

Projecto de módulos para controlo e lavagem de componentes em alumínio

SERI - Sociedade de Estudos e Realizações Industriais, Lda

Sara Lisete Mendes de Tentúgal Pimenta

Relatório do Projecto Final

Orientador na FEUP: Engenheiro Adérito Varejão



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho de 2009

Aos meus pais e irmã.

Resumo

O presente documento pretende descrever o projecto de módulos para dispositivos de controlo de fugas e lavagem de componentes em alumínio, realizado no âmbito do projecto final de curso do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica.

Estes módulos integram numa célula modular robótica vocacionada para a manipulação robotizada de peças em alumínio entre diferentes máquinas, tornando a configuração de cada máquina correcta às necessidades do utilizador.

São abordados os conceitos de controlo de estanquidade por pressão, bem como todos os conceitos inerentes à realização de um projecto de máquina, desde a definição construtiva dos dispositivos 3D até à realização dos desenhos de definição 2D de todos os componentes constitutivos dos dispositivos, respeitando as normas de desenho internacionais.

Abstract

This document presents the design of modules for devices to control leaks and washing of components in aluminum, carried out as the final project of the Master in Mechanical Engineering of FEUP.

This module incorporates a modular robot cell dedicated to handle pieces of aluminum between different machines, which allows the configuration of each machine according to the user needs.

The concepts of leak control by measuring the pressure decays as well as all relevant machine design concepts are presented. In particular, 3D modeling and 2D drawings of all the components was performed according to the relevant international standards.

Agradecimentos

Gostaria em primeiro lugar agradecer ao Engenheiro Adérito Varejão, pela sua dedicação, apoio e incentivo durante a fase de desenvolvimento deste projecto.

Ao Engenheiro Edmundo Barbosa pela disponibilidade e orientação prestada na execução de grande parte deste projecto.

Ao Eng. Constâncio Cardoso pela orientação na fase final deste projecto na empresa e a toda a equipa de Engenheiros da SERI e seus técnicos o meu obrigado pela colaboração durante o meu estágio na empresa

Agradecer também ao Professor Paulo Tavares de Castro, pela forma exímia como orienta os estágios da opção projecto e construções mecânicas, assim como, o apoio e dedicação a todos os alunos desta instituição.

Aos meus amigos, um especial agradecimento pelo apoio e incondicional incentivo durante o decorrer do projecto.

E por fim, a minha profunda gratidão aos meus pais e irmã, pelo incondicional apoio ao longo da minha formação académica e pelo esforço económico para me proporcionarem esta formação.

Índice

Resumo.....	iv
Abstract	vi
Agradecimentos	viii
Capítulo 1	2
Introdução.....	2
1.1 Apresentação da Empresa.....	2
1.2 Projecto proposto.....	3
1.3 Estudos e modelação do projecto.....	3
1.4 Metodologia de projecto de máquina	4
1.5 Design, Materiais e Construção.....	5
1.6 Controlo de estanquidade.....	5
1.7 Células robotizadas	6
Capítulo 2	8
Estado da arte	8
2.1 Máquinas transfer e máquinas especiais.....	8
2.2 Teste de estanquidade	11
Capítulo 3	14
Definição de requisitos.....	14
3.1 Teste de estanquidade	14
3.2 Mesas de apoio ao robô.....	15
3.3 Robô industrial	15
3.4 Sensores de proximidade	15
3.5 Marcador de peça	16
3.5 Cilindros pneumáticos.....	16
Capítulo 4	18
Materiais e processos utilizados	18
4.1 Modelação 2D e 3D	18
4.3 Tratamentos utilizados.....	20
4.4 Revestimentos utilizados	20
Capítulo 5	22
Definição da solução construtiva	22
5.1 Módulo para máquina de controlo de estanquidade	22
5.2 Mesas de apoio	38

5.3 Garra do robô industrial.....	44
Capítulo 6	52
Resultados obtidos.....	52
Capítulo 7	53
Conclusões e trabalhos futuros.....	53
Capítulo 8	55
Bibliografia	55
ANEXO I	57
<i>Documentação técnica</i>	57

Índice de figuras

Figura 1 - Esquema da manipulação das peças maquinadas até serem validades	3
Figura 2 - Esquema de funcionamento de teste de estanquidade com peça padrão	6
Figura 3 - Esquema de funcionamento de teste de estanquidade com peça padrão	6
Figura 4 - Máquina CNC rotativa. Retirado de http://www.cmeccanica.com (30 Junho de 2008).....	8
Figura 5 - Máquina transfer rotativa com cabeçote giratório. Retirado de www.productionmachining.com (30 Junho de 2009)	9
Figura 6 - Máquina CNC transfer linear. Retirado de www.directindustry.com (30 Junho de 2009).....	9
Figura 7 - Diferentes tipos de robôs industriais disponíveis no mercado.....	10
Figura 8 - Máquina especial com robô especial. Retirado de www.zeugma-psi.pt (30 de Junho de 2008).....	10
Figura 9 - Aplicações do teste de estanquidade: material médico, dispositivos a gás, electrónica, peças fundidas, embalagens, materiais de construção, peças de automóvel, aparelhos electrónicos, válvulas, componentes aeroespaciais. Retirado de www.ateq.com (1 de Julho de 2009).....	11
Figura 10 - Máquina de teste de estanquidade para peça em alumínio. Cortesia da SERI, Sociedade de Estudos e Realizações Industriais.....	12
Figura 11 - Microfugómetro da ATEQ.....	14
Figura 12 - Cáster de alumínio para teste	14
Figura 13 - Sensor fotoeléctrico da telemanique XUB 0APSNM12 saída PNP	16
Figura 14 - Marcador de letra BM 22 PN Hub 32 da Borries	16
Figura 15 Revestimentos metálicos.....	20
Figura 16 Revestimentos não metálicos	20
Figura 17 - Módulo de teste de estanquidade com cilindro recuados à direita e à esquerda com o cilindros avançados.....	22
Figura 18 - Modelo 3D da base no módulo de teste de estanquidade à esquerda e pormenor da base à direita.	23
Figura 19 - Pormenor do canal para o ar comprimido do modelo 3D da base.....	24
Figura 20 - Modelo 3D da base inferior no módulo de teste de estanquidade à esquerda e seu pormenor à direita.....	24
Figura 21 - Pormenor da furação cruzada do modelo 3D da base inferior.....	25
Figura 22 - Modelo 3D da base superior no módulo de teste de estanquidade do cáster à esquerda e pormenor desta base à direita	25
Figura 23 - Furação da base superior para alimentação de ar comprimido.....	26
Figura 24 - Modelo 3D das colunas no módulo do dispositivo de teste de estanquidade	26
Figura 25 - Componentes da coluna com pino de posicionamento.....	27
Figura 26 - Componentes da coluna sem pino de posicionamento	27
Figura 27 - Modelo 3D da junta de vedação no modelo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e pormenor da junta à direita	28
Figura 28 - Modelo 3D do intercalar da peça no modelo do dispositivo de teste de estanquidade	28
Figura 29 - Modelo 3D do intercalar da peça, vista superior e vista inferior.....	29

Figura 30 - Modelo 3D dos centradores no modelo do dispositivo de teste de estanquidade..	29
Figura 31 - Centradores do cárter na base do dispositivo de teste. À esquerda centrador para a orelha do cárter, ao centro centrador para furo do cárter e à direita pormenor do cárter posicionado nos centradores.....	30
Figura 32 - Entalhe segundo a norma DIN 509 Forma F para veios.....	30
Figura 33 - Modelo 3D do intercalar e junta de vedação no módulo do dispositivo de teste de estanquidade	31
Figura 34 - Modelo 3D do Intercalar	31
Figura 35 - Modelo 3D da junta de vedação	31
Figura 36 - Modelo 3D do intercalar interior no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e seu pormenor à direita.....	32
Figura 37 - Superfície de inspecção para o teste de estanquidade a branco, do cárter.....	33
Figura 38 - Modelos 3D dos sinoblocos e intercalares do dispositivo de teste	33
Figura 39 - Modelo 3D dos dois intercalares do sinobloco para o cilindro DNC 100-160-PPV	33
Figura 40 - Modelo 3D dos dois intercalares do sinobloco para o cilindro DNC 50-200-PPV	34
Figura 41 - Modelo 3D do intercalar do sinobloco para o cilindro DNC 50-160-PPV.....	34
Figura 42 - Modelo 3D das guias no módulo do dispositivo de teste de controlo de estanquidade à esquerda. À direita o seu pormenor.	35
Figura 43 - Modelos 3D da mesa mista, à direita a mesa está representada sem o cárter.....	38
Figura 44 - Modelo 3D da base peça no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor	38
Figura 45 - Modelo 3D da base superior no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor	39
Figura 46 - Modelo 3D da base inferior no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor	39
Figura 47 - Modelo 3D do apoios e centradores no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor.....	40
Figura 48 - Modelo 3D do apoio do cárter na base peça.....	40
Figura 49 - Modelo 3D dos centradores no módulo do dispositivo de teste de estanquidade, à esquerda para a posicionar na orelha do cárter e à direita para posicionar no furo do cárter...	40
Figura 50 - Modelo 3D do posicionador no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor	41
Figura 51 - Modelo 3D do centrador furo no módulo do dispositivo de teste à esquerda e à direita o seu pormenor	41
Figura 52 - Modelo 3D do conjunto de posicionador do sensor, a vermelho, verde e roxo. ...	42
Figura 53 - Modelo 3D da protecção do sensor	42
Figura 54 - Modelo 3D do intercalar para fixação do sensor	43
Figura 55 - Modelo 3D dos perfis na mesa mista à esquerda e à direita o seu pormenor	43
Figura 56 - Modelos 3D da mesa para robô, à direita a mesa está representada sem o cárter .	44
Figura 57 - Representação da superfície do cárter onde irá ser feito o aperto da garra (a verde)	44
Figura 58 - Pinça paralela pneumática GP115 da SOMMER automatic	45
Figura 59 - Modelo 3D da garra para o robô do estudo 1 à esquerda. À direita está representado o pormenor dos dedos da garra.	45

Figura 60 - Pinça paralela pneumática GP 1812-B da SOMMER automatic	46
Figura 61 - Modelo 3D da garra para o robô do estudo 2 à esquerda. À direita está representado o pormenor dos dedos da garra.	46
Figura 62 - Modelo 3D da garra para o robô do estudo 3 à esquerda. À direita está representado o pormenor dos dedos da garra.	47
Figura 63 - Modelo 3D dos dedos da garra para o robô do estudo 3.....	47
Figura 64 - Modelos 3D do corpo dos dedos da garra do robô	48
Figura 65 - Modelos 3D dos postigos para os dedos da garra do robô.....	48
Figura 66 - Modelo 3D da flange de fixação da pinça do estudo 2 e 3 à esquerda. À direita está representado o seu pormenor.....	49
Figura 67 - Modelo 3D da flange de fixação ao robô do estudo 2 e 3 à esquerda. À direita está representado o seu pormenor.	49
Figura 68 - Modelo 3D dos empurradores do estudo 2 e 3 à esquerda. À direita está representado o seu pormenor.	50
Figura 69 - Modelo 3D da peça de fixação do sensor da garra do robô do estudo 3. À esquerda esta representada a peça de fixação em pormenor.....	51
Figura 70 - Vedação de dois dos furos disponibilizados na pinça para alimentação do ar. À esquerda a amarelo os furos a vedar, à esquerda pormenor dos o'rings acoplados na peça de fixação do sensor.	51
Figura 71 - Intercalar interior em Delrin preto	52
Figura 72 - Intercalar interior montado no cárter de alumínio	52
Figura 73 - Junta de vedação em silicone 60 SHORE obtida por corte de jacto de água	53
Figura 74 - Junta de vedação em Silicone 60 SHORE obtida por corte de jacto de água.....	53
Figura 75 - Intercalares do sinobloco para o cilindro.....	53
Figura 76 - Intercalares do sinobloco para o cilindro.....	53
Figura 77 - Apoio elástico	51
Figura 78 - Intercalar para o cilindro.....	51
Figura 79 - Base superior e Base inferior em aço CK 45.....	51
Figura 80 - Base da peça em aço CK 45.....	51

Índice de tabelas

Tabela 1 - Parâmetros definidos para o teste de estanquidade	14
Tabela 2 - Composição química do aço CK45	18
Tabela 3 - Composição química do aço 14 NiCr 14.....	19
Tabela 4 - Composição química do aço 100MnCrW4	19
Tabela 5 - Medida do entalhe F 0,4x0,2 DIN 509	30

Capítulo 1

Introdução

Intitulando-se “Projecto de módulos para dispositivos de controlo de fugas e lavagem de componentes em alumínio”, este trabalho consistiu na realização do projecto de módulos, que integram dispositivos destinados a realizar teste de estanquidade e lavagem de peças, em alumínio, para o sector automóvel. O projecto de cada módulo abrangeu a definição do modelo construtivo, dimensionamento, selecção de componentes, acessórios e modelação 3D dos elementos integrantes do dispositivo e do respectivo conjunto. Seguidamente realizou-se os respectivos desenhos de definição 2D de cada peça, assim como desenho 2D de conjunto.

Esta célula assume ainda um conceito modular robotizado, isto é, cada posto de trabalho possui módulos que podem ser substituídos em qualquer altura, para operar com diferentes peças, sendo assistido por um robô industrial para manipulação das mesmas.

