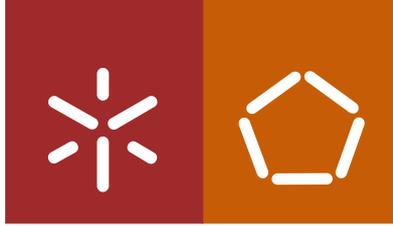


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Anselmo Rafael Cunha Rodrigues

**Estudo, conceção e desenvolvimento de um
equipamento automatizado para corte de
tecidos técnicos**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Anselmo Rafael Cunha Rodrigues

**Estudo, conceção e desenvolvimento de um
equipamento automatizado para corte de
tecidos técnicos**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Luís Ferreira da Silva
e do
Doutor Hélder Fernandes Puga

outubro de 2014

DECLARAÇÃO

Nome: Anselmo Rafael Cunha Rodrigues

Endereço electrónico: a57137@alunos.uminho.pt

Número do Bilhete de Identidade: 13576250

Título dissertação:

Estudo, conceção e desenvolvimento de um equipamento automatizado para corte de tecidos técnicos

Orientador: Professor Doutor Luís Ferreira da Silva e Doutor Hélder Fernandes Puga

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, / /2014

Assinatura: _____

Dedico este percurso a ti em especial, serás sempre uma referência,
eterno amigo Joel Vieira Lopes.

Agradecimentos

A dissertação que agora se apresenta resulta de um trajeto de 5 anos, ao longo do qual fui recebendo apoio e estímulo de muitos. Neste sentido, quero aqui deixar uma palavra de agradecimento a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto e da minha formação.

Aos orientadores, Professor Doutor Fernando de Sousa Ferreira da Silva e Professor Doutor Hélder Jesus Fernandes Puga, por acreditarem neste projeto e pelo tempo e conhecimento dedicados a auxiliar o desenvolvimento desta dissertação, contribuindo para o meu crescimento pessoal, o meu obrigado.

À empresa Brasolar que contribuiu com o seu conhecimento no fabrico de estores.

Ao meu colega de curso Miguel Almeida, porque ser o meu braço direito na realização deste curso, criando uma amizade para a vida, o meu sincero obrigado.

Agradeço ao meu irmão Márcio Rodrigues e à sua namorada Eva Padrão, que com as suas experiências académicas contribuíram para a realização do curso.

À minha namorada Rafaela, um agradecimento especial pelo apoio e carinho diários, pelas palavras de afeto e pela transmissão de força e confiança, em todos os momentos. Por tudo, o meu enorme obrigado!

Por fim, agradeço aos meus pais e à minha irmã, que sempre me apoiaram.

Resumo

A crescente procura de estores de rolo derivada da sua versatilidade e viabilidade económica tem fomentado a necessidade de desenvolver tecnologias mais eficientes na sua produção, para que, com os mesmos recursos, seja possível aumentar o nível de produção. No entanto, os equipamentos de produção atualmente existentes necessitam de uma forte evolução.

Os equipamentos disponíveis no mercado apresentam um elevado preço de aquisição, sendo o seu mercado mais direcionado a empresas de grande volume de vendas, pelo que se torna economicamente inviável a sua aquisição por pequenas empresas, onde todo o processo de fabrico é executado manualmente.

O presente trabalho consiste no estudo, conceção e desenvolvimento de um equipamento automatizado para corte de tecido técnico. Depois de analisar as soluções existentes no mercado, constata-se a inexistência de um equipamento capaz de executar todo o processo de fabrico de um estore automaticamente.

Numa primeira fase efetuou-se uma seleção de todos os equipamentos vendidos pelos diferentes fabricantes, onde se identificaram as suas funções e detetaram os mecanismos usados, bem como o seu funcionamento. Como resultado, foi elaborada uma tabela explicativa das vantagens e desvantagens de cada um.

A segunda fase consistiu em colocar em série os equipamentos e detalhar todo o procedimento de fabrico, de maneira a que produção seja possível de forma automatizada e rentável.

Por fim, a última fase foi destinada a pormenorizar todas as soluções possíveis, de modo a permitir a seleção de um produto final, capaz de contornar as lacunas presentes nos equipamentos atuais, acrescentando o mecanismo de transporte de tecido para que seja possível a produção contínua.

O resultado final consiste num equipamento constituído por uma maioria de componentes padronizados, retirados de catálogos e com recurso a processos de fabrico variados. Deste modo, é possível apresentar um preço final inferior aos do mercado, conseguindo-se um aumento da produtividade, mantendo os mesmos recursos, e a possibilidade de no futuro este mecanismo ser aplicado a equipamentos já existentes.

Palavras-chave: estores de rolo, tecido técnico, corte de tecido, projeto, automatizado

Abstract

The increasing demand for roller blinds because of its versatility and economic viability, promotes the need to develop more efficient technologies in productivity, so that with the same resources, it is possible to increase the production level. However, the existing production equipment currently requires a strong evolution.

The available equipment has a high purchase price, becoming a targeted to only the high-volume sales business market. For the small companies it is economically unfeasible, therefore the entire manufacturing process is performed manually.

The present work is the study, design and development of automated equipment for cutting technical fabric. After analyzing the existing solutions on the market, it appears that no equipment capable of performing the entire process of manufacturing a shutter automatically.

Initially it was made a selection of all equipment sold by different manufacturers, identifying their roles and detecting the mechanisms used, as well as its operation. As a result, it was created a table explaining the advantages and disadvantages of each.

The second step consisted of placing the devices in series and detail throughout the manufacturing procedure, so that automated production is possible and profitable.

Finally, the last step was intended to detail all possible solutions, so as to allow selection of a final product, able to overcome the shortcomings currently existing equipment, adding the fabric transport mechanism to make possible the production continuously.

Finally, the last step was intended to detail all possible solutions so as to allow selection of a final product, able to overcome the shortcomings present in existing equipment, adding the fabric transport mechanism to make possible the continuous production.

The end result is an apparatus comprising a majority of standardized components, taken from catalogs and using different manufacturing processes. Thus, it is possible to present a lower final price than the market, achieving increased productivity while maintaining the same resources, and the possibility of this mechanism in the future be applied to existing equipment.

Keywords: roller blinds, technical fabric, cutting fabric, design, computerized

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
Nomenclatura	xvii
Lista de Abreviaturas	xix
1 Introdução	1
1.1 <i>Enquadramento e Motivação</i>	2
1.2 <i>Objetivos da dissertação</i>	3
1.3 <i>Estrutura da dissertação</i>	3
2 Estado da arte	5
2.1 <i>Estore de rolo</i>	6
2.2 <i>Processo de fabrico de estores</i>	11
2.3 <i>Equipamentos de fabrico de estores</i>	15
3 Conceção, Projeto e Desenvolvimento	21
3.1 <i>Especificações técnicas do equipamento</i>	21
3.2 <i>Desenrolador</i>	24
3.2.1 <i>Esboços</i>	25
3.2.2 <i>Modelação 3D</i>	29
3.2.3 <i>Dimensionamento estrutural e seleção dos componentes</i>	32
3.2.4 <i>Processos de fabrico</i>	53
3.2.5 <i>Sequência de Montagem</i>	54
3.3 <i>Mesa de corte</i>	56
3.3.1 <i>Esboços</i>	56
3.3.2 <i>Modelação 3D</i>	59
3.3.3 <i>Dimensionamento estrutural e seleção dos componentes</i>	62
3.3.1 <i>Processos de fabrico</i>	71
3.3.2 <i>Sequência de Montagem</i>	72

4	Análise económica do projeto	73
4.1	<i>Perspetiva do negócio</i>	73
4.2	<i>Fatores de inovação/ diferenciação</i>	74
4.3	<i>Análise de mercado</i>	74
4.4	<i>Recursos envolvidos.....</i>	75
4.5	<i>Expectativas de desenvolvimento.....</i>	76
5	Conclusão	79
5.1	<i>Trabalhos Futuros</i>	80
	Referências.....	81
	Anexos	83
	Anexo A- Metodologia de cálculo	85
	Anexo A- Metodologia de cálculo da flexão.....	86
	Anexo B catálogos	87
	<i>Anexo B1- Excerto do catálogo da Ferpinta</i>	<i>88</i>
	Perfis ocós circulares.....	88
	Perfis ocós quadrados	89
	Perfis ocós retangulares.....	90
	Chapa industrial	91
	Propriedades técnicas dos aços	91
	<i>Anexo B2 -Catálogo da Igus- Veios</i>	<i>92</i>
	<i>Anexo B3-Catálogo da INA e Fag.....</i>	<i>93</i>
	Flange FLCTE25.....	93
	Rolamento axial	94
	Rolamento Radial	95
	Flange FLCTE17	96
	Rolamento.....	97
	<i>Anexo -B4-Catálogo da Fabory -</i>	<i>98</i>
	Parafusos e porca M8.....	98
	Porca sextavada M10	99
	Anilha M10.....	100
	Parafuso sextavado M8x50	101
	Parafuso sextavado M5x30	102

Parafuso sextavado M5x20	103
Porca sextavada M5.....	104
Parafuso sextavado M8x40	105
Parafuso sextavado M8x16	106
Parafuso sextavado M6x25	107
Porca sextavada M6.....	108
Parafuso M10.....	109
Parafuso sextavado interior M3x10.....	110
Parafuso sextavado M8x20	111
Anilha M14.....	112
Parafuso e porca M6	113
Anilha M14.....	114
<i>Anexo B5-Catálogo da Thomson - Fuso.....</i>	<i>115</i>
<i>Anexo B6- Excerto do catálogo Trinets.....</i>	<i>116</i>
<i>Anexo B7- Catálogo Item</i>	<i>117</i>
Catálogo geral da Item “características técnicas” 2013, pág. 598-605	117
Fixador	125
Porca da item	126
Guias.....	127
Roda de carga da item.....	129
Perfil em L.....	130
Tubo de alumínio.....	131
Uniões de perfis.....	132
Polias dentadas	133
Correia dentada.....	134
Afinadores e tensionador de correia	135
Perfil sincronizador VK14.....	136
Elementos de ligação.....	137
Guias de rolos da item	138
<i>Anexo B8- Item Ikasys, “Software de dimensionamento”</i>	<i>139</i>
Perfil 8 40x40, natural - referência número: 0.0.026.03.....	139
Perfil 8 80x40, natural - referência número: 0.0.026.04.....	139
Perfil 8 160x80, natural - referência número: 0.0.265.26.....	140
<i>Anexo -B9 Catálogos da Festo.....</i>	<i>141</i>
Cilindro pneumático ADN 16-30-I-P-A	141
Cilindro pneumático ADN 20-60-I-P-A	142
Ventosa VAS-55	143
Cilindro pneumático DMM-25.....	144

<i>Anexo B10-Catálogo da empresa Broncesval</i>	<i>145</i>
<i>Chapa de alumínio</i>	<i>145</i>
<i>Anexo B11 Lâmina de corte Olfa</i>	<i>147</i>
<i>Anexo B12 Catálogo da Lanema</i>	<i>148</i>
Anexo C Desenhos técnicos	151

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1 Patente do estore de rolo <i>spring roller window shade</i> [2].	5
Figura 2. 2 Constituintes do estore de rolo.	8
Figura 2. 3 Sequência do fabrico manual.	12
Figura 2. 4 Estore de rolo: (a)Tubo e (b)Bolsa.	13
Figura 2. 5 Mesa de corte automático Asco [12].	15
Figura 2. 6 Funcionamento da mesa de corte automático da Asco (Fonte: Asco).	16
Figura 2. 7 Mesa de corte automático Smre (Fonte: Smre).	16
Figura 2. 8 Mesa de corte automático <i>Auno</i> [12].	17
Figura 2. 9 Equipamento de vulcanizar a ultra-sons (a) e ar quente (b). [14]	19
Figura 2. 10 Equipamento de vulcanizar por impulsos elétricos[15]	19
Figura 2. 11 Equipamento de vulcanizar por resistência elétrica[13]	20

Capítulo 3

Figura 3. 1 Posicionamento dos equipamentos.	21
Figura 3. 2 Esboços do apoio do rolo.	25
Figura 3. 3 Esboço do mecanismo de adicionamento do alinhamento do rolo	26
Figura 3. 4 Esboço geral	27
Figura 3. 5 Esboço com a aplicação de cilindros pneumáticos.	28
Figura 3. 6 Diversas soluções de tensionamento.	29
Figura 3. 7 (a) Conjunto do desenrolador com rolo de tecido (b) Apoio do rolo	30
Figura 3. 8 Vista detalhada do apoio de rolo	30
Figura 3. 9 Tensionador	31
Figura 3. 10 Vista detalhada do tensionador	32
Figura 3. 11 Especificações do apoio do rolo	33
Figura 3. 12 Diagrama de corpo livre.	34
Figura 3. 13 Preparação da estrutura para a simulação estática.	43
Figura 3. 14 Simulação da estrutura, critério de <i>Von Mises</i> .	44
Figura 3. 15 Simulação do apoio do tubo e veio.	44

Figura 3. 16 Simulação do L de união entre o fuso e a guia.....	45
Figura 3. 17 Resultado da simulação <i>Solidworks</i> do suporte de ajuste do rolo.....	46
Figura 3. 18 Especificações do tensionador.....	47
Figura 3. 19 Simulação da lateral do tensionador.....	51
Figura 3. 20 Simulação do suporte em L.....	52
Figura 3. 21 Esboços da mesa de corte.....	57
Figura 3. 22 Esboço do mecanismo de desenrolar e cortar o tecido.....	58
Figura 3. 23 Modelação da mesa de corte.....	59
Figura 3. 24 Modelação do sistema de fixação do tecido.....	60
Figura 3. 25 Modelação do eixo lateral.....	60
Figura 3. 26 Modelação do eixo de corte.....	61
Figura 3. 27 Modelação do mecanismo de desenrolar.....	62
Figura 3. 28 Mecanismo que fixa o tecido.....	62
Figura 3. 29 Suporte dos cilindros pneumáticos.....	63
Figura 3. 30 Eixo “x” com porta ferramentas.....	64
Figura 3. 31 Mecanismo de desenrolar o tecido.....	65
Figura 3. 32 Simulação do suporte usado no desenrolador.....	66
Figura 3. 33 Eixo y.....	67
Figura 3. 34 Estrutura da mesa de corte.....	69
Figura 3. 35 Sistema de extração do ar.....	69
Figura 3. 36 Amostra dos furos do tampo.....	70

Índice de Tabelas

Capítulo 2

Tabela 2. 1 Características técnicas do <i>screen</i>	9
Tabela 2. 2 Características técnicas do Translúcido	9
Tabela 2. 3 Características técnicas do <i>Blackout</i>	9
Tabela 2. 4 Características técnicas do <i>soltis</i>	10
Tabela 2. 5 Vantagens e desvantagens dos equipamentos	18
Tabela 2. 6 Tabela comparativa (+ Mau, ++ Suficiente e +++ Bom)	18

Capítulo 3

Tabela 3. 1 Lista de componentes do apoio do rolo	46
Tabela 3. 2 Lista de componentes do tensionador	52
Tabela 3. 3 Lista de componentes da mesa de corte	71

Nomenclatura

$E_{aço}$	Módulo de elasticidade	GPa
σ_{ced}	Tensão de cedência	MPa
σ_{rot}	Tensão de rotura	MPa
σ_{es}	Tensão de esmagamento	MPa
$\rho_{aço}$	Massa volumétrica	kg/m^3
V	Volume	m^3
P	Peso	kg
F	Força	N
A	Área	m^2
M_{max}	Momento fletor máximo	$N \cdot mm$
w	Módulo de resistência elástico	mm^3
σ	Tensão normal	MPa
τ	Tensão de corte	MPa
I	Momento de inércia	mm^4
δ	Flexa	mm
T	Torque	$N \cdot mm$

Lista de Abreviaturas

PVC Termoplástico em cloreto de polivinilia

1 Introdução

Presentemente o corte dos tecidos para estores de rolo é efetuado manualmente ou através de equipamentos semi-manuais, o que acarreta um considerável tempo de preparação dos materiais para corte, bem como um enorme desperdício de tecido. As imperfeições geométricas são também inconvenientes difíceis de superar. Por este motivo, há uma necessidade de criar uma linha de produção de forma autónoma, para uma melhor manutenção da qualidade em cada estore produzido e ainda criar rotinas que levem a um melhor aproveitamento dos materiais usados, de modo a obter um aumento da produtividade. Com este projeto pretende-se estudar e desenvolver um equipamento que permita o corte automático de tecido técnico para posterior aplicação em estores de rolo.

As linhas de produção, inseridas por Henry Ford [1], representaram um marco importante da era industrial. Inicialmente utilizadas para fabricar automóveis, conseguindo produzir em massa o carro Ford T, a sua metodologia rapidamente se difundiu por inúmeros mercados. Através da utilização de linhas de produção o tempo de produção é diminuído, sendo possível fabricar produtos em grande quantidade, o que permite baixar o seu preço final. No entanto, o modelo fordista apresentava algumas lacunas, vindo a ser suprido pelo modelo toyotista, inserido por Tiichi Ohno na Toyota, alterando a metodologia de produção em massa por produção flexível. Nas linhas de produção fordista o funcionário conhecia apenas a sua função, desconhecendo as restantes etapas da produção, enquanto no modelo toyotista, os trabalhos eram coletivos, divididos por equipas, em que todos atuavam na globalidade das etapas produtivas. Neste último método de produção os trabalhadores eram incumbidos de fiscalizar e verificar a qualidade dos produtos fabricados, contribuindo para uma diminuição de peças com defeito. Outra grande inovação, que nasce com a evolução tecnológica, foi a substituição dos cargos de trabalho repetitivos por robôs, suprimindo grande parte dos postos de trabalho, o que permitiu diminuir os custos de produção. A aplicação destes dois sistemas visa a maximização da produção e do lucro para empresas de fabrico.

A produção flexível tem como objetivo atender aos requisitos dos consumidores, em vez de produzir em massa e de forma descontrolada, diminuindo assim os excedentes de matéria-prima. Desta maneira, é possível acompanhar a tendência de um mercado que é cada vez mais competitivo e que requer uma produção com baixo custo e flexível, de tal modo que as empresas se distinguem pela qualidade elevada dos seus produtos [1].

Normalmente, estes métodos são implementados para linhas de produção com uma durabilidade de 2 anos. Após este período, as linhas de produção são novamente estruturadas para novos produtos, sendo difícil a sua adaptabilidade à produção de um novo produto. Relativamente à indústria de estores, as linhas de produção tem uma elevada durabilidade, estas só são alteradas caso surja no mercado um novo equipamento para o fabrico. Contudo, a aplicabilidade destes métodos na indústria de estores é de difícil execução, atendendo a que a sua produção está centrada na encomenda e não no armazenamento. As diversas encomendas podem diferir no que concerne às quantidades, medidas e tipos de tecidos técnicos, podendo até existir encomendas de um único estore. Portanto, a implementação de uma linha de produção autónoma para fabrico de estores deverá ser capaz de atender a uma versatilidade de parâmetros tais como, corte de diferentes materiais, variadas larguras e alturas e capacidade de vulcanizar diferentes acessórios.

1.1 Enquadramento e Motivação

Este projeto surge no decorrer de uma série de outros trabalhos efetuados no âmbito da conceção e do projeto de bens de equipamento. Estes trabalhos pretendem dar resposta a algumas necessidades de diversos setores de atividade industrial, e que englobam investigadores de dois grupos de investigação (Materiais Funcionalizados e Comportamento de Superfícies, e de Dinâmica de Sistemas Mecânicos) do Centro de Tecnologias Mecânicas e de Materiais – CT2M. Assim sendo, pretende-se com este estudo, a conceção e o desenvolvimento de um equipamento automático que permita o desenrolamento dos tecidos técnicos, o seu alinhamento adequado e corte efetivo, bem como o fácil manuseamento para o tratamento/acabamento das extremidades entretanto cortadas, e, por último, o enrolamento final para o seu armazenamento.

A motivação para a realização deste trabalho surge com a experiência pessoal na produção de estores, conhecendo a forte necessidade da automatização de todo o fabrico. Esta necessidade deve-se à inexistência de um equipamento capaz de completar todo o processo de fabrico de forma autónoma. A elaboração deste projeto pretende, também, criar uma oportunidade de, no futuro, o implementar no mercado, sendo o seu público-alvo empresas de fabrico de estores e empresas de produção deste tipo de equipamentos.

1.2 Objetivos da dissertação

Esta dissertação tem como principal objetivo o estudo, a concepção e o desenvolvimento de um equipamento automático de corte de tecido técnico capaz de aumentar a eficiência e rentabilidade no fabrico de estores, com a manutenção da qualidade do material produzido. Outro parâmetro importante que se pretende com a implementação deste equipamento na indústria é a diminuição do desperdício de tempo e do material excedentário, para que haja um aumento da produção.

Com a realização deste projeto pretende-se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Familiarização com os processos de corte e com os materiais atualmente utilizados;
- b) Elaboração e estudo, concepção, projeto e desenvolvimento do equipamento de manuseamento, de corte e de acabamento;
- c) Seleção de componentes mecânicos normalizados e de sensores e atuadores *off-the-shelf*;
- d) Elaboração de modelos virtuais 3D do equipamento concebido e realização de um conjunto de desenhos técnicos e de lista de peças.

1.3 Estrutura da dissertação

O presente capítulo contém a descrição do tema a ser estudado, a motivação pelo tema escolhido e os objetivos pretendidos.

No segundo capítulo é feita uma revisão do estado da arte sobre os temas considerados relevantes para a realização do trabalho. É apresentada uma breve história do estore, as suas principais funções e todos os acessórios inerentes à sua utilização, bem como uma pormenorização dos processos e equipamentos de fabrico utilizados para a sua obtenção.

No terceiro capítulo descreve-se toda a metodologia usada para projetar o equipamento final. Este encontra-se dividido em subcapítulos, em que cada um aborda os subequipamentos utilizados para a sua produção.

No quarto capítulo, é apresentada a viabilidade da execução do projeto.

Por fim, no capítulo 5, são efetuadas as considerações finais e conclusões adquiridas com este trabalho.

2 Estado da arte

O primeiro estore de rolo ficou conhecido como “*Scotch Holland Roller Blind*” no ano de 1700 [2]. Este foi produzido na Escócia por John King e James Louis Robertson e o tecido foi confeccionado com linho importado da Holanda. O estore de rolo foi concebido com uma barra de madeira costurada diretamente no tecido e nas suas extremidades foram colocados dois pinos de latão, sendo fixado à parede através de flanges de bronze. Lateralmente ao tecido foram costuradas bainhas para evitar que este se desfiasse e na base era unida outra ripa de madeira. Este processo de produção demorou cerca de 10 dias. Contudo, este exemplar apresentava algumas lacunas, nomeadamente no mecanismo de abrir e fechar, sendo aperfeiçoado em 1800 nos EUA pela empresa *Stewart Hartshorn Company*. O projeto original foi patenteado pelo pai, tio e irmão de Stewart Hartshorn, que posteriormente fundaram a empresa de fabrico de estores de rolo conhecida pelo nome de “*spring roller window shade*”. Em 1864, Stewart Hartshorn patenteou um *design* melhorado, que é o modelo dos estores de rolo atual [2].



Figura 2. 1 Patente do estore de rolo *spring roller window shade* [2].

Neste capítulo será apresentada a versatilidade de estores de rolo existentes, bem como, as suas aplicabilidades. Além disso, serão analisados todos os seus constituintes e os processos envolvidos na conceção dos mesmos, para que se compreendam as abordagens na resolução dos problemas existentes, assim como, a deteção das falhas existentes na sua produção.

2.1 Estore de rolo

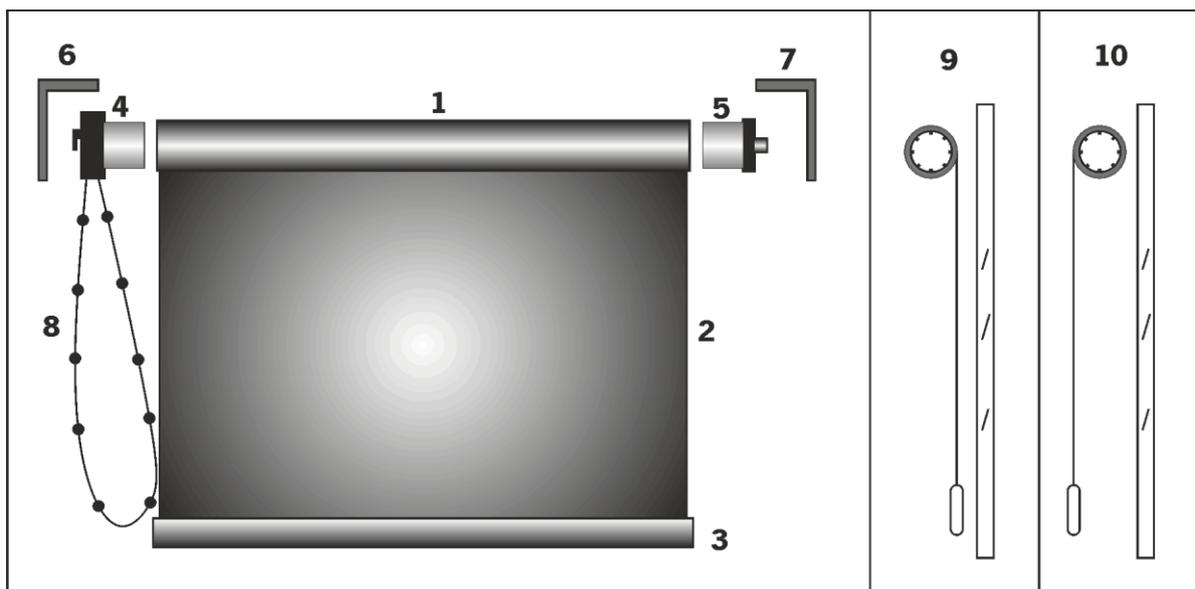
O estore de rolo é um utensílio cada vez mais utilizado pela nossa geração, atendendo às suas características visuais e técnicas. Este pode ser usado em janelas, portadas, janelas inclinadas e clarabóias, escritórios, restaurantes, escolas, casas, edifícios públicos, entre outros, podendo também ser utilizado na parte exterior do edifício.

Este tipo de estore tem substituído todo o tipo de acessórios existentes, tais como bandas verticais, estores laminados, cortinas de tecido, entre outras. As bandas verticais foram muito utilizadas em escritórios, mas devido à sua baixa fiabilidade são cada vez menos usadas, porque os seus mecanismos de ação são muito sensíveis e danificam-se muito facilmente, exigindo por vezes na reparação a sua substituição integral. Os estores laminados, usados na separação de escritórios e muitas vezes em escolas, estão também em desuso devido à difícil manutenção da sua limpeza. As cortinas são muito utilizadas em casas de habitação, tendo uma simbologia clássica associada. Contudo, o excesso de tecido que é necessário por cortina, para criar as ondulações que apresentam quando fechadas, implica um elevado custo, motivo pelo qual se tem verificado uma maior substituição por estores de rolo. Assim, o mercado de estore de rolo tenderá a aumentar, implicando que a sua produção acompanhe esse mesmo crescimento.

A principal função dos estores de rolo é a de impedir a totalidade ou parte da passagem de luz e, simultaneamente, permitir a visibilidade para o exterior. Outras características que apresentam são as de aspeto decorativo (adaptando-se facilmente a qualquer espaço interior), conforto acústico, benefícios energéticos para o local onde é aplicado (devido à baixa emissividade apresentada por alguns tecidos [3]) e também a capacidade de gerir a entrada de luz natural. Estes dois últimos tópicos são muito importantes. Uma boa aplicação e escolha de um determinado tipo de estores de rolo pode ter um impacto em termos de redução nos consumos energéticos do edifício em cerca de 70% [4], permitindo a passagem de luz mas eliminando a passagem de 97% [5] da radiação solar, o que contribui para uma ampla gestão térmica do edifício. No verão, é possível reduzir a utilização do ar condicionado e,

no inverno, a utilização de estore de rolo contribui para um aquecimento natural, pois, quando se encontra aberto, permite a entrada da radiação solar e, quando fechado, possibilita uma melhor manutenção da temperatura interior. O outro aspecto ao nível visual é uma fácil gestão da entrada de luz, o que contribui para um melhor conforto visual e aumento da eficiência e da produtividade, aspecto que pode ser benéfico em escritórios, isto porque, o estore retira o inconveniente do brilho da luz solar e mantém a possibilidade de contato com o exterior. Outra característica também importante é a resistência do estore aos raios UV, protegendo as superfícies dos móveis onde a luz incide diretamente pela janela.

A figura 2.2 ilustra os constituintes de um estore de rolo. O tubo (1) é fabricado em alumínio extrudido, com ranhuras interiores para aumentar a sua resistência à flexão, existindo em diâmetros de 28 mm, 32 mm, 38 mm, 45 mm, 50 mm e 70 mm reforçado. A escolha do diâmetro depende do tipo de tecido usado, devido à sua densidade e também da largura e altura do estore. O tecido técnico, que também é conhecido como tela (2) é o elemento do estore mais importante, isto porque todos os acessórios serão escolhidos em função do tecido adotado, sendo também, o de maior custo. Este deve ser sempre cortado em forma de um retângulo. A régua do estore ou contra-peso (3) tem a função de manter o tecido esticado através da força da gravidade. Para tracionar a subida e descida do estore existe a embraiagem (4), associada a uma corrente (8), à qual se exerce a força de tração manual. É também possível utilizar um mecanismo de manivela ou um motor elétrico, sendo o topo (5) aplicado na outra extremidade do tubo, munido de uma mola para fácil colocação do estore. Conjuntamente, encontra-se o suporte da embraiagem (6) e o suporte do rolo (7), que serão fixados ao local de aplicação do estore. Por fim, opta-se pelo tipo de enrolamento a utilizar: enrolamento normal (9), em que o tecido desce contiguamente ao vidro, diminuindo a caixa-de-ar; ou enrolamento invertido (10), no qual o tecido desce pela parte frontal do suporte, criando uma maior caixa-de-ar e outra opção decorativa, pois visualmente esconde o tubo (10).



1-tubo; 2-tela; 3-contra-peso; 4-embraiagem; 5-topo; 6-suporte da embraiagem; 7-suporte do topo; 8-corrente; 9-enrolamento junto ao vidro; 10-enrolamento afastado do vidro.

Figura 2. 2 Constituintes do estore de rolo.

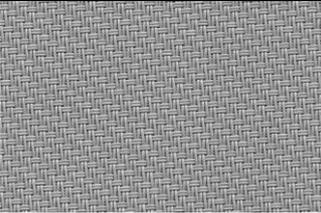
O tecido técnico é produzido principalmente tendo em conta as suas propriedades técnicas e funcionais, sendo composto por estruturas projetadas e desenvolvidas para utilização em diversas áreas industriais. Estes são produtos que pretendem satisfazer requisitos funcionais bem determinados, distinguindo-se dos têxteis convencionais, que são desenvolvidos tendo em consideração necessidades estéticas e de conforto. Na indústria de proteção solar são projetados com a finalidade de contornar as adversidades impostas pelo sol [6].

Há uma grande diversidade de fabricantes de tecido técnico, os mais certificados e conceituados da Europa são a Mermet [3] e Serge Ferrari [5], empresas francesas, a Helioscreen [7], situada na Bélgica e Jm-textile [8] da Alemanha. De entre os diferentes tipos de tecidos técnicos são mais frequentemente utilizados 4 tipos de tecido: *screen*, translúcido, *blackout* e *soltis*. Os vários tipos de tecido são diferenciados pelas suas características técnicas, pela privacidade imposta aos locais instalados, controlo da luminosidade e aplicação em espaço interior ou exterior.

O tecido *screen*, cujas características técnicas são apresentadas na Tabela 2.1, é ideal para espaços com necessidade de controlo da luminosidade, podendo ser aplicado em escolas e escritórios. Este caracteriza-se pela sua textura micro-perfurada e com padrões iguais aos tecidos comuns, onde são evidentes os entrelaçamentos entre a trama e a teia. O *screen* pode ser concebido por fibra de vidro e PVC ou *polyester* e PVC. Durante o período diurno, este tecido tem a capacidade de permitir a visualização para o exterior, mantendo a privacidade do local onde é instalado em relação ao meio

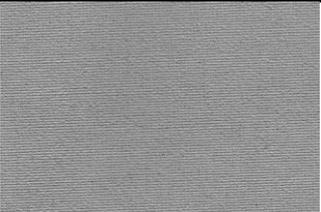
exterior. Em contra partida, durante o período noturno ocorre o inverso.

Tabela 2. 1 Características técnicas do *screen*

	Referência	Screen
	Composição	36% Vibra de vidro – 64% PVC
	Peso por m ²	350 g
	Espessura	0,55 mm
	Resistência á rotura	Teia 190daN/5cm
		Trama 100daN/5cm
	Corte aconselhado	Lâmina e Ultra-sons

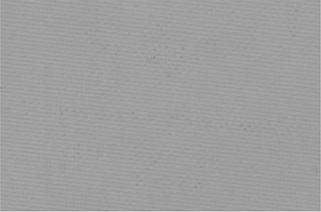
O tecido translúcido é composto por *polyester* e permite apenas a passagem de luz solar, impossibilitando praticamente na totalidade a visibilidade para o exterior, havendo apenas a perceção do vulto, características técnicas apresentadas na tabela 2. 2.

Tabela 2. 2 Características técnicas do Translúcido

	Referência	Translúcido
	Composição	<i>Polyester</i>
	Peso por m ²	205 g
	Espessura	0,4 mm
	Resistência á rotura	-
	Corte aconselhado	Ultra-sons

O tecido *blackout*, conforme tabela 2. 3, é a solução ideal para espaços que necessitam de um obscurecimento total da luz solar, sendo bastante utilizado em quartos. A sua composição pode ser 100% de fibra de vidro ou 100% polyester.

Tabela 2. 3 Características técnicas do *Blackout*

	Referência	Blackout
	Composição	<i>Polyester</i>
	Peso por m ²	350 g
	Espessura	0,5 mm
	Resistência á rotura	-
	Corte aconselhado	Ultra-sons

O *soltis* (tabela 2. 4) é um tecido composto na sua base por *polyester* e plastificado a PVC, o que confere uma elevada durabilidade no espaço exterior. É ideal para a aplicação no exterior dos edifícios, sendo que a sua textura micro-perfurada é dimensionada para um equilíbrio entre a proteção solar e a capacidade de entrada de mais luz, o que confere uma gestão térmica rentável do edifício. Este tecido é especialmente utilizado em fachadas orientadas para o norte ou com vidraças, que exigem um

controle da passagem de luz mais relevante.

Tabela 2. 4 Características técnicas do *soltis*

Referência	<i>Soltis</i>
Composição	<i>Polyester</i> revestido a PVC
Peso por m ²	420 g
Espessura	0,45 mm
Resistência á rotura	Teia 310daN/5cm Trama 210daN/5cm
Corte aconselhado	Lamina e Ultra-sons

Estes tecidos são enrolados em tubos de papel com cerca de 30 a 60 m de comprimento, com diversas larguras: 1,2 m; 1,8 m; 2 m; 2,5 m e 3 m; para que os fabricantes de estores, de acordo com as suas encomendas, possam gerir melhor o seu aproveitamento. O seu peso poderá ir até aos 100 kg.

O estore de rolo pode ainda conter outros acessórios para a sua montagem, tais como caixas em PVC ou alumínio a envolver todo o estore, calhas laterais - no interior das quais o contrapeso e o tecido deslizam e que são particularmente utilizadas para os tecidos *blackout*, de modo a que seja possível impedir por completo a passagem da luz - e ainda os cabos de aço nas laterais, que servem para guiar o contra-peso.

A largura dos estores é influenciada pelo tipo de tecido técnico, estando estabelecida uma largura mínima de 200 mm, para uma altura máxima de 2000 mm, uma vez que o não cumprimento destes critérios pode levar à perda de consistência do tecido. A largura máxima é limitada pela largura do rolo de tecido, para uma altura máxima de 4000 mm, sendo que, caso se ultrapassem estes valores de altura, o tecido poderá apresentar rugosidade na sua textura. O requisito imposto pelos fornecedores de tecido para que a altura do estores seja sempre fabricada na direção da teia - comprimento do rolo -, deve-se ao facto do tecido ter maior resistência na direção da teia do que na da trama. Esta maior resistência deve-se ao seu processo de fabrico, pois os fios da teia encontram-se sempre sob-tensão enquanto o tecido está a ser fabricado, motivo pelo qual estes conferem uma melhor consistência do tecido quando aplicados ao longo da altura. Assim, todos os fios da teia são fincados ao tubo, conseguindo-se deste modo uma melhor firmeza do tecido. Caso haja necessidade, a largura dos tecidos pode ser infringida pelos fabricantes de estores, construindo os estores no sentido contrário, de modo a obter larguras superiores ao estabelecido, o que permite ainda aumentar a altura com a vulcanização do tecido. No entanto, os fabricantes não se responsabilizam pelo aparecimento de

rugosidade na superfície do tecido e conseqüente engelhamento no seu enrolamento [9].

A aplicação do estore pode ser feita em 3 etapas. A primeira consiste em inspecionar o local onde será aplicado, havendo a possibilidade deste ser sobreposto diretamente à janela, fixando-se na estrutura da mesma ou na sua zona superior. A dimensão poderá ser em função do tecido ou do conjunto, dependendo do modo de aplicação, uma vez que na primeira opção acresce o tamanho dos acessórios. O segundo passo consiste na aplicação dos suportes e colocação do estore. Por fim, é afinado o seu curso de funcionamento.

2.2 Processo de fabrico de estores

O fabrico de estores requer o menor desperdício possível de tecido, isto porque, como referido anteriormente este é o elemento mais caro do estore, pelo que, com a sua ideal racionalização há um aumento direto nos lucros das empresas. Portanto, antes do seu fabrico é necessário gerir as medidas, para que haja o menor desperdício possível no corte do tecido e uma boa gestão no aproveitamento de restos de tecidos. O fabrico de estores de rolo pode ser efetuado através de processos manuais ou com recurso a equipamentos que auxiliam a sua produção.

No processo manual todo o fabrico decorre sem o recurso a qualquer tipo de equipamento, sendo apenas usado trabalho manual com o auxílio de acessórios. As primeiras etapas do fabrico de estores são o corte de tecido, dos tubos e das correntes, que podem ser executadas em simultâneo, realizando-se posteriormente o seu processo de montagem.

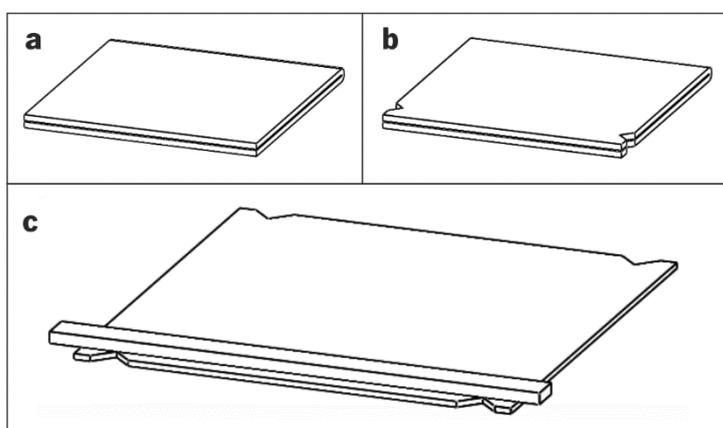
O processo de corte do tecido é executado numa mesa com tampo de vidro e pode ser efetuado em 2 passos. O primeiro consiste no recorte do tecido com um excedente de aproximadamente 50 mm em relação às medidas finais em termos de altura e largura. O tecido é cortado do rolo ou aproveitado de algum resto. O excedente é necessário para que seja possível mover o tecido facilmente sobre a mesa, pelo que, é impossível cortar manualmente as medidas definitivas de um retângulo perfeito diretamente do rolo de tecido. Posteriormente, é executado o segundo passo, que consiste no corte do tecido com as dimensões desejadas. Para que seja possível efetuar um retângulo perfeito, são necessários os seguintes procedimentos, conforme apresentado na figura 2. 3:

(a) O tecido é dobrado a meio, sem criar qualquer vinca ou amasso. Como as laterais dos rolos são paralelas entre si, estas são alinhadas de modo a ficar rigorosamente coincidentes. Este passo é muito importante para manter os padrões do tecido, teia e trama alinhados com as laterais do tecido;

(b) De seguida, entre as laterais opostas é marcada a altura desejada. Para tal, efetua-se um recorte em cada lateral, sobrepondo as duas camadas de tecido, assim, com este procedimento, garante-se um ângulo reto entre o novo corte e as laterais do rolo de tecido;

(c) O tecido é desdobrado e rodado 90°, ficando os recortes nas extremidades do tecido e com o auxílio de uma régua, a coincidir com os recortes, é feito o corte em cada extremidade, ficando assim o tecido com a altura definida e com as extremidades paralelas;

Para definir a largura do tecido é efetuado o procedimento descrito em (a), (b) e (c), sendo neste caso alinhadas as duas novas extremidades, concluindo-se assim o fabrico da tela.



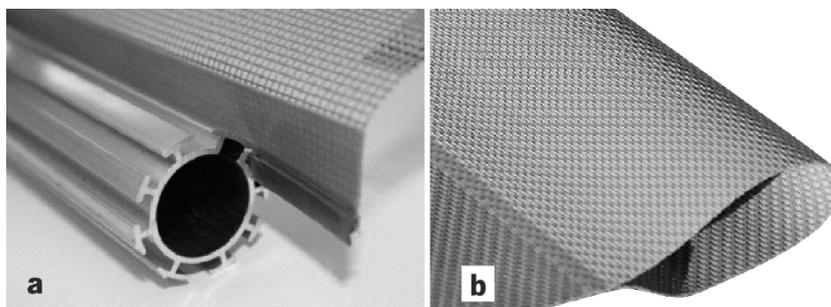
(a)Alinhamento, (b)Marcação e (c)Corte.

Figura 2. 3 Sequência do fabrico manual.

Para o processo de corte recorre-se a um xisato e é utilizada uma régua em perfil de alumínio ou em inox. Neste corte, que é um processo manual, verifica-se um desalinhamento das laterais e alteração das medidas até 2 mm, em tecidos superiores a 3000 mm. Este desalinhamento deve-se à régua que é utilizada; para ser de fácil manuseamento deverá ter um baixo peso associado, trazendo grandes problemas em termos de esbelteza, originando também uma elevada flexão durante o corte; além disso, o uso concomitante do xisato cria um desgaste elevado, pelo que necessário a sua substituição com muita frequência. Este desalinhamento no estore não é perceptível à vista desarmada, no entanto, verifica-se um desalinhamento no enrolamento do estore.

O processo de corte manual pode ser substituído por um equipamento automatizado de corte de tecido, que efetua com maior precisão dimensional o corte, sendo necessário, posteriormente a sua remoção e armazenamento manual para as próximas etapas.

Após a finalização do corte do tecido técnico, a etapa seguinte consiste em gerar a bolsa na parte inferior do tecido, para a posterior colocação do contra-peso e de um perfil, para o fácil encaixe no tubo do estore. Dependendo do equipamento disponível, a geração da bolsa pode ser realizada com o equipamento de vulcanização (em que este gera a bolsa e vulcaniza), ou manualmente, procedendo-se de seguida à vulcanização. Na extremidade do tecido oposta ao da bolsa é vulcanizado o perfil. Este processo de vulcanizar só é possível nos tecidos com fibras não-naturais e ponto de fusão baixo, como o caso do PVC, caso contrário será necessário o uso de uma fita de PVC no meio da união, para que as superfícies se unam. Caso os fabricantes não possuam uma máquina de vulcanizar, este procedimento pode ser executado com uma máquina de costura (estas costuras serão identificáveis), ou então utilizando uma fita de dupla face, contudo, com o decorrer do tempo pode-se descolar. A criação da bolsa é necessária para a colocação do contra-peso, conforme na figura 2. 4.



(a) Tubo e (b) Bolsa.

Figura 2. 4 Estore de rolo.

Após este processo é efetuado a sua montagem, enrolando-se a tela no tubo e a colocação do contra-peso, de seguida são colocados os seus topos e plastificados.

