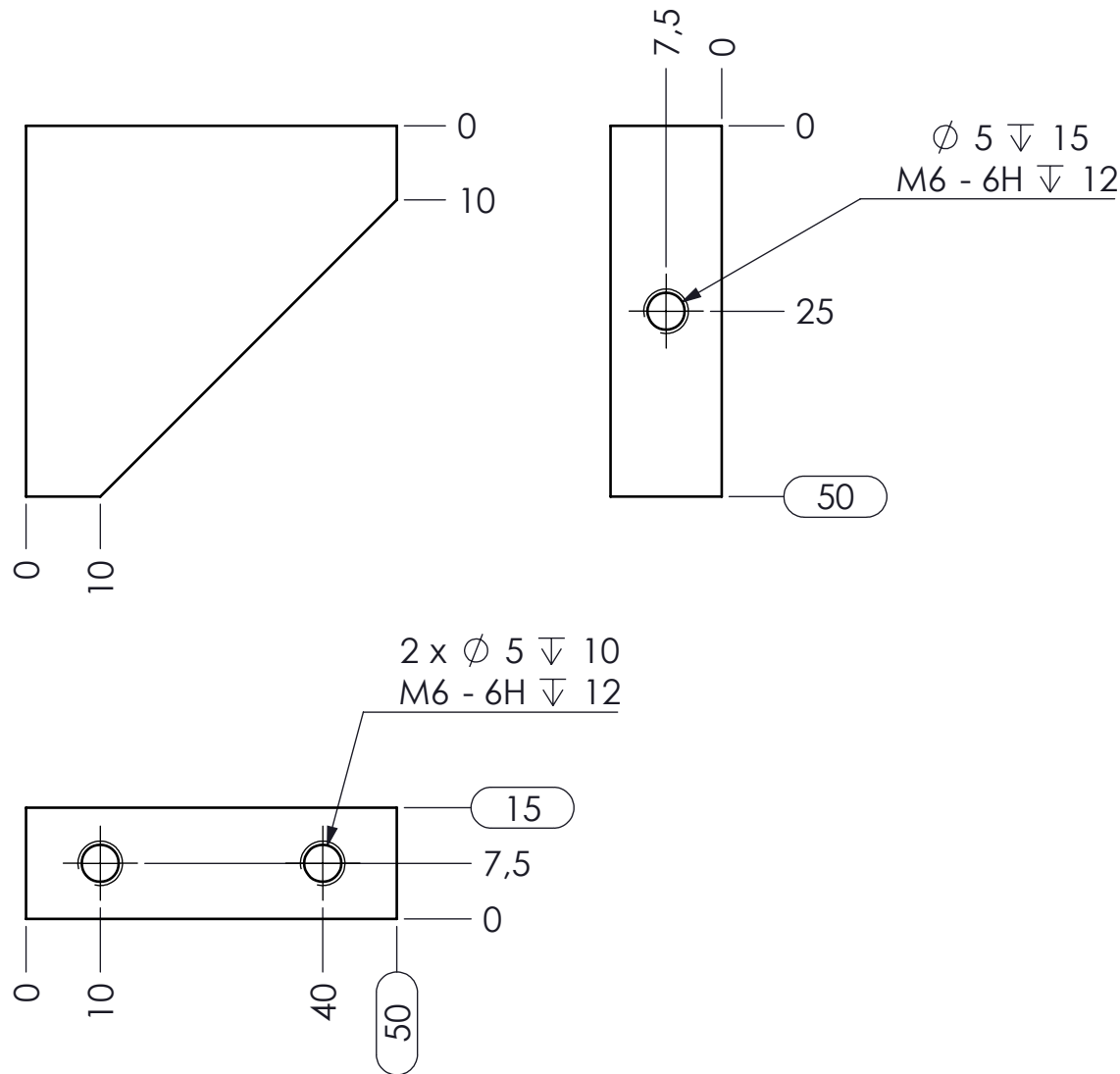
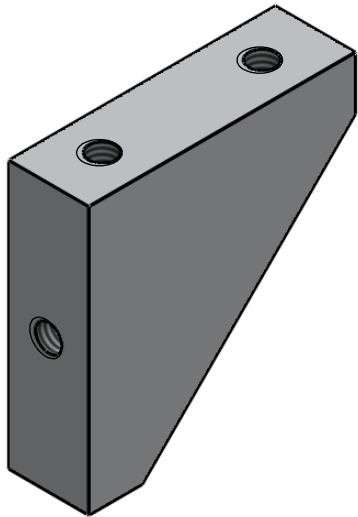
$2 \times \varnothing 5 \nabla 7$
 $M6 - 6H \nabla 12$



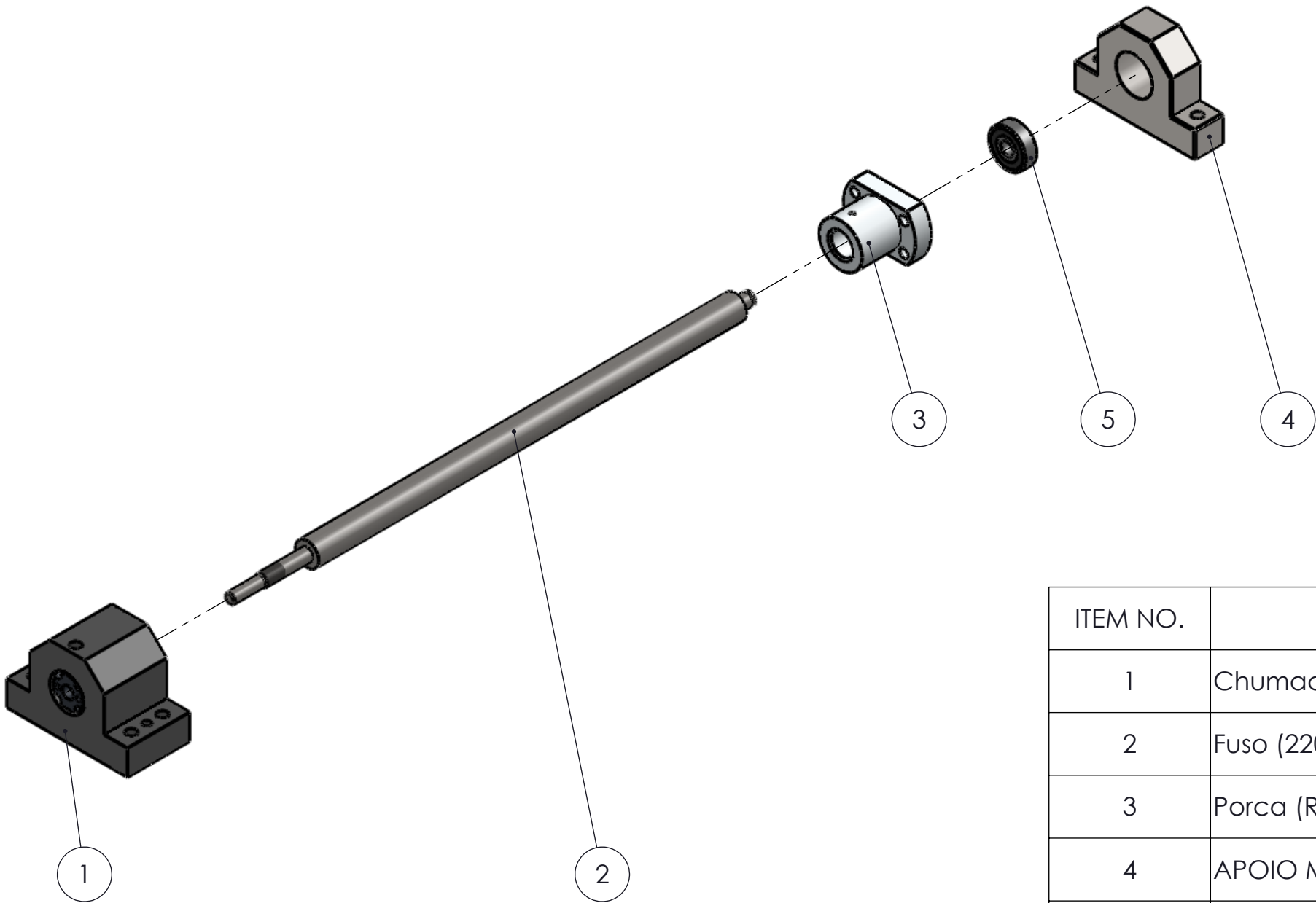
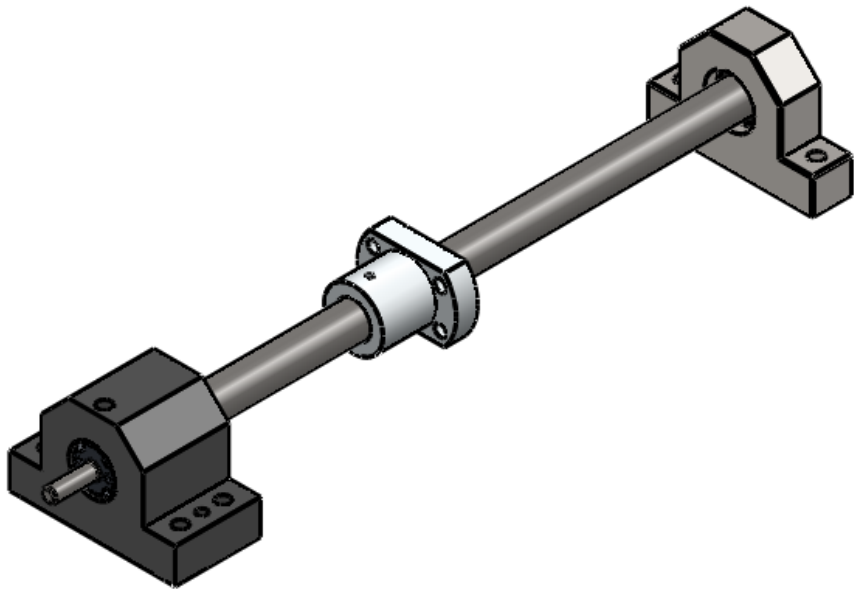
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.	1		
CAM							Dimen.	340X40X20				
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio							
Torno		Verif.:										
		Aprov.:										
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento					
Insp. Final		IT10	1:3	R2	A4	ISEP-PE-0506						
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0506												



Corte			ENC		WRK I&D		ISEP		Material 3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM									Dimen. 340X40X20		
Fresagem	Des.:		26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno	Verif.:										
	Aprov.:										
Montagem	Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final	IT10		1:3		R2		A4		ISEP-PE-0507		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0507											

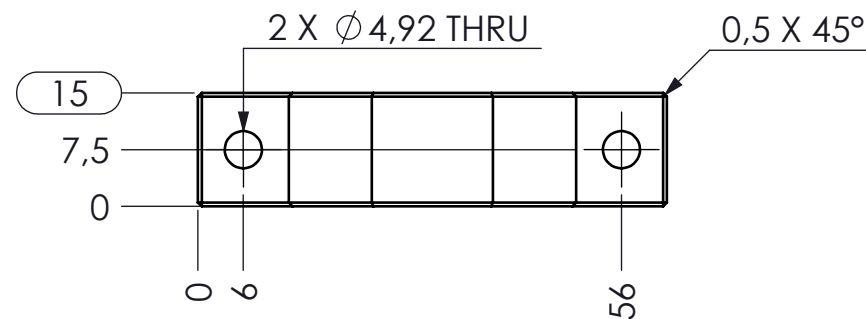
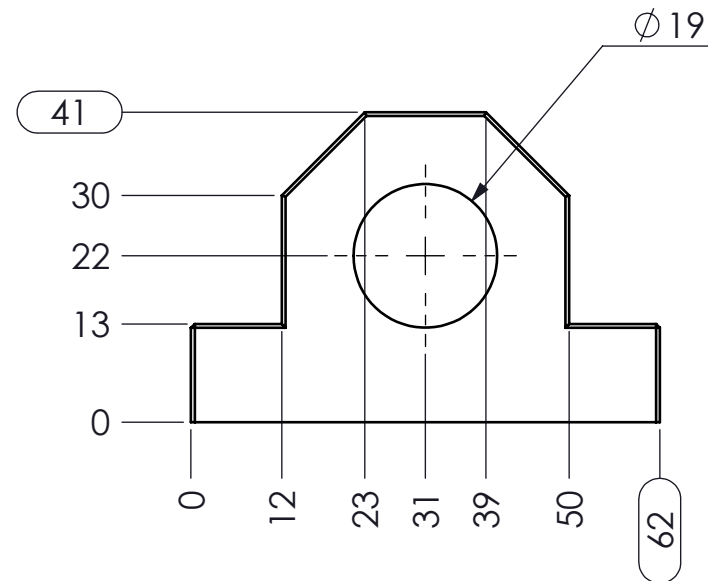
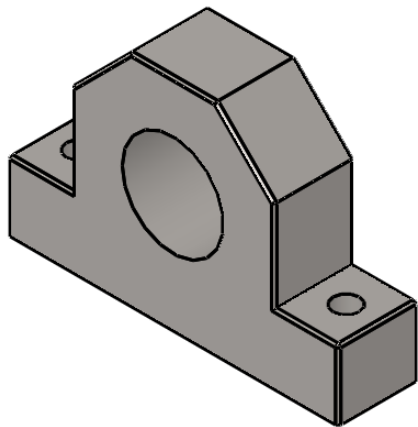


Corte		 WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 2
CAM						Dimen.	50 X 50 X15	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio		
Torno		Verif.:						
		Aprov.:						
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0508		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0508								

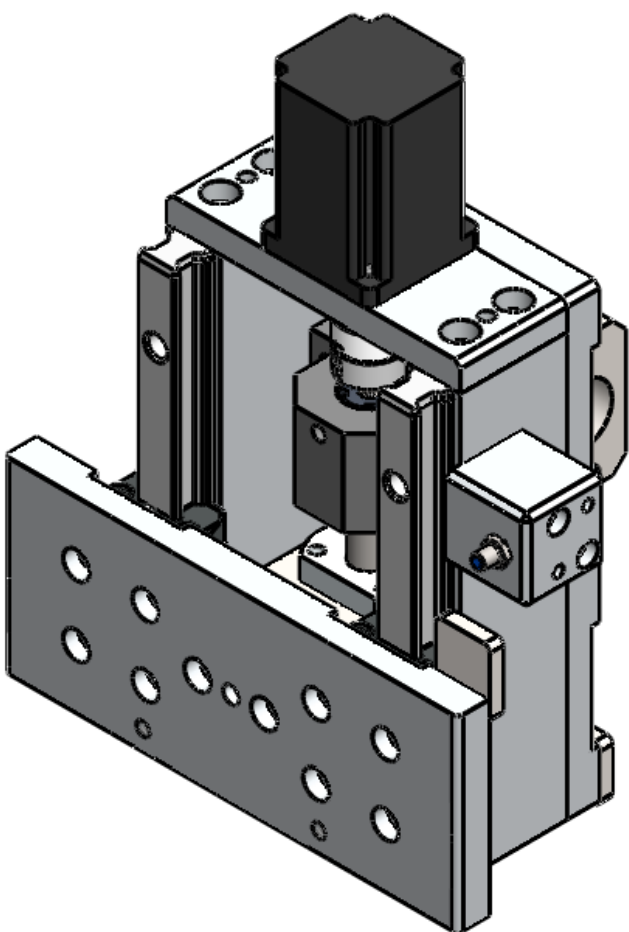
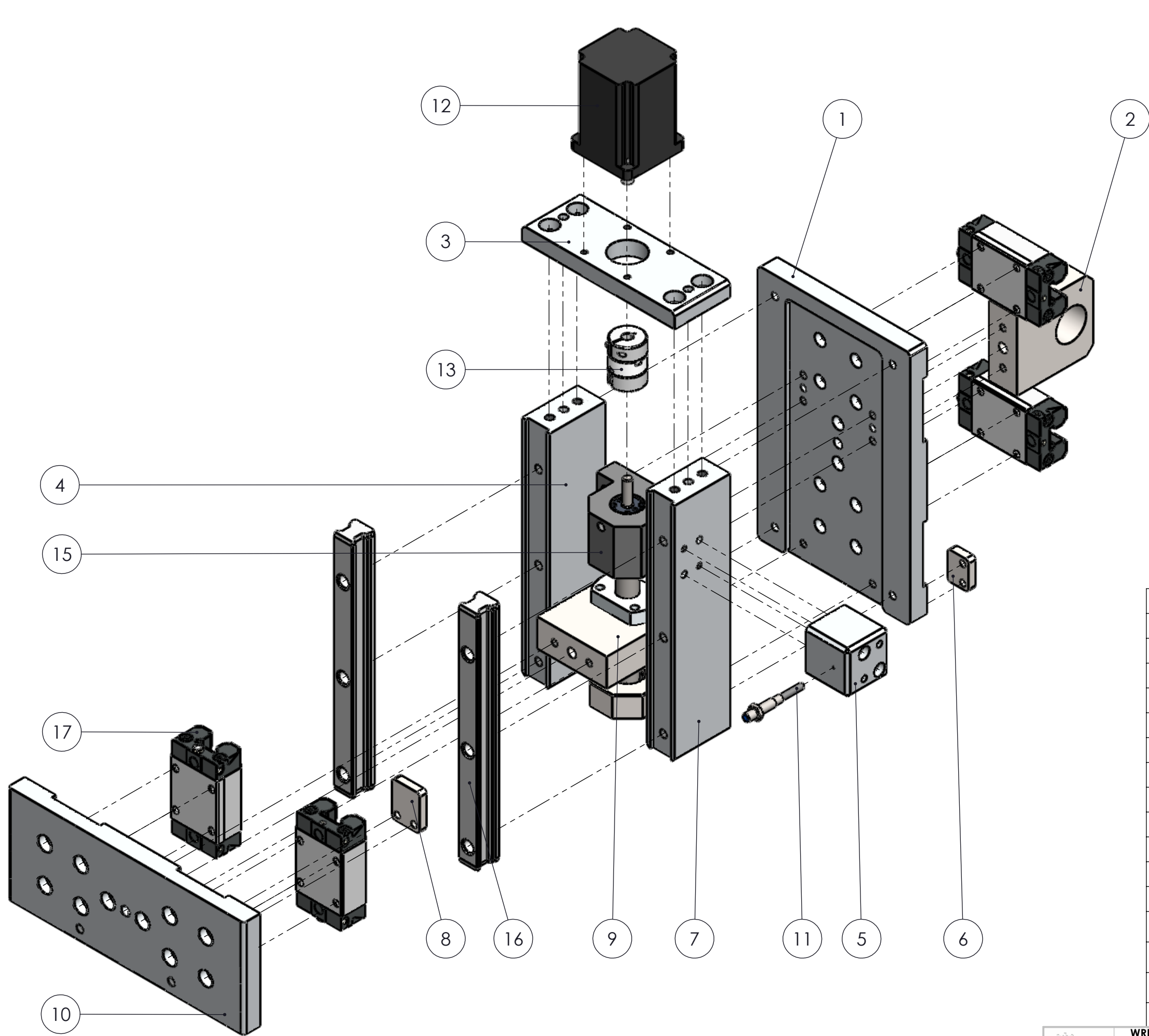


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Chumaceira (R1591 106 20)	1
2	Fuso (220 mm) (R1531 469 10)	1
3	Porca (R1532 460 06)	1
4	APOIO MOVEL 12	1
5	Rolamento de esferas (626-2Z)	1

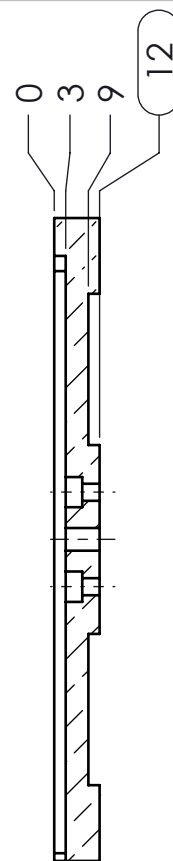
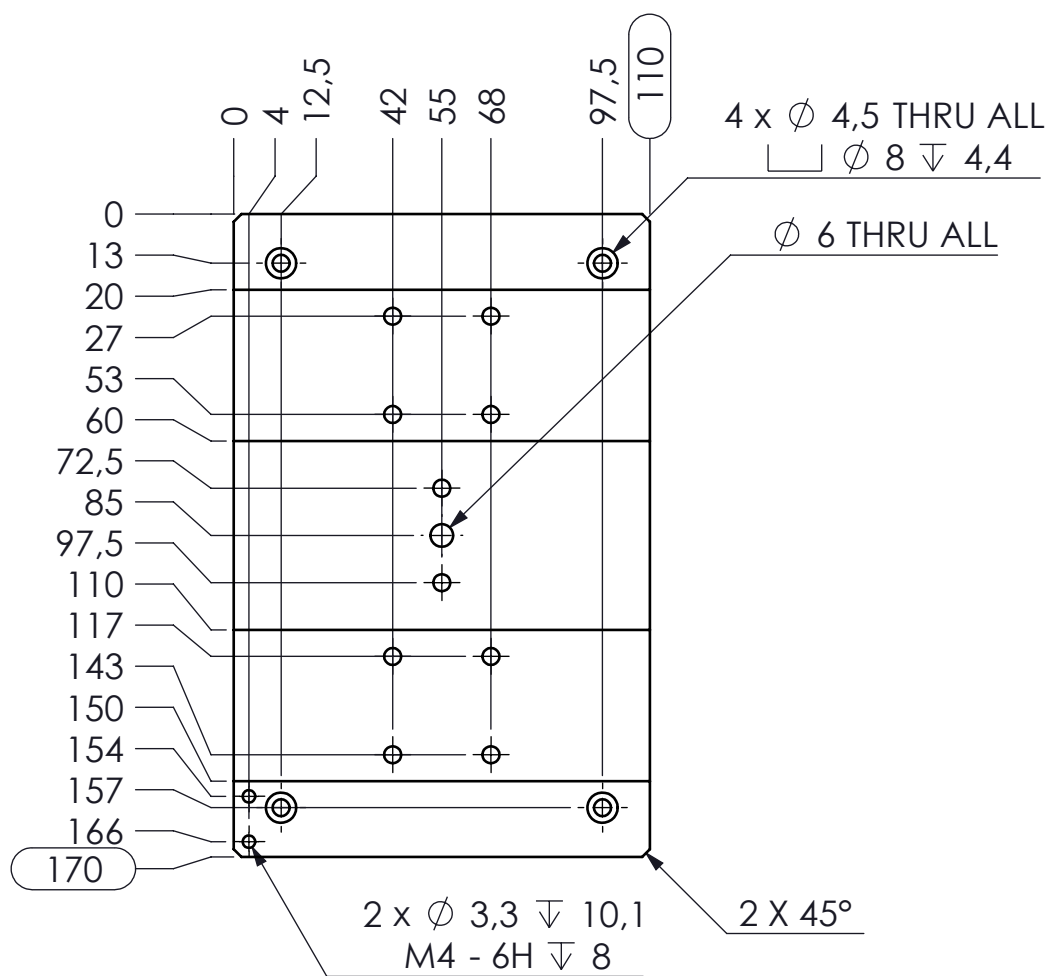
		ENC. WRK I&D		ISEP	ISEP-PE Projeto Estágio	1
		Escala 1:2	Formato A3			
Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		Nome Conjunto		
Mont.:		Fuso 12 - Conjunto (220 mm)				
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\FUSO 12\Fuso 12 - Conjunto (220 mm)						



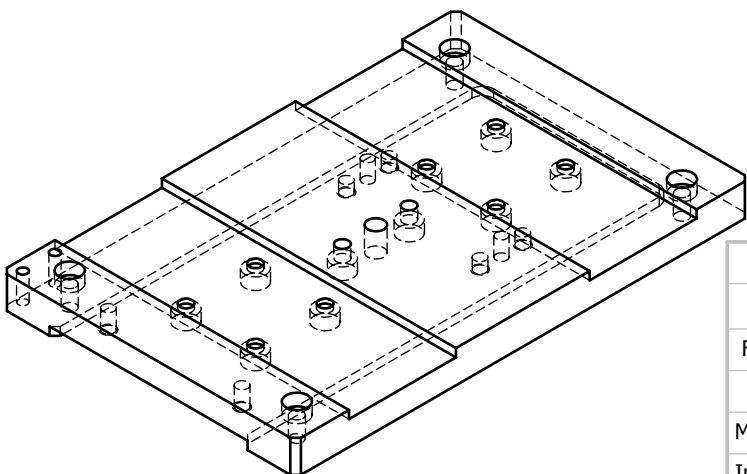
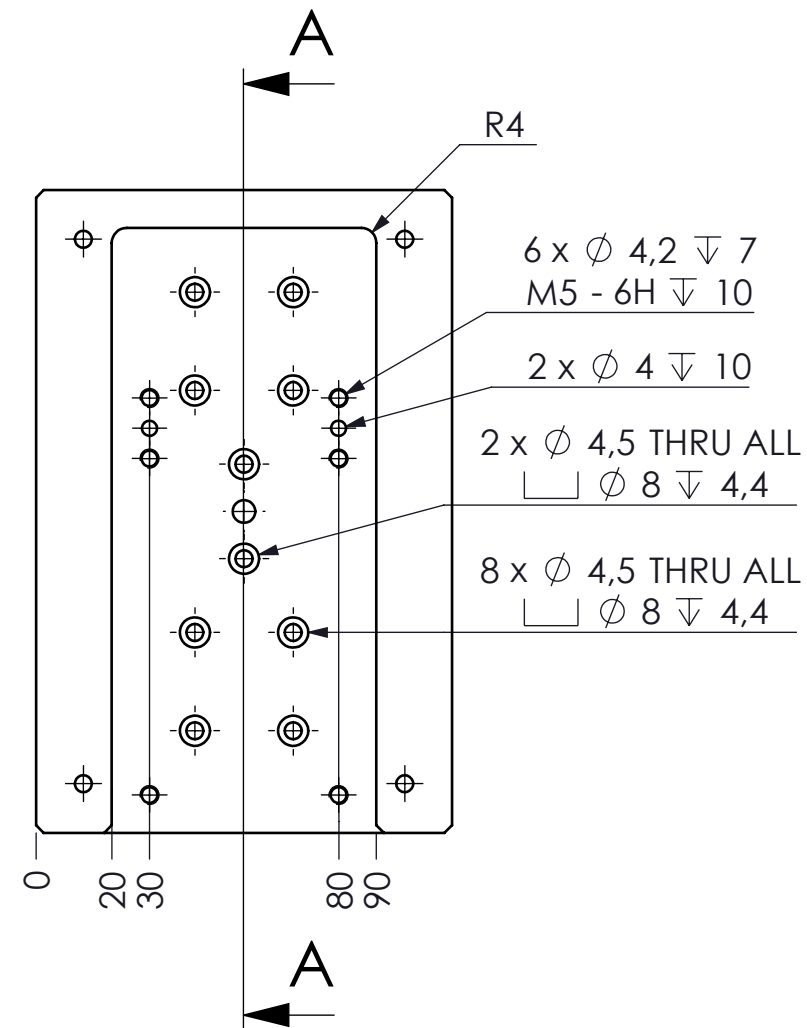
Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua.	2		
CAM							Dimen.	62 X 41 X 15				
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio							
Torno		Verif.:										
		Aprov.:										
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:					Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	APOIO MOVEL 12					PASSIVADO	
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\FUSO 12\COMPONENTES REXROTH\APOIO MOVEL 12												



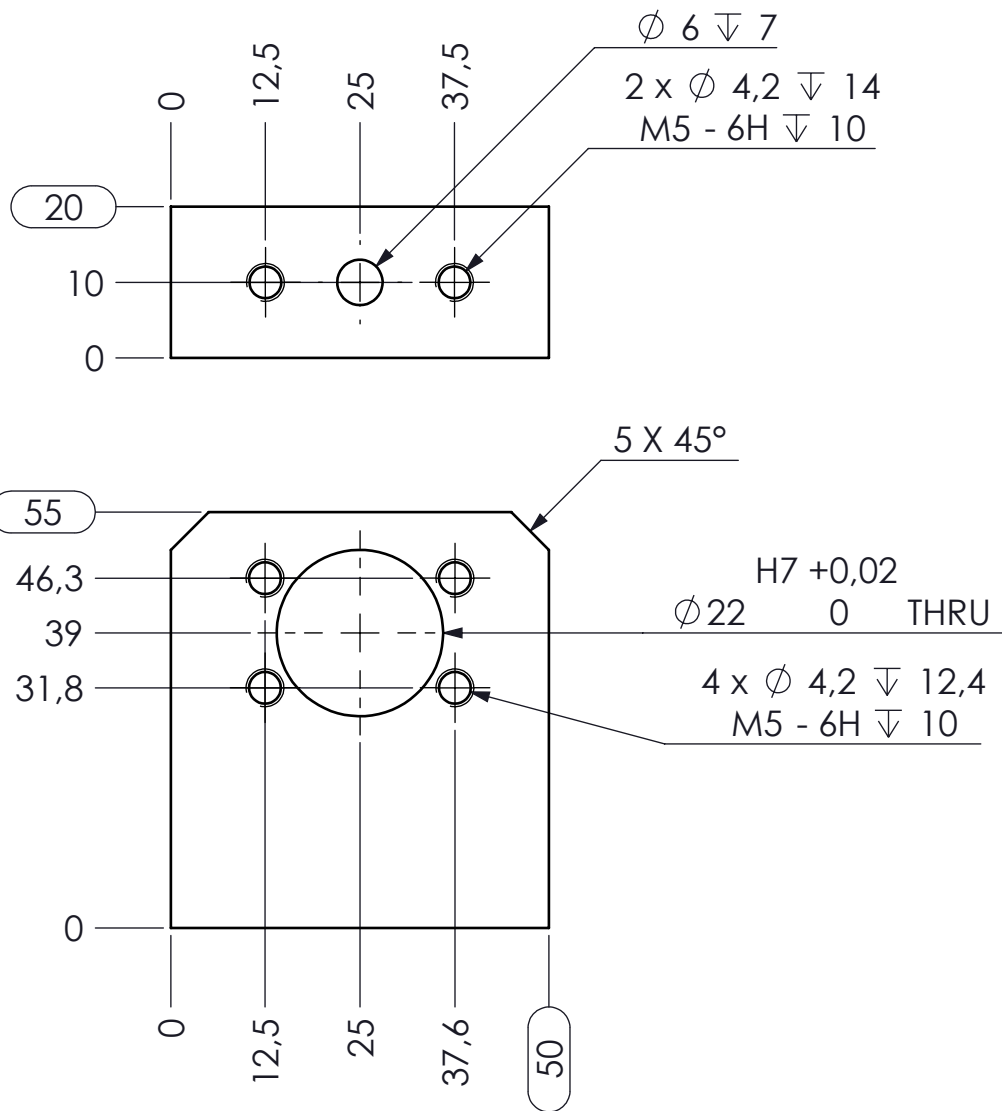
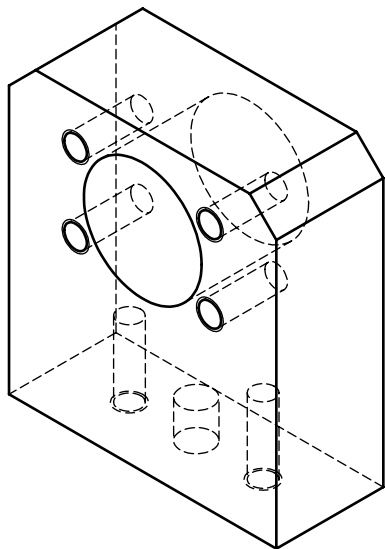
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-0601	1
2	ISEP-PE-0602	1
3	ISEP-PE-0603	1
4	ISEP-PE-0604	1
5	ISEP-PE-0605	1
6	ISEP-PE-0606	1
7	ISEP-PE-0607	1
8	ISEP-PE-0608	1
9	ISEP-PE-0609	1
10	ISEP-PE-0610	1
11	Sensor indutivo (DW-AD-624-M5)	1
12	Motor (PBM423FXE50)	1
13	Acoplamento (MOR-20C-5-6)	1
15	Fuso 12 - Conjunto (85 mm)	1
16	Guia linear (160 mm) (R1605 104 31)	2
17	Patim (R1622 114 20)	4