Ao longo deste documento serão introduzidos os conceitos inerentes à realização deste projecto, seguidos de um capítulo de estado de arte. Precede o capítulo de definição de requisitos e processos utilizados.

Posteriormente, será apresentado um capítulo inteiramente dedicado à explicação da definição construtiva dos módulos realizados, terminando com a apresentação dos desenhos 2D de definição e os estudos 3D.

Por último, apresentam-se as conclusões e anexos com documentação técnica relevante aos componentes e dispositivos utilizados.

1.1 Apresentação da Empresa

A SERI, Sociedade de Estudos e Realizações Industriais, é uma pequena empresa que se dedica, desde 1988, à realização de projectos e construção de máquinas e equipamentos especiais.

A empresa conta com uma equipa de projectistas com largo conhecimento e experiência em processo de desenvolvimento e, construção de máquinas, que acompanha as mais recentes tecnologias em desenvolvimento de projecto de máquina e o uso de ferramentas de desenho assistido por computador (CAD).

Em parceria com os seus clientes analisam os produtos e necessidades de forma a oferecer uma solução eficiente e personalizada de acordo com as suas necessidades.

A gama de produtos da SERI inclui máquinas transfer de comando numérico, máquinas especiais, dispositivos de aperto hidráulico para máquinas transfer, entre outras aplicações.

1.2 Projecto proposto

O projecto que me foi atribuído insere-se no projecto de uma célula flexível que realiza lavagem de peças em alumínio, seguida de teste de estanquidade destas mesmas peças, após maquinação das mesmas.

Estas peças pertencem à indústria automóvel, sendo especificamente um cárter e uma flange em alumínio. Os módulos que me foram propostos a realizar foram, módulo para o posto de teste de estanquidade, duas mesas de apoio à manipulação das peças por parte do robô, e ainda a garra do robô industrial para manipulação do cárter.

O módulo para o posto de estanquidade foi projectado para o cárter e realiza as seguintes operações: posicionamento do cárter; vedação da superfície de teste e orifícios; teste de estanquidade e validação da peça testada.

As mesas de apoio apresentam duas configurações, a primeira a ser utilizada por um operador e pelo robô, e a segunda a ser utilizada apenas pelo robô.

Por último, o robô deve adaptar a garra para manipulação do cárter e da flange onde é feito o acoplamento de uma pinça e respectivos dedos para manipulação. A manipulação das peças segue o esquema da Figura 1.

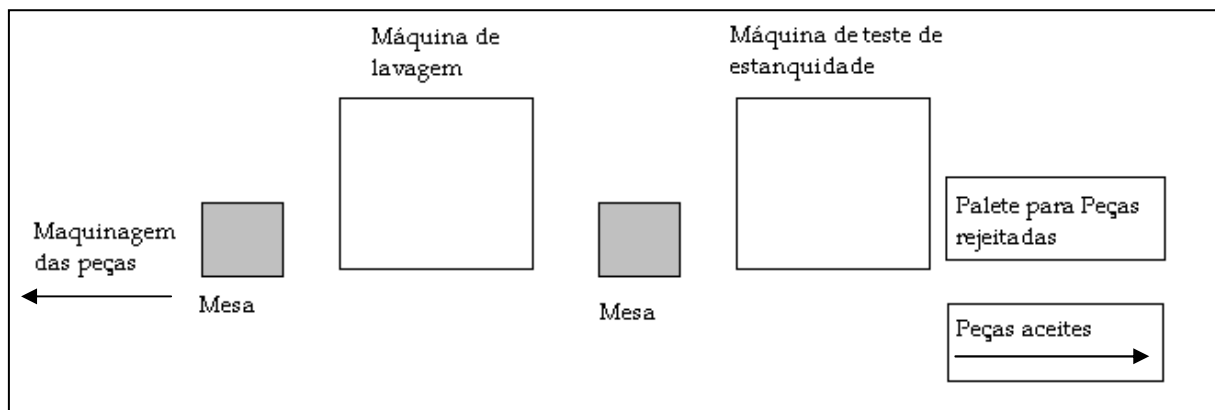


Figura 1 - Esquema da manipulação das peças maquinadas até serem validadas

O módulo de estanquidade foi orientado pelo Eng. Edmundo Barbosa, e as mesas de apoio e o estudo da garra do robô foram orientados pelo Eng. Constâncio Cardoso. A supervisão ficou a cargo do Eng. Adérito Varejão.

1.3 Estudos e modelação do projecto

O croqui é geralmente o ponto inicial de um projecto, sendo o propósito primário o de comunicar a concepção a outros engenheiros e inclusive ao próprio projectista. Pretende-se captar alguns dos dados e hipóteses feitas, mesmo que implicitamente, no início do projecto.

Num projecto de máquina, a correcta validação e adequação dos modelos de engenharia utilizados para prever e analisar o seu comportamento, antes da construção de qualquer máquina, é importante para o sucesso do mesmo. Esse modelo passa sempre por um processo desafiador e criativo por parte do projectista.

O surgimento do computador trouxe uma revolução no projecto e análise de engenharia. Problemas cujos métodos de solução eram praticamente insolúveis devido à elevada necessidade computacional podem, agora, ser resolvidos em minutos.

Na área de engenharia é essencial que o projectista entenda as técnicas de produção, para que o resultado final se traduza num produto viável de produzir, com risco de produção controlados e, que respeite, essencialmente, os custos definidos. A utilização de software para a modelação do produto deverá ser usada de forma consciente, uma vez que as possibilidades de construção criativas poderão corresponder a uma produção difícil, dispendiosa ou até mesmo de inviável produção.

Actualmente a modelação passa pelo projecto 3D dos componentes de máquina, obtendo-se modelos sólidos. Vantagens associadas a um modelo sólido: as arestas e as faces das peças são definidas; as vistas ortográficas convencionais em 2D podem ser geradas automaticamente e o modelo geométrico 3D contém a informação necessária para determinar propriedades de massa automaticamente. Como exemplo, a determinação do centro de gravidade, a sua massa ou o seu momento de inércia da massa.

Muitos organismos e associações de engenharia, bem como, agências governamentais desenvolveram normas para áreas específicas de projecto de engenharia. Muitas delas são apenas linhas de recomendações, outras são rígidas e obrigatórias por força da lei. O engenheiro projectista deve estar sempre a par dessas normas e padrões e recorrer a elas quando necessário.

1.4 Metodologia de projecto de máquina

Na área de engenharia o projecto de um produto envolve diferentes estágios, sendo que em algumas áreas se torna um processo bastante complexo. No entanto, distinguem-se alguns estágios essenciais na concepção do produto.

Primeiramente, dever-se-á identificar o tipo de projecto, isto é, se a necessidade se refere à concepção de um novo produto ou apenas à revisão de um já existente.

Segue-se a necessidade de determinar o tipo de requisitos associados ao projecto. Estes requisitos determinarão as condições e os parâmetros a desenvolver para definir os limites das características do produto. Estes parâmetros, que podem ir desde o custo e orçamento dado até parâmetros dimensionais, de segurança, de longevidade, entre muitos outros.

Após completada a definição dos requisitos para o desenvolvimento do projecto, procura-se encontrar a melhor abordagem da qual resultará solução final. Existem diferentes formas de chegar a esta abordagem. Uma das possibilidades poderá ser a realização de um *brainstorming* por parte da equipa de trabalho, fomentando a apresentação de diferentes soluções, sempre considerando as especificações de requisitos. Tratando-se de um projecto individual, poderá passar por pesquisa e estudo, na busca de diferentes soluções a ponderar.

Por fim a decisão final será tomada individualmente, pelo máximo responsável, ou por um grupo muito restrito de pessoas da equipa. Esta decisão pode ser a selecção da melhor solução ou poderá ser o cancelamento do projecto, após se verificar a inviabilidade da sua realização

dentro dos parâmetros exigidos. A “melhor solução” pode ter vários significados. Poderá ser a melhor em termos de custos, simplicidade, técnicas de produção ou até mesmo em termos de prazos.

A implementação do projecto, poderá envolver a organização de uma equipa em que as responsabilidades são atribuídas e geridas de forma criteriosa. Caso se trate de um projecto individual, o designer de projecto deverá ser capaz de estruturar o seu trabalho, de forma a conseguir alcançar o resultado.

A descrição acima mencionada não pressupõe que o processo de projecto seja feito de forma linear, pelo contrário, a iteração é necessária ao longo de todo o processo, podendo ir de um estágio a outro, em todas as combinações possíveis repetidamente.

1.5 Design, Materiais e Construção

Uma das principais considerações a ter em conta no projecto são os materiais a ser usados, principalmente quando estamos a realizar a modelação das componentes do produto no que diz respeito às formas de detalhe, à aparência estética pretendida e à usabilidade a que se destinam no seu conjunto. O mais importante são as condições sob a qual está sujeito o produto, tendo os materiais que permitir o alcance destas.

1.6 Controlo de estanquidade

O microfugómetro é um dispositivo que pretende satisfazer as mais exigentes necessidades no controlo de fugas por pressão ou em vazio. Baseia-se no método de controlo de fugas em peças hermeticamente seladas com um determinado volume de ar no seu interior, por medição da queda de pressão no interior da peça. O nível de fugas é testado de acordo com os parâmetros pretendidos.

A medição do débito varia de acordo com diferentes parâmetros: pressão de teste, volume da peça a testar.

O teste de estanquidade, com recurso a microfugómetros, pode realizar-se sob diferentes condições, destacando-se duas:

A primeira envolve teste de estanquidade com peça padrão (ver Figura 2): Idealmente deve existir um dispositivo que integra uma peça sã, sem defeitos (fuga zero) para que se obtenha um teste com peça padrão. Neste teste o microfugómetro tem a saída de referência directamente ligada ao dispositivo que contém a peça padrão. Em simultâneo, uma outra saída está ligada ao dispositivo que integra a peça a testar. Desta forma a medição da queda de pressão é comparada com os resultados padrão. Utilizando uma peça padrão os factores externos, como a variação de pressão ou temperatura, que influenciam as propriedades do ar comprimido, afectam simultaneamente os resultados dos dois testes, conseguindo-se estabelecer um equilíbrio para que o teste seja feito sob as mesmas condições. Estes resultados apresentam sempre uma maior fiabilidade.

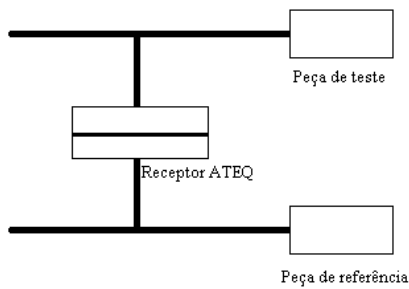


Figura 2 - Esquema de funcionamento de teste de estanquidade com peça padrão

A segunda não recorre a peça padrão (ver Figura 3). Este teste tem a saída de referência fechada e apenas efectua a leitura de queda da pressão na peça a ser testada. As condições de validação devem então ser bem definidas de acordo com a inspecção pretendida.

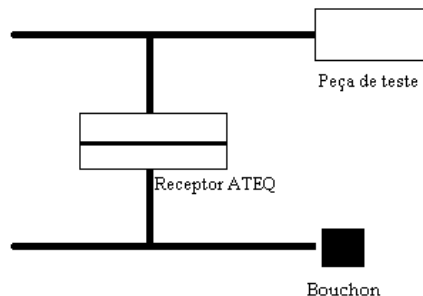


Figura 3 - Esquema de funcionamento de teste de estanquidade com peça padrão

Qualquer tipo de teste de estanquidade compreende um ciclo de medição de fugas efectuado em três fases:

- Fase de enchimento da peça de teste e/ou da peça/volume de referência;
- Fase de estabilização: estabilização das condições termodinâmicas do fluído no interior da peça de teste e /ou da peça/volume de referência;
- Fase de leitura da pressão.

A correcta definição do tempo de duração de cada uma destas fases é essencial para se realizar um ensaio correcto, uma vez que estes tempos variam em função do volume interno de teste, da pressão de teste e eventualmente da complexidade da geometria das peças a testar.

1.7 Células robotizadas

Nos últimos anos, têm existido enormes pressões no sentido de aumentar a flexibilidade e produtividade de sistemas de manufatura. Por este motivo, o desenvolvimento de sistemas de manufatura e respectivos controladores têm vindo a assumir um papel cada vez mais importante para a comunidade industrial e científica. Surge aqui o conceito modular e robotizado no projecto de máquina.

Pretende-se criar módulos que possam ser integrados em máquinas que operam em diferentes condições e com diferentes produtos. O objectivo será atingir uma flexibilidade de configuração das máquinas que pretende reduzir significativamente o tempo, custos de

desenvolvimento, operação e manutenção em aplicações de fabrico, teste, palatização e logística.

Estas células consistem em linhas de fabrico industrial, constituídas por uma ou mais máquinas com diferentes operações de manufactura ou controlo do produto, com integração de um robô industrial. O robô é integrado nestas células para realizar automaticamente operações de fabrico, montagem ou controlo, ou apenas para mobilização do produto entre os diferentes postos, de uma forma rápida e precisa.

Capítulo 2

Estado da arte

Nesta secção serão abordados os diferentes tópicos referentes ao projecto de máquina que se enquadram nas tecnologias e opções construtivas recorrentes no projecto de máquinas especiais.