A produção diária de uma empresa de grande volume de vendas, com a utilização de equipamento de fabrico semi-automático de corte e equipamento de vulcanização, poderá chegar a 150 estores, com o recurso a 5 trabalhadores. Os tempos de corte e de vulcanização são em média de 60 segundos, pelo que após o primeiro tecido cortado, a operação pode ser em simultâneo com o corte. Para a colocação dos acessórios e o empacotamento são necessários 60 segundos, sendo o tempo médio para a criação por unidade de estores de 190 segundos, traduzindo aproximadamente 70 segundos nas transações entre as operações. No caso da produção manual, o número médio produzido por dia com os mesmos trabalhadores é de 30 estores [9].

O estudo detalhado sobre o corte e toda a sua envolvente é crucial para a elaboração deste trabalho. Por isso, é necessário estudar as características e o comportamento no corte de um tecido

técnico, para que seja possível dimensionar a mesa de corte, de forma a garantir estabilidade em funcionamento e o corte do tecido sem defeitos.

O corte automático foi introduzido pela *Gerber Garment Technology* com o desenvolvimento de um sistema computadorizado chamado *Gerber Cutter* [10]. Este incluía uma mesa com sucção, sendo a tesoura controlada pelo comando numérico, movendo-se num sistema de eixos ortogonais. Esta patente expirou em 1986, e, desde então, surgiram no mercado um elevado número de sistemas concorrentes. É possível a implementação de diferentes tipos de corte nestes equipamentos, sendo os mais utilizados na indústria, o corte por lâmina, laser e por ultra-sons [10].

Num corte normal, efetuado pelo deslizamento de uma lâmina sobre o material a cortar, a variável que controla o avanço do corte é o atrito existente entre a lâmina e o material cortado. Desta forma, a energia total necessária para propagar o corte depende do coeficiente de atrito entre a aresta da lâmina e o material, sendo este condicionado pela natureza do material e rugosidade superficial da lâmina [11].

O sistema de corte a laser para tecidos mais utilizado é o da *Lectra Systemes* por dióxido de carbono. Contudo, este sistema é pouco usado pelos fabricantes, isto porque após a sua passagem no corte cria-se uma orla derretida e o calor transmitido ao tecido também altera a cor dos seus bordos. Desta forma, este sistema de corte é apenas utilizado quando o tecido se desfia facilmente.

O corte por ultra-sons funciona por ondas ultrassónicas, cortando assim o tecido. Este é composto por uma fonte de energia e um radiador acústico, alterando a frequência da rede de 60 Hz para frequências mecânicas na ordem dos 20 kHz. O radiador acústico em contacto com o tecido efetua o corte e o calor gerado pelo atrito desse contacto permite a solda do tecido somente nos pontos de contacto radiador acústico/tecido, oferecendo ao tecido um elevado grau de elasticidade, permeabilidade e absorção [10].

O tipo de corte mais usado é o de lâmina redonda, sendo o que se consegue velocidades de corte mais elevadas e é o que permite cortar uma maior versatilidade de tecidos, sem alterar a morfologia da tela. O uso do corte por laser e ultra-sons leva ao aparecimento da orla nos tecidos, isto porque a maior parte dos tecidos é concebida por fibras não naturais, com pontos de fusão baixos, para que sejam facilmente vulcanizadas.

2.3 Equipamentos de fabrico de estores

Os equipamentos que auxiliam o fabrico de estores advêm da indústria de confeção, sendo adaptados para esta indústria [10]. A sua reestruturação nem sempre é bem conseguida, apresentando algumas lacunas. Contrariamente à indústria de confeção, onde os corte são realizados com tecidos sobrepostos para maximizar a produção, no fabrico de estores, como já referido anteriormente, as medidas são diferentes, pelo que apenas se pode efetuar o corte singular de cada tela. Serão apresentados dois equipamentos distintos, o de corte e o de vulcanizar.

Existem inúmeros equipamentos de corte, sendo neste trabalho abordados 3 equipamentos distintos, com objetivos de produção diferentes, produzidos pelas seguintes empresas, *Auno* [12], *Asco* [13] e *Smre* [14].

A empresa *Asco* apresenta uma solução de equipamentos para medidas padrão, conforme apresentado na figura 2. 5.

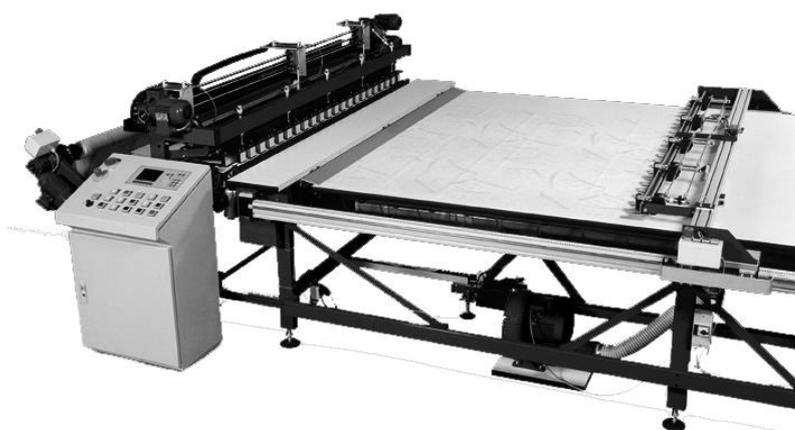
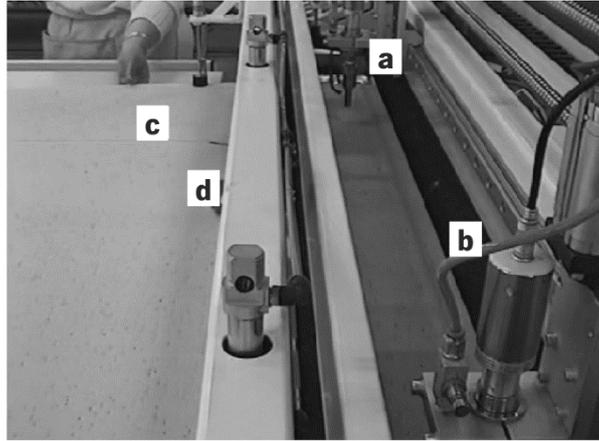


Figura 2. 5 Mesa de corte automático Asco [12].

Este equipamento é usado geralmente por empresas que criam *stocks* com medidas padronizadas, como por exemplo o AKI. Neste equipamento o rolo de tecido é colocado manualmente e todo o processo de corte é automático. A mesa possui um carro automático que estende o tecido sobre a mesa ao mesmo tempo que é cortada a largura do tecido. Este pode conter várias cabeças de corte em simultâneo, que se ajustam às medidas pretendidas. A figura 2.6 ilustra o corte de um tecido. Neste equipamento o avanço do carro provoca o acionamento em simultâneo dos dois radiadores acústicos (a e b), como se pode constatar no ponto c (tecido cortado). Na parte final deste processo, o corte transversal é executado por outro radiador acústico (d).



(a,b) radiadores acústicos; (c) corte longitudinal; (d) corte transversal.

Figura 2. 6 Funcionamento da mesa de corte automático da Asco; (Fonte: Asco);

A grande vantagem deste equipamento é o facto de o corte ser executado diretamente aquando do desenrolamento do tecido, permitindo que uma grande quantidade de telas seja cortada num curto espaço de tempo e sem a necessidade de retirar os tecidos cortados. No entanto, este não é capaz de cortar duas telas em simultâneo com alturas diferentes. Para contornar este problema as duas larguras desejadas são cortadas com a aplicação de outro radiador acústico, sendo inicialmente feito o corte pela altura de maior valor. Posteriormente, as telas são manualmente colocadas e ajustadas para o outro valor de altura pretendido, sendo o corte efetuado através do radiador acústico transversal.

A Smre apresenta uma mesa de corte em passadeira, como representado na figura 2. 7.



Figura 2. 7 Mesa de corte automático Smre (Fonte: Smre).

Dos modelos apresentados é a que tem uma taxa de produção menor, no entanto, apresenta uma dimensão mais compacta e uma maior diversidade de medidas cortadas. Esta é constituída por dois servomotores, que se movem num sistema de eixos ortogonais, permitindo efetuar o corte por toda a

área da passadeira. Aquando do corte, a passadeira permanece fixa, funcionando apenas para desenrolar o tecido ou para transportar os tecidos, quando cortados, para a lateral. A implementação da passadeira permite o corte de tecido com alturas superiores ao comprimento da mesma. Para tal é utilizada uma barra transversal à passadeira, que fixa o tecido sobre a mesa e 2 pinças, encastradas ao eixo de corte, uma em cada lateral, executando o desenrolamento do tecido sobre a mesa. Através deste processo, a posição do tecido não se altera, permitindo assim uma grande precisão no corte, sem desalinhamentos. Neste tipo de mesa só é viável o corte com lâmina redonda, pois só é possível obter um revestimento de polímero para a passadeira. Uma vantagem desta mesa é a execução de um corte contínuo, porque os tecidos cortados são transportados sempre para a lateral. No entanto, à medida que a tela sai da passadeira é necessário que um operador que retire o tecido, para impedir a sua acumulação e também a formação de vincos. Este equipamento apresenta como principal desvantagem o custo da passadeira. Embora essa apresente elevada durabilidade, em situação de acidente terá de ser obrigatoriamente substituída.

Um outro equipamento é vendido pela *Auno*, conforme a figura 2.8.



Figura 2. 8 Mesa de corte automático *Auno*[12].

A *Auno* apresenta uma mesa com grande comprimento, pelo que num desenrolamento pode executar vários cortes de telas. O seu funcionamento durante corte é semelhante à mesa anterior, utilizando um sistema de eixos ortogonais para o executar. No entanto, o seu desenrolamento é efetuado por pinças colocadas no eixo. Como desvantagens apresenta dimensões elevadas e durante o seu funcionamento só é possível executar um novo desenrolamento após a remoção dos tecidos por um operador, traduzindo-se em tempo que o equipamento se encontra parado.

A tabela 2.5 enuncia o resumo das vantagens e desvantagens dos equipamentos apresentados bem como o seu produto produzido.

Tabela 2. 5 Vantagens e desvantagens dos equipamentos

Modelo	Vantagens	Desvantagens	Produto final
<i>Auno</i>	- Corte rápido de várias telas num só desenrolamento.	- Elevado desgaste; - Ocupa muito espaço.	- Conjugação de várias medidas.
<i>Asco</i>	- Compacta; - Corte em simultâneo com o desenrolamento.	- Não corta telas em simultâneo com alturas diferentes; - Elevado desnível no corte; - A altura máxima está associada ao avanço do desenrolador.	- Medidas <i>standard</i> .
<i>Smre</i>	- Corte contínuo entre os desenrolamentos;	- Elevado desgaste e manutenção devido à passadeira.	- Medidas com alturas elevadas.

Na tabela 2.6 apresenta-se uma análise destes equipamentos, permitindo comparar e compreender qual o mais adequado aos objetivos enunciados para esta dissertação. Para cada função apresentada, os equipamentos são diferenciados em função da execução dessa especificação. O equipamento que melhor se adequa à necessidade imposta pelos produtores de estores e pelos objetivos é o da *Auno*.

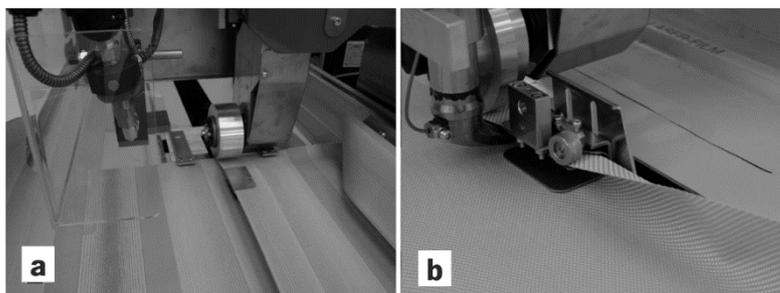
Tabela 2. 6 Tabela comparativa (+ Mau, ++ Suficiente e +++ Bom)

Modelo	Tempo de corte	Desnível no corte	Estabilidade no corte	Espaço ocupado	Custo	Produto adequado aos objetivos	Total
<i>Auno</i>	++	+++	+++	+	++	+++	14
<i>Asco</i>	+++	+	+	++	+++	+	11
<i>Smre</i>	+	++	++	+++	+	+++	12

Os preços de mercado dos equipamentos de corte variam, sendo o de menor custo o modelo apresentado da *Asco*, com um valor de 100 mil euros, o da *Auno* de 150mil euros e da *Smre* de 175 mil euros.

Existem 4 técnicas para vulcanizar o tecido (tela), através de ultra-sons, ar quente, impulsos elétricos e por resistência elétrica. A técnica de ultra-sons apresentada na figura 2.9 (a) tem por base o uso de duas rodas alinhadas, pelas quais a tela passa e através das ondas ultrassónicas o tecido é fundindo e unido. A rotação das rodas e o avanço do tecido sobre estas é controlado por um *software*, controlando a temperatura ideal para cada tecido, mantendo a união robusta, reta e plana ao longo da

tela. O processo a ar quente é idêntico, mas neste caso as 2 rodas são normais e entre estas é aplicado um jato de ar quente, que funde o tecido, sendo de seguida prensado através das rodas, como se pode observar na figura 2.9 (b).



(a) ultra-sons; (b) ar quente.

Figura 2. 9 Equipamento de vulcanizar. [14]

A tecnologia de impulsos elétricos ou de alta frequência, conforme apresentado na figura 2.10, funciona através de um eléctrodo que gera um campo eletromagnético, que passa pelo tecido gerando calor e fundindo o material. Ao mesmo tempo, o eléctrodo exerce pressão sobre o tecido, para que a solda seja resistente e uniforme. Os parâmetros que são controlados neste processo são a pressão exercida, o tempo de solda, a temperatura e o tempo de arrefecimento. O processo de arrefecimento normalmente utilizado tem por base o uso de um reservatório de água. Deste modo, quando o processo de soldadura está concluído, é forçada a passagem de água pelas tubagens implementadas na base de apoio do tecido.

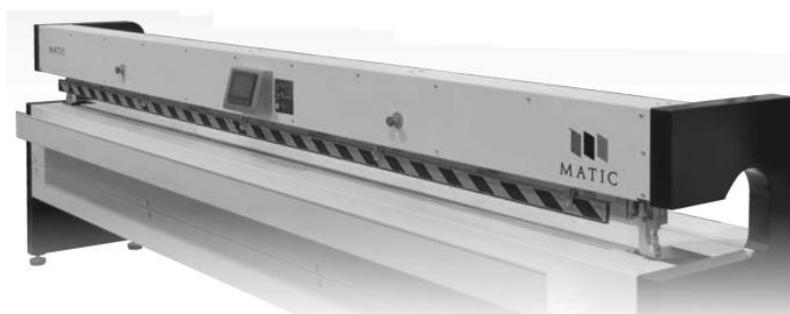


Figura 2. 10 Equipamento de vulcanizar por impulsos elétricos[15]

O sistema de vulcanização por resistência elétrica é idêntico ao sistema prévio apresentado, mas em vez do eléctrodo é utilizada uma resistência elétrica, apresentado na figura 2. 11. Esta apresenta como desvantagem em relação à de impulsos elétricos a elevada manutenção que a resistência necessita.



Figura 2. 11 Equipamento de vulcanizar por resistência elétrica[13]

O sistema de impulsos elétricos e por resistência elétrica são diferentes dos de ultra-sons e ar quente, porque funcionam em simultâneo por todo o tecido, o que torna o processo de soldadura mais rápido e mais uniforme, sendo os mais utilizados pelas empresas de fabrico. Os sistemas de ultra-sons e de ar quente são mais utilizados para produzir toldos e telas prensadas, uma vez que têm curvas associadas, sendo a aplicação destes equipamentos mais vantajosa.

Os equipamentos de vulcanizar *Matic* custam aproximadamente 50 mil euros e da *Asco* 60 mil euros.

3 Conceção, Projeto e Desenvolvimento

Depois de abordar toda a logística que envolve o fabrico de um estore, procedeu-se à utilização da engenharia inversa para a modelação de um novo equipamento para fabrico de estores. A conceção deste equipamento, além de englobar as especificações dos anteriores, tem como objetivo suprir as lacunas apresentadas e, conseqüentemente, obter novas funções, essenciais para uma maior produtividade e inerente melhoria da qualidade do estore. Outro aspeto a ter em conta será o custo de produção do equipamento, que se pretende inferior aos apresentados pelo mercado atual. Para tal deverão ser utilizados componentes obtidos por diversos processos de fabrico, bem como o uso crescente de componentes padronizados *off-the-shelf*, proporcionando uma maior facilidade de montagem e de manutenção. Para a modelação computacional foi escolhido o Solidworks® e os componentes padronizados e *off-the-shelf* foram retirados de catálogos CAD. Assim sendo, todos estes componentes estão referenciados de catálogos de empresas.

3.1 Especificações técnicas do equipamento

Dos equipamentos apresentados, todos possuem vantagens e inconvenientes no fabrico de estores. Se possível, o objetivo será englobar todas as vantagens num só equipamento, de forma a reduzir as suas limitações. Um aspeto importante, que atualmente nenhuma empresa apresenta, é a produção contínua e autónoma de um estore. A Figura 3.1 apresenta um esboço geral de todos os equipamentos utilizados na produção de estores, organizados de maneira a que seja possível uma produção autónoma.

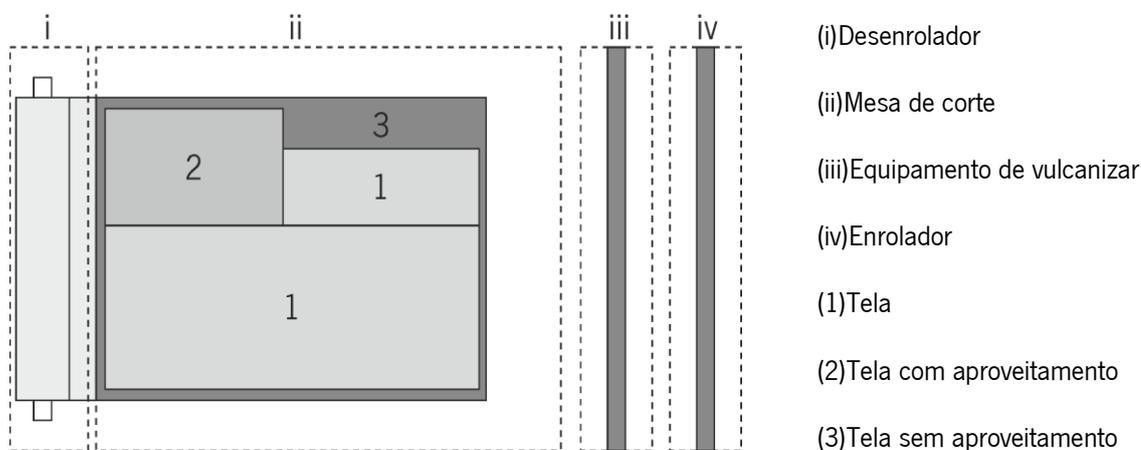


Figura 3. 1 Posicionamento dos equipamentos

No grupo (i) é efetuado o armazenamento e desenrolamento do rolo de tecido, no grupo (ii) é executado o corte do tecido, no grupo (iii) a vulcanização do tecido e, por fim, no grupo (iv) a montagem e armazenamento do estore. Ainda na figura 3.1, no grupo (ii), é representado um exemplo prático para a produção de dois estores. As telas (1) representam as que serão usadas na produção, às quais a mesa de corte, de forma autónoma, cortará uma tela (2). Esta tela representa um excedente, que poderá ser aproveitado posteriormente, sendo o restante (3), o desperdício, sem qualquer aproveitamento possível. Assim, o conjunto dividir-se-á pelos 4 grupos que serão abordados de forma independente, mas que no final funcionarão como uma linha de montagem para o fabrico de estores, ficando os grupos i, ii, iii e iv com as seguintes designações: (i) desenrolador, (ii) mesa de corte, (iii) equipamento de vulcanizar e (iv) enrolador, respetivamente.

O desenrolador (i) é o equipamento inicial envolvido na produção de estores e tem como especificações:

- a) Suportar o rolo de tecido. Este rolo pode ter diversas larguras, sendo no mínimo de 1200 mm e com um máximo de 3000 mm, ou ser um resto de tecido;
- b) Desenrolar o tecido em conjunto com a mesa de corte, com velocidades máximas de 2 m/s;
- c) Manter a tela tensionada, com um máximo de tensão de 25 kg durante o desenrolar, de forma constante, evitando qualquer desordenamento entre os dois equipamentos;
- d) Alinhar o rolo com a mesa.

Uma outra especificação que o desenrolador deve obedecer é a de armazenar os rolos. Esta é uma estrutura complexa e, como o principal objetivo neste trabalho é o corte de tecido, este subequipamento não será especificado. Além de tornar o equipamento mais caro, nem todas as empresas têm disponibilidade de espaço para a sua implementação, no entanto, este poderá ser um equipamento extra para o conjunto, que poderá ser acrescido no futuro.

A mesa de corte é o equipamento fulcral do conjunto, visto que qualquer falha na execução do corte origina uma imperfeição no estore. Um dos aspetos a ter em conta nas deficiências é a fixação do tecido, bem como a sua estabilidade durante o corte. Muitos dos defeitos dos estores devem-se a desalinhamentos do tecido durante o corte, provocando erros irremediáveis para o estore final. Deste modo, o que ditará uma maior qualidade no corte do tecido será a fixação do tecido durante o processo

de corte. Assim, as especificações inerentes à mesa de corte são:

- a) Desenrolamento do tecido sobre a mesa em conjunto com o desenrolador, com velocidade máxima de 2 m/s;
- b) Corte de tecido utilizando um dos vários tipos de corte existentes, ultra-sons, laser e lâmina;
- c) Gerar de forma autónoma o tecido excedente e o desperdício;
- d) Retirar todos os tecidos cortados sobre a mesa;
- e) Fixar e manter o tecido estabilizado sobre a mesa durante o corte, através da extração de ar.

De todos os equipamentos, o de vulcanizar é o que apresenta menos lacunas, devido não só à utilização da técnica de vulcanização em várias indústrias, mas também ao facto deste ser equipamento mais antigo utilizado na produção de estores. As suas principais especificações são:

- a) Colocar a fita para unir ao tubo do estore;
- b) Gerar a bolsa para colocar o contrapeso, desde 15 mm até 100 mm;
- c) Vulcanizar a bolsa e a fita.

Este equipamento não será desenvolvido no presente trabalho porque encontra-se já muito evoluído no mercado, pelo que a sua incorporação no conjunto dos equipamentos será exequível.

O equipamento de enrolar é o que está numa fase mais prematura. Da pesquisa de mercado efetuada, apurou-se que existem apenas equipamentos que funcionam em conjunto com o operador e só fazem o enrolamento final do tecido. Todo o restante processo de montagem é executado manualmente. Caso seja possível o enrolador deve:

- a) Colocar o tubo;
- b) Enrolar o tecido no tubo;
- c) Colocar o contrapeso;

d) Armazenar e identificar o estore.

Deste modo as especificações apresentadas servem de guia para a concepção, projeto e desenvolvimento de cada subequipamento, estando no entanto passíveis de alteração ou implementação de novas especificações que contribuam para um melhor funcionamento de todo conjunto.

3.2 Desenrolador

O desenrolador é constituído por dois sub-equipamentos distintos, o apoio do rolo e o tensionador. Estes serão abordados de forma separada.

O apoio do rolo é o sub-equipamento que apresenta uma maior semelhança entre as empresas. Este tem como função armazenar e alimentar a mesa de corte com matéria-prima, que são os rolos de tecido. O armazenamento da matéria-prima já foi abordado previamente, atendendo às razões explicitadas o processo de reposição e troca dos rolos será efetuado manualmente. As características físicas das empresas alvo deste equipamento, e a maneira como transportam os rolos é bastante diversificada, porque têm vários tipos de armazéns. Por isso, a altura de apoio do rolo será desenvolvida com uma medida específica, que no entanto poderá ser modificada em função das características que cada empresa apresentar. Outra função intrínseca ao equipamento é o alinhamento do rolo com a mesa de corte durante o seu desenrolamento.

O tensionador é uma peça do conjunto cuja utilização é frequentemente abdicada pelas empresas. Tal acarreta vários inconvenientes ao normal funcionamento de todo conjunto. Devido aos vários diâmetros de rolo e diferentes espessuras de tecido, o coordenamento entre o movimento de rotação do apoio do rolo e de avanço do tecido sobre a mesa é difícil execução. Deste modo, a não utilização deste equipamento poderá provocar excesso de tecido ou a falta do mesmo. Em situações de excesso de tecido desenrolado, o processo de alinhamento torna-se inviável, podendo até interferir com algum órgão do equipamento e causar dano ou sujidade na superfície do tecido. Caso não haja tecido suficiente para o seu alongamento sobre a mesa, ocorrerá um esforço adicional do mecanismo de arrasto.

O tensionador é, portanto, considerado uma peça essencial para o normal funcionamento de todo o conjunto, permitindo obter um processo estável, excluindo qualquer anomalia decorrente do excesso

ou falta de tecido.

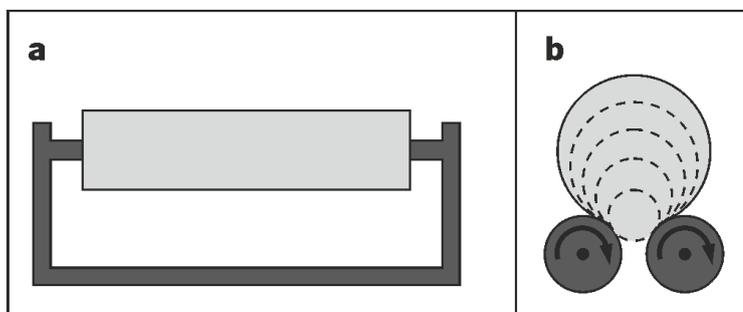
A função do tensionador é manter o tecido o mais estável possível durante o seu alongamento sobre a mesa. Para isso, durante o desenrolamento do rolo, o tecido deverá ter sempre uma tensão constante, sendo esta predefinida pelo utilizador, em função do tipo de tecido usado.

Uma sub-função inerente a este será conter uma quantidade de tecido armazenada, de forma a evitar a falta de tecido e armazenar o excedente. Outra funcionalidade poderá ser a leitura do alinhamento do tecido, em que este deverá ser instalado à saída do tensionador para que o erro seja corrigido o mais suavemente possível, uma vez que qualquer irregularidade do tecido do rolo poderá ser absorvida pelo mecanismo de armazenamento e tensionamento.

3.2.1 Esboços

Após a definição das especificações, procedeu-se à elaboração de um esboço que conciliasse as diversas funções e sub-funções propostas.

A figura 3. 2 retrata duas possíveis soluções destinadas para o apoio do rolo.



(a) rolo suspenso; (b) rolo fixo.

Figura 3. 2 Esboços do apoio do rolo.

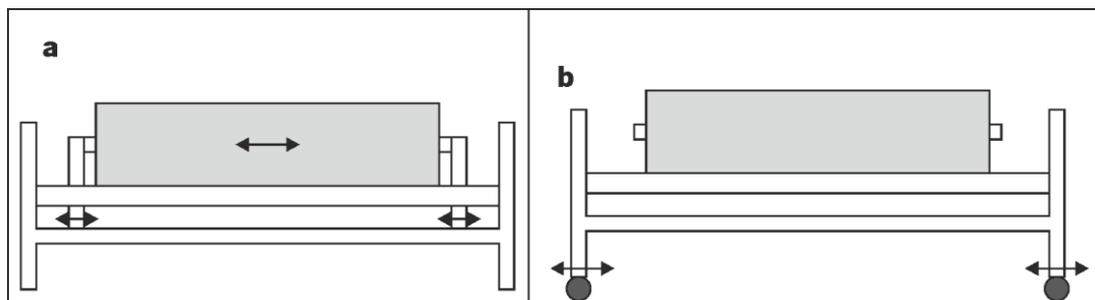
No esboço (a), é apresentada uma solução diferente das exibidas atualmente, onde o rolo de tecido é apoiado nas suas extremidades. A grande vantagem é permitir a utilização de uma estrutura simples, não usando os tradicionais rolos, sendo assim, uma solução mais leve. No entanto, esta solução torna-se impraticável na aplicação de diferentes larguras de rolo de tecido. Tal deve-se ao facto do rolo ficar afastado das laterais e com o seu peso criar um braço elevado, pelo que seria necessário um diâmetro muito elevado das chumaceiras para suportar toda a carga, tornando a estrutura muito

pesada. Uma solução alternativa seria a aplicação de um tubo auxiliar, compensando assim as diferentes larguras.

No esboço (b) é apresentada a solução praticada pela maior parte das empresas. Esta é constituída por dois cilindros que abrangem os vários diâmetros dos rolos, completo e vazio, (representado pelo tracejado na figura). De realçar nesta solução a importância da relação entre o diâmetro dos cilindros e o espaçamento entre eles, isto porque se a distância for curta e o diâmetro pequeno, tal poderá condicionar o desequilíbrio do rolo de tecido e conseqüentemente o seu desalinhamento. No caso oposto, o tecido poderá passar entre os rolos na fase final de desenrolamento.

Depois de esmiuçadas as ideias, a decisão final incidiu sobre o esboço (b), pela sua simplicidade de acomodação das diversas larguras dos rolos de tecido.

Na figura 3. 3 apresenta-se um esboço da forma como o rolo poderá ser alinhado com a mesa de corte.



(a) acionamento direto no rolo; (b) acionamento na estrutura.

Figura 3. 3 Esboço do mecanismo de adicionamento do alinhamento do rolo.

O esboço (a) apresenta dois suportes que se deslocam numa guia fixa à estrutura, onde facilmente se ajusta a largura do rolo. Estes são acoplados a um parafuso-sem-fim que aciona o movimento de traslação. No esboço (b), o movimento de translação é aplicado a toda a estrutura de apoio do rolo. Para que o movimento seja possível são aplicadas rodas à estrutura. Comparando as duas soluções, tem-se na primeira uma desvantagem devido ao ajuste dos suportes ser feito manualmente e à necessidade de acerto a cada rolo colocado. O esboço (b) associa-se a dois inconvenientes, implica o uso de grandes potências para deslocar toda a estrutura e a possibilidade do rolo se mover livremente sobre os cilindros. Assim, a decisão recaiu sobre o primeiro esboço pela

utilização de uma menor potência para executar o movimento. Outra vantagem associada é a eliminação da tendência para o rolo sair dos cilindros através da implementação dos suportes.

Na figura 3. 4 apresenta-se o resultado final das especificações associadas ao tensionador, onde é representada um esquema de 3 cilindros, através dos quais passará o tecido. Os dois cilindros superiores são fixos e giram livremente. O cilindro inferior, para além de rodar livremente, terá um movimento de translação vertical. Este último será o ponto-chave de todo o sistema, uma vez que o movimento de translação terá a função de exercer uma tensão constante sobre o tecido durante o seu desenrolamento e também absorver o excedente ou compensar a falta de tecido, permitindo assim um desenrolar estável do tecido. Como já previamente descrito, a passagem do tecido entre os rolos é feita manualmente. Para facilitar o seu manuseamento entre os rolos, o rolo central deverá encontrar-se num plano superior relativamente aos restantes de maneira a facilitar o manuseamento do tecido pelo operador.

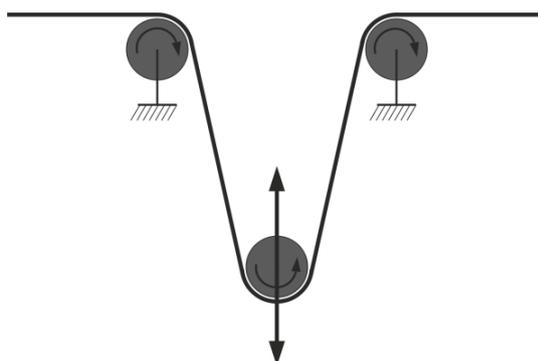
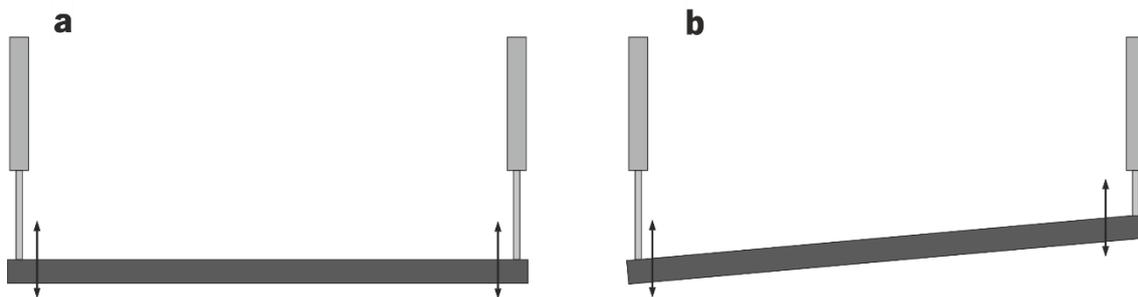


Figura 3. 4 Esboço geral

O facto dos dois cilindros superiores serem fixos facilita a sua implementação. O grande entrave prende-se na forma como o cilindro inferior irá efetuar a tensão. Para tentar ultrapassar este obstáculo serão apresentados diferentes esboços, detalhando as vantagens e desvantagens inerentes a cada um.

Num primeiro esboço a pressão é efetuada por dois cilindros pneumáticos, figura 3. 5(a). A sua aplicação é bastante simples, mas o facto das distâncias de avanço serem elevadas implica maiores custos na aquisição dos mesmos. Outro inconveniente está na realização da força; as forças são facilmente programadas, mas como não há nenhuma interligação entre eles, pode haver avanços diferentes em ambos os cilindros pneumáticos, figura 3. 5(b). Deste modo o tecido ficará desalinhado o que, por sua vez, provocará um desalinhamento do tecido sobre a mesa de corte. Portanto, constata-se que um novo requisito é o de manter sempre o cilindro na horizontal.



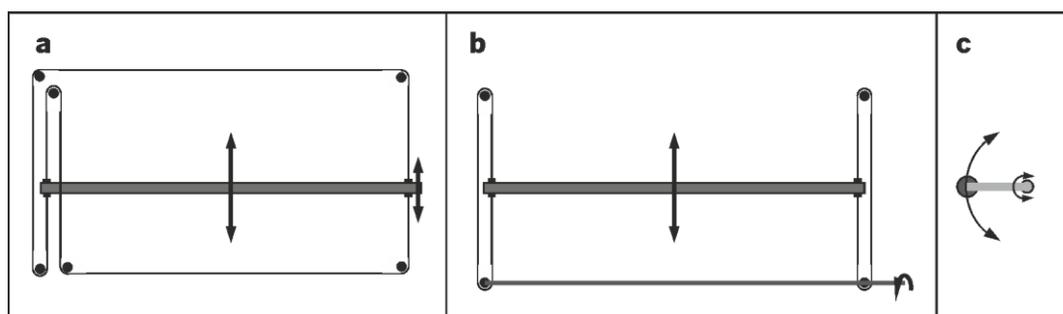
(a) rolo na horizontal; (b) rolo na vertical.

Figura 3. 5 Esboço com a aplicação de cilindros pneumáticos.

Na figura 3. 6(a) apresenta-se uma solução com dois cabos de aço ligados às extremidades do cilindro, que são guiados por roldanas, sendo a carga para o tensionamento do tecido aplicada na extremidade do cilindro. O seu funcionamento é simples, sendo que, para que o movimento de translação da barra seja possível, cada cabo deve ser guiado por meio de 3 roldanas que permitem realizar o movimento de oscilação, mantendo os cabos esticados. Com a aplicação de apenas um único cabo, aconteceria o mesmo descrito nos cilindros pneumáticos, permitindo ao cilindro graus de liberdade para o seu desalinhamento horizontal. Uma grande vantagem deste mecanismo é o custo desta aplicação dos cabos, mas em contrapartida é um sistema complexo e a sua fiabilidade é baixa. Uma das razões deve-se ao facto do cabo de aço requerer uma elevada manutenção, isto porque, como está sob tensão e em movimento constante nas roldanas, após algum tempo tem tendência a alongar-se, pelo que, se não estiver bem tensionado criará um desalinhamento no cilindro. Outra desvantagem é decorrente do elevado curso que é necessário aplicar sobre a carga por parte do cilindro pneumático.

O segundo esquema, apresentado na figura 3. 6(b), é constituído por duas correias dentadas, fixas na extremidade do cilindro e guiadas por rodas dentadas. Nesta aplicação existe a necessidade de um novo veio que irá interligar as duas correias, permitindo assim o movimento coordenado entre estas. A carga poderá ser aplicada diretamente no veio através de um motor elétrico ou de um motor pneumático. Esta aplicação tem a vantagem de poder ter uma elevada utilização sem sofrer desgaste. A desvantagem consiste no elevado custo inerente à aplicação de um motor pneumático, caso o recurso à pneumática apenas seja utilizado nesta aplicação.

No terceiro exemplo da figura 3. 6(c), é colocado um novo eixo onde o cilindro é encastrado com alguma distância entre eles. Neste caso, o cilindro não executa um movimento de translação, mas sim de rotação em torno do novo eixo. Como existe uma distância considerável entre o cilindro e o eixo, tal não prejudica os objetivos iniciais propostos. A carga poderá ser aplicada como no exemplo anterior através da aplicação de um motor pneumático ou elétrico. Uma vantagem associada é a simplicidade. Em contrapartida, como os eixos de rotação estão deslocados, será necessário ter um elevado braço, o que requer um motor com elevado binário e um veio robusto.



(a) cabo de aço; (b) correias; (c) rotação.

Figura 3. 6 Diversas soluções de tensionamento.

Da análise dos três esboços apresentados, o que mostrou mais potencialidade prática, no que concerne à aplicabilidade, simplicidade e rentabilidade, foi o de movimento por correias dentadas sincronizadas por um veio. O sistema de cabos de aço poderá ser um sistema viável, caso se sobre-dimensionem os cabos. Em contrapartida, como a aplicação da carga teria que ser por cilindro pneumático, devido ao seu curso, acarretaria um elevado custo. Poder-se-ia aplicar uma guia elétrica, mas, como a carga tem que ser constante, seria uma opção mais cara que a outra. Comparando os dois últimos esboços, estes são idênticos na maneira como a carga é aplicada, no entanto, como o último sistema requer um motor com maior binário, optou-se pelo de menor custo.

3.2.2 Modelação 3D

Neste subcapítulo apenas serão representados os respetivos desenhos de modelação 3D do desenrolador, bem como, apresentados os detalhes de maior relevo. No subcapítulo seguinte serão individualizados os componentes existentes e o respetivo dimensionamento.

A figura 3.7(a) apresenta o desenrolador com um exemplo de um rolo de tecido a ser desenrolado e tensionado, apresentando-se na figura 3. 7(b) o apoio do rolo em vista isométrica.

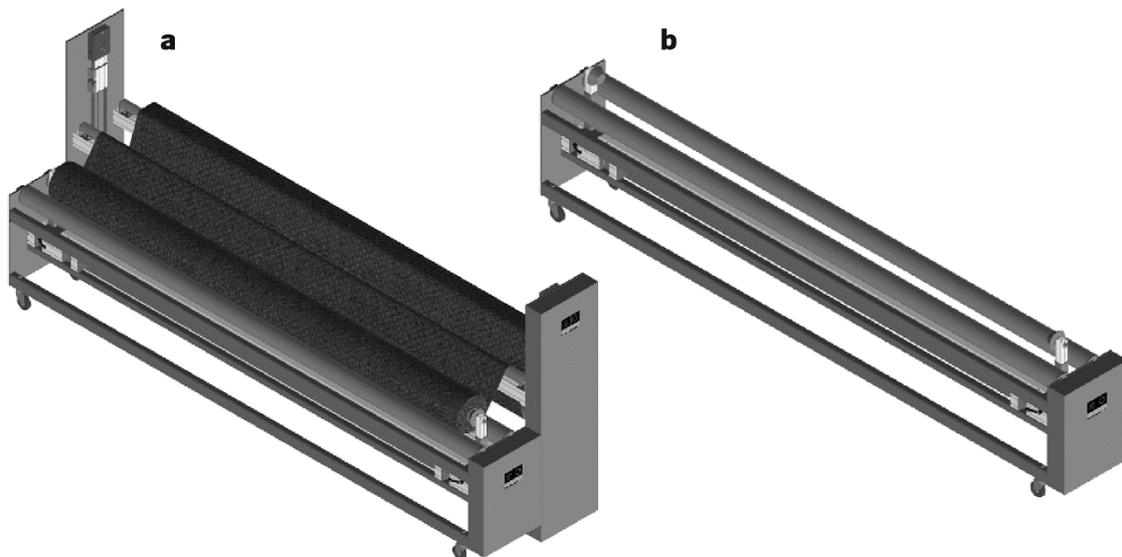
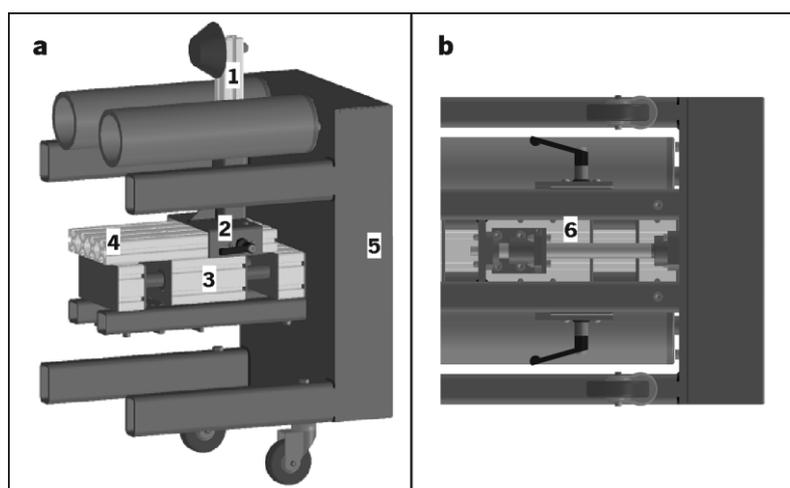


Figura 3. 7 (a) Conjunto do desenrolador com rolo de tecido; (b) Apoio do rolo.

Na figura 3.8 é apresentado com maior detalhe o apoio do rolo. A figura 3. 8(a) representa uma vista isométrica em corte, exemplificando o processo de ajuste na colocação do rolo. Neste procedimento, o perfil de alumínio (1) desloca-se na vertical, sobre o suporte (2), ajustando-se facilmente à altura do rolo. O suporte deslocando-se na horizontal sobre o perfil de alumínio (4), tem a função de ajustar a largura do rolo, efetuando-se posteriormente o seu aperto manual. O perfil de alumínio encontra-se encastrado na guia (3), onde através do fuso (6) é ajustado perpendicularmente à mesa, como se pode constatar pela figura 3. 4(b) (4). O acionamento dos tubos de aço e do parafuso-sem-fim é executado pelo motor de passo, que se encontra encastrado e protegido pela tampa (5).



(a) vista isométrica com corte; (b) vista de baixo;

(1) perfil; (2) suporte; (3) guia; (4) perfil de ligação; (5) tampa; (6) fuso.

Figura 3. 8 Vista detalhada do apoio de rolo.

Na figura 3. 9 apresenta-se o pormenor do tensionador, em separado do apoio do rolo.