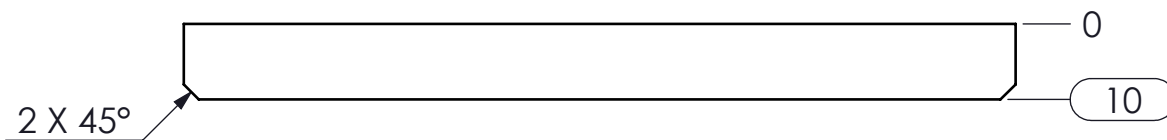
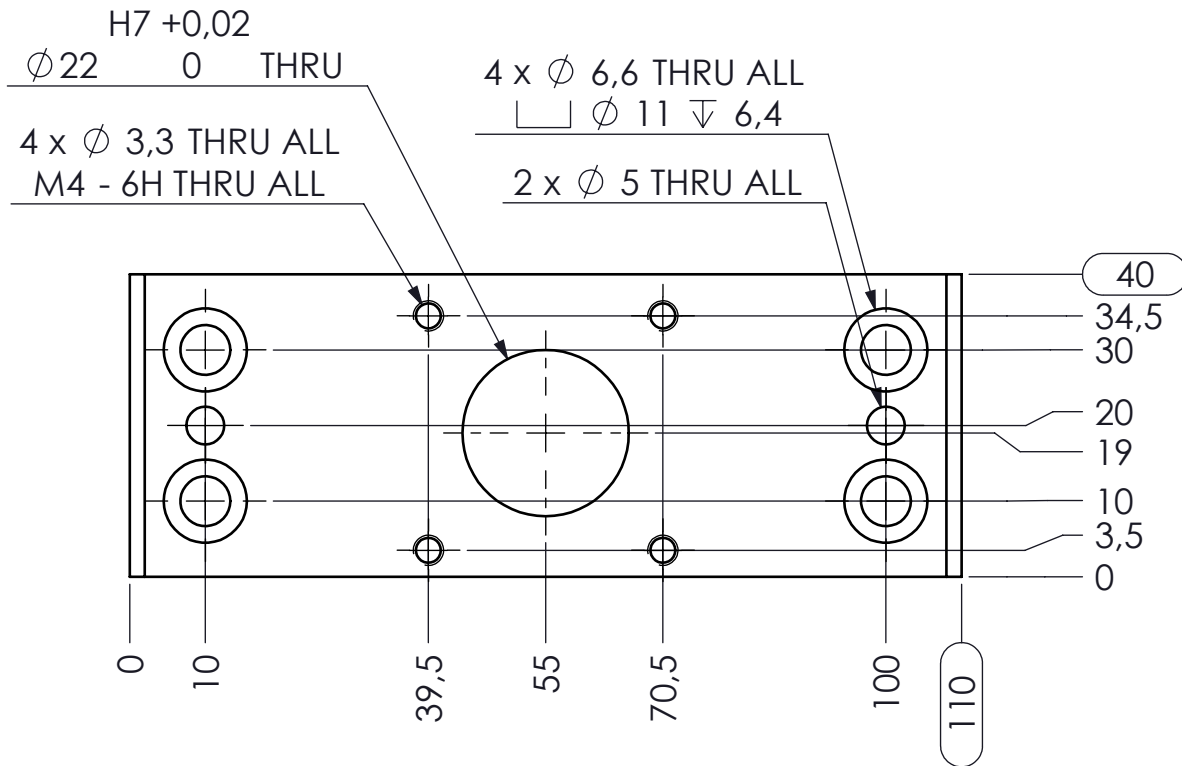
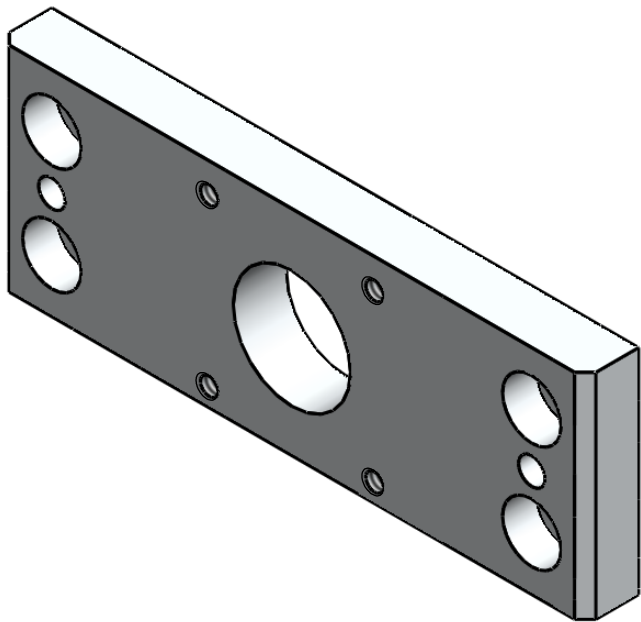
SECTION A-A



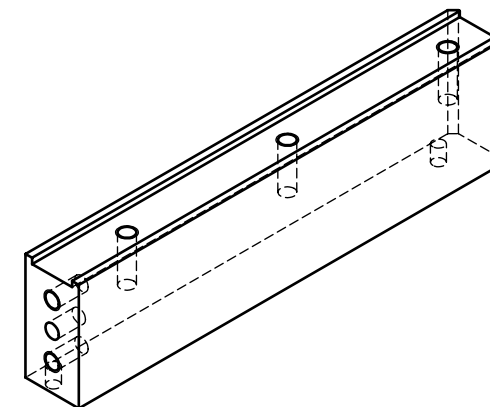
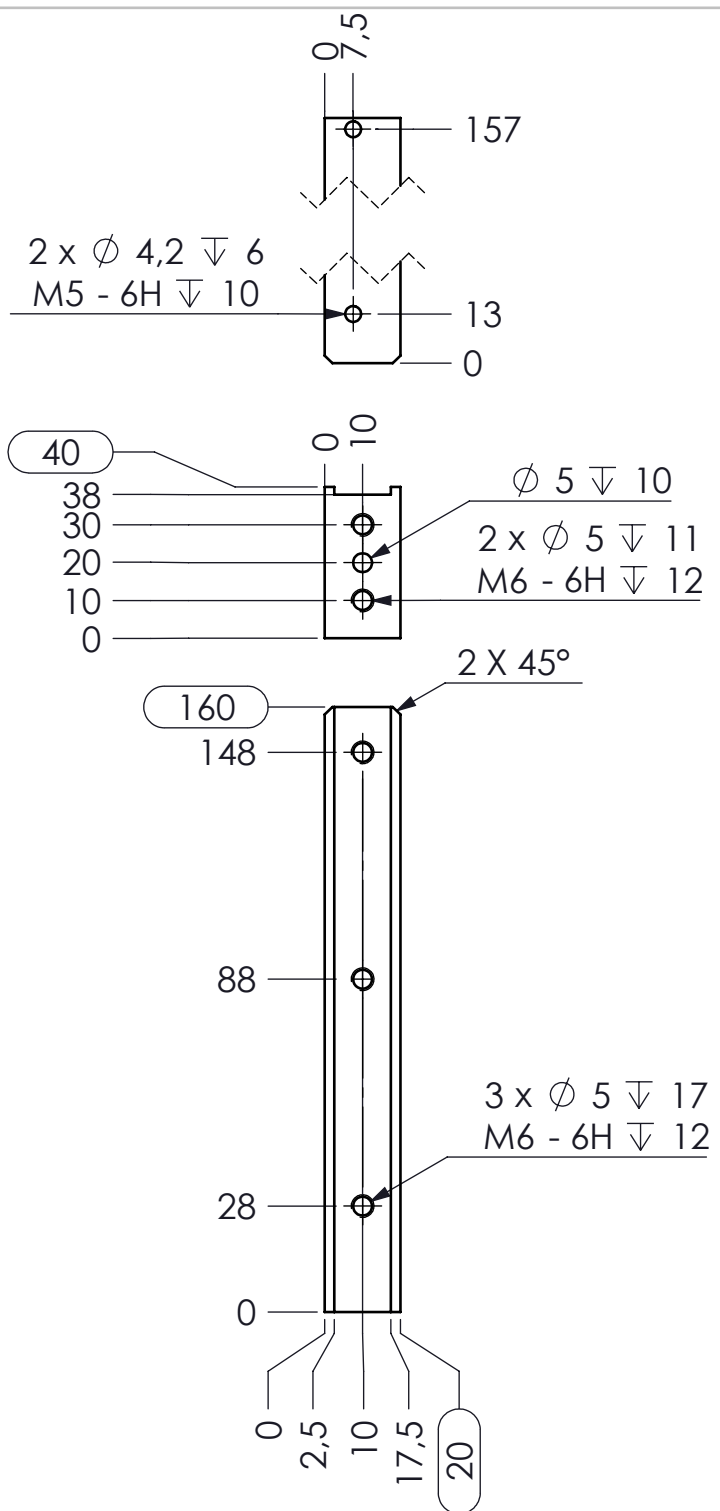
Corte			ENC		WRK I&D		ISEP		Material 3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM									Dimen. 170 X 110 X 12		
Fresagem	Des.:		26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE				
Torno	Verif.:						Projeto Estágio				
	Aprov.:										
Montagem	Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final	IT10		1:2		R2		A4		ISEP-PE-0601		-
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0601											



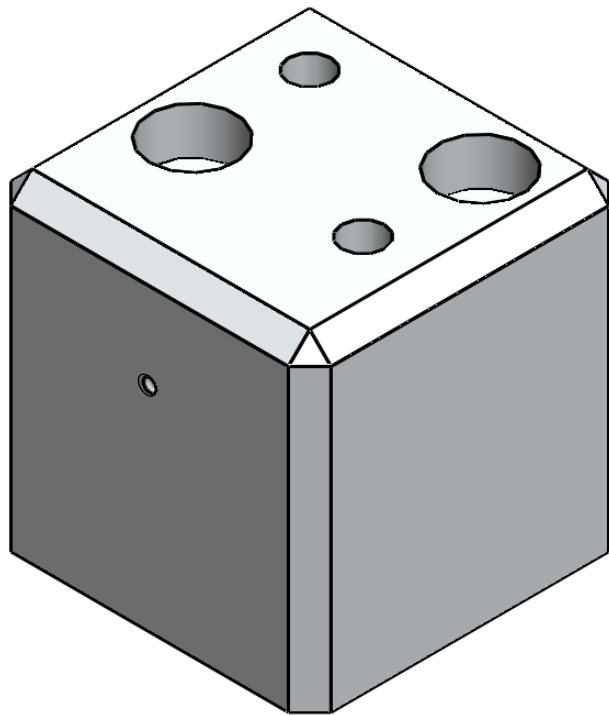
Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua. 1	
CAM							Dimen.	55x50x20		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:			Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0602			PASSIVADO	
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0602										



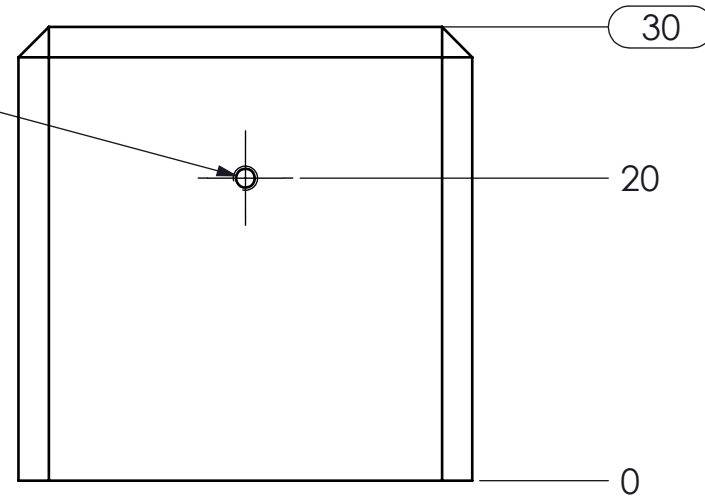
Corte			ENC		WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM								Dimen.	110X40X10		
Fresagem	Des.:		26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno	Verif.:										
	Aprov.:										
Montagem	Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final	IT10		1:1		R2		A4		ISEP-PE-0603		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0603											



Corte		WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.
CAM		ENC			Dimen.	160X40X20	1
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio		
Torno		Verif.:					
Montagem		Aprov.:					
Insp. Final		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento
		IT10	1:2	R2	A4	ISEP-PE-0604	
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0604							



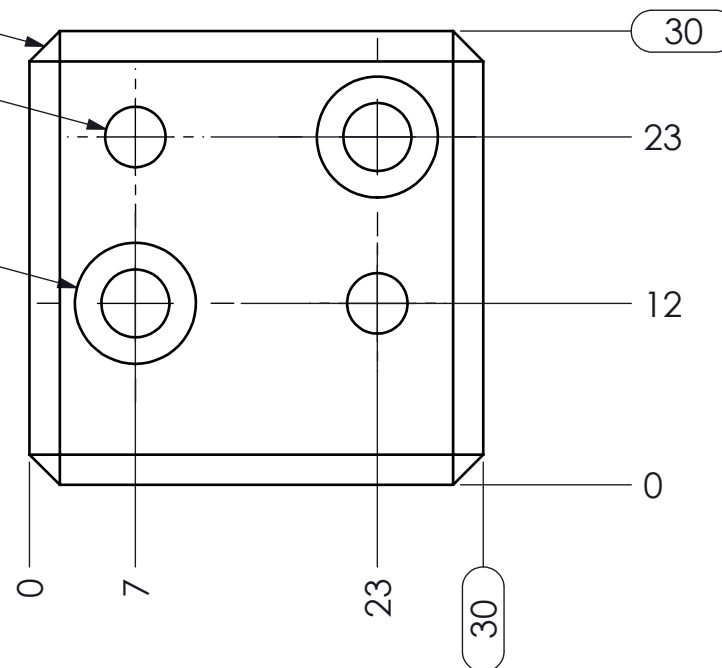
$\varnothing 1,25$ THRU ALL
M1.6 - 6H THRU ALL



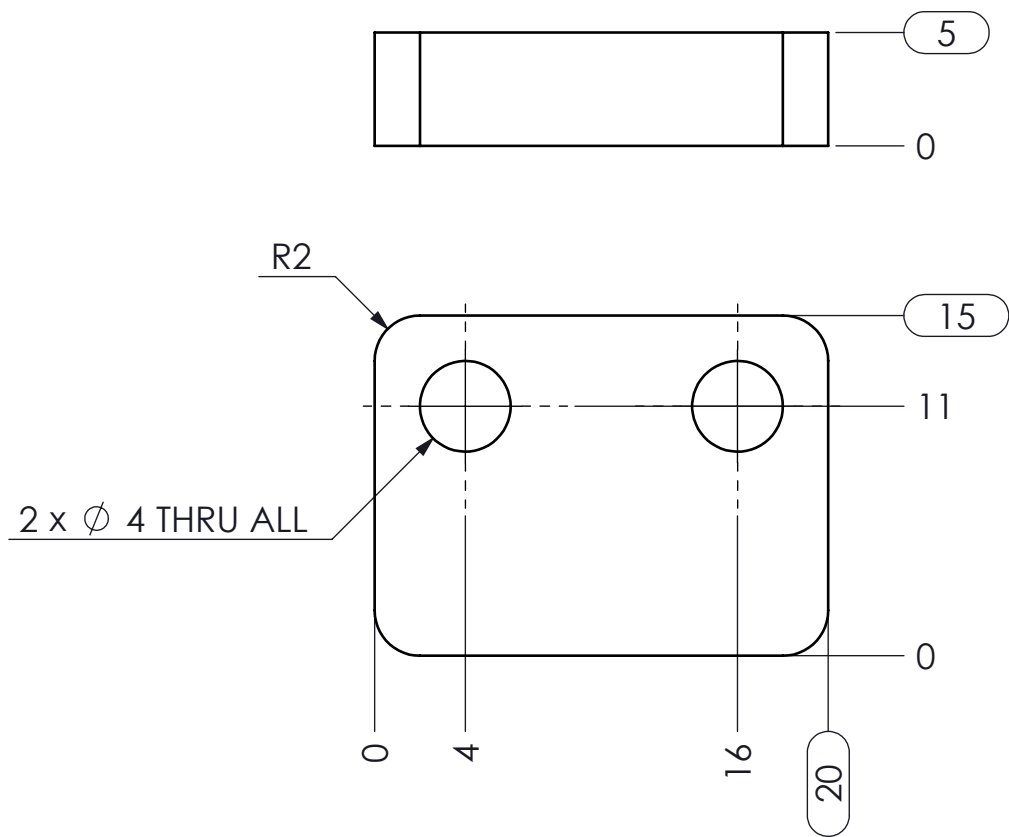
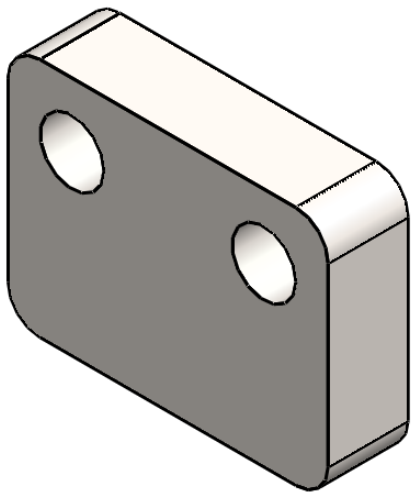
2 X 45°

2 x $\varnothing 4$ THRU ALL

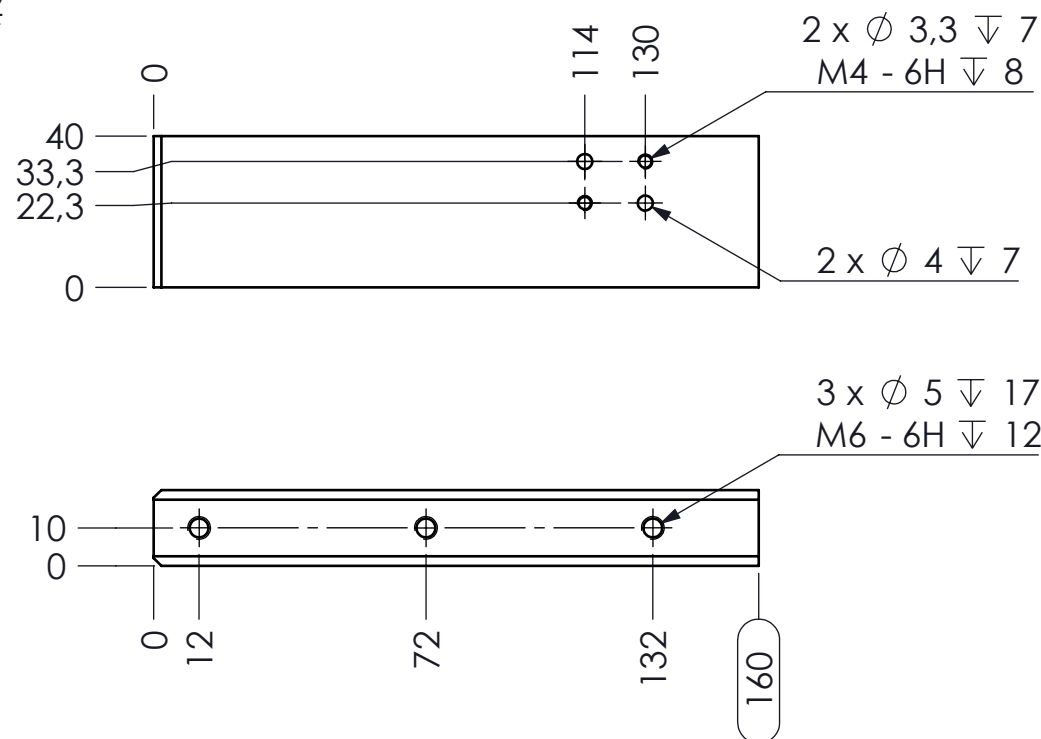
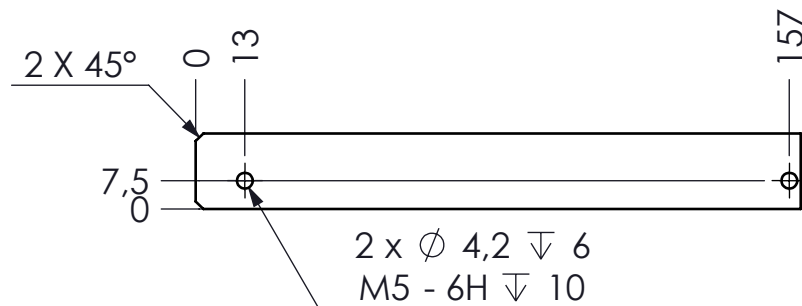
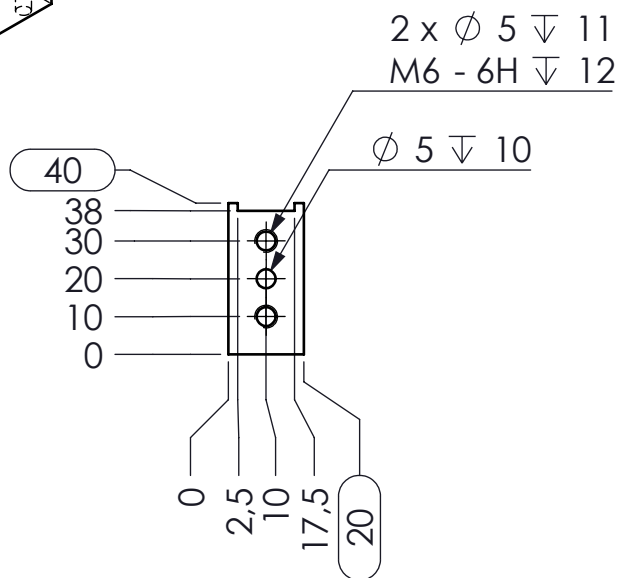
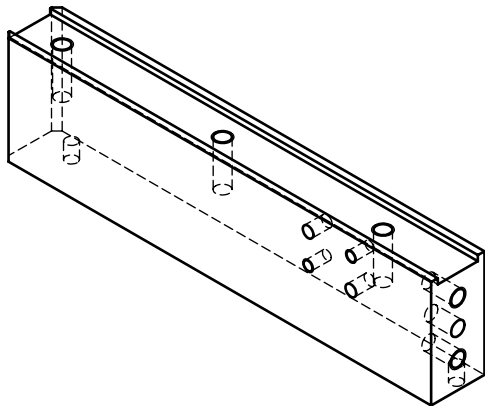
2 x $\varnothing 4,5$ THRU ALL
 $\square \varnothing 8 \nabla 4,4$



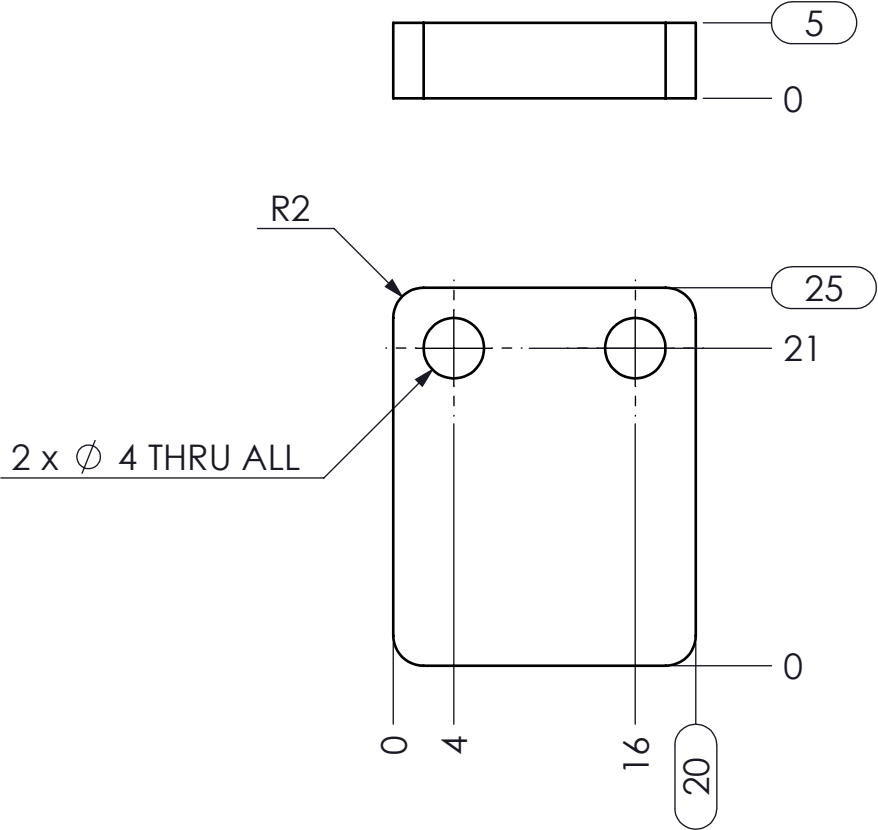
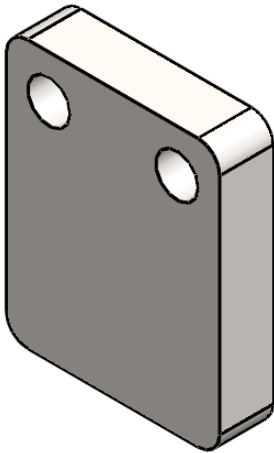
Corte				ENC. WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM							Dimen.	30 X 30 X 30	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0605			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0605									



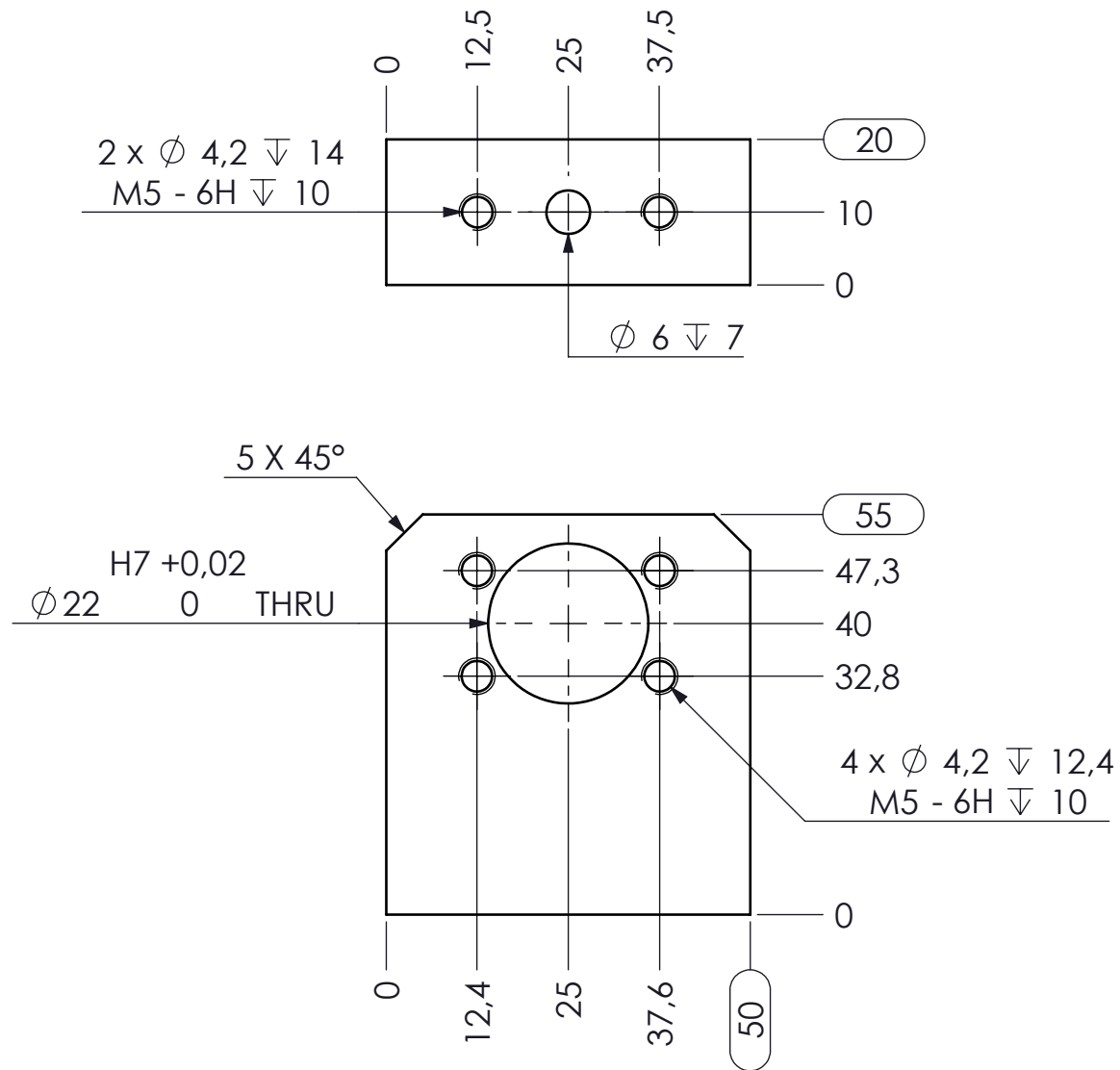
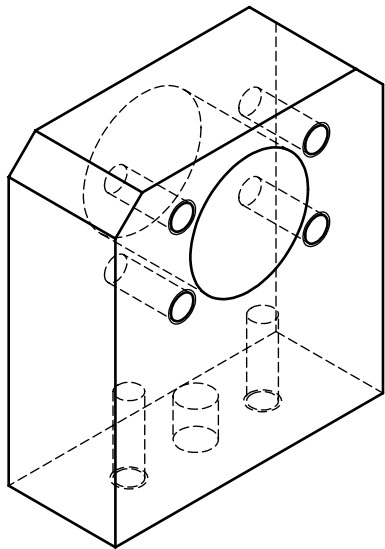
Corte		 ENC		WRK I&D		ISEP		Material	1.1191 (C45E)		Qua. 1	
CAM								Dimen.	20 X 15 X 5			
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio					
Torno		Verif.:										
		Aprov.:										
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:					Tratamento	
Insp. Final		IT10	3:1	R2	A4	ISEP-PE-0606						
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0606												



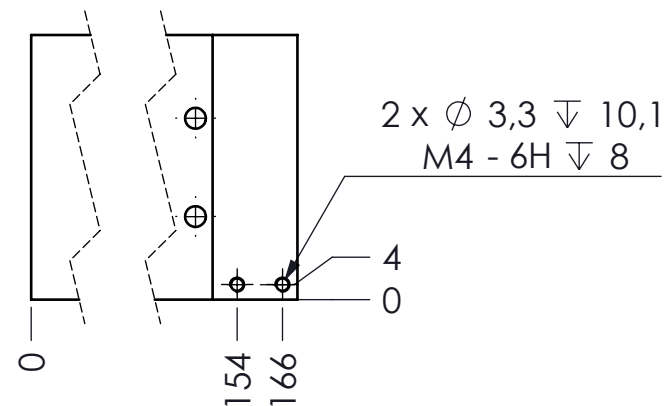
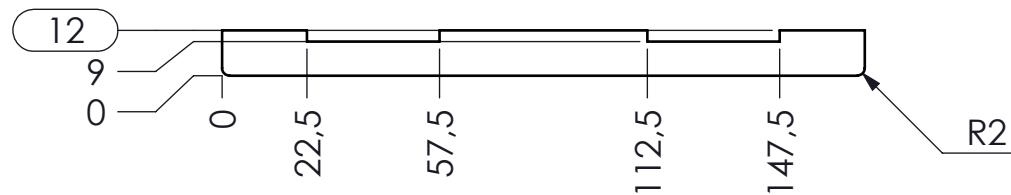
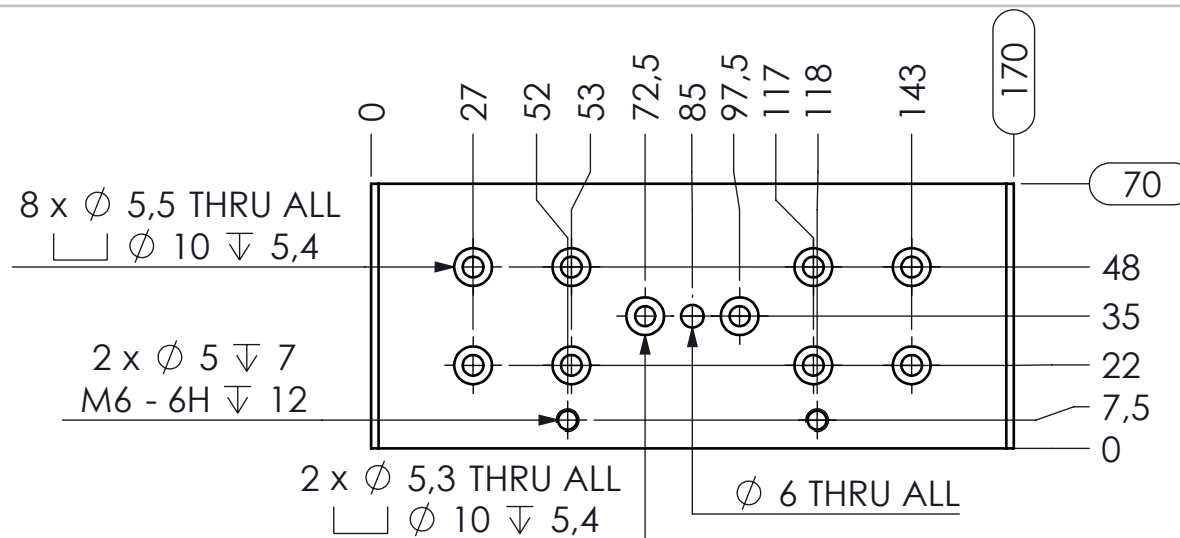
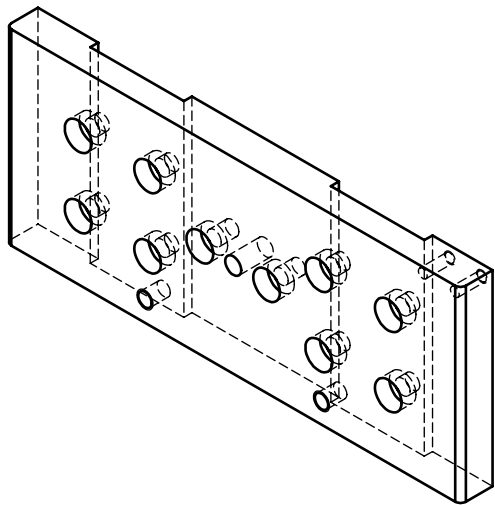
Corte				ENC		WRK I&D		ISEP			Material 3.3547 (EN-AW5083)		Qua. 1	
CAM											Dimen. 160 X 40 X 20			
Fresagem		Des.: 26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio								
Torno		Verif.:												
		Aprov.:												
Montagem		Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:			Tratamento	
Insp. Final		IT10		1:2		R2		A4		ISEP-PE-0607				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0607														