2.1 Máquinas transfer e máquinas especiais

Historicamente a tecnologia de máquinas transfer foi classificada como “Hard Automation”. Este termo reflectia a natureza muito específica das estações de trabalho que realizavam diversas operações de maquinação numa só peça. Esta tecnologia foi sendo cada vez mais adoptada, e as dimensões típicas dos equipamentos foram diminuindo. Na tecnologia CNC estas máquinas transfer foram largamente difundidas para permitir uma rápida mudança de uma operação para outra.

Existem máquinas transfer rotativas e lineares, entre as quais estão disponíveis no mercado diferentes opções construtivas.

As máquinas transfer rotativas (Figura 4) são constituídas por diferentes centros de maquinação dispostos de forma radial, onde a peça vai sofrendo a sua maquinação gradualmente por manipulação de posto em posto. A peça assenta sob uma mesa giratória que permite o posicionamento correcto e preciso necessário a cada operação.



Figura 4 - Máquina CNC rotativa. Retirado de <http://www.cmeccanica.com> (30 Junho de 2008)

Existem ainda as máquinas transfer que possuem um cabeçote giratório (torre porta ferramentas) que acopla diferentes equipamentos para realização de operações de maquinação distintos (Figura 5). Neste caso a peça não é manipulada de posto em posto, apenas poderá sofrer pequenos ajustes de posicionamento para cada operação. Pode ainda ser possível realizar diferentes operações em simultâneo.

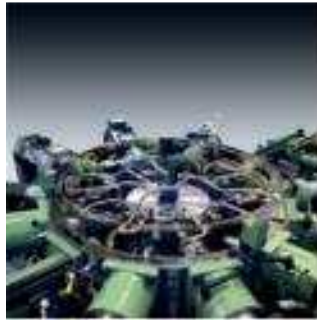


Figura 5 - Máquina transfer rotativa com cabeçote giratório. Retirado de www.productionmachining.com (30 Junho de 2009)

As máquinas transfer lineares utilizam uma disposição linear de centros de maquinação com manipulação da peça ao longo de um tapete, ou através de manipulação manual por parte do operador (Figura 6).



Figura 6 - Máquina CNC transfer linear. Retirado de www.directindustry.com (30 Junho de 2009)

Este tipo de máquinas transfer pretendem proporcionar soluções de maquinação e montagem que cumpram requisitos específicos de alta produtividade, para fabricação de vários tipos de peças. Têm capacidade de executar peças com alto grau de complexidade, grande repetitividade e precisão.

As máquinas especiais podem constituir equipamentos singulares que efectuem a produção de uma peça ou podem agrupar um conjunto de máquinas que realizam maquinação, testes de controlo, lavagem, montagem, entre outras operações de produção.

As máquinas especiais integram ainda um conceito modular, permitindo uma flexibilidade na construção da máquina que garante a reconfiguração dos postos de trabalho, de forma a poder efectuar, em diferentes alturas, peças distintas.

Aliadas às anteriores necessidades, surgem outras com o aparecimento do robô. Este integra-se em unidades de maquinação que envolvam trabalhos pesados, morosos, perigosos e de alta precisão para os seres humanos.

A primeira empresa a produzir um robô industrial foi a Unimation, fundada por George Devol e Joseph F. Engelberger em 1956, baseando-se nas patentes originais de Devel. Os robôs da Unimation foram denominados "máquinas de transferência programadas", já que tinham como principal função a transferência de objectos de um ponto a outro.

Os manipuladores industriais possuem capacidades de movimento similares ao braço humano e são frequentemente utilizados na indústria. As aplicações incluem soldadura, pintura, maquinação, transporte, manipulação de peças, entre outros.

A maior parte dos robôs articulados trabalham por armazenamento numa memória de uma série de posições, movimentando-se para elas várias vezes na sua programação. Por exemplo, um robô que possui a função de mover objectos de um lugar para o outro pode possuir um programa usualmente chamado "pick and place".

Actualmente a indústria de braços robóticos atingiu um estado de maturidade, no qual ela pode prover velocidade, precisão e facilidade de uso suficientes para a maior parte das aplicações. Na Figura 7 apresentam-se diferentes tipos de robôs industriais.

Como exemplo, tomamos a indústria automóvel, já que é uma das áreas que mais utiliza esta tecnologia. Os robôs são programados para substituir a mão-de-obra humana em trabalhos repetitivos ou perigosos.



Figura 7 - Diferentes tipos de robôs industriais disponíveis no mercado

As exigências do mercado na criação de produtos que respondam a exigências cada vez mais complexas e que operem em condições com parâmetros apertados, resulta na necessidade de produção de máquinas especiais (Figura 8) que apresentem um carácter modular flexível e muitas vezes automatizado por meio de robôs industriais.



Figura 8 - Máquina especial com robô especial. Retirado de www.zeugma-psi.pt (30 de Junho de 2008)

2.2 Teste de estanquidade

Os testes de estanquidade são utilizados para testar componentes de equipamentos complexos, tais como válvulas, tubos, tanques ou recipientes para funcionar a alta pressão, caixas de velocidade, motores. Algumas aplicações estão representadas na Figura 9.



Figura 9 - Aplicações do teste de estanquidade: material médico, dispositivos a gás, electrónica, peças fundidas, embalagens, materiais de construção, peças de automóvel, aparelhos electrónicos, válvulas, componentes aeroespaciais. Retirado de www.ateq.com (1 de Julho de 2009)

Esta técnica de inspecção pretende detectar defeitos resultantes dos processos de produção das peças, garantindo o correcto desempenho destas.

Na indústria em geral é comum a utilização de máquinas especiais para execução de testes de vazamento, também denominados como testes de estanquidade.

Todos os fabricantes de máquinas para teste de estanquidade utilizam equipamentos industriais desenvolvidos especialmente para esta finalidade. Entre eles, citam-se os abaixo:

- USON L. P;
- FUGOTEST, S.L;
- ATEQ Corporation;
- CINCINATTI Test Systems;

Existem diferentes tipos de tecnologia de teste de estanquidade. A ATEQ disponibiliza diferentes tipos, podendo destacar-se os seguintes:

- Por queda diferencial de pressão: É medida a queda de pressão num volume hermeticamente selado de uma peça padrão em comparação com a queda de pressão nas peças de teste (simultaneamente testadas noutro dispositivo). Esta tecnologia permite compensar os factores externos que possam influenciar o teste.
- Por queda de pressão: Este teste não usa peça padrão, apenas é feita a comparação com a pressão atmosférica (Figura 10);
- Por fluxo contínuo: O fluxo contínuo é direccionado através de transdutor de pressão diferencial em que um tubo de fluxo laminar mede a taxa de fuga. O seu volume interno assegura que o fluxo gerado pela fuga permanece bastante estável ao longo do tempo. Indicado para aplicações com gases industriais.

- Por fluxo laminar: Quando a fuga se caracteriza com o escoamento laminar. O fluxo ocorre entre a linha de pressão e o furo de fuga.
- Por fluxo turbulento: Quando a fuga apresenta um escoamento turbulento.
- Iónico: Esta tecnologia não utiliza o ar comprimido, utiliza a electricidade. Uma elevada voltagem é aplicada à peça de teste, sendo os iões movidos para o furo para se poder testar eventuais fugas ou determinar condições de escoamentos pretendidos.



Figura 10 - Máquina de teste de estanquidade para peça em alumínio. Cortesia da SERI, Sociedade de Estudos e Realizações Industriais

Capítulo 3

Definição de requisitos

3.1 Teste de estanquidade

Requisito: utilizar um microfugómetro, que teste, após maquinação, as peças em alumínio produzidas por fundição injectada, com validação de peça OK e rejeição de peça NOK.

Especificamente, na produção do cárter (Figura 12) e da flange verificou-se que os defeitos de fundição podem ser micro porosidades e formação de fendas, nem sempre detectáveis pelo equipamento de raio-X, mas facilmente detectáveis pela microfugometria.



Figura 11 - Microfugómetro da ATEQ

Decidiu-se então projectar dois módulos, um para o cárter e outro para a flange, que permitem a realização do teste de estanquidade. Como o volume de teste no cárter é inferior ao volume de teste na flange, projectou-se um reservatório que completa o volume em falta no cárter ($V_{\text{cárter}} + V_{\text{reservatório}} = V_{\text{flange}}$), de forma a utilizar o mesmo microfugómetro.

Optou-se por realizar o teste da 2ª solução referida no ponto 1.6 deste relatório, introduziu-se um reservatório de volume igual ao volume interno da flange, em substituição da peça de referência.



Figura 12 - Cárter de alumínio para teste

A máquina de teste de estanquidade testará uma peça de cada vez, numa inspecção a 100%, integrando para isso um sistema de validação de peça boa. Os parâmetros para o teste apresentam-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros definidos para o teste de estanquidade

Parâmetros de teste		
	Cárter	Flange
Pressão de teste	0,6 bar	0,5 bar
Volume de teste	82,2 cm ³	655 cm ³
Valor de fuga	5 cm ³ /min	10 cm ³ /min

3.2 Mesas de apoio ao robô

Requisito: Construção de duas mesas de apoio ao robô industrial na manipulação das peças.

Para que o robô pudesse manipular de forma correcta e precisa as peças da máquina de lavagem para a máquina de teste de estanquidade, surgiu a necessidade de construção de duas mesas.

Uma servirá de apoio ao operador, que posicionará a peça na mesa para que o robô as possa ir buscar na posição correcta.

A outra mesa servirá de apoio exclusivo ao robô, que ao retirar a peça da máquina de lavagem a colocará na mesa para acertar, em relação ao seu eixo, a posição de aperto. Posto este acerto a peça será direccionada para a máquina de teste de estanquidade.

3.3 Robô industrial

Requisito: recorrer a um robô industrial para manipulação das peças entre as diferentes máquinas. Poder-se-á acoplar a pinça de manipulação do cárter ou da flange de teste, em qualquer altura, à garra do robô.

A garra do robô deverá ser adaptada ao robô SERIE M-710iC da FANUC. Este robô é disponibilizado em quatro modelos diferentes, tendo sido decidido que se utilizaria o modelo de 50 kg de capacidade de carga, com a cabeça de encaixe ISO M-710iC.

Efectuou-se um estudo onde a pinça garantia a correcta manipulação da peça.

Critérios de selecção da pinça:

- Pinça capaz de manipular a peça em movimentos de 5 eixos;
- Sistema pneumático de accionamento;
- Manipulação de uma peça com 2,5 kg.

3.4 Sensores de proximidade

Requisito: Utilização de sensores que detectem presença de peça nas mesas e na garra do robô.

Nas mesas deverá estar montado um sensor que detecte a presença de peça para dar a instrução ao robô que necessita de a manipular. Em cada uma das mesas este sensor deverá estar colocado estrategicamente, para que a detecção por proximidade ocorra numa zona mais exterior do cárter.

Na garra do robô este sensor permitirá que o robô receba a instrução de aperto da pinça.

Para este efeito foi seleccionado um detector fotoeléctrico da Telemecanique: Osiris Universal, Osiconcept Modelo 018 metálico (XUB 0APSNM12 saída PNP). Este detector consegue um alcance mínimo de 0,01 mm e um alcance máximo de 0,07 mm. Trata-se de uma

detecção por proximidade com eliminação do plano posterior ajustável (Figura 13), suas características técnicas encontram-se no Anexo I.



Figura 13 - Sensor fotoeléctrico da telemanique XUB 0APSNM12 saída PNP

3.5 Marcador de peça

Requisito: Utilização de um dispositivo para validação de peça boa.

Para realizar esta validação estava definido a utilização de marcador de accionamento pneumático munido de uma letra na sua ponta. Num movimento tipo punção efectua-se a marcação de peça boa. Serão feitas as devidas adaptações construtivas para integrar esta unidade.

O marcador seleccionado pertence à Borries, sendo o modelo BM 22 PN Hub 32 (Figura 14).



Figura 14 - Marcador de letra BM 22 PN Hub 32 da Borries

3.5 Cilindros pneumáticos

Requisito: Utilização de cilindros pneumáticos para garantir a pressão necessária à completa vedação do volume de teste das peças.

Para atingir este requisito a selecção dos cilindros foi efectuada durante a modelação do dispositivo por motivos de atravancamento e de modo a conseguir compensar o esforço provocado pela área da superfície a testar a 0,6 bar. Na secção seguinte apresenta-se a explicação dos critérios de selecção dos cilindros e respectivos modelos.

Parâmetros para selecção dos cilindros:

- Área projectada da superfície de teste: 33682 mm^2
- Pressão de teste: 0,6 bar
- Esforço = Área projectada x Pressão de teste = 2021 N

Capítulo 4

Materiais e processos utilizados

4.1 Modelação 2D e 3D

Para o primeiro módulo realizou-se o projecto 3D de todos os componentes, representação 3D de conjunto, desenho de definição 2D de todos os componentes e desenho 2D do conjunto.

Com os desenhos de definição pretendia-se uma organização ortográfica que estabelecesse, com todo o rigor, as exigências a que devem obedecer as peças, definindo as formas, as dimensões, as tolerâncias, os estados de superfície, o material, o revestimento, etc., do componente no seu estado de utilização. O desenho de conjunto 2D pretendia representar todos os componentes de um produto montado, acompanhado das indicações necessárias para a sua montagem.