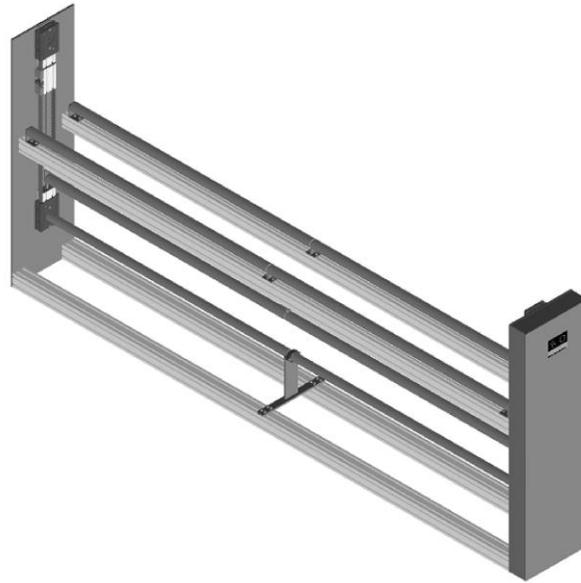
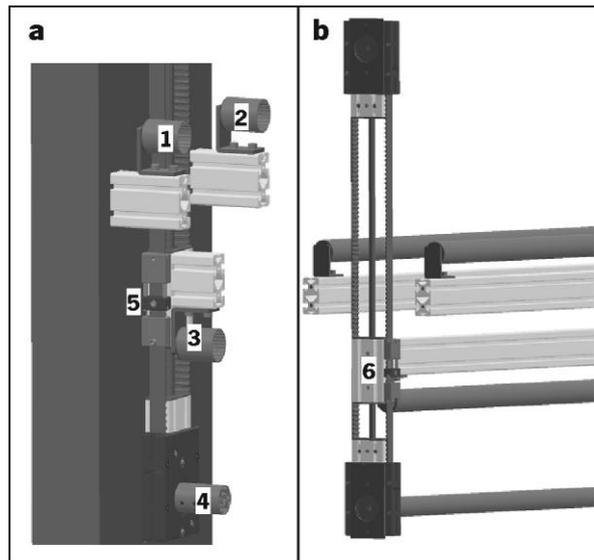


Figura 3. 9 Tensionador.

A figura 3. 10 exemplifica com maior detalhe o tensionador. A ilustração está legendada para melhor compreensão do seu funcionamento. Assim, os rolos (1) e (2) são fixos e rodam livremente à passagem do tecido, o terceiro rolo (3) também roda livremente, mas com a particularidade de estar fixo na guia (6), que tem a função exercer o tensionamento sobre o tecido. O elemento (4) faz a ligação entre as duas guias, de maneira a que o tensionamento seja sempre executado sem desnível. O componente (5) faz a ligação da correia à base da guia, executando um movimento oscilante.



(a) vista isométrica; (b) vista isométrica em corte; (1)(2)(3) rolos; (4) veio motor; (5) correia; (6) guia.

Figura 3. 10 Vista detalhada do tensionador

3.2.3 Dimensionamento estrutural e seleção dos componentes

Para iniciar a fase de dimensionamento serão definidos alguns parâmetros que o equipamento terá de cumprir.

O apoio do rolo tem que cobrir toda a gama de rolos de tecido existente, como a largura máxima dos tecidos é de 3000 mm, terá que ter no mínimo 3100 mm para que se possa ajustar o rolo com a mesa. O peso máximo que os rolos apresentam será de 100 kg, a este valor será usado um fator de segurança aproximadamente $n=2$, ficando assim com uma carga máxima admissível de 200kg. A altura do rolo será restringida a uma altura mínima de 600 mm, para não criar um esforço adicional ao operador na sua colocação [16]. O avanço máximo de ajuste do rolo para o alinhamento com a mesa após a sua fixação será de 50mm para cada lado, sendo no total 100 mm de deslocamento.

Na figura 3. 11 apresenta-se de forma esquemática as principais especificações para apoio do rolo.

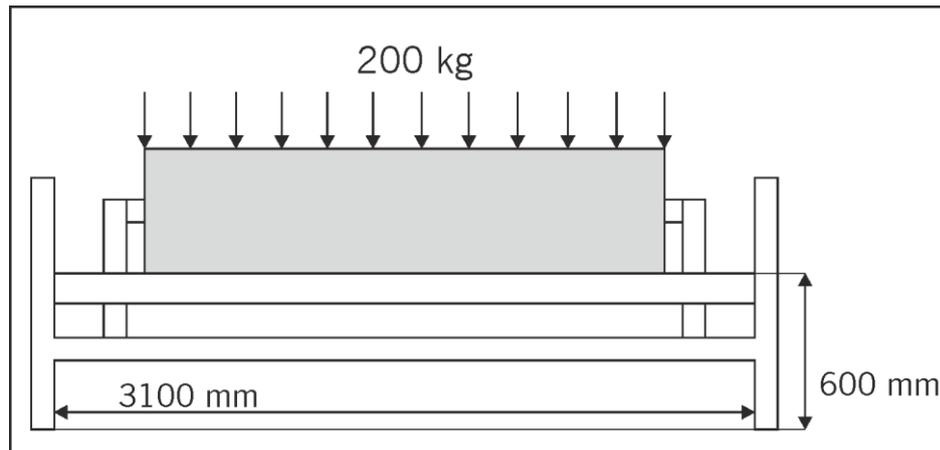


Figura 3. 11 Especificações do apoio do rolo.

De acordo com o descrito anteriormente procedeu-se ao dimensionamento e a seleção dos componentes do apoio do rolo. Deste modo, a primeira etapa foi a escolha dos tubos que suportam o rolo de tecido. Como os rolos estão em contacto direto com o tecido, é necessário ter uma especial atenção ao material escolhido, terá que ser um material que não oxide e com baixa rugosidade superficial. A escolha do material terá que ter em consideração o suporte do rolo, tendo este uma largura substancial, pelo que deverá ser resistente. O aço é uma escolha lógica, contudo tem como grande desvantagem a sua fácil oxidação, pelo que uma opção será a utilização de aço inoxidável. Porém, esta solução torna-se inviável atendendo ao preço de aquisição, pelo que se optou por um tubo de aço, com posterior galvanização, para o seu revestimento superficial. O diâmetro normalizado do tubo escolhido foi de 101,6 mm, com espessura de parede 6,3 mm, em aço S235JRH da empresa Ferpinta [Anexo B1]. Para efeitos de cálculo foram utilizados os seguintes valores:

$$E_{aço} = 210 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{ced} = 235 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rot} = 350 \text{ MPa}$$

$$\rho_{aço} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

Para o cálculo do dimensionamento foram efetuadas as seguintes etapas:

1-Força devido ao peso próprio dos tubos, W :

$$V_{tubo} = \frac{\pi D_e^2 h}{4} - \frac{\pi D_i^2 h}{4} = \frac{\pi 0,1016^2 \times 3,1}{4} - \frac{\pi (0,1016 - 0,0063 \times 2)^2 \times 3,1}{4}$$

$$= 5,847 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_{tubo} = V \times \rho_{aço} = 45,9 \text{ kg}$$

$$W_{tubo} = \frac{45,9 \times 9,8}{3100} = 0,15 \text{ N/mm}$$

2-Momento fletor máximo, M :

Como a carga do rolo está apoiada sobre os dois tubos, esta será distribuída pelos dois.

$$W_{rolo} = \frac{2000}{3100} = 0,65 \text{ N/mm}$$

$$W_{total} = W_{tubo} + \frac{W_{rolo}}{2} = 0,15 + \frac{0,65}{2} = 0,48 \text{ N/mm}$$

$$M_{max} \rightarrow x = \frac{l}{2} = 1550 \text{ mm}$$

$$M_{max} = \frac{wx}{2} (l - x) = \frac{0,48 \times 1550}{2} (3100 - 1550) = 57,7 \times 10^4 \text{ N.mm}$$

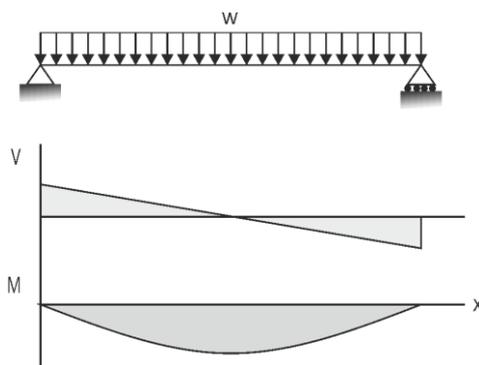


Figura 3. 12 Diagrama de corpo livre.

3-Tensões de Flexão

Pela tabela em anexo [B1] tem-se que:

$$w = 42,3 \text{ cm}^3 = 42,3 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Então:

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{57,7 \times 10^4}{42,3 \times 10^3} = 13,6 \text{ MPa}$$

Sendo muito inferior à tensão de rotura 350 MPa , pelo que os tubos suportam a carga imposta.

4- Flecha Máxima

Pela tabela em anexo [B1] tem-se que:

$$I = 215 \text{ cm}^4 = 215 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\delta = \frac{5Wl^4}{384EI} = \frac{5 \times 0,48 \times 3100^4}{384 \times 210 \times 10^3 \times 215 \times 10^4} = 1,3 \text{ mm}$$

O valor obtido para a aplicação destes tubos é aceitável, não causando qualquer tipo ruga no tecido.

De seguida será dimensionado o veio que faz a ligação entre o motor e o tubo anteriormente selecionado. Para tal será calculado o momento de torção máximo que o veio terá que fornecer. O veio terá que rodar os dois tubos de aço e o rolo de tecido. As velocidades de avanço máximas do tecido serão de 2 m/s, pelo que o momento crítico ocorrerá nos primeiros desenrolamentos do rolo de tecido. Assumindo-se um diâmetro médio de 200 mm dos rolos de tecido, temos uma velocidade de rotação de:

$$d = 200 \text{ mm}$$

$$1 \text{ volta} \rightarrow P = \pi d = \pi 200 = 628 \text{ mm}$$

Deste modo:

$$x \text{ voltas} \rightarrow 2000 \text{ mm} \leftrightarrow x = \frac{2000}{628} \times 2\pi = 20 \text{ rad/s}$$

Para a aceleração optou-se por:

$$\Delta t = 4 \text{ s} \rightarrow \alpha = 5 \text{ rad/s}^2$$

Partindo de um diâmetro interior médio de 50 mm para o rolo de cartão que contém o tecido, o

momento mássico de inércia é de:

$$I = \frac{m}{2}(r_1^2 + r_2^2) = \frac{200}{2}(100^2 + 25^2) = 1\,062\,500 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$$

Resultando em um torque que atua sobre o rolo de:

$$T = I \cdot \alpha = 1062500 \times 5 = 5\,312\,500 \frac{\text{kg} \cdot \text{mm}^2}{\text{s}^2} = 5\,312,5 \text{ N} \cdot \text{mm} = 5,3125 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Efetou-se o mesmo procedimento para o cálculo dos tubos de aço:

$$d = 101,6 \text{ mm}$$

$$1 \text{ volta} \rightarrow P = \pi d = \pi 101,6 = 319 \text{ mm}$$

Então:

$$x \text{ voltas} \rightarrow 2000 \text{ mm} \leftrightarrow x = \frac{2000}{319} \times 2\pi = 40 \text{ rad/s}$$

A aceleração é de:

$$\Delta t = 4 \text{ s} \rightarrow \alpha = 10 \text{ rad/s}^2$$

Como a espessura do tubo é muito inferior relativamente ao seu diâmetro, temos que:

$$I = mr^2 = 45,9 \times 101,6^2 = 473805,5 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$$

Resultando em um torque que atua sobre o tubo de:

$$T = I \cdot \alpha = 473805,5 \times 10 = 4738055 \frac{\text{kg} \cdot \text{mm}^2}{\text{s}^2} = 4,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Portanto, o torque final que o veio irá receber será o somatório dos 2 tubos de aço com o rolo de tecido. Assumindo-se um processo de rolamento “puro” entre eles, temos que:

$$T_{final} = T_{rolo} + 2 \times T_{tubo} = 5,3125 + 2 \times 4,6907 = 14,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

No total são usados 4 veios, 2 em cada tudo, pelo que o peso do rolo será dividido por 4 e o peso do tubo por 2, com uma distância de 25mm, exercendo um momento fletor no veio de:

$$P = \left(\frac{200}{4} + \frac{45,9}{2} \right) \times 9,8 = 715 \text{ N}$$

$$M = 715 \times 0,025 = 18 \text{ N.m}$$

Deste modo o diâmetro do veio será calculado pelo critério de tensão máxima em cargas estáticas:

$$n = 2$$

$$d = \left[\left(\frac{32n}{\pi \sigma_{ced}} \right) (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} = \left[\left(\frac{32 \times 2}{\pi 235 \times 10^6} \right) (18^2 + 147^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} = 0,01263 \text{ m}$$

$$= 12,63 \text{ mm}$$

O veio selecionado foi de 25 mm do Anexo [B2], isto porque foi aplicado um coeficiente de segurança de 2 para qualquer advertência na colocação do rolo, para uma melhor comodidade de dimensionamento será aplicado o mesmo veio pelos restantes. Assim, estes veios estão sobredimensionados, pelo que rodam livremente, não estando sujeitos ao momento torsor.

A flange foi selecionada tendo em conta o diâmetro do veio de 25 mm e a carga estática de 715 N. Foi selecionada a flange da INA FLCTE25 do Anexo [B3]. Para a fixação da flange serão usados dois parafusos M8. Como o carregamento passa pelo centróide da ligação, este não cria nenhum momento torsor aos parafusos, pelo que os parafusos apenas serão dimensionados ao corte. A metodologia de dimensionamento adotada foi os “Apontamentos Teóricos de Órgãos de Máquinas”, e a carga aplicada a cada parafuso será metade da carga que é suportada pela flange, 357,5 N. O diâmetro do parafuso escolhido foi de 8 mm.

$$F_{sd} = 357,5 \times 1,5 = 536,25 \text{ N}$$

$$A = \pi r^2 = 50,27 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{F_{sd}}{A} = 10,7 \text{ MPa}$$

Pelo que a tensão de corte para a classe 4.6 é de:

$$\tau_{admissível} = 0,7 \times 240 = 168 \text{ MPa}$$

A tensão admitida é superior à calculada, portanto será escolhido o parafuso M8 da classe 4.6,

em Anexo [B4]. Os cálculos de aperto da porca não serão mencionados no presente trabalho.

A chapa usada tem 10 mm de espessura. Desta forma, a tensão de esmagamento que o parafuso provoca na chapa é de:

$$\sigma_{es} = \frac{F_{sd}}{td} = \frac{536,25}{10 \times 8} = 6,7 \text{ MPa}$$

Esta tensão é muito inferior à tensão de esmagamento permitida pela chapa, sendo esta de:

$$\sigma_{es} = 2,25 \sigma_{ced} = 2,25 \times 235 = 528,75 \text{ MPa}$$

O próximo passo foi a seleção dos componentes do mecanismo que aciona o alinhamento do tecido. O parafuso sem fim tem como função a manutenção do alinhamento entre rolo de tecido e a mesa. Para o seu dimensionamento é necessário o cálculo da força necessária para o deslocamento do rolo de tecido sobre os tubos de aço. O cálculo deste valor é problemático atendendo aos diferentes tipos de tecidos usados. Como o contacto entre o rolo e os tubos é reduzido e o rolo só se move durante o seu desenrolamento, será assumido um coeficiente de atrito de aproximadamente 0,85. A força máxima necessária será igual a 1700 N. No catálogo da *Thomson*, em Anexo [B5], foram escolhidos os apoios FK e FF, a porca de esfera KGF e o fuso M20, com um passo de 5 mm e com comprimento de 150 mm.

Os perfis de alumínio selecionados para este trabalho foram escolhidos através do catálogo da *Item* e posteriormente dimensionados através do *software item ikasys* disponibilizado pela *Item* ou então diretamente do seu catálogo, através de um diagrama, possibilitando o seu dimensionamento à flexão a 3 casos possíveis: barra encastrada numa lateral e a força é exercida no lado contrário; barra apoiada nas suas laterais e a força é exercida ao meio; e barra encastrada nas suas laterais e a força exercida ao meio. O mesmo se aplica à torção, como se pode ver no Anexo [B7]. Para uma melhor comodidade de dimensionamento será utilizado o *software* e apresentado em Anexo os respetivos cálculos do mesmo, Anexo [B8].

O perfil escolhido para o ajuste da altura do rolo foi o perfil 8 (40x40), na qual será exercido uma força de 1700 N na sua extremidade, com um braço de 150 mm, pelo que flete 0.2 mm.

Para o rolamento axial, foi escolhido o do catálogo da FAG, Anexo [B3], com a referência 51100. A sua tensão de suporte é muito superior, contudo é a que apresenta o menor diâmetro desta gama de rolamentos axiais. O rolamento será encastrado na bucha pela parte exterior e o veio colocado no seu

interior. A fixação do veio é efetuada através da porca M10 e a anilha, em Anexo [B4].

A fixação do suporte é executada manualmente, através do elemento da *Item* (Anexo [B7]), aplicando-se 2 em cada suporte, conseguindo-se assim um fácil deslocamento do suporte. Este exerce uma força total de fixação de 2000 N, superior à imposta pelo rolo de tecido.

Estes componentes serão duplicados para o lado oposto e as forças permanecem com a mesma intensidade, isto porque sempre que é acionado o alinhamento, apenas um suporte irá ser submetido à carga, nunca serão os 2 em simultâneo.

O perfil de alumínio que serve de base de ajuste para a largura do rolo está fixo nas guias, para suportar o momento torsor gerado pelo deslocamento do rolo a uma altura de 300mm foi selecionado o perfil 8 (160x40), gerando uma tensão de:

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{1700 \times 300}{26,36 \times 10^3} = 19,35 \text{ Mpa}$$

A guia terá que suportar o mesmo momento torsor imposto ao perfil anterior. Assim, foi escolhida a do catálogo da *Item* com a referência 0.0.387.10, com um comprimento total de 358 mm e contendo um diâmetro de varão de 25 mm. O momento torsor será dividido pelos 2 varões, desta forma, aquando do deslocamento do rolo irá criar-se uma tensão em cada varão de:

$$w = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{\pi 12,5^3}{4} = 1\,533,99 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{1700 \times 300}{2 \times 1533,99} = 166,23 \text{ MPa}$$

Para a fixação da guia são utilizados 4 parafusos com diâmetro de 8 mm. A força exercida ao rolo formará uma alavanca. Assim, como no caso crítico, aquando do alinhamento do rolo, a guia encontra-se a meio (durante o início do desenrolamento do rolo, pois tem aí o seu peso máximo), a alavanca criada será dividida pelos 4 parafusos. A distância entre os parafusos é de 300 mm, pelo que a alavanca será metade, $t=150$ mm, sendo a tensão máxima nos parafusos de:

$$F = \frac{M}{t} = \frac{1700 \times 300}{150} = 3\,400 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{4A} = \frac{3400}{4 \times \pi 4^2} = 16,91 \text{ MPa}$$

Para aumentar o coeficiente de segurança foi escolhido o parafuso M8 de classe 12.9 com 50 mm de comprimento, em Anexo [B4].

O perfil de alumínio 160x40 será apertado em cada guia por 4 parafusos M8. Como os parafusos estão afastados 110 mm, a força máxima de alavanca ocorrerá quando aplicada no seu meio, $t=55\text{mm}$, pelo que:

$$F = \frac{M}{t} = \frac{1700 \times 300}{55} = 9\,273\text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{4A} = \frac{9273}{4 \times \pi 4^2} = 46,12\text{ MPa}$$

Para aumentar o coeficiente de segurança será usado um M8, com 40 mm de comprimento da classe 12.9.

Na fixação dos parafusos nos perfis de alumínio serão utilizadas as porcas da *Item*, que suportam cargas até 5000 N, superiores às solicitações apresentadas. Para o suporte de perfis serão utilizadas as porcas M8, com a referência 00.026.18.

Para a fixação do fuso serão usados parafusos sextavados M5, com um comprimento de 30 mm para a fixação da chumaceira do lado do motor e com um comprimento de 20 mm para o lado oposto, apresentados em Anexo [B4]. Estes parafusos não estão sujeitos aos esforços, apenas têm a função de sustentar o fuso, pois é a estrutura que suporta o esforço. As porcas para a sua fixação foram retiradas do Anexo [B4]. A porca que transmite o funcionamento do fuso à guia é ligada por um suporte em L, com uma espessura de 8 mm. Este suporte é fixado na porca de fuso, através de 4 parafusos sextavados M6, sendo apenas sujeitos aos esforços de tração. O suporte em L é fixado com 4 parafusos sextavados M8 à guia, que estão sujeitos aos esforços de corte. A força para ambos os casos é de 1700 N. As tensões geradas nos parafusos são:

Parafuso M8, esforços de corte:

$$F_{sd} = \frac{1700}{4} \times 1,5 = 637,5\text{ N}$$

$$A = \pi r^2 = 50,27\text{mm}^2$$

$$\tau = \frac{F_{sd}}{A} = 12,7\text{ MPa}$$

$$\sigma_{es} = \frac{F_{sd}}{td} = \frac{637,5}{6 \times 6} = 17,7 \text{ MPa}$$

Parafuso M6, esforços de tração:

$$F_{sd} = \frac{1700}{4} \times 1,5 = 637,5 \text{ N}$$

$$A = \pi r^2 = 28,27 \text{ mm}^2$$

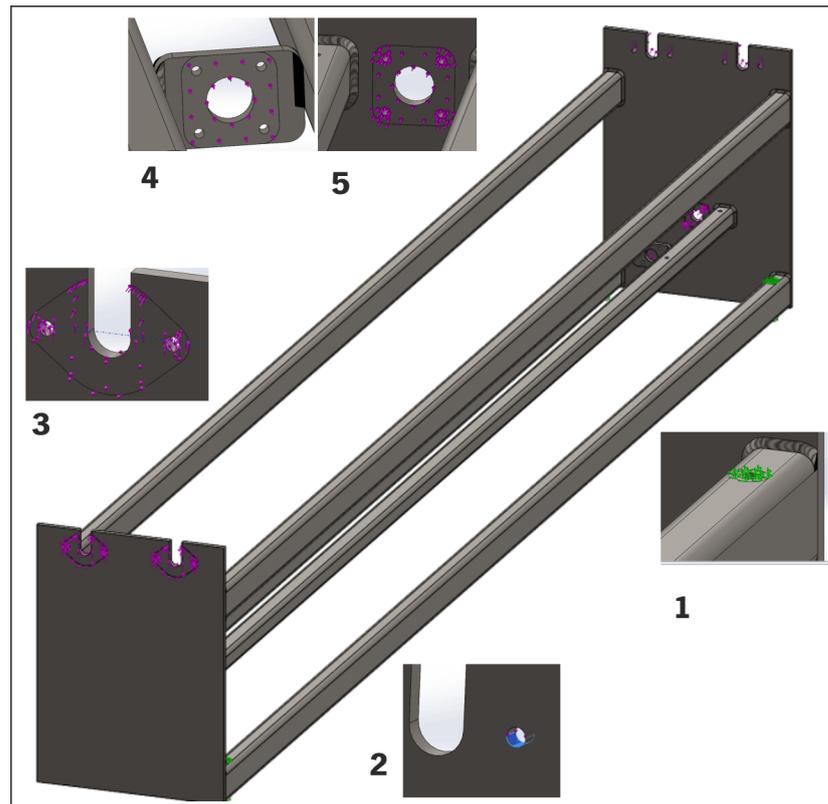
$$\sigma = \frac{F_{sd}}{A} = 22,6 \text{ MPa}$$

Os parafusos escolhidos encontram-se no catálogo do Anexo [B4], o M8 tem um comprimento de 16 mm e o M6 de 25 mm. As porcas escolhidas para o parafuso M8 já previamente referidas, foram retiradas do catálogo da *Item*. Para o parafuso M6 foram selecionadas as porcas M6, em Anexo [B4].

A estrutura será concebida em aço, dado que é um equipamento de suporte dos rolos, este será frequentemente sujeito a carga elevadas e como são colocadas manualmente, permite salvaguardar a estrutura em caso de falta de cuidado por partes dos operadores. Numa estrutura em alumínio, as ligações dos parafusos sofreriam desgaste, criando folgas e dessa forma prejudicar o seu funcionamento. Assim, a estrutura foi concebida em perfis de aço, soldadas para uma maior durabilidade do equipamento. A desvantagem poderá ser o seu peso total, uma vez que toda a estrutura irá ter um peso aproximado de 155 kg, o que juntamente com os tubos em aço do suporte do rolo, com 45.9 kg, perfaz um total de 247 kg. Com os restantes componentes estima-se um peso total do equipamento de 300 kg. Deste modo, com a colocação do rolo, assumindo um fator de segurança de 2, implica mais 200 kg, o que perfaz um total de 500 kg. Para melhor facilidade de transporte deste equipamento serão introduzidas rodas de carga. Estas são selecionadas do catálogo da *Item* em anexo [B7] e apresentam uma capacidade de transporte por roda de 100 kg. Serão utilizadas 4 rodas, o que faz um total de 400 kg, inferior portanto aos 500 kg. Esta diferença de 100 kg, que foi o coeficiente de segurança imposto, não é importante uma vez que é para transporte e porque o rolo está fixo quando é colocado. Além disso, esta diferença é transitória, pois durante o seu desenrolamento, o rolo vai ficando mais leve. Para fixação serão utilizados parafusos M10, discriminados no Anexo [B4], as porcas e anilhas serão as mesmas utilizadas para fixar a bucha.

Os componentes como: a estrutura, o suporte de ajuste do rolo, a caixa que une o veio aos tubos de aço que suportam o rolo, o suporte em L que liga o fuso à guia, a bucha e o veio que a suporta, foram dimensionados através do *Solidworks Simulation*, utilizando a abordagem de Elementos Finitos.

A estrutura foi concebida através do catálogo da Ferpinta em Anexo [B1], sendo constituída por 4 perfis retangulares 70x40x5mm, 2 perfis quadrados de 40x40x4mm e por chapa com 400x550x10mm, conforme apresentado na figura 3. 13. A ligação entre estas é soldada. A preparação da estrutura para a simulação estática é apresentada, também na figura 3.13. A fixação da estrutura é efetuada no local das rodas de carga (1). Os parafusos que suportam a flange criam uma força de esmagamento com intensidade 357.5 N na estrutura apenas na metade inferior do furo (2). O momento fletor, criado pelos tubos que suportam o rolo de tecido, origina na flange um momento torsor. Este será transferido à estrutura, tendo metade da intensidade do momento torsor criado nos tubos, isto porque é distribuído pelos dois suportes. Assim, este terá um eixo imaginário que passa pelo centro dos parafusos, com sentido centrípeto em relação à estrutura (3) e intensidade 288.5 Nm. Por fim, o fuso exerce uma força sobre a estrutura de 1700 N, correspondendo o ponto (4) à deslocação para a direita e o ponto (5) para o lado esquerdo. Estas forças nunca são exercidas em simultâneo, contudo serão introduzidas em simultâneo nesta simulação para aumentar o nível de segurança. Na base de dados dos materiais do *Solidworks* não são disponibilizados os materiais que a Ferpinta apresenta, pelo que será escolhido o aço ASTM A36, com as mesmas propriedades mecânicas que as dos perfis escolhidos.



(1) fixação da estrutura; (2) peso dos rolos; (3) flexão dos rolos; (4) (5) força exercida pelo fuso.

Figura 3. 13 Preparação da estrutura para a simulação estática.

O resultado final da simulação é apresentado na figura 3.14. Através do critério de *Von Mises* de tensão máxima, na zona da flange a tensão máxima é de 131.4 MPa. Como o material escolhido possui uma tensão máxima de rotura de 350 MPa, as tensões são inferiores à da tensão de cedência. Assim, conclui-se que a estrutura está bem concebida e além disso, esta tensão máxima é pontual, dado que só ocorre quando o rolo se encontra na fase inicial de desenrolamento.

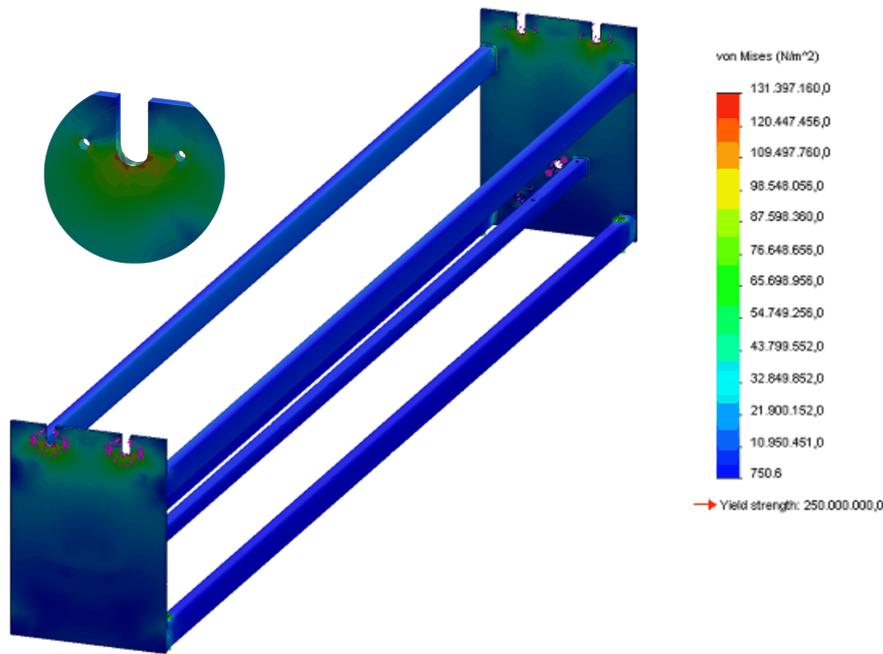


Figura 3. 14 Simulação da estrutura, critério de *Von Mises*.

Na figura 3. 15, apresenta-se o resultado do dimensionamento do apoio que une os tubos ao veio. Este é solicitado com a mesma carga que o veio, 715 N, representando o peso dos tubos e do rolo de tecido dividido pelos 4 apoios. Esta é apenas solicitada na parte superior e encastrada na zona do veio. As tensões de cedência são muito baixas, 0,7 MPa, o que está sobredimensionado. Tal deve-se ao facto de ser uma peça robusta, devido à diferença de diâmetros entre o tubo e o veio.

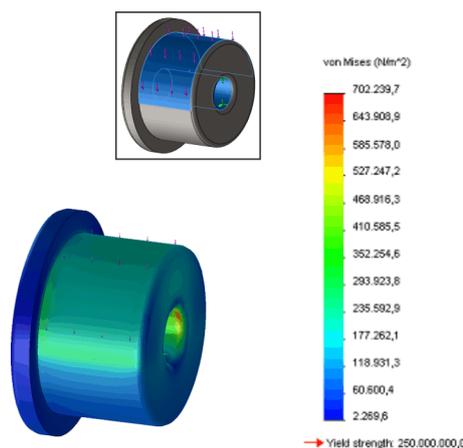


Figura 3. 15 Simulação do apoio do tubo e veio.

Na figura 3. 16 apresenta-se o resultado do dimensionamento do L de união entre o fuso e a guia. Este é fixo pelos parafusos que o ligam à guia e a força de 1700 N é solicitada no local onde a porca do fuso é encastrada. O suporte é escolhido do catálogo da Item, ver Anexo [B7], sendo que o material mais similar no *Solidworks* é o alumínio 201.1-T43, com uma tensão de cedência de 225 MPa. Na primeira simulação a tensão de cedência é ultrapassada, atendendo que gera tensões de 419 MPa, muito superior à do material de alumínio. Como a espessura inicial era de 6 mm, na segunda simulação efetuou-se com uma espessura de 8 mm. Neste caso a tensão máxima é de 226 MPa, ultrapassando a tensão do material do *Solidworks*, contudo esta é inferior à do material escolhido, que é de 245 MPa. Inicialmente, a carga do rolo foi colocada com um coeficiente de 2, tal como o coeficiente de atrito entre o rolo e os tubos, que foi ponderado com um fator de segurança, pelo que este componente é adequado para esta solicitação.

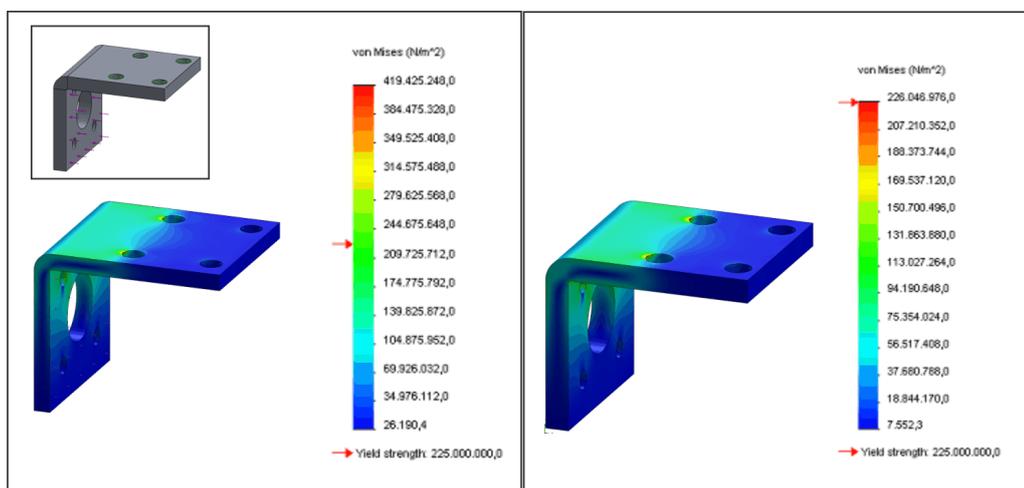


Figura 3. 16 Simulação do L de união entre o fuso e a guia.

A figura 3. 17 apresenta a simulação estática do suporte que faz o ajuste do rolo. Este foi fixo nos parafusos que o ligam ao perfil e foi introduzida uma força de torção na face interior do perfil quadrado de aço, em torno do suporte. O resultado final mostra tensões muito próximas às da tensão de cedência, 249.5 MPa. Pelos mesmos motivos enunciados anteriormente, esta tensão já tem um coeficiente de segurança de 2, sendo pontual e estando ainda longe da tensão de rotura do material que é de 350 MPa.

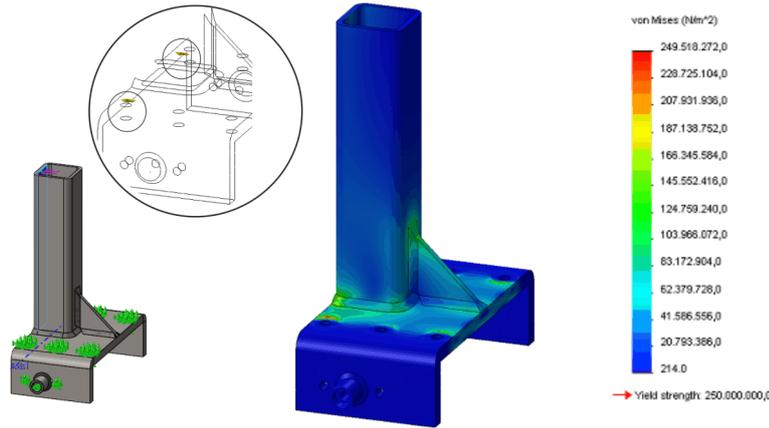


Figura 3. 17 Resultado da simulação *Solidworks* do suporte de ajuste do rolo.

A bucha não será dimensionada devido ao seu excesso de material, facto que se deve à necessidade de conjugar os vários diâmetros internos dos rolos. Deste modo, será utilizado um tarugo em alumínio, com um diâmetro de 100 mm do catálogo da Trinetos, ver anexo [B6].

Na tabela 3.1 apresenta-se o resultado final de todos os componentes que constituem o apoio do rolo.

Tabela 3. 1 Lista de componentes do apoio do rolo.

Componente	Medidas (mm)	Empresa	Referência	Qt
Estrutura				
Perfil quadrado	3200	Ferpinta	40x40x4	2
Perfil retangular	3200	Ferpinta	70x40x5	4
Chapa industrial	550x400	Ferpinta	10 mm	2
Suporte de ajuste do rolo				
Perfil quadrado	200	Ferpinta	40x40x4	2
Chapa industrial	275x100	Ferpinta	e10 mm	2
Perfil oco circular	3200	Ferpinta	101,6x6,3	2
Apoio do veio e tubo	60	Ferpinta	d 100 mm	4
Guia	258	Item	00,387,10	2
Perfil 40x40	200	Item	00,026,03	2
Perfil 160x40	3100	Item	00,265,23	1
Perfil em L	60	Item	70,002,72	2
Rodas de carga		Item	00,418,09	4
Fim de curso manual		Item	00,626,68	8
Porcas M8		Item	00,026,18	20

Componente	Medidas (mm)	Empresa	Referência	Qt
Rolamento axial		Fag/Ina	51100	2
Flange de 25 mm		Fag/Ina	FLCTE25	4
Veio de 25 mm	112,5	Igus	SWM-25	4
Bucha Ø 100 mm	60	Trinetos	3105001000	2
Perno Ø 60 mm	60	Trinetos	3105000600	2
Fuso, M20x5	150	Thomson	FK, FF, KGF	1
Parafuso e porca M8	40	Fabory	8200120130	8
Parafuso M8	50	Fabory	7000080050	20
Parafuso M10	100	Fabory	1000100100	4
Porca M10		Fabory	1100100001	6
Parafuso M5	30	Fabory	7000050030	8
Porca M5		Fabory	1100050001	8
Parafuso M6	25	Fabory	7000060025	4
Porca M6		Fabory	1100030001	4
Anilha M10		Fabory	38073100001	2

Como descrito previamente no apoio do rolo, o tensionador terá que ter a largura mínima dos

rolos de 3100 mm, por onde o tecido passará. A altura dos rolos será de 100 mm, conforme figura 3. 18. Esta medida foi extrapolada experimentalmente, de maneira a que qualquer operador consiga passar os tecidos manualmente. Para a acumulação do tecido definiu-se um curso máximo de 450 mm e a máxima carga aplicada ao tecido ficou definida como 250 N.

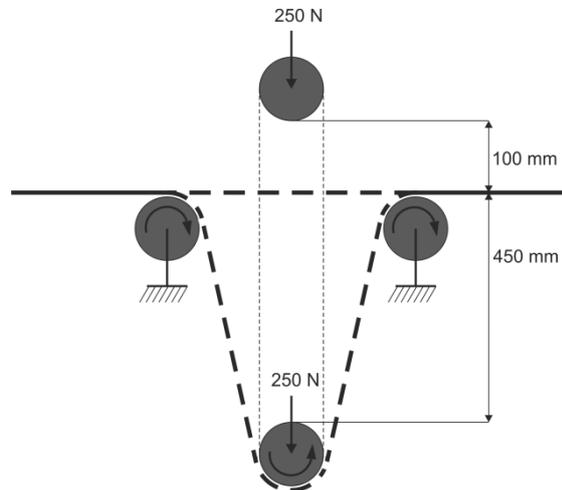


Figura 3. 18 Especificações do tensionador.

A estrutura do tensionador será produzida de forma mais “leve” que o apoio do rolo, ou seja serão utilizados perfis em alumínio para a sua estrutura.

Os primeiros componentes a serem escolhidos e dimensionados do tensionador foram os rolos por onde o tecido passa. Os rolos utilizados foram selecionados do catálogo da Item, em Anexo [B7], com um diâmetro de 50 mm e divididos a meio, devido à elevada flexão apresentada para os 3100 mm. Os cálculos de flexão serão efetuados manualmente, isto porque, o *software* não permite uma carga uniforme. Para 3100 mm apresenta uma flexão de:

$$w = \frac{25 \times 9,8}{3100} = 0,079 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{5 w L^4}{384 E I} = \frac{5 \times 0,079 \times 3100^4}{384 \times 70\,000 \times 8,16 \times 10^4} = 16,63 \text{ mm}$$

Para 1550 mm tem uma flexão de:

$$\delta = \frac{5 w L^4}{384 E I} = \frac{5 \times 0,079 \times 1550^4}{384 \times 70\,000 \times 8,16 \times 10^4} = 1,04 \text{ mm}$$

Neste caso a força permaneceu inalterada, isto porque para tecidos menores que 1550 mm

apenas um rolo irá exercer essa força. Os 1,04 mm são aceitáveis, visto que apenas tem a função de tensionar o tecido, não interferindo diretamente com a sua geométrica final, nem causando qualquer tipo de ruga ao tecido.

Os rolos rodam livremente à passagem do tecido, pelo que os veios apenas serão dimensionados às tensões de corte, sendo:

Assumindo um fator de segurança de 2 e uma tensão de corte com a metade da tensão de cedência, que já foi apresentada anteriormente, de 235 MPa. Como o veio central suporta os dois tubos, será assumido a força total, contudo, como será adotado um corte duplo no veio, temos um diâmetro de:

$$\tau \approx \frac{\sigma}{2} = 117,5 \text{ MPa}$$
$$\tau = \frac{nF}{2A} \leftrightarrow d = \sqrt{\frac{nF4}{2\pi\tau}} = \sqrt{\frac{2 \times 25 \times 9,8 \times 4}{2\pi \times 117,5}} = 1,6 \text{ mm}$$

Como o valor da força é reduzido, o diâmetro é também muito pequeno. Uma vez que para veios menores o preço do rolamento seria elevado, otimizando os custos optou-se por um veio de 10 mm.

Do catálogo da Fag escolheu-se o rolamento com a referência de 6000-C, como se pode confirmar no anexo [B3]. Este será alojado no apoio do rolamento, fabricado em varão de 60 mm de diâmetro de alumínio do catálogo da Trineto. Entre o suporte e o rolamento serão utilizadas anilhas planas M10, já referidas no apoio do rolo. Para a fixação do veio no suporte serão utilizados parafusos interiores sextavados M3, com um comprimento de 10 mm, no Anexo [B4]. Este apenas tem a função de fixação do veio, não o deixando rolar em conjunto com os rolos. Para fixação do suporte ao perfil são utilizados dois parafusos M8, com um comprimento de 16 mm, já referidos anteriormente, bem como porcas da Item M8 em cada suporte. Estas apenas sofrem cargas do peso dos tubos.

Os rolos são fixos no perfil de alumínio 80x40mm em 3 partes, nas suas laterais e na zona central. Para a flexão do perfil será assumido unicamente a carga central e desprezadas as cargas nas suas extremidades, uma vez que se encontram praticamente encastradas à estrutura. A carga central terá um coeficiente de segurança de 2 e será de aproximadamente 500 N, como se pode verificar no anexo [B8], este tem uma flexão de 1,37 mm. Este é admissível, pelas mesmas razões já referidas nos rolos.

A fixação dos perfis é efetuada por 2 parafusos M8 em cada extremidade. Os parafusos estão sujeitos apenas a forças de corte. Para a força total será assumida a mesma que a anterior para cada extremidade, como temos 2 parafusos em cada união temos tensões de:

$$F_{sd} = \frac{500}{2} \times 1,5 = 375 \text{ N}$$

$$A = \pi r^2 = 50,27 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{F_{sd}}{A} = 7,5 \text{ MPa}$$

Estas obtidas são muito inferiores à tensão de cedência do material. Para os perfis fixos na estrutura serão utilizados os parafusos M8, com comprimento de 40mm, já utilizados previamente. No perfil que é fixo na guia serão utilizados uniões de perfil da Item, apresentada no anexo [B7], com a referência 00.026.07.

Para que a estrutura seja estável foram introduzidos 2 perfis 80x80 na sua base e utilizados os mesmos parafusos M8.

A guia escolhida tem apenas um eixo, com um diâmetro de 14 mm, suportando cargas em funcionamento até 500 N, como é usada uma em cada lateral, esta pode funcionar com cargas de 1000 N. Pelo que as cargas máximas são de 250 N, obteve-se um coeficiente de segurança de 4. Uma vez que não existem guias com eixos de menor diâmetro, será escolhida a guia da Item com a referência 00.386.11, com comprimento de 800 mm. Para a sua fixação são utilizados parafusos M8 com um comprimento de 20 mm, em Anexo [B4] e porcas da Item, já descritas. Estes estão expostos às mesmas tensões de corte mencionadas na fixação dos perfis.