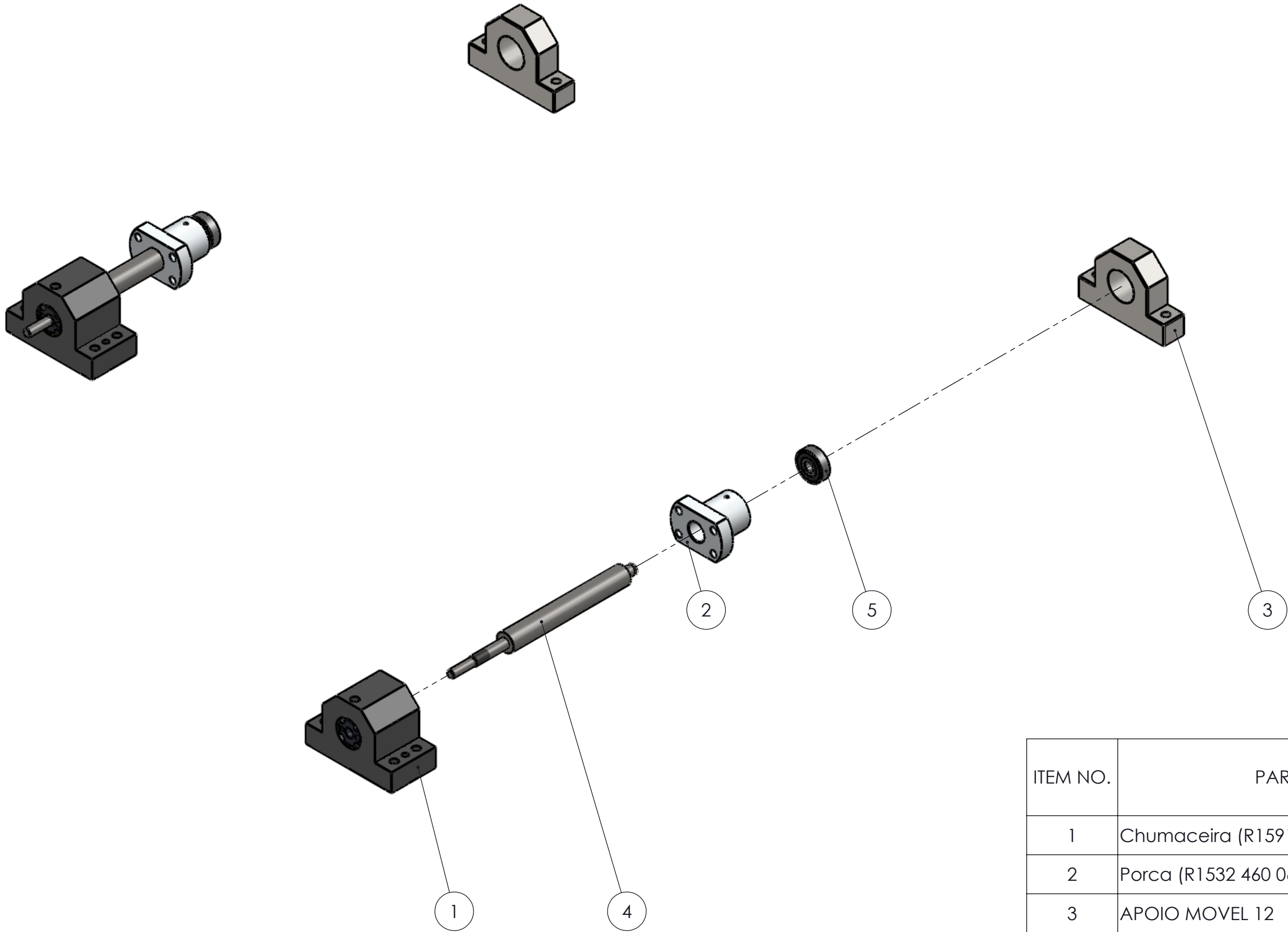
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua. 1
CAM							Dimen.	25 X 20 X 5	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0608			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0608									



Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	1.1191 (C45E)	Qua. 1
CAM							Dimen.	55x50x20	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0609	PASSIVADO		
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0609							

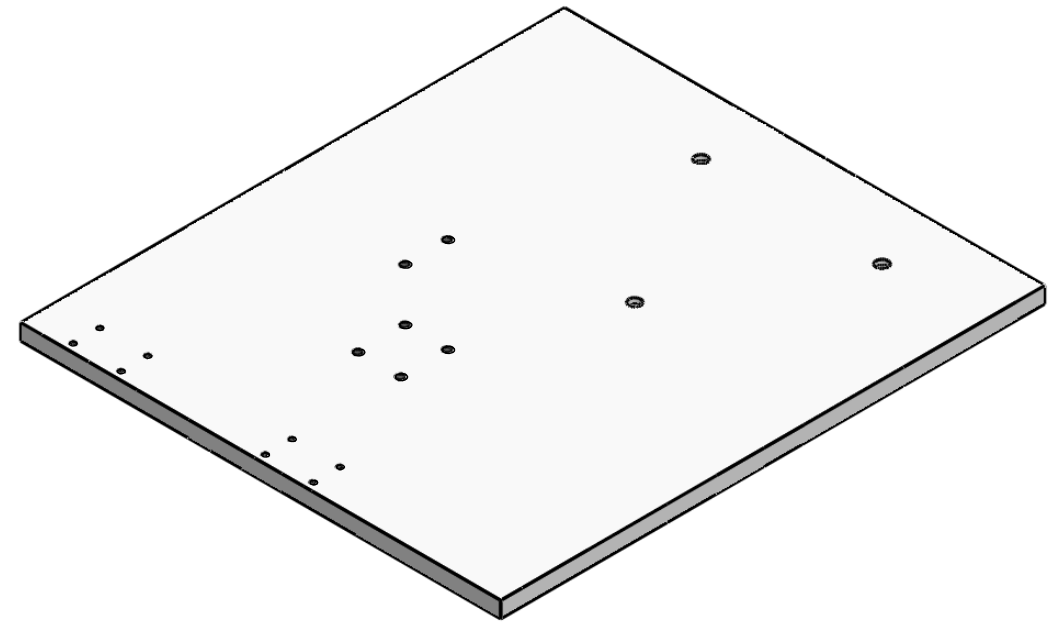
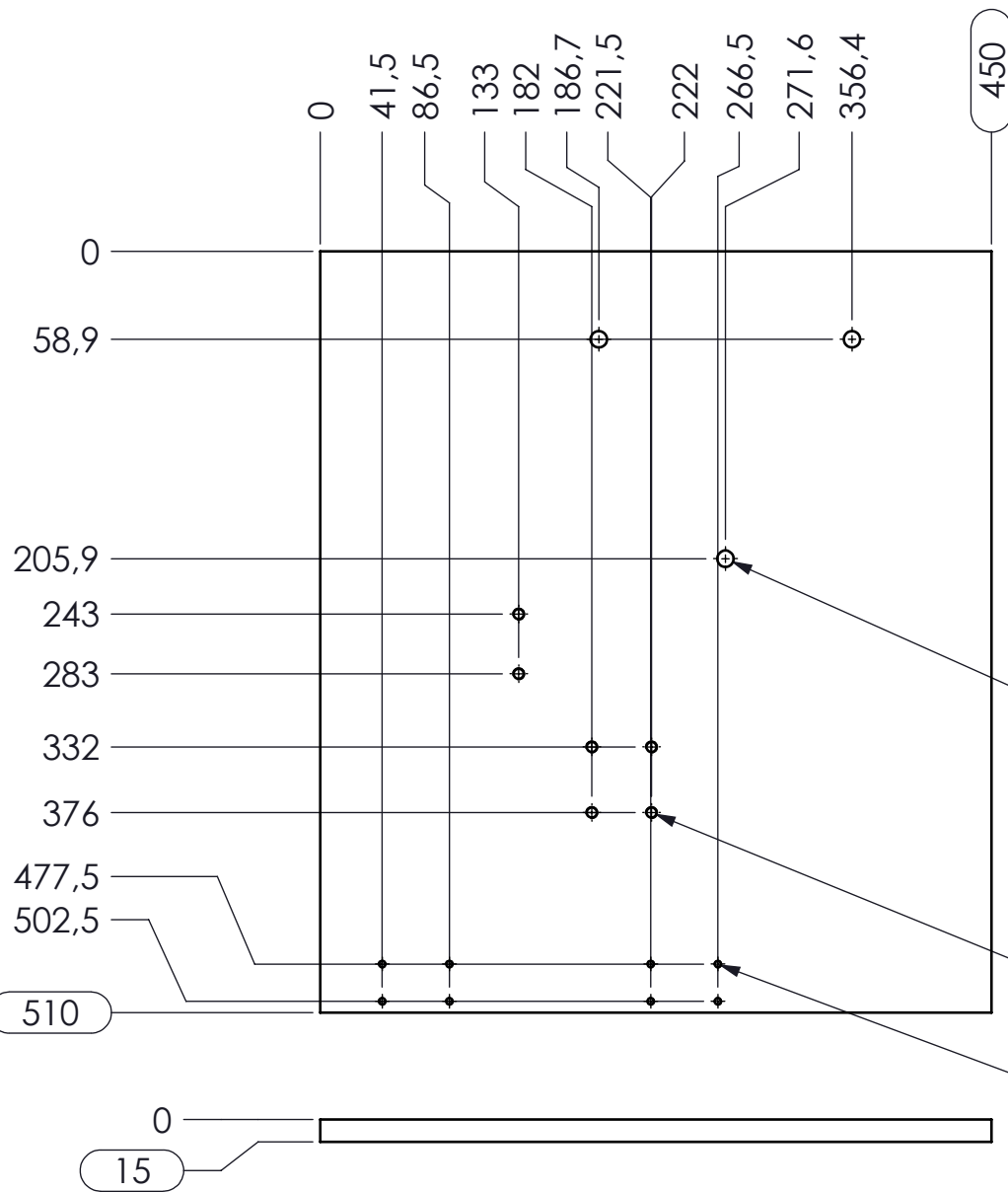


Corte				WRK I&D		ENC	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM								Dimen.	170 X 70 X 12	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento			
Insp. Final		IT10	1:2	R2	A4	ISEP-PE-0610				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0610										



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Chumaceira (R1591 106 20)	1
2	Porca (R1532 460 06)	1
3	APOIO MOVEL 12	1
4	Fuso (85 mm) (R1531 469 10)	1
5	Rolamento de esferas (626-2Z)	1

		WRK I&D		ISEP	ISEP-PE Projeto Estágio	1
		Escala 1:2	Formato A3			
Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		Nome Conjunto		
Mont.:				Fuso 12 - Conjunto (85 mm)		
C:\ISEP\ISEP-PE\COMPONENTES\FUSO 12\Fuso 12 - Conjunto (85 mm)						

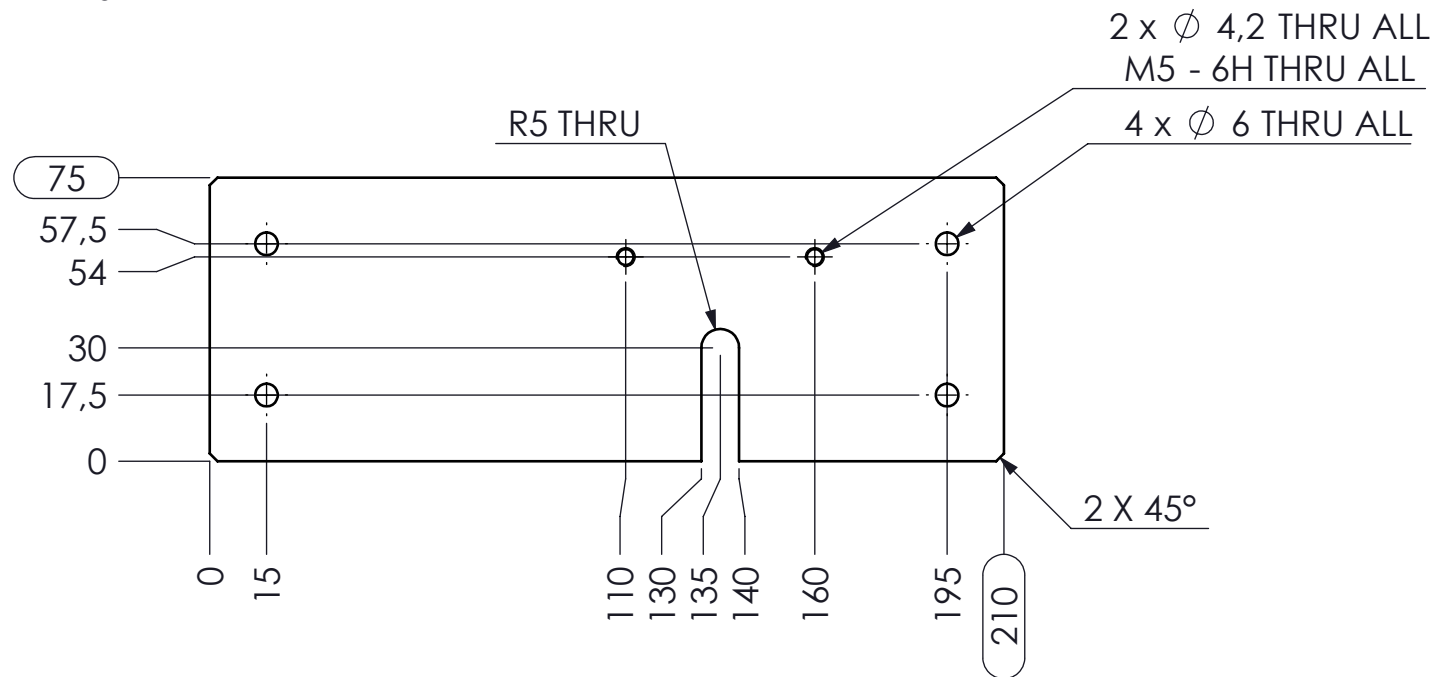
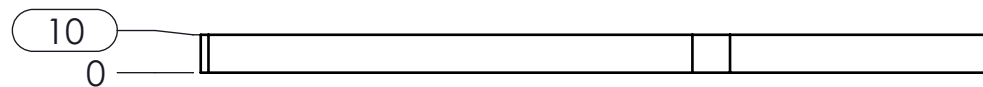
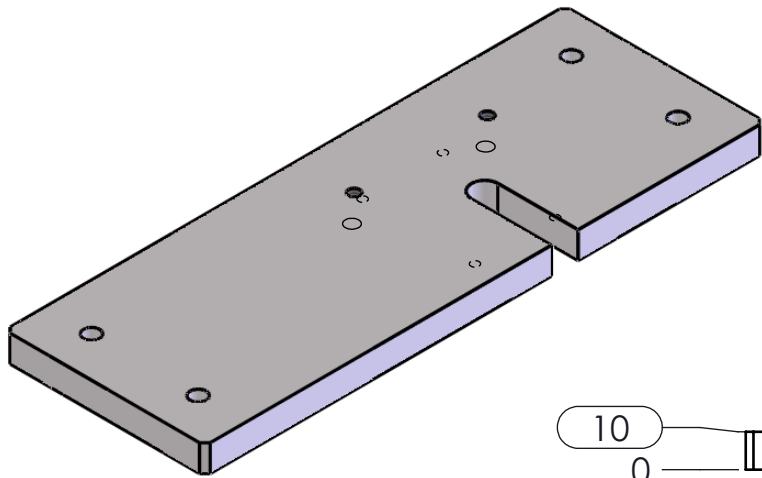


3 x $\varnothing$ 11 THRU ALL
 $\square$ $\varnothing$ 18 ∇ 10,6

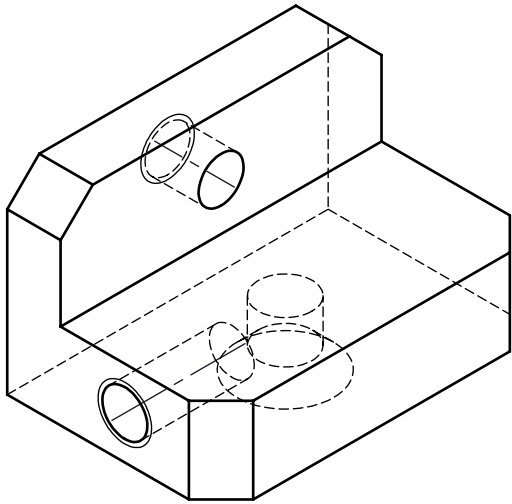
6 x $\varnothing$ 6,8 THRU ALL
 M8 - 6H THRU ALL

8 x $\varnothing$ 4,2 ∇ 12
 M5 - 6H ∇ 10

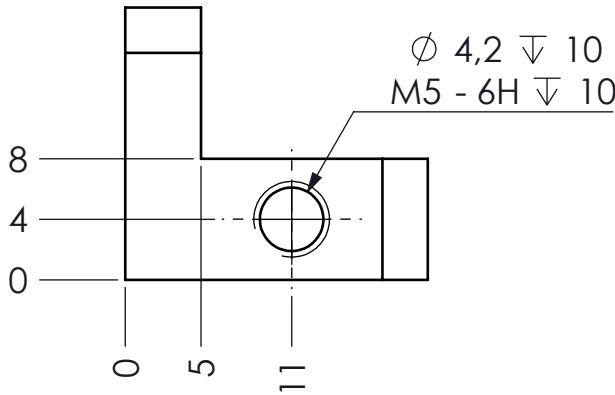
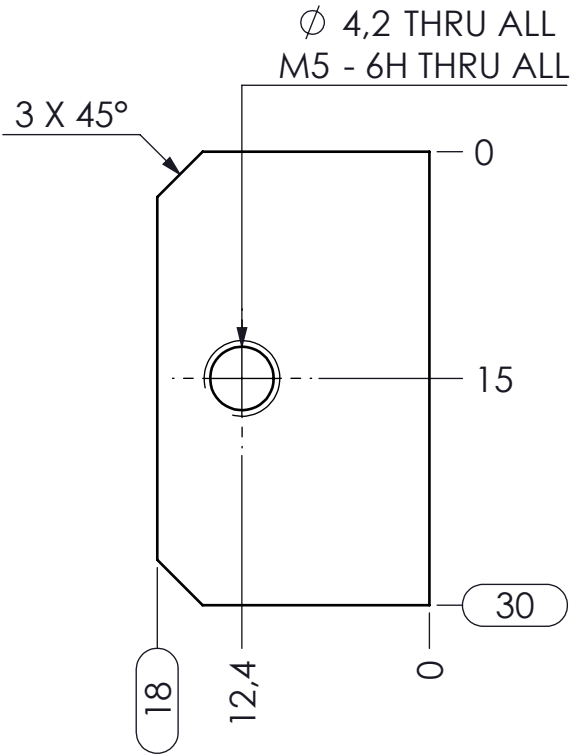
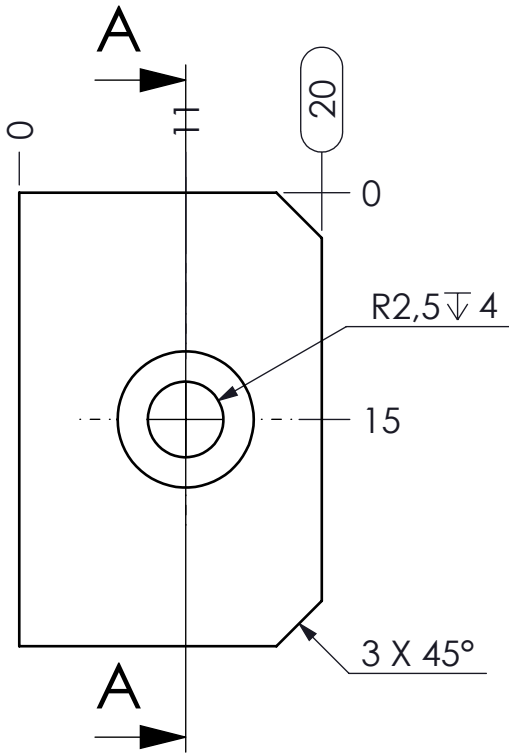
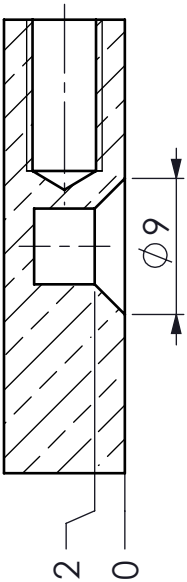
Corte				ENC		WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua. 1
CAM										Dimen.	510 X 450 X 15	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:										
		Aprov.:										
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:						Tratamento
Insp. Final		IT10	1:5	R2	A4	ISEP-PE-0701						
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0701												



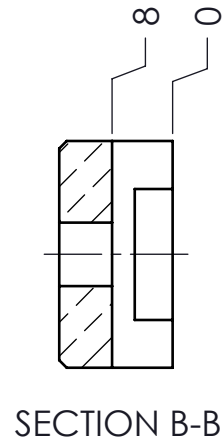
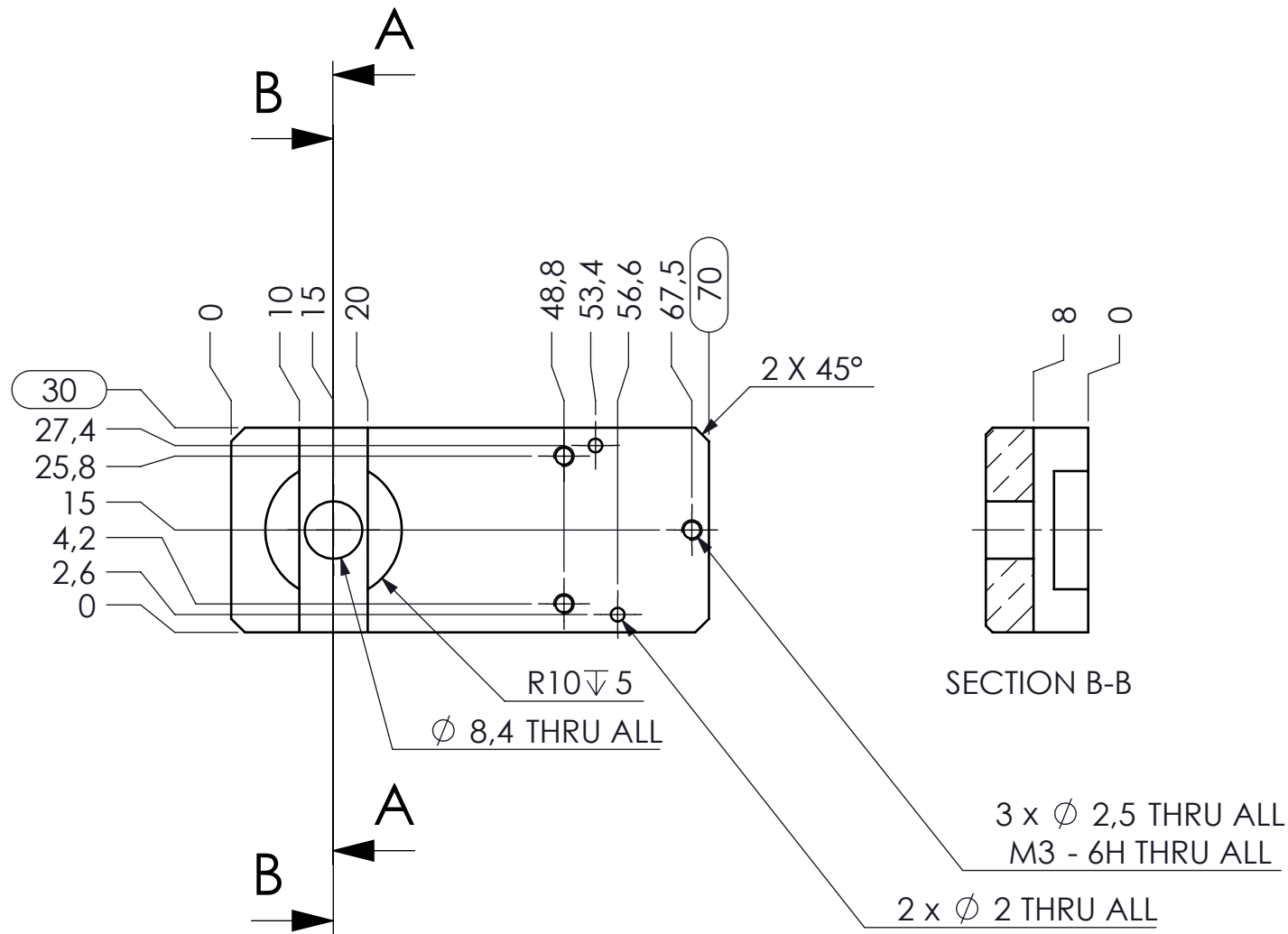
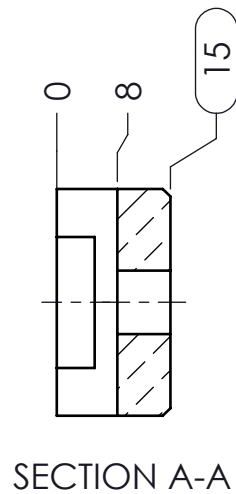
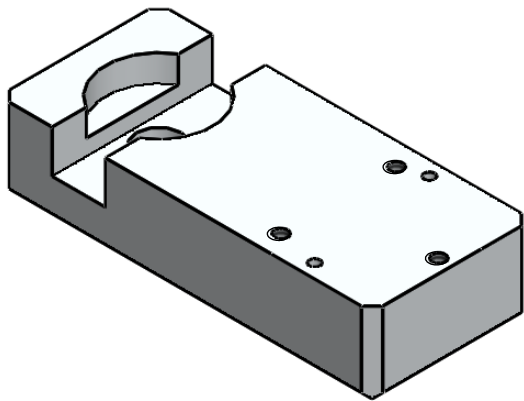
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qua.	1
CAM							Dimen.	210 X 75 X 10		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio					
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento			
Insp. Final		IT10	1:2	R2	A4	ISEP-PE-0702				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0702										



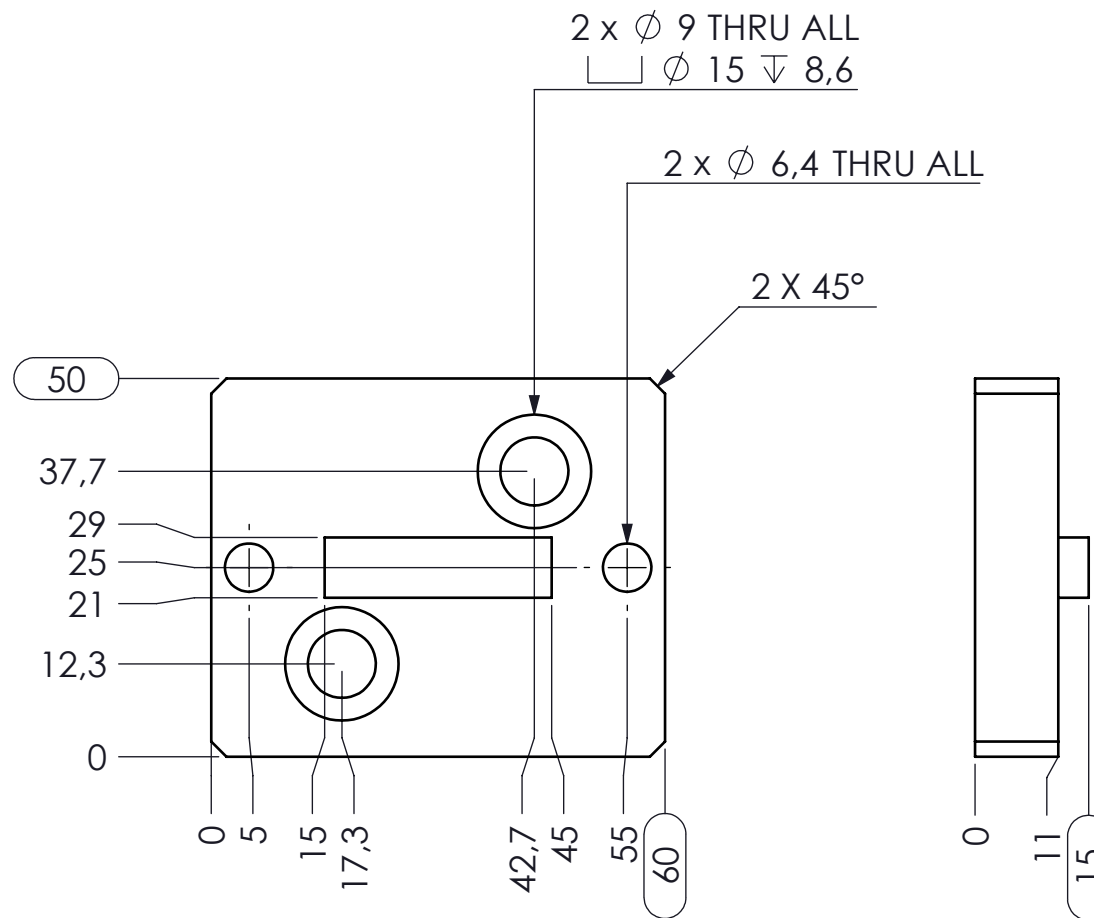
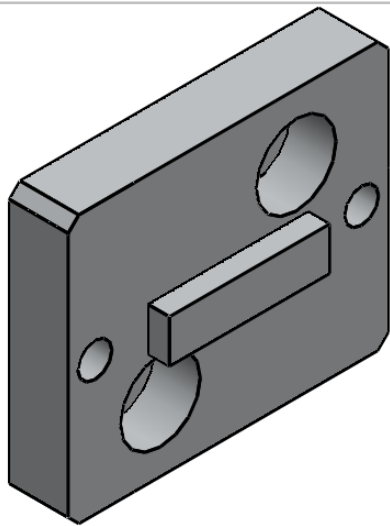
SECTION A-A



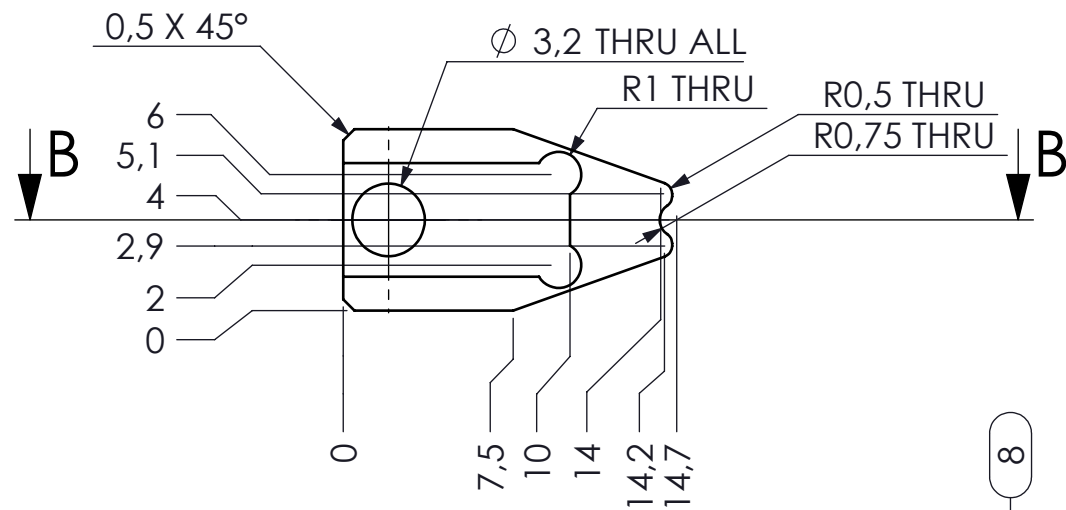
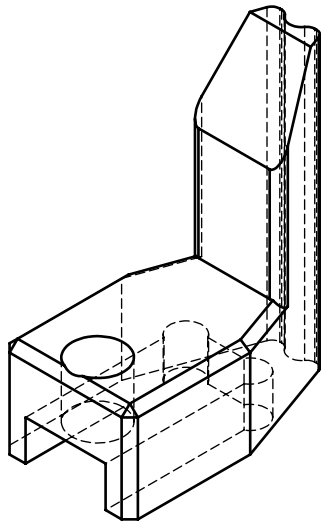
Corte			WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1	
CAM						Dimen.	30 X 20 X18			
Fresagem	Des.:		26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno	Verif.:									
	Aprov.:									
Montagem	Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:	Tratamento
Insp. Final	IT10		2:1		R2		A4		ISEP-PE-0703	
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0703										