A acompanhar os desenhos de definição 2D foi realizada ainda a nomenclatura que completa o desenho de conjunto, onde foram numerados todos os componentes, devidamente referenciados. Nesta lista as peças normalizadas estão referenciadas com as designações completas.

Nos dois últimos módulos foi realizado o estudo 3D dos componentes e de conjunto, apresentando 2 estudos para a definição da garra do robô.

A ferramenta utilizada foi o Autodesk Inventor 2008, por ser a ferramenta cedida pela SERI.

4.2 Materiais

Neste projecto os materiais seleccionados foram essencialmente aços, nylon, alumínio e silicone.

4.2.1 Aços

4.2.1.1 Aço CK 45

O aço SAE 1045 / DIN CK45, sem liga, dito aço especial é indicado para eixos, bases para matrizes, peças para indústria automóvel, ferramentas manuais, etc. O valor da sua densidade é 7,84 [g/cm³].

Os aços especiais são materiais com menor teor em inclusões não metálicas que os aços de qualidade. Asseguram uma resposta adequada e regular ao tratamento térmico de têmpera e revenido, a sua composição (Tabela 2) está dentro de limites mais apertados que a dos aços de qualidade.

Tabela 2 - Composição química do aço CK45

Composição química [% mássica]							
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
0,45	0,25	0,65	-	-	-	-	-

4.2.1.2 Aço 14 NiCr 14

Trata-se de um aço de cementação para as seguintes principais utilizações: todos os tipos de casquilho, cavilhas, árvores de torno e cambotas. Apresenta uma densidade $7,860 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ e a composição química da Tabela 3.

Tabela 3 - Composição química do aço 14 NiCr 14

Composição química [% mássica]							
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
0,15	0,25	0,5	0,8	-	3,5	-	-

4.2.1.3 Aço 100MnCrW4

Este aço é um aço ligado para ferramentas de trabalho a frio. As suas aplicações principais são: mandris, machos, ferramentas de corte, instrumentos de medição. Tem uma densidade no valor de $7,85 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ a composição química da Tabela 4.

Tabela 4 - Composição química do aço 100MnCrW4

Composição química [% mássica]							
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W
0,9	0,3	1,2	0,5	-	-	0,1	0,5

4.2.2 Delrin preto

Delrin é um acetal do *homopolymer* (POM) e possui boa estabilidade dimensional, resistência ao impacto, e uma rigidez comparável ao de alguns metais industriais como o bronze ou aço inoxidável. O Delrin preto é o que tem a melhor dureza de todo o acetal padrão.

4.2.3 Alumínio

Para este trabalho seleccionou-se o alumínio para se conseguir leveza e resistência. Esse alumínio possui um aspecto cinza prateado e fosco, e a densidade apresenta um valor de aproximadamente um terço do aço ou cobre. É muito maleável, muito dúctil, apto para a mecanização e fundição, além de ter uma excelente resistência à corrosão e durabilidade devido à camada protectora de óxido.

4.3 Tratamentos utilizados

4.3.1 Têmpera

Numa fase inicial a região a ser temperado é aquecida à temperatura de austenitização seguindo-se um arrefecimento, suficientemente rápido do aço. Pretende-se provocar o total ou parcial aumento de dureza, geralmente pela formação de martensite. Durante o arrefecimento, a queda da temperatura promove transformações estruturais que acarretam o surgimento de tensões internas. O desenvolvimento destas tensões, por sua vez, influencia a cinética das transformações de fase, alterando as temperaturas em que estas transformações ocorrem. A têmpera em aços é, portanto, um problema complexo que envolve o acoplamento entre fenómenos térmicos, de transformação de fase e mecânicos.

4.3.2 Revenido

Tratamento que se segue à têmpera, e consiste no reaquecimento da peça a uma temperatura mais baixa, estágio a essa temperatura (peça é deixada nesse banho de calor) por um período longo, terminando com um arrefecimento mais ou menos lento. O resultado é um alívio das tensões internas e redução da dureza, tanto maior quanto maiores a temperatura e o tempo de revenido. Os resultados obtidos são bastante flexíveis resultando em variadíssimas possibilidades de aquisição de propriedades ajustáveis a várias aplicações.

4.4 Revestimentos utilizados

Entre os revestimentos existe a divisão em duas grandes famílias, os metálicos e os não-metálicos, tal como se apresenta nos esquemas da Figura 15 e da Figura 16.

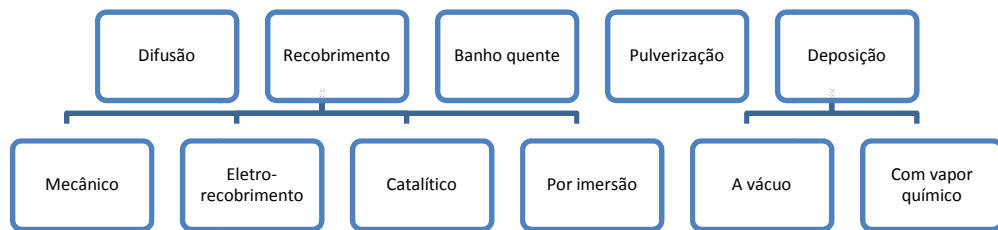


Figura 15 Revestimentos metálicos

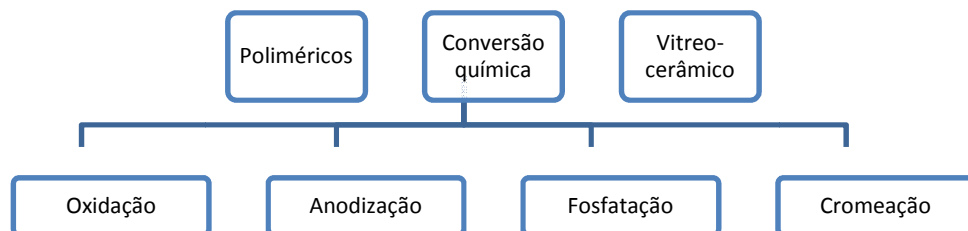


Figura 16 Revestimentos não metálicos

No que diz respeito a revestimentos utilizados para modificar, ainda que levemente, dimensões, alterar propriedades físicas (reflectividade, cor ou resistividade), foram utilizados no projecto a fosfatação e oxidação.

4.4.1 Fosfatação

O processo consiste no tratamento de metais mediante uma solução diluída de ácido fosfórico e outras substâncias químicas, de forma a ocorrer uma reacção na superfície do metal com o ácido, formando-se uma camada integral, medianamente protectora, de fosfato insolúvel cristalino. Em geral, este tipo de revestimento serve de base para pintura, no entanto, é também utilizado para aplicação de óleo e outros materiais que previnem a corrosão. Evita ainda o desgaste e a escoriação de peças que se movimentam em contacto.

4.4.2 Oxidação

Actualmente o termo oxidação significa perder electrões, não necessariamente em presença de oxigénio. Quando um elemento perde electrões o seu estado de oxidação aumenta. O estado de oxidação ou Número de Oxidação indica o número de electrões que um átomo perde ou ganha para adquirir estabilidade química. Quando o átomo ou o ião perde electrões, o seu Número de Oxidação aumenta, quando ganha electrões, o seu valor diminui.

Capítulo 5

Definição da solução construtiva

Neste capítulo serão apresentadas as explicações para a definição da solução construtiva de cada peça projectada, as suas funções e características mais relevantes para o projecto, assim como a referência às peças normalizadas seleccionadas.

5.1 Módulo para máquina de controlo de estanquidade

Este módulo integra a máquina de controlo de estanquidade que apresenta a seguinte operação de teste:

- Posicionamento da peça por parte do operador na base sobre uma junta de estanquidade;
- Accionamento para avanço dos cilindros pneumáticos em simultâneo: nesta altura a peça encontra-se totalmente estanque e preparada para vencer o esforço originado no teste;
- Fase de enchimento da peça de teste e do reservatório;
- Fase de estabilização;
- Fase de leitura de fuga: o microfugómetro mede a queda de pressão no interior da peça e compara com o valor de fuga definido;
- Accionamento para recuo dos cilindros pneumáticos em simultâneo;
- Validação da peça: as peças OK são validadas pelo marcador de letra e as NOK são rejeitadas para uma paleta.

Nas figuras seguintes representa-se o módulo de teste de estanquidade com os cilindros avançados e o módulo com os cilindros recuados.

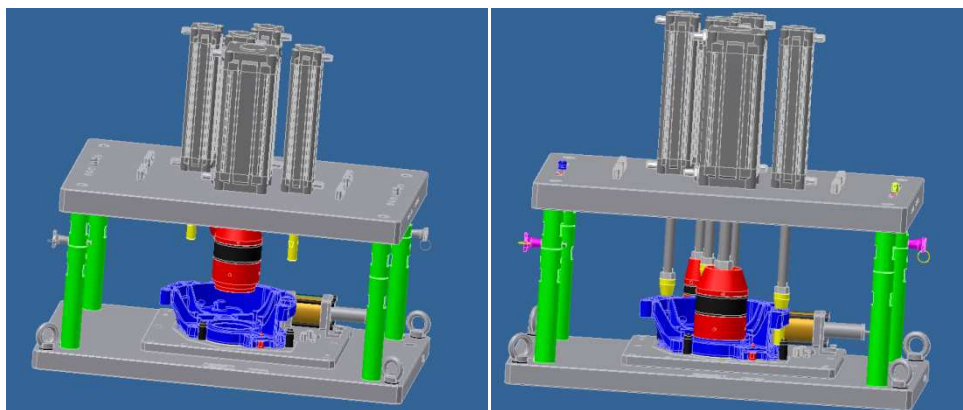


Figura 17 - Módulo de teste de estanquidade com cilindro recuados à direita e à esquerda com o cilindros avançados

5.1.1 Peças não normalizadas

Base

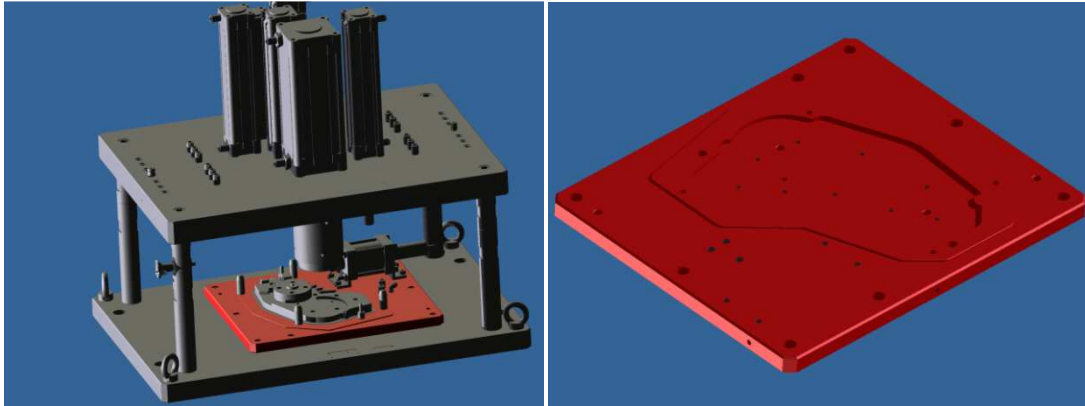


Figura 18 - Modelo 3D da base no módulo de teste de estanquidade à esquerda e pormenor da base à direita.

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Fosfatar

Nº referência: 110.09.0001

Desenho de definição em Anexo II

Esta peça é a base do teste de estanquidade (Figura 18). Nela serão montados os componentes de vedação do cárter, de posicionamento do cárter, o marcador de letra e acessórios de pneumática.

Furação:

Esta base possui um sistema de furação para o ar comprimido, pois terá de conter um orifício que encaminha o ar comprimido para o interior do cárter. Consequentemente esta furação teve de ser feita em consonância com a furação da base inferior (Figura 20) do dispositivo, para garantir o correcto posicionamento da furação desde o microfugómetro até à superfície de teste do cárter.

Trata-se de uma furação cruzada, isto é, para poder encaminhar o ar para o local correcto e para não interferir com furação de outros componentes, são realizados canais cruzados. A zona do canal que não irá ser utilizada é vedada com o uso de tacos expansíveis, Figura 19.



Figura 19 - Pormenor do canal para o ar comprimido do modelo 3D da base.

Realizou-se ainda a furação necessária ao encaminhamento do ar comprimido para o accionamento do marcador de letra. Para o seu correcto accionamento realizaram-se três furações independentes, uma para o avanço da letra, outra para o seu recuo e a terceira para a alimentação contínua de ar comprimido.

A restante furação diz respeito a elementos de ligação: furos de rosca métrica vazados e não vazados; caixas para parafusos e furos para casquilhos. Na secção 5.1.2 apresentam-se as normas utilizadas para estes elementos.