O tensionamento do tecido é executado através da acoplação à guia de duas polias dentadas, uma em cada extremidade e com a correia dentada fixa na guia. As polias dentadas escolhidas são do catálogo da Item, ver Anexo [B7], com um diâmetro de 80 mm e com um binário máximo em funcionamento de 40 Nm. A correia foi também retirada do catálogo da Item, com uma largura de 25 mm. Por fim são utilizados os fixadores e tensionadores da correia da Item, que fixam correia à guia, atuando deste modo sobre o tecido e a carga impostos inicialmente. Assim, para acionar a força de 25 kg será adotado um coeficiente de segurança de 2, como o peso próprio da estrutura terá que ser assumido, sendo de:

$$P_{próprio} = (P_{perfil\ 80 \times 40} + P_{tubo\ 50}) = 14,5 + 2,5 = 17\ kg$$

Como é inferior aos 25 kg que se impôs, o peso próprio contribui diretamente para a tensionamento da tela, pelo que apenas serão necessários 8 kg para a tensão necessária. Como tem que ser superior aos 17 kg para que seja possível subir a estrutura, adota-se os 25 kg, sendo:

$$B = nFb = 2 \times (25 \times 9,8) \times 0,04 = 19,6\ N.m$$

A fixação das polias é efetuada à estrutura lateral por 2 parafusos M8, com um comprimento 50 mm, já utilizados anteriormente no apoio do rolo. Estes têm as mesmas forças de corte calculadas para a restante estrutura.

Na fase seguinte foram escolhidos os componentes que possibilitam que o movimento seja transmitido de igual forma pelas guias, permitindo sempre que o alinhamento seja executado na horizontal. Assim, foi escolhido o perfil VK14, funcionando com momentos torsões até 28 N, ver Anexo [B7]. Como este tem um comprimento máximo de 3000 mm, foram utilizados dois perfis e colocado entre eles uma flange. Estes, utilizando as fórmulas da Item para a torsão, em Anexo [B7], originam um ângulo de rotação de:

$$\vartheta = \frac{180^\circ M_t L}{\pi G I_t 10} = \frac{180 \times 19,6 \times 1550}{\pi \times 25\ 000 \times 10,63 \times 10} = 0,65^\circ$$

Como são usados dois perfis em série, o ângulo de rotação será o dobro, 1,3°, o que poderá criar um desnível de:

$$360^\circ \rightarrow P = \pi d = \pi 80 = 251\ mm$$

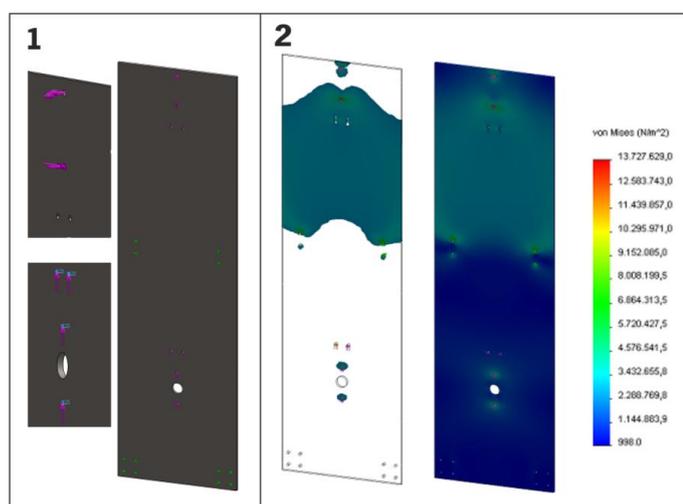
$$1,3^\circ \rightarrow 1,3 \times \frac{251}{360} = 0,9\ mm$$

Este valor não influencia qualquer desnível ao tecido. Os veios de ligação, em Anexo [B7], transmitem o movimento entre eles e a polia. Para a ligação central é utilizada a flange com um diâmetro de 17mm (Anexo [B3]) juntamente com um casquilho de aumento do veio, porque não existem flanges com um diâmetro de 14 mm. Esta está sobredimensionada, uma vez que apenas tem a função de apoio do veio. A sua fixação é efetuada a um suporte, através de parafusos M6 sextavados e porcas M6, ver Anexo [B4]. Entre as uniões dos veios de ligação são utilizados anilhas M14, conforme Anexo [B4]. O suporte da flange é fixo aos perfis 80x80mm da estrutura, através de

parafusos M8, com um comprimento de 20 mm já descritos.

Do mesmo modo que o apoio do rolo dos restantes componentes, estes serão dimensionados recorrendo ao *Solidworks simulation*. Estes são a base lateral onde são fixos os perfis, o suporte dos rolos e por fim o suporte da flange, conforme figura 3. 19.

A base lateral está sujeita às forças de esmagamento na zona de fixação das polia, em conjunto com um momento torsor em torno do centróide dos dois parafusos, com a tendência de rotação no para o lado interior, onde a correia o traciona. Esta binário de torção tem um braço de 20mm, sendo a metade da espessura da polia, resultando um binário de aproximadamente 5 Nm. A fixação é efetuada nas zonas de encastramento dos perfis. O aço escolhido no *Solidworks* foi o AISI 1020, com tensões de rotura de 350 MPa.



(1) preparação da simulação; (2) simulação .

Figura 3. 19 Simulação da lateral do tensionador.

Na figura 3. 19, apresenta-se a simulação da lateral da estrutura do tensionador, onde no (1) se pode observar o encastramento, aplicação das forças e momentos torsores, e no (2) o resultado final. O produto final são tensões máximas de 13,7 MPa, sendo estas muito inferiores à tensão de rotura do material. A tensão que surge no centro deve-se ao facto de a parte superior não estar encastrada, porém estas tensões não afetam o funcionamento do tensionador. Para a sua construção será usado a mesma chapa metálica usada no apoio do rolo.

O suporte em L (figura 3. 20) é fixo por dois furos e é exercida uma força de 500 N na parte inferior do furo do veio. O alumínio escolhido é o mesmo que o suporte, previamente calculado no rolo de tecido. A tensão máxima é de 57,7 MPa, estando localizada adjacente à região do parafuso, devido

à tendência que este tem em abrir, contudo esta é inferior à tensão de rotura. O suporte será do mesmo perfil em L de alumínio da Item, já referido no suporte do fuso.

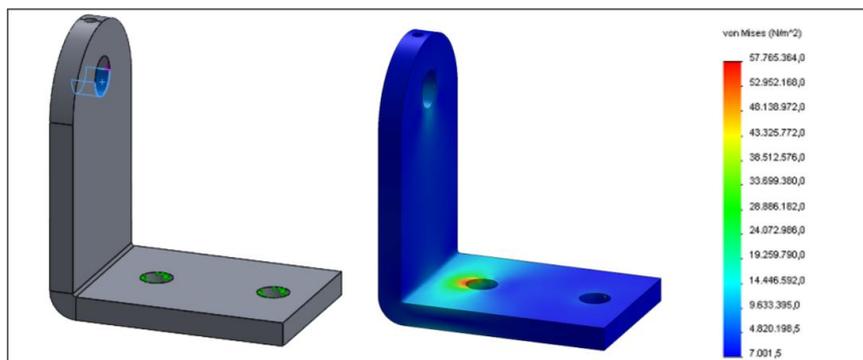


Figura 3. 20 Simulação do suporte em L.

O suporte da chumaceira é construído em chapa metálica de 10 mm de espessura, a mesma usada para a lateral. A sua função é apenas suportar a flange, não sofrendo qualquer força de rotação da mesma, uma vez que é de esferas, como não contém qualquer carga radial tem um atrito muito reduzido.

Na tabela 3. 2 apresenta-se o resultado final de todos os componentes que constituem o tensionador.

Tabela 3. 2 Lista de componentes do tensionador

Componente	Medidas (mm)	Empresa	Referência	Qt	Componente	Medidas (mm)	Empresa	Referência	Qt
Chapa industrial	1400x400	Ferpinta	10 mm	2	Tubo VK14	1550	Item	00,463,57	2
Perfil 80x40	3200	Item	00,026,04	3	Fixadores VK14		Item	00,463,72	8
Perfil 80x80	3200	Item	00,026,27	2	Veio de transmissão	75	Item	00,337,05	3
Tubo D50 Al	1550	Item	00,416,03	6	Casquilho Ø14 mm		Igus	M250	1
Caixa de rolamento	20	Trinetos	3105001000	12	Polia dentada		Item	00,366,02	4
Rolamento axial		Fag/Ina	6000-C	12	Correia dentada	2000	Item	00,337,10	2
Perfil em L	4	Item	70,002,72	9	Fixador da correia		Item	00,426,29	4
Veio Ø10 mm	35	Igus	SWM-10	9	Esticador		Item	00,426,30	2
Guia	800	Item	00,386,11	2	Parafuso e Porca M6	40	Fabory	08200060040	2
Parcas M8		Item	00,026,18	34	Anilha M10		Fabory	38073100001	2
Uniões de perfis		Item	00,026,07	22	Anilha M14		Fabory	380311400014	4
Suporte da falge				1	Parafuso M8	50	Fabory	7000080050	8
Chapa industrial	40x400	Ferpinta	10 mm	1	Parafuso M8	20	Fabory	07000080020	34
Chapa industrial	80x240	Ferpinta	10 mm	1	Parafuso Interior M3	10	Fabory	07800030010	9
Flange Ø17 mm		Fag/Ina	FLCTE17	1					

3.2.4 Processos de fabrico

Com a conclusão da escolha e dimensionamento dos componentes do desenrolador, efetuou-se a elaboração dos processos de fabrico para cada componente, para a produção do produto final. Neste capítulo apenas serão abordados as técnicas e os procedimentos para o fabrico de cada componente. Em Anexo [C] serão apresentados os desenhos técnicos para o fabrico de cada peça.

O apoio do rolo será o primeiro equipamento a ser fabricado. A estrutura do mesmo será produzida em duas fases, a primeira será a preparação dos componentes e posteriormente efetuado a sua união através do processo de soldadura. Na preparação, usando um serrote de serra de fita, serão cortados os perfis com os respetivos comprimentos e efetuados os furos representados nos respetivos desenhos técnicos, por um engenho de furar. Quanto à chapa industrial, será cortada por uma CNC a laser, recortando as medidas de atravancamento em simultâneo com os furos e o formato da flange. De seguida, a estrutura é construída com a soldadura dos componentes. Para auxiliar a soldadura, poderá ser usado um gabarito para colocação dos perfis de aço na posição exata. Como as espessuras da chapa e perfis são robustas, estas permitem o processo de soldadura por eléctrodo. Neste processo é necessário ter um controlo dimensional durante a soldadura, devido à expansão térmica dos materiais durante o processo. Para obter um melhor controlo serão colocados inicialmente pontos de soldadura base durante a construção, de forma a sustentar a estrutura primária, sendo posteriormente completada a soldura após a finalização da construção.

O suporte de alinhamento do rolo será construído do mesmo modo que a estrutura, sendo apenas realizado o processo de quinagem depois do corte da chapa, sendo de seguida realizada a sua união.

O processo de torneamento será efetuado na construção do apoio do tubo e veio, no perno que suporta a bucha e na bucha. A construção do perno é o único procedimento que requer um maior cuidado de fabrico, por ser esbelto deverá ser construído com o auxílio do ponto. A criação da rosca pode ser efetuada através do torno mecânico ou utilizando uma cançoneta para a sua realização.

De seguida serão cortados os tubos de aço que suportam os rolos de tecido. Posteriormente, o veio e o apoio serão unidos por um processo de soldadura e a estrutura resultante será unida aos tubos previamente cortados. Após o seu fabrico, serão encaminhados para o processo de galvanização. Os veios não necessitam deste tratamento superficial, servindo como base de fixação para o seu tratamento.

Por fim serão cortados os perfis de alumínio que fazem parte do apoio do rolo. Estes devem ser cortados com uma serra circular, com disco de diamante, e efetuado os furos necessários com o engenho de furar. Estes são encomendados com um comprimento de 6000 mm cada, pelo que serão geridos em simultâneo o fabrico dos restantes perfis, para um melhor aproveitamento dos mesmos.

No fabrico do tensionador serão utilizados os mesmos princípios para o fabrico dos componentes do apoio do rolo. A sua chapa lateral será cortada com CNC a laser, concomitantemente com os seus furos, onde são fixados os perfis.

Os perfis de alumínio serão cortados com a serra circular e no final será efetuada a operação de abrir rosca na extremidade dos perfis, através de um macho. No perfil da guia será executado o furo para a fixação do perfil central. Os perfis de ligação serão furados para que seja possível efetuar a aperto dos parafusos que fixam o veio VK14. O perfil em L será cortado também na serra circular, onde de seguida serão efetuados os furos para a sua fixação e entrada do veio. Para a fixação do veio é executado um furo roscado no suporte, que deve ser executado em dois procedimentos, inicialmente é furado e depois com um macho procede-se à abertura da rosca. Posteriormente, executa-se um furo cónico no veio para a colocação do parafuso de fixação.

A caixa de rolamento será fabricada através do torneamento do tarugo de alumínio.

O local de fabrico dos componentes irá depender das condições onde o equipamento será construído, ou seja, vai depender dos equipamentos de fabrico disponíveis na oficina de montagem. Existem processos que são mais vantajosos quando produzidos no exterior, como o caso do corte das chapas industriais, que são fabricadas pelo mesmo fornecedor do material. Caso contrário, se fossem executados noutra local, teriam um custo de transporte acrescido no seu processo de fabrico, bem como um maior desperdício de material. O facto dos processos de corte dos perfis e a sua furação serem executados no local de fabrico, será uma mais-valia em termos de redução de custos de produção. Esta gestão de fabrico irá depender diretamente da quantidade de equipamentos a ser fabricados.

3.2.5 Sequência de Montagem

Concluído o fabrico dos componentes é efetuada a sua montagem de forma a obter o produto final pretendido. O aspeto mais importante na montagem é o aperto dos parafusos. Estes podem ser

apertados com ou sem controle, ou seja, utilizando equipamentos calibrados e mensurados, ou equipamentos cuja pré-carga aplicada não é mensurável. No presente trabalho os parafusos serão apertados através de aparelhos sem controle, porque apenas é importante que estes fiquem imobilizados durante o funcionamento do equipamento. O funcionamento do equipamento não é influenciado diretamente pelo aperto dos parafusos, pois apenas é importante manter um aperto semelhante entre todos os parafusos.

O apoio do rolo é construído a partir da estrutura, ou seja, esta será a base de toda a montagem. As rodas de carga são aplicadas na estrutura juntamente com os parafusos e as porcas M10. De seguida é colocado o fuso na estrutura, aplicando os parafusos e porcas M5. O perfil em L de alumínio é colocado no fuso juntamente com os parafusos e porcas M6. Depois é colocada a guia, uma em cada lateral, em conjunto com os parafusos M8 e as porcas de encaixe no interior dos perfis.

A fixação do perfil em L na guia deve ser efetuada de maneira a que os dois executem a distância pretendida, ou seja, deve-se montar do seguinte modo: o fuso é colocado numa das extremidades (ponto máximo de deslocamento), juntamente com a guia e de seguida efetua-se a sua união. Para a colocação do perfil 160x40, que une as duas guias, são colocados neste os suportes de ajuste do rolo, em conjunto com os fins de curso manuais e de seguida fixado o perfil nas guias. Este procedimento deve ser efetuado com o mesmo princípio que o fuso e a guia, de modo a que efetue a distância pretendida.

Seguidamente serão colocados os tubos e as flanges. Os tubos devem ser colocados nas suas posições e apoiados sobre a estrutura. Sucedendo-se a colocação da flange numa extremidade, sendo apenas colocados os parafusos e porcas sem qualquer aperto. Do lado contrário será colocada a outra flange e efetuado o aperto final em ambas. O mesmo deve ser aplicado ao tubo.

Assim, falta apenas colocar a bucha e rolamento axial no suporte de ajuste do rolo. Este processo deve seguir a seguinte ordem: introdução do rolamento na bucha, com recurso a uma prensa, e posteriormente o perno usando o mesmo princípio. Posteriormente, este é introduzido no perfil, apertado com a anilha e porca M10 e colocado sobre o suporte. Conclui-se deste modo a montagem do equipamento de apoio do rolo.

A sequência de montagem do tensionador será agora abordada. A estrutura base do tensionador é composta pela lateral em chapa industrial e pelos perfis de alumínio 80x80 e 80x40. A sua junção é efetivada com os parafusos M8. Seguidamente são colocadas conjuntamente a guia e as polias,

fixando-se também a correia na guia e o seu tensionador. Estas devem ser colocadas na mesma posição na aplicação do eixo que as une, isto para que durante o funcionamento o perfil se mantenha sempre na horizontal. Para a aplicação do eixo é colocado primeiramente o suporte da flange, sendo montados à parte a flange e o eixo que une os perfis de alumínio VK14. Estes são colocados no local com o aperto da flange e os veios nas polias. Após a introdução do eixo que une as guias é colocado o perfil 80x40 entre estas.

A seguir são inseridos os rolamentos nas respetivas caixas, com o auxílio de uma prensa e os veios no interior. De seguida, conclui-se a montagem do tensionador com a aplicação das caixas de rolamentos nos perfis redondos e a sua fixação nos perfis através do suporte em L.

3.3 Mesa de corte

A mesa de corte é o principal equipamento de desenvolvimento desta dissertação, visto que o objetivo fulcral é otimizar o processo de corte. Das mesas de corte apresentadas, cada fabricante destaca-se por um conjunto de medidas específicas, desde medidas standard a medidas invulgares. É fundamental que a mesa de corte tenha a capacidade de conjugar todos os tipos de medidas, limitadas a uma altura e largura máximas, ou seja, a altura máxima será o pé direito de uma janela ou portada de uma casa, sendo a largura imposta pela largura do rolo. Visto ser um equipamento específico para cortar tecidos para estores de rolo, um pormenor importante assenta no facto de nenhuma empresa possibilitar a remoção do tecido sobre a mesa de corte. Esta característica é fundamental para que seja um processo automático de produção em série.

A mesa de corte a desenvolver deve também ser capaz de realizar uma gestão das medidas a cortar, efetuando o corte de maneira a que seja utilizado um menor tecido possível. Com isto, este produto distingue-se dos equipamentos de mercado, pela sua ampliação da produção de telas e uma maior gestão dos recursos, quer humanos utilizados no fabrico, quer da matéria-prima utilizada.

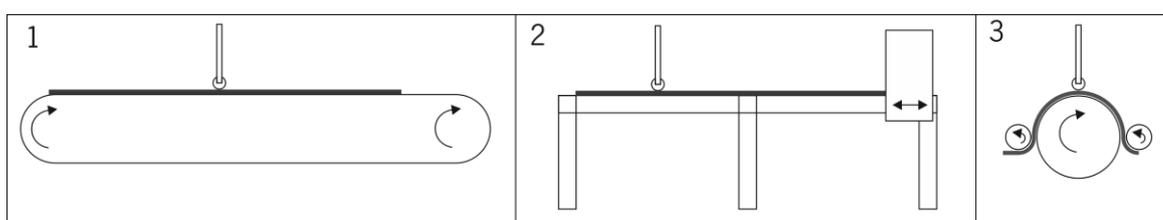
3.3.1 Esboços

A mesa de corte deve ter a capacidade para cortar tecidos de todas as larguras até 3000mm e a até uma altura de 4000mm, ou seja, deve ser capaz de executar o corte na perfeição de todas as medidas que tenham uma altura e largura inferior ou igual às apresentadas. As menores dimensões de

corte estarão destinadas para as amostras de catálogo, com as dimensões mínimas de 30 x 30 mm. Outro requisito imposto é a remoção dos tecidos cortados sobre a mesa para a sua extremidade, onde posteriormente o enrolador irá efetuar o seu armazenamento. Os restos de tecido que não contenham qualquer utilidade devem ser também retirados sobre a mesa. Para a mesa será assumida uma altura de 900 mm, para que seja possível ao operador efetuar qualquer trabalho específico sobre esta, quando não se encontrar em funcionamento.

Para os esboços iniciais da mesa de corte serão abordados 3 exemplos, apresentados na figura 3.

21.



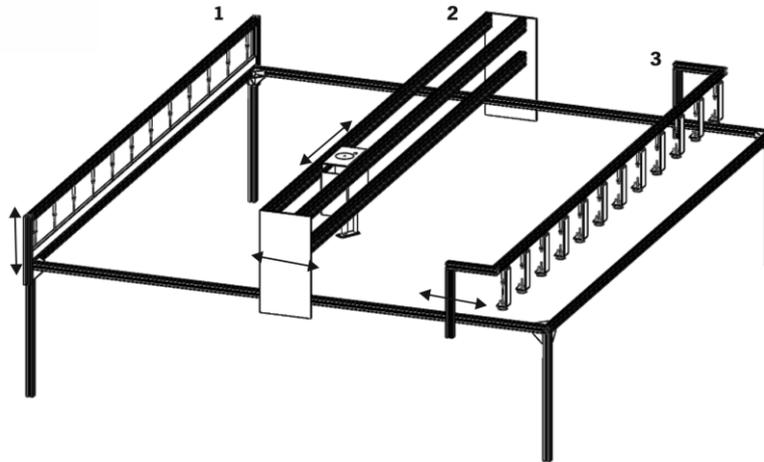
(1) passadeira; (2) estrutura fixa; (3) corte em simultâneo com o desenrolar.

Figura 3. 21 Esboços da mesa de corte.

O esboço (1) apresenta uma mesa de corte em passadeira rolante, onde o corte é efetuado em cima do tapete. Este método é semelhante ao equipamento que a Smre apresenta, abordado no estado da arte. O esboço (2) é a mesa de corte com o tampo fixo idêntica à apresentada pela *Auno*. O esboço (3) é um corte de tecido inovador funcionando de seguinte modo: o tecido é forçado a passar por entre os cilindros, sendo o corte efetuado sobre o cilindro central (de maior diâmetro). O tecido é cortado em simultâneo com o desenrolar, como uma vantagem muito grande em termos de espaço ocupado. Das 3 ideias apresentadas, a que aparenta maior fiabilidade na precisão no corte do tecido, diversidade de medidas cortadas e fácil manutenção é o esboço (2). O esboço (1) relativamente ao escolhido apresenta um menor espaço ocupado, contudo, como o corte é efetuado sobre a mesma a passadeira esta apresenta uma elevada manutenção. Estas manutenções são referentes aos constantes ajustamentos do seu tensionamento e à pouca durabilidade da passadeira, tendo esta um elevado custo. Em relação ao esboço 3, este tem a grande vantagem de ser compacto, porém necessita de várias cabeças de corte para executar este processo. Além disso, tendo em conta o espaçamento entre as cabeças de corte, torna-se impossível o corte de tecidos de amostras.

Depois de escolhida a estrutura da mesa de corte, esboçou-se o mecanismo de desenrolar e de cortar o tecido. Na figura 3.22 representa-se um esboço dos 3 mecanismos para o funcionamento da

mesa de corte.



(1) fixação do tecido; (2) eixo ortogonal; (3) desenrolar tecido.

Figura 3. 22 Esboço do mecanismo de desenrolar e cortar o tecido.

O esboço (1) representa uma barra que tem a função de fixar o tecido no final do seu desenrolamento. Esta barra é importante para a repetibilidade dos desenrolamentos, ou seja, sem esta durante o corte o tecido tenderia a sair da mesa. Assim, com a sua implementação é possível saber o ponto exato do tecido e efetuar um novo desenrolamento para o corte de uma nova tela. O esboço (2) representa o eixo para a aplicação da cabeça de corte, a qual se pode deslocar pelos 2 eixos ortogonais. O esboço (3) é o mecanismo que desenrola o tecido, que apenas se desloca no eixo transversal à mesa. Este possuirá como função também a deslocação dos tecidos cortados para a extremidade da mesa de corte. Depois de visualizar o esboço, percebeu-se que o comando de controlo para os controlar em simultâneo seria complexo e até poderia originar conflito entre estes. Pelo que se decidiu implementar os dois sistemas em apenas num, conseguindo-se uma redução no material, bem como a simplificação do projeto. O sistema que retira os restos de tecido sem qualquer utilidade será implementado juntamente com a cabeça de corte. Os restos de tecido não podem ser retirados pelo mecanismo que remove as telas acabadas, porque as suas dimensões são muito reduzidas. Assim, com a sua implementação conjuntamente com a cabeça de corte, consegue-se uma maior precisão para a sua remoção. Este mecanismo necessitará de um equipamento extra para a acomodação destes restos.

Os tipos de corte que se podem utilizar já foram enunciados previamente: laser, ultra-sons e corte por lâmina circular. Dos 3, o que permite uma maior diversidade no corte dos tecidos é o corte por lâmina circular. Deste modo, o tampo da mesa terá que ser desenvolvido para a aplicação deste tipo de corte. Este tampo terá a função de extração de ar, para manter o tecido fixo à passagem da lâmina.

É ainda passível de aplicação aos restantes sistemas de corte, sendo apenas necessária a implementação de um novo tampo. O corte a laser não necessita do sistema de extração de ar, uma vez que se trata de um corte sem contacto, precisando apenas da substituição do tampo de polímero por zinco. Para a implementação do corte por ultra-sons terá que ser efetuado um novo estudo aplicado à mesa de corte com o sistema de tampo por lâmina rotativa. Isto porque os tampos das mesas de corte por ultra-sons são desenvolvidos em vidro e a fixação dos tecidos implica contacto exterior no tecido, mas a implementação dos furos para a extração do ar no vidro é um processo impraticável, devido à fragilidade do vidro.

3.3.2 Modelação 3D

A modelação 3D da mesa de corte será abordada de seguida. Apresenta-se na figura 3. 23 o resultado dessa mesma modelação, onde se apresentam todos os constituintes da mesa de corte. O eixo ortogonal “xy” representa os eixos, sendo o lateral à mesa o eixo “y” e o eixo transversal o “x”.

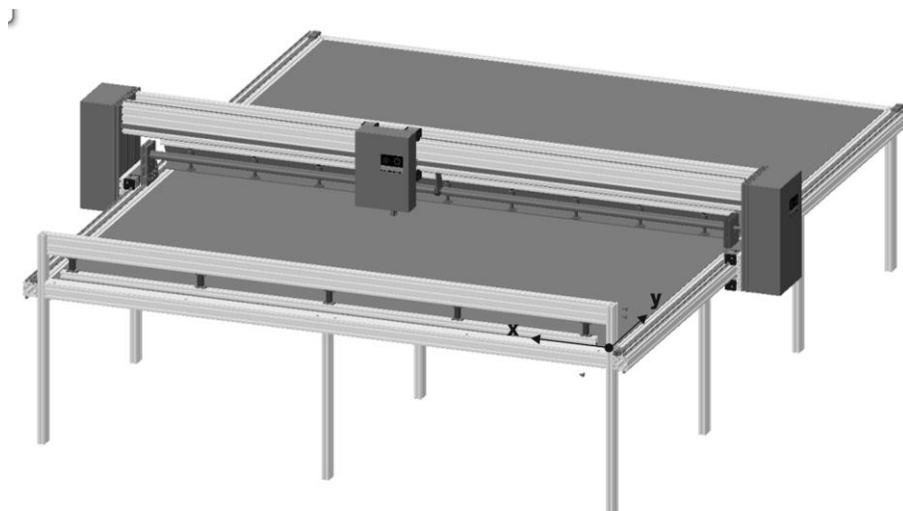
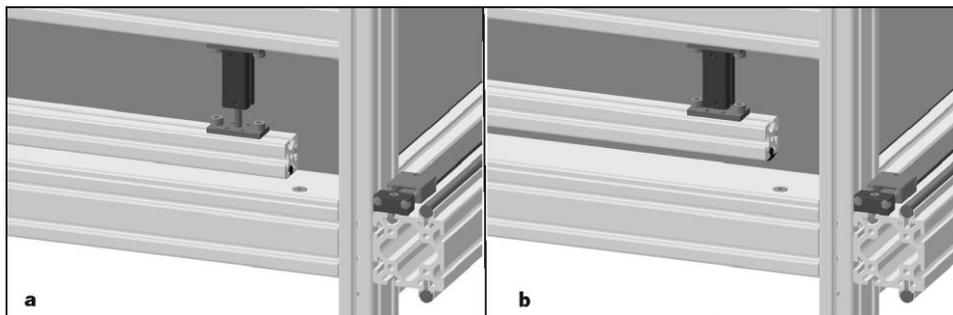


Figura 3. 23 Modelação da mesa de corte.

Seguidamente serão abordados todos os mecanismos existentes na mesa, bem como o seu funcionamento. A figura 3. 24 ilustra o mecanismo que fixa o tecido durante o corte, para que não se desloque para o exterior da mesa. Este mecanismo é constituído por cilindros pneumáticos acoplados a um barra transversal à mesa e funciona como uma prensa sobre o tecido. A figura 3.24(a) representa os cilindros fechados, servindo de prensa e a figura 3.24(b) exemplifica-se os cilindros

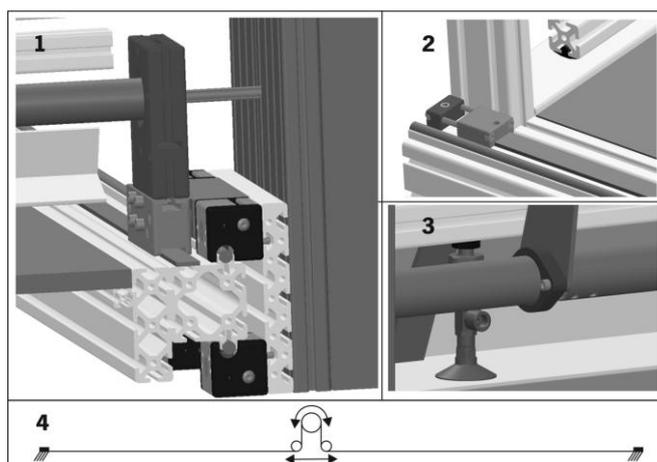
fechados.



(a) cilindro aberto; (b) cilindro fechado.

Figura 3. 24 Modelação do sistema de fixação do tecido.

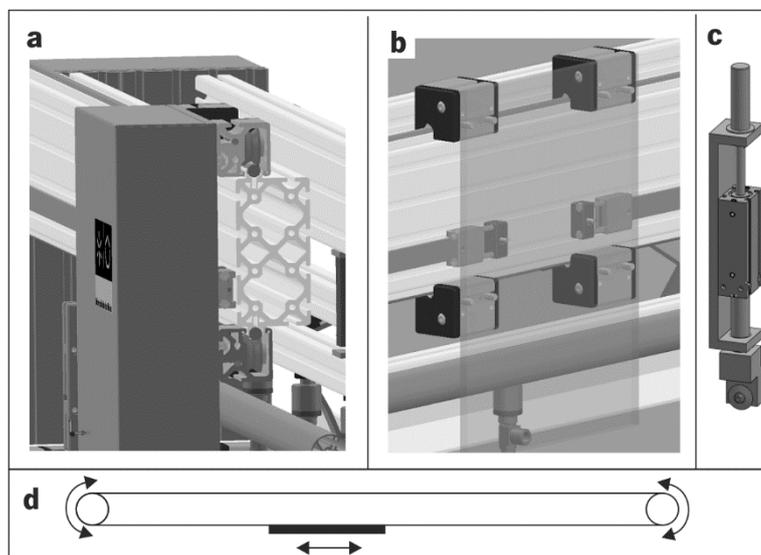
Na figura 3. 25 apresenta-se o funcionamento do eixo “y”. Este tem como base de fixação um perfil em cada lateral da mesa, que contém um varão na parte superior e inferior, servindo de guia para as roldanas. As roldanas são fixas na estrutura móvel, permitindo assim o seu deslocamento livre sobre toda a lateral da mesa, como se pode verificar na vista em corte da figura (1). O mecanismo de acionamento é efetuado por uma correia dentada fixa em cada extremidade da mesa, como se pode constatar na figura (2). Esta funciona com polias, 3 em cada correia, para que o movimento seja transmitido de igual modo entre elas, sendo usado ainda um eixo que as liga, como se pode ver na figura (3), tal como descrito no tensionador. Para melhor compreender esse movimento é apresentado um esboço na figura (4). Assim, como se observar, a correia é fixada em cada lateral, sendo executado o seu movimento com o acionamento da polia central. Para que este movimento seja possível o motor está ligado à estrutura móvel.



(1) vista de corte; (2) correia; (3) veio de ligação; (4) esboço de funcionamento.

Figura 3. 25 Modelação do eixo lateral.

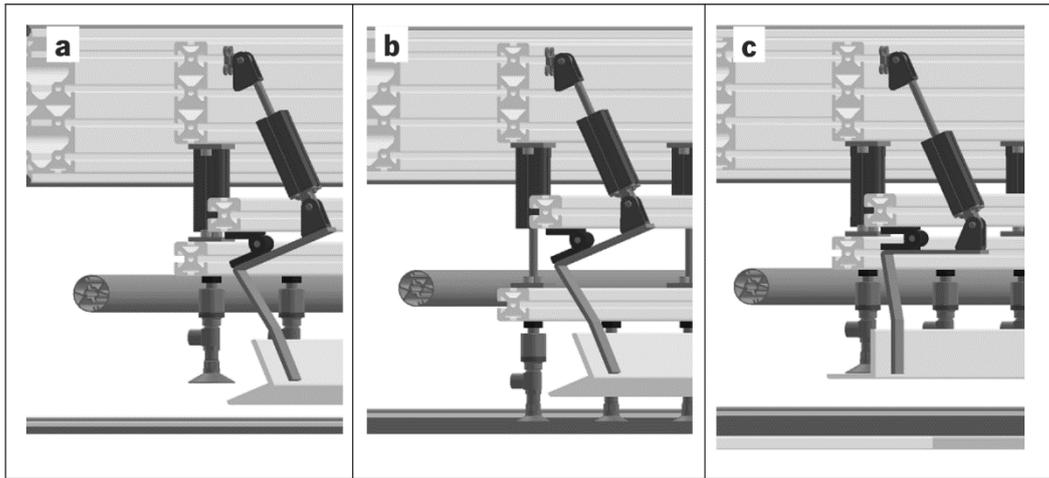
A figura 3.26 exemplifica o funcionamento do eixo “x”. O princípio de funcionamento da guia é o mesmo que no caso anterior, como se pode verificar pela figura 3. 26(a). O acionamento do movimento da cabeça de corte ocorre através de uma correia dentada, que é fixada no porta ferramentas, figura 3. 26(b). Esta passa por duas polias, uma em cada lateral do eixo “x”. O motor ao acionar o movimento numa das polias desloca o porta ferramentas sobre o eixo “x”. A figura 3. 26(c) representa a ferramenta de corte usada. Esta é composta por um cilindro pneumático no centro com duas hastes, uma roda dentada na parte superior e a lâmina de corte circular na parte inferior. Para efetuar o corte o cilindro é acionado sobre a mesa de corte, ficando sempre em carga durante o processo. A orientação da lâmina é imposta por um motor, com uma roda dentada acoplada à rola instalada no cilindro, fazendo rodar a haste do cilindro pneumático.



(a) vista de corte; (b) porta ferramenta (c) ferramenta de corte; (d) esboço de funcionamento.

Figura 3. 26 Modelação do eixo de corte.

O mecanismo de desenrolamento do tecido é o mesmo que retira as telas cortadas. A figura 3. 27 ilustra esse mecanismo. Os principais constituintes são cilindros pneumáticos e ventosas de sucção. Estes funcionam do seguinte modo, a figura 3. 27(a) representa o mecanismo quando não está em funcionamento. Quando é acionada a tarefa de desenrolamento ou remoção do tecido cortado para a sua extremidade, o eixo dos “y” posiciona as ventosas sobre o tecido, sendo acionados os cilindros pneumáticos que baixam a estrutura que suporta as ventosas e posteriormente as ventosas, figura 3. 27(b). Por fim os cilindros voltam à posição recolhida, já com os tecidos fixos pelas ventosas, sendo os cilindros laterais acionados, bem como uma barra que fixa o tecido, figura 3. 27(c). Esta barra permite que o tecido não saia da sua posição aquando do deslocamento. Concluída estas etapas o tecido pode ser deslocado.



(a) estado de repouso; (b) sucção do tecido; (c) fixação do tecido.

Figura 3. 27 Modelação do mecanismo de desenrolar.

3.3.3 Dimensionamento estrutural e seleção dos componentes

Para iniciar a fase de dimensionamento serão definidos alguns parâmetros que o equipamento de corte terá de cumprir. A cabeça de corte irá funcionar com uma carga máxima de 250 N, este valor é de difícil precisão variando de tecido para tecido, pelo que será escolhido um cilindro pneumático e posteriormente definida a força mais adequada para cada tecido, podendo ser ajustada com a pressão de ar no circuito do cilindro. O desnível máximo permitido no tecido será 0,25 mm, sendo este aceitável, não provocando qualquer desnível ao estore de rolo.

Os primeiros componentes a selecionar e dimensionar serão os do mecanismo que fixa o tecido, conforme figura 3. 28.

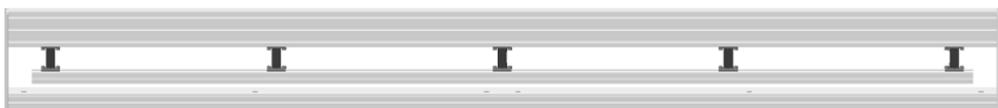


Figura 3. 28 Mecanismo que fixa o tecido.

Os cilindros utilizados foram os da empresa Festo com a referência 536231 ADN-16-30 e um curso de 30 mm, tendo uma força máxima de 121 N, ver Anexo [B9]. Foram utilizados 5 para esta aplicação. Os suportes de fixação serão abordados pela simulação computacional. A figura 3.29 representa o resultado final dessa mesma simulação. O alumínio escolhido foi do catálogo da empresa Broncesval, sendo selecionado o material em alumínio 7075-0, com 6 mm de espessura, em Anexo [B10]. Na simulação o suporte foi centrado na região dos dois parafusos que são fixados no perfil, sendo que para a aplicação da força temos 2 alternativas, na primeira simula-se a força na base do

cilindro distribuída pelos 4 furos e na segunda a força no furo central, resultando neste caso uma tensão máxima de 9 MPa onde a haste é fixada.

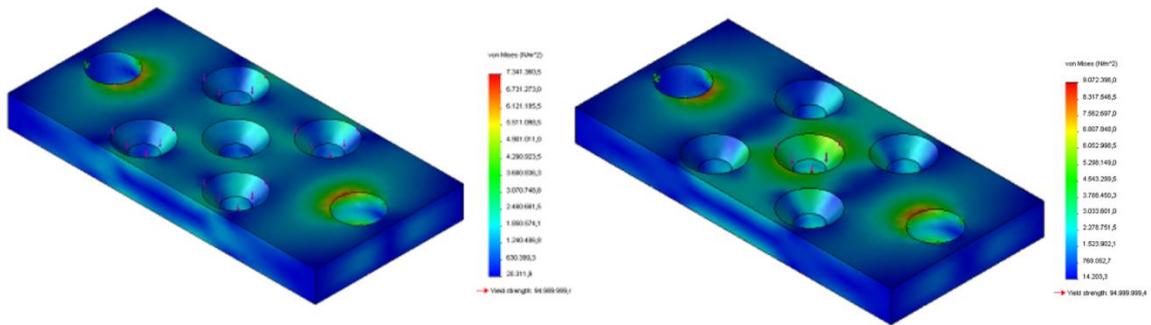


Figura 3. 29 Suporte dos cilindros pneumáticos.

Foi escolhido o perfil 160x40 com 3150 mm de comprimento e o perfil 40x40 para a base, com um comprimento de 3000 mm. A força em funcionamento dos cilindros cria uma flexão no perfil 160x40 de:

Assumindo-se uma carga uniforme de:

$$w = \frac{5 \times 121}{3150} = 0,192 \text{ N/mm}$$

$$\delta = \frac{5Wl^4}{384EI} = \frac{5 \times 0,192 \times 3150^4}{384 \times 70 \times 10^3 \times 326,66 \times 10^4} = 1 \text{ mm}$$

Este resultado é aceitável visto que o objetivo é fixar o tecido. Para o perfil 40x40 não será calculado a sua flexão, devido ao facto de estar fixado sobre a mesa.

Para o dimensionamento do Eixo “x” (figura 3.30) considerou-se que este está sujeito apenas às cargas impostas no porta ferramentas. Como o porta ferramenta está deslocado do eixo da guia, este irá transmitir ao perfil um momento torsor.

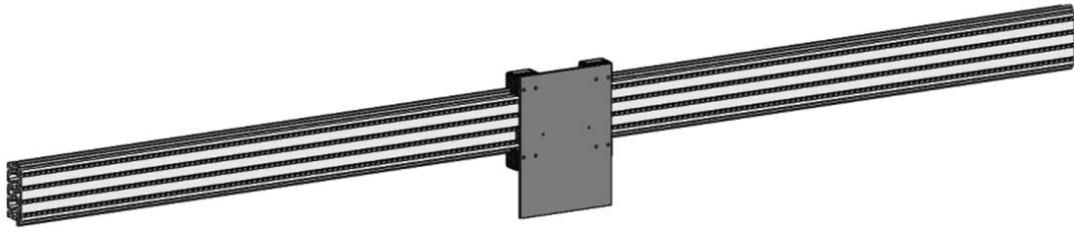


Figura 3. 30 Eixo “x” com porta ferramentas

A lâmina de corte escolhida da empresa Olfa, em Anexo [B11] tem um diâmetro de 28 mm e um corte com maior precisão. Para efetuar o corte foi selecionado um cilindro da Festo, com a referência 158541 DMM-25-50 e um curso de 50 mm, tendo uma força máxima de 247 N. Esta força tem um deslocamento em relação ao eixo da guia de 78 mm. A estrutura do porta ferramenta é construída em chapa de alumínio de 10 mm de espessura do catálogo Broncesval, ver Anexo [B10].

Para suportar o porta ferramentas foi escolhido o perfil 160x80, com um comprimento de 3486 mm. Para o seu dimensionamento foi utilizado como ponto crítico o momento em que o porta ferramentas se encontra na posição central. Este cria no perfil uma flexão e uma torção. A flexão do perfil de 0,12 mm, é apresentada em Anexo [B8]. O momento torsor criado pela força do cilindro durante o corte, resulta num braço de :

$$M = 247 \times 0,078 = 19,266 \text{ N.m}$$

Pela fórmula do catálogo da Item para perfis encastrados, nas extremidade temos uma torção de:

$$\vartheta = \frac{180^\circ ML}{\pi 4GI_t 10} = \frac{180 \times 19,266 \times 3486}{\pi \times 25\,000 \times 398,58 \times 10} = 0,01^\circ$$

Este valor é irrelevante para a lâmina, contudo para se ter uma ideia da ordem de grandeza deste valor, temos que:

Do centro do perfil à extremidade da mesa temos 380 mm, temos por isso um diâmetro de 760 mm. Então tem-se que:

$$360^\circ \rightarrow P = \pi d = \pi 760 = 1\,194 \text{ mm}$$

$$0,01^\circ \rightarrow 0,01 \times \frac{1194}{360} = 0,03 \text{ mm}$$

Confirmando-se assim que a sua irrelevância. O momento torsor gerado pela propagação do corte é de difícil dedução. Como as velocidades durante o corte são baixas, menores que 1 m/s, assume-se que é uma força muito baixa e não provoca qualquer torsão adicional ao perfil. O peso próprio do perfil é de:

$$P = 13,52 \times 3486 \times 10^{-3} = 47 \text{ Kg}$$

A guia escolhida foi a *Roller Guides* 8D14 da Item, ver Anexo [B7].

Para o dimensionamento da correia o momento chave ocorrerá quando o porta ferramentas é acionado sem este esteja a cortar, onde atinge velocidades máximas de 2m/s. Estima-se um peso máximo para o conjunto de 50 kg, já com um factor de segurança. A aceleração será:

$$\Delta t = 2s \rightarrow \alpha = 1 \text{ m/s}^2$$

$$F = 50 \times 1 = 50 \text{ N}$$

A correia e as polias escolhidas serão as mesmas enunciadas no tensionador, neste caso a correia tem um comprimento de 8000 mm.

O mecanismo de desenrolamento do tecido é apresentado na figura 3. 31.