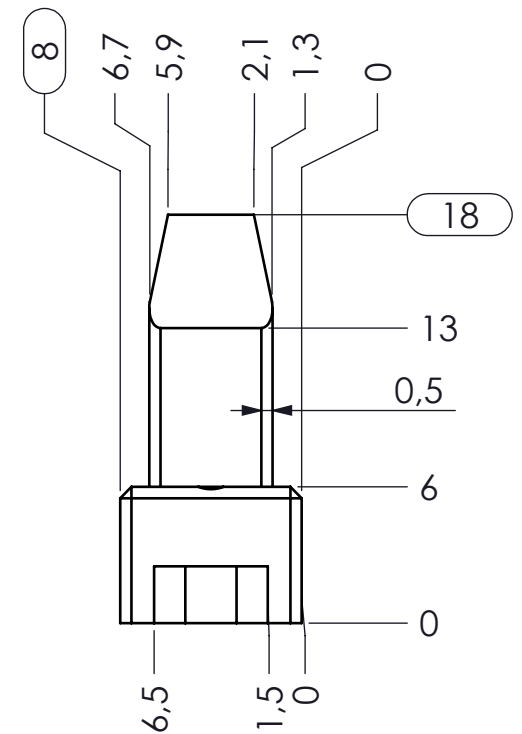
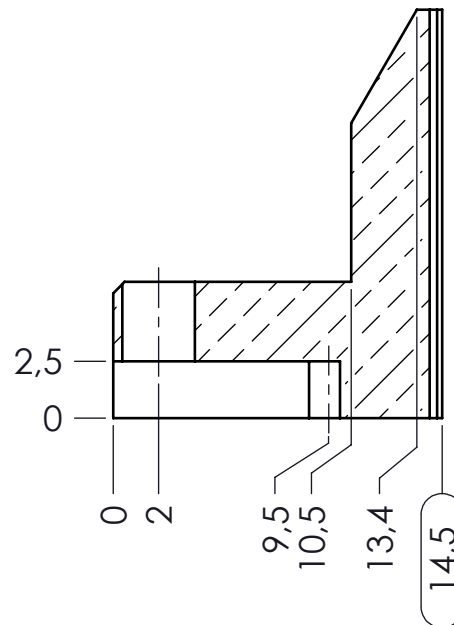
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.
CAM							Dimen.	70 X 30 X 15	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:			Tratamento
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0704			
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0704							



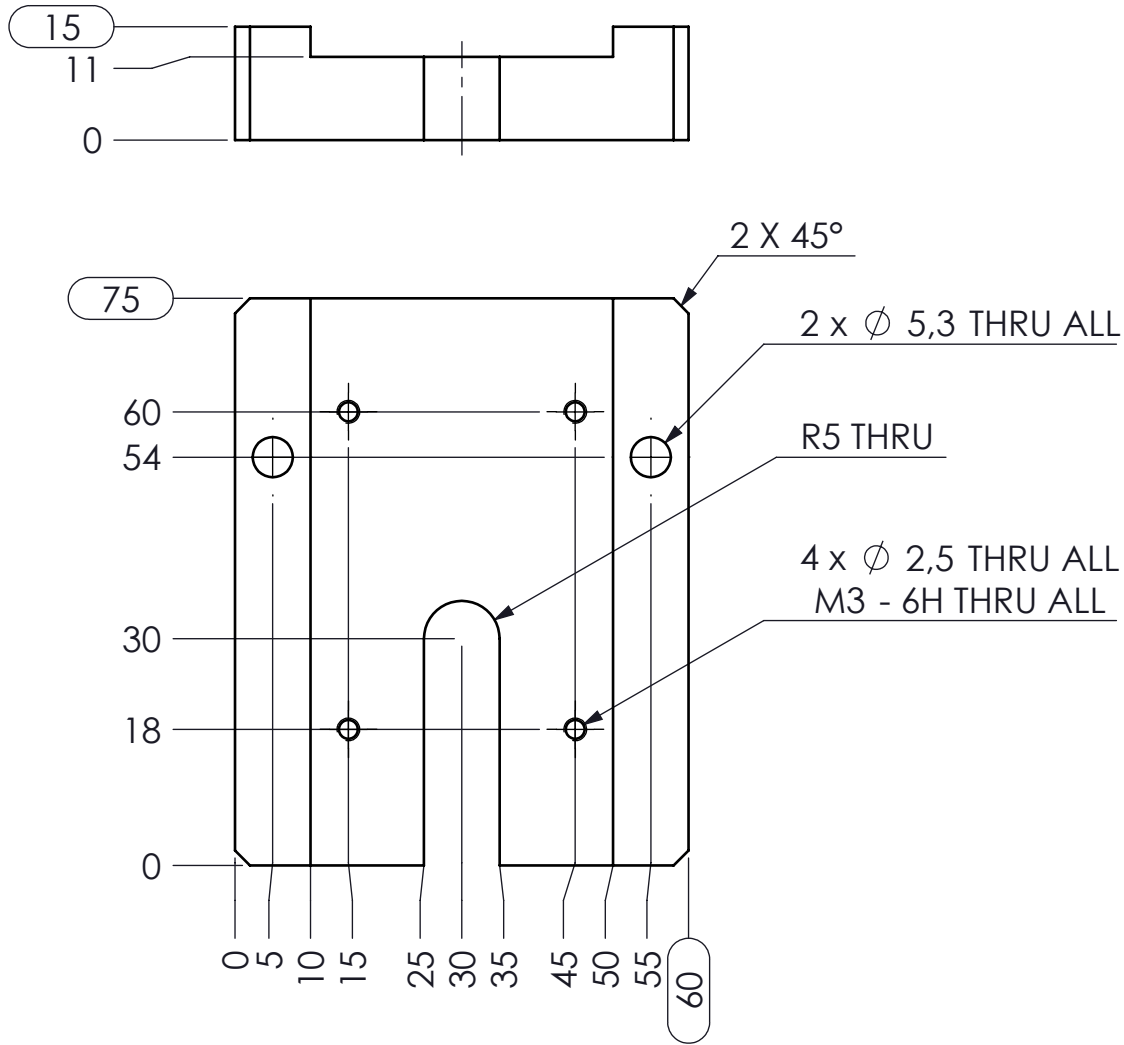
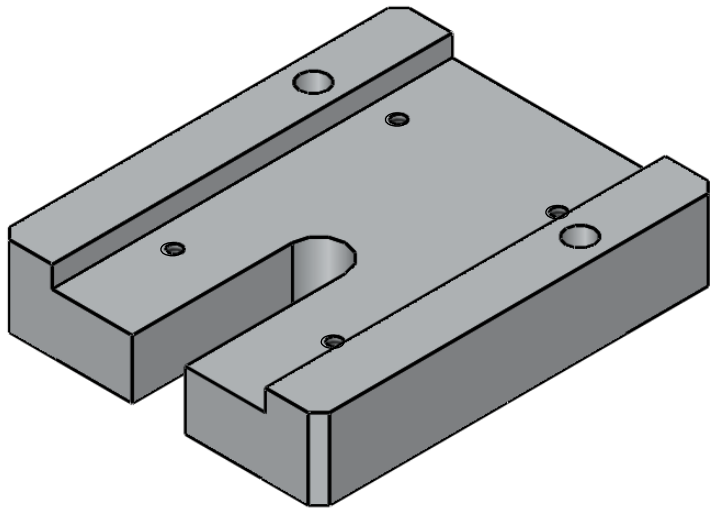
Corte				WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM							Dimen.	60 X 40 X 15		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento			
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0705				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0705										



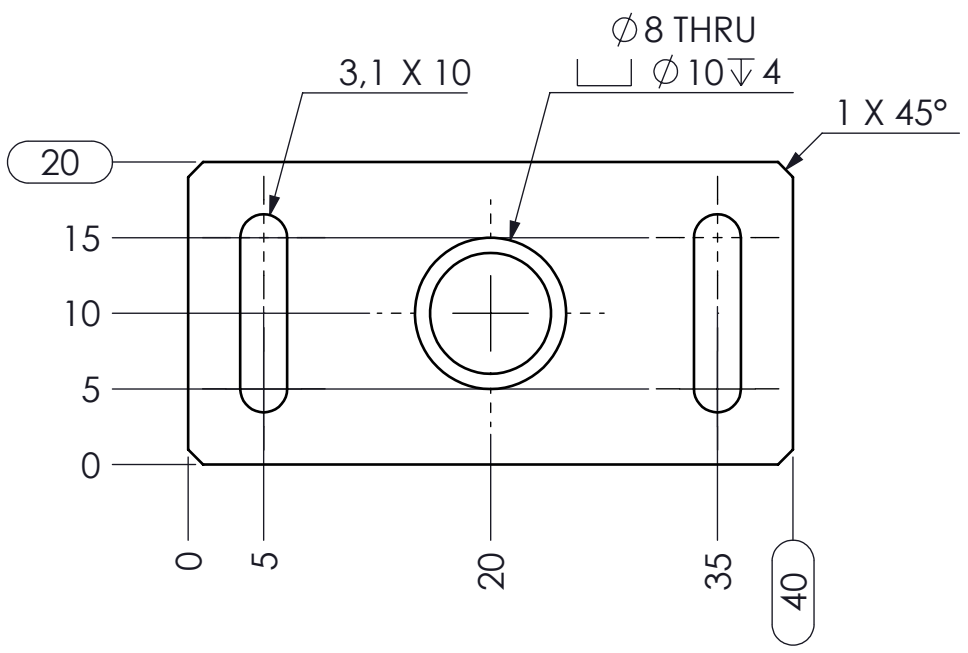
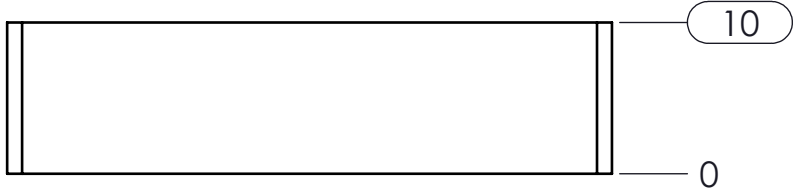
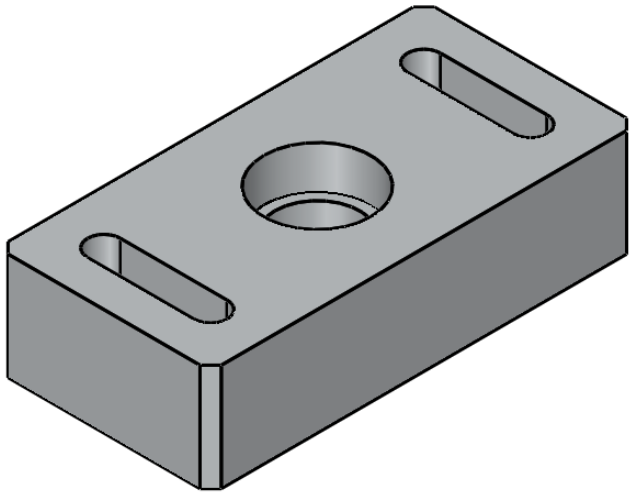
SECTION B-B



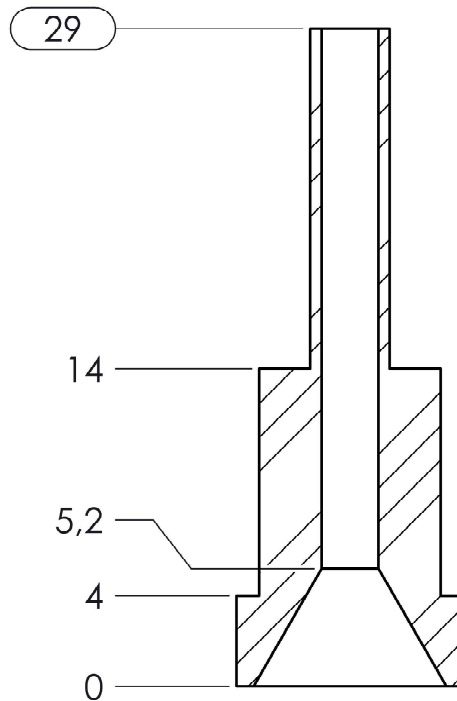
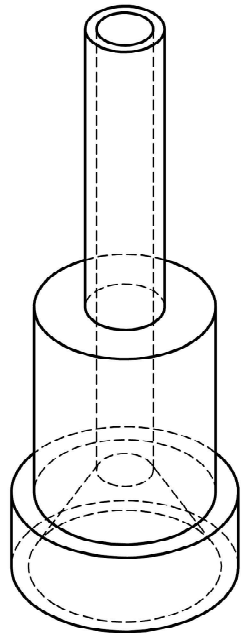
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.	3	
CAM							Dimen.	18 x 14.5 x 8			
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:									
		Aprov.:									
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:				Tratamento	
Insp. Final		IT10	3:1	R2	A4	ISEP-PE-0706					
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0706											



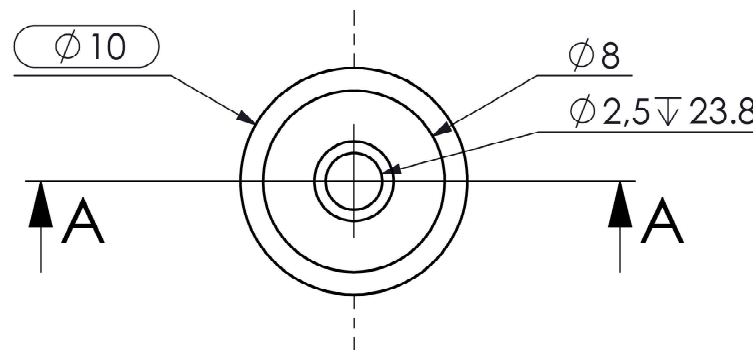
Corte				ENC		WRK I&D		ISEP		Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM										Dimen.	75 X 60 X 15		
Fresagem		Des.:	26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:											
		Aprov.:											
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:						Tratamento	
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0707							
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0707													



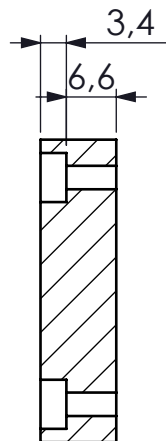
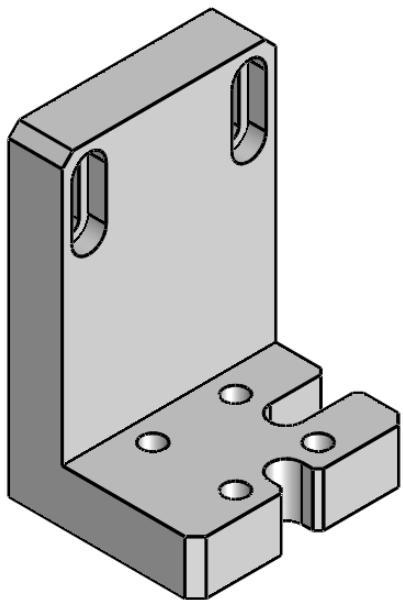
Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.	1
CAM							Dimen.	40 X 20 X 10		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio					
Torno		Verif.:								
		Aprov.:								
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento			
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0708				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0708										



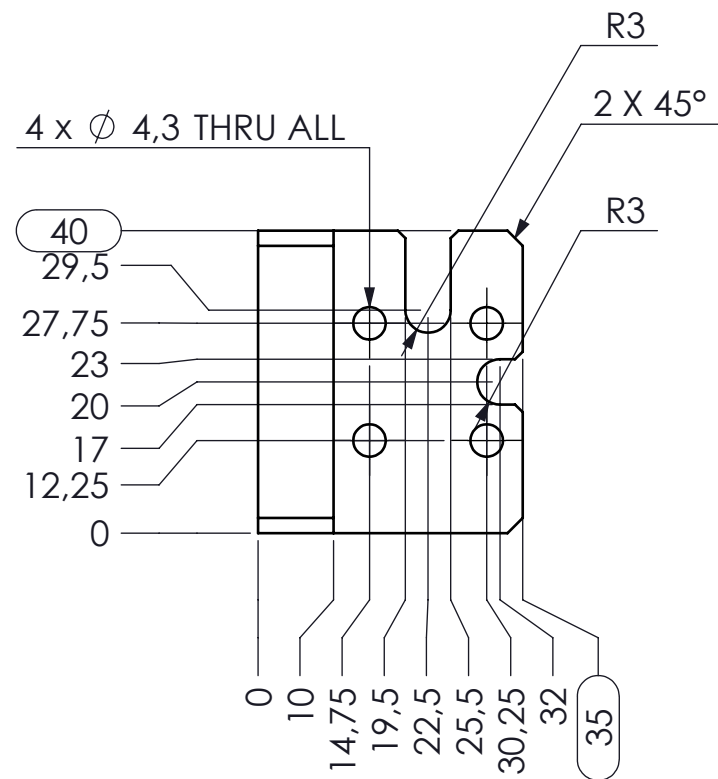
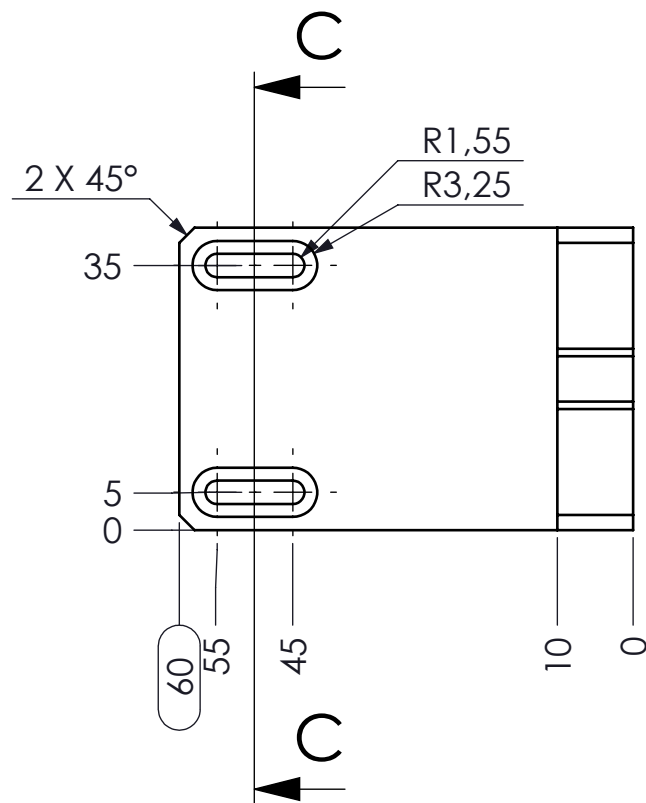
SECTION A-A



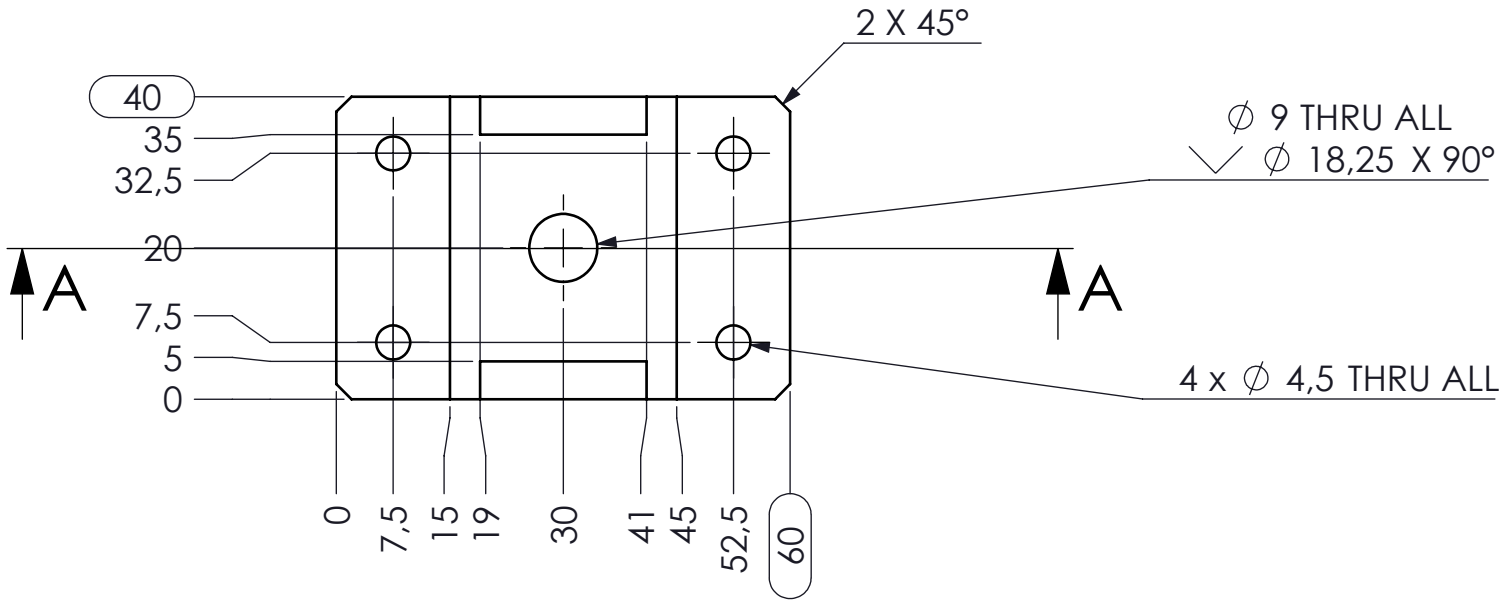
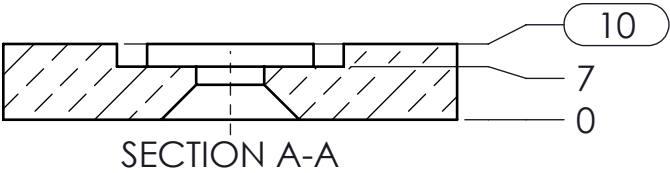
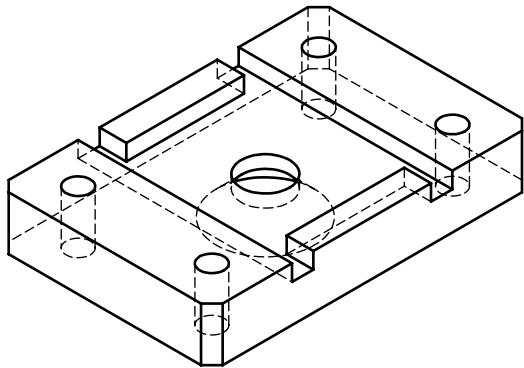
Corte		 WRK I&D ENC.		ISEP		Material	1.1191 (C45E)	Qua. 1
CAM						Dimen.	Ø10 X 29	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:						
		Aprov.:						
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final		IT10	3:1	R2	A4	ISEP-PE-0709		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0709								



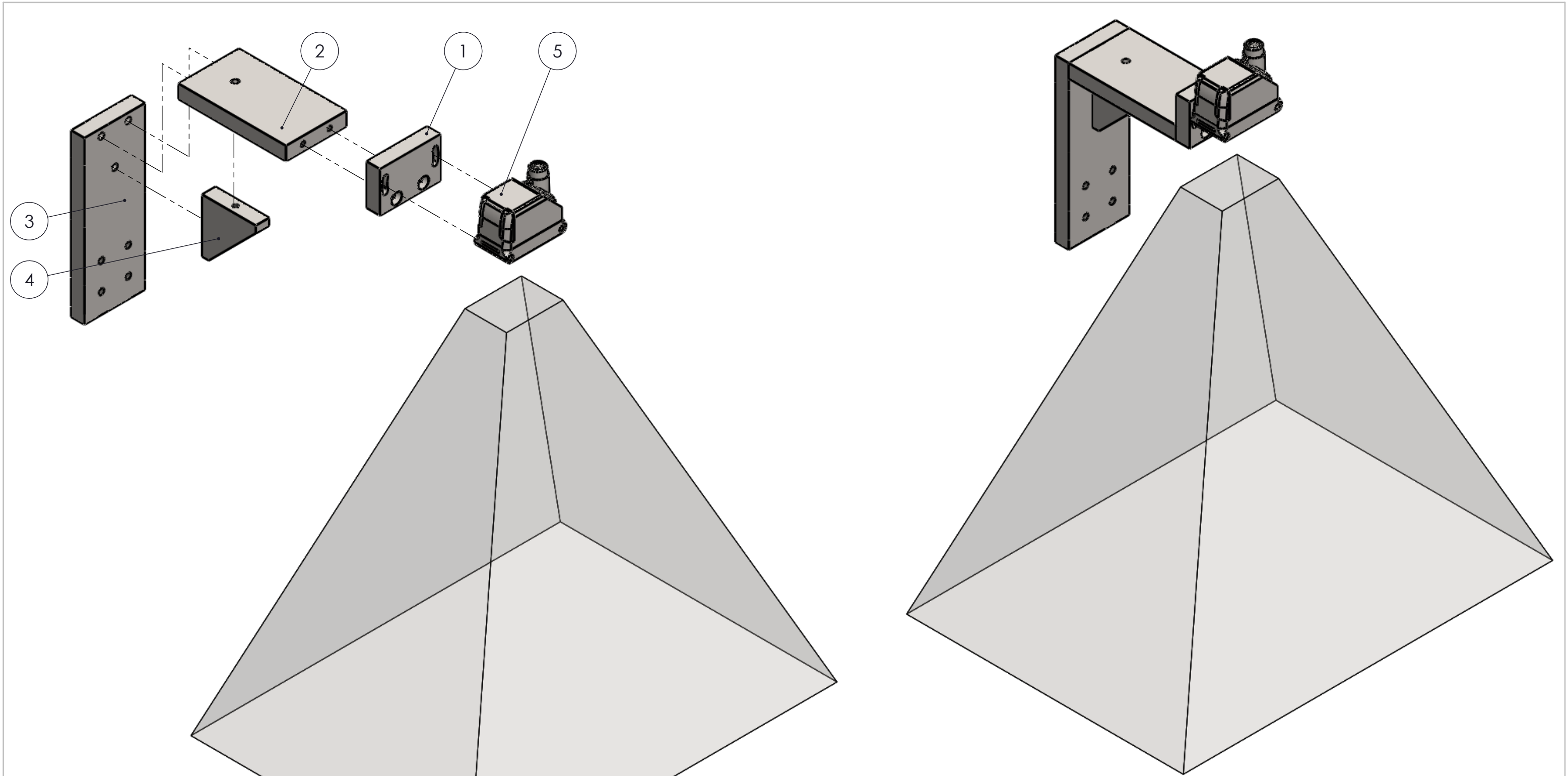
SECTION C-C



Corte				ENC		WRK I&D		ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)		Qua. 1
CAM									Dimen.	60 X 40 X 35		
Fresagem		Des.:		26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:										
		Aprov.:										
Montagem		Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:		Tratamento
Insp. Final		IT10		1:1		R2		A4		ISEP-PE-0710		
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0710												

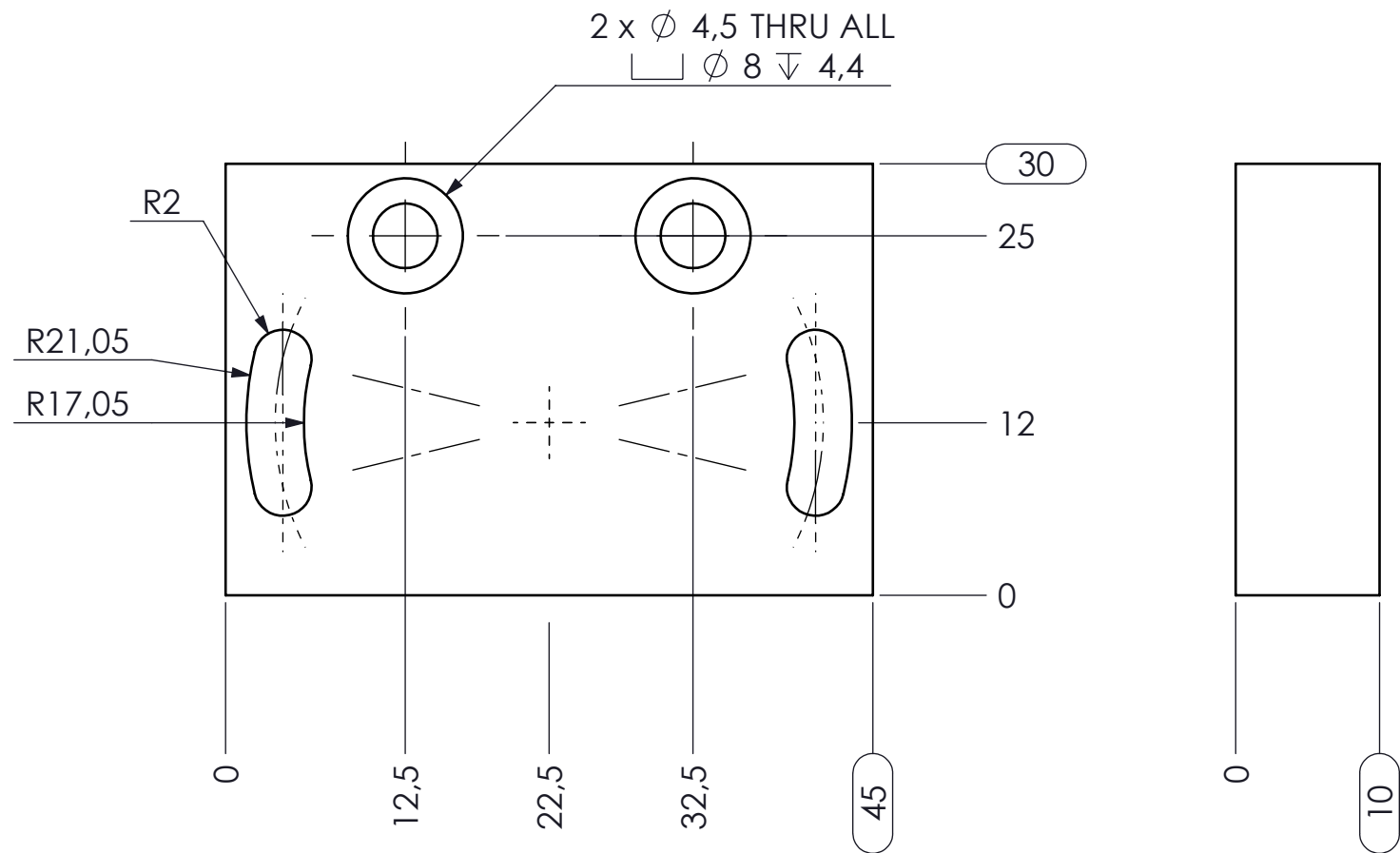
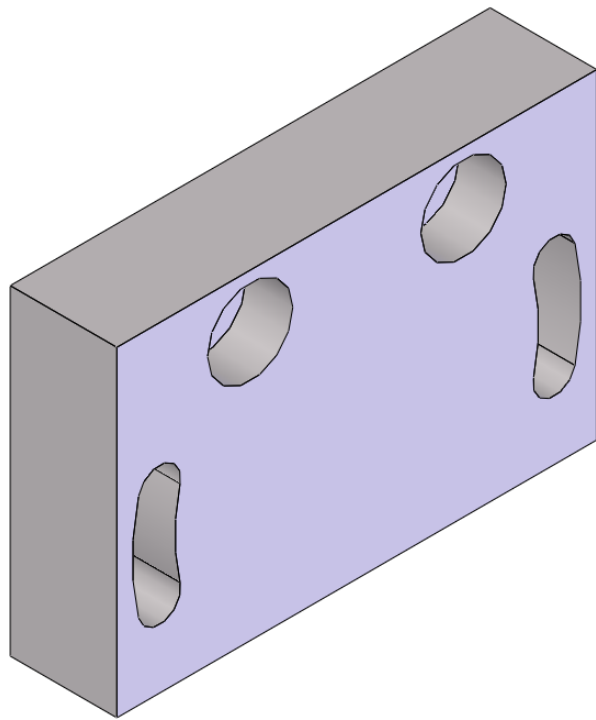


Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	3.3547 (EN-AW 5083)	Qua.	2	
CAM							Dimen.	60 X 40 X 10			
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio						
Torno		Verif.:									
		Aprov.:									
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento				
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0711					
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0711											