Base inferior

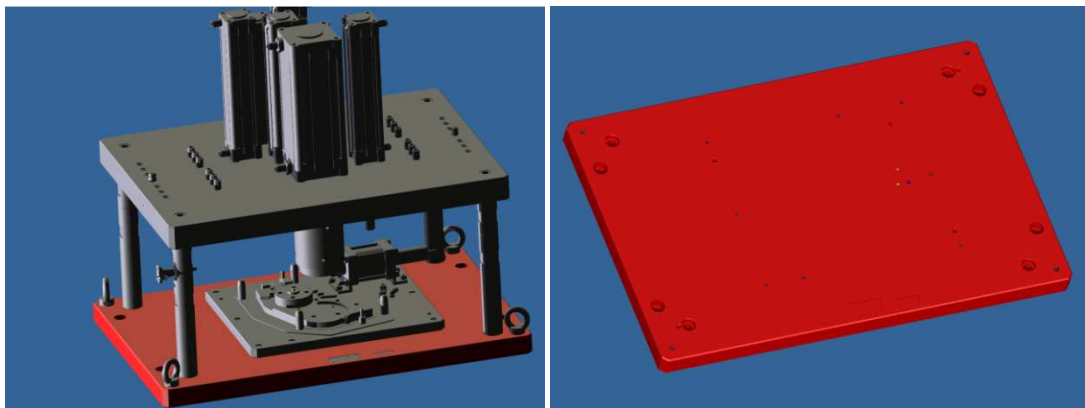


Figura 20 - Modelo 3D da base inferior no módulo de teste de estanquidade à esquerda e seu pormenor à direita

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Fosfatar

Nº referência: 110.09.0003

Desenho de definição em Anexo II

Esta peça constitui a base inferior do módulo de teste de estanquidade para o cárter e sobre ela assentam todos os componentes constituintes do teste para o cárter, Figura 20.

Note-se que nesta base foi construído o alojamento para as etiquetas de identificação do dispositivo e informações relevantes.

Furação:

Como se pode ver na Figura 21, a furação representada a cor diz respeito às alimentações de ar comprimido necessárias ao marcador de letra e ao teste de estanquidade. Também esta furação é cruzada para permitir o correcto encaminhamento do ar comprimido à base. Também aqui os canais auxiliares contêm tacos expansíveis para vedação.

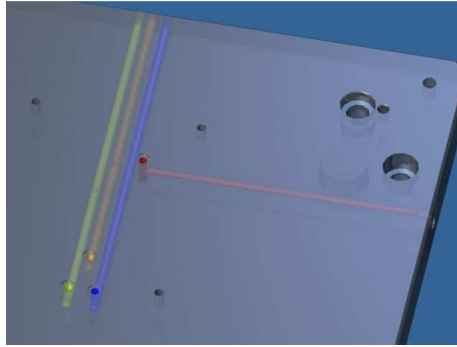


Figura 21 - Pormenor da furação cruzada do modelo 3D da base inferior

A restante furação diz respeito a elementos de ligação e de elevação, seguidamente identificados na secção de peças normalizadas.

Base superior

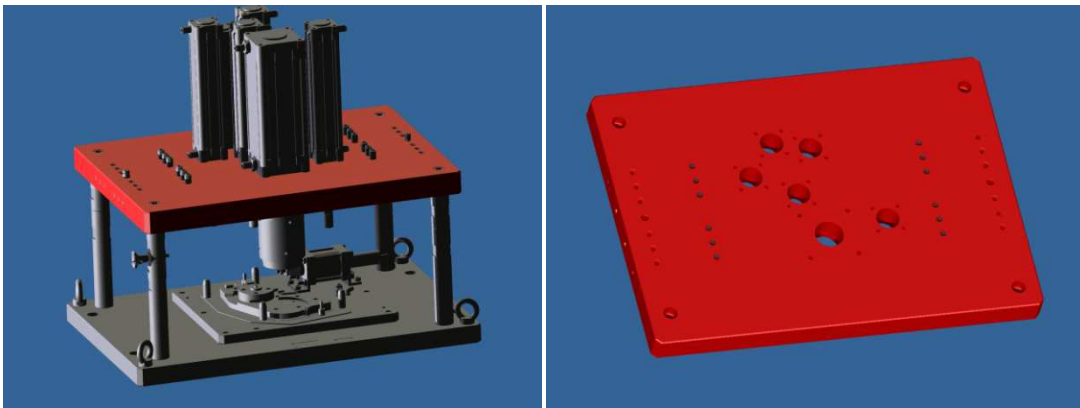


Figura 22 - Modelo 3D da base superior no módulo de teste de estanquidade do cárter à esquerda e pormenor desta base à direita

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Fosfatar

Nº referência: 110.09.0002

Desenho de definição em Anexo II

Esta base é a superior do módulo de teste de estanquidade do cárter, integrando nela os cilindros pneumáticos e respectivos sinoblocos que exercem a pressão necessária sobre o cárter contra uma junta de vedação para garantir a sua total estanquidade (Figura 22).

Furação:

Como se pode ver na Figura 23 a furação representada a cor corresponde ao encaminhamento de ar comprimido necessário ao funcionamento dos cilindros pneumáticos. Cada cilindro necessita de duas alimentações, uma para o avanço da haste e a outra para o recuo. A ligação pneumática é garantida pela utilização de racords.

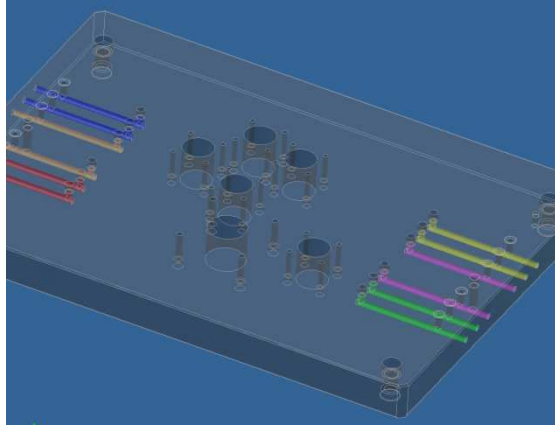


Figura 23 - Furação da base superior para alimentação de ar comprimido

A restante furação diz respeito a elementos de ligação.

Colunas

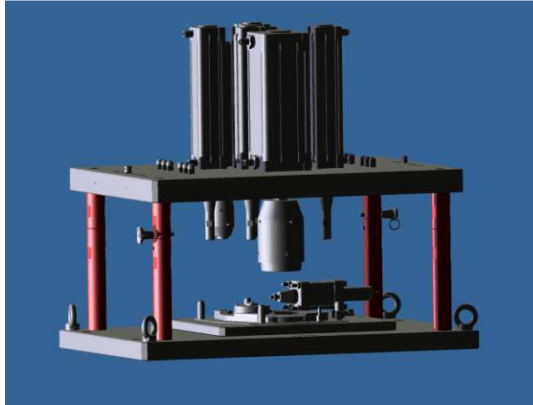


Figura 24 - Modelo 3D das colunas no módulo do dispositivo de teste de estanquidade

O módulo para o dispositivo de estanquidade projectado é constituído por dois tipos de colunas que unem a base inferior à base superior, ver Figura 24. Ambas as colunas são constituídas por dois componentes, um ligado à base superior e outro à base inferior.

Numa das colunas a ligação é efectuada por encaixe (Figura 26), e na outra por intermédio de um pino de paralisação (goupille d'arrêt), para garantir que a estrutura permaneça estática aquando da sua manipulação (Figura 25). A mesma tem um alojamento para o pino de posicionamento (situado na base inferior), que garante a sua correcta montagem.

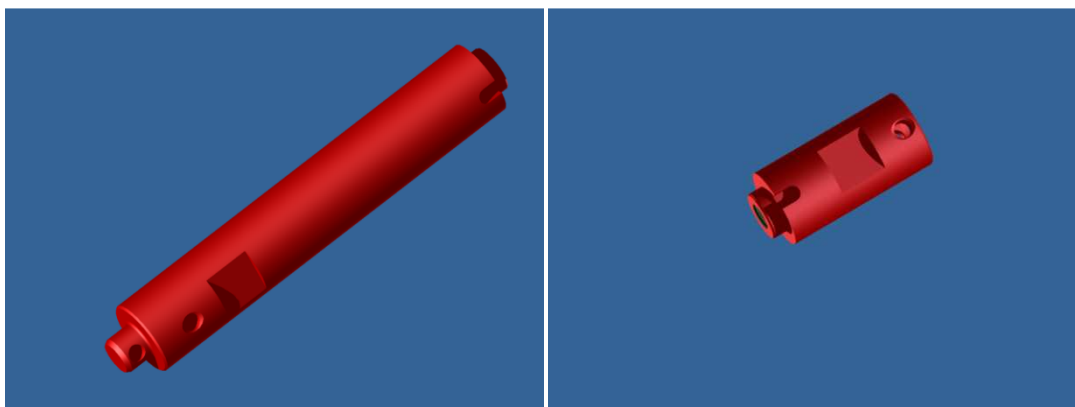


Figura 25 - Componentes da coluna com pino de posicionamento

Material: 100MnCrW4

Tratamento: Tempera e Revenido

Protecção: Oxidar

Nº referência: 110.09.2001 e 110.09.3010 Desenho de definição em Anexo II

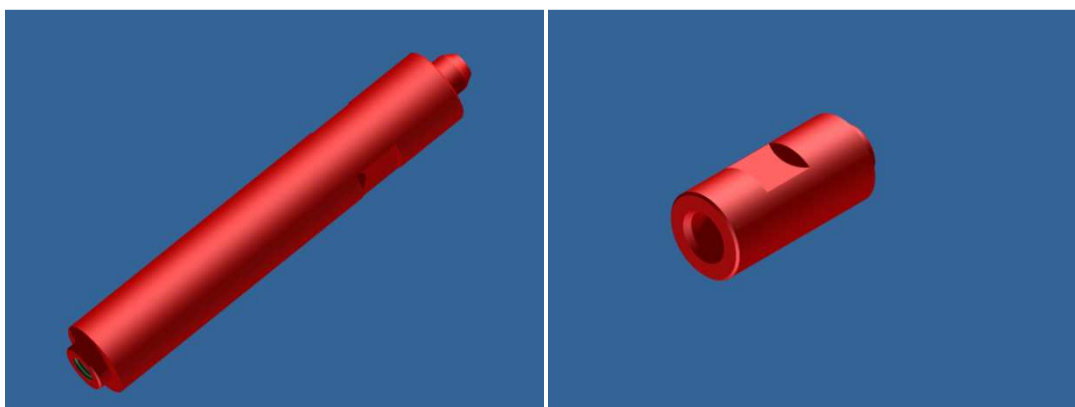


Figura 26 - Componentes da coluna sem pino de posicionamento

Material: 100MnCrW4

Tratamento: Tempera e Revenido

Protecção: Oxidar

Nº referência: 110.09.2002 e 110.09.3011 Desenho de definição em Anexo II

Junta de vedação

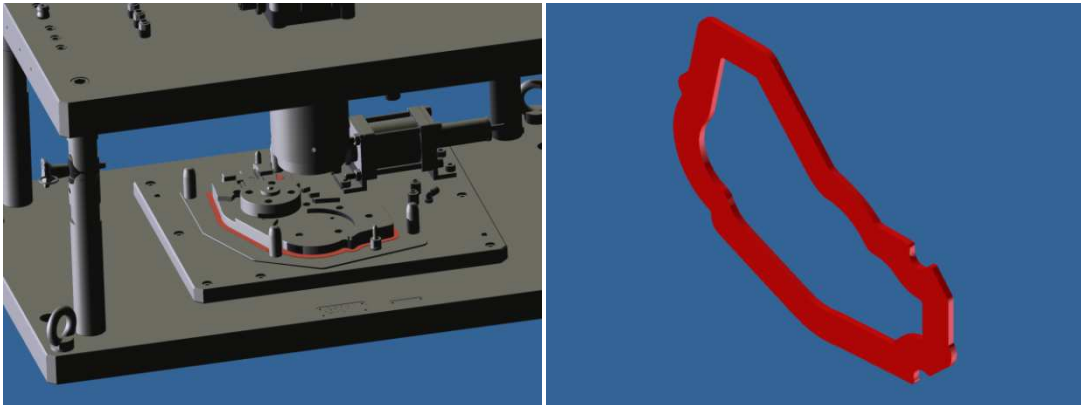


Figura 27 - Modelo 3D da junta de vedação no modelo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e pormenor da junta à direita

Material: Silicone 60 SHORE

Tratamento: -

Protecção: -

Nº referência: 110.09.2003

Desenho de definição em Anexo II

Esta peça, representada na Figura 27, é uma das mais importantes deste módulo, já que é a peça que garante a estanquidade da superfície a ser testada. O cárter é posicionado contra esta peça e sendo esta de silicone, apresenta capacidade de deformar o suficiente para garantir a correcta estanquidade na superfície de cárter em contacto. Nesta aplicação o esmagamento que se pretende é de cerca 0,5 mm.

Esta peça não é aparafusada mas sim alojada na base. Esta peça foi obtida por corte com jacto de água devido à sua complexa geometria e ao material com que é feita.