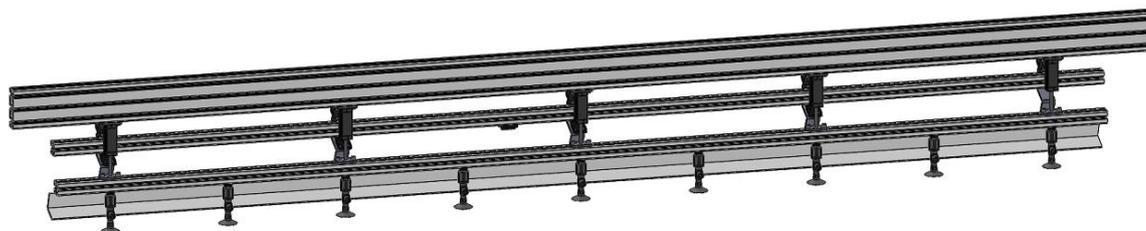


Figura 3. 31 Mecanismo de desenrolar o tecido.

Este é composto por 10 cilindros pneumáticos da Festo com a referência 536362 ADN 20-60, a sua fixação é assegurada pelos suportes já utilizados no mecanismo de segurar o tecido. As ventosas utilizadas foram da Festo com a referência 36144-VAS, permitindo forças de sucção até 106 N. Pelo que utilizando a metodologia da Festo para dimensionar a força de levantamento temos que: assumindo um tecido com uma largura de 3000 mm, e um comprimento de 1000 mm, com uma densidade de 0,5 g/mm, o peso do tecido será de 1,5 kg. A aceleração é desprezada devido a ser muito baixa. O fator de segurança é de 2, para abranger os tecidos com elevada abertura.

$$F = m(g + a)n = 1,5 \times (9.8 + 0) \times 2 = 29,4 \text{ N}$$

A escolha de apenas um é suficiente para levantar o tecido, contudo devido a este ceder serão utilizadas 9 ao longo do eixo.

Foi utilizado um perfil 120x40 com um comprimento de 3486 mm, dois perfis 40x40 com um comprimento de 3200 mm e um perfil M W60x60 com um comprimento de 3200mm. Foi utilizado as dobradiças da Item com a referência 00.196.36. O suporte de fixação dos perfis é dimensionado por simulação computacional, sendo produzido em chapa de 6 mm de espessura do catálogo da Ferpinta. Para a simulação foi usado um apoio móvel na zona dos parafusos do perfil em L, um apoio de dobradiça na zona dos dois furos que a fixam e foi exercida a força de 141 N no furo que fixa a haste do cilindro. Pelo que o resultado final a estrutura suporta a carga imposta, conforme figura 3. 32.

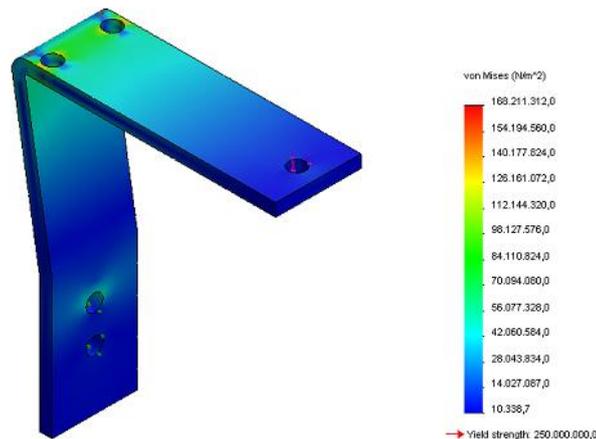


Figura 3. 32 Simulação do suporte usado no desenrolador.

A estrutura do eixo x apresenta um peso máximo de aproximadamente 150 kg.

Na figura 3. 33 é abordada a estrutura do eixo y.

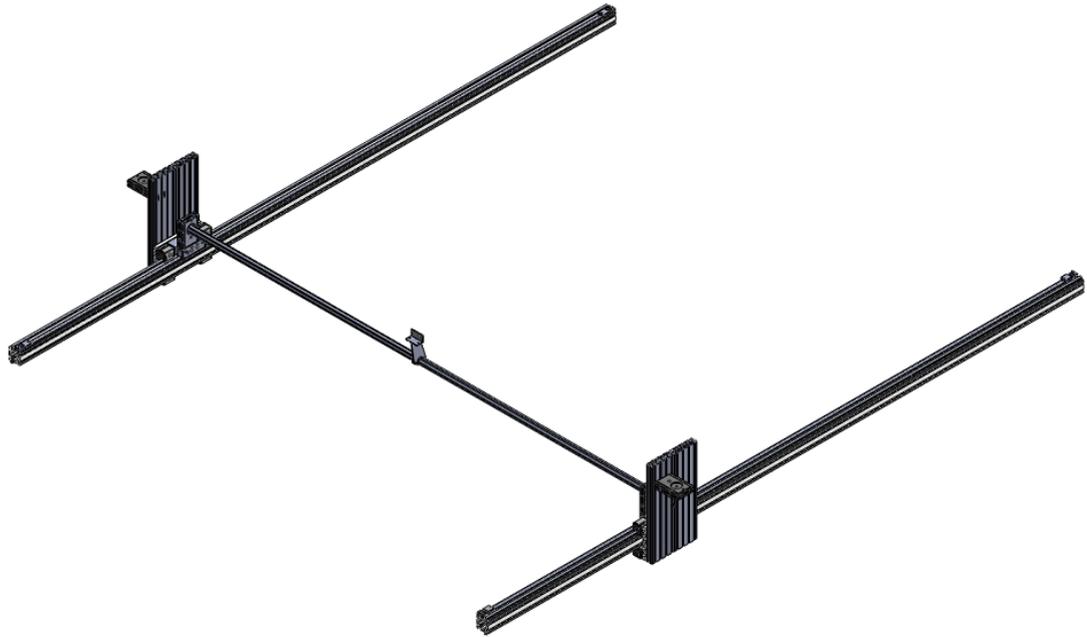


Figura 3. 33 Eixo y.

Para calcular a força necessária para mover o eixo y de 150 kg a uma velocidade de 2m/s, temos uma força de:

$$\Delta t = 2s \rightarrow \alpha = 1m/s^2$$

$$F = 150 \times 2,5 = 150 N$$

Esta força será aplicada no centro do perfil da guia y, estando a uma distância de 420 mm do centro da guia, provoca um momento torsor distribuído pelas duas guias de:

$$M = \frac{150 \times 0,42}{2} = 31,5 Nm$$

A guia escolhida é a mesma do eixo x, sendo que, é aplicada com um L=260 mm suporta um momento torsor de 312 Nm. Esta é fixa no perfil 200x28 com um comprimento 320 mm e desliza sobre o perfil 80x80 com um comprimento de 4200 mm. Para a união entre a guia x e a guia y é utilizado dois perfis 160x40 em cada guia, com um comprimento de 600 mm.

O binário que o motor necessita para deslocar o eixo é de:

$$B = nFb = 1,5 \times (150 \times 9,8) \times 0,04 = 88,2 N.m$$

A transmissão do movimento entre as guias é realizada por os perfis VK32. O binário do motor provoca uma torção no perfil de:

$$\vartheta = \frac{180^\circ M_t L}{\pi G I_t 10} = \frac{180 \times 220,5 \times 1600}{\pi \times 4 \times 25\,000 \times 65,95 \times 10} = 0,30^\circ$$

Como são aplicados dois em serie este valor duplica. Este ângulo irá transmitir um desalinhamento de:

$$360^\circ \rightarrow P = \pi d = \pi 80 = 251 \text{ mm}$$

$$0,6^\circ \rightarrow 0,6 \times \frac{251}{360} = 0,4 \text{ mm}$$

Este valor é aceitável, visto que é para velocidades de 2 m/s, o que em funcionamento serão aplicados velocidades muito inferiores. Para a união dos perfis é utilizado uma flange com a referência FLCTE35 e um suporte concebido em chapa de aço de 5 mm de espessura da empresa Ferpinta.

A transmissão do movimento é realizada por a polia da Item com a referência 00.366.11- 8 80 R25 VK32 acoplada a um sistemas de duas polias da Item com a referência 00.362.00 – 8 R25

Posto isto será assumido que os dois eixos têm uma carga de 200 kg.

No dimensionamento da estrutura da mesa é assumido um coeficiente de segurança aos 200 kg de 2. Ficando com uma força total de 4000 N distribuída pelas duas laterias.

Foi escolhido o perfil 120x40 para a lateral onde é fixada a guia. Posto isto, foi calculado o número de pés em função da sua flexão. Pelo que para apenas um pé no centro temos uma distância de 2000 exercendo flexão de 0,38 mm pelo que optou-se pela colocação de mais um pé ficando com uma distância entre eles de 1333 mm e uma flexão de 0,11 mm, conforme a figura 3. 34.

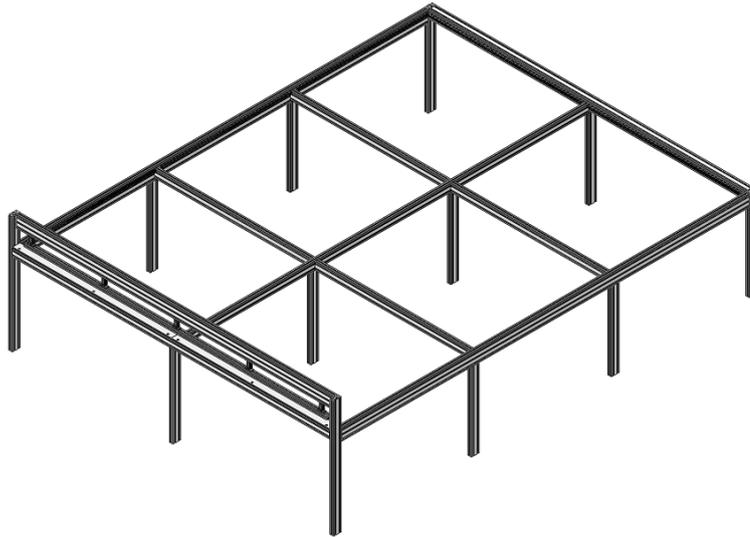


Figura 3. 34 Estrutura da mesa de corte.

No centro da estrutura foi usado o perfil 80x40, o comprimento maior será o transversal á mesa sendo de 1550 mm. Neste apenas será acionado a força durante o corte, de 247 N, fletindo 0,08 mm.

Por fim serão utilizados perfis 80x80 nas extremidades das mesas para dar uma maior consistência à estrutura.

O dimensionamento do sistema de extração de ar, conforme figura 3. 35, para fixar o tecido durante a operação de corte é calculado tendo em conta o peso do tecido, a força de arrasto durante o corte e a soma da área dos furos de sucção.

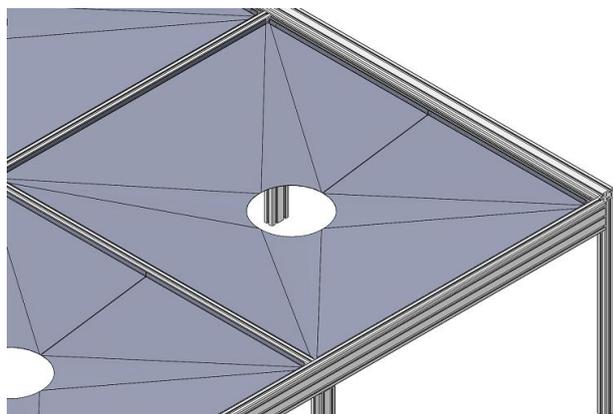


Figura 3. 35 Sistema de extração do ar.

A força de arrasto provocada pela passagem da lâmina, tal como já referido anteriormente é de difícil previsão pelo que será usado o peso do tecido mais um fator de segurança para colmatar essa

incerteza. O diâmetro dos furos no tampo da mesa serão de 1,5 mm, caso seja maior pode causar defeitos no corte de tecido. Como o peso do tecido é proporcional à área, a pressão calculada para uma área de 25mm por 25 mm será igual à de 3000 mm por 4000 mm.

Na figura 3. 36, apresenta-se uma amostra de um quadrado de 25 mm de lado, onde contem um número total de furos de 8.

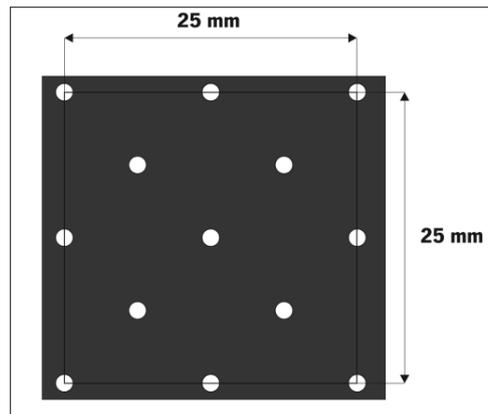


Figura 3. 36 Amostra dos furos do tampo.

Pelo que, a sua área total é de:

$$A = 8\pi \times \left(\frac{1,5}{2}\right)^2 = 14,14 \text{ mm}^2$$

O peso do tecido é de 500 g/m² nesse quadrado será de:

$$x \rightarrow 0,025 \times 0,025 \text{ m}^2 \leftrightarrow x = 500 \times \frac{0,025 \times 0,025}{1} = 0,3 \text{ g}$$

Então pressão de sucção para manter o tecido estável é de:

$$\sigma = n \frac{F}{A} = 3 \times \frac{0,3 \times 10^{-3} \times 9,8}{14,14 \times 10^{-6}} = 624 \text{ Pa}$$

Esta pressão serve de referência para o ventilador, pelo que, será enviada para o fabricante de ventilador, para que nos indique o ventilador mais adequado e o caudal. O cálculo do caudal será em função do ventilador escolhido. Só depois é que se poderá efetuar o dimensionamento de toda a tubagem. Para que esta pressão seja sempre constante, será utilizado um sensor de pressão no interior da tubagem e um ventilador com variador de frequência, para adequar o caudal em função da pressão. O material escolhido para o tampo será em polietileno de grande densidade, sendo as

características técnicas do mesmo apresentadas em anexo [B12].

Na tabela 3.2 apresenta-se o resultado final de alguns componentes que constituem o apoio do rolo.

Tabela 3. 3 Lista de componentes da mesa de corte.

Componente	Medidas (mm)	Empresa	Referência	Qt
Perfil 80x80	3150	Item	00,026,27	2
Perfil 120x40	4000	Item	00.416.29	2
Perfil 80x40	1170	Item	00,026,04	2
Perfil 120x40	3150	Item	00.416.29	1
Perfil 80x40	820	Item	00,026,04	2
Perfil 80x40	780	Item	00,026,04	4
Perfil 80x40	900	Item	00,026,04	2
Perfil M80x8	1575	Item	70,002,67	2
Perfil 80x40	4000	Item	00,026,04	1
Perfil 80x40	1555	Item	00,026,04	4
Perfil 80x40	800	Item	00,026,04	2
Perfil 20x20	1310	Item	00.370.03	4
Perfil 40x40	3000	Item	00.370.03	6
Perfil 40x40	200	Item	00,026,03	2
Perfil 160x40	3100	Item	00,265,23	1

Componente	Medidas (mm)	Empresa	Referência	Qt
Flange de 25 mm		Fag/Ina	FLCTE25	4
Veio de 25 mm	112,5	Igus	SWM-25	4
Bucha Ø 100 mm	60	Trinetos	3105001000	2
Fuso, M20x5	150	Thomson	FK, FF, KGF	1
Parafuso e porca M8	40	Fabory	8200120130	8
Parafuso M8	50	Fabory	7000080050	20
Parafuso M10	100	Fabory	1000100100	4
Porca M10		Fabory	1100100001	6
Parafuso M5	30	Fabory	7000050030	8
Porca M5		Fabory	1100050001	8
Parafuso M6	25	Fabory	7000060025	4
Porca M6		Fabory	1100030001	4
Anilha M10		Fabory	38073100001	2

3.3.1 Processos de fabrico

Neste capítulo, tal como no fabrico do desenrolador apenas serão abordados as técnicas e os procedimentos para o fabrico de cada componente. Em anexo [C] será apresentado os desenhos técnicos para o fabrico de cada peça.

Todos os perfis de alumínio utilizados serão cortados com serra circular e furados no engenho de furar.

O suporte dos cilindros pneumáticos é cortado em CNC a laser ou serra de fita e de seguida é efetuado a sua furação através do engenho de furar.

O suporte para o apoio da flange é cortado em CNC laser e de seguida soldado. Para o suporte utilizado no mecanismo de desenrolar o tecido é cortado também pela CNC a laser e de seguida é

efetuado o processo de quinagem.

Para a execução dos furos no tampo da mesa serão produzidos por CNC a laser.

3.3.2 Sequência de Montagem

A metodologia de montagem adotada é idêntica ao já apresentado para o desenrolador, pelo que, apenas será enunciado os aspetos de maior importância.

A sequência de montagem da mesa de corte deve seguir esta ordem, primeiro a estrutura, depois em simultâneo o mecanismo que segura o tecido e a guia do eixo y e por fim é colocada na estrutura do eixo x.

Na montagem da estrutura deve-se ter em atenção à montagem dos perfis, estes devem ser sempre colocados sem qualquer desnível e com os ângulos entre eles sempre conferidos.

A montagem da guia do eixo y é de extrema importância que seja colocada sobre a estrutura sem qualquer desnível e garantir o posicionamento simétrico entre os dois lados.

4 Análise económica do projeto

O produto desenvolvido consiste num equipamento de corte de tecido técnico automatizado. Pese embora a existência de uma grande diversidade de equipamentos que permitem o corte de tecido, estes exigem a integração de etapas manuais no fabrico, o que leva normalmente a imperfeições geométricas e a um grande desperdício de material. Desta forma, e no sentido de se obter melhores resultados, este produto tem como objetivo tornar o processo totalmente automatizado, como já referido anteriormente. Pelo que, esta mecanização terá como resultado um menor tempo de produção e recursos humanos despendidos por unidade, gerando conseqüentemente maiores receitas monetárias aquando a sua implementação.

Estima-se uma redução de tempo de produção de 50%, resultante do desaparecimento do tempo desperdiçado na transição do tecido, desde o equipamento de corte até ao equipamento de vulcanizar.

Este projeto tem a finalidade de permitir o corte e a preparação de tecidos para aplicação em estores de rolo, e com isto gerar um impulso para entrar no mercado, com o objetivo de no futuro criar novos equipamentos de inovação que colmatem possíveis necessidades na área industrial.

4.1 Perspetiva do negócio

O público-alvo do produto é a indústria de proteção solar e têxtil, bem como revendedores de equipamentos industriais. Ao nível nacional existem empresas de proteção solar referenciadas mundialmente, como é o caso da *Difflex*, que recentemente foi vendida a um grupo europeu *HunterDouglas* com reconhecimento mundial e a *Cruzfer*, do grupo *Warema*. Além destas, existem também outras empresas de referência no mercado nacional, como a *Represtore*, *Interestore*, entre outras. Através da divulgação do equipamento a estas empresas conseguir-se-á uma maior credibilidade do mesmo e também aumentar a visibilidade do produto no mercado.

A obtenção de um número de fabricantes de estores de rolo é difícil. Após contactos com representantes da *Difflex*, estes realçaram a existência de mais 100 fabricantes de estores de rolo das quais cerca de 10% têm o acesso a equipamentos de fabrico, as restantes executam todo o processo manualmente. Os preços destes equipamentos variam entre os 100 mil a 200 mil euros. Uma vez que a estimativa do nosso equipamento é de um valor de 50 mil euros, tal tornará possível aceder a maior número de utilizadores. Além disso, atendendo à fácil utilização de vários tipos de corte neste

equipamento, este poderá ser utilizado na indústria têxtil, mais precisamente na área do vestuário, sendo esta muito vasta, existindo em Portugal mais de 10 mil empresas.

4.2 Fatores de inovação/ diferenciação

Atualmente o processo de fabrico de estores de rolo é composto por dois equipamentos: de corte e vulcanização de tecido.

Neste processo, o corte de tecido é automatizado, mas posteriormente necessita de intervenção humana para remoção e organização dos tecidos para a vulcanização dos mesmos. Aqui, há a necessidade de intervenção humana para a colocação dos mesmos. Produzindo diariamente em média 100 estores com recurso a 5 pessoas (uma no corte, duas na vulcanização e as restantes duas no processo de finalização da encomenda).

É a inovação de cada etapa de fabrico que permite a obtenção do produto pretendido. O objetivo é a criação de um equipamento inovador e distinto dos que existem no mercado atualmente, devido à completa automatização no fabrico. Assim, estima-se uma produção diária de 200 estores com recurso a duas pessoas (responsáveis pelo processo de finalização da encomenda, conciliando esse processo com a ordem de início da produção).

O processo de transporte de tecido, pode ser alvo de patente, devido à sua inovação e à sua inexistência no mercado, pois com a sua implementação é possível efetuar o processo de fabrico do tecido de forma autónoma.

4.3 Análise de mercado

As necessidades de mercado consistem numa maior produtividade de estores com menos custos por unidade. O mercado atualmente procura novos equipamentos para aumentar a sua competitividade e produção, mas com as ofertas atuais apenas conseguem suportar estas necessidades através da duplicação dos equipamentos existentes e recursos humanos. Como este produto tem uma taxa de produtividade em cerca de 50 % superior, retarda a necessidade de duplicação de equipamentos. Já a necessidade de recursos humanos é praticamente inexistente independentemente da quantidade de equipamentos.

A maior vantagem do projeto é otimização de custos e recursos, o que leva a um aumento de produção sem qualquer interação humana, ao contrário das propostas de mercado existentes

atualmente, já referidas no estado da arte.

Numa possível escalabilidade do projeto, há uma ideia de mercado. Neste momento existem interessados no produto que, importa referir, não teve qualquer tipo de promoção. A partir daí, e depois de satisfazer esses pedidos, o próximo objetivo será procurar introduzir o produto no mercado nacional, ao mesmo tempo que se faz uma promoção a nível ibérico. Mais tarde, depois de já construída uma consistente rede de contactos procurar-se-á introduzir o produto a nível europeu com principais preocupações em mercados tradicionais da indústria como Itália e Inglaterra, onde têm empresas a produzir 2000 estores por dia. Isto, mais uma vez, com a apresentação e promoção do produto. Sendo o mercado algo volátil, estaremos sempre atentos aos mercados emergentes a nível mundial, como por exemplo no continente africano, pela razão de ser um continente em desenvolvimento e com a necessidade da implementação de processos de produção de estores de rolo.

4.4 Recursos envolvidos

Neste momento não existem capitais próprios nem financiadores identificados. No entanto existe o interesse, como já foi referido, de três empresas na compra do nosso produto.

Esta ideia nasceu na visita à empresa *Diflex*, reconhecida a nível mundial, sediada em Aveiro. Nessa visita foi identificada a lacuna existente, mas que não era reconhecida pelos responsáveis da empresa, pelo facto de acharem uma solução para tal inexequível. Dessa lacuna nasceu a ideia do nosso produto para otimizar a produção, sendo este produto diferenciador por aumentar a produção sem intervenção humana.

Daqui surgiu o interesse da referida empresa no produto que mais tarde foi apresentado a outras duas empresas que também se mostraram interessadas na sua aquisição. Essas empresas são Tolniber e Brasolar, sendo que esta última também demonstrou interesse em criar uma parceria para ajudar no desenvolvimento e promoção do produto.

Todas as empresas que trabalhem com este tipo de produtos terão interesse no mesmo, se dele resultar uma mais valia para a empresa. Uma redução do tempo de processo e maior eficiência gera maior produtividade.

Relativamente à diversificação do produto, esta tanto poderá ser a nível local ou regional. No entanto, teremos que iniciar essa diversificação e comunicação do produto numa escala mais local. Proporcionalmente ao crescimento e interesse demonstrado, a escala poderá evoluir. No entanto, este

produto não tem necessidade de recursos locais específicos, sendo adaptável a qualquer lugar. A especialização local neste mercado irá depender da sua aposta no mesmo.

4.5 Expectativas de desenvolvimento

O plano de criação de valor passa por apresentar o produto ao maior número possível de potenciais compradores e com isso tentar gerar o maior interesse na sua compra.

Assim o plano para criar valor passa pela produção e venda do referido produto, beneficiando do lucro da diferença entre custo de produção e o custo de venda. Uma possível criação de empresa, tem como principal projeto o produto apresentado, mas com a ideia de se ir inovando consoante as necessidades de mercado. A estratégia de apresentação e promoção passa sobretudo pelo contato direto com o consumidor final.

O mercado nacional é o óbvio, tendo Portugal grande tradição neste mercado. Ao mesmo tempo que se opera nacionalmente, e já depois de provado o conceito, serão desenvolvidos contactos em Espanha para se entrar nesse mercado também. Depois de estabelecido nesses dois mercados, o objetivo passará por escalar para os mercados europeus tradicionais na área como por exemplo Itália e outros países latinos que tem maior incidência solar. A partir daí estar-se-á sempre com o foco virado para mercados emergentes a nível mundial, com as vantagens de já ter totalmente o conceito provado e já ter reputação na indústria.

As potenciais parcerias serão os fabricantes de maquinaria industrial, para revender o produto, e também fabricantes de tecido, que nos levarão diretamente ao consumidor final. De momento está estabelecida uma parceria com a Brasolar, devido ao interesse demonstrado pela mesma no desenvolvimento e promoção do produto. Sendo esta uma empresa de produção de estores manuais e com reputação no mercado local (comprovado pelo facto de ser considerada uma empresa de excelência durante os dois últimos anos) e com interesse em expandir a sua produção, é um claro parceiro estratégico.

A necessidade de capital/investidor para iniciar o negócio será uma grande ameaça para a criação do mesmo, bem como o plágio de empresas já estabelecidas no mercado. Para contornar esta adversidade procurar-se-á patentear o produto.

A necessidade deste produto no mercado para a otimização de custos e recursos, que é sempre o maior interesse de qualquer indústria. É assim, o principal ponto forte do produto, a alta rentabilidade

na produção e redução dos custos da mesma. Este ponto está diretamente ligado à oportunidade de negócio, visto que atualmente as empresas cada vez mais procuram a redução das despesas fixas e o aumento da produção. Além disso, é essencial referir que o este conceito de produto é único no mercado.

5 Conclusão

Este projeto teve como principal objetivo o desenvolvimento de um equipamento capaz de produzir tecidos de forma autônoma para aplicação na indústria de proteção solar. De um modo geral o objetivo foi alcançado com sucesso.

Este tipo de equipamento é abrangido por uma indústria muito peculiar, dificultando a informação e o acesso aos mesmos. Quando se definiram os objetivos não havia certeza que estes equipamentos efetuassem todo o processo automaticamente. A principal dificuldade foi a restrição do tipo de metodologias aplicadas para a concepção nestes equipamentos, as únicas informações foram obtidas diretamente nos *sites* dos fabricantes.

Outro obstáculo encontrado deveu-se à falta de informação sobre as funcionalidades de alguns subequipamentos na sua produção, que tiveram que ser deduzidas através de vídeos disponibilizados na internet dos fabricantes destes equipamentos e de fabricantes de tecido. Para ultrapassar esta adversidade e ter a certeza das conclusões obtidas, foi efetuada uma visita a uma fábrica produtora de estores de rolo munida deste equipamento.

Esta visita possibilitou o esclarecimento de algumas dúvidas e entender toda a logística que envolve a produção de estores de rolo. Deste modo concluiu-se a forte necessidade de desenvolvimento destes equipamentos para aumentar a sua produção. Contudo, esta mesma necessidade não é reconhecida pelos representantes da empresa, que aparentemente estão satisfeitos com capacidades atuais destes equipamentos. Porém, este contacto suscitou algum interesse por parte destes, nomeadamente quanto ao tipo de melhorias que se poderiam implementar.

A longa pesquisa do estado da arte deste tipo de equipamentos, bem como a metodologia de fabrico foram fundamentais para que se conseguisse uma maior destreza no desenvolvimento dos esboços do novo equipamento. Tal permitiu colmatar as adversidades e também distinguir os esboços que poderiam causar anomalias à produção de estores.

Para o desenvolvimento do equipamento, teve-se em conta uma maior utilização de produtos estandardizados, isto para que o preço final do equipamento pudesse ser inferior ao da concorrência. Isto porque, como os componentes estão normalizados e são produzidos em grande escala, têm um menor custo. Os componentes com necessidade de processo de fabrico implicam um maior custo, deste modo o próximo passo foi a procura de componentes estandardizados disponibilizados por

empresas.

Assim, o equipamento desenvolvido assenta no uso de componentes estandardizados e referenciados de catálogos, com produtos atualizados e possíveis de serem comercializados. A cotação destes componentes não foi um dos objetivos propostos, contudo em trabalhos futuros pode-se efetuar o envio de pedidos de cotação às empresas com as referências enunciadas no presente trabalho. Como a maioria dos componentes utilizados foram da Item, em Portugal comercializada pela empresa *Europneumaq*, um dos revendedores estimou em cerca de 20 mil euros, incluindo os motores utilizados nas guias. Estima-se por isso um preço final para os restantes componentes, incluindo os processos de fabrico e montagem, cerca de 35 mil euros. O que é muito inferior ao apresentado pelas empresas instaladas no mercado.

Quanto ao trabalho realizado foi conseguido a implementação de novos sistemas em cada equipamento já existente. No desenrolador foi imposto a aplicação do ajuste do rolo, de uma forma melhorada e compacta, uma vez que a existente no mercado implica o movimento de todo o apoio do rolo. No tensionamento do tecido conseguiu-se uma maior simplicidade de operação de colocação do tecido, bem como na carga imposta, com a aplicação do motor pneumático, conseguindo-se através do controlo da pressão de ar uma maior gestão dessa tensão. Na mesa de corte foi colocado um sistema inovador de remoção dos tecidos, algo que muda por completo a produção de estores, sendo possível implementar linhas de produção completamente automáticas na produção da tela. Com isto é possível um aumento de produção, com um menor custo e utilização de recursos, ou seja, lucro para as empresas que apliquem este sistema em relação ao já existente.

Com a realização deste projeto ao nível pessoal, foram aumentadas as minhas capacidades de decisão aplicadas às várias fases do projeto.

5.1 Trabalhos Futuros

Seguindo uma linha de continuidade deste trabalho, com o intuito de produzir o equipamento e a sua implementação no mercado, surge a necessidade de trabalhos futuros. Um deles é implementação de todo o sistema elétrico, desde o software de controlo, à gestão, otimização das medidas a produzir e desenvolvimento de uma base para o corte por ultra-sons. O outro é encontrar possíveis investidores para a criação deste equipamento e a sua comercialização.

Referências

- [1] Sítio da Scielo, com o endereço <http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/pdf/spp/n52/n52a03.pdf>, acessido em 10 de Setembro de 2013.
- [2] Sítio da Dwfcontract, com o endereço <http://www.dwfcontract.com/Drapery-Window-Covering-Blog/bid/87071/History-of-the-Roller-Shade>, acessido a 10 de Setembro de 2013.
- [3] Sítio da Mermet, com o endereço <http://www.sunscreen-mermet.fr/standard-menu/actualitees/satine-5500-low,41.html>, acessido em 11 de Setembro de 2013.
- [4] Sítio da Cruzfer, com o endereço <http://www.cruzfer.pt/pdf/3.1.3%20-%20Poupanca%20Energetica.pdf>, acessido em 11 de Setembro de 2013.
- [5] Sítio da Sergeferrari, com o endereço <http://www.sergeferrari.com/protection-solaire/les-screens-soltis-maintiennent-lhistoire-a-bonne-temperature/>, acessido em 12 de Setembro de 2013.
- [6] Araújo, MD. Têxteis técnicos : materiais do novo milénio. Braga : Williams, Lda., 2000. vol.1
- [7] Sítio da Helioscreen, com o endereço <http://www.helioscreen.com/en/home#&panel1-1>, acessido em 15 de Setembro de 2013.
- [8] Sítio da Jm textile, com o endereço <http://www.jm-textile.com/>, acessido em 11 de Setembro de 2013.
- [9] Sítio da Diflex, com o endereço <http://www.diflex.com.pt/>, acessido em 14 de Setembro de 2013.
- [10] Araújo, MD. Tecnologia do vestuário. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- [11] Kothari, VK et al. Cut resistance of textile fabrics – a theoretical and an experimental approach. Indian J Fibre Text Res. Vol 32. September 2007, pp 306-311
- [12] Sítio da Auno, com o endereço <http://www.aunotec.it/>, acessido em 16 de Setembro de 2013.
- [13] Sítio da Asco, com o endereço <http://www.ascobv.com/>, acessido em 19 de Setembro de 2013.

[14] Sítio da SMRE, com o endereço <http://www.smre.it/>, acedido em 19 de Setembro de 2013.

[15] Sítio da Matic, com o endereço <http://www.matic.es/es/>, acedido em 19 de Setembro de 2013.

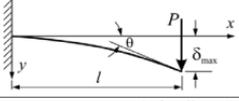
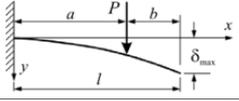
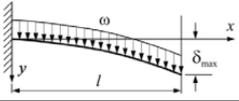
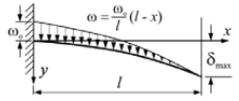
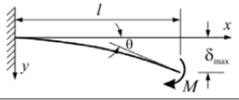
[16] Silva, ÂM. Ergonomia e antropometria: dimensionamento de postos de trabalho em pé. 2008. 180f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade de Aveiro, Aveiro. 2008.

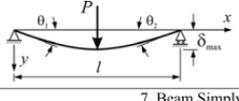
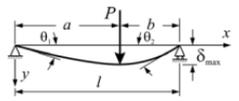
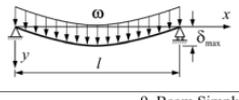
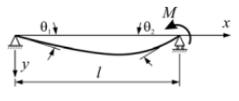
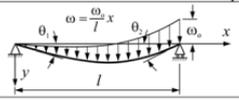
Anexos

Anexo A- Metodología de cálculo

Anexo A- Metodologia de cálculo da flexão

BEAM DEFLECTION FORMULAE

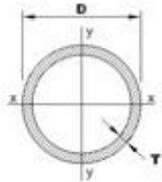
BEAM TYPE	SLOPE AT FREE END	DEFLECTION AT ANY SECTION IN TERMS OF x	MAXIMUM DEFLECTION
1. Cantilever Beam – Concentrated load P at the free end 	$\theta = \frac{Pl^2}{2EI}$	$y = \frac{Px^2}{6EI}(3l-x)$	$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}$
2. Cantilever Beam – Concentrated load P at any point 	$\theta = \frac{Pa^2}{2EI}$	$y = \frac{Px^2}{6EI}(3a-x)$ for $0 < x < a$ $y = \frac{Pa^2}{6EI}(3x-a)$ for $a < x < l$	$\delta_{\max} = \frac{Pa^2}{6EI}(3l-a)$
3. Cantilever Beam – Uniformly distributed load ω (N/m) 	$\theta = \frac{\omega l^3}{6EI}$	$y = \frac{\omega x^2}{24EI}(x^2 + 6l^2 - 4lx)$	$\delta_{\max} = \frac{\omega l^4}{8EI}$
4. Cantilever Beam – Uniformly varying load: Maximum intensity ω_0 (N/m) 	$\theta = \frac{\omega_0 l^3}{24EI}$	$y = \frac{\omega_0 x^2}{120EI}(10l^3 - 10l^2x + 5lx^2 - x^3)$	$\delta_{\max} = \frac{\omega_0 l^4}{30EI}$
5. Cantilever Beam – Couple moment M at the free end 	$\theta = \frac{Ml}{EI}$	$y = \frac{Mx^2}{2EI}$	$\delta_{\max} = \frac{Ml^2}{2EI}$

BEAM TYPE	SLOPE AT ENDS	DEFLECTION AT ANY SECTION IN TERMS OF x	MAXIMUM AND CENTER DEFLECTION
6. Beam Simply Supported at Ends – Concentrated load P at the center 	$\theta_1 = \theta_2 = \frac{Pl^2}{16EI}$	$y = \frac{Px}{12EI}\left(\frac{3l^2}{4} - x^2\right)$ for $0 < x < \frac{l}{2}$	$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$
7. Beam Simply Supported at Ends – Concentrated load P at any point 	$\theta_1 = \frac{Pb(l^2 - b^2)}{6EI}$ $\theta_2 = \frac{Pab(2l - b)}{6EI}$	$y = \frac{Pbx}{6EI}(l^2 - x^2 - b^2)$ for $0 < x < a$ $y = \frac{Pb}{6EI}\left[\frac{l}{b}(x-a)^3 + (l^2 - b^2)x - x^3\right]$ for $a < x < l$	$\delta_{\max} = \frac{Pb(l^2 - b^2)^{3/2}}{9\sqrt{3}EI}$ at $x = \sqrt{(l^2 - b^2)}/3$ $\delta = \frac{Pb}{48EI}(3l^2 - 4b^2)$ at the center, if $a > b$
8. Beam Simply Supported at Ends – Uniformly distributed load ω (N/m) 	$\theta_1 = \theta_2 = \frac{\omega l^3}{24EI}$	$y = \frac{\omega x}{24EI}(l^3 - 2lx^2 + x^3)$	$\delta_{\max} = \frac{5\omega l^4}{384EI}$
9. Beam Simply Supported at Ends – Couple moment M at the right end 	$\theta_1 = \frac{Ml}{6EI}$ $\theta_2 = \frac{Ml}{3EI}$	$y = \frac{Mlx}{6EI}\left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$	$\delta_{\max} = \frac{Ml^2}{9\sqrt{3}EI}$ at $x = \frac{l}{\sqrt{3}}$ $\delta = \frac{Ml^2}{16EI}$ at the center
10. Beam Simply Supported at Ends – Uniformly varying load: Maximum intensity ω_0 (N/m) 	$\theta_1 = \frac{7\omega_0 l^3}{360EI}$ $\theta_2 = \frac{\omega_0 l^3}{45EI}$	$y = \frac{\omega_0 x}{360EI}(7l^4 - 10l^2x^2 + 3x^4)$	$\delta_{\max} = 0.00652 \frac{\omega_0 l^4}{EI}$ at $x = 0.519l$ $\delta = 0.00651 \frac{\omega_0 l^4}{EI}$ at the center

Anexo B catálogos

Anexo B1- Excerto do catálogo da Ferpinta

Perfis ocros circulares



EN 10219-1/2

S235JR

H - S275JOH - S355J2H (EN 10025-2)

Designação do aço

I - Momento de Inércia (cm⁴)

W - Módulo Resistência Elástico (cm³)

i - Raio de Giração (cm)

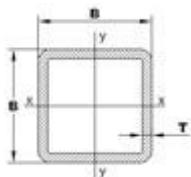
$$E_{aço} = 210 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{ced} = 235 \text{ MPa}$$

$$\rho_{aço} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
Diâmetro (mm) D	Espessura (mm) T	Tubos por Atado	Massa Linear (kg/m)	Peso por Atado (kg)	Secção (cm ²)	I	W	i
100	3	37	7,18	1593	9,14	108	21,5	3,43
100	4	37	9,47	2102	12,1	139	27,8	3,4
100	5	37	12,05	2675	14,3	169	33,8	3,36
100	6	37	14,37	3189	17,7	196	39,3	3,33
100	7	31	16,06	2986	20,44	222,25	44,45	3,3
100	8	31	18,15	3376	23,1	246	49,3	3,26
101,6	2	37	4,91	1090	6,26	77,6	15,3	3,52
101,6	2,5	37	6,11	1356	7,78	95,6	18,8	3,5
101,6	3	37	7,29	1618	9,29	113	22,3	3,49
101,6	4	37	9,63	2138	12,3	146	28,8	3,45
101,6	5	37	11,9	2642	15,2	177	34,9	3,42
101,6	6	37	14,1	3130	18	207	40,7	3,39
101,6	6,3	37	314,8	3286	18,9	215	42,3	3,38
108	3	37	7,77	1724	9,9	136	25,3	3,71
108	4	37	310,26	2277	13,1	177	32,8	3,68
110	3	37	37,92	1757	10,1	144	26,3	3,78
110	4	37	310,46	2321	13,3	187	34,1	3,75
113	3	37	38,14	1807	10,4	127	27,8	3,89
113	4	37	10,75	2387	13,7	204	36,1	3,86
113	5	37	313,32	2956	17	248	43,9	3,82
113	6	31	15,83	2945	20,2	290	51,2	3,79

Perfis ocros quadrados



EN 10219-1/2

S235JRH - S275JOH - S355J2H (EN 10025-2)

Designação do aço

I - Momento de Inércia (cm⁴)

W - Módulo Resistência Elástico (cm³)

i - Raio de Giração (cm)

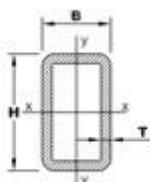
$E_{aço} = 210 \text{ GPa}$

$\sigma_{ced} = 235 \text{ MPa}$

$\rho_{aço} = 7850 \text{ kg/m}^3$

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
Dimensões (mm) D	Espessura (mm) T	Massa Linear (kg/m)	Tubos por Atado	Peso por Atado (kg)	Secção (cm ²)	I	W	i
20	2	1,05	225	1418	1,34	0,69	0,69	0,72
25	2	1,36	196	1599	1,74	1,48	1,19	0,92
25	2,5	1,64	196	1929	2,09	1,69	1,35	0,9
25	3	1,89	196	2223	2,41	1,84	1,47	0,87
30	2	1,68	169	1704	2,14	2,72	1,81	1,13
30	2,5	2,03	169	2058	2,59	3,16	2,1	1,1
30	3	2,36	169	2393	3,01	3,5	2,34	1,08
30	4	2,94	121	2134	3,75	3,97	2,64	1,03
35	3	2,83	121	2055	3,61	5,95	3,4	1,28
38	3	3,12	121	2265	3,97	7,85	4,13	1,41
40	2	2,31	121	1677	2,94	6,94	3,47	1,54
40	2,5	2,82	121	2047	3,59	8,22	4,11	1,51
40	3	3,3	121	2563	4,21	9,32	4,66	1,49
40	4	4,2	64	1613	5,35	11,1	5,54	1,44
40	5	4,99	64	2280	6,36	12,26	6,13	1,39
45	3	3,8	100	2280	4,81	13,8	6,12	1,69
45	4	4,83	64	1855	6,15	16,6	7,38	1,64
50	2	2,93	81	1424	3,74	14,1	5,66	1,95
50	2,5	3,6	81	1750	4,59	16,9	6,78	1,92
50	3	4,25	64	1632	5,41	19,5	7,79	1,9
50	4	5,45	64	2093	6,95	23,7	9,49	1,85
50	5	6,56	42	1653	8,36	27	10,8	1,8

Perfis ocios retangulares



EN 10219-1/2

S235JRH - S275JOH - S355J2H (EN 10025-2)

Designação do aço

I - Momento de Inércia (cm⁴)

W - Módulo Resistência Elástico (cm³)

i - Raio de Giração (cm)

$E_{aço} = 210 \text{ GPa}$

$\sigma_{ced} = 235 \text{ MPa}$

$\rho_{aço} = 7850 \text{ kg/m}^3$

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS											
Dimensões	Espessura (mm)	Peso (kg/m)	Tubos por Atado	Peso por Atado (kg)	Secção (cm ²)	Ixx (cm ⁴)	Wxx (cm ³)	ixx (cm)	Iyy (cm ⁴)	Wyy (cm ³)	Iyy (cm)
70 x 30	3	4,25	84	2140	5,41	30,57	8,74	2,38	7,87	5,25	1,21
70 x 30	4	5,46	54	1768	6,95	37,23	10,64	2,31	9,37	6,25	1,16
70 x 40	3	4,72	72	2038	6,01	37,31	10,66	2,49	15,46	7,73	1,6
70 x 40	4	6,08	54	1971	7,75	45,95	13,13	2,44	18,8	9,4	1,56
70 x 40	5	7,35	42	1852	9,36	52,88	15,11	2,38	21,37	10,69	1,51
70 x 40	6	8,5	42	2142	10,83	58,2	16,63	2,32	23,24	11,62	1,46
70 x 50	2	3,56	63	1346	4,54	31,5	8,99	2,63	18,8	7,5	2,03
70 x 50	2,5	4,39	63	1659	5,59	38	10,9	2,61	22,6	9,04	2,01
70 x 50	3	5,19	35	1090	6,61	44,1	12,6	2,58	26,1	10,4	1,99
70 x 50	4	6,71	35	1409	8,55	54,7	15,6	2,53	32,2	12,9	1,94
70 x 50	5	8,13	35	1707	10,4	63,5	18,1	2,48	37,2	14,9	1,9
70 x 50	6	9,44	35	1983	12,03	70,52	20,15	2,42	40,84	16,34	1,84

Chapa industrial

EN 10025-2

S235JR - S275JO - S355J2

Designação do aço

$$E_{aço} = 210 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{ced} = 235 \text{ MPa}$$

$$\rho_{aço} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Largura de 1000 mm			
Espessuras	Chapa / kg	Chapas / Balote	Balote / kg
1,5	23,55	110	2591
2	31,4	80	2512
2,3	36,11	70	2528
2,5	39,25	64	2512
3	47,1	55	2591
4	62,8	40	2512
5	78,5	32	2512
6	94,2	27	2543
8	125,6	20	2512
10	157	16	2512
12	188,4	14	2638

Propriedades técnicas dos aços

Designação do aço	Propriedades mecânicas
S235JRH (EN 10219-1)	Tensão de cedência superior: $R_{eH} \geq 235 \text{ N/mm}^2$ Tensão de rotura: $R_m = 360-510 \text{ N/mm}^2$ (espessura nominal < 3mm) $R_m = 340-470 \text{ N/mm}^2$ (espessura nominal $\geq 3 \leq 40$ mm)
S275JOH (EN 10219-1)	Tensão de cedência superior: $R_{eH} \geq 275 \text{ N/mm}^2$ Tensão de rotura: $R_m = 430-580 \text{ N/mm}^2$ (espessura nominal < 3mm) $R_m = 410-560 \text{ N/mm}^2$ (espessura nominal $\geq 3 \leq 40$ mm)
S355J2H (EN 10219-1)	Tensão de cedência superior: $R_{eH} \geq 355 \text{ N/mm}^2$ Tensão de rotura: $R_m = 510-680 \text{ N/mm}^2$ (espessura nominal < 3mm) $R_m = 490-630 \text{ N/mm}^2$ (espessura nominal $\geq 3 \leq 40$ mm)

Anexo B2 -Catálogo da Iigus- Veios

DryLin®
shafts

DryLin® Shafts | Product Range

Steel Shafts



Order key

SWM-06-...