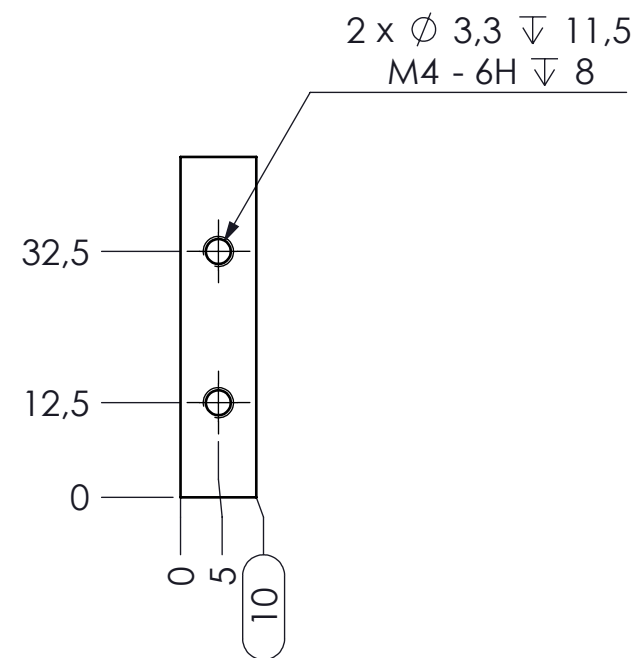
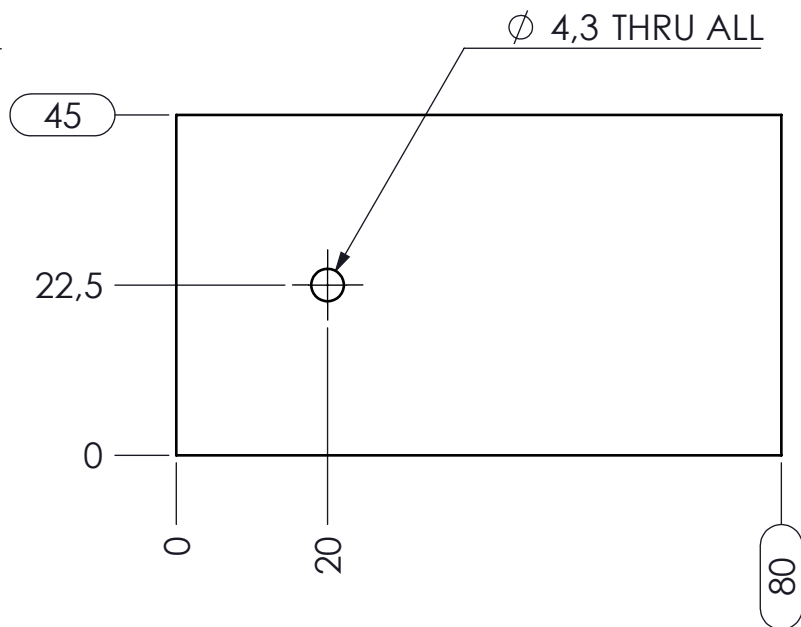
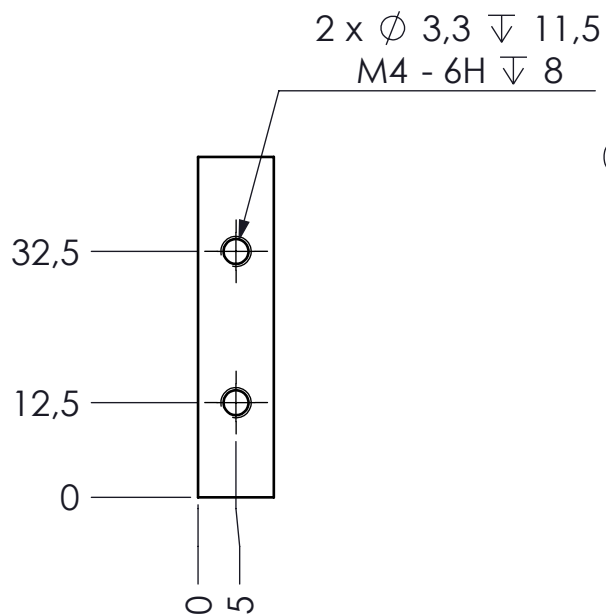
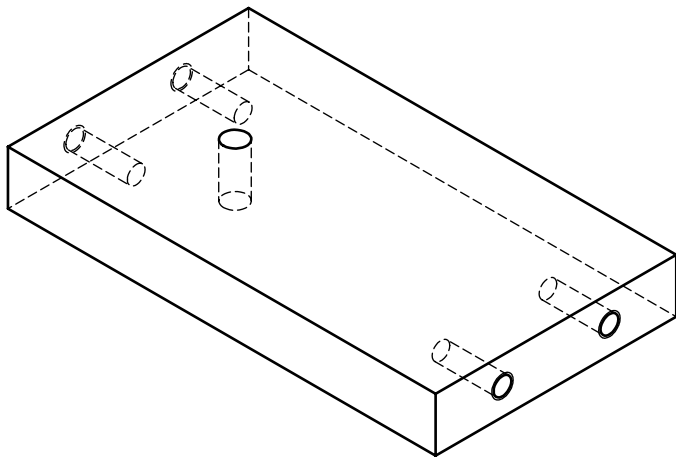


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ISEP-PE-0801	1
2	ISEP-PE-0802	1
3	ISEP-PE-0803	1
4	ISEP-PE-0804	1
5	Sensor de visão com Inteligência Artificial (IV2-G300CA)	1

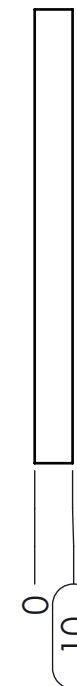
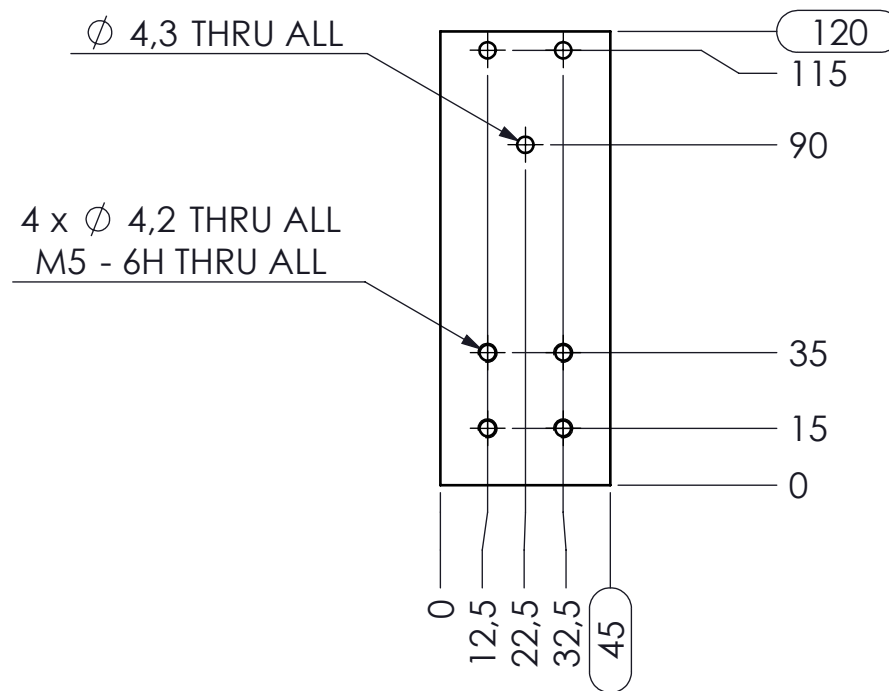
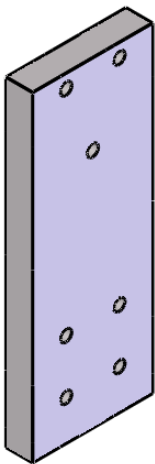
		BNC		WRK I&D		ISEP	ISEP-PE Projeto Estágio	1
		Escala	Formato					
		1:2	A3					
Des.:	28-04-2022	Pedro Curralo		Nome Conjunto				
Mont.:				ISEP-PE-0800				
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0800								



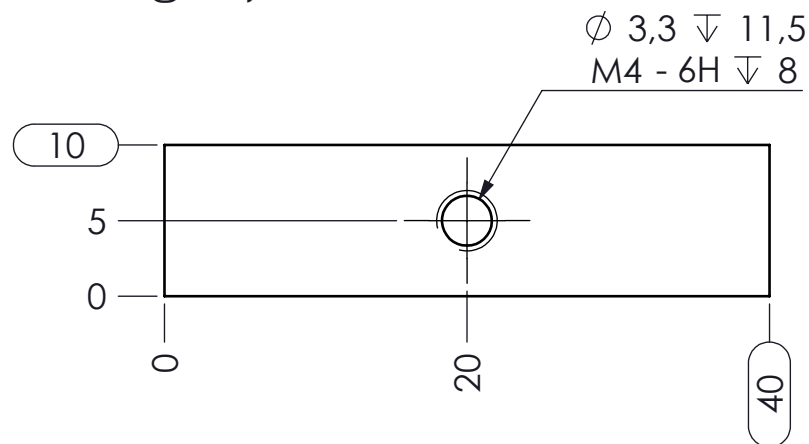
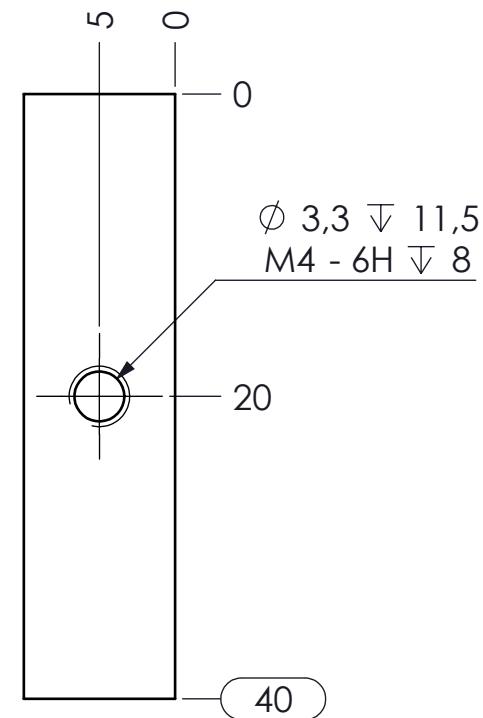
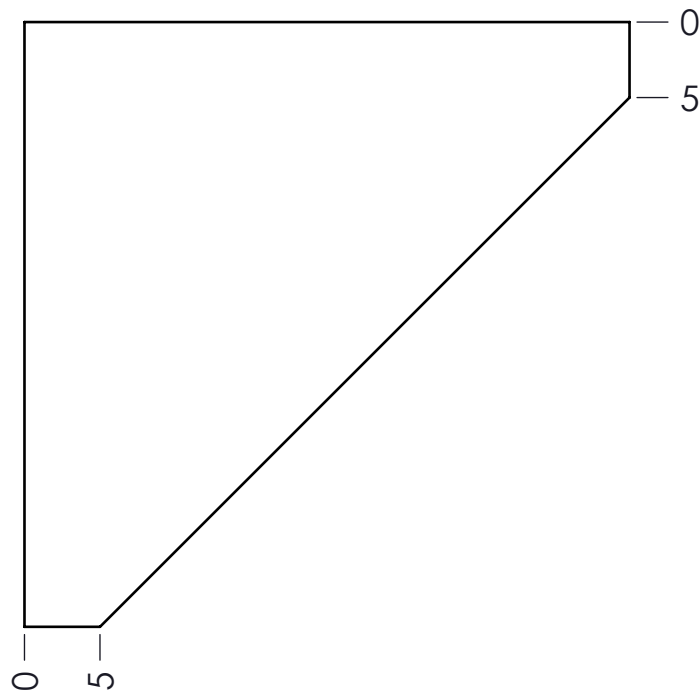
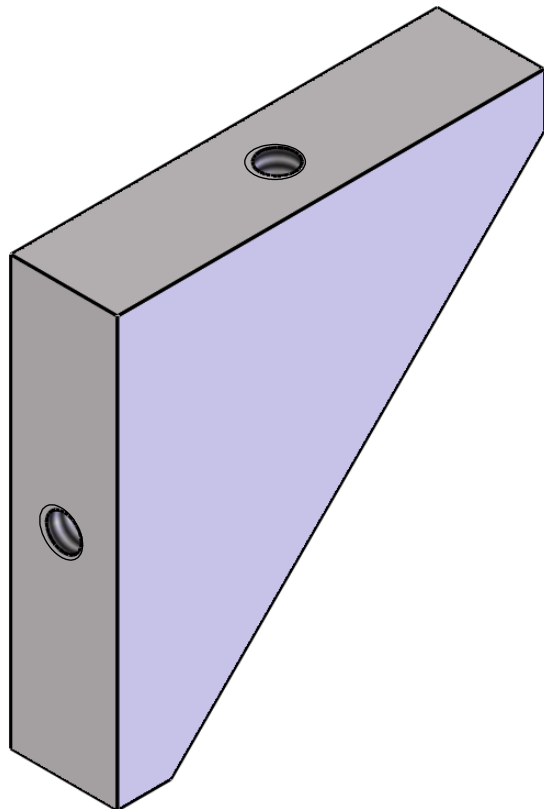
Corte				ENC		WRK I&D		ISEP				Material		1.4301 (X5CrNi18-10)		Qua. 1	
CAM												Dimen.		45 X 30 X 10			
Fresagem		Des.:		26-04-2022		Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio									
Torno		Verif.:															
		Aprov.:															
Montagem		Tol		Escala		Acab.		Formato		Des. Nº:						Tratamento	
Insp. Final		IT10		2:1		R2		A4		ISEP-PE-0801							
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0801																	



Corte				ENC.	WRK I&D	ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qua. 1
CAM							Dimen.	80 X 45 X 10	
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo		ISEP-PE Projeto Estágio			
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:	Tratamento		
Insp. Final		IT10	1:1	R2	A4	ISEP-PE-0802			
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0802							



Corte				ENC	WRK I&D	ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qua.	1		
CAM							Dimen.	190 X 45 X 10				
Fresagem		Des.:	28-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio							
Torno		Verif.:										
Montagem		Aprov.:			Des. Nº:						Tratamento	
Insp. Final		Tol	Escala	Acab.	Formato	ISEP-PE-0803						
		C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0803										



Corte			ENC	WRK I&D	ISEP	Material	1.4301 (X5CrNi18-10)	Qua.	1
CAM						Dimen.	40 X 40 X 10		
Fresagem		Des.:	26-04-2022	Pedro Curralo	ISEP-PE Projeto Estágio				
Torno		Verif.:							
		Aprov.:							
Montagem		Tol	Escala	Acab.	Formato	Des. Nº:			Tratamento
Insp. Final		IT10	2:1	R2	A4	ISEP-PE-0804			
C:\ISEP\ISEP-PE\ISEP-PE-0804									

Anexo 3

Ficha técnica do sistema de alimentação vibratório

Contenido

1. GENERALIDADES	3-21
1.1 Introducción	3-21
1.2 Contenido del manual de instrucciones.....	3-21
1.3 Marcado CE	4-21
1.4 Declaración de ruido	4-21
2. INSTALACIÓN	5-21
2.1. Instalación de equipos vibratorios y sistemas que los incluye	5-21
2.2. Desmontaje y retirada de servicio	6-21
3. UTILIZACIÓN.....	6-21
3.1. Uso Previsto	6-21
3.2. Utilización de los equipos vibratorios y de sistemas que los incluyen	6-21
3.3. Seguridades	7-21
3.4. Señalización de seguridad sobre el equipo	8-21
3.5. Principios de funcionamiento	9-21
3.5.1. Principios de funcionamiento de un vibrador circular electromagnético con cuba incorporada, (VA) ..	9-21
3.5.2. Principios de funcionamiento de un vibrador rectilíneo, (VL, VT, VD y VC).....	11-21
3.5.3. Principios de funcionamiento de una banda transportadora, (TB, TBT, TBI,...)	12-21
3.5.4. Principios de funcionamiento de un elevador de banda, (RBT, RHBT, RVT,...)	13-21
4. MANTENIMIENTO	14-21
4.1. Indicaciones básicas de seguridad durante el mantenimiento	14-21
4.2. Operativas previas e instrucciones generales de mantenimiento	14-21
4.3. Mantenimiento	15-21
4.4. Localización de averías.	16-21
4.5. Listado de piezas de repuesto	20-21
• Ver en el apartado 5 Anexos la Ficha técnica de material concerniente, parámetros, datos específicos y recambios recomendados.	
5. ANEXOS.....	21-21

Se contempla como anexo toda aquella información referente al sistema:

- Garantía.
- Declaración de incorporación o de conformidad.
- Ficha técnica de material concerniente, parámetros, datos específicos y recambios recomendados.
- Ficha técnica de puesta en marcha y reproducción de parámetros.
- Croquis del sistema.
- Esquema eléctrico.
- Parámetros de cajas de regulación.
 - Manual de instrucciones de cajas de regulación concernientes.

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

Este manual de instrucciones indica el manejo seguro y adecuado de la máquina descrita en detalle en los capítulos posteriores. Se deben respetar las indicaciones de seguridad señaladas a lo largo de este manual, así como las instrucciones generales para el manejo de maquinaria. También se deben tener en cuenta las medidas de prevención de accidentes y las disposiciones generales de seguridad que se indiquen en el lugar de trabajo y en los puestos de trabajo asociados a este equipo.

Antes de iniciar cualquier trabajo sobre la máquina, el trabajador deberá haber leído el presente el manual de instrucciones, especialmente el capítulo sobre instrucciones básicas de seguridad. Es importante entender completamente lo leído.

Para llamar la atención sobre los apartados más importantes de este manual durante la lectura del mismo, se han resaltado estos clasificándolos en tres niveles de importancia según se indica a continuación:



¡PELIGRO!

Los apartados marcados de esta forma indican la existencia de una fuente de peligro que puede provocar lesiones corporales leves, severas o muerte, así como daños materiales e informan sobre las medidas de prevención correspondientes.



IMPORTANTE

En los apartados marcados así se describen situaciones por las cuales puede dañarse la máquina o los dispositivos de su entorno y se indican las medidas de prevención correspondientes.



INFORMACION

Los apartados con esta marca proporcionan consejos de aplicación, informan sobre particularidades y remarcan párrafos de texto de especial importancia.

Este manual de instrucciones es un componente más de la máquina que describe, por lo que debe ser accesible en todo momento a los usuarios de la máquina, ubicándose en la medida de lo posible en las cercanías de la misma.

Este manual ha sido confeccionado siguiendo las Directivas 85/374/CE, 2006/42/CE, 2014/30/UE, 2014/35/UE y demás documentos y especificaciones derivados de ellas, de acuerdo con la normativa legal de la Comunidad Europea.

1.2. Contenido del manual de instrucciones

En los capítulos posteriores de este manual se tratarán todos los aspectos que necesita conocer el usuario para el uso y mantenimiento de la máquina en condiciones de seguridad. El contenido se ordena en cuatro capítulos, incluido el presente, con la siguiente temática:

CAPÍTULO 1

Se realiza una introducción y se presentan los aspectos generales, incluidas las indicaciones de cómo utilizar el presente manual y los textos y contenidos legales obligatorios.

CAPÍTULO 2

Se detallan las instrucciones de instalación y montaje, las condiciones de estabilidad y las relativas al desmontaje, desmantelamiento y puesta fuera de servicio del equipo.

CAPITULO 3

Se indican todos los aspectos necesarios para la utilización de la máquina, incluida una descripción general de la misma y su uso previsto. Se incluye en este apartado también una descripción de los puestos de trabajo de los operarios y las botoneras e interfaces de diálogo del operador con la máquina.

En los diferentes apartados de este capítulo también se describen los usos contraindicados que se conocen por experiencia y se describen los posibles riesgos más importantes y como evitarlos, así como las directrices de seguridad generales durante uso de la máquina.

CAPITULO 4

En este capítulo se tratan todos los temas relacionados con el mantenimiento de la máquina para que se mantenga en unas condiciones de trabajo adecuadas durante toda su vida útil. Aquí se detallará cómo realizar las operaciones necesarias de mantenimiento correctivo y preventivo y, en este último caso, la frecuencia recomendada de realización de cada una de ellas. Se adjuntarán en este capítulo todos los documentos técnicos, planos y esquemas necesarios para la realización de estas operaciones.

1.3. Marcado CE

La máquina descrita en este manual cumple las directrices europeas sobre máquinas vigentes en el momento de su puesta en servicio. Para justificarlo, el fabricante entrega una Declaración CE de Incorporación o de Conformidad (según sea el caso).

La marca CE supone que el fabricante ha verificado y cumplido una serie de requisitos esenciales de seguridad y salud en el momento del diseño y antes de la puesta en servicio, evaluando los riesgos asociados a estos requisitos y adoptando medidas de control adecuadas para reducirlos a valores aceptables. Los requisitos esenciales que se han cumplido se pueden consultar en las directivas europeas sobre las que se declara la conformidad.

Adicionalmente, el fabricante puede haber empleado una serie de normas de fabricación que garanticen unos niveles elevados de calidad y seguridad tanto de los componentes que se han empleado en la construcción de la máquina como del diseño de la misma.

1.4. Declaración de ruido



El ruido emitido por los equipos generalmente entra en el rango máximo de 80 dB(A) establecido por la directiva 2003/10/CE.

Los niveles de emisión de ruido de los sistemas no son necesariamente niveles sonoros seguros para el trabajo. Aunque existe una correlación entre los niveles de emisión y exposición, esto no podrá utilizarse de manera fiable para determinar si son necesarias precauciones adicionales.



Entre los factores que influyen en los niveles reales de exposición para el personal se incluyen las características del espacio de trabajo, el ruido proveniente de otras fuentes, etc. Es decir, el número de máquinas y otros procesos adyacentes.

También, los niveles de exposición permitidos pueden variar de un país a otro. Esta información, en cualquier caso, permite al usuario de la máquina a hacer una mejor evaluación del peligro y el riesgo.

2. INSTALACIÓN

2.1. Instalación de equipos vibratorios y sistemas que los incluyen.

Masa de los equipos

El peso total de los equipos suministrados (unidades de selección enlace-pulmón o autonomía), se especifica en la correspondiente la ficha técnica, ver apartado 5 Anexos.

Posición del centro de gravedad

El centro de gravedad de los equipos vibratorios se halla siempre situado en el primer tercio de su altura total. Por ello y con independencia de su anclaje a través de los apoyos elásticos situados en su parte inferior, a efectos de evitar un eventual desplazamiento sobre su plano de apoyo, son acusadamente estables.

Transporte y manipulación

El transporte y manipulación de los distintos equipos que forman la instalación se realizará con la ayuda de los equipos auxiliares de elevación correspondientes a cada configuración y modelo.

Durante el transporte y manipulación:

- Es responsabilidad del operario que maneja el medio de elevación su correcta utilización y el cumplimiento de las medidas de seguridad establecidas para su uso.
- Debe verificarse el correcto equilibrado de la carga antes de iniciar el izado.
- Comprobar que la zona está libre de obstáculos.
- Deben evitarse las arrancadas o detenciones bruscas.
- En caso de duda no deberá realizarse la operación.
- La carga deberá llevarse, en la medida de lo posible, sin pasar sobre el personal o sobre las maquinas.
- Deberá prestarse atención a que la carga, ganchos y eslingas vayan a una altura suficiente para librar todos los obstáculos.
- Deben vigilarse sus extremos y cuidar de no golpear a personas, equipos, etc.
- El equipo deberá de ser depositado en una zona correctamente nivelada y firme.
- La elevación y el transporte de la unidad se deberán realizar con prudencia.



IMPORTANTE

El levantamiento de cosas pesadas debe realizarse sólo por personal cualificado. El fabricante no tomará ninguna responsabilidad de los daños causados a la maquinaria y a las personas y las cosas de alrededor del área, en caso de estar la carga inapropiadamente fijada y elevada.

Protecciones

Estos equipos no precisan de protecciones de seguridad, habida cuenta que no disponen de elementos desplazables que puedan perjudicar la seguridad de las personas.

La posibilidad de disponer de protecciones se contempla tan sólo para evitar el acceso de polvo o partículas a los electroimanes, y a efectos de insonorización, en los casos en que pueda sobrepasarse el umbral máximo de ruido aceptado según normas.

Exigencias en cuanto al montaje, anclaje y vibraciones

Cuando los equipos se suministran interrelacionados como sistemas (vg. Unidad de Posicionamiento + Unidad de Enlace-Pulmón), las bancadas que les sirven de soporte se construyen con un alto índice de rigidez y con estabilidad suficiente como para ser instaladas sin estar ancladas en el suelo.

Las unidades vibratorias sueltas que forman parte de sistemas, se hallan siempre ancladas a la bancada en la que descansan por medio de apoyos elásticos; no obstante, para evitar desalineaciones del sistema respecto a los útiles de recepción de la máquina, se aconseja una unión rígida entre bancadas -la del sistema y la de máquina-.

2.2. Desmontaje y retirada de servicio.

Si el equipo debe ser retirado de servicio y desmontado al final de su vida útil, se deben desensamblar todos sus componentes y separarlos según el tipo de material para permitir un reciclaje diferenciado. La mayor parte de los componentes y la estructura están fabricados de acero y metal por lo que pueden ser desensamblados sin problemas y reciclarse como chatarra metálica.

Antes de comenzar el desmontaje del equipo, se debe desconectar este de su acometida eléctrica.



INFORMACION

La chatarra eléctrica y los componentes electrónicos, los lubricantes industriales y el aceite hidráulico, así como otros materiales auxiliares, como la fibra de vidrio y los electroimanes, pueden estar sujetos a un tratamiento especial y ser necesaria la intervención de un gestor de residuos o una empresa especializada para su reciclaje.

3. UTILIZACIÓN

3.1. Uso Previsto

Posicionamiento y/o alimentación para líneas de montaje, mecanizado y/o visión.

Contraindicaciones de uso. - No se conocen.

3.2. Utilización de los equipos vibratorios y de sistemas que los incluyen.

Información para efectuar, sin riesgo, la puesta a punto, el reglaje, el aprendizaje, y la utilización de los equipos.

No existen riesgos que pongan en peligro la seguridad de las personas. Los equipos se suministran ya reglados (sintonización) y los eventuales desajustes generados a raíz de su funcionamiento, así como su corrección, se contemplan en el apartado 4 (Mantenimiento).

Los equipos se suministran, ya sea como unidades sueltas, ya como sistemas compuestos de varias unidades interrelacionadas. En el último supuesto, el reglaje de éstos con relación a la estación de recepción de la máquina, es un simple encaramiento sin contacto físico -holguras del orden de 1 a 2 mm, que asegure una continuidad del flujo de alimentación.

Los equipos, sueltos o interrelacionados como sistemas, se suministran junto a sus correspondientes unidades de control, mando y maniobra, salvo en los casos en que se negocien específicamente otras opciones.

Poseen carácter autónomo, en orden a su funcionamiento, y no precisan de otro aprendizaje que el derivado de su aplicación, es decir, la del transporte o posicionamiento de las piezas o artículos específicos de cada fabricante y el de la problemática que les es propia: regularidad de su geometría y demás particularidades inherentes (fragilidad, impregnación, abrasividad, etc.).

Vibraciones generadas por los equipos

Cuando éstos se suministran interrelacionados como sistemas, suelen ir implantados en una bancada independiente de la máquina a la que abastecen y con aislamiento elástico respecto del suelo.

Peligros generales por ciertas aplicaciones.

Nuestros equipos utilizan componentes electromagnéticos (electroimanes), y eléctricos o electrónicos (unidades de control, mando y maniobra). En tal sentido, son equiparables a otros tantos existentes en el mercado, respecto a los que debe advertirse específicamente cuando deban operar en ambiente explosivos, para adaptarlos, en cuanto a normas, a las exigencias que les son propias.



Modos y medios de parada.

Los equipos objeto de este manual no precisan de paros de emergencia, dado que no disponen de elementos que puedan generar riesgo alguno en la seguridad de las personas, a excepción en caso de solicitud de implantación por parte del cliente.

3.3. Seguridades

Los sistemas de seguridad tipo Parada de Emergencia (seta) o enclavamientos en puertas, no son necesarios en nuestros equipos, por estar calificados como cuasi máquina, la instalación de estos sistemas es responsabilidad del fabricante final de la máquina.

3.4. Señalización de seguridad sobre el equipo.

Las siguientes señales pueden aparecer sobre el equipo o en determinadas zonas de trabajo alrededor de él. A continuación, se indica su significado:



GAFAS DE SEGURIDAD.

Protección obligatoria de la vista.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



CALZADO DE SEGURIDAD.

Protección obligatoria de los pies.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



¡ADVERTENCIA! RIESGO DE CONTACTO ELÉCTRICO.

Los trabajos sobre la instalación eléctrica deben ser efectuados exclusivamente por personal cualificado y autorizado por la empresa y respetando las normas de seguridad.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



¡ADVERTENCIA! RIESGO DE QUEMADURAS.

Riesgo de quemaduras por contacto con superficies a elevada temperatura ($T^a > 65^{\circ}\text{C}$).

Diseño de pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.

Indicación según norma EN 13732-1 Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 1: Superficies calientes. Anexo H - Señales de seguridad para superficies calientes.



¡ADVERTENCIA! PELIGRO DE CORTE O PUNZONAMIENTO.

Zonas agudas o afiladas con posibilidad de corte de las manos.

Diseño de pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



¡ADVERTENCIA! RIESGO DE CORTE DE LOS DEDOS.

Elementos de corte accesibles, sierras o discos con posibilidad de corte de los dedos.

Diseño de pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



¡ADVERTENCIA! RIESGO DE ATRAPAMIENTO

Elementos móviles o de transmisión con posibilidad de atrapamiento de manos o dedos.

Diseño de pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



¡ADVERTENCIA! PELIGRO GENERAL.

Indicación general de precaución debido a un peligro que estará definido en la zona de colocación de la señal.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.

3.5. Principios de funcionamiento

3.5.1. Principios de funcionamiento de un vibrador circular electromagnético con cuba incorporada, (VA).

Tal como puede apreciarse en el croquis y relación de componentes de la página siguiente, el vibrador comprende esencialmente dos masas superpuestas, una masa superior llamada activa (1) y una masa inferior reactiva (2), unidas elásticamente por medio de unos resortes (3), por lo menos un electroimán formado por dos partes: armadura (6) y núcleo (4) separadas por el entrehierro (holgura entre la armadura y el núcleo) y unidas, una al centro de la masa superior y la otra al centro de la masa inferior. El conjunto descrito (vibrador electromagnético) opera a su vez, aislado elásticamente de su entorno, por medio de apoyos elásticos (15).

La parte superior (6) del electroimán es fija a la masa superior (1) y la parte inferior (4) del electroimán es regulable, por medios de regulación (7) dispuestos en distintos puntos de la masa inferior (2) para ajustar el entrehierro.

Los resortes (3), formados por una o más láminas de fibra sintética, están unidos de modo amovible a la masa inferior (2) a través de sendos soportes (8) a su vez también amovibles, y a la masa superior (1) a través de sendos salientes.

Dichos soportes y salientes presentan planos inclinados, uno en cada soporte y dos en cada saliente, para la alineación de los resortes montados en ellos en posición inclinada respecto a la vertical.

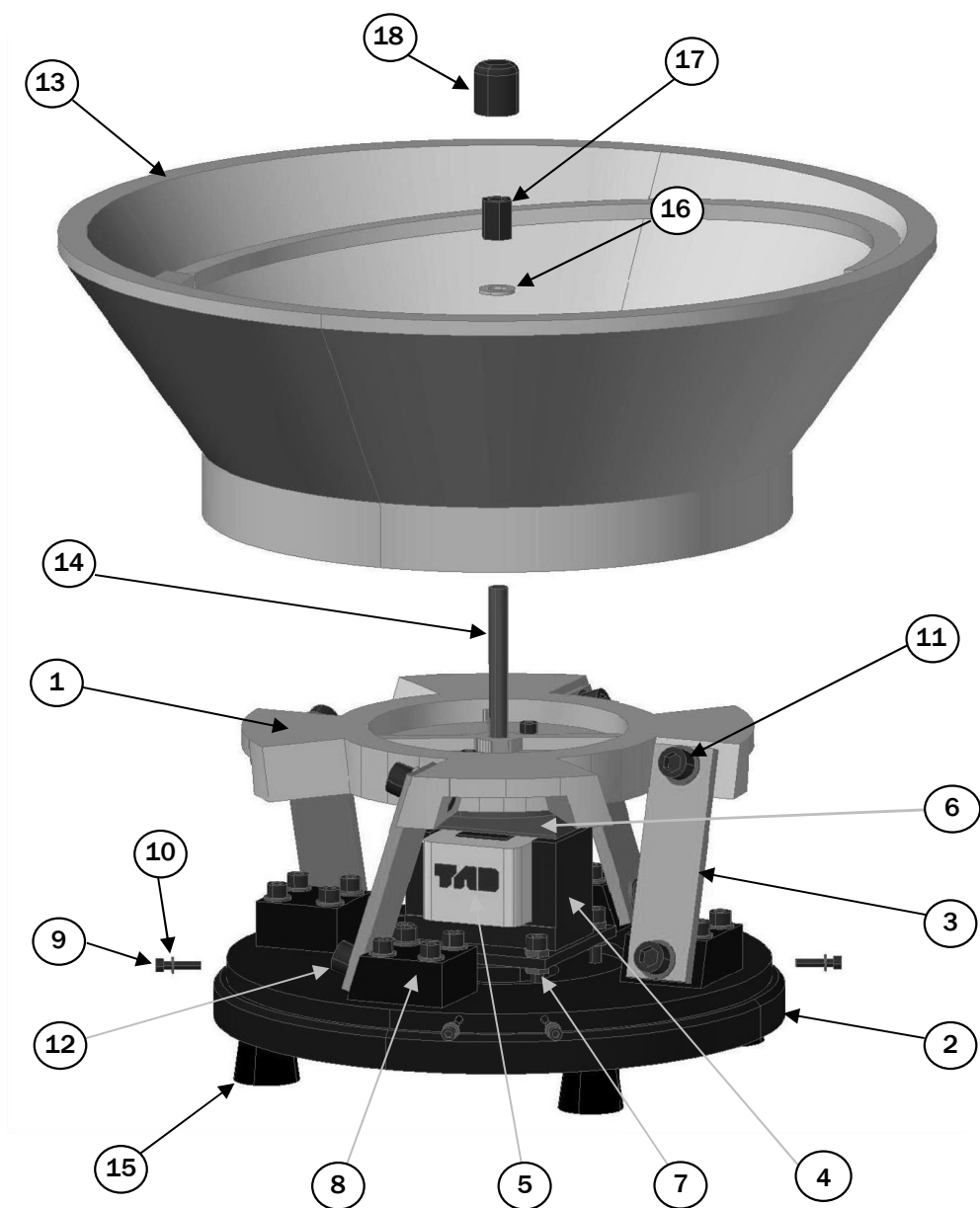
La cuba (13) comprende un aro de soporte, soldado al fondo de la misma, mediante el cual ésta se apoya en la masa superior (1), fijándose a la citada masa en el centro geométrico de ambas piezas por medios de fijación amovibles, que comprenden un espárrago (14) fijo en el centro de la masa superior y una tuerca de fijación (17) del fondo de la cuba al citado espárrago.

-El funcionamiento del vibrador electromagnético es el siguiente:

El electroimán produce una fuerza pulsante capaz de deformar los resortes (3) estableciéndose, según sea la relación entre la frecuencia de excitación y la natural del sistema, un movimiento vibratorio que provoca el ascenso de las piezas por las rampas de la cuba (13) en condiciones que hacen posible su selección para orientarlas en una posición prefijada.