Intercalar peça

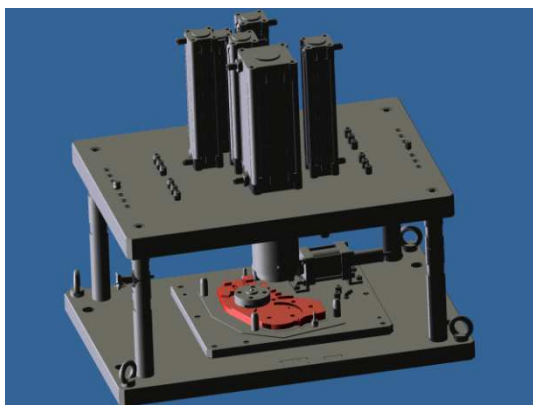


Figura 28 - Modelo 3D do intercalar da peça no modelo do dispositivo de teste de estanquidade

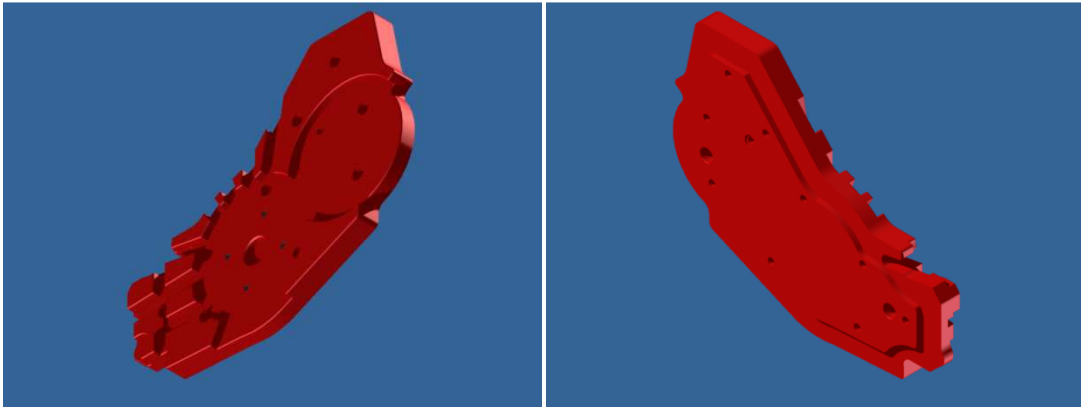


Figura 29 - Modelo 3D do intercalar da peça, vista superior e vista inferior

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: -

Nº referência: 110.09.2004

Desenho de definição em Anexo II

Este intercalar é em delrin preto porque pode estar em contacto com a superfície interior do cárter e por isso não danifica as superfícies do cárter. Este intercalar pretende preencher o volume de teste do cárter, de modo a deixar disponível cerca de 1,5 mm de altura no volume de teste.

Para isso a sua geometria segue a geometria da superfície a ser testada do cárter, Figura 29 e Figura 28.

A furação diz respeito a elementos de ligação e de guiamento. Nesta peça são alojados dois casquilhos que permitem posicionar correctamente o intercalar da peça em dois pinos alojados na base.

Centrador

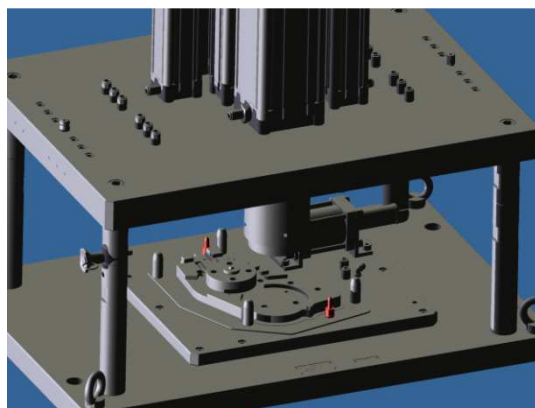


Figura 30 - Modelo 3D dos centradores no modelo do dispositivo de teste de estanquidade

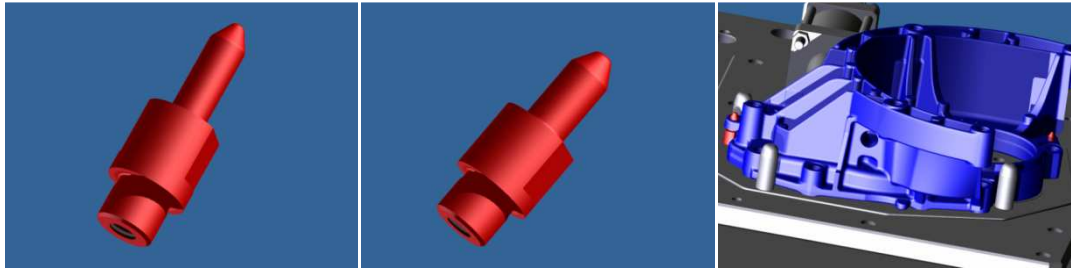


Figura 31 - Centradores do cárter na base do dispositivo de teste. À esquerda centrador para a orelha do cárter, ao centro centrador para furo do cárter e à direita pormenor do cárter posicionado nos centradores.

Material: 14 NiCr 14

Tratamento: Cementar e temperar 58-60 HRC

Protecção: Oxidar

Nº referência: 110.09.3001 e 110.09.3002

Desenho de definição em Anexo II

Estes dois centradores pretendem posicionar correctamente a peça na base. Escolheu-se para isso dois furos de fundição, não maquinados, por motivos de preservação da integridade da peça. Os dois apresentam dimensões adaptadas ao furo onde irão encaixar (Figura 31).

Na modelação destes dois centradores teve-se de efectuar um entalhe segundo a norma DIN 509 Forma F, Figura 32. É comum efectuar-se este entalhe em peças de cementação com necessidade de rectificação. Neste caso o entalhe evita que a mó toque na face lateral provocando defeitos na superfície rectificada ou na própria mó.

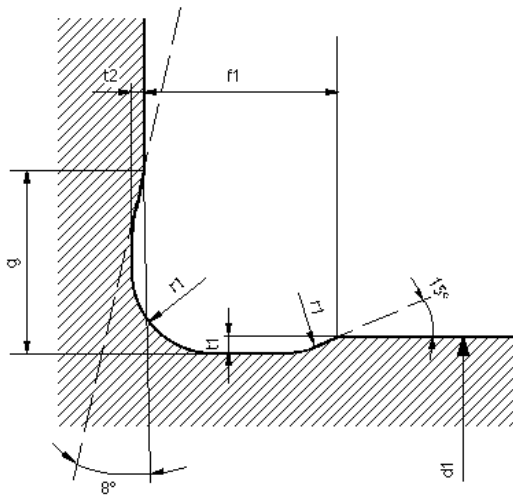


Figura 32 - Entalhe segundo a norma DIN 509 Forma F para veios

Para ambos foram utilizadas as seguintes medidas da Tabela 5, de acordo com a norma em Anexo I:

Tabela 5 - Medida do entalhe F 0,4x0,2 DIN 509

Entalhe F 0,4 x 0,2 DIN 509								
d1	t1	t2	r1	z	f1	g	e1	e2
10	0,2	0,1	0,4	0,2	2	1,1	0,75	1,42

Intercalar

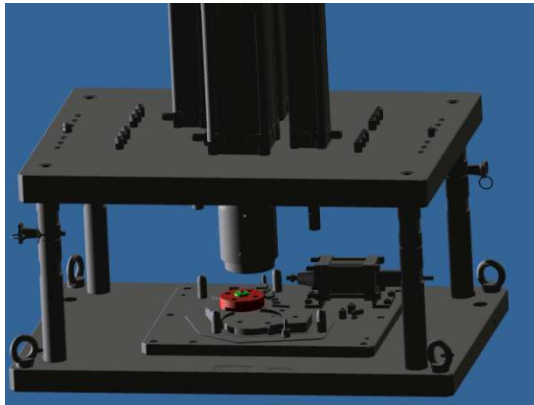


Figura 33 - Modelo 3D do intercalar e junta de vedação no módulo do dispositivo de teste de estanquidade

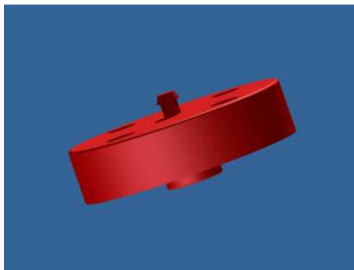


Figura 34 - Modelo 3D do Intercalar

Material: Delrin preto
Tratamento: - Protecção: -
Nº referência: 110.09.3003
Desenho de definição em Anexo II

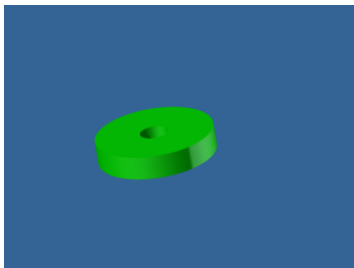


Figura 35 - Modelo 3D da junta de vedação

Material: Silicone 60 SHORE
Tratamento: - Protecção: -
Nº referência: 110.09.4001
Desenho de definição em Anexo II

Este intercalar (Figura 34) tem a mesma função do anterior completando o volume de teste para obtenção de 1,5 mm de altura entre o intercalar e a superfície de teste do cárter. Note-se que este intercalar integra numa das pontas uma junta de vedação (Figura 35) com o objectivo de vedar um furo interno do cárter que não necessita de ser testado. Mais uma vez a escolha de silicone justifica-se pela sua boa capacidade de vedação e de esmagamento para estanquidade precisa.

Intercalar interior

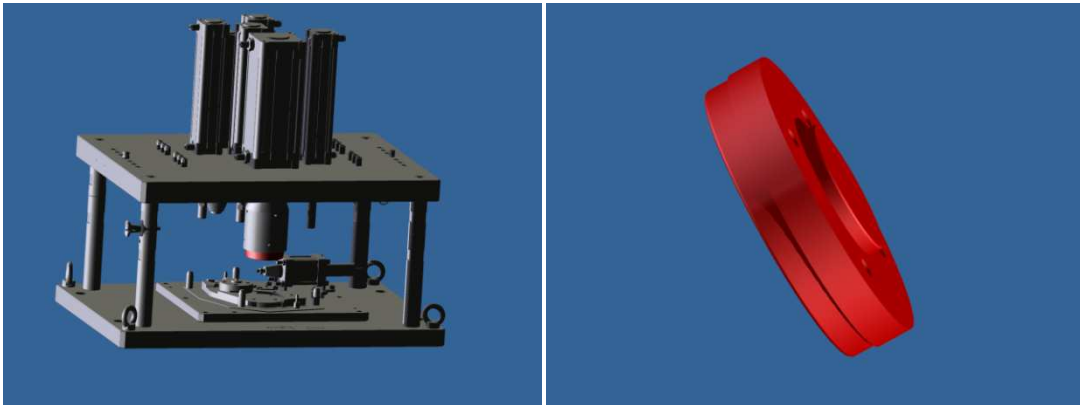


Figura 36 - Modelo 3D do intercalar interior no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e seu pormenor à direita

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: -

Nº referência: 110.09.3004

Desenho de definição em Anexo II

Tal como os anteriores, este intercalar (Figura 36), pretende reduzir o volume de teste e ainda vedar um furo passante do cárter, por isso, neste intercalar está montada uma junta de estanquidade estática da Kantseal para vedar completamente este furo. Este intercalar encontra-se montado no sinobloco.

Sinoblocos

Cada sinobloco é constituído por dois intercalares (a vermelho na Figura 38) e um apoio elástico (a preto na Figura 38).

Os apoios elásticos, que normalmente, têm a função de absorver vibrações, são neste caso usados para compensar eventuais desalinhamentos.

A amarelo na Figura 38 estão representados os intercalares dos cilindros mais pequenos.

Os cilindros quando descem o seu êmbolo, exercem força sobre o cárter para que este fique completamente estanque contra a junta de vedação. Para isso foram seleccionados vários cilindros para garantir a pressão suficiente, assegurando, assim, a estanquidade desejada.

A distribuição dos cilindros é também importante para garantir uma distribuição uniforme da pressão sobre o cárter e para actuarem nos pontos mais críticos.

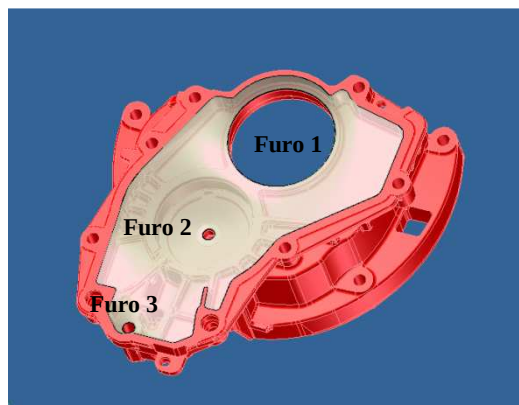


Figura 37 - Superfície de inspecção para o teste de estanquidade a branco, do cárter.

Na Figura 37 está representada a superfície de inspecção para o teste de estanquidade (a branco) e os respectivos furos a serem vedados. O sinobloco para o cilindro DNC 100-160-PPV irá vedar o furo 1 e o sinobloco para o cilindro DNC 60-160-PPV irá vedar o furo 3. A vedação do furo 2 será feita pela junta de vedação do intercalares interior (Figura 33).