Cf53

- Low-priced standard shafts
- Even totally supported with standard aluminum support
- Available shaft materials:
 - ▶ Cf53 steel (1.1213), hardened/smoothed
 - ▶ Cf53 steel (1.1213 HV), hard chromed

● For supported shafts:

- ▶ Shaft support supplied in lengths of 600 mm max.
- ▶ Two hole pitches are available, T2 (standard) or T1
- ▶ Hole pitches symmetrical C5 = C6

Dimensions [mm] – Steel Shafts 1.1213

Part number	d	Weight [kg/m]	Max. length	Effective hardness depth (at 1.1213)
SWM-06	06	0.222	3,000	0.8
SWM-08	08	0.359	4,000	0.9
SWM-10	10	0.617	4,000	0.9
SWM-12	12	0.888	6,000	1.0
SWM-16	16	1.578	6,000	1.2
SWM-20	20	2.466	6,000	1.6
SWM-25	25	3.853	6,000	1.8
SWM-30	30	5.549	6,000	2.0
SWM-40	40	9.865	6,000	2.2
SWM-50	50	15.413	6,000	2.4

Dimensions [mm] – Hard chromed Steel Shafts 1.1213

Part number	d	Weight [kg/m]	Max. length	Effective hardness depth (at 1.1213)
SWMH-06	06	0.222	3,000	0.8
SWMH-08	08	0.359	4,000	0.9
SWMH-10	10	0.617	4,000	0.9
SWMH-12	12	0.888	6,000	1.0
SWMH-16	16	1.578	6,000	1.2
SWMH-20	20	2.466	6,000	1.6
SWMH-25	25	3.853	6,000	1.8
SWMH-30	30	5.549	6,000	2.0
SWMH-40	40	9.865	6,000	2.2
SWMH-50	50	15.413	6,000	2.4

Order example: SWM-16-500 corresponds to a steel shaft 16 mm Ø 1.1213, 500 mm in length.

848 Lifetime calculation, CAD files and much more support ▶ www.igus.eu/eu/shafts

Anexo B3-Catálogo da INA e Fag

Flange FLCTE25



Housing units FLCTE25 (Series FLCTE)



two-bolt flanged housing units, cast iron, eccentric locking collar, P seals, without relubrication facility

The datasheet is only an overview of dimensions and basic load ratings of the selected product. Please always observe all the guidelines in these overview pages. Further information is given on many products under the menu item "Description". You can also order comprehensive information via the Catalogue ordering system (<http://www.ina.de/content.ina.de/en/mediathek/library/library.jsp>) or by telephone on +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	25 mm	
H	97 mm	
U	33,4 mm	
A1	17,5 mm	
A2	9,9 mm	
B1	31 mm	
d ₃	37,5 mm	
max		
J	76,2 mm	
L	71 mm	
N	9 mm	
m	0,47 kg Mass	
C _r	14000 N Basic dynamic load rating, radial	
C _{0r}	7800 N Basic static load rating, radial	
	GG.LCTE05 Designation of housing	
	RAE25-NPP-B Designation of bearing	

Rolamento axial



Axial deep groove ball bearings 51100 (Series 511)

main dimensions to DIN 711/ISO 104, single direction,
separable

The datasheet is only an overview of dimensions and basic load ratings of the selected product. Please always observe all the guidelines in these overview pages. Further information is given on many products under the menu item "Description". You can also order comprehensive information via the Catalogue selection system (<http://www.fag.de/content.fag.de/en/mediathek/library/library.jsp>) or by telephone on +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	10 mm	
D	24 mm	
T	9 mm	
D1	11 mm	
d1	24 mm	
Da	16 mm	
max		
da	18 mm	
min		
fa	0,3 mm	
max		
rmin	0,3 mm	
m	0,018 kg Mass	
Ca	10000 N Basic dynamic load rating, axial	
C0a	14000 N Basic static load rating, axial	
A	0,0010 Minimum load factor	
nG	12700 1/min Limiting speed	
Cua	620 N Fatigue limit load, axial	

Rolamento Radial

FAG



Deep groove ball bearings 6000-C (Series 60..-C)

modified internal construction (Generation C), main dimensions to DIN 625-1

The datasheet is only an overview of dimensions and basic load ratings of the selected product. Please always observe all the guidelines in these overview pages. Further information is given on many products under the menu item "Description". You can also order comprehensive information via the Catalogue selection system (<http://www.fag.de/content.fag.de/en/mediathek/library/library.jsp>) or by telephone on +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	10 mm	
D	26 mm	
B	8 mm	
D ₂	23,4 mm	
d ₂	13,4 mm	
D _a max	24 mm	
d _a min	12 mm	
f _a max	0,3 mm	
f _{min}	0,3 mm	
m	0,019 kg Mass	
C _r	5000 N Basic dynamic load rating, radial	
C _{0r}	1970 N Basic static load rating, radial	
n _G	44500 1/min Limiting speed	
n _B	30000 1/min Reference speed	
C _{ur}	133 N Fatigue limit load, radial	

Flange FLCTE17



Housing units FLCTE17 (Series FLCTE)



two-bolt flanged housing units, cast iron, eccentric locking collar, P seals, without relubrication facility

The datasheet is only an overview of dimensions and basic load ratings of the selected product. Please always observe all the guidelines in these overview pages. Further information is given on many products under the menu item "Description". You can also order comprehensive information via the Catalogue ordering system (<http://www.ina.de/content.ina.de/en/mediathek/library/library.jsp>) or by telephone on +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	17 mm	
H	81 mm	
U	30,5 mm	
A1	15 mm	
A2	8,4 mm	
B1	28,6 mm	
d3	28 mm	
max		
J	63,5 mm	
L	58,7 mm	
N	6,6 mm	
U	30,5 mm	
m	0,3 kg Mass	
Cr	9800 N Basic dynamic load rating, radial	
C0r	4750 N Basic static load rating, radial	
	GG.LCTE03 Designation of housing	
	RAE17-NPP-B Designation of bearing	



Deep groove ball bearings 6000-C (Series 60..-C)

modified internal construction (Generation C), main
dimensions to DIN 625-1

The datasheet is only an overview of dimensions and basic load ratings of the selected product. Please always observe all the guidelines in these overview pages. Further information is given on many products under the menu item "Description". You can also order comprehensive information via the Catalogue selection system

(<http://www.fag.de/content.fag.de/en/mediathek/library/library.jsp>) or by telephone on +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	10 mm
D	26 mm
B	8 mm
D ₂	23,4 mm
d ₂	13,4 mm
D _a max	24 mm
d _a min	12 mm
f _a max	0,3 mm
f _{min}	0,3 mm
m	0,019 kg Mass
C _r	5000 N Basic dynamic load rating, radial
C _{0r}	1970 N Basic static load rating, radial
n _G	44500 1/min Limiting speed
n _B	30000 1/min Reference speed
C _{ur}	133 N Fatigue limit load, radial

Anexo –B4-Catálogo da Fabory –

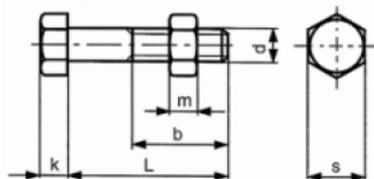
Parafusos e porca M8

08200120130

D601/555 4.6 ZPL HX BLT M12X130



Brand	-
UBB Code	950351094954
UNSPSC Code	31161620
EAN Code	8715492551696
Head shape	hexagon head
Thread	Metric thread
Class	≥4.6
Material	Steel
Surface treatment	Zinc plated
Driving features	hexagon



b (min.): L>200mm	49
b (min.): 125mm<L≤200mm	36
b (min.): L≤125mm	30
s	19
m	10
k	7,5
P	1,75
L	130
d	M12
Packaging (Piece)	50.0



Copyright Fabory Group

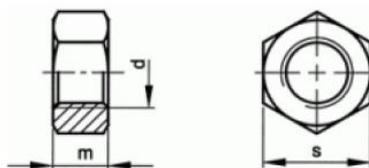
Porca sextavada M10

01100100001

D934|8| PORCA SEXT M10



Marca	-
Código UBB	950355000817
Código UNSPSC	31161727
Código EAN	8715492023001
Driving features	sextavado
Material	Aço
Classe	8
Rosca	Métrica



s	17
m	8
P	1,5
d	M10
Embalagem (Peça)	250.0



Copyright Fabory Group

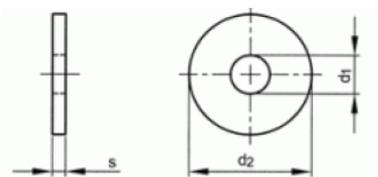
Anilha M10

38073100001

NFE25-513 AÇO AN EP TP LL M10



Marca	-
Código UBB	950356487997
Código UNSPSC	31161807
Código EAN	8715492777065
Tipo	LL
Material	Aço



s	2
d2 (max.)	36
d1 (min.)	10,5
Para diâm. nom.	M10
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

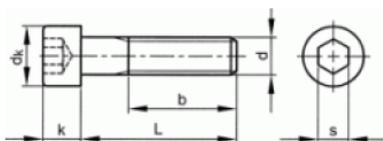
Parafuso sextavado M8x50

07000080050

D912 12.9 PF CIL INT M8X50



Marca	-
Código UBB	950351372152
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492044792
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	8
dk (max.)	13
Rosca total C ≤	35
s	6
bEN	28
P	1,25
L	50
d	M8
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

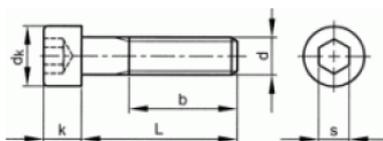
Parafuso sextavado M5x30

07000050030

D912 12.9 PF CIL INT M5X30



Marca	-
Código UBB	950351367871
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492043900
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	5
dk (max.)	8,5
Rosca total C ≤	25
s	4
bEN	22
P	0,8
L	30
d	M5
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

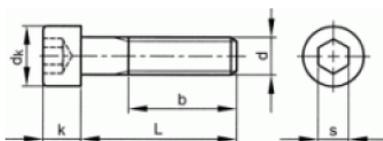
Parafuso sextavado M5x20

07000050020

D912 12.9 PF CIL INT M5X20



Marca	-
Código UBB	950351367616
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492043870
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	5
dk (max.)	8,5
Rosca total C ≤	25
s	4
bEN	22
P	0,8
L	20
d	M5
Embalagem (Peça)	200.0

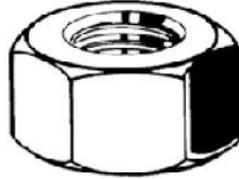


Copyright Fabory Group

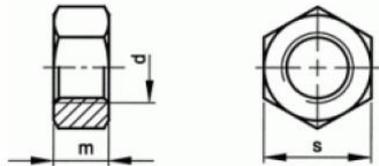
Porca sextavada M5

01100050001

D934|8| PORCA SEXT M5



Marca	-
Código UBB	950355000403
Código UNSPSC	31161727
Código EAN	8715492022943
Driving features	sextavado
Material	Aço
Classe	8
Rosca	Métrica



s	8
m	4
P	0,8
d	M5
Embalagem (Peça)	250.0



Copyright Fabory Group

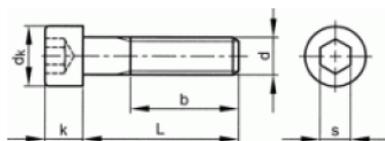
Parafuso sextavado M8x40

07000080040

D912 12.9 PF CIL INT M8X40



Marca	-
Código UBB	950351371998
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492044778
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	8
dk (max.)	13
Rosca total C ≤	35
s	6
bEN	28
P	1,25
L	40
d	M8
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

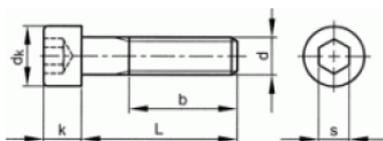
Parafuso sextavado M8x16

07000080016

D912 12.9 PF CIL INT M8X16



Marca	-
Código UBB	950351371329
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492044709
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	8
dk (max.)	13
Rosca total C ≤	35
s	6
bEN	28
P	1,25
L	16
d	M8
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

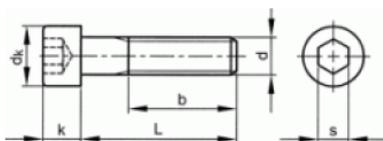
Parafuso sextavado M6x25

07000060025

D912 12.9 PF CIL INT M6X25



Marca	-
Código UBB	950351369513
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492044280
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	6
dk (max.)	10
Rosca total C ≤	30
s	5
bEN	24
P	1
L	25
d	M6
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

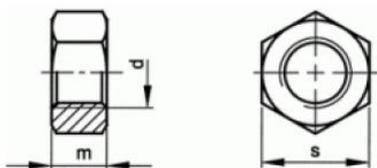
Porca sextavada M6

01100060001

D934|8| PORCA SEXT M6



Marca	-
Código UBB	950355000577
Código UNSPSC	31161727
Código EAN	8715492022967
Driving features	sextavado
Material	Aço
Classe	8
Rosca	Métrica



s	10
m	5
P	1
d	M6
Embalagem (Peça)	250.0



Copyright Fabory Group

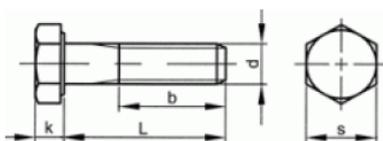
Parafuso M10

01000100100

D931 8.8 PRF SEXT M10X100/S=17



Marca	-
Código UBB	950351006438
Código UNSPSC	31161620
Código EAN	8715492007735
Rosca	Métrica
Classe	8.8
Material	Aço
Driving features	sextavado
PL - Kopsoort	cabeça sextavada



b (min.): L>200mm	45
b (min.): 125mm<L≤200mm	32
b (min.): L≤125mm	26
s	17
k	6,4
P	1,5
D.e.f.	17
L	100
d	M10
Embalagem (Peça)	100.0

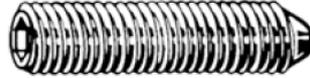


Copyright Fabory Group

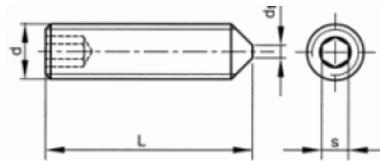
Parafuso sextavado interior M3x10

07800030010

D914 CL.45H PERNO M3X10



Marca	-
Código UBB	950351498221
Código UNSPSC	31161518
Código EAN	8715492156945
Driving features	sextavado interior
Rosca	Métrica
Classe	45H
Material	Aço



s	1,5
P	0,5
L	10
d	M3
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

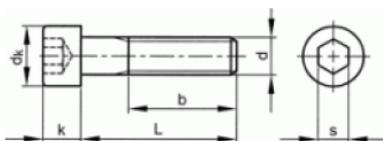
Parafuso sextavado M8x20

07000080020

D912 12.9 PF CIL INT M8X20



Marca	-
Código UBB	950351371576
Código UNSPSC	31161605
Código EAN	8715492044723
PL - Kopsoort	cabeça cilíndrica
Rosca	Métrica
Classe	12.9
Material	Aço
Driving features	sextavado interior



k (max.)	8
dk (max.)	13
Rosca total C ≤	35
s	6
bEN	28
P	1,25
L	20
d	M8
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

Anilha M14

38031140001	AÇO ZEN ANILHA M14
Marca	-
Código UBB	950356207312
Código UNSPSC	31161807
Código EAN	8715493223431
NEN	2269 A
s	2,5
d2	28
d1	15
Para diâm. nom.	M14
Embalagem (Peça)	100.0



Copyright Fabory Group

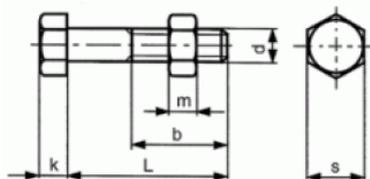
Parafuso e porca M6

08200060040

D601/555 4.6 ZEN PF M6X40



Marca	-
Código UBB	950351087370
Código UNSPSC	31161620
Código EAN	8715492550903
PL - Kopsoort	cabeça sextavada
Rosca	Métrica
Classe	≥4.6
Material	Aço
Tratamento de superfície	Zincado
Driving features	sextavado



b (min.): L>200mm	37
b (min.): 125mm<L≤200mm	24
b (min.): L≤125mm	18
s	10
m	5
k	4
P	1
L	40
d	M6
Embalagem (Peça)	200.0



Copyright Fabory Group

Anilha M14

38031140001	AÇO ZEN ANILHA M14
Marca	-
Código UBB	950356207312
Código UNSPSC	31161807
Código EAN	8715493223431
NEN	2269 A
s	2,5
d2	28
d1	15
Para diâm. nom.	M14
Embalagem (Peça)	100.0

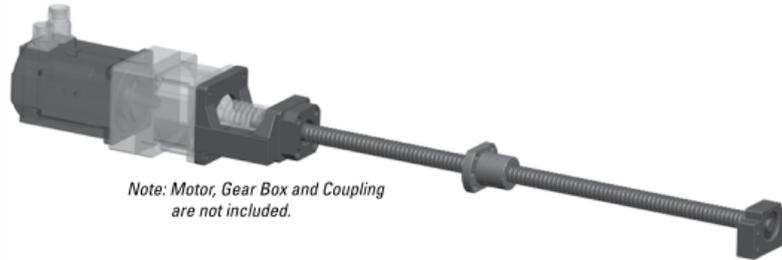


Copyright Fabory Group

Anexo B5-Catálogo da Thomson - Fuso



How to Select an Metric Series Ball Screw Assembly



Step 1 - Select system based on load capacity and mounting configuration

- Table below indicates maximum axial load that selected ball nut diameter and end configuration can support
- Select a ball screw diameter / end support configuration with a load capacity exceeding application requirement

Table 1 - End Support Axial Load Capacity

Ball Screw Dia.	BK - BK	BK - BF	FK - FK	FK - FF	MK - BK	MK - BF	WK - WK
12mm	2,600 N	1,300 N	2,600 N	1,300 N	2,600 N	1,300 N	-
16mm	3,000 N	1,500 N	3,000 N	1,500 N	3,000 N	1,500 N	-
20mm	3,450 N	1,725 N	3,450 N	1,725 N	3,450 N	1,725 N	-
25mm	6,575 N	3,288 N	8,300 N	4,150 N	7,438 N	4,150 N	26,600 N
32mm	10,300 N	5,150 N	10,300 N	5,150 N	-	-	26,600 N
40mm	14,800 N	7,400 N	14,800 N	7,400 N	-	-	40,500 N
50mm	29,500 N	14,750 N	-	-	-	-	52,000 N

Step 2 - Select lead

- Select preload if zero lash is required
- Select lead based on required speed
- Linear speed (in/min) = (RPM) x (Lead)

Table 2 - Ball Nut Part Number

Flanged Nut	Cylindrical Nut	Threaded Nut	Maximum Screw Length (mm)
12 x 5	KGM-N-1205-RH-00	-	1,500
16 x 5	KGM-D-1605-RH-EE	7832778	6,000
16 x 10	KGM-D-1610-RH-EE	-	6,000
20 x 5	KGM-D-2005-RH-EE	7832781	6,000
25 x 5	KGM-D-2505-RH-EE	7832788	6,000
25 x 10	KGM-D-2510-RH-EE	7832792	6,000
25 x 20	KGM-D-2520-RH-EE	-	6,000
25 x 25	KGM-D-2525-RH-EE	-	6,000
25 x 50	KGM-D-2550-RH-EE	-	6,000
32 x 5	KGM-D-3205-RH-EE	7832797	6,000
32 x 10	KGM-D-3210-RH-EE	-	6,000
32 x 20	KGM-D-3220-RH-EE	-	6,000
32 x 32	KGM-D-3232-RH-EE	-	6,000
32 x 40	KGM-N-3240-RH-EE	-	6,000
40 x 5	KGM-D-4005-RH-EE	7832806	6,000
40 x 10	KGM-D-4010-RH-EE	7832810	6,000
40 x 20	KGM-D-4020-RH-EE	-	6,000
40 x 40	KGM-D-4040-RH-EE	-	6,000
50 x 10	KGM-N-5010-RH-EE	7832819	6,000
50 x 20	KGM-N-5020-RH-EE	-	6,000

Step 3 - Verify life requirement of ball nut and end support

- Calculate life of ball screw assembly using $L_{10} = (Cam / Load)^5$ million revolutions
 - Calculate life of end supports using $L_{10} = (Cam / Load \text{ per support})^3$ million revolutions
- i.e. : Divide load by 2 if using 2 BK-BK, FK-FK, MK-BK, or WK-WK.*

Table 3 - Component Dynamic Capacity

Flanged Nut	Cylindrical Nut	Threaded Nut	BK Support	FK / MK Support	WK Support
12 x 5	4.4	-	1.9	1.9	-
16 x 5	9.3	12.1	2.1	2.1	-
16 x 10	15.4	-	2.1	2.1	-
20 x 5	10.5	14.8	2.4	2.4	-
25 x 5	12.3	20.4	4.2	10.2	26.6
25 x 10	13.2	19.9	4.2	10.2	26.6
25 x 20	13.0	-	4.2	10.2	26.6
25 x 25	16.7	-	4.2	10.2	26.6
25 x 50	15.4	-	4.2	10.2	26.6
32 x 5	21.5	23.3	7.0	12.3	40.5
32 x 10	33.4	-	7.0	12.3	40.5
32 x 20	29.7	-	7.0	12.3	40.5
32 x 32	18.0	-	7.0	12.3	40.5
32 x 40	14.9	-	7.0	12.3	40.5
40 x 5	23.8	26.3	9.2	16.1	43.0
40 x 10	38.0	78.6	9.2	16.1	43.0
40 x 20	33.3	-	9.2	16.1	43.0
40 x 40	35.0	-	9.2	16.1	43.0
50 x 10	68.7	97.8	18.0	-	52.0
50 x 20	60.0	-	18.0	-	52.0

Anexo B6- Excerto do catálogo Trinetos

Catálogo metais não ferrosos, pág. 2[xx]



METAIS NÃO FERROSOS

O - 1



Código	Descrição	Preço
3105000250	Varão Alumínio Red. 25 mm	€ 14,60
3105000300	Varão Alumínio Red. 30 mm	€ 14,60
3105000600	Varão Alumínio Red. 60 mm	€ 14,60
3105001000	Varão Alumínio Red. 100 mm	€ 14,60
3105001600	Varão Alumínio Red. 160 mm	€ 14,60
3105001750	Varão Alumínio Red. 175 mm	€ 14,60
3105300020	Chapa Alumínio M/Rijo 2 mm	€ 5,40
3105300025	Chapa Alumínio M/Rijo 2,5 mm	€ 5,76
3105300030	Chapa Alumínio M/Rijo 3 mm	€ 5,55
3105300035	Chapa Alumínio Antiderrapante 3 mm	€ 5,90
3105300040	Chapa Alumínio M/Rijo 4 mm	€ 7,46
3105300050	Chapa Alumínio M/Rijo 5 mm	€ 5,38
3105300060	Chapa Alumínio M/Rijo 6 mm	€ 5,38
3105300080	Chapa Alumínio M/Rijo 8 mm	€ 6,26
3105300010	Chapa Alumínio liso 2000x1000x1mm	€ 4,87
3105300015	Chapa Alumínio liso 3000x1500x1,5mm	€ 4,44
3105300100	Chapa Alumínio M/Rijo 10mm	€ 6,65

3111000130	Bronze CB1 Red. 13 mm	€ 4,92
3111000160	Bronze CB1 Red. 16 mm	€ 4,92
3111000210	Bronze CB1 Red. 21 mm	€ 4,92
3111000260	Bronze CB1 Red. 26 mm	€ 4,92
3111000310	Bronze CB1 Red. 31 mm	€ 4,92
3111000360	Bronze CB1 Red. 36 mm	€ 4,92
3111000410	Bronze CB1 Red. 41 mm	€ 4,92
3111000460	Bronze CB1 Red. 46 mm	€ 4,92
3111000510	Bronze CB1 Red. 51 mm	€ 4,92
3111000560	Bronze CB1 Red. 56 mm	€ 4,92
3111000610	Bronze CB1 Red. 61 mm	€ 4,92
3111021009	Bronze CB1 21 x 9 mm	€ 4,92
3111026009	Bronze CB1 26 x 9 mm	€ 5,72
3111026014	Bronze CB1 26 x 14 mm	€ 5,72
3111031014	Bronze CB1 31 x 14 mm	€ 5,72
3111031019	Bronze CB1 31 x 19 mm	€ 5,72
3111036014	Bronze CB1 36 x 14 mm	€ 5,72
3111036019	Bronze CB1 36 x 19 mm	€ 4,92
3111036024	Bronze CB1 36 x 24 mm	€ 4,92
3111041019	Bronze CB1 41 x 19 mm	€ 4,92
3111041024	Bronze CB1 41 x 24 mm	€ 4,92
3111041029	Bronze CB1 41 x 29 mm	€ 4,92
3111046019	Bronze CB1 46 x 19 mm	€ 5,72
3111046024	Bronze CB1 46 x 24 mm	€ 4,92
3111046029	Bronze CB1 46 x 29 mm	€ 5,72
3111046034	Bronze CB1 46 x 34 mm	€ 4,92
3111051024	Bronze CB1 51 x 24 mm	€ 5,72
3111051029	Bronze CB1 51 x 29 mm	€ 4,92
3111051034	Bronze CB1 51 x 34 mm	€ 5,72
3111051039	Bronze CB1 51 x 39 mm	€ 4,92
3111056024	Bronze CB1 56 x 24 mm	€ 4,92
3111056029	Bronze CB1 56 x 29 mm	€ 4,92
3111056034	Bronze CB1 56 x 34 mm	€ 4,92
3111056039	Bronze CB1 56 x 39 mm	€ 4,92
3111061024	Bronze CB1 61 x 24 mm	€ 5,72
3111061029	Bronze CB1 61 x 29 mm	€ 4,92
3111061034	Bronze CB1 61 x 34 mm	€ 5,72
3111061039	Bronze CB1 61 x 39 mm	€ 5,72
3111061044	Bronze CB1 61 x 44 mm	€ 5,72
3111066029	Bronze CB1 66 x 29 mm	€ 4,92
3111066034	Bronze CB1 66 x 34 mm	€ 4,92



TRINETOS,Lda

Preços sujeitos a IVA à taxa legal em vigor, os preços poderão ser alterados sem aviso prévio:

Anexo B7- Catálogo Item

Catálogo geral da Item “características técnicas” 2013, pág. 598-605



Technical Data for Section 1 – Profiles and accessories



Extruded Profile

Symbol Al Mg Si 0.5 F 25
Material number 3.3206.72
Status: artificially aged

Mechanical values (apply only in pressing direction)

Tensile strength R_m min. 245 N/mm²
Yield point $R_{p0.2}$ min. 195 N/mm²
Density 2.7 kg/dm³
Ductile yield A_5 min. 10 %
Ductile yield A_{10} min. 8 %
Linear coefficient of expansion 23.6x10⁻⁶ 1/K
Modulus of elasticity E approx. 70,000 N/mm²
Modulus of rigidity G approx. 25,000 N/mm²
Hardness approx. 75 HB - 2.5/187.5

Tolerances

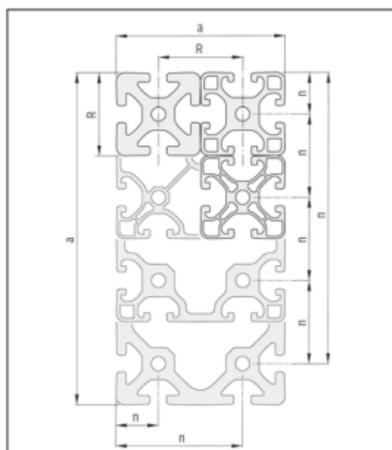
Deformations such as straightness and flatness tolerance to DIN EN 12020 Part 2.
Profiles not cut to size may be up to 100 mm longer than specified, due to manufacturing methods.

Surface

The aluminium profiles are natural (C0) or black (C35) anodized and are therefore permanently resistant to scratching and corrosion. Surface with matt finish (E 6), compressed with anodic oxidation. Minimum layer thickness 10 µm, layer hardness 250 - 350 HV. The all-round hard anodized surface covering makes saw cuts virtually burr-free, thereby eliminating the need for remachining.

All standard Profiles and Profiles "light" and Profiles "E" feature defined points of support on the Profile exterior and inclined groove flanks. These ensure a firm and stable connection with other components. Thanks to controlled elastic deformation in the groove flanks, the fastening screw creates a vibration-free connection.

Groove position, external dimensions and modular dimensions

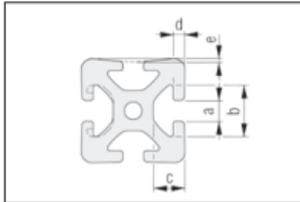


Modular dimension R [mm]

20	30	40	50	60

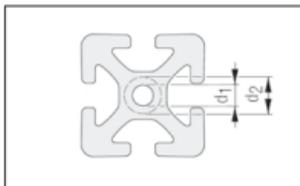
Profile edge length a [mm]		Tolerances of external dimensions a and groove position n ± [mm]
from	up to	
0	10	0.10
10	20	0.15
20	40	0.20
40	60	0.30
60	80	0.40
80	100	0.45
100	120	0.50
120	160	0.60
160	240	0.80
240	320	1.50

Groove Dimensions

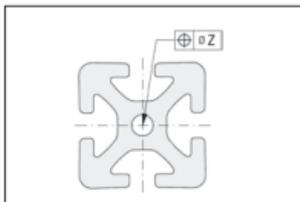


	6	6	6	10	12
a	5.0 ^{+0.3}	6.2 ^{+0.3}	8.0 ^{+0.4}	10.0 ^{+0.4}	12.0 ^{+0.4}
b	11.5 ^{+0.3}	16.3 ^{+0.3}	20.0 ^{+0.4}	25.0 ^{+0.4}	30.0 ^{+0.3}
c	6.35 ^{+0.15}	9.75 ^{+0.2}	12.25 ^{+0.3}	15.5 ^{+0.3}	18.3 ^{+0.3}
d	1.8 ^{+0.1}	3.0 ^{-0.25}	4.5 ^{+0.3}	5.3 ^{+0.3}	6.6 ^{+0.3}
e	0.15 ^{+0.1}	0.15 ^{+0.1}	0.2 ^{+0.1}	0.25 ^{+0.1}	0.3 ^{+0.1}

Core Bores



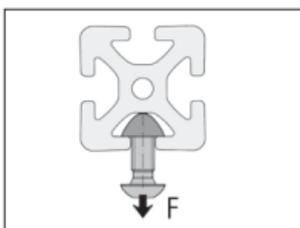
	6	6	6	10	12
Drilled hole d ₁	∅ 4.3 ^{+0.1} mm for M5	∅ 5 ^{+0.2} mm for M6	∅ 6.8 _{0.2} mm for M8	∅ 8.5 _{0.2} ^{+0.1} mm for M10	∅ 10.2 _{0.2} mm for M12
Reborable up to d ₂	∅ 6 mm or M6	∅ 8 mm or M8	∅ 13 mm or M12 (not Profile E)	∅ 16 mm or M16 (not Profile E)	∅ 20 mm or M20



The hole position tolerance depends on the number of core bores and the profile contour.

Profiles with Open Grooves		Closed Grooves	
Number of Holes	z [mm]	Number of Holes	z [mm]
1	0.4	1	0.6
2 to 4	0.6	> 1	0.8
> 4	0.8		

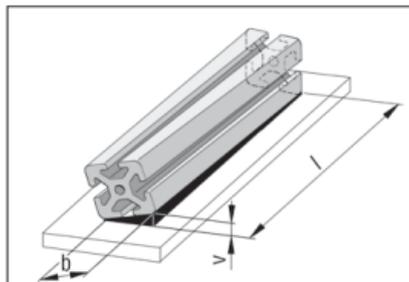
Tensile Loading



Groove shape	6	6	6	10	12
Normal	500 N	1,750 N	5,000 N	7,000 N	10,000 N
Light		500 N	2,500 N		5,000 N
E			1,750 N	3,500 N	

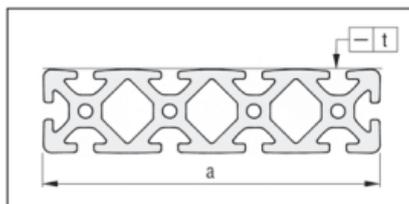
The permissible tensile forces F on the groove flanks. These nominal loads include safety factors (S > 2) against plastic deformation.

Torsion



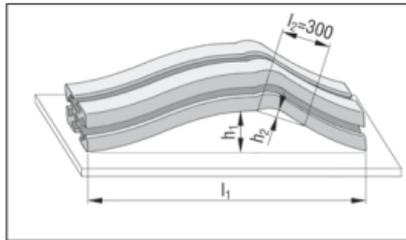
b [mm]		Torsion tolerance v for Length l [mm]					
from	up to	up to 1,000	up to 2,000	up to 3,000	up to 4,000	up to 5,000	up to 6,000
-	25	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0
25	50	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.0
50	75	1.0	1.2	1.2	1.5	2.0	2.0
75	100	1.0	1.5	1.8	2.2	2.5	3.0
100	125	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	3.0
125	150	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	3.0
150	200	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.5
200	300	1.8	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
300	320	2.0	2.0	3.5	4.0	4.5	5.0

Straightness Tolerance transverse



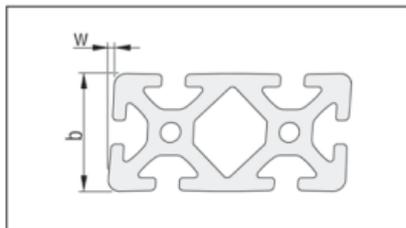
Width a [mm]		Straightness Tolerance
from	up to	t [mm]
0	80	0.3
80	120	0.4
120	160	0.5
160	240	0.7
240	320	1.0

Straightness Tolerance longitudinal



Length l ₁ [mm]	Tolerances	
	h ₁ [mm]	h ₂
up to 1,000	0.7	For every length section of l ₂ = 300 mm, a maximum deviation of 0.3 mm is allowed
up to 2,000	1.3	
up to 3,000	1.8	
up to 4,000	2.2	
up to 5,000	2.6	
up to 6,000	3.0	

Angular Tolerance



Width b [mm]		Angular Tolerance
from	up to	w ± [mm]
0	20	0.2
20	40	0.4
40	80	0.6
80	120	0.8
120	200	1.2
200		1.5

Construction profiles: Determination of the Profile Deflection

The following equations apply for calculating deflection f:

Example load 1

$$f = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I \times 10^4}$$

Example load 2

$$f = \frac{F \times l^3}{48 \times E \times I \times 10^4}$$

Example load 3

$$f = \frac{F \times l^3}{192 \times E \times I \times 10^4}$$

The following equations are to be used for calculating the deflection caused by the dead weight:

As example load 1

$$f = \frac{F \times l^3}{8 \times E \times I \times 10^4}$$

As example load 2

$$f = \frac{5 \times F \times l^3}{384 \times E \times I \times 10^4}$$

As example load 3

$$f = \frac{F \times l^3}{384 \times E \times I \times 10^4}$$

F = Load in N
 l = Free profile length in mm
 I = Moment of inertia in cm⁴
 E = Modulus of elasticity in N/mm²
 E_M = 70,000 N/mm²

An approximate calculation of the deflection is possible with the help of the nomogram shown on the right. The example shown is worked through in the direction of the arrow to determine the deflection.

Example:

Given:
 F = 1,000 N
 l = 500 mm
 I_y = 5,14 cm⁴ (Profile 5 40x20, upright)

Find:
 f = Deflection in mm

Results:
 Example load 1
 f = 11.6 mm

Example load 2
 f = 0.72 mm

Example load 3
 f = 0.18 mm

The bending values that are either calculated or determined using graphs must be added to the deflection caused by the dead weight of the profiles.

For an approximate calculation of the deflection caused by the dead weight, the dead weight is entered as F in the nomogram and the resulting values should be halved.

Check of the bending stress

$$\sigma = \frac{M_b}{W \times 10^3}$$

σ = Bending stress in N/mm²
 M_b = Max. bending moment in Nmm
 W = Resistance moment in cm³
 R_{p0.2,M} = 195 N/mm²

The calculated bending stress σ must be compared with the permissible bending stress σ_{perm}.

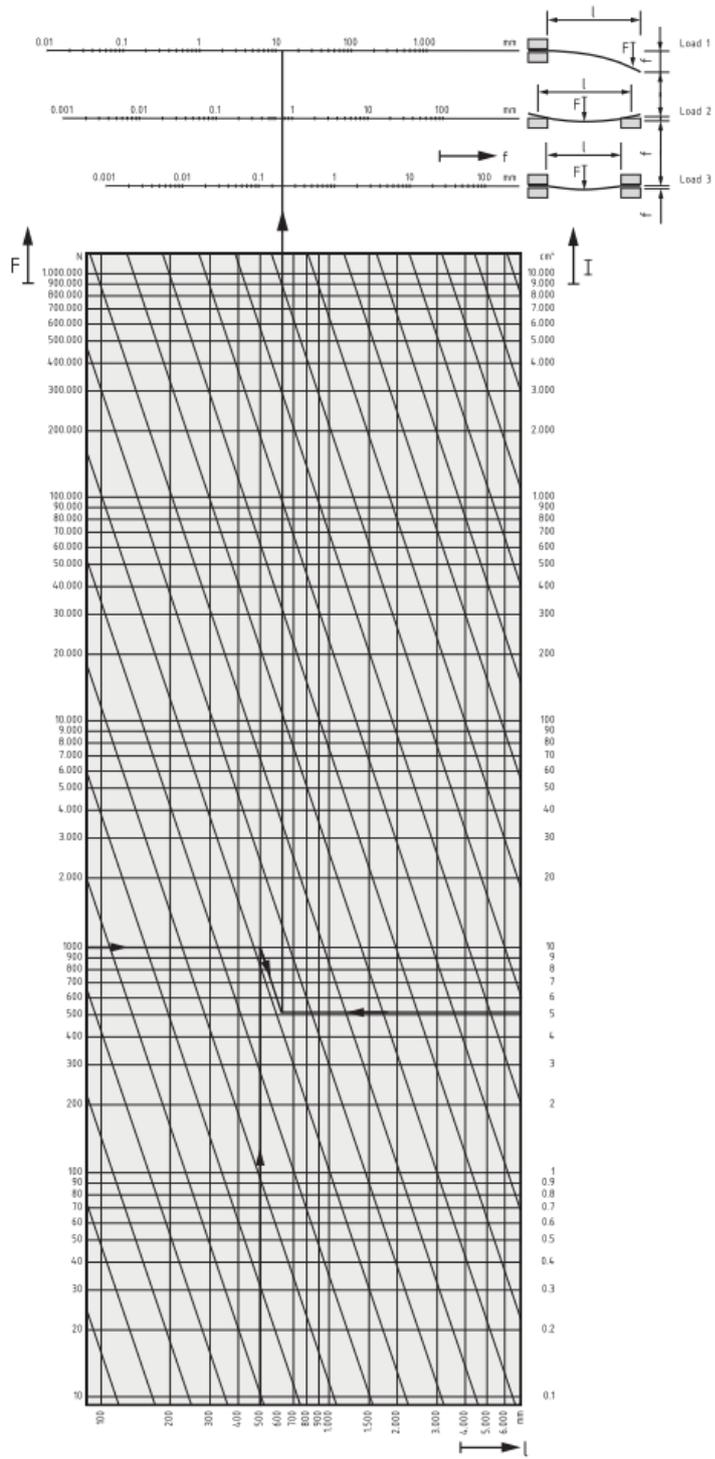
$$\sigma_{perm} = \frac{R_{p0.2}}{S}$$

The safety factor S must be selected depending on the required application conditions.



Note:

Calculate the deflection in a profile easily online: A profile deflection calculator that takes into account all three load scenarios is available online at www.item24.com.



Construction profiles: Determination of the torsion angle

The following equations apply for calculating the torsion angle ϑ :

Example load 1

$$\vartheta = \frac{180^\circ \times M_t \times l}{\pi \times G \times I_t \times 10}$$

Example load 2

$$\vartheta = \frac{180^\circ \times M_t \times l}{\pi \times 4 \times G \times I_t \times 10}$$

Where:

M_t = Torsional moment in Nm
 l = Free profile length in mm
 I_t = Moment of inertia in cm⁴
 G = Modulus of rigidity in N/mm²
 $G_M = 25.000 \text{ N/mm}^2$
 ϑ = Torsion angle in decimal degrees

The example shown on the nomogram opposite is based on the free profile length and a given torsional moment. The result is the torsion angle as a deformation of Profile 5 40x40.

It is naturally also possible to use the nomogram in reverse and begin with a maximum permissible torsion to calculate the required profile sizes or the maximum loading moments for a specified profile length.