La trayectoria de ascenso de las piezas por las citadas rampas de la cuba se obtiene por la distribución regular de los resortes alrededor del eje vertical del aparato y por la inclinación en que se encuentran colocados, una inclinación capaz de imprimir a las piezas un impulso inercial de avance, de trayectoria parabólica, cada vez que se distienden los resortes -al acercarse a 0 el valor de excitación del electroimán- y después de completar éstos su carrera de descarga.

(VA) Esquema conceptual de conjunto



RELACION DE COMPONENTES

1- Masa activa / Fundición Aluminio	(1 Ud.)	11- Tornillo superior - DIN-912/8.8	(*)
2- Masa reactiva / Fundición Fe gris	(1 Ud.)	12- Tornillo inferior - DIN-912/8.8	(*)
3- Resorte / Fibra vidrio	(*)	13- Cuba - Acero inoxidable	(*)
4- Núcleo Electroimán / Chapa magnética	(1 Ud.)	14- Varilla roscada sujeción cuba	(1 Ud.)
5- Bobina	(1 Ud.)	15- Apoyo elástico (silent-block)	(*)
6- Armadura/Chapa magnética	(1 Ud.)	16- Arandela-DIN-6330/B/10.9	(*)
7- Espárrago regulación /Varilla roscada	(1 Ud.)	17- Tuerca-DIN-6340/10.9	(1 Ud.)
8- Soporte / Fundición Fe	(*)	18- Capuchón Protector - PVC	(1 Ud.)
9- Tornillo protección-DIN-912/8.8	(*)		
10- Arandela protección-DIN-125/A/8.8	(*)		

(*) Formatos, espesores y cantidades, variables según modelo.

3.5.2. Principios de funcionamiento de un vibrador rectilíneo, (VL, VT, VD y VC).

Tal y como puede apreciarse en el croquis y relación de componentes, el vibrador comprende esencialmente dos masas superpuestas, una masa superior llamada “activa” (1) y una masa inferior llamada “reactiva” (2), unidas elásticamente por medio de unos resortes (3), por lo menos un electroimán formado por dos partes: armadura (4) y núcleo (5) separadas por el entrehierro (6) y unidas, una al centro de la masa superior y la otra al centro de la masa inferior. El conjunto descrito (vibrador electromagnético) opera, a su vez aislado elásticamente de su entorno, por medio de apoyos elásticos (16).

La parte superior (4) del electroimán es fija a la masa superior (1) y la parte inferior (5) del electroimán es regulable, por medios de regulación (7) dispuestos en distintos puntos de la masa inferior (2) para ajustar el entrehierro (6).

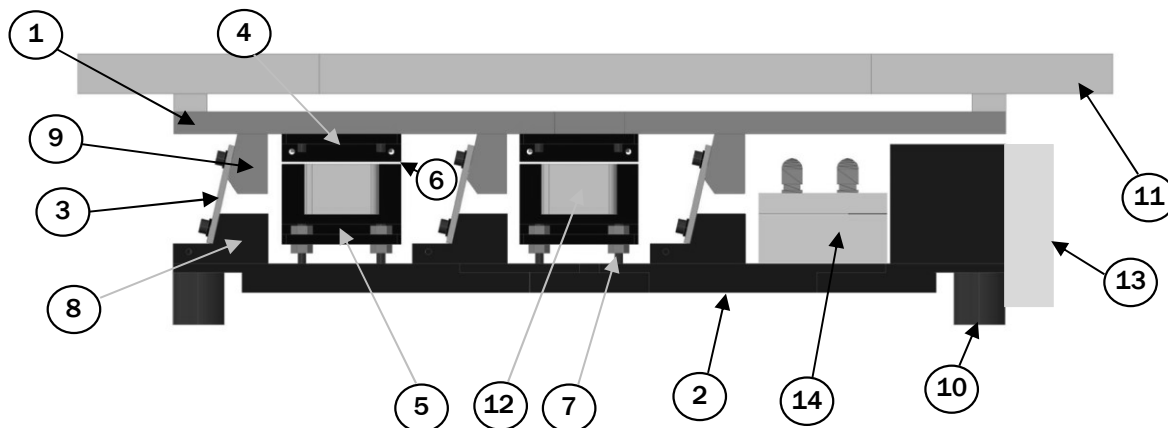
Los resortes, formados por una o más láminas de fibra sintética, están unidos de modo amovible a la masa inferior a través de sendos soportes (8) fijos o movibles, según modelos de aparatos y a la masa superior a través de sendos salientes (9).

Dichos soportes y salientes presentan planos inclinados, uno por cada soporte y uno por cada saliente, para la alineación de los resortes montados en ellos en posición inclinada respecto a la vertical.

-El funcionamiento del vibrador electromagnético es el siguiente:

El electroimán produce una fuerza pulsante capaz de deformar los resortes (3) estableciéndose un movimiento vibratorio que provoca el avance de las piezas por la guía o canal (11) en condiciones que hacen posible su transporte.

(VL) Esquema conceptual de conjunto



RELACION DE COMPONENTES

1- Masa activa / Aluminio	(1 Ud.)	9- Saliente / Aluminio	(*)
2- Masa reactiva / Fe	(1 Ud.)	10- Apoyo elástico/ (silent-block)	(*)
3- Resorte / Fibra vidrio	(*)	11- Guía / Según realización	(*)
4- Armadura / Chapa magnética	(*)	12- Bobina / Según aparato	(*)
5- Armadura / Chapa magnética	(*)	13- Contrapeso / Fe	(*)
6- Entrehierro	(*)	14- Caja conexiones eléctricas	Según aparato
7- Regulación / Varilla roscada	(*)		
8- Soporte / Fe	(*)		

(*) Formatos, espesores y cantidades, variables según modelo.

3.5.3. Principios de funcionamiento de una banda transportadora, (TB, TBT, TBI,...).

El funcionamiento de las unidades enlace-pulmón del tipo banda transportadora se realiza a través de un motor reductor del que se transforma su movimiento circular en una traslación rectilínea, horizontal. La velocidad de avance de la banda es fija y se define según la aplicación.

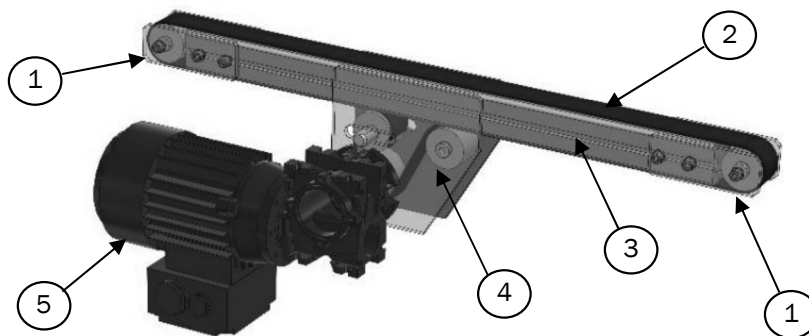
El control del motor reductor se realiza normalmente a través de un armario o caja de regulación, encargado de toda la maniobra del sistema. Conviene asegurarse siempre de que los valores nominales de tensión y frecuencia de la red se correspondan con los requeridos por los equipos analizados, así como de que no se produzcan alteraciones sensibles respecto a los mismos.

Las unidades enlace-pulmón son imprescindibles en la mayor parte de las aplicaciones, y aconsejables en casi todas las demás, por las siguientes razones:

- Por operar como elementos de enlace entre las unidades de selección y las estaciones de recepción, previas a las de trabajo, salvando los obstáculos inherentes a las configuraciones y disposiciones de los equipos.
- Por permitir definir una velocidad lineal de avance de las piezas ya posicionadas.
- Por poder incorporar sensores de saturación, con todas sus ventajas (menor consumo, disminución temporal de ruido, menor desgaste de superficies, etc.).

La instalación de un tramo horizontal de guía de enlace, corto, sin contacto con la boquilla de la cuba, y sin tracción, sólo es viable, con serias objeciones en cuanto a tratamiento de las piezas, ruido, y desgaste prematuro de superficies, cuando la cuba de la unidad de selección admite rotura de presión de columna y dispone, adicionalmente, de un pulmón de evacuación. La longitud máxima de dicho tramo de guía horizontal -corto, en cualquier caso-, quedará siempre supeditada a un valor de empuje de pulmón capaz de superarlo, y a operar sin recurrir a forzar la amplitud vibratoria más idónea a la función de selección.

Esquema conceptual de conjunto



RELACION DE COMPONENTES

1-	Subconjunto tambor	Según proyecto
2-	Banda	Según proyecto (*)
3-	Estructura	Según proyecto
4-	Subconjunto tractor-tensor	Según proyecto
5-	Motor reductor	Según proyecto (*)

(*) Ver ficha técnica en anexos

3.5.4. Principios de funcionamiento de un elevador de banda, (RBT, RHBT, RVT,...).

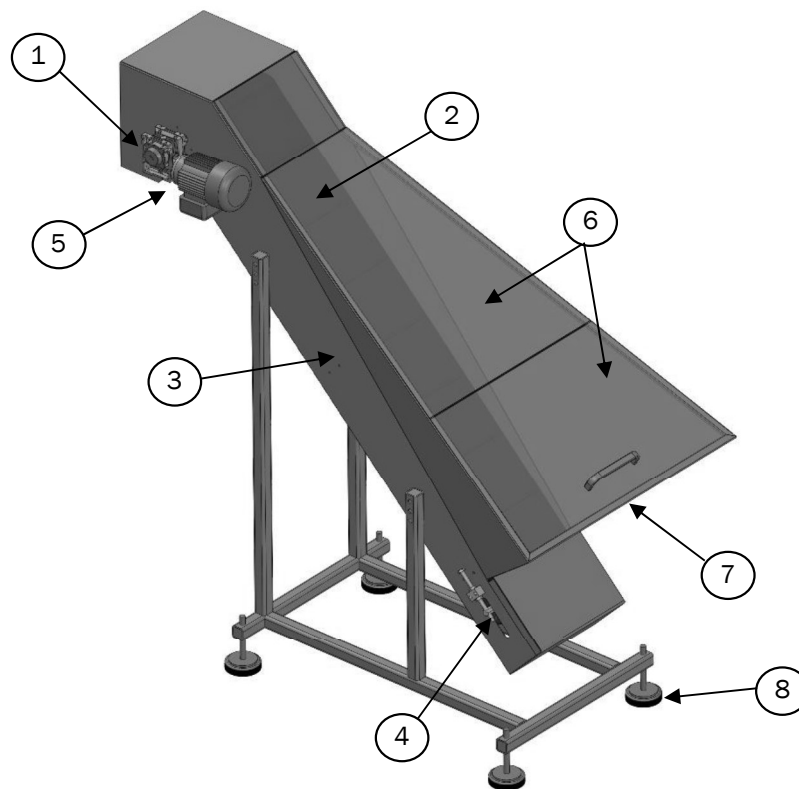
El funcionamiento de las unidades de autonomía del tipo banda de elevación, se realiza a través de un motor reductor del que se transforma su movimiento circular en una traslación rectilínea, vertical o inclinada. La velocidad de avance de la banda es fija y se define según la aplicación.

El control del motor reductor se realiza normalmente a través de un armario o caja de regulación, encargado de toda la maniobra del sistema. Conviene asegurarse siempre de que los valores nominales de tensión y frecuencia de la red se correspondan con los requeridos por los equipos analizados, así como de que no se produzcan alteraciones sensibles respecto a los mismos.

Las bandas de elevación reciben las piezas a granel y las canalizan a la unidad de selección que se abastece de ellas mediante descargas discretas que solicita un control de nivel instalado en la cuba de selección y posicionado de piezas.

El elemento de transporte del elevador admite diversas opciones: banda sintética o charnela metálica, con trabas de arrastre o con receptáculos cerrados. La versión más operativa, así como el ángulo de elevación y la capacidad de la tolva, se definen en función de las necesidades de la pieza, los requerimientos de la aplicación, y el espacio disponible.

Esquema conceptual de conjunto



RELACION DE COMPONENTES

1-	Subconjunto tractor	Según proyecto
2-	Banda	Según proyecto (*)
3-	Estructura	Según proyecto
4-	Subconjunto tensor	Según proyecto
5-	Motor reductor	Según proyecto (*)
6-	Protecciones	Según proyecto
7-	Tolva	Según proyecto
8-	Soporte anti vibración o ruedas	Según proyecto

(*) Ver ficha técnica en anexos

4. MANTENIMIENTO

4.1. Indicaciones básicas de seguridad durante el mantenimiento.

Tener en cuenta los siguientes puntos importantes de seguridad a la hora de realizar operaciones de mantenimiento con el equipo y los usos contraindicados que se detallan en base a la experiencia:

- Las revisiones, el mantenimiento y las reparaciones deben encargarse a personal cualificado.
- Utilice siempre piezas de repuesto originales. De lo contrario, la garantía puede perder su validez.
- Durante las revisiones, el mantenimiento y las reparaciones, la máquina debe permanecer desconectada de la fuente de alimentación eléctrica.

4.2. Operativas previas e instrucciones generales de mantenimiento



¡PELIGRO!

La realización de trabajos de mantenimiento inadecuados puede conllevar graves daños corporales y materiales. Por esta razón, estos trabajos deben ser efectuados exclusivamente por un personal autorizado, formado y familiarizado con los métodos de trabajo de la máquina teniendo en cuenta las normas de seguridad.

Antes de empezar a trabajar, la máquina debe estar parada y asegurada contra un posible re-arranque. Procurar tener un espacio de movimiento suficiente, prestando atención al orden y a la limpieza del puesto de trabajo.



IMPORTANTE

Garantizar la desconexión de la clavija de la base de conexión correspondiente y controlar que no existen terceras personas que pueden reconectar la máquina mientras se interviene en ella. Si es necesario, desplazar el equipo a la zona habilitada de mantenimiento.

A partir de este momento, pueden realizarse las intervenciones indispensables para el mantenimiento eléctrico y mecánico de la máquina.



IMPORTANTE

Después de los trabajos de mantenimiento, se deberán volver a montar de forma adecuada los carenados, tapas y dispositivos de protección en general y controlar su funcionamiento correcto.

4.3. Mantenimiento

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS VIBRATORIOS Y DE SISTEMAS QUE LOS INCLUYEN.

a) Inspecciones.

En los equipos vibratorios, las inspecciones deben efectuarse tan solo en dos frentes, inherentes, ambos, al mantenimiento predictivo:

2. Inspección de parámetros para poder controlar la evolución temporal de los resortes, por fatiga, en los vibradores circulares sometidos a mayor amplitud oscilatoria (50 semiondas/segundo).

Una vez realizada la puesta en servicio de los equipos, quedan exactamente definidos dos parámetros: valor del display del regulador de amplitud y amplitud de oscilación. La amplitud de oscilación es la necesaria resultante para efectuar correctamente el transporte y la selección de la pieza, y debe mantenerse estable. El valor del display (escala de 0 a 100) refleja el valor relativo de potencia utilizada para obtener la oscilación requerida. La periodicidad de ambas inspecciones se recomienda efectuarla quincenalmente -tres veces-, hasta asegurar que el mantenimiento de los parámetros permita dilatarla a lecturas trimestrales.

El valor de la amplitud de oscilación queda reflejado en una "V" adherida a la cuba del vibrador (zona de intersección de los dos trazos, en régimen de funcionamiento -efecto estroboscópico-, que indica el intervalo de la oscilación, en mm), y debe mantenerse para asegurar la función.

Pueden existir dos tipos de evolución de los dos parámetros en el tiempo, a saber:

- Aumento del valor del regulador, para mantener la amplitud prefijada. Dicho aumento, viene provocado por la fatiga de los resortes.
- Aumento del valor de la amplitud, obteniendo por un incremento en el valor del regulador. Dicho aumento, es efecto de una disminución del coeficiente de fricción entre la rampa de transporte y las piezas, provocada ya sea por impregnación de éstas o por desgaste de las superficies de avance (pulimentación).

b) Influencias externas admisibles y limpieza.

Los equipos se suministran en condiciones tales que no puedan perjudicar a las piezas o artículos que manipulan (diversos tipos de forrados de las cubas, guías, palas o tolvas, en orden al tratamiento delicado o al grado de asepsia requerido por las piezas). Las influencias ambientales a que pudieran hallarse sometidos los equipos (temperatura, humedad, polvo, etc.) no les perjudican, dentro de los límites en los que puedan operar las personas, sin protecciones especiales al efecto.

Se recomienda en cada turno de trabajo de 8 horas, realizar una inspección visual de los componentes del sistema y en caso de observar polvo o residuos sólidos realizar una limpieza de los mismos.

Limpieza de mantenimiento:

Realizar esta periódicamente (en función del entorno de trabajo y del uso del sistema) con agua y jabón neutro, utilizando a tal efecto un trapo que no desprenda residuos, (nunca directamente).



¡ATENCIÓN! No utilizar productos disolventes ni corrosivos, que podrían dañar el sistema y las zonas de paso de las piezas, provocando atascos.

4.4. Localización de averías.

Abreviaciones:

- (VA) Unidad de posicionamiento (Vibrador circular + cuba).
 (VL) Unidad enlace-pulmón (Vibrador rectilíneo + guía).
 (VT) Unidad de autonomía (Vibrador rectilíneo + pala + tolva).

Observaciones previas:

- La estructuración de los apartados que siguen, se ha realizado en orden al efecto más perceptible, es decir, al detectado por el personal de línea.
- Se presupone que las piezas mantienen las tolerancias dimensionales y demás particularidades que presentaban las muestras de origen.
- Como causas probables de averías y desajustes, se consideran las inherentes a la funcionalidad de los equipos en interacción con las piezas manipuladas en cada aplicación específica.
- Como causas improbables, se consideran las derivadas de una mala utilización de los equipos, eventuales defectos del material de componentes, e infrecuentes fallos imputables a la realización de los equipos (sintonización incorrecta, desajuste provocado en las primeras horas de labor, etc.).

1. Cadencia insuficiente de piezas suministradas en posición, (VA).
2. Piezas suministradas en posición inadecuada, (VA).
3. Obstrucción del flujo de canalización de piezas, (VA).
4. Velocidad lineal insuficiente de las piezas transportadas en posición, (VL).
5. Las piezas retroceden en lugar de avanzar, (VL).
- Amplitud vibratoria insuficiente para realizar la función, operando con el valor máximo del Regulador, (VT).
- Ruido fuerte y sostenido generado por repiqueteo de la armadura respecto al núcleo del electroimán (VA, VL y VT).
8. Variaciones en la amplitud vibratoria -oscilaciones del periodo corto o largo-, (VA, VL y VT).
9. No se obtiene vibración alguna, (VA, VL y VT).
10. El fusible del regulador se funde (VA, VL y VT).

1.- Cadencia insuficiente de piezas suministradas en posición, (VA).	
Causas probables	Acción Correctiva
1.1.- Amplitud vibratoria insuficiente, operando al valor máximo del regulador (a/Fatiga de resortes, b/Peso excesivo de piezas en la cuba, c/El equipo opera a 100 semiondas/seg. en equipos que deben hacerlo a 50 -ver placa matrícula y parámetro del regulador-, d/Fijación de la cuba con insuficiente apriete).	1.1.- a) Sustitución de uno o más resortes. Reducción del tamaño del lote de piezas de reposición de la cuba. Cambio del regulador por otro adecuado, consultando previamente con nuestro Departamento Técnico. d) Apriete correcto de la cuba.
1.2.- Velocidad lineal de las piezas insuficientes, operando al valor máximo del regulador (a/Desgaste de las rampas, b/Desgaste del tejido de recubrimiento de las rampas, c/Piezas impregnadas sin forrado previo de rampas).	1.2.- a) Proceder a arenar, granallar o a aportar material según aplicación. b) Volver a recubrir. c) Recubrir las rampas con tejido adecuado
1.3.- Desajuste de algún selector, con efecto de disminución del porcentaje de piezas posicionadas	1.3.- a) Reajustar selector o selectores.
1.4.- Porcentaje de tiempo excesivo -respecto del real- sin funcionar la unidad (por programación incorrecta de la máquina).	1.4.- Reprogramar, para aumentar el tiempo real operativo de la unidad.
Causas improbables	Acción Correctiva
1.5.- Amplitud vibratoria insuficiente, operando al valor máximo del regulador (a/Rotura de uno o más resortes, b/Rotura de uno o más tornillos de fijación de los resortes, c/Rotura del espárrago central de fijación de la cuba, d/Rotura de uno o más espárragos de regulación del núcleo del electroimán, e/Rotura de algún cordón de soldadura de la cuba).	1.5.- a) Sustitución de los resortes rotos. b) Sustitución de los tornillos rotos (calidad 8.8). c) Sustitución del espárrago central (calidad 8.8). d) Sustitución de espárragos rotos (calidad 8.8). e) Proceder a soldar zonas defectuosas.

2.- Piezas suministradas en posición inadecuada, (VA).	
Causas probables	Acción Correctiva
2.1.- Desajuste de algún selector, con defecto de mal posicionamiento.	2.1.- Reajustar selector o selectores.
2.2.- Amplitud de vibración inadecuada, generalmente demasiado alta, traducida en velocidad lineal excesiva de las piezas a su paso por algún selector.	2.2.- Corregir el valor de amplitud vibratoria.
2.3.- Nivel excesivo de piezas en la cuba, pudiendo entrar algunas piezas en posición incorrecta sobrepasados ya los electores.	2.3.- Reducción del tamaño del lote de piezas de reposición en la cuba.
2.4.- Avance de las piezas, a su paso por algún selector, condicionado a alguna retención posterior a éstos.	2.4.- Ver tipo de retención puntual y corregir: vg. 1.- Desalineación entre la boquilla de evacuación de la cuba y la guía enlace -pulmón posterior-, 2.- Guía de la unidad enlace-pulmón en régimen de paro, estando en marcha la unidad de selección, 3.- Tiempo excesivo de retardo de la unidad de selección a una señal del sensor montado en la guía enlace-pulmón (si fuese corto, desplazar la posición del sensor situado en la guía, en el sentido de avance).
2.5.- Presión de columna excesiva al paso de las piezas por los selectores. Efecto provocado por: a/Carga excesiva de pieza en la cuba, b/Amplitud de vibración excesiva.	2.5.- a) Reducir el nivel de piezas depositadas en el fondo de la cuba. b) Corregir el valor de amplitud vibratoria.
2.6.- Entrada de alguna pieza en posición aleatoria, más allá de los selectores. Efecto rebote de piezas a granel suministradas por: a/Unidad de autonomía, b/Descarga manual de reposición, demasiado brusca	2.6.- a) Reducir el efecto rebote haciendo descender el punto de caída. Descargar de modo menos brusco.

3.- Obstrucción del flujo de canalización de piezas, (VA).	
Causas probables	Acción Correctiva
3.1.- Amplitud de vibración excesivamente alta.	3.1.- Ajustar a un valor inferior operativo.
3.2.- Desajuste de algún selector, con efecto de obstrucción del flujo.	3.2.- Reajustar selector o selectores.
3.3.- Punto de retención de las piezas (a/Desalineación, b/Desajuste del techo, c/Pieza defectuosa).	3.3.- a) Corregir, b) Reajustar, c) Eliminar.
3.4.- Acuñaamiento en la zona inicial de rampas, por nivel excesivo de piezas en la cuba (nivel superior al admisible o al disponible en la fase de realización).	3.4.- Reducir el nivel de piezas depositadas en el fondo de la cuba.

4.- Velocidad lineal insuficiente de las piezas transportadas en posición, (VL).	
Causas probables	Acción Correctiva
4.1.- Amplitud vibratoria insuficiente, operando al valor máximo del regulador (a/Fatiga de resortes, b/Fijación con insuficiente apriete de la guía en el vibrador rectilíneo).	4.1.- a) Sustituir uno o más resortes. b) Reapretar correctamente.
4.2.- Piezas impregnadas -plástico o metal-, deslizado sobre una superficie metálica lisa (efecto capilaridad o tensión superficial, según tipo de impregnación y masa de la pieza a transportar).	4.2.- Desengrasar las piezas -metálicas-, o granallar superficies de la guía (piezas metálicas o de Plástico).
4.3.- Holgura insuficiente entre piezas y techo de la guía.	4.3.- Reajustar holgura.
Causas improbables	Acción Correctiva
4.4.- Amplitud vibratoria insuficiente operando al valor máximo del regulador (a/Rotura de uno o más resortes, b/Rotura de uno o más tornillos de fijación de resortes, c/Rotura de uno o más espárragos de la regulación del núcleo del electroimán).	4.4.- a) Sustituir resortes rotos. b) Sustituir tornillos rotos (calidad 8.8). c) Sustituir espárragos de regulación rotos (calidad 8.8).

5.- Las piezas retroceden lugar de avanzar, (VL).	
Causas probables:	Acción Correctiva:
5.1.- Holgura insuficiente entre el techo de la guía y la parte de la pieza arropada por ésta (efecto repiqueteo).	5.1.- Aumentar holgura, sin que las piezas puedan perder posición o solaparse entre sí.
Causas improbables:	Acción Correctiva
5.2.- Rotura de uno o más tornillos de fijación de los resortes.	5.2.- Sustituir tornillos rotos (calidad 8.8).
5.3.- Rotura de uno o más espárragos de regulación del núcleo del electroimán.	5.3.- Sustituir espárragos rotos (calidad 8.8).

6-Amplitud vibratoria insuficiente para realizar la función, operando con el valor máximo regulador del, (VT).	
Causas probables	Acción Correctiva
6.1.- Fatiga de resortes.	6.1.- Sustituir uno o más resortes.
6.2.- Peso excesivo de piezas en la tolva	6.2.- Reducir el tamaño del lote de piezas de reposición.
6.3.- Retención de las piezas a su evacuación.	6.3.- Abrir adecuadamente la trampilla de evacuación.
6.4.- Operar a 100 semiondas/segundo, en equipos que deben hacerlo a 50 -ver matrícula y parámetro del regulador.	6.4.- Cambiar el regulador por otro adecuado, consultando previamente con nuestro Departamento Técnico.
6.5.- Tornillos de fijación de la pala con insuficiente apriete.	6.5.- Reapretar.
Causas improbables	Acción Correctiva
6.6.- Rotura de uno o más resortes.	6.6.- Sustituir resortes rotos.
6.7.- Rotura de uno o más tornillos de fijación de resortes.	6.7.- Sustituir tornillos rotos (calidad 8.8).
6.8.- Rotura de uno o más espárragos de regulación del núcleo del electroimán.	6.8.- Sustituir espárragos de regulación rotos (calidad 8.8).
6.9.- Rotura de algún cordón de soldadura de la pala.	6.9.- Proceder a soldar zonas defectuosas.

7.- Ruido fuerte y sostenido generado por el repiqueteo de la armadura respecto al núcleo del Electroimán, (VA, VL y VT).	
Causas probables	Acción Correctiva
7.1.- Entrehierro inferior al necesario (ver placa matrícula).	7.1.- Ajustar el valor definido en la placa de matrícula.
7.2.- Amplitud vibratoria excesiva para la función (disminución del coeficiente de fricción entre las piezas transportadas y las rampas o guías enlace-pulmón: a/Por impregnación de las piezas, b/Por pulido de superficies de transporte, c/Por desgaste del tejido de recubrimiento).	7.2.- a) Forrar fondo y rampas de la cuba o cambiar el tejido por otro más adecuado al tipo de Impregnación. b) Arenar, granallar o forrar. c) Sustituir tejido.
Causas improbables:	Acción Correctiva
7.3.- Efecto resonancia (coincidencia de los valores de frecuencia natural y frecuencia de excitación de la red, provocada por: a/Disminución de la frecuencia de la red, b/Fatiga de los resortes incorrectamente sintonizados (sobre-resonancia), c/Apriete de los tornillos de fijación de los resortes).	7.3.- a) Consultar con la compañía suministradora de fluido eléctrico y con nuestro Departamento Técnico, para hallar una solución de equilibrio (vg. Nueva sintonización del vibrador). Sustituir el espesor de los resortes (Consultar con nuestro Departamento Técnico). c) Aflojar y reapretar los tornillos, uno a uno (inferiores y superiores).

8.- Variaciones en la amplitud vibratoria -oscilaciones de periodo corto o largo-, (VA, VL y VT).	
Causas probables	Acción Correctiva
8.1.- Carga excesiva de piezas en la cuba - oscilaciones de periodo largo- (al disminuir la amplitud vibratoria por sobrepasarse una determinada carga - efecto amortiguamiento- suele tenderse a ajustar al alza dicho valor por medio del regulador electrónico. A partir de tal premisa, el vaciado automático de la cuba dará lugar a un incremento paulatino de la amplitud, lo cual puede llegar a incidir en la fiabilidad del posicionamiento de las piezas, o en la interrupción de su avance, por sobre presión).	8.1.- Reducción del tamaño del lote de piezas de reposición en la cuba.
Causas improbables	Acción Correctiva
8.2.- Efecto resonancia -oscilaciones de periodo largo o corto- (coincidencia de los valores de frecuencia natural y frecuencia de excitación de la red, provocada por: a/Disminución de la frecuencia de la red, b/Fatiga de resortes incorrectamente sintonizados en sobre-resonancia, c/Apriete de los tornillos de fijación de los resortes). 8.3.- Avería en el circuito de regulación electrónico - oscilaciones de periodo corto-.	8.2.- a) Consultar con la compañía suministradora y con nuestro Departamento Técnico, para hallar una solución de equilibrio (vg. Nueva sintonización del vibrador). b) Disminuir el espesor de los resortes (consultar con nuestro Departamento Técnico). c) Aflojar y reapretar los tornillos, uno a uno (inferiores y superiores). 8.3.- Consultar con nuestro Departamento Técnico (reparación o cambio de tarjeta).

9.- No se obtiene vibración alguna, (VA, VL y VT).	
Causas probables	Acción Correctiva
9.1.- Avería en el circuito del regulador electrónico.	9.1.- Sustituir regulador (para reparar, consultar con nuestro Departamento Técnico).
9.2.- Bobina del electroimán averiada.	9.2.- Sustituir bobina (debe colocarse el carrete en el núcleo del electroimán, por su solapa inferior, y por su parte interior, resinas de dos componentes).
9.3.- No llega corriente de la red al regulador, o de éste al vibrador.	9.3.- Comprobar conexiones.

10.- El fusible del regulador se funde, (VA, VL y VT).	
Causas probables	Acción Correctiva
10.1.- Bobina cortocircuitada.	10.1.- Sustituir bobina (debe encolarse el carrete en el núcleo del electroimán por su solapa inferior, y por su parte interior, resinas de dos componentes).
10.2.- Por obrar a 50 semiondas/segundo equipos que pueden hacerlo a 100 -ver placa matrícula y parámetro del regulador.-.	10.2.- Cambio del regulador por otro adecuado, consultando previamente con nuestro Departamento Técnico

4.5. Listado de piezas de repuesto

- Ver en el apartado 5 Anexos la Ficha técnica de material concerniente, parámetros, datos específicos y recambios recomendados.

5. ANEXOS

Se contempla como anexo toda aquella información referente al sistema:

- Garantía
- Declaración de incorporación o de conformidad.
- Ficha técnica de material concerniente, parámetros, datos específicos y recambios recomendados.
- Ficha técnica de puesta en marcha y reproducción de parámetros.
- Croquis del sistema.
- Esquema eléctrico.
- Parámetros de cajas de regulación.
 - Manual de instrucciones de cajas de regulación concernientes.

**EQUIPOS Y SISTEMAS VIBRATORIOS Y ELECTROMECÁNICOS, SINGULARIZADOS
(PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS PREVIAMENTE PACTADAS)
GARANTIA - I**

- A. Cubre **10.000 horas** de funcionamiento ininterrumpido o distribuido en un máximo de **24 meses**, a computar desde la puesta en marcha de los equipos en la unidad productiva a la que van destinados -se admite una **demora** máxima de **seis meses**, desde la entrega de los mismos hasta su entrada en funcionamiento-.
- B. Esta garantía **puede llegar a incluir**, total o parcialmente, según los casos (consultar los siguientes apartados), sustitución de componentes, tiempos de labor invertidos en nuestros talleres, costes de transporte, o eventuales desplazamientos de personal de nuestro Servicio de Asistencia Técnica a la sede de nuestros clientes (ámbito España).
- C. Frente a cualquier tipo de anomalía en el funcionamiento de los equipos, en sí mismos, o respecto a su implantación, es **imprescindible** realizar un primer intercambio de información, a distancia -chequeo de parámetros/control EPM-, con objeto de poder determinar si la causa o interacción de causas generadoras del problema, van o no asociadas a una posible alteración de los parámetros de funcionamiento establecidos por **TAD**, y con ello, acordar con el cliente las pautas de actuación idóneas al caso.
- D. Quedan **excluidos de esta garantía**, cuatro bloques de posibles causas generadoras de incidencias no imputables a nuestros equipos, a saber:
1. Soluciones de alimentación integradas por varios equipos, de los cuales realizamos tan sólo un suministro parcial, o el suministro de todos ellos sin interrelacionar física y/o secuencialmente.
 2. Deficiencias estructurales, conceptuales o secuenciales, de la estación de recepción de la máquina a la que abastecen los equipos objeto de la garantía.
 3. Variaciones experimentadas en las piezas para las cuales fueron contruidos los equipos, respecto a su geometría, características físicas o químicas, y condiciones de presentación.
 4. Anomalías imputables al entorno físico, profesional, o social, en el que se realiza la explotación de la máquina y los equipos.
- E. Otras causas que **suponen exclusión de esta garantía**, son:
1. Alteración inapropiada de los parámetros de funcionamiento de los equipos.
 2. Modificaciones o implementaciones introducidas en los equipos originales, por personal no autorizado.
 3. Averías, roturas, o degradaciones provocadas por manipulación indebida.
 4. Desperfectos en los equipos, ocasionados en su descarga en el local receptor o en posteriores maniobras de almacenamiento o ubicación.
- F. Esta garantía **no puede incluir**, en ningún caso, los desplazamientos de personal de nuestro Servicio de Asistencia Técnica, cuando se realizan para contribuir al diagnóstico y/o solución de problemas de índole diversa, no imputables a nuestros equipos (ver apartado D), para efectuar intervenciones correctivas o poco ortodoxas (ver apartado E).
- G. El periodo de duración que contempla esta **garantía** puede ser susceptible de **ampliación**, a petición del comprador y previa aceptación, en su caso, del vendedor (TAD).