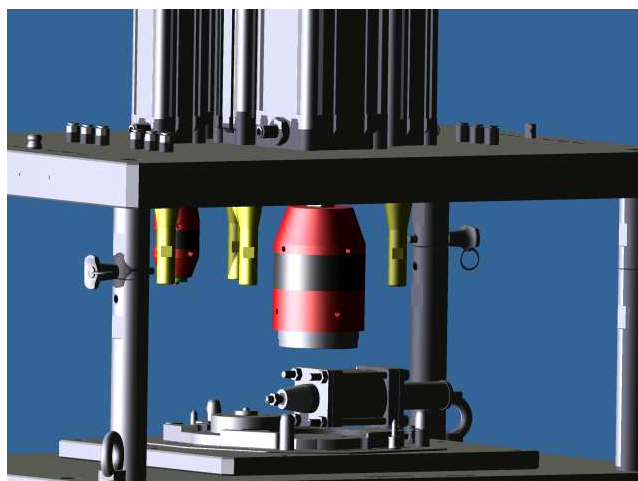


Figura 38 - Modelos 3D dos sinoblocos e intercalares do dispositivo de teste

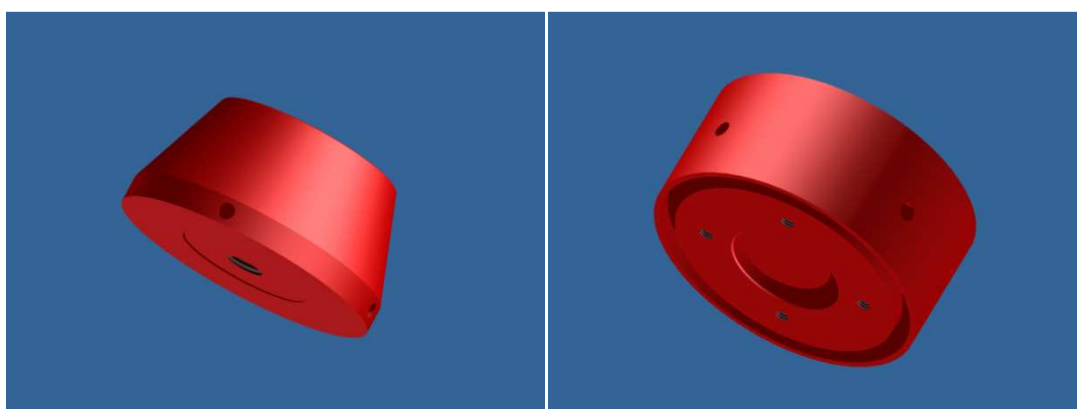


Figura 39 - Modelo 3D dos dois intercalares do sinobloco para o cilindro DNC 100-160-PPV

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

Nº referência: 110.09.3005 e 110.09.3006 Desenho de definição em Anexo II

Este sinobloco tem duas funções, acoplar o intercalador do furo (vedar o furo maior do cárter, Figura 39) e completar o comprimento da haste do cilindro para ser possível atingir o cárter. Neste caso utilizou-se um apoio elástico para o correcto alinhamento com o furo a ser vedado.

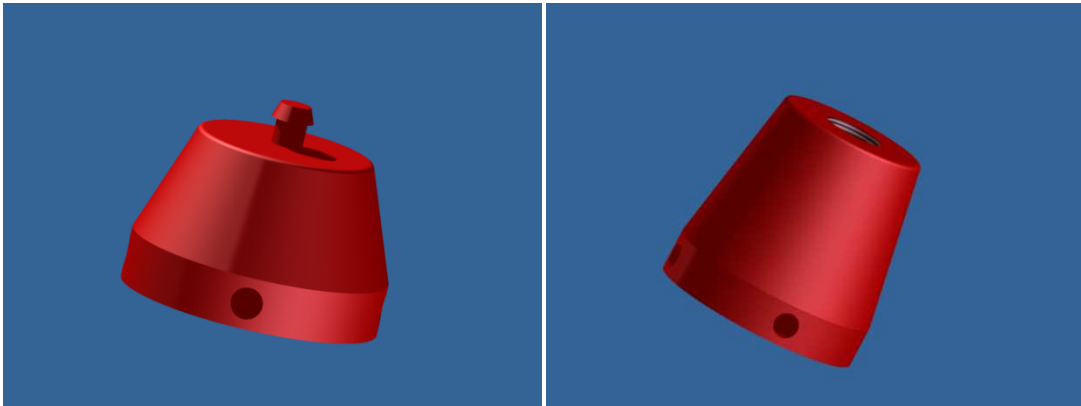


Figura 40 - Modelo 3D dos dois intercalares do sinobloco para o cilindro DNC 50-200-PPV

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

Nº referência: 110.09.3007 e 110.09.3008 Desenho de definição em Anexo II

Este sinobloco, cuja funcionalidade é idêntica à do anterior, é constituído por dois intercalares e um apoio elástico. O intercalador inferior permite a montagem de uma junta de vedação (Figura 40) que garante a vedação de um furo passante no cárter.

Intercalar sinobloco 50

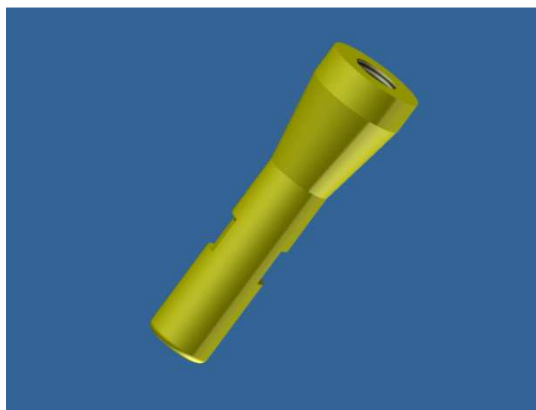


Figura 41 - Modelo 3D do intercalador do sinobloco para o cilindro DNC 50-160-PPV

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

Nº referência: 110.09.3009

Desenho de definição em Anexo II

Este intercalador, Figura 41, é fixado aos êmbolos dos cilindros mais pequenos. Estes têm como função completar o comprimento do êmbolo para atingir a superfície do cárter.

Guia

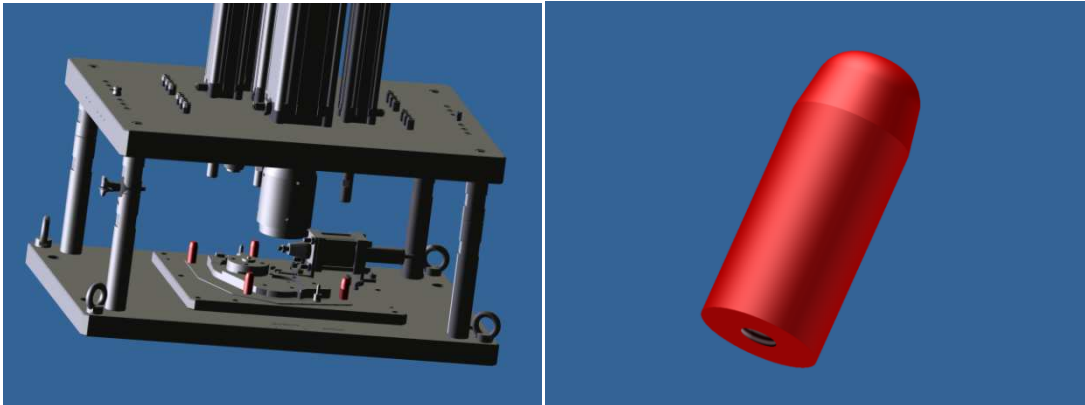


Figura 42 - Modelo 3D das guias no módulo do dispositivo de teste de controlo de estanquidade à esquerda. À direita o seu pormenor.

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: -

Nº referência: 110.09.4002

Desenho de definição em Anexo II

As guias são peças que servem de orientação para o operador aquando do posicionamento do cárter. Sem estas guias o operador teria de efectuar mais tentativas para posicionar o cárter nos centradores. O material destas guias preserva a integridade física do cárter.

Teve-se o cuidado de bolear a extremidade superior das guias para garantir a segurança do operador, como se pode ver na Figura 42 à direita.

5.1.2 Peças normalizadas e de catálogo

Segue-se a lista de peças normalizadas e de catálogo dos fornecedores da SERI. Algumas são acompanhadas por uma breve descrição da aplicação para se perceber melhor a sua função.

Elementos de ligação e guiamento

- Parafuso cabeça cilíndrica - DIN 912 - M16 x 45
- Parafuso cabeça cilíndrica - DIN 912 - M16 x 55
- Parafuso cabeça cilíndrica - DIN 912 - M6 x 20
- Parafuso cabeça cilíndrica - DIN 912 - M6 x 55
- Parafuso cabeça cilíndrica - DIN 912 - M8 x 20
- Parafuso cabeça cilíndrica - DIN 912 - M8 x 55
- Pino ponta esférica forma B - 03108-16 da NORELEM
- Pino ponta esférica Tipo D - 03108-162 da NORELEM
- Pino - 03193-3808040 da NORELEM
- Cravo 2X6 - DIN 9021: para as etiquetas
- Cavilha - DIN 6325 8x40
- Cavilha - DIN 6325 8x20
- Cavilha - DIN 7979 - 8x24
- Casquilho - 03154-125025 da NORELEM
- Casquilho - 08900 A0800x10 da NORELEM
- Olhal DIN 580 - M12 x 20,5 da FABORY : Este olhal foi escolhido para permitir a elevação do módulo do teste de estanquidade através dos cantos da base inferior.

Elementos para a pneumática

- União - FCG6-1/8 da NORDAIR
- União - FDM6-1/8 da NORDAIR
- União - FDM8-1/4 da NORDAIR
- Redutor fêmea-macho - RC1/4-1/2C da NORDAIR
- Taco expansível - SK 552-060 da KÖENIG
- Taco expansível - SK 552-080 da KÖENIG
- Taco expansível - DIN 908 - G 0,125 A
- O'Ring 12x2: A sua aplicação serve para garantir a vedação do ar comprimido na furação que atravessa as bases do dispositivo.
- O'Ring 7x1,5: mesmo tipo de aplicação do anterior

Elemento de vedação

- Junta estanquidade estática – DKAR00340 da KÖENIG

Cilindros

Inicialmente seleccionou-se cilindros da marca SMC, no entanto as dimensões exteriores destes provocavam um atravancamento de montagem na base superior. Por esse motivo optou-se pelos cilindros da FESTO que já apresentam menor atravancamento.

Na selecção dos cilindros foi tido em conta a dimensão dos diâmetros dos furos a vedar, o valor do esforço que a área projectada produz num teste de estanquidade a 0,6 bar e ainda o curso necessário para atingir o cárter.

- Cilindro DNC-100-160-PPV 163485 da FESTO
Força de avanço a 6 bar: 4712 N
- Cilindro DNC-50-160-PPV-163389 da FESTO
Força de avanço a 6 bar: 1178 N
- Cilindro DNC-50-200-PPV-163390 da FESTO
Força de avanço a 6 bar: 1178 N

O somatório das forças de avanço dos 6 cilindros tem um valor de 10602 N, sendo este valor bastante superior ao valor do esforço, permitindo assim que o cárter permaneça estanque durante o teste.

5.2 Mesas de apoio

Foram modeladas duas mesas, uma para ser usada pelo operador e robô e outra só pelo robô.

5.2.1.1 Mesa mista

Na Figura 43 está representada a mesa mista. Esta mesa servirá de apoio ao operador para posicionar o cárter após maquinação, para que depois o robô a possa manipular até à máquina de lavagem.

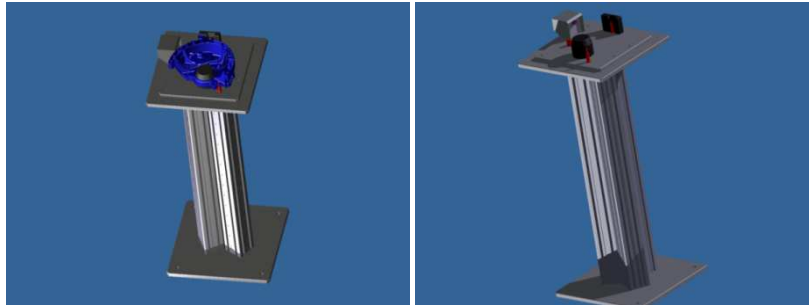


Figura 43 - Modelos 3D da mesa mista, à direita a mesa está representada sem o cárter

Base peça

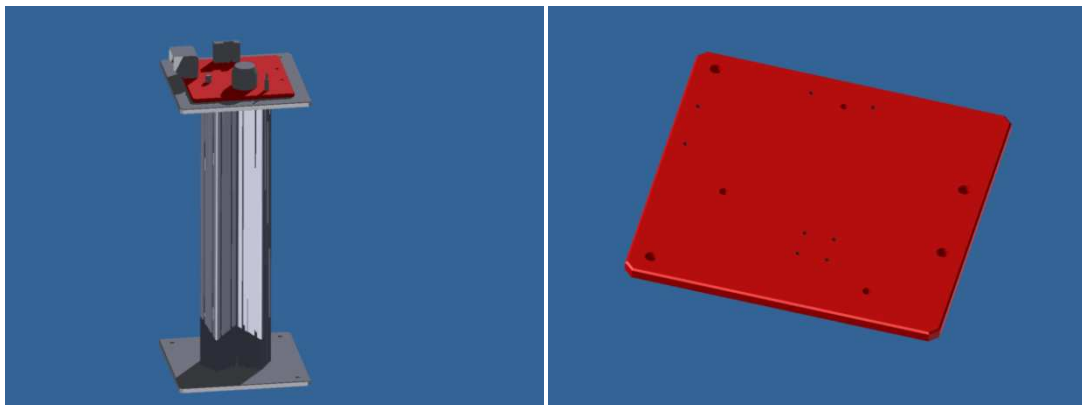


Figura 44 - Modelo 3D da base peça no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

Esta base foi construída para o cárter. Integra os elementos de posicionamento e apoio do cárter e os elementos de posicionamento de um sensor de proximidade, Figura 44.