Example:

Given:

$M_t = 20 \text{ Nm}$

$l = 500 \text{ mm}$

$I_t = 5.42 \text{ cm}^4$ (Profile 5 40x40)

Find:

ϑ = Torsion angle in decimal degrees

Results:

Example load 1

$\vartheta = 0.42^\circ$

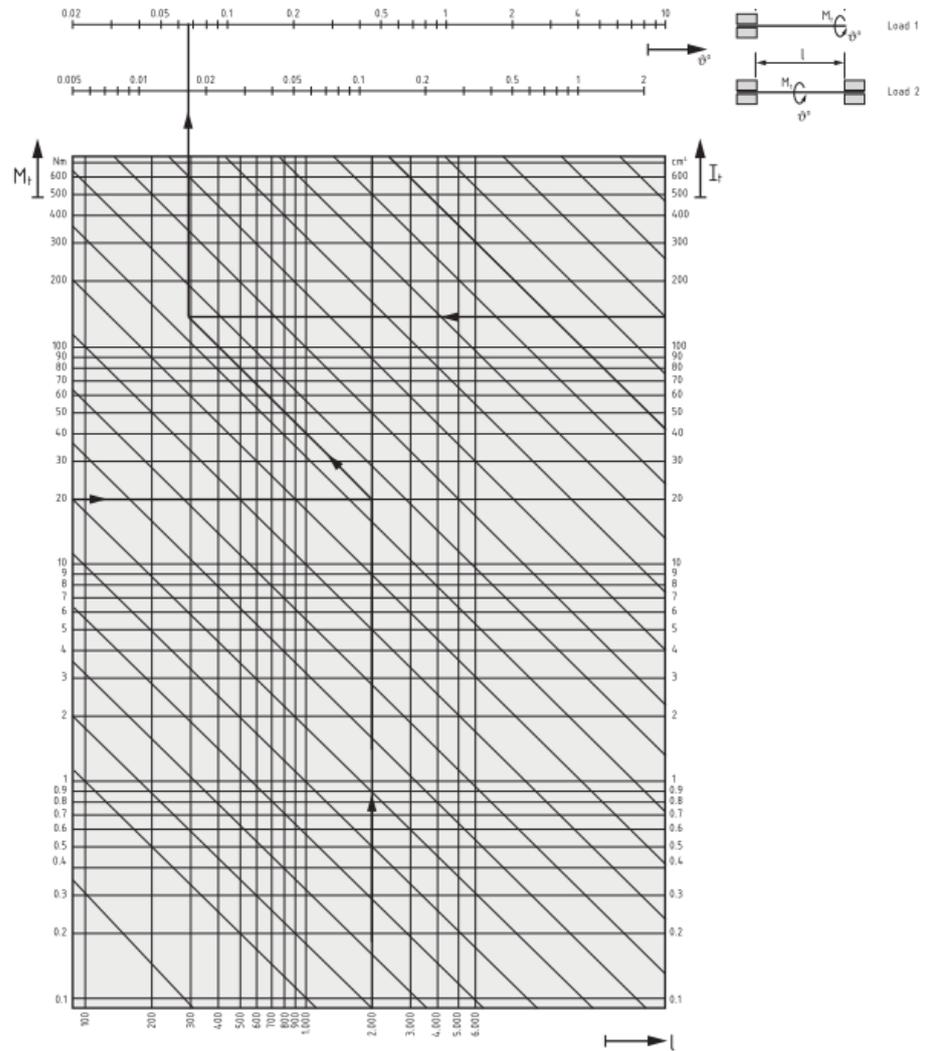
Example load 2

$\vartheta = 0.11^\circ$

The values for the profiles' torsional moments of inertia were determined experimentally or through an approximate calculation. Component tolerances and simplifying assumptions mean the actual torsion angles can differ from the calculated value by up to 15%.

Check of the torsional stress

In practice, the criterion for a profile to fail under a torsional load is less the fact that the permissible torsional stress is exceeded, but rather the presence of excessive twist (torsion angle) even though it is still within the elastic limit. This deformation greatly impairs correct functioning of the components. Consequently, a more torsionally rigid profile must be selected long before the permissible stress values are reached.



Fixador



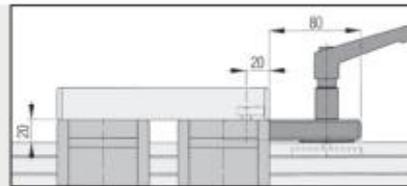
Slide Clamp 8 heavy-duty

- Hold slides in place
- Large clamping area for high holding force
- Can be used with any slide design

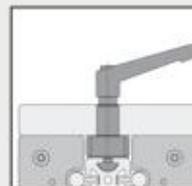


Slide Clamp 8 heavy-duty is used for securing the guide slide relative to the guide profile. It can be screw-connected under any carriage of item's linear slides where there is a clearance of 20 mm to the guide profile.

It is advisable to additionally pin Slide Clamp 8 heavy-duty to the sliding profile (dowel DIN 6325-5m6 x 30). Fixing bores have already been provided in Slide Clamp 8 heavy-duty for this purpose.

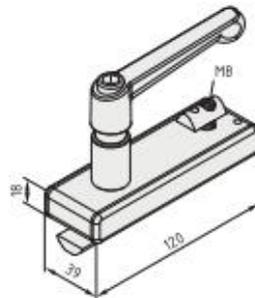


The special design of Slide Clamp 8 heavy-duty prevents undue force being applied to the bearings as a result of the clamping action.



Clamping elements	F* (N)
dry	Approx. 1.500 N
oily	Approx. 1.000 N

*Holding force for maximum tightening torque of 15 Nm



Slide Clamp 8 heavy-duty



- Slide Clamp Profile 8, Al, anodized, natural
- 2 Caps, PA, black
- Special clamping nut, St, black
- Spacer sleeve, St
- 2 wipers
- Hexagon Socket Head Cap Screw DIN912 M8x20, St
- T-Slot Nut 8 St M8
- Clamp lever, black
- m = 385.0 g

1 pc.

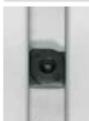
0.0463.65

Porca da item

item T-SLOT NUTS

Overview – finding the right T-Slot Nut fast

3

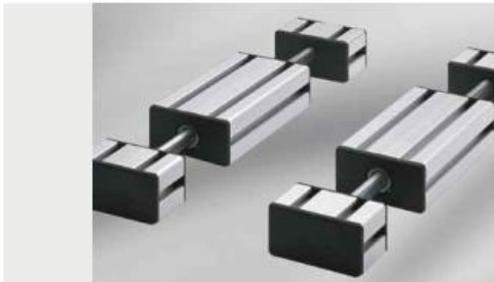
	5		6		8		10		12	
	Type	max. F [N]	Type	max. F [N]	Type	max. F [N]	Type	max. F [N]	Type	max. F [N]
T-Slot Nuts St and V St – the stable fastening that is suitable for all profile fasteners 										
	5 St M5	500	6 St M6	1,750*	8 St M8	5,000*	10 St M10	7,000*	12 St M12	10,000*
	5 St M5, stainless	400	6 St M6, stainless	1,400*	8 St M8, stainless	4,000*	10 St M8	6,000*	12 St M10	10,000*
	5 St M4	500	6 St M5	1,750*	8 St M6	3,500*	10 St M6	3,500*	12 St M8	6,000*
	5 St M4, stainless	400	6 St M5, stainless	1,400*	8 St M6, stainless	2,800*			12 St M6	3,500*
	5 St M3	500	6 St M4	1,750*	8 St M5	2,500*				
			6 St M3	500	8 St M5, stainless	2,000*				
					8 St M4	2,500*				
					8 St M4, stainless	2,000*				
					V 8 St M8	4,000*				
					V 8 St M6	3,500*				
					V 8 St M5	2,500*				
					V 8 St M4	2,500*				
T-Slot Nuts Zn – simple installation and a fixed hold in the groove 										
	5 Zn M3	50	6 Zn M4	150	8 Zn M5	250				
					8 Zn M4	250				
					8 Zn M3	250				
T-Slot Nuts PA – for lightweight attachments 										
					8 PA	150				
T-Slot Nuts St/PA – cost-effective and easy to install 										
					8 St/PA M6	1,000				
					8 St/PA M5	1,000				
					8 St/PA M4	500				
					8 St/PA M3	500				
T-Slot Nuts F ST – electrostatically dissipative and fixed in position 										
			F 6 St M6	1,750*	F 8 St M6	3,500*				
			F 6 St M5	1,750*	F 8 St M5	2,500*				
			F 6 St M4	1,750*	F 8 St M4	2,500*				
T-Slot Nuts St, heavy duty – for the ultimate loads 										
					8 St M8, heavy duty	5,000*	10 St M10, heavy duty	8,000*	12 St M12, heavy duty	10,000*
					8 St M6, heavy duty	3,500*	10 St M8, heavy duty	6,000*	12 St M10, heavy duty	10,000*
								12 St M8, heavy duty	6,000*	

* take load-carrying capacity of profile groove into account!

130

Guías

LINEAR SLIDES



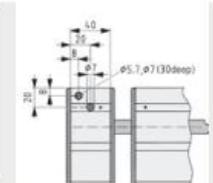
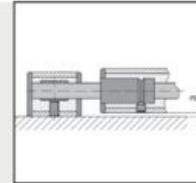
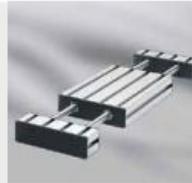
Ball-Bearing Guide Bush Sets

The easy way to achieve a customised slide

- Turnkey system up to 2,000 mm long
- Easily combined to achieve increased load-carrying capacity
- Available in two variants – one-piece or parallel slides

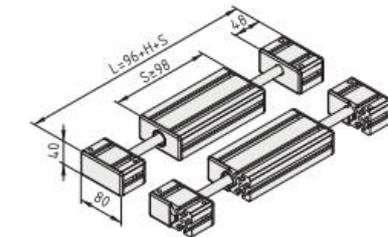


Complete guide systems based on Shafts D14 or D25 with variable slide (S) and stroke lengths (H) (please indicate when ordering). Shaft length $W = 80 + H + S$. The slightly shorter shaft length allows adjustments during installation.
The maximum length of guide is 2000 mm.
The load ratings of the slides are governed by the type and number of Ball-Bearing Guide Bush Units used.



Guide Alternatives	a [mm]
80x40 D14 160x40 D14	3,3
80x80 D25 160x80 D25	4,3

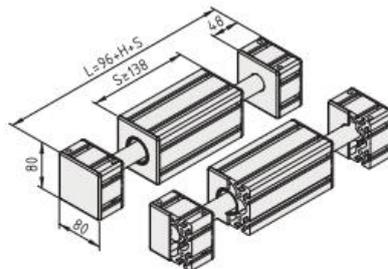
Recommended arrangement for a fixing or mounting hole.



Ball-Bearing Guide Bush Set 8 80x40 D14

- Fully machined and pre-assembled
- 2 slides 8 80x40 D14, Al, anodized, natural
- 4 Clamp Blocks 8 80x40 D14
- 4 Caps 8 80x40
- 4 Clamp-Block Caps 8 80x40 D14
- 4 Slide Caps 8 80x40 D14
- 4 Ball-Bearing Guide Bush Units 8 D14
- 4 Shaft-Clamping Bushes 8 D14
- 2 Shafts D14

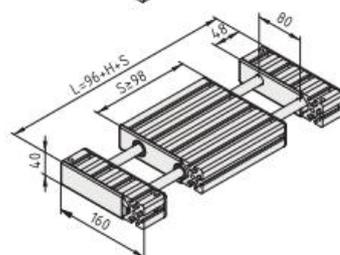
1 set 0.0.386.11



Ball-Bearing Guide Bush Set 8 80x80 D25

- Fully machined and pre-assembled
- 2 slides 8 80x80 D25, Al, anodized, natural
- 4 Clamp Blocks 8 80x80 D25
- 4 Caps 8 80x80
- 4 Clamp-Block Caps 8 80x80 D25
- 4 Slide Caps 8 80x80 D25
- 4 Ball-Bearing Guide Bush Units 8 D25
- 4 Shaft-Clamping Bushes 8 D25
- 2 Shafts D25

1 set 0.0.387.11



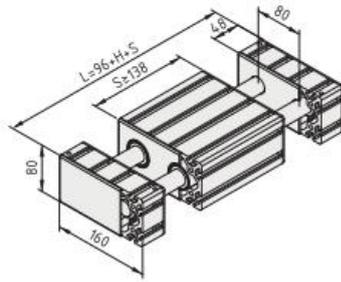
Ball-Bearing Guide Bush Set 8 160x40 D14

- Fully machined and pre-assembled
- Slide 8 160x40 D14, Al, anodized, natural
- 2 Clamp Blocks 8 160x40 D14
- 2 Caps 8 160x40
- 2 Clamp-Block Caps 8 160x40 D14
- 2 Slide Caps 8 160x40 D14
- 4 Ball-Bearing Guide Bush Units 8 D14
- 4 Shaft-Clamping Bushes 8 D14
- 2 Shafts D14

1 set 0.0.386.10

495

15

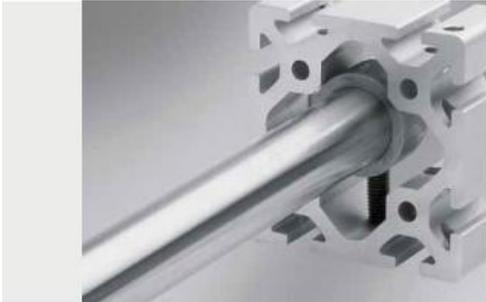


Ball-Bearing Guide Bush Set 8 160x80 D25

- Fully machined and pre-assembled
- Slide 8 160x80 D25, Al, anodized, natural
- 2 Clamp Blocks 8 160x80 D25
- 2 Caps 8 160x80
- 2 Clamp-Block Caps 8 160x80 D25
- 2 Slide Caps 8 160x80 D25
- 4 Ball-Bearing Guide Bush Units 8 D25
- 4 Shaft-Clamping Bushes 8 D25
- 2 Shafts D25

1 set

0.0.387.10

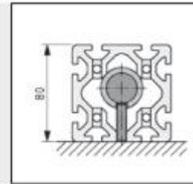
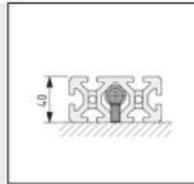


Shaft-Clamping Bushes

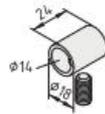
- For holding Shafts firmly and securely in the hollow chamber of a profile
- For building customised ball-bearing clamp blocks



For clamping Shafts D14 and D25.
The Shaft-Clamping Bushes are fixed in the cavities of Profiles 8 using grub screw DIN 913-M8.



Shaft-Clamping Bush 8 D14

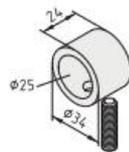


- St, black
- Grub screw DIN 913-M8x16, St, bright zinc-plated
- m = 22.0 g

1 pce.

0.0.386.03

Shaft-Clamping Bush 8 D25



- St, black
- Grub screw DIN 913-M8x27, St, bright zinc-plated
- m = 85.0 g

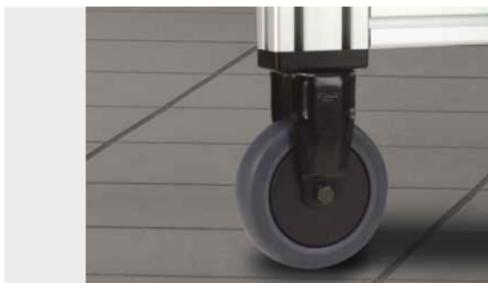
1 pce.

0.0.387.03

15

Roda de carga da item

item FLOOR ELEMENTS



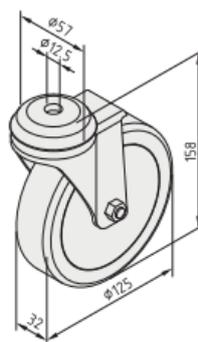
Castor Line D125

- Stable castors with up to 100 kg carrying capacity
- Available as swivel castors or fixed castors with anti-torsion feature
- Dual ball-bearing wheels
- Available in ESD-safe versions and with double brake



The following applies to all the products below:

Steel sheet casing bright zinc-plated, black
Swivelling axis with sealed ball bearing,
Wheel axle with sealed ball bearing,
Dust shield,
Carrying capacity 100 kg/castor
Tyre TPE, track-free, 80 Sh A, grey



Castor D125 swivel

m = 710.0 g

1 pce.

0.0.418.08

Castor D125 swivel antistatic

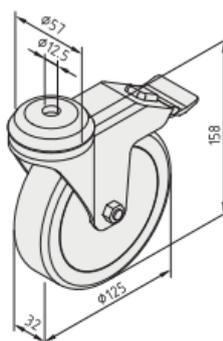
m = 960.0 g

1 pce.

0.0.418.09



11



Castor D125 swivel with double-brake

m = 860.0 g

1 pce.

0.0.418.10

Castor D125 swivel with double-brake antistatic

m = 1.1 kg

1 pce.

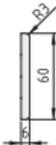
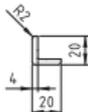
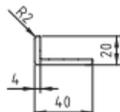
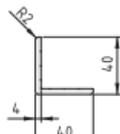
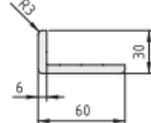
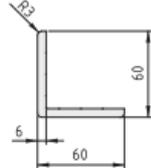
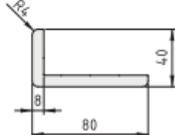
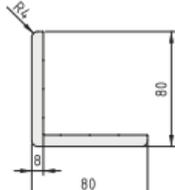
0.0.418.11



Perfil em L

PROFILES AND ACCESSORIES

1

	Profile M 60x6 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	3.56	0.96	0.10	10.46	0.35	3.49	
	natural, cut-off max. 2000 mm						0.0.609.62
	natural, 1 pce., length 2000 mm						0.0.609.61
	Profile M 80x8 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	6.32	1.70	33.05	0.33	8.26	0.81	
	natural, cut-off max. 2000 mm						7.0.001.22
	natural, 1 pce., length 2000 mm						7.0.002.67
	Profile M W20x20x4 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	1.41	0.38	0.48	0.48	0.35	0.35	
	natural, cut-off max. 2000 mm						7.0.001.26
	natural, 1 pce., length 2000 mm						7.0.002.68
	Profile M W40x20x4 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	2.21	0.59	0.59	3.52	0.38	1.40	
	natural, cut-off max. 2000 mm						7.0.001.28
	natural, 1 pce., length 2000 mm						7.0.002.69
	Profile M W40x40x4 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	3.01	0.81	4.51	4.51	1.58	1.58	
	natural, cut-off max. 2000 mm						7.0.001.30
	natural, 1 pce., length 2000 mm						7.0.002.70
	Profile M W60x30x6 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	4.98	1.34	8.73	18.82	3.84	4.99	
	natural, cut-off max. 2000 mm						0.0.609.64
	natural, 1 pce., length 2000 mm						0.0.609.63
	Profile M W60x60x6 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	6.78	1.83	22.86	22.86	5.34	5.34	
	natural, cut-off max. 2000 mm						0.0.609.66
	natural, 1 pce., length 2000 mm						0.0.609.65
	Profile M W80x40x8 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	8.85	2.39	9.48	56.54	3.12	11.25	
	natural, cut-off max. 2000 mm						7.0.001.32
	natural, 1 pce., length 2000 mm						7.0.002.71
	Profile M W80x80x8 E						
	A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	
	12.05	3.25	72.27	72.27	12.66	12.66	
	natural, cut-off max. 2000 mm						7.0.001.34
	natural, 1 pce., length 2000 mm						7.0.002.72

51

Tubo de aluminio

item CONVEYORS



Conveyor Rollers TR50

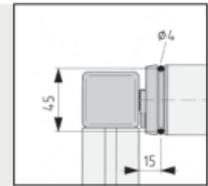
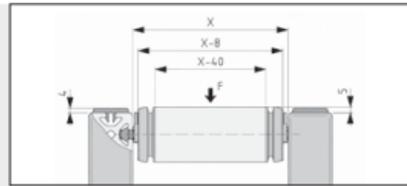
- Robust rollers for heavy loads
- Aluminium or plastic surface



Multi-functional Conveyor Roller for transport tasks of all kinds.

The ball-bearing Conveyor Rollers with aluminium or plastic Tube D50 can be removed from or retrofitted and screwed into existing structures by means of spring-loaded threaded axle pins. The axial position of the roller is maintained by two centring clips.

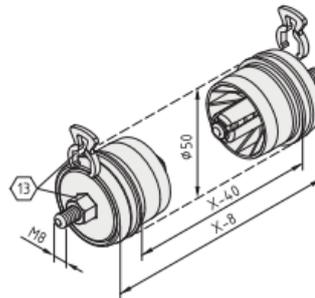
When fitting the Conveyor Rollers onto the frame profile, this is best done using the Groove Profile 8 Al M8-40, since this provides an easy means of ensuring consistent axle spacing.



	F	X _{min}	X _{max}
Tube D50 Al	1000 N	160 mm	800 mm
Tube D50 KU	400 N	160 mm	500 mm

The circumferential groove in the bearing flanges also enable the Conveyor Rollers to be driven by a round belt \varnothing 4 mm, if desired.

12



Conveyor Roller TR50, Bearing Set

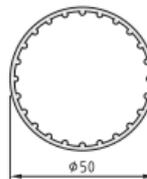
- 2 bearing flanges, PA-GF, black
- Ball-bearing support
- Bolt, St, bright zinc-plated
- 2 centring clips, PA-GF, black
- m = 250.0 g

1 set	0.0.422.63
-------	------------

Tube D50 Al

Al, anodized

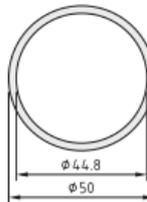
m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
0.76	8.16	8.16	3.26	3.26
natural, cut-off max. 6000 mm				
				0.0.416.03
natural, 1 pce., length 6000 mm				
				0.0.453.46



Tube D50 KU

PVC

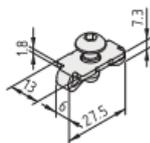
m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
0.62	10.90	10.90	4.36	4.36
black, cut-off max. 3000 mm				
				0.0.427.63
black, 1 pce., length 3000 mm				
				0.0.453.85



Uniões de perfis

FASTENING TECHNOLOGY

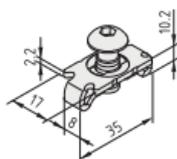
2



Standard-Fastening Set 6	
Standard connecting plate 6, St Special Button-Head Screw similar to ISO 7380-M6x14, St $M_{\text{bright zinc plated}} = 10 \text{ Nm}$ $m = 9.0 \text{ g}$	
bright zinc-plated, 1 set	0.0.419.14

Standard-Fastening Set 6	
$M_{\text{stainless}} = 8 \text{ Nm}$ $m = 9.0 \text{ g}$	
stainless, 1 set	0.0.439.10

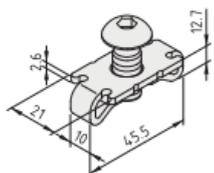
Standard-Fastening Set 6 ESD	
$M_{\text{bright zinc plated}} = 10 \text{ Nm}$ $m = 9.0 \text{ g}$	
bright zinc-plated, 1 set	0.0.612.04



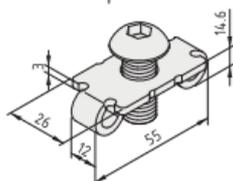
Standard-Fastening Set 8	
Standard connecting plate 8, St Special Button-Head Screw similar to ISO 7380-M8x20, St $M_{\text{bright zinc plated}} = 25 \text{ Nm}$ $m = 21.0 \text{ g}$	
bright zinc-plated, 1 set	0.0.026.07

Standard-Fastening Set 8	
$M_{\text{stainless}} = 20 \text{ Nm}$ $m = 21.0 \text{ g}$	
stainless, 1 set	0.0.388.79

Standard-Fastening Set 8 ESD	
$M_{\text{bright zinc plated}} = 25 \text{ Nm}$ $m = 21.0 \text{ g}$	
bright zinc-plated, 1 set	0.0.610.11



Standard-Fastening Set 10	
Standard connecting plate 10, St Special Button-Head Screw similar to ISO 7380-M10x25, St $M_{\text{bright zinc plated}} = 46 \text{ Nm}$ $m = 43.2 \text{ g}$	
bright zinc-plated, 1 set	0.0.625.08



Standard-Fastening Set 12	
Standard connecting plate 12, St Special Button-Head Screw similar to ISO 7380-M12x30, St $M_{\text{bright zinc plated}} = 80 \text{ Nm}$ $m = 70.0 \text{ g}$	
bright zinc-plated, 1 set	0.0.003.35

83

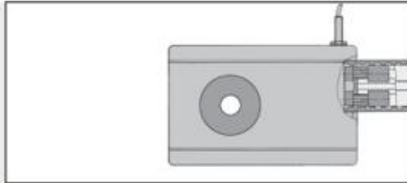
Polias dentadas

item MECHANICAL DRIVE ELEMENTS

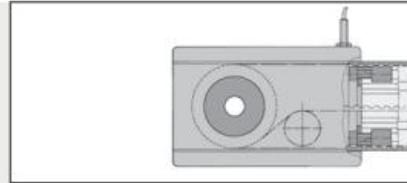


Timing-Belt Reverse Units 8 80 R25

- For driving and reversing Timing Belt R25 T10
- Variable emergence dimension of 40 or 80 mm
- With multi-spline hub or hub processed to customer specifications
- Various motors can be used

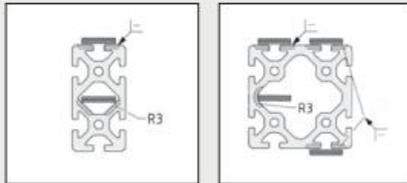


Timing-Belt Reverse Unit 8 80 R25 mounted at a profile height of 40 mm in the groove of Profile 8 using Universal Fastener 8 and special T-Slot Nut or at a profile height of 80 mm by splitting the special T-Slot Nut at the specified break point.

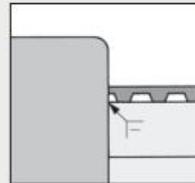


The variation in the emergence dimensions from 80 mm to 40 mm is achieved by rerouting the Timing Belt internally. The Timing Belt is routed with its smooth reverse side over the reversing pulleys.

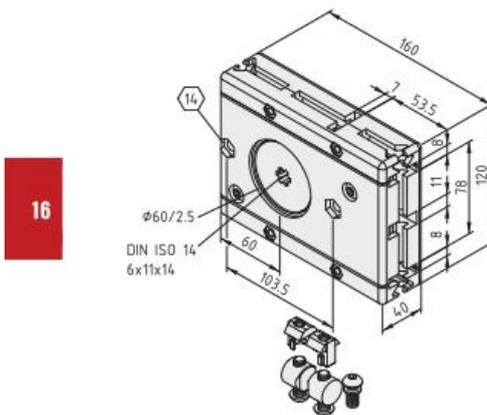
The allowable driving torque of Timing-Belt Reverse Units 8 80 R25 is limited to $M_D = 40 \text{ Nm}$ when the loaded belt runs through the reversing pulleys. In this case, a Timing-Belt Reverse Unit 8 40 R25 can be used as a second reverse unit.



To protect the Timing Belt against damage, the profiles must be rounded at the joint to the Timing-Belt Reverse Unit.



Couplings 547



16

Timing-Belt Reverse Unit 8 80 R25 VK14



Timing-Belt Reverse Unit, die-cast zinc, black
Ball-bearing timing pulley with multi-spline hub, hub geometry VK14 for Multi-Spline Shaft VK14 DIN ISO 14 - 6x11x14, hub depth 29 mm
One revolution corresponds to 280 mm, effective radius $r_e = 44.6 \text{ mm}$
Frict. moment with 1% pre-tensioning of the Timing Belt:
(Emergence dim. 40) $M_{fr} = 1.05 \text{ Nm}$
(Emergence dim. 80) $M_{fr} = 0.55 \text{ Nm}$
Max. load: $M_D = 28 \text{ Nm}$
Timing Belt length in the Timing-Belt Reverse Unit for
90° reversal: 190 mm
180° reversal (emergence dim. 40): 360 mm
180° reversal (emergence dim. 80): 340 mm
2 Universal Fasteners 8
2 Button-Head Screws ISO 7380-M8x30, St, bright zinc-pl.
Special T-Slot Nut M8, cast steel
Pitch $p = 10 \text{ mm}$ Number of teeth $z = 28$
Notes on Use and Installation
 $m = 3.3 \text{ kg}$

1 pce.

0.0.366.02

526

Correia dentada



Timing Belts

- Quiet running, rigid traction device
- Highly flexible stranding results in a low-maintenance belt despite tight bending radii
- Steel cables with polyurethane sheathing
- Designed specifically for use with Timing-Belt Reverse Units and Timing-Belt Counter-Reverse Units from item



The overall length of the Timing Belt is calculated from the length of the supporting profile and the Timing Belt segments located in the Timing-Belt Reverse Units.
 The pre-tensioning should be larger than or equal to the expected operating load. The pre-tensioning and operating load together must not exceed the maximum permissible load.
 To set the calculated pre-tensioning distance ΔL , it is advisable to measure the elongation during the tensioning process.
 The required minimum pre-tensioning distance of the Timing Belt must be calculated as a function of the pre-tensioning force F_v :

$$\Delta L = \frac{L \cdot F_v}{1000 \cdot K}$$

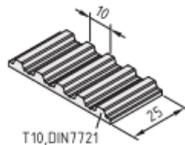
L = Total length of the Timing Belt in mm
 F_v = Pre-tensioning force in N
 K = Constant of expansion in N (equivalent to the pre-tensioning force to expand the Timing Belt by 1‰)



Timing Belt R10 T5

With integrated steel wires
 Perm. load 300 N
 $K = 75$ N
 $m = 23$ g/m

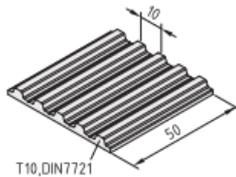
black, cut-off max. 50 m	0.0.400.04
black, 1 roll length 50 m	0.0.400.11



Timing Belt R25 T10

With integrated steel wires
 Perm. load 2,400 N
 $K = 500$ N
 $m = 125$ g/m

black, cut-off max. 50 m	0.0.337.10
black, 1 roll length 50 m	0.0.337.64



Timing Belt R50 T10

With integrated steel wires
 Perm. load 4,200 N
 $K = 1,000$ N
 $m = 250$ g/m

black, cut-off max. 50 m	0.0.426.03
black, 1 roll length 50 m	0.0.426.10

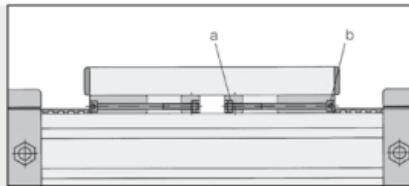
Afinadores e tensionador de correia

item MECHANICAL DRIVE ELEMENTS



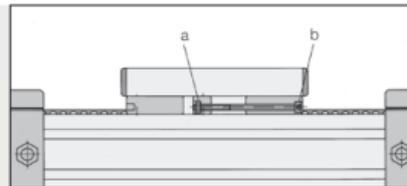
Timing-Belt Tensioner

- For fastening and tensioning Timing Belts
- Can be installed underneath the sliding carriage or at the profile end



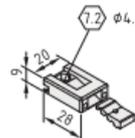
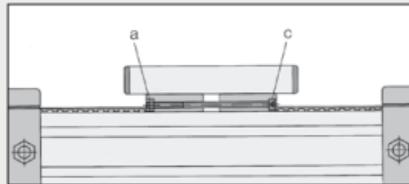
Fastening and tensioning the Timing Belt on a sliding carriage using Tensioning Blocks and Fixing Block and the appropriate bolts.

Where high loads are involved, Tensioning Block 8 and Fixing Block 8 will need to be pinned (dowel ISO 2338- \varnothing 6 mm). The position of the dowels is indicated by the prepared bores \varnothing 5.5 mm.



	5 R10	8 R25	8 R50
a = hexagon nut DIN 985	M3	M6	M6
b = Hexagon Socket Head Cap Screw DIN 912	M3x50	M6x80	M6x100
c = Hexagon Socket Head Cap Screw DIN 912	M3x60	M6x100	M6x140

Hexagon Socket Head Cap Screws  152



Timing-Belt Tensioner, Tensioning Block 5 R10

Tensioning Block, die-cast aluminium, black
Interlocking fixing piece, die-cast aluminium, black
m = 8.5 g

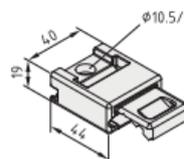
1 set 0.0.400.07



Timing-Belt Tensioner, Fixing Block 5 R10

Fixing Block, die-cast aluminium, black
Cap Screw DIN 912-M4x10, St, bright zinc-plated
T-Slot Nut 5 St M4, bright zinc-plated
2 hexagon nuts DIN 985-M3, self-locking, St, bright zinc-plated
2 Cap Screws DIN 912-M3x50, St, bright zinc-plated
m = 13.0 g

1 set 0.0.400.06



Timing-Belt Tensioner, Tensioning Block 8 R25

Tensioning Block, cast steel, black
Interlocking fixing piece, cast steel, black
m = 136.0 g

1 set 0.0.426.29

16

534

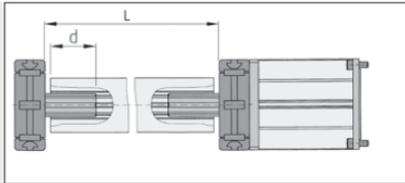
Perfil sincronizador VK14

item MECHANICAL DRIVE ELEMENTS



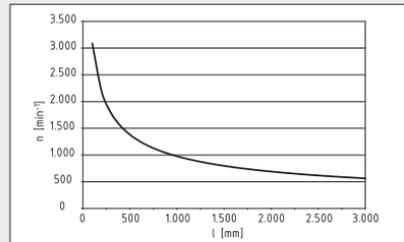
Synchroniser Shaft Profiles

- For easily constructing Synchroniser Shafts between drive elements
- Connection made via Multi-Spline Shafts
- Increased torsional rigidity

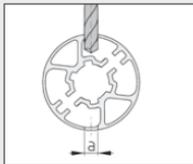


Use of a synchronising shaft for connecting two Timing-Belt Reverse Units.
The length of a Multi-Spline Shaft section depends on the minimum penetration depth (d), the construction sizes of the connected dynamic elements and the gap between the rotating and fixed parts.

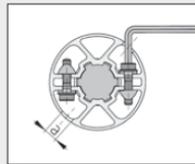
	Synchronising Shaft Profile	
	VK14	VK32
a	∅ 8 mm	∅ 10 mm
b	10 mm	15 mm
c	20 mm	30 mm
d	min. 40 mm	min. 60 mm
M	28 Nm	100 Nm



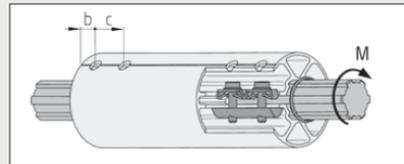
The permissible speed of a Synchroniser Shaft depends on its length.



The mounting holes for the tensioning screws are drilled perpendicular to the profile's centre axis along the marking grooves.

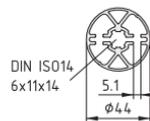


The tensioning screws are tightened through the mounting holes drilled earlier.



The clamping set contains all parts required for fastening the Multi-Spline Shaft sections to both ends of a Synchronising Shaft Profile.
Snap Rings W should be used to secure the Synchroniser Shaft axially between the drive elements.

16



Synchronising Shaft Profile VK14

Al, anodized

A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]
4.77	1.29	7.17	6.68	10.63
natural, cut-off max. 3000 mm				0.0463.57
natural, 1 pce., length 3000 mm				0.0454.04

Clamping Set for Synchronising Shaft Profile VK14

8 standard connecting plates 5, St, bright zinc-plated
4 T-Slot Nuts 6 St 2xM5-40, bright zinc-plated
8 screws M5x16, St, bright zinc-plated
m = 88.0 g

1 set	0.0463.72
-------	-----------

554

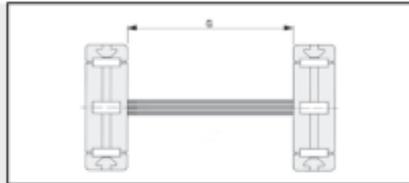
Elementos de ligação

item MECHANICAL DRIVE ELEMENTS

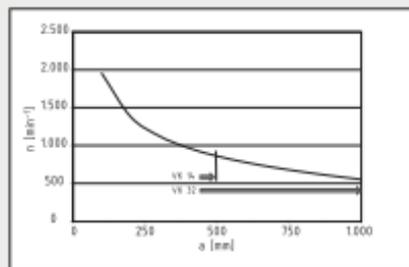


Multi-Spline Shafts

- Simple power transmission through plug-in connection
- For building drive shafts and Synchroniser Shafts



Suitable for use in combination with Timing-Belt Reverse Units for generating synchronous movements up to a distance "a".



The permissible speed of a Synchroniser Shaft depends on its length.

Multi-Spline Shaft	a_{max} [mm]
VK 14	500
VK 32	1,000

DIN ISO14
6x11x14

Multi-Spline Shaft VK14

Multi-Spline Shaft, similar to DIN ISO 14-6x11x14, St, C 45 k
Polar resistance moment: $W_p = 261 \text{ mm}^3$
 $m = 0.92 \text{ kg/m}$

cut-off max. 3000 mm	0.0.337.05
1 pce., length 3000 mm	0.0.453.82

DIN ISO14
6x26x32

Multi-Spline Shaft VK32

Multi-Spline Shaft, similar to DIN ISO 14-6x26x32, St, C 45 k
Polar resistance moment: $W_p = 3,450 \text{ mm}^3$
 $m = 5.00 \text{ kg/m}$

cut-off max. 3000 mm	0.0.337.63
1 pce., length 3000 mm	0.0.452.50

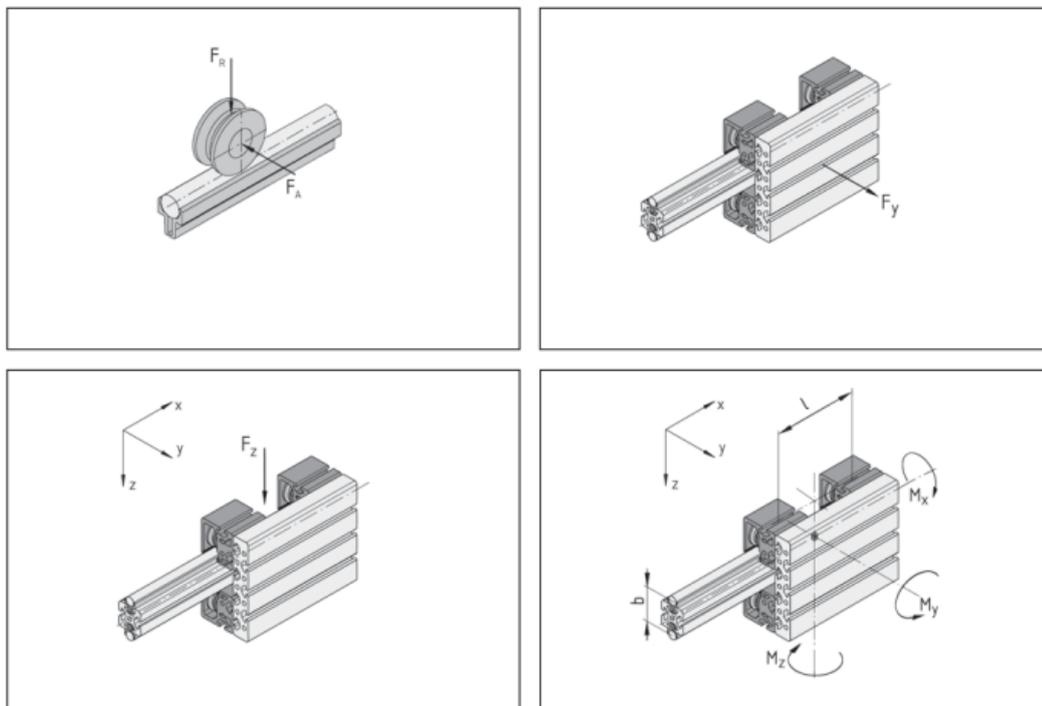
16

552

Guias de rolos da item

LINEAR SLIDES

Load Specifications



	5 D6 / 8 D6	8 D10	8 D14	8 D25
F_A	80 N	220 N	400 N	1300 N
F_B	200 N	650 N	1200 N	3800 N
F_y	320 N	880 N	1600 N	5200 N
F_z	400 N	1300 N	2400 N	7600 N
M_x	$160 \text{ N} \times b$	$440 \text{ N} \times b$	$800 \text{ N} \times b$	$2600 \text{ N} \times b$
M_y	$200 \text{ N} \times l$	$650 \text{ N} \times l$	$1200 \text{ N} \times l$	$3800 \text{ N} \times l$
M_z	$160 \text{ N} \times l$	$440 \text{ N} \times l$	$800 \text{ N} \times l$	$2600 \text{ N} \times l$

Performance at max. load: 10,000 km

Max. speed: 10 m/s

Lengths b and l quoted in m

When using stainless steel shafts and rollers, the permissible loading values must be reduced by 25%!

15

469

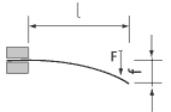
Anexo B8- Item Iksys, “Software de dimensionamento”

Software de dimensionamento [xx]

Perfil 8 40x40, natural - referência número: 0.0.026.03

To determine the profile deflection around the Y-axis, please enter
the length of the profile: in mm
the operating force: in [N]
The calculation already takes the deflection caused by the dead weight into account.

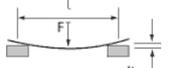
Load 1



$$f = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I \times 10^4}$$

deflection f1x incidental: 0.2 mm
bending stress σ 1x: 36.53 N/mm²
deflection f1y incidental: 0.2 mm
bending stress σ 1y: 36.53 N/mm²

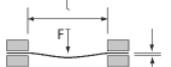
Load 2



$$f = \frac{F \times l^3}{48 \times E \times I \times 10^4}$$

deflection f2x incidental: 0.01 mm
bending stress σ 2x: 9.13 N/mm²
deflection f2y incidental: 0.01 mm
bending stress σ 2y: 9.13 N/mm²

Load 3



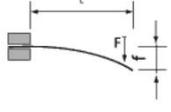
$$f = \frac{F \times l^3}{192 \times E \times I \times 10^4}$$

deflection f3x incidental: 0 mm
bending stress σ 3x: 4.57 N/mm²
deflection f3y incidental: 0 mm
bending stress σ 3y: 4.57 N/mm²

Perfil 8 80x40, natural - referência número: 0.0.026.04

To determine the profile deflection around the Y-axis, please enter
the length of the profile: in mm
the operating force: in [N]
The calculation already takes the deflection caused by the dead weight into account.

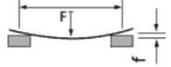
Load 1



$$f = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I \times 10^4}$$

deflection f1x incidental: 321.33 mm
bending stress σ 1x: 119.05 N/mm²
deflection f1y incidental: 85.32 mm
bending stress σ 1y: 63.27 N/mm²

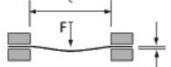
Load 2



$$f = \frac{F \times l^3}{48 \times E \times I \times 10^4}$$

deflection f2x incidental: 21.38 mm
bending stress σ 2x: 29.76 N/mm²
deflection f2y incidental: 5.68 mm
bending stress σ 2y: 15.82 N/mm²

Load 3



$$f = \frac{F \times l^3}{192 \times E \times I \times 10^4}$$

deflection f3x incidental: 5.19 mm
bending stress σ 3x: 14.88 N/mm²
deflection f3y incidental: 1.37 mm
bending stress σ 3y: 7.91 N/mm²

Perfil 8 160x80, natural - referência número: 0.0.265.26

To determine the profile deflection around the Y-axis, please enter

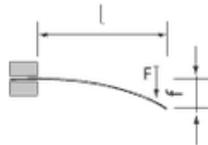
the length of the profile: in mm

the operating force: in [N]

The calculation already takes the deflection caused by the dead weight into account.

Calculate

Load 1

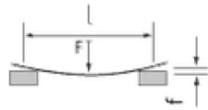


$$f = \frac{F x l^3}{3 x E x I x 10^4}$$

deflection f1x incidental: 23.5 mm
bending stress σ_1x : 9.54 N/mm²

deflection f1y incidental: 6.91 mm
bending stress σ_1y : 5.61 N/mm²

Load 2

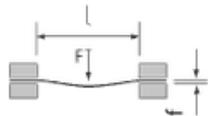


$$f = \frac{F x l^3}{48 x E x I x 10^4}$$

deflection f2x incidental: 1.87 mm
bending stress σ_2x : 2.39 N/mm²

deflection f2y incidental: 0.55 mm
bending stress σ_2y : 1.4 N/mm²

Load 3



$$f = \frac{F x l^3}{192 x E x I x 10^4}$$

deflection f3x incidental: 0.42 mm
bending stress σ_3x : 1.19 N/mm²

deflection f3y incidental: 0.12 mm
bending stress σ_3y : 0.7 N/mm²

Anexo -B9 Catálogos da Festo

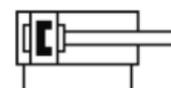
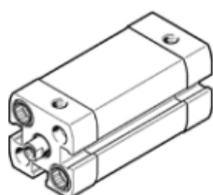
Cilindro pneumático ADN 16-30-I-P-A

Cilindro compacto ADN-16-30-I-P-A

Código da peça: 536231
Disponível em estoque
Produto standard

com detecção de posição e rosca interna na haste.