GARANTIZAMOS QUE NUESTROS EQUIPOS, SINGULARIZADOS O NO (ESTÁNDAR), RESPETAN LAS DIRECTIVAS EUROPEAS (CE) - SEGURIDAD MÁQUINAS, BAJA TENSIÓN, COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA, ETC.-, LAS NORMAS Y PROTOCOLOS IMPLANTADOS EN NUESTRA PROPIA ORGANIZACIÓN, Y LAS ESPECIFICACIONES DE CADA UNO DE NUESTROS CLIENTES RESPECTO A PAUTAS, NORMAS Y REGLAMENTOS PROPIOS O DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO -SEGÚN PAÍSES Y ESPECIALIDADES-.

**EQUIPOS VIBRATORIOS ESTÁNDAR (SIN SINGULARIZACIÓN)
GARANTIA - II**

Los equipos vibratorios estándar que suministramos, son idénticos a los que **TAD** utiliza en sus realizaciones completas (singularizaciones, cubiertas por la **GARANTÍA-I**).

En el caso de equipos estándar, esta **GARANTÍA-II** se limita al suministro, o sustitución en nuestros talleres, de **partes o componentes originalmente defectuosos**, es decir, que no hayan experimentado roturas, averías o degradaciones, por mala utilización.

Adicionalmente, esta **GARANTÍA-II** incluye asesoramiento -a distancia- de aplicaciones efectuadas por terceros, con equipos estándar de nuestra fabricación, y eventualmente -en nuestros talleres-, diagnósticos de este tipo de singularizaciones.

Enero de 2.019

Declaración de Incorporación

Nosotros

TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN DINÁMICA, S.L.
C/ Crom, 11-13
08907 - L'Hospitalet de Llobregat
(Barcelona - España - UE)



declaramos, bajo nuestra única responsabilidad, que la máquina:

- **Denominación genérica:** Alimentador posicionador.
 - **Marca:** TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN DINÁMICA, S.L.
 - **Modelo:** VA-250/25 + VL-25/40.
 - **Número de serie / Matrícula:** A-14.281-1 / VA: (5.544) + VL: (2.824).
 - **Año de fabricación:** 2.019.
- clasificada como cuasi máquina, según la directiva 2006/42/CE - Directiva de Máquinas,

y a la que se refiere esta declaración de incorporación, cumple con los siguientes requisitos esenciales del anexo I de la Directiva 2006/42/CE relativa a máquinas:

- 1.1.2. Principios de integración de la seguridad
- 1.1.3. Materiales y productos
- 1.1.4. Iluminación (no procede)
- 1.1.5. Diseño de las máquinas con vistas a su mantenimiento
- 1.1.6. Ergonomía
- 1.1.7. Puestos de mando
- 1.1.8. Asientos (no procede)
- 1.2.1. Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando
- 1.2.2. Órganos de accionamiento
- 1.2.3. Puesta en marcha
- 1.2.4. Parada
- 1.2.5. Selección de modos de mando o de funcionamiento
- 1.2.6. Fallo de la alimentación de energía
- 1.3.1. Riesgo de pérdida de estabilidad
- 1.3.2. Riesgo de rotura en servicio
- 1.3.3. Riesgos debidos a caídas y proyecciones de objetos (no procede)
- 1.3.4. Riesgos debidos a superficies, aristas o ángulos
- 1.3.5. Riesgos debidos a las máquinas combinadas
- 1.3.6. Riesgos relacionados con las variaciones de las condiciones de funcionamiento
- 1.3.7. Prevención de los riesgos relacionados con los elementos móviles
- 1.3.8. Elección de la protección contra los riesgos ocasionados con los elementos móviles
- 1.3.9. Riesgos debidos a movimientos no intencionados (no procede)
- 1.4.1. Requisitos generales

- 1.4.2. Requisitos específicos para los resguardos
- 1.4.3. Requisitos específicos para los dispositivos de protección.
- 1.5.1. Energía eléctrica
- 1.5.2. Electricidad estática
- 1.5.3. Energías distintas de la eléctrica
- 1.5.4. Errores de montaje
- 1.5.5. Temperaturas extremas (no procede)
- 1.5.6. Incendio (no procede)
- 1.5.7. Explosión (no procede)
- 1.5.8. Ruido
- 1.5.9. Vibraciones
- 1.5.10. Radiaciones (no procede)
- 1.5.11. Radiaciones exteriores (no procede)
- 1.5.12. Radiaciones láser (no procede)
- 1.5.13. Emisiones de materiales y sustancias peligrosas (no procede)
- 1.5.14. Riesgo de quedar atrapado en una máquina (no procede)
- 1.5.15. Riesgo de patinar, tropezar o caer (no procede)
- 1.5.16. Rayos (no procede)
- 1.6.1. Mantenimiento de la máquina
- 1.6.2. Acceso a los puestos de trabajo o a los puntos de intervención
- 1.6.3. Separación de las fuentes de energía (no procede)
- 1.6.4. Intervención del operador
- 1.6.5. Limpieza de las partes interiores
- 1.7. Información y manual de instrucciones

y se ha elaborado la documentación técnica correspondiente de conformidad con el Anexo VII, parte B. TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN DINÁMICA se compromete a transmitir en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales, la información pertinente relativa a esta cuasi máquina.

Dicha cuasi máquina, no deberá ser puesta en servicio mientras que la máquina final en la cual vaya ser incorporada no haya sido declarada conforme a lo dispuesto en la Directiva 2006/42/CE relativa a máquinas.

L'Hospitalet de Llobregat 10 de Enero de 2019

Daniel Sererols Villalón
(Administrador)

Sistema	Unidad de selección		Unidad de enlace-pulmón		Unidad de enlace-pulmón		Unidad de autonomía	Unidad de autonomía	Recambios recomendados
	VA	Sentido de giro	VL	Guía (mm)	TB	Banda (mm)	VC/VT	RBT / RHBT	
Modelo	250/25	Anti-horario	25/40	372					
Matrícula	5.544		2.824						
Entrehierro (mm)	0,3		0,5						
Muelles (u./mm)	1/7 + 1/7 + 1/8		1/2 + 1/1,2+1,2+1,2						✓
Peso (Kg)	24,6		12,4						
Tensión monof. (V)	230		230						
Intensidad max.(A)	1,4		0,25						
Frecuencia (Hz)	50		50						
Oscilaciones/seg.	100		50						
Bobina	25202-30		15202-01						✓
Modelo de banda									✓
Motor Reductor									✓

MATERIAL INVOLUCRADO, PARÁMETROS, DATOS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS Y RECAMBIOS RECOMENDADOS							Hoja: 2/2
Sistema	Unidad de selección	Unidad de enlace-pulmón	Unidad de enlace-pulmón	Unidad de autonomía	Unidad de autonomía	Recambios recomendados	
A-14.281-1	VA	VL	TB	VC/VT	RBT / RHBT		
Sensor saturación-paro		Baumer O300 GP				✓	
Sensor control de nivel						✓	
Sensor mínima						✓	
Sensor presencia de pieza						✓	
Cilindros pza-pza / E. Recepción ER-01/02						✓	
Electroválvula	SMC SYJ712M-5LOU-01F-Q						✓
Caja de regulación	MTS-442	MTS-442				✓	
Unidad de soporte							
Insonorización							
Pintura	RAL - 9006						



PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS-SISTEMAS
REPRODUCCIÓN DE PARÁMETROS

Cliente: WRK, LDA

UNIDAD DE POSICIONAMIENTO

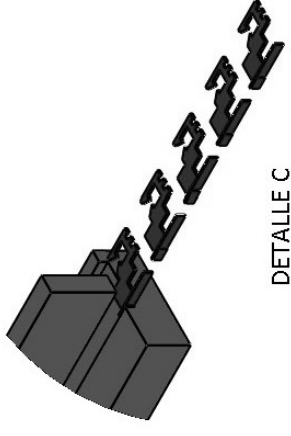
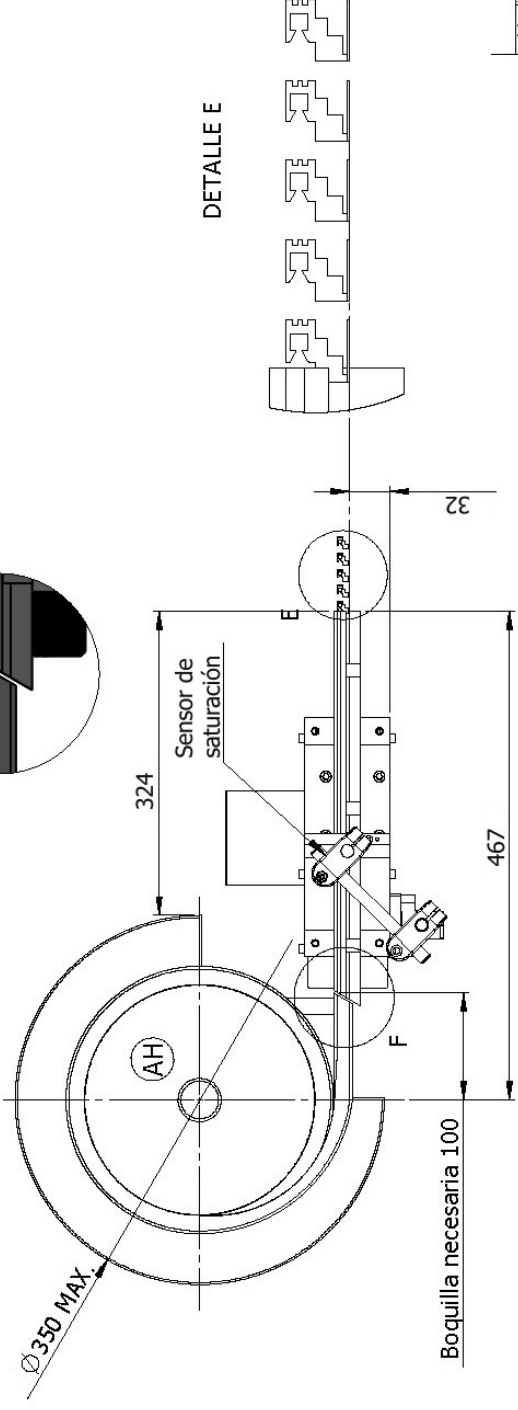
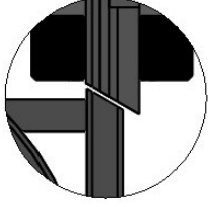
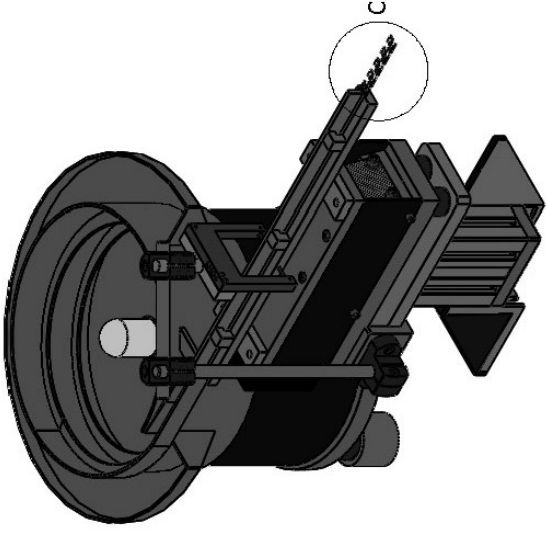
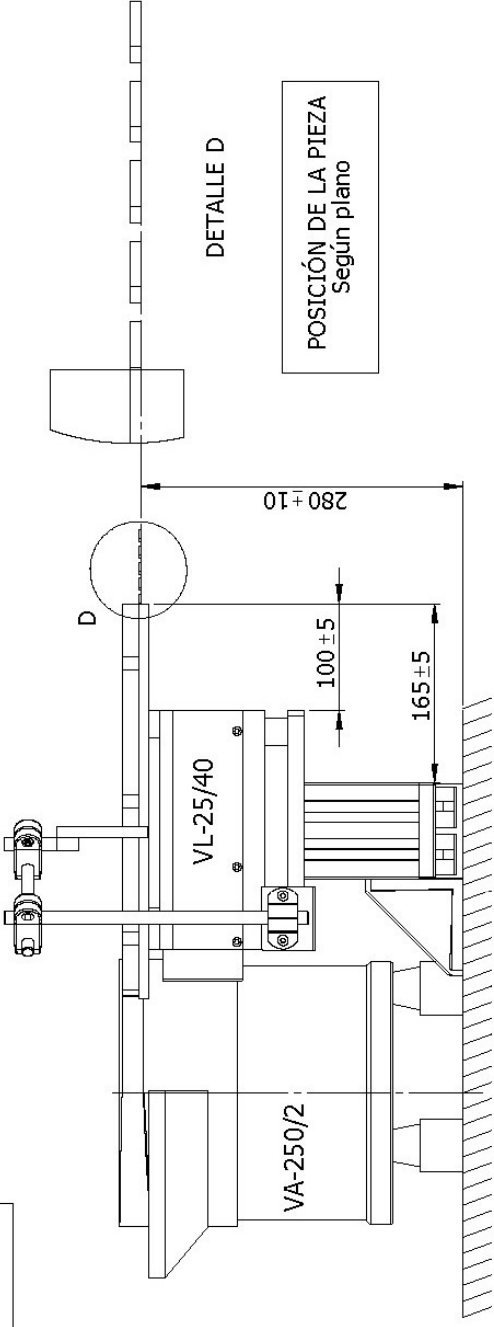
Nº de orden:	A-14.281-1	Hoja nº:	1/1
Fecha suministro:	---	Estación nº:	---
Modelo:	VA-250/25	Matrícula:	5.544

Referencia(s) pieza(s) alimentada(s) Ref.	Amplitud trabajo [mm] "V"	Valor Regulador % 0-99	Partes cuba con regulación Partes	Partes cuba desmontables a incorporar o no Partes	Aire		
					Circuito General	Circuitos secundarios	Color
					Color	(Mpa)	
VA TERMINAL	---	68	---	---	Azul	0,4	Rosa Gris Negro Blanco Azul Verde

UNIDAD DE ENLACE-PULMÓN	Modelo: VL-25/40	Matrícula: 2.824
-------------------------	------------------	------------------

Referencia(s) de la pieza(s) alimentada(s) Ref.	Valor Regulador % 0-99	Partes de la guía con regulación Partes
VL TERMINAL	68	---

CADENCIA:
30 und/min



467										Modification		Date	Description		Signature	
Client: WRK LDA		Name of the piece: TERMINAL		Machine (Line): MONTAE		Station: -				Scale: 1:5	Designer: Carlos A.	Date: 06/05/2019..				
CADENCE:		No. Types: 1		Ref.(s) piece(s): -		No of unit to built(similar):-		TORRE BAO		Ref. Plan: A-14281-1						
30 u/min		Power (consumption) of system: 230Vac+PE/50Hz 2.0 Amp.		Paint: RAL 9006		The details of this plan 3D strictly, doesn't represent the reality. TAD saves himself the possibility of modifying elements without affecting the global hindrance defined by the client.										



C/ Crom, 11-13
08907 Hospitalet de Llobregat
(Barcelona, España)

Tel.: (+34) 932 63 14 20
Fax: (+34) 932 63 31 30

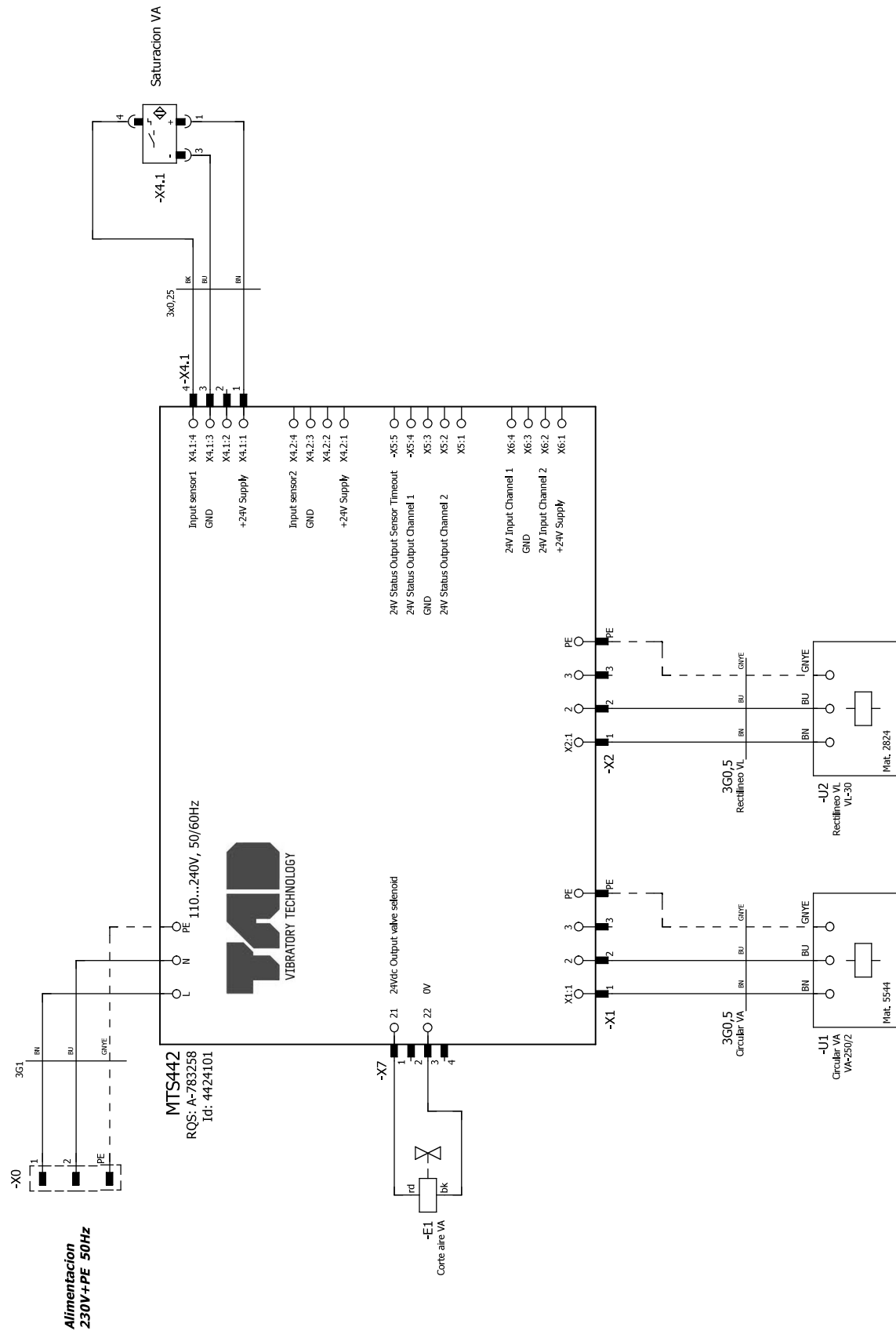
Cliente: WRK LDA
Descripción: Sistema de alimentación vibratorio
Orden de fabricación: A-14281
Denominación pieza: Terminal
Máquina: Montaje

Creado: 11/07/2019

Indice de páginas

Indice paginas TAD

[illegible]



N° de Orden de fabricación:		A-14281		Cliente:		WRK LDA	
Parámetros caja MTS 442							
RQS: A-783258							
C 003	E.S.P. 0	S.P.2. 0	o-i. 0	i.-o. 0	Air. 1		
C 004	o.HP. 0	i.HP. 0	H. 2.0	h. 2.0			
C 006	i.-S. 0	i.I. 5.0	i.O. 5.0				
C 007	o.-S. 0	o.I. 0.0	o.O. 3.0				
C 015	E.En. 1	E. 60					
C 020	o. 68.0	P. 90.0	o.-E. 1	o.H.A. 0	o./\ 1.0	o.\ 1.0	
C 021	i. 68.0	P. 90.0	i.-E. 1	i.H.A. 1	i./\ 1.0	i.\ 1.0	
C 117	HdC. 1						



Manual de instrucciones

MTS 441/442

Controlador por tiristor para transportadores vibratorios

Técnicas de Alimentación Dinámica, S.L.

Crom 11-13 · 08907 L'Hospitalet de Llobregat · Barcelona (Spain)

Tel. 932 63 14 20 - Fax. 932 63 31 30

E-mail: info@tad.es - Web: www.tad.es

MTS 441/442

Controlador por tiristor para transportadores vibratorios

REV.- RCN_2018



Técnicas de Alimentación Dinámica, S.L.

C/Crom 11-13 · 08907 L'Hospitalet de Llobregat · Barcelona (Spain)

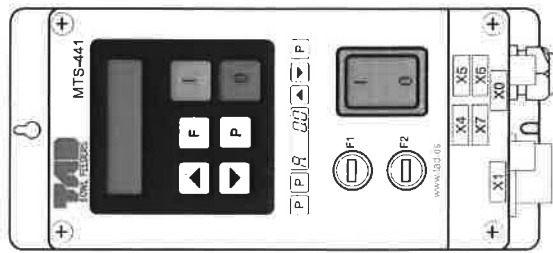
Tel. 932 63 14 20 - Fax. 932 63 31 30

E-mail: info@tad.es - Web: www.tad.es

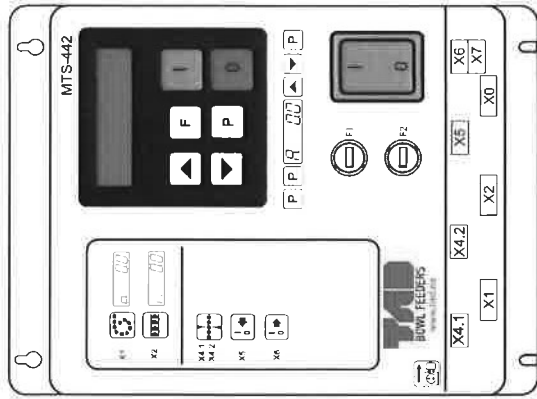
MTS 441/442 CE

BOWL FEEDERS

Controladores por tiristor para sistemas vibratorios



MTS 441



MTS 442

Controladores de uno o dos canales para alimentadores de onda media o entera.

Regulación de la intensidad vibratoria del alimentador controlando el voltaje por fase de ángulo.

Todos los ajustes se hacen mediante un panel táctil y pantalla LED.

La intensidad vibratoria se mantiene constante independientemente de las variaciones en el voltaje del suministro.

Incluyen las funciones siguientes:

Arranque y paro suave, límite máximo de ajuste, frecuencia vibratoria 50/100 Hz (60/120 Hz)

Entrada de marcha/paro, salida de estatus, control de carril, salida válvula solenoide (chorro de aire).

Intercalado interno; canal 1 inhibe canal 2 o canal 2 inhibe canal 1 (Solo modelo MTS 442).

Datos Técnicos:

MTS 441

MTS 442

Voltaje entrada: 115 / 240 V, 50/60 Hz

Voltaje salida: 0...100 / 0...210 V

Corriente salida: 10 A, 24 V, DC o Contactos

Entrada liberación: 24 V, DC / 20 mA

Sensor de carril: 24 V, PNP

Salida de estatus (ON/OFF): 24 V, DC / 20 mA

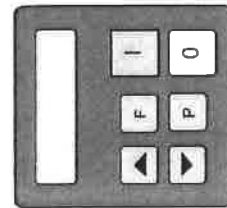
Salida válvula solenoide: 24 V, DC 100 mA

Temperatura operativa: 0... + 45 °C

Temperatura almacén: -10...+ 80 °C

Recomendado fusible: 16 A

Pantalla y control



Instrucciones:

Los menús se usan para cambiar los valores. Los diferentes parámetros se seleccionan mediante un código.

Todos los ajustes deben hacerse presionando en primer lugar la tecla P y seleccionando el código de entrada a continuación, usando los cursores.

Ajustes:

Presionando el cursor un poquito origina un aumento/disminución de una unidad. Si se presiona por más tiempo, los cambios se hacen en 10 unidades.

Los cambios de valores se memorizan automáticamente al salir del menú o cuando no se presiona tecla alguna durante 60 segundos.

Pantalla normal

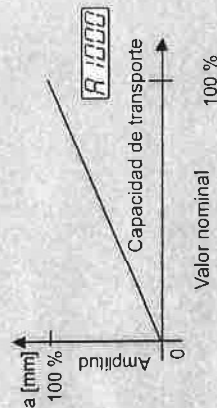
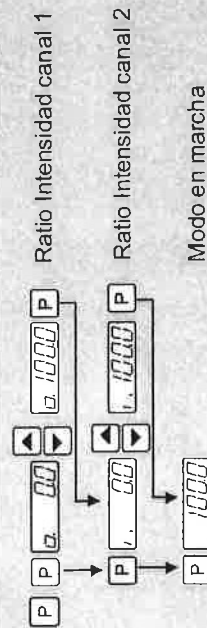
Canal 1	900	Valor en %
Canal 2	1.800	Valor en %
	OFF	liberación OFF
	FULL	Carril lleno
	800	Timer On
	SFOP	Paro usando tecla "0"
	Error	sensor de time out excedido
	---	Potencia arrancando

Functions summary

Ajustes	Rango	Código Ajustes de Fábrica	Código de Menú	Ajustes	Rango	Código Ajustes de Fábrica	Código de Menú
Amplitud de vibración canal 1	0... 100 %	o.A.	000, 020	Sensor tiempo muerto canal 1	0 / 1	o. E.	015
Amplitud de vibración canal 2	0... 100 %	i.A.	000, 021	Sensor tiempo muerto canal 2	0 / 1	i. E.	015
2. Valor nominal (dirección) canal 1	0... 100 %	2.	000, 020	Sensor tiempo inactivo	30... 240 Seg.	E.E.	015
Valor nominal externo	0 / 1	E.S.P.	003	440/ Sensor logic AND	0 / 1	SLA	014
Valor nominal Potenciometro	0 / 1	POT.	003	442 Sensor logic EXOR	0 / 1	SLE	014
Valor nominal 0(4)... 20 mA	0 / 1	4.20	003	Operación pulso canal 1	0 / 1	o. HP.	004
Limite máximo canal 1	50... 100 %	P	020	Operación pulso canal 2	0 / 1	i. HP.	004
Limite máximo canal 2	50... 100 %	P	021	Pulsos ON	0... 60 Seg.	H.	004
Frecuencia vibratoria canal 1	0 / 1	o. HA.	020	Pulsos OFF	0... 60 Seg.	h.	004
Frecuencia vibratoria canal 2	0 / 1	i. HA.	021	Canal 1			
Arranque suave canal 1	0... 10 Seg.	o. /.	020	Activa ajuste fino/grosso	0 / 1	S.P.2	003
Arranque suave canal 2	0... 10 Seg.	i. /.	021	Canal 1 inhibe canal 2	0 / 1	i.-o.	003
Parada suave canal 1	0... 10 Seg.	o. \.	020	Canal 2 inhibe canal 1	0 / 1	o.-i.	003
Parada suave canal 2	0... 10 Seg.	i. \.	021	442 Función válvula aire	0 / 1	A.i.r.	003
Invertir liberación canal 1	0 / 1	o.-En.	020	Guardar valores usuario			143
Invertir liberación canal 2	0 / 1	i.-En.	021	Invertir liberación			
Activar tiempo retardo canal 1	0... 60 Seg.	o. I.	007	Restaurar valores fábrica		FAC.	210
Activar tiempo retardo canal 2	0... 60 Seg.	i. I.	006	Restaurar valores usuario		US.PA.	210
Desactivar tiempo retardo canal 1	0... 60 Seg.	o.O.	007	Esconder menús de programación		Hd.C.	117
Desactivar tiempo retardo canal 2	0... 60 Seg.	i.O.	006				
Invertir sensor canal 1	0 / 1	o.-SE.	007				
Invertir sensor canal 2	0 / 1	i.-SE.	006				

No se precisa código para cambiar la intensidad de vibración: Pulsando 2 veces la tecla P aparece en pantalla el punto de ajuste.

Código 000 Valores Intensidad Vibratoria



Valores de Intensidad

Símbolo para canal 1

Símbolo para canal 2

Indicaciones de seguridad

El presente documento incluye las informaciones necesarias para utilizar debidamente los productos aquí descritos. Está dirigido al personal técnico cualificado. Las personas cualificadas tienen una formación, experiencia profesional e instrucción específica así como unos amplios conocimientos sobre las normas, disposiciones y reglamentos vigentes en materia de prevención de accidentes y de las condiciones de servicio, por lo que han sido autorizadas por los responsables de la seguridad del equipo y realizan las actividades necesarias para detectar y evitar los peligros que puedan surgir (definición de personal cualificado según IEC 364).

¡Advertencia!



¡Tensión peligrosa!

La no observación de esta advertencia puede provocar daños materiales, graves accidentes e incluso poner en peligro la vida de los usuarios.

Desconecte la fuente de alimentación antes de realizar trabajos de montaje y desmontaje, así como para realizar un cambio de fusibles o modificaciones de la estructura.

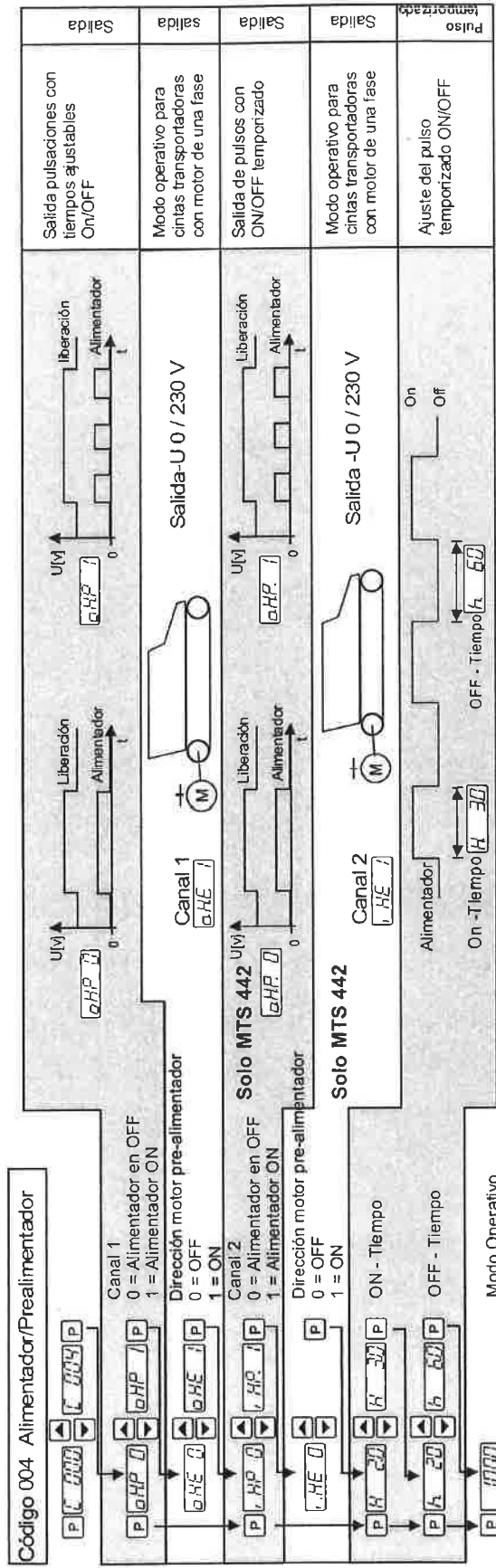
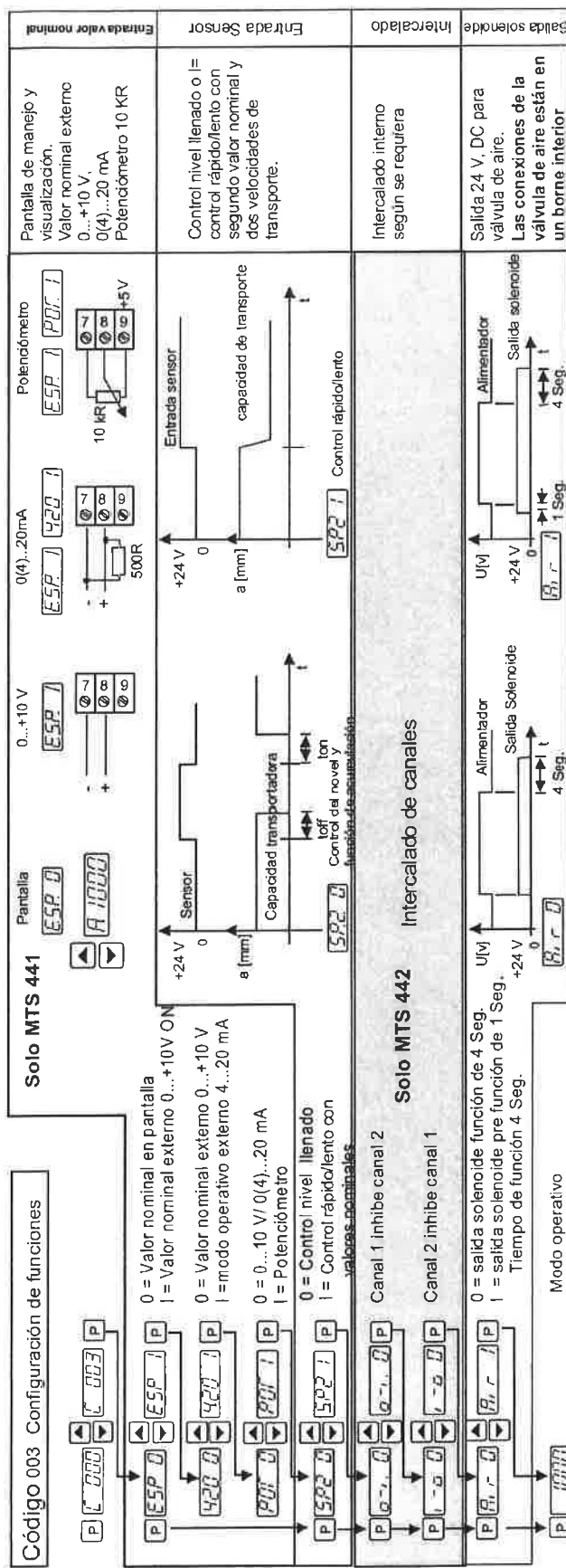
Observe las normas de seguridad y de prevención de accidentes válidas para cada caso específico.