Furação:

A furação diz respeito a elementos de ligação: furos de rosca métrica vazados e não vazados; caixas para parafusos. Na secção 5.3.2 apresentam-se as normas utilizadas para estes elementos.

Base superior

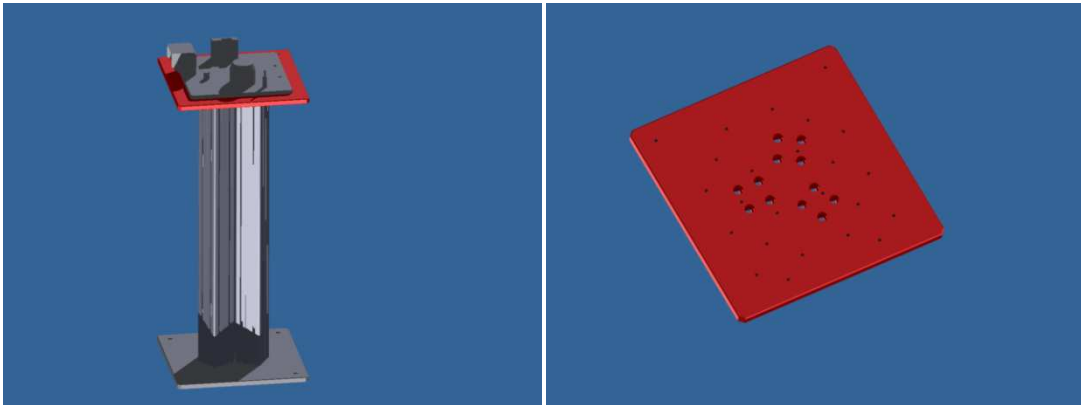


Figura 45 - Modelo 3D da base superior no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

Esta base, Figura 45, foi construída para acoplar a base para o cárter e a base para a flange. Neste sentido realizou-se uma furação que permite em qualquer altura a montagem de uma das duas bases acima referidas.

O resto da furação diz respeito à fixação dos perfis.

Base inferior

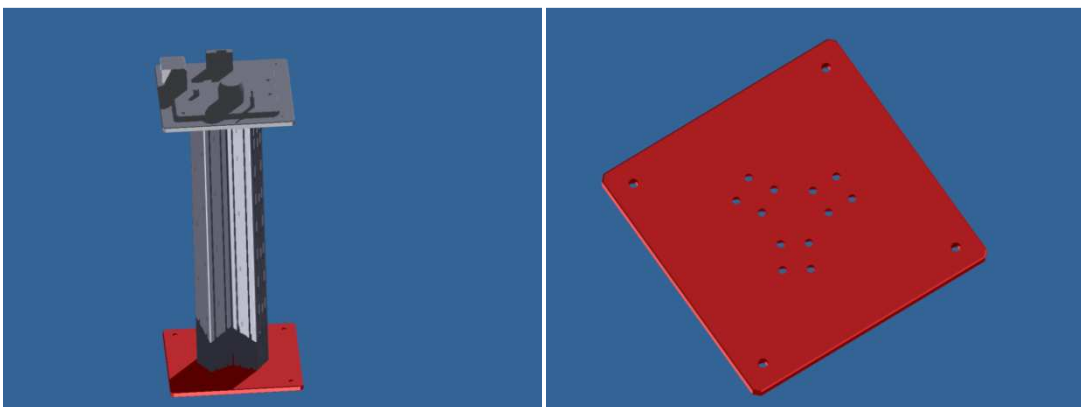


Figura 46 - Modelo 3D da base inferior no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

Esta base inferior tem apenas a furação para fixação dos perfis e para fixação da mesa ao chão e está representada na Figura 46.

Centradores e apoio

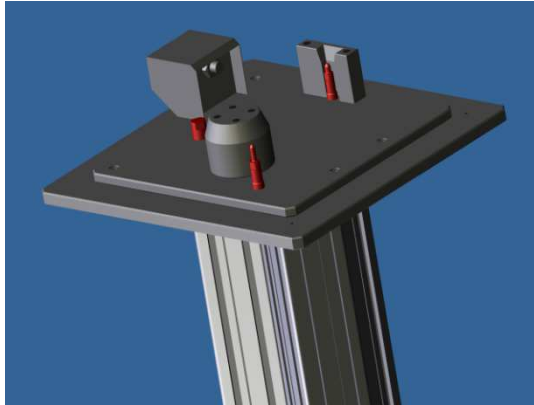


Figura 47 - Modelo 3D do apoios e centradores no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor

Material: 14 NiCr 14

Tratamento: Cementar e temperar 58-60 HRC

Protecção: Oxidar

Os centradores (Figura 49) e o apoio (Figura 48) pré-posicionam o cárter de forma a que pinça do robô possa efectuar a amarração estável do cárter e permitem ainda que a peça fique a 24 mm da base da peça, evitando o contacto com superfície maquinada do cárter e eventuais danos no cárter.

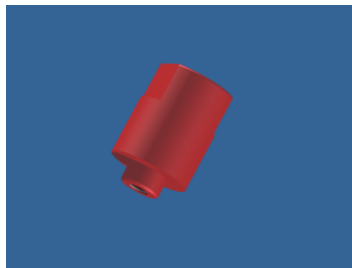


Figura 48 - Modelo 3D do apoio do cárter na base peça

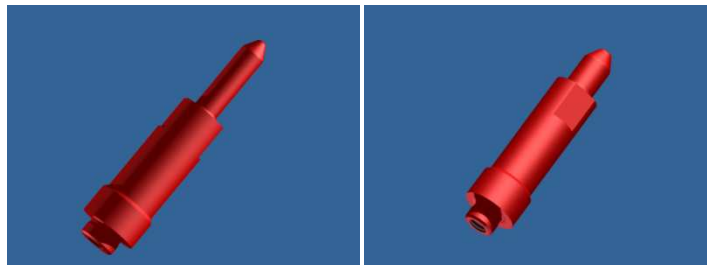


Figura 49 - Modelo 3D dos centradores no módulo do dispositivo de teste de estanquidade, à esquerda para a posicionar na orelha do cárter e à direita para posicionar no furo do cárter.

A Figura 48 diz respeito a um apoio para o cárter que está posicionado na base de forma a servir de apoio numa face da peça não maquinada.

Na Figura 49 estão os centradores que posicionam e apoiam o cárter. Estes apresentam um entalhe segundo a norma DIN 509 Forma F, com as medidas já apresentadas na Tabela 5.

Posicionador

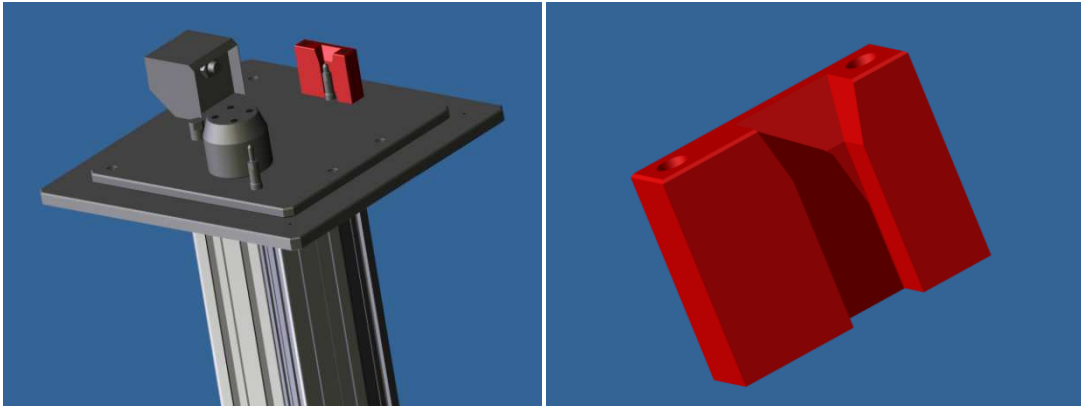


Figura 50 - Modelo 3D do posicionador no módulo do dispositivo de teste de estanquidade à esquerda e à direita o seu pormenor

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: -

Este posicionador, Figura 50, serve de auxílio ao operador para posicionar o cárter. A sua posição permite que o operador facilmente se aperceba da sua função. Ela serve de encosto para o cárter para posteriormente permitir o encaixe nos centradores.

Centrador furo

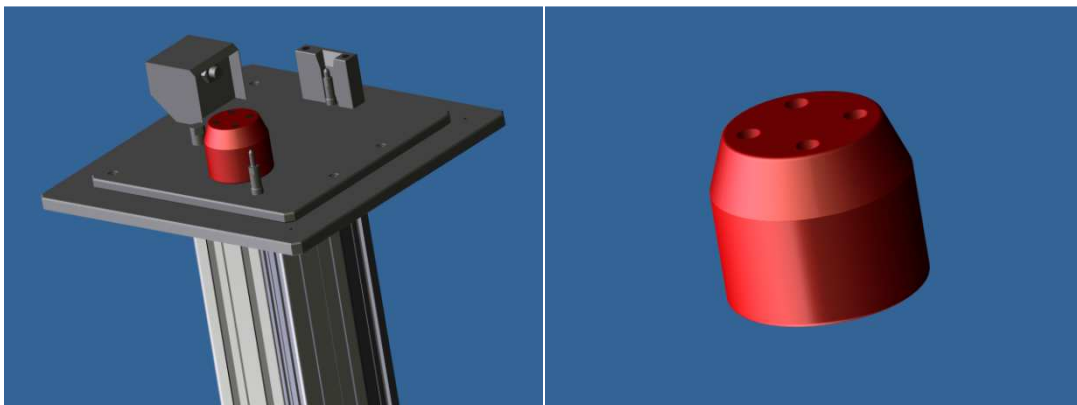


Figura 51 - Modelo 3D do centrador furo no módulo do dispositivo de teste à esquerda e à direita o seu pormenor

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: -

Este centrador furo (Figura 51) juntamente com o posicionador serve para orientar a colocação do cárter na mesa. O facto de ser em delrin preto, tal como o posicionador, contribui para não danificar o cárter. Esta peça possui a mesma funcionalidade que a anterior.

Conjunto de posicionamento do sensor

Este sistema posiciona o sensor de modo a detectar a presença do cárter para o accionamento do braço do robô.

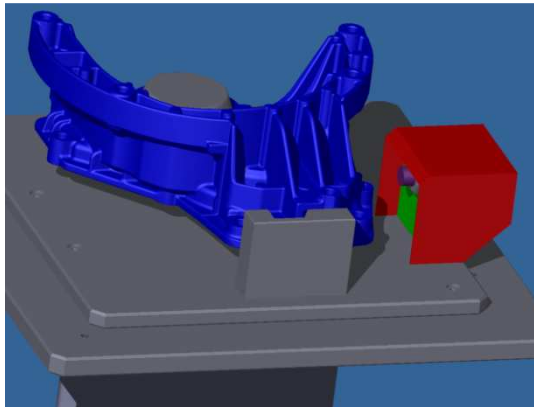


Figura 52 - Modelo 3D do conjunto de posicionador do sensor, a vermelho, verde e roxo.

Protecção

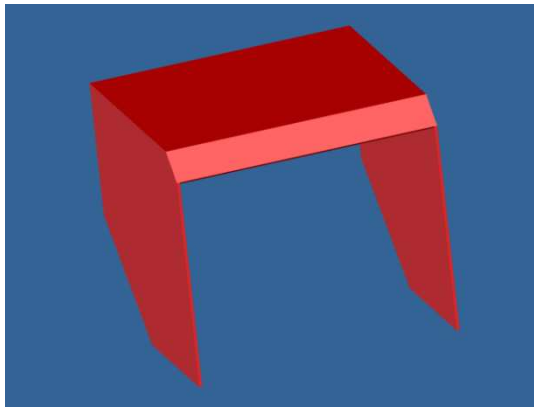


Figura 53 - Modelo 3D da protecção do sensor

Material: Alumínio

Tratamento: -

Protecção: Anodizar

Esta peça serve de protecção para o sensor, evitando o contacto com o cárter, preservando a integridade do cárter e do sensor.

Intercalar

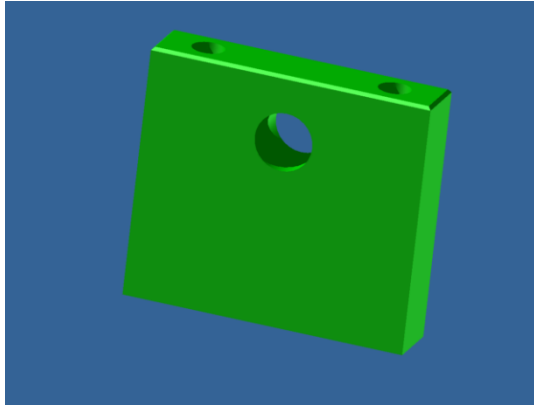


Figura 54 - Modelo 3D do intercalar para fixação do sensor

Material: Alumínio

Tratamento: -

Protecção: Anodizar

Este intercalar é a peça de fixação do sensor. Apresenta um furo roscado visto que o corpo do sensor é também roscado, assegurando assim uma boa fixação.

Perfis