FESTO



Ficha técnica

Característica	Valores
Curso	30 mm
Diâmetro do êmbolo	16 mm
Rosca da haste	M4
Amortecimento	P: Anéis/placas de amortecimento elástico nas posições finais de curso
Posição de instalação	Nos dois lados
Conforme norma	ISO 21287
Extremidade da haste	rosca interna
Detecção de posição	Para sensor de proximidade
Variantes	Haste do êmbolo unilateral
Pressão de trabalho	0,6 ... 10 bar
Modo de operação	de dupla ação
Meio operacional	Ar comprimido conforme ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Observação sobre meio operacional e do piloto	Permite operação com lubrificação (necessária para operações subsequentes)
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energia de impacto nas posições finais	0,15 J
Força teórica a 6 bar, retorno	90 N
Força teórica a 6 bar, avanço	121 N
Tipo de fixação	Opcional: com furo passante com rosca interna com acessórios
Conexão pneumática	M5
Observações sobre material	Conforme RoHS
Informação sobre material, tampão	Liga de alumínio anodizado
Informação sobre material, vedações	TPE-U(PUR)
Informação sobre material, haste	Aço alta liga
Informação sobre material, camisa do cilindro	Liga de alumínio anodizado liso

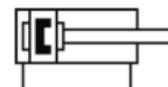
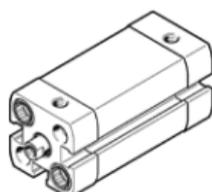
Cilindro pneumático ADN 20-60-I-P-A

Cilindro compacto ADN-20-60-I-P-A

Código da peça: 536362
★ Programa padrão de fornecimento

conforme ISO 21287, com detecção de posição e rosca interna na haste.

FESTO



Ficha técnica

Característica	Valores
Curso	60 mm
Diâmetro do êmbolo	20 mm
Rosca da haste	M6
Amortecimento	P: Anéis/placas de amortecimento elástico nas posições finais de curso
Posição de instalação	Nos dois lados
Conforme norma	ISO 21287
Extremidade da haste	rosca interna
Deteção de posição	Para sensor de proximidade
Variantes	Haste do êmbolo unilateral
Pressão de trabalho	0,6 ... 10 bar
Modo de operação	de dupla ação
Meio operacional	Ar comprimido conforme ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Observação sobre meio operacional e do piloto	Permite operação com lubrificação (necessária para operações subsequentes)
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Energia de impacto nas posições finais	0,2 J
Força teórica a 6 bar, retorno	141 N
Força teórica a 6 bar, avanço	188 N
Tipo de fixação	Opcional: com furo passante com rosca interna com acessórios
Conexão pneumática	M5
Observações sobre material	Conforme RoHS
Informação sobre material, tampão	Liga de alumínio anodizado
Informação sobre material, vedações	TPE-U(PUR)
Informação sobre material, haste	Aço alta liga
Informação sobre material, camisa do cilindro	Liga de alumínio anodizado liso

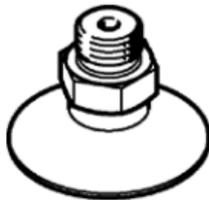
Ventosa VAS-55

Geradora de vácuo VAS-55-1/4-NBR

Código da peça: 36144

com anel de vedação OL.

FESTO



Ficha técnica

Característica	Valores
Diâmetro nominal	4 mm
Diâmetro da ventosa com conector	55 mm
Diâmetro efetivo de sucção	44 mm
Posição de conexão	em cima
Princípio construtivo	Conexão de vácuo, parte superior redonda, padrão
Meio operacional	Ar atmosférico conforme ISO 8573-1:2010 [7:-:-]
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Força de ruptura com 70% de vácuo	106 N
Força de fixação com pressão operacional normal	106 N
Rosca de fixação	G1/4
Fixação da ventosa com conector	G 1/4
Conexão de vácuo	G1/4
Cor	preto
Dureza Shore	70 +/- 5
Informação sobre material, espigão aparafusado	Injetados de zinco
Observações sobre material	Conforme RoHS
Informação sobre material, ventosa com conector	NBR

Cilindro pneumático DMM-25

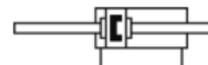
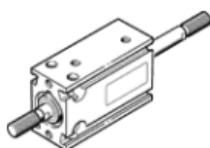
Cilindro compacto DMM-25- -P-A-S2

Código da peça: 158541

FESTO

Outros comprimentos de curso mediante consulta. Disponível apenas nos cursos padrão 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 mm.

para detecção sem contato direto, com anéis de amortecimento elásticos nas posições finais, várias opções de fixação.



Ficha técnica

Característica	Valores
Curso	1 ... 50 mm
Diâmetro do êmbolo	25 mm
Amortecimento	P: Anéis/placas de amortecimento elástico nas posições finais de curso
Posição de instalação	Nos dois lados
Modo de operação	de dupla ação
Princípio construtivo	Êmbolo Haste Tubo perfilado
Deteção de posição	Para sensor de proximidade
Variantes	Haste passante
Pressão de trabalho	1 ... 10 bar
Meio operacional	Ar comprimido conforme ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Observação sobre meio operacional e do piloto	Permite operação com lubrificação (necessária para operações subsequentes)
Classe de resistência à corrosão KBK	2
Temperatura ambiente	-20 ... 80 °C
Torque de aperto da fixação do atuador	8 Nm +10 %
Força teórica a 6 bar	247 N
Força teórica a 6 bar, retorno	247 N
Força teórica a 6 bar, avanço	247 N
Tipo de fixação	Opcional: com furo passante com rosca interna
Conexão pneumática	M5
Informação sobre material, tampão	Latão
Informação sobre material, vedações	TPE-U(PU)
Informação sobre material, corpo	Liga de alumínio anodizado
Informação sobre material, haste	Aço alta liga, inoxidável

Anexo B10-Catálogo da empresa Broncesval

Chapa de alumínio

Alumínio

ALUMÍNIO LIGA ZINCO 7075

Produtos

Chapas - Placas - Barras

Aplicações e usos típicos

Trata-se de uma liga de características mais elevadas dentro dos alumínio. O desenvolvimento desta liga tomou possível a sua utilização em campos até agora reservados ao aço.

O alumínio liga zinco 7075, aplica-se em armamento, indústria automóvel, parafusagem, bastões de esqui, canas de pesca, flechas, moldes para garrafas, peças estampadas para alpinismo.

Tratamentos Térmicos

Solubilização: 465 °C + - 5° C.

Temperamento em água fria (40° C máx)

Maturação artificial: Estado T6, de 12 a 16 horas a 135° C + - 3 ° C.

Annealing: 30 min. a 2 horas a 375° C -410° C seguido de arrefecimento lento.

Forja 400° a 450° C. Recomendado 430°C.

Aptidões tecnológicas

MB: Muito boa

B: Boa

R: Regular

M: má, evitar

Soldagem

- À chama(B)

- A arco a argon(M)

- Por resistência eléctrica(B)

- Brasagem(R)

Mecanização :

- Fragmentação da limalha... **Em estado 0:** (B) **Em estado T5:** (B)

- Brilho de superfície.....**Em estado 0:** (B) **Em estado T5:** (B)

Comportamento Natural

- Em ambiente rural(R)

- Em ambiente industrial(R)

- Em ambiente marino(M)

- Em água do mar(M)

Embutição:

-Por expansão..... **No estado 0 :** (M)

-Embutição profunda **No estado 0 :** (M)

Anodizado

- De protecção(B)

- Decorativo(R)

- Anodizado duro(MB)

Cinzelagem

-**Em estado:**(-)

-**Em estado:**.....(-)

FICHA TÉCNICA

Composição Química

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr + Ti	Outros	Al
Min.Max	0,40	0,50	1,20 2,00	0,30	2 '10 2 '90	0,18 0,28	5,10 6,10	0,20	0,25	0,15	Resto

Equivalências Internacionais

EUA	ESPAÑA	FRANÇA	ALEMANHA	G.B	SUÉCIA	SUÍÇA	CANADÁ	ITÁLIA
A.A.	U.N.E.	AFNOR	DIN(1712-1725)	B.S.	S.I.S.	VSM	ALCAN	UNI
7075	L-3710 38.371	A-Z5 GU	AlZnMgCu1,5 3.4365	L160	-	Perunal	75 S	3735

Propriedades Mecânicas

ESTADO	Carga de Rotura Rm N/mm2	Limite elástico Rp 0.2 N/mm2	Alongamento 5,65 V So	Resistência de Cisalhamento N/mm2	Dureza Brinell(HB) Vickers	
0	280	150	10	-	-	-
T6	540	480	11	330	145	157

Propriedades Físicas

Módulo elástico N/mm2	Peso específico gms/cm3	Temperatura de Fusão °C	Coefficiente de dilataç. linear (20°-100°) 10-6/°C	Condutividade Térmica w/m °C	Resistência eléctrica Micro Ohm cm.	Conduct. eléctrica % IACS	Potencial de Dissolução V.
72.000	2,80	475-630	23'5	130	5'2	34	0'81

Raio de curvatura

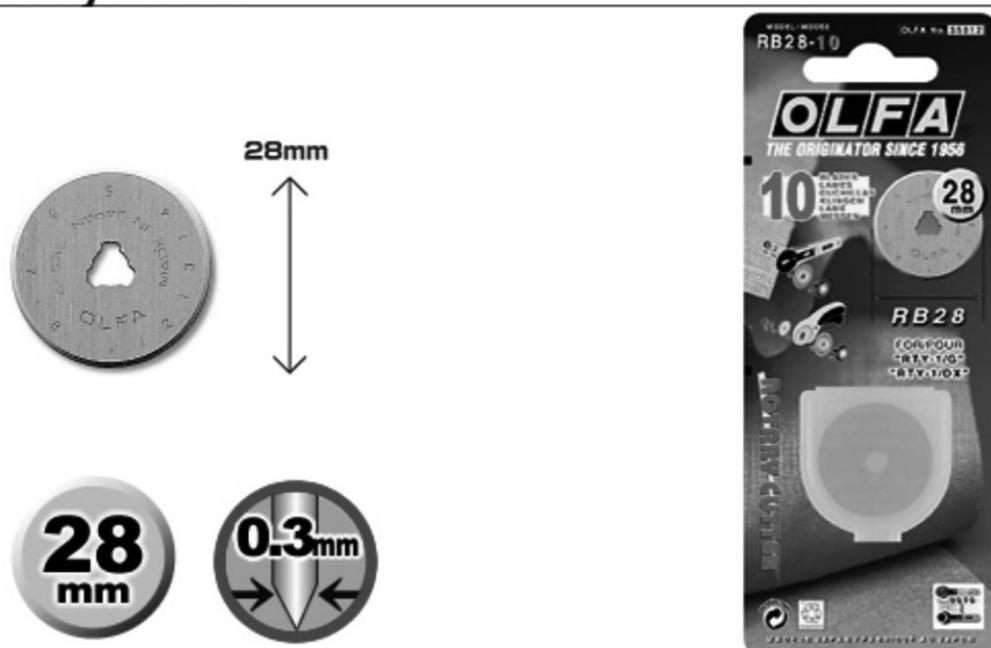
Estado	Coef	Raio de curvatura (m/m)						
		0'4-0'8	0'8-1'6	1'6-3'2	3'2-4'8	4'8-6	6-10	10-12
0	K	0	1	1	1'5	2'5	3'5	-
T6	K	4'5	5'5	6'5	7	8	-	-
-	K	-	-	-	-	-	-	-

Chapas e Placas Normalizadas

Medidas m/m	Espessura m/m	Espessura m/m	Medidas m/m
1	1250 x 2500	35	1500 x 3000
1'5	1250 x 2500	40	1500 x 3000
2	1250 x 2500	45	1500 x 3000
2	1500 x 3000	50	1500 x 3000
2'5	1250 x 2500	60	1500 x 3000
3	1500 x 3000	70	1500 x 3000
4	1250 x 2500	80	1500 x 3000
4	1500 x 3000	90	1500 x 3000
5	1500 x 3000	100	1500 x 3000
6	1500 x 3000	110	1500 x 3000
8	1500 x 3000	120	1500 x 3000
10	1500 x 3000	130	1500 x 3000
12	1500 x 3000	140	1500 x 3000
15	1500 x 3000	150	1500 x 3000
20	1500 x 3000	180	1500 x 3000
25	1500 x 3000	200	1500 x 3000
30	1500 x 3000		

Anexo B11 Lâmina de corte Olfa

Rotary Blade



10 rotary blades in a plastic case. 28mm. Blister packed.

Model No.:	RB28-10
Category :	Rotary Blade
Package / Number :	Blister Packed / 10
Application Model :	RTY-1/G

Anexo B12 Catálogo da Lanema



Technical Data TIVAR® Materials

Material designation			PE 500
ISO designation			PE-HMW Table Group 3
Material description			High Molecular Weight Polyethylene (virgin)
Colour(s)			natural, green, blue, yellow, red, black
Material properties	Standard	Unit	
Average molecular weight (average molecular mass)		(g/mol)	approx. $0,5 \cdot 10^6$
Density	ISO 1183	(kg/m ³)	950 - 957
Water absorption at 23° C until saturation	ISO 62	(%)	< 0,01
Mechanical properties	Standard	Unit	
Tensile stress at yield (tensile strength)	ISO 527	(MPa)	≥ 20
Elongation at break	ISO 527	(%)	≥ 450
Tensile modulus	ISO 527	(MPa)	800
Impact strength (Charpy) at 23° C	ISO 179	(kJ/m ²)	no break
Notched impact strength (Charpy) at 23° C	ISO 11542-2	(kJ/m ²)	≥ 15
Ball indentation hardness	ISO 2039-1	(N/mm ²)	32 - 38
Shore-Hardness D, 15 s value	ISO 868	(-)	62 - 68
Coefficient of friction	-	(-)	approx. 0,25
Abrasion (Sand-Slurry)	-	(%)	< 400
Thermal properties	Standard	Unit	
Melting point DSC, 10 K/min	ISO 3146	(°C)	135 - 138
Vicat softening point	ISO 306	(°C)	79
Coefficient of linear thermal expansion between 23 and 80° C	ISO 11359	(K ⁻¹)	approx. $2 \cdot 10^{-4}$
Thermal conductivity	ISO 52612	(W/(m * K))	approx. 0,4
Use temperature (max.)	-	(°C)	80
Use temperature (briefly)	-	(°C)	90
Use temperature (min.)	-	(°C)	-30
Electrical properties	Standard	Unit	
Relative permittivity at 100 Hz	IEC 60250	(-)	2,9
Dissipation factor at 100 Hz	IEC 60250	(-)	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Volume resistivity	IEC 60093	(Ohm * m)	$> 10^{12}$
Surface resistivity	IEC 60093	(Ohm)	$> 10^{12}$
Dielectric strength	IEC 60243	(kV/mm)	40
Physiological properties	Standard	Unit	
Food conformances according to			
EU Directive 2002/72/EC			yes
FDA Regulation 21CFR177.1520			yes
FDA Regulation 21CFR178.2010			N/A
FDA Regulation 21CFR178.3297			yes

Notice to users:

The technical data shown in this data sheet refers to a 40 mm thick sheet. Due to the production process the data may vary depending on the material thickness.

The information contained in this technical data sheet can not be construed as a promise or guarantee of specific properties of our products. Any determination of the suitability of a particular material and part design for any use contemplated by the user is the sole responsibility of the user. The information contained in this technical data sheet is based on present knowledge and may be subject to change without further notice.

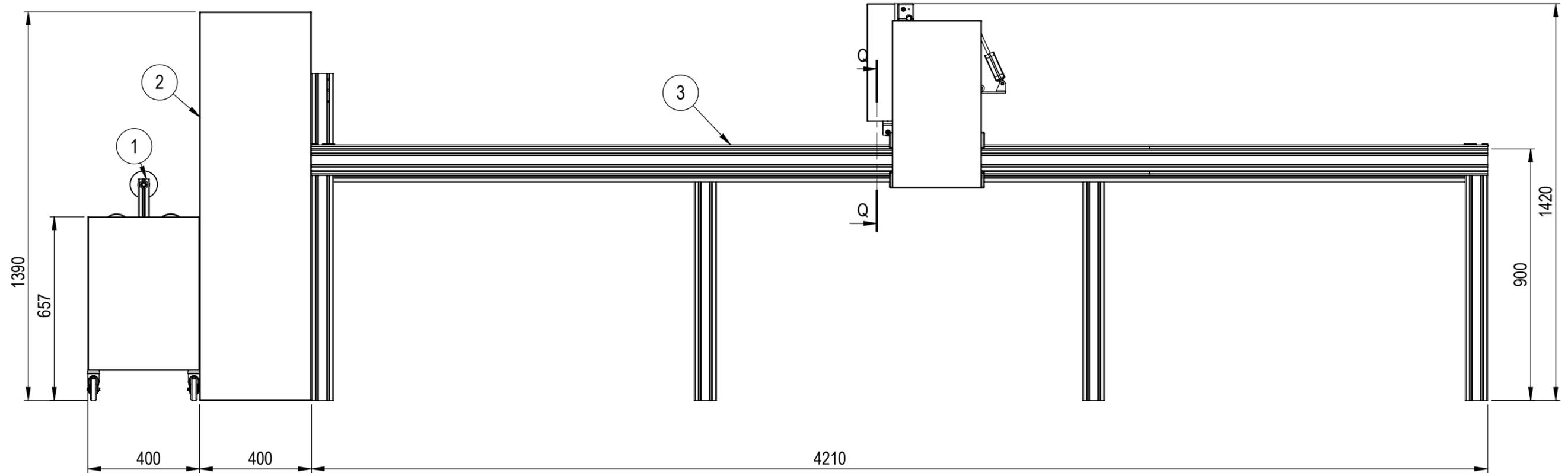
Reference to Table Group:

The Table Group mentioned above complies with (German Standard) DIN 16972.

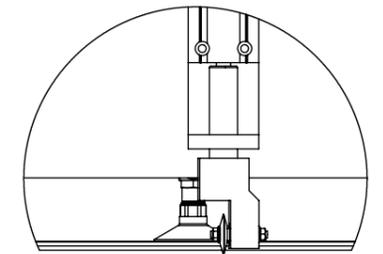
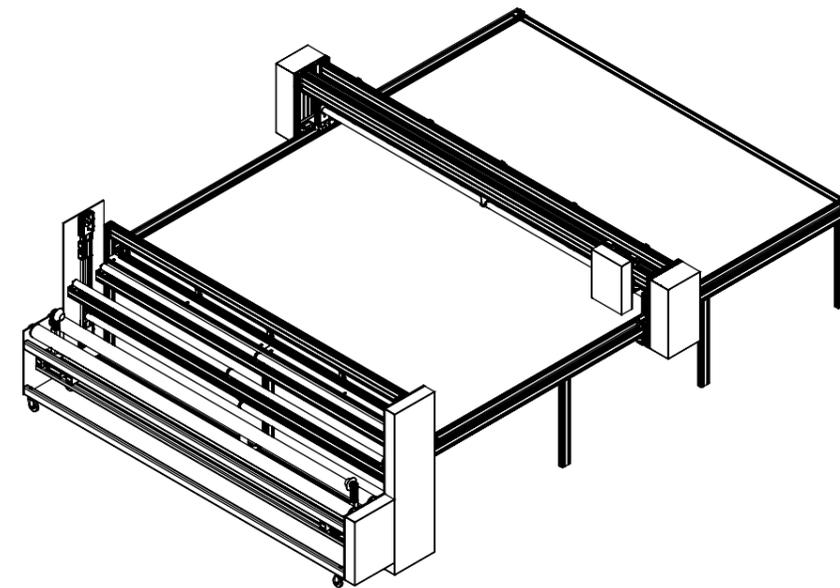
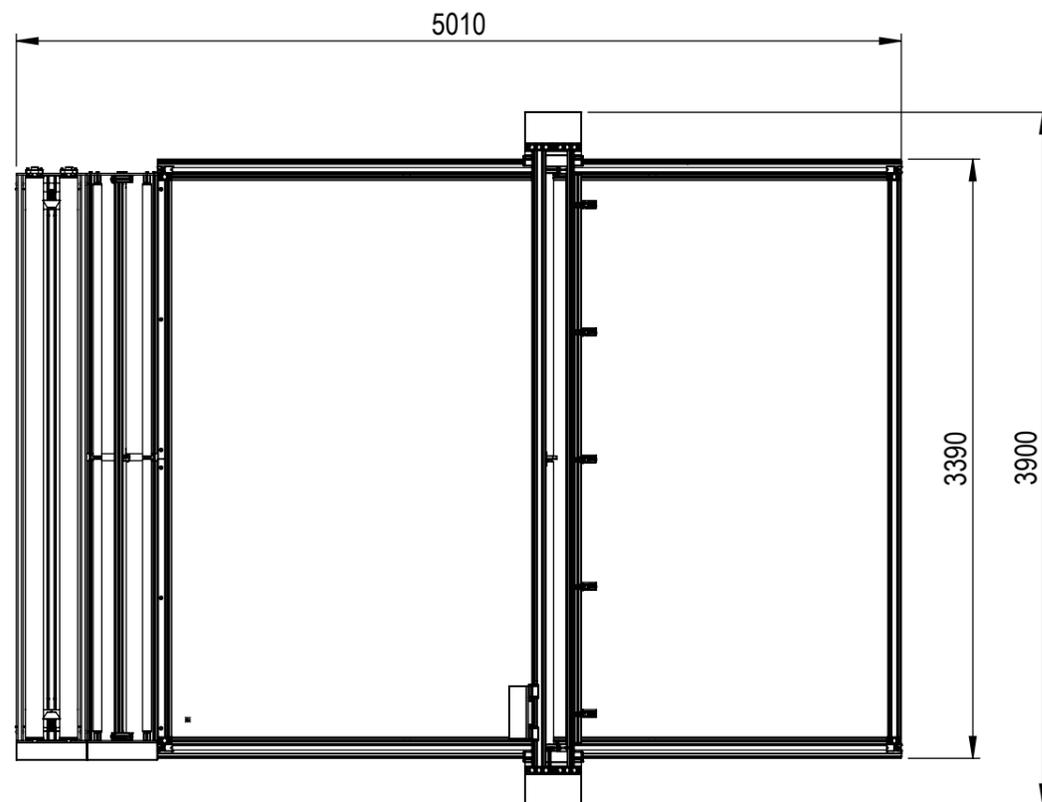
Issue August 2006

Anexo C Desenhos técnicos

Escala 1:15



Escala 1:40

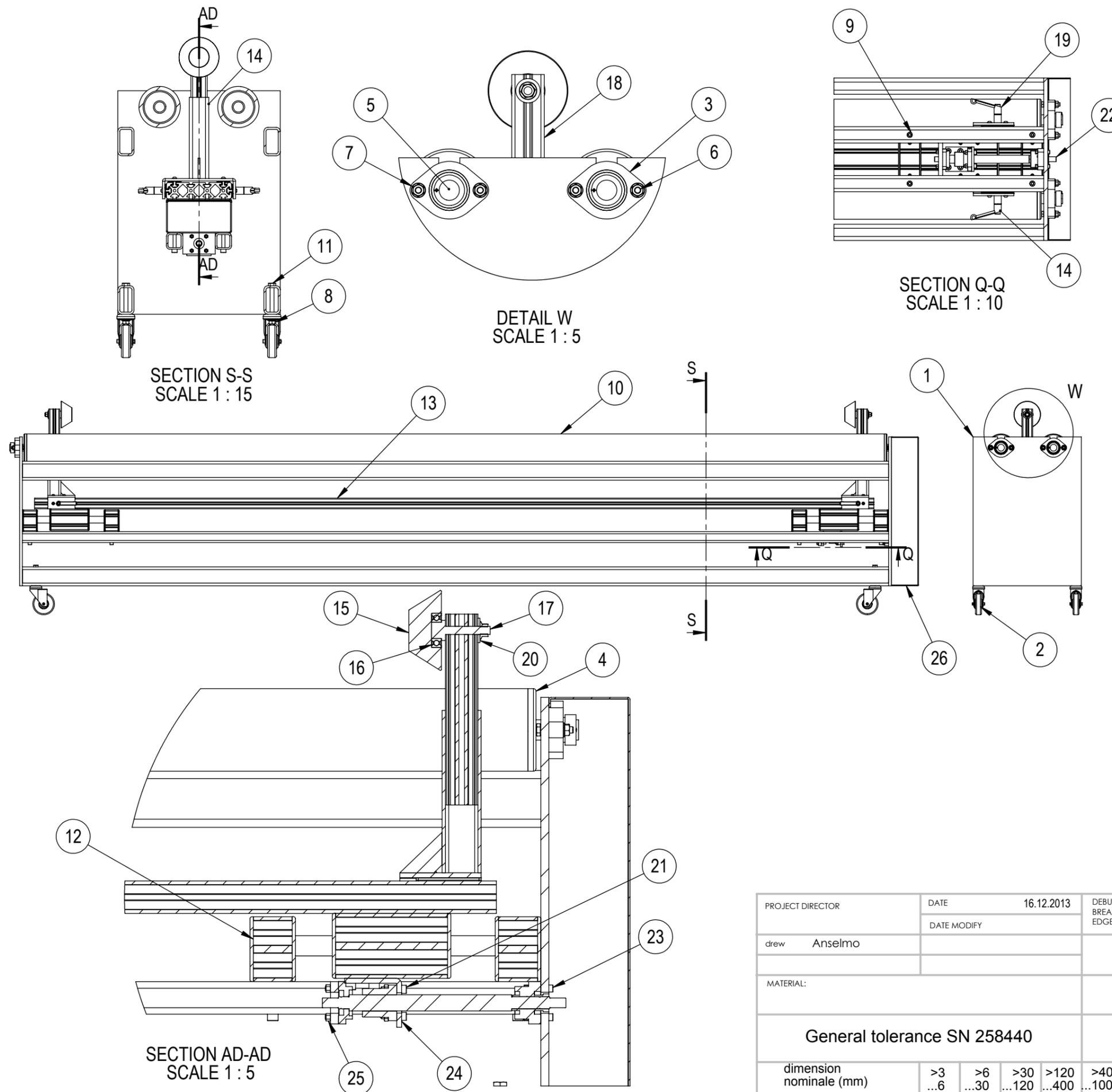


SECTION Q-Q

Item	Lista de equipamentos
1	Apoio do rolo
2	Desenrolador
3	Mesa de corte

PROJECT DIRECTOR	DATE	16.12.2013	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES			
drew Anselmo	DATE MODIFY					
MATERIAL:						
General tolerance SN 258440						
dimension nominale (mm)	>3 ...6	>6 ...30	>30 ...120	>120 ...400	>400 ...1000	>1000 ...2000
Ecart (mm)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5

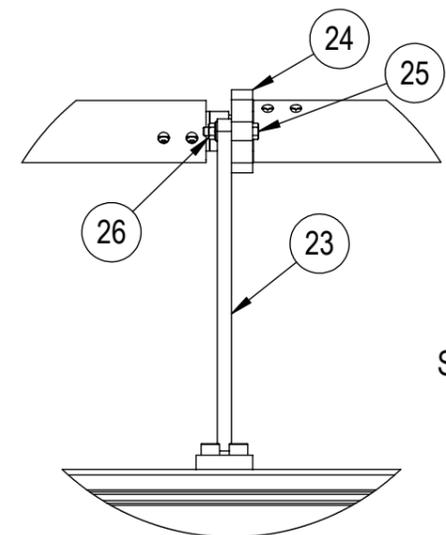
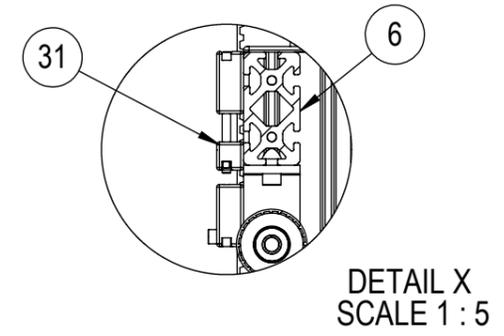
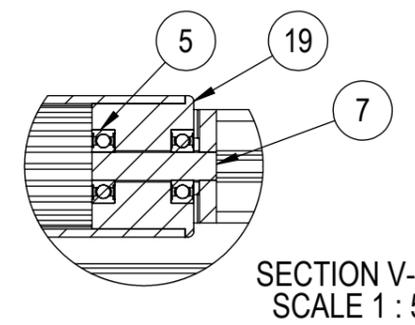
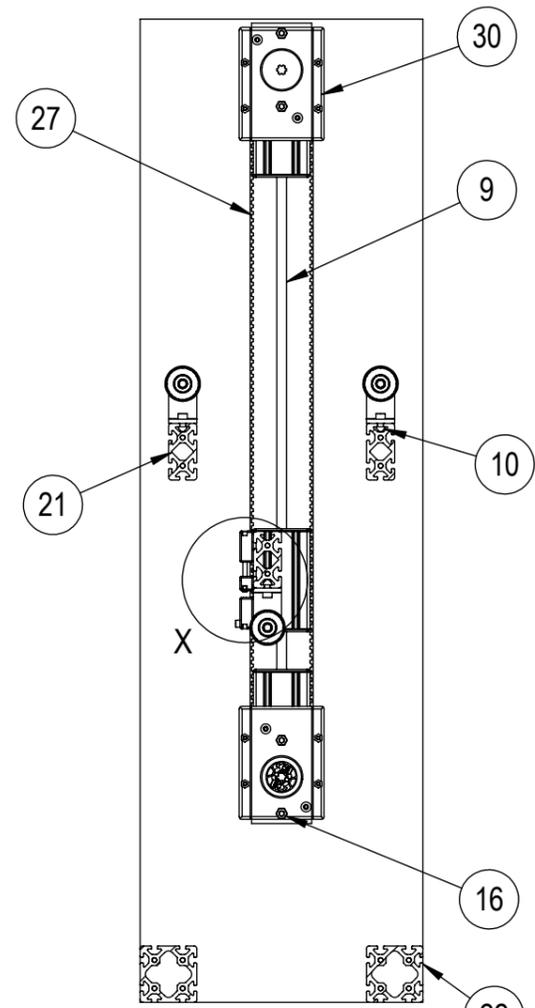
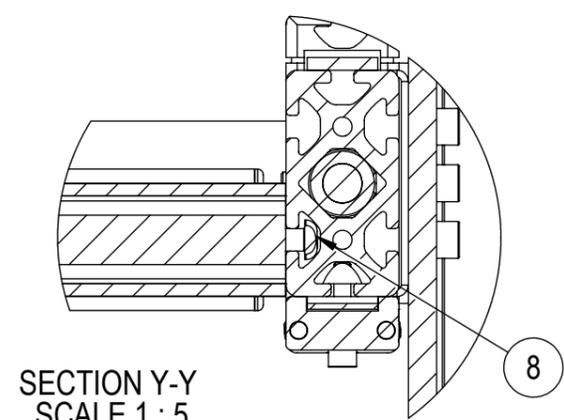
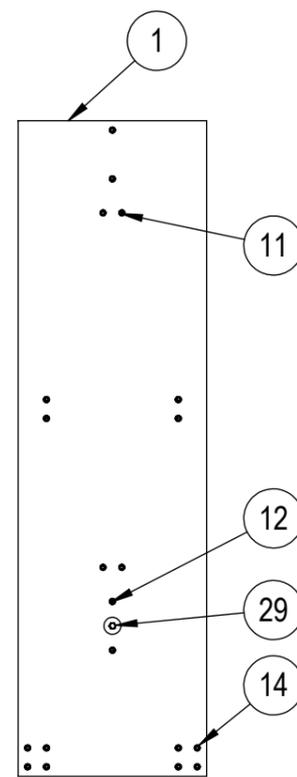
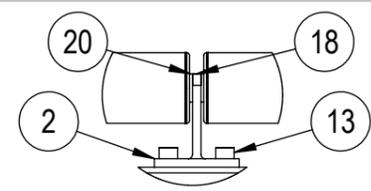
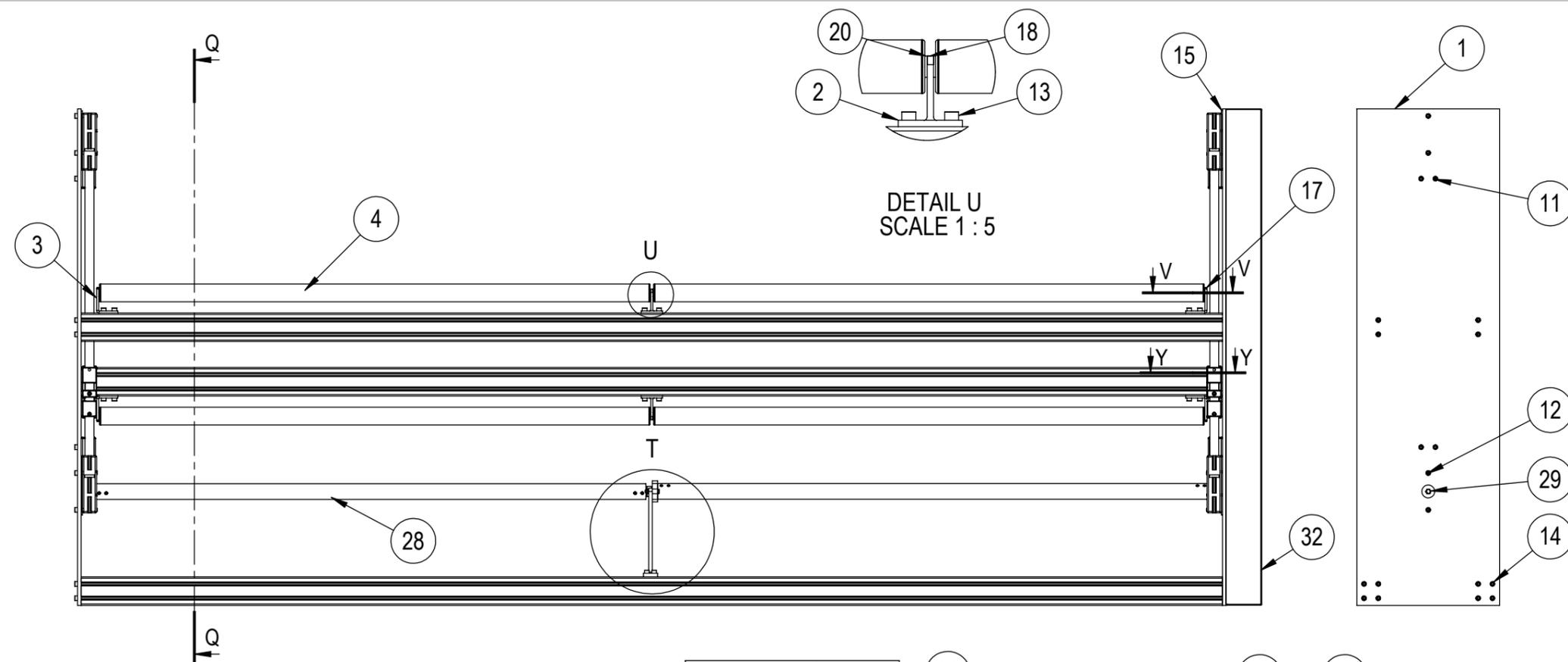
DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
Escola de Engenharia da Universidade do Minho Departamento de Engenharia Mecânica Campus de Azurém 4800-058 Guimarães	
 Universidade do Minho Escola de Engenharia	
Equipamento de corte de tecidos	
SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1
A3	



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Estrutura	1
2	Roda	4
3	inafag_flcte25	4
4	Apoio do veio	4
5	Veio	4
6	ISO 4014 - M8 x 40 x 22-N	8
7	Nut ISO - 4161 - M8 - N	8
8	Nut ISO - 4161 - M10 - N	6
9	ISO 4027 - M8 x 30-N	4
10	101.6 x 10.0x3168	2
11	ISO 4015 - M10 x 100 x 26-N	4
12	Guia	2
13	Profile 160X40	1
14	Dsenrolador- suporte de alinhamento	2
15	Bucha de encaixe	2
16	Rolamento axial	2
17	Perno	2
18	Profile 40X40	2
19	Fixador	4
20	Anilha M10	2
21	ISO 4762 M8 x 16	4
22	Fuso	1
23	ISO - 4034 - M5 - N	8
24	Suporte do fuso	1
25	ISO - 4032 - M6 - W - N	12
26	Tampa-desenrolador	1

PROJECT DIRECTOR	DATE	16.12.2013	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES			
drew Anselmo	DATE MODIFY					
MATERIAL:						
General tolerance SN 258440						
dimension nominale (mm)	>3 ...6	>6 ...30	>30 ...120	>120 ...400	>400 ...1000	>1000 ...2000
Ecart (mm)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5

DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
Escola de Engenharia da Universidade do Minho Departamento de Engenharia Mecânica Campus de Azurém 4800-058 Guimarães	
 Universidade do Minho Escola de Engenharia	
Apoio do rolo	
SCALE: 1:15	SHEET 1 OF 1
	A3



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Base lateral	2
2	Suporte central T	3
3	Suporte lateral L	6
4	Tubo d50	6
5	Rolamento	3
6	profile 8 80x40	1
7	Veio rolamento	6
8	item_0002607	4
9	guia	1
10	Bucha de encaixe	34
11	ISO 4762 M8 x 20 --- 20N	16
12	ISO 4762 M8 x 55 --- 28N	6
13	ISO 4762 M8 x 16 --- 16N	18
14	ISO 4762 M8 x 50 --- 28N	24
15	base da polia	4
16	Hexagon Nut ISO - 4036 - M8 - N	8
17	ISO 4028 - M3 x 10-N	6
18	ISO 4028 - M3 x 5-N	3
19	caixa de rolamentos	12
20	ISO 10673-11-S	12
21	profile 8 80x40	2
22	profile 8 80x80	2
23	suporte da chumaceira	1
24	inafag_flcte17	1
25	ISO 4015 - M6 x 35 x 18-N	2
26	Hexagon Flange Nut ISO - 4161 - M6 - N	2
27	Washer ISO 7089 - 14	2
28	Profile_VK14	2
29	Multi Spline Shaf vk14	3
30	Polia	2
31	Esticador	2
32	Tampa-tensionador	1

PROJECT DIRECTOR	DATE	16.12.2013	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES			
drew Anselmo	DATE MODIFY					
MATERIAL:						
General tolerance SN 258440						
dimension nominale (mm)	>3 ...6	>6 ...30	>30 ...120	>120 ...400	>400 ...1000	>1000 ...2000
Ecart (mm)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Escola de Engenharia da Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus de Azurém
4800-058 Guimarães



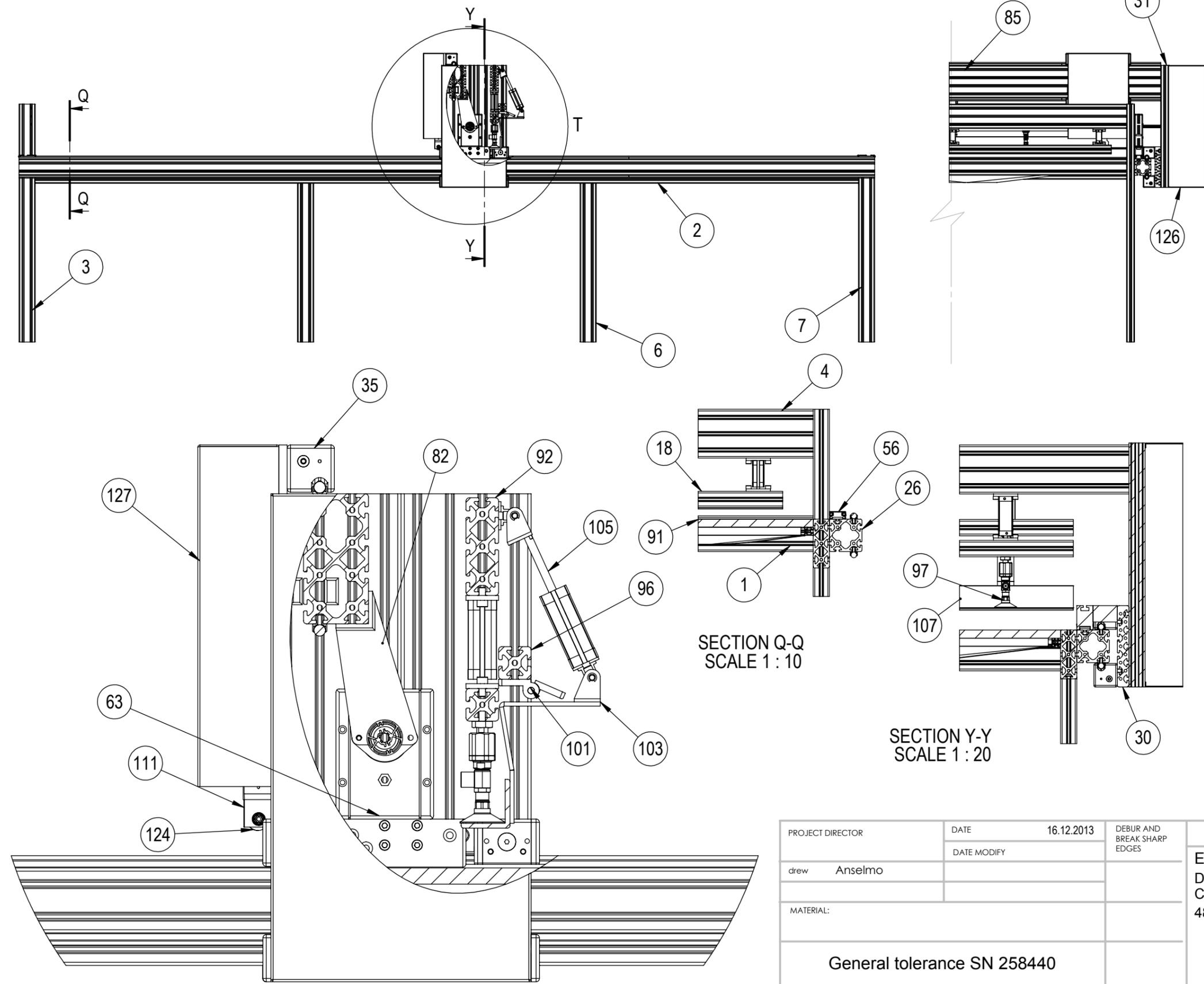
Desenrolador

SCALE: 1:15

SHEET 1 OF 1

A3

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	profile 8 80x80 3150mm	2
2	profile 8 120x40 4000mm	2
3	profile 8 80x40 L=1170mm	2
4	profile 8 120x40 L=3150mm	1
6	profile 8 80x40 L=780mm	4
7	profile 8 80x40 L=900mm	2
18	profile 8 40x40 L=3000mm	1
26	profile 8 80x80 L=4210mm	2
30	profile 8 200x28 L=140mm	2
31	profile 8 160x40 L=600mm	2
35	Guia do eixo xx	12
56	Correia dentada	2
63	Polias do eixo yy	1
82	suporte do veio de ligação	1
85	profile 8 160x80 L=3486mm	1
92	profile 8 120x40 L=3486mm	1
96	profile 8 40x40 L=3486mm	2
97	Ventosa	9
101	Dobradiça	10
103	suporte do tecido	1
105	Cilindro_20_60_I_P_A	5
107	profile M W60x60x6	1
111	Ferramenta de corte	1
122	lâmina de corte	1
126	Tampa-mesa de corte	2
127	Tampa-cabeça de corte	1



DETAIL T
SCALE 1 : 5

SECTION Q-Q
SCALE 1 : 10

SECTION Y-Y
SCALE 1 : 20

PROJECT DIRECTOR	DATE	16.12.2013	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES			
drew Anselmo	DATE MODIFY					
MATERIAL:						
General tolerance SN 258440						
dimension nominal (mm)	>3 ...6	>6 ...30	>30 ...120	>120 ...400	>400 ...1000	>1000 ...2000
Ecarts (mm)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5

DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
Escola de Engenharia da Universidade do Minho Departamento de Engenharia Mecânica Campus de Azurém 4800-058 Guimarães	
	
Mesa de corte	
SCALE: 1:20	SHEET 1 OF 1
A3	