Antes de la puesta en marcha debe comprobarse que la tensión nominal del equipo coincide con la tensión de la red local.

Los dispositivos de paro de emergencia deben permanecer activados en todos los modos de servicio. En el caso de que se desbloquee el dispositivo de paro de emergencia, no debe producirse un rearranque incontrolado del equipo. Las conexiones eléctricas deben estar tapadas. Una vez finalizado el montaje, debe comprobarse que las conexiones del conductor de puesta a tierra funcionan perfectamente.

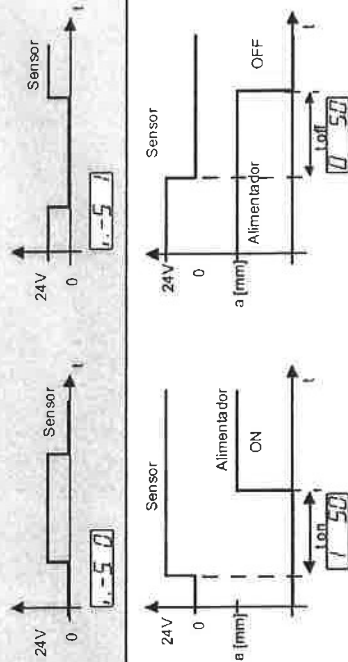
Puesta en servicio.

Comprobar !	¿Coinciden la tensión de red, la tensión de servicio del transportador y la tensión de entrada del equipo? ¿Cuál es la frecuencia de vibración mecánica del transportador? ¿La potencia consumida del transportador se encuentra dentro del rango de potencia del variador? Comprobar.
!	Cablear el equipo según las instrucciones de conexión, asegurarse de que las conexiones a tierra se ejecuten correctamente.
Nota	Los equipos nuevo se suministran con los ajustes de fábrica. Ver tabla de opciones de ajuste. Si no se conocen los valores de ajuste actuales, restablecer primero el ajuste de fábrica a través del menú C210 "FAC."
Valor nominal externo.	Al utilizar el equipo con valores nominales externos, establecer "E.S.P." = 1, en el modo con potenciómetro, programar además "Pot." = 1. Ajustar el valor mínimo: E.S.P. = 0, programar el valor mínimo deseado mediante las teclas y, a continuación, establecer E.S.P. = 1.
	Ajustar los valores específicos para el transportador y guardarlos mediante el menú C 143 "US.PA" (se pueden restablecer mediante C 210 "US.PA.") En caso necesario, impedir el acceso al menú mediante C 117 "Hd.C."



Código C 007 Control Camil		Canal 1		Invertir entrada sensor	Sensor
P	C 000	C 005	P		
P	0-5 0	0-5 1	P	Invertir función sensor I = Invertir	
P	0-1 20	0-1 50	P	Conexión On tiempo retardo	
P	0-0 20	0-0 50	P	Conexión Off tiempo retardo	
P	1000		P	Modo operativo	
				Tiempo de retardo	
				Ajustes de tiempos de retardo ON / OFF	

	
--	--

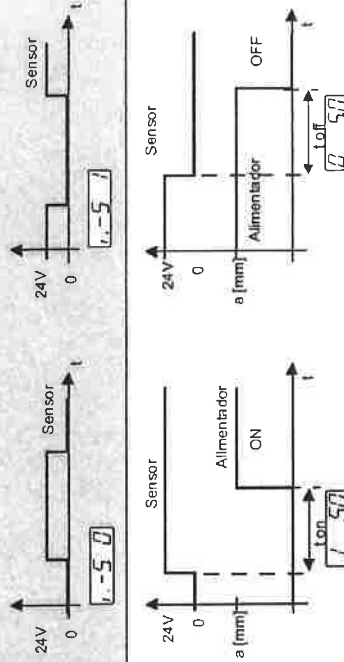


Código C 006 Control Camil		Canal 2		Invertir entrada del sensor	Sensores
P	C 000	C 005	P		
Invertir función sensor I = Invertir				Invertir entrada del sensor	Sensores
P	0-5 0	0-5 1	P		
On tiempo de retardo				Ajustes de tiempos de retardo ON / OFF	Tiempo de retardo
P	0-1 20	0-1 50	P		
OFF tiempo de retardo				Ajustes de tiempos de retardo ON / OFF	Tiempo de retardo
P	0-0 20	0-0 50	P		
Modo operativo				Ajustes de tiempos de retardo ON / OFF	Tiempo de retardo
P	1000		P		

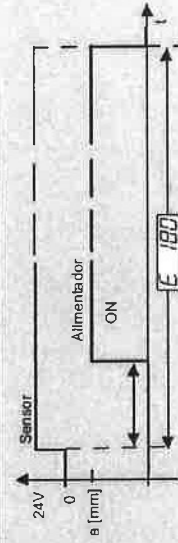
Solo MTS 442		Invertir función sensor I = Invertir		Invertir entrada del sensor		Sensores	
24V	0	Sensor	t	24V	0	Sensor	t

On tiempo de retardo		OFF tiempo de retardo		Modo operativo			
24V	0	Sensor	t	24V	0	Sensor	t

Solo MTS 442

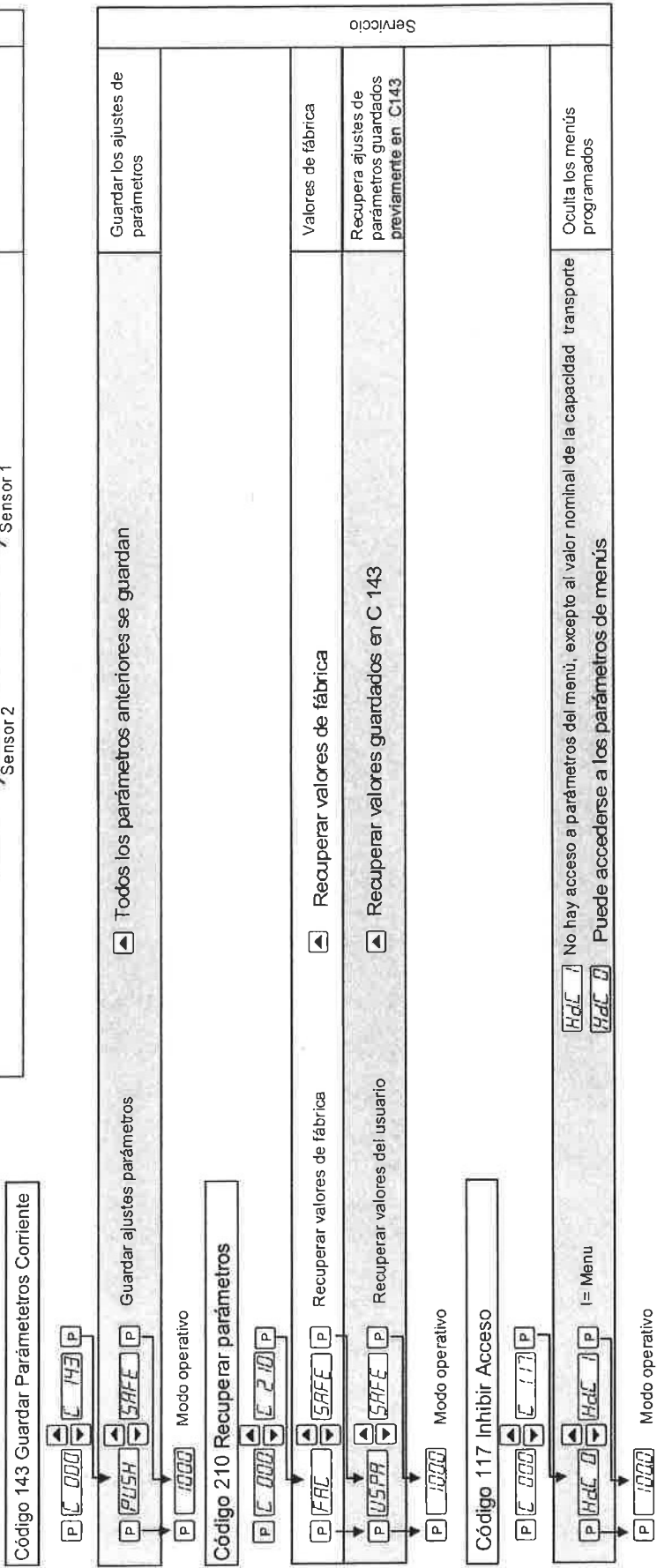
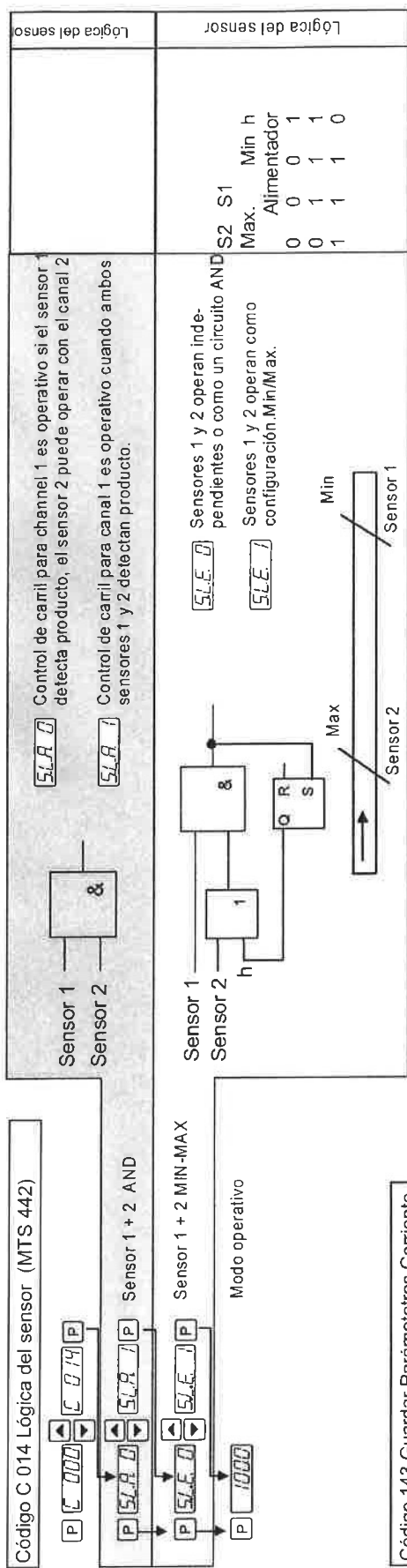


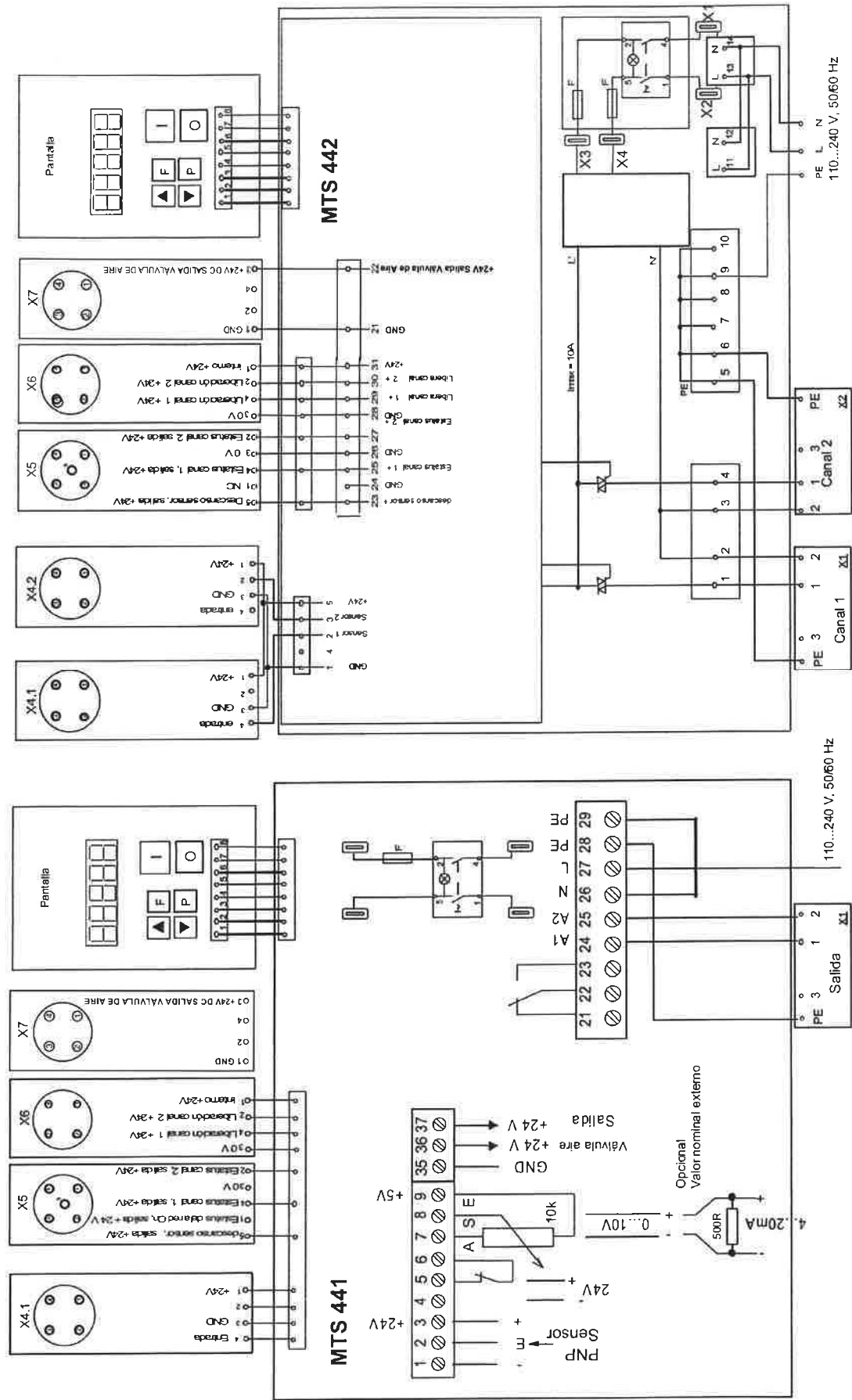
Código C 015		Tiempo descanso del Sensor		1		50		2		50	
P		C 000		C 015		P		Canal 1		Control del Sensor activo	
P		0-EE 0		0-EE 1		P		0 = descanso inactivo 1 = descanso activo		Si durante el tiempo de descanso no se detectan componentes, el alimentador se desconecta	
P		0-EE 0		0-EE 1		P		Canal 2 (solo MTS 442) 0 = descanso inactivo 1 = descanso activo			
P		E 30		E 240		P		Duración descanso [Seg.]			
P		1000				P		Modo Operativo			

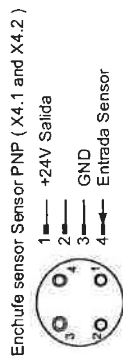
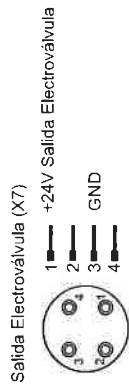


[illegible]

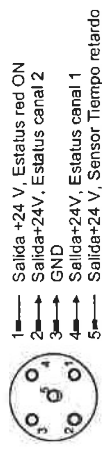
[illegible]



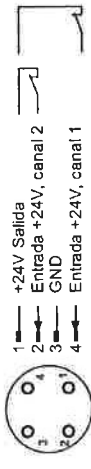




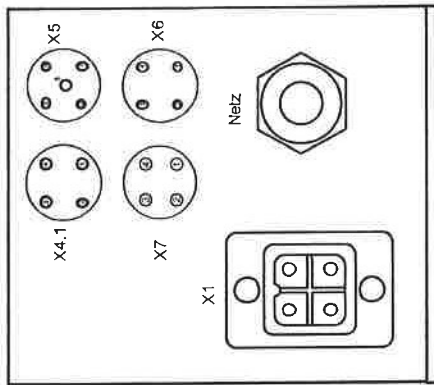
Estatus Salida(X5)



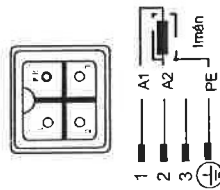
Entrada liberación (X6)



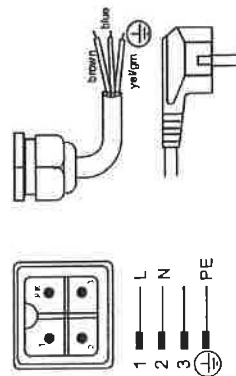
MTS 441



Enchufe de salida

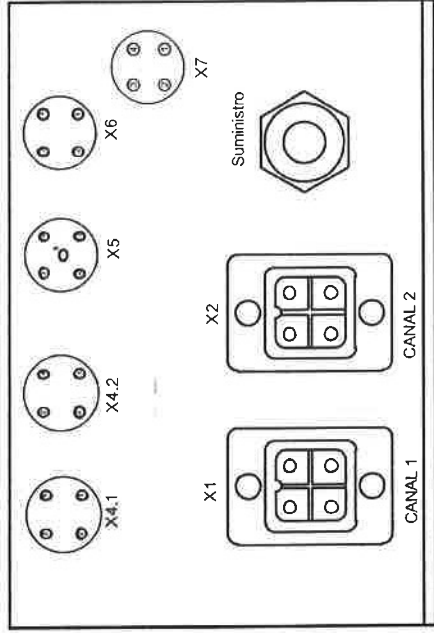


Conector entrada o cable de la red

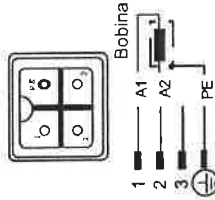


Conexión válvula de aire en terminales internas

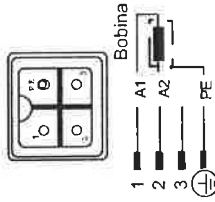
MTS 442



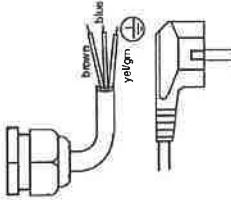
Enchufe salida canal 1



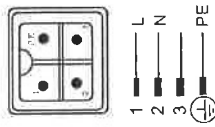
Enchufe salida Canal 2



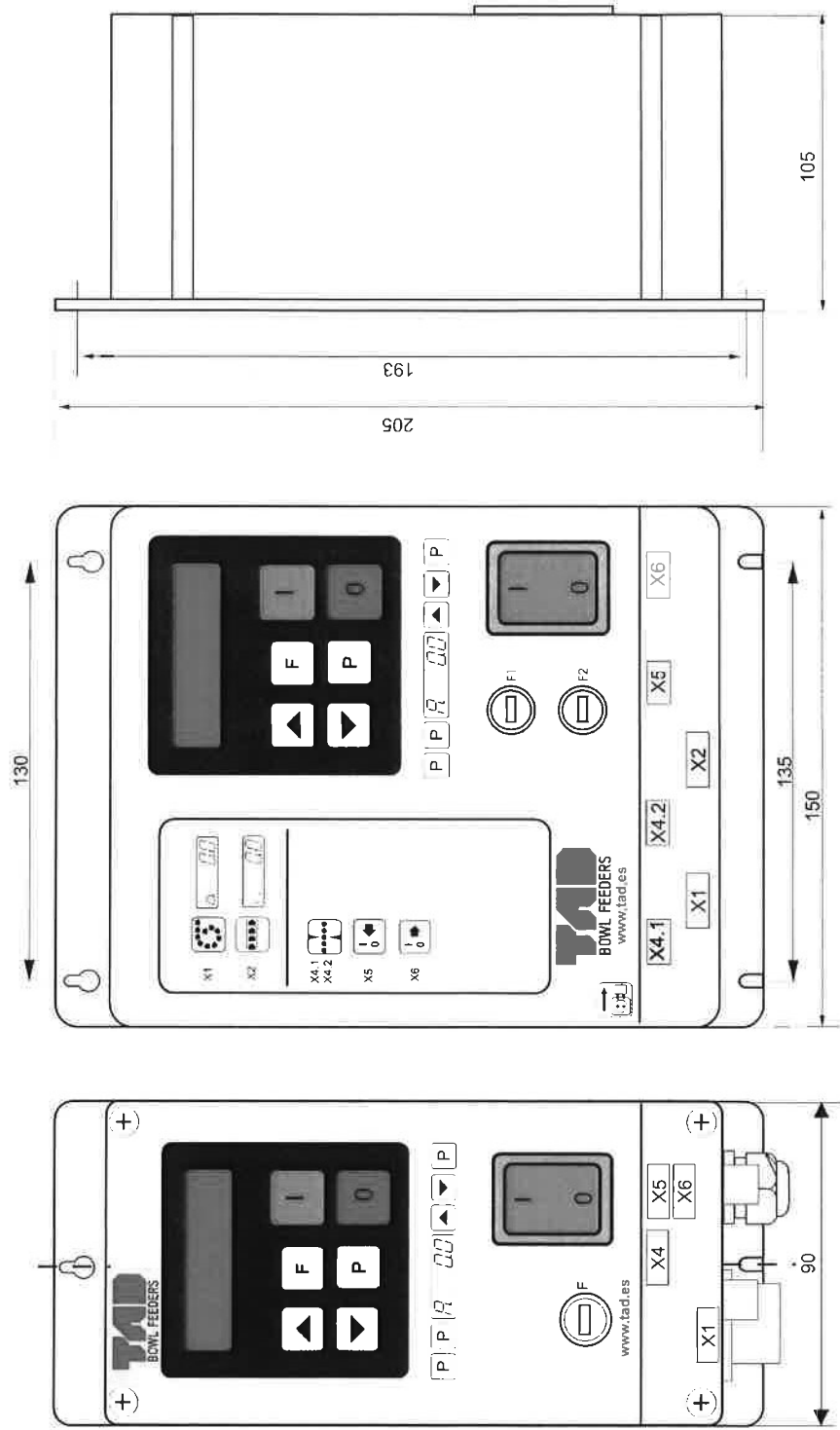
Cable entrada



Conector entrada

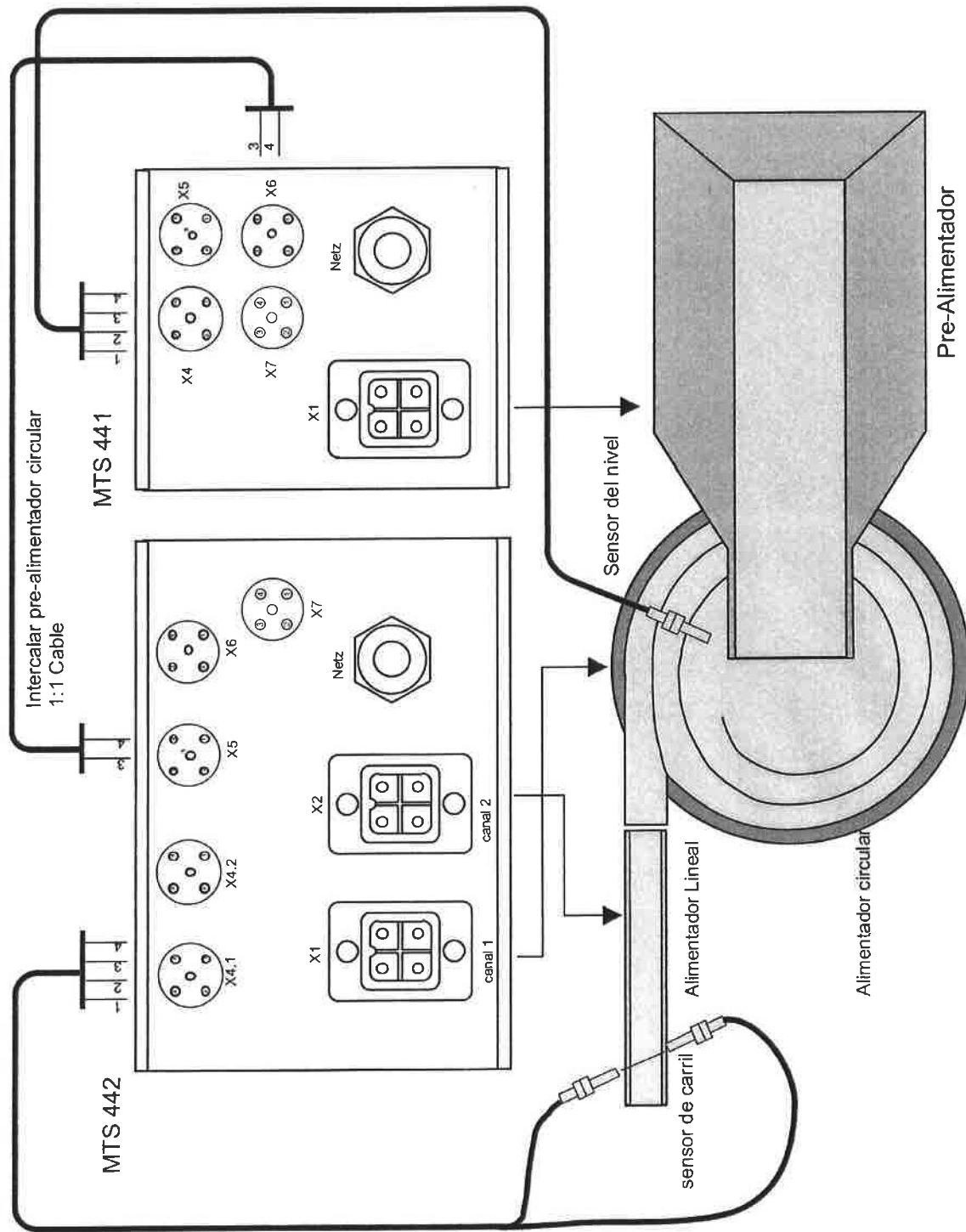


TAD MTS 441 (10A) N° ID.: 44142
TAD MTS 441 N° ID.: 4414101
TAD MTS 442 N° ID.: 4424101



Dimensiones:[mm]

Ejemplo



Ejemplo de un sistema alimentadores uno lineal y otro circular con un pre-alimentador.

Los dos alimentadores (lineal y circular) se controlan con la caja MTS 442 y el pre-alimentador con la caja MTS 441.

El pre-alimentador se regula desde el alimentador circular mediante un cable de conexión 1:1 (Salida de estatus desde el circular a la entrada de liberación del pre-alimentador)

Anexo 4

Folha de requisição de matérias-primas/ferramentas e sistemas



Folha de requisição de matérias-primas/ferramentas e sistemas

WRK, Lda
Rua da Chieira, 290
4515-119 Foz-do-Sousa

Data

30/05/2022

Responsável Encomenda

Nome

Pedro Curralo

NIF: 509 782 086

Item	QT.	Descrição	Fornecedor	Referência Interna
1	1	Sinalizador sonoro e luminoso (K50LGRA1YPQ)	BANNER	WRK I&D
2	2	Canto 20 x 20 (3 842 523 511)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
3	4	Canto 30 x 30 (3 842 523 528)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
4	3	Chumaceira (R1591 106 20)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
5	1	Fuso (85 mm) (R1531 469 10)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
6	1	Fuso (155 mm) (R1531 469 10)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
7	1	Fuso (220 mm) (R1531 469 10)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
8	2	Guia linear (160 mm) (R1605 104 31)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
9	2	Guia linear (340 mm) (R1605 104 31)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
10	4	Patim (R1622 114 20)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
11	4	Perfil de alumínio 20 x 20 (230 mm) (3 842 992 888)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
12	4	Perfil de alumínio 20 x 20R (70 mm) (3 842 992 890)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
13	4	Perfil de alumínio 20 x 20R (230 mm) (3 842 992 890)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
14	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (85 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
15	1	Perfil de alumínio 30 x 30 (150 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
16	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (180 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
17	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (290 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
18	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (290 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
19	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (400 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
20	4	Perfil de alumínio 30 x 30 (470 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
21	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (607 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
22	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (670 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
23	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (700 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
24	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (810 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
25	2	Perfil de alumínio 30 x 30 (1020 mm) (3 842 990 720)	BOSCH REXROTH	WRK I&D

26	4	Perfil de alumínio 45 x 45L (177,5 mm) (3 842 992 425)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
27	3	Perfil de alumínio 45 x 45L (360 mm) (3 842 992 425)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
28	2	Perfil de alumínio 45 x 45L (815 mm) (3 842 992 425)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
29	3	Porca (R1532 460 06)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
30	2	Rolamento linear (R0602 308 10)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
31	8	Tampa de perfil 30 x 30 (3 842 548 745)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
32	2	Tampa de perfil 45 x 45 (3 842 548 753)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
33	2	Veio (225 mm) (R1000 008 00)	BOSCH REXROTH	WRK I&D
34	1	Pega (B224094.TG6.501PP)	BOTECO	WRK I&D
35	3	Sensor indutivo (DW-AD-624-M5)	CONTRINEX	WRK I&D
36	2	Dibond branco e prata (244 x 194 x 4)	DAGOL	WRK I&D
37	1	Dibond branco e prata (484 x 244 x 4)	DAGOL	WRK I&D
38	1	Policarbonato compacto cristal (569 X 414 X 4)	DAGOL	WRK I&D
39	2	Policarbonato compacto cristal (814 X 654 X 4)	DAGOL	WRK I&D
40	1	Policarbonato compacto cristal (1080 X 530 X 4)	DAGOL	WRK I&D
41	1	Armário do quadro elétrico (MAS0405021R5)	ELDON	WRK I&D
42	1	Consola HMI tátil (EW107AA)	ESAWARE	WRK I&D
43	4	Base esfera (098D060KG)	FATH	WRK I&D
44	2	Dobradiça (095K3030F08)	FATH	WRK I&D
45	2	Trancador magnético e chapa (093044)	FATH	WRK I&D
46	4	Veio esfera (098DM08040M)	FATH	WRK I&D
47	1	Tubo flexível PTFEN 8 X 1 - NT (600 mm) (8061173)	FESTO	WRK I&D
48	1	Sensor de visão com Inteligência Artificial (IV2-G300CA)	KEYENCE	WRK I&D
49	1	Sensor fotoelétrico (PR-MB15P3)	KEYENCE	WRK I&D
50	1	Sensor fotoelétrico (PZ-G51P)	KEYENCE	WRK I&D
51	1	Casquilho metálico (PAP 0810 P10)	LANEMA	WRK I&D
52	3	Acoplamento (MOR-20C-5-6)	NBK	WRK I&D
53	3	Motor (PBM423FXE50)	SANYO DENKI	WRK I&D
54	3	Rolamento de esferas (626-2Z)	SCHAEFFLER	WRK I&D
55	1	Interruptor magnético (XCSDMC5902)	SCHNEIDER ELECTRIC	WRK I&D



Folha de requisição de matérias-primas/ferramentas e sistemas

56	1	Atuadores pneumáticos (CDQSB12-20DM)	SMC	WRK I&D
57	1	Atuadores pneumáticos (CDQSB16-30DC)	SMC	WRK I&D
58	1	Cilindro de grampo rotativo (MKB20-30LZ)	SMC	WRK I&D
59	2	Cilindro de uma haste e ação simples (CU10-10S)	SMC	WRK I&D
60	2	Conetor angular (KQ2L04-M5A)	SMC	WRK I&D
61	1	Conetor angular (KQ2L06-M5A)	SMC	WRK I&D
62	2	Detetor magnético (D-M9PL)	SMC	WRK I&D
63	1	Filtro de ar, regulador e unidade lubrificadora (AC20)	SMC	WRK I&D
64	1	Garra com 2 dedos (MHZ2-6D)	SMC	WRK I&D
65	1	Garra com 3 dedos (MHS3-16D)	SMC	WRK I&D
66	6	Válvula solenoide (SY113-5L-PM3)	SMC	WRK I&D
67	1	Válvula solenoide (VT307-5D1-01F-F-Q)	SMC	WRK I&D
68	1	Sistema de alimentação vibratório (alimentador circular VA-250/2 e linear VL-25/40)	TAD	WRK I&D

Observações

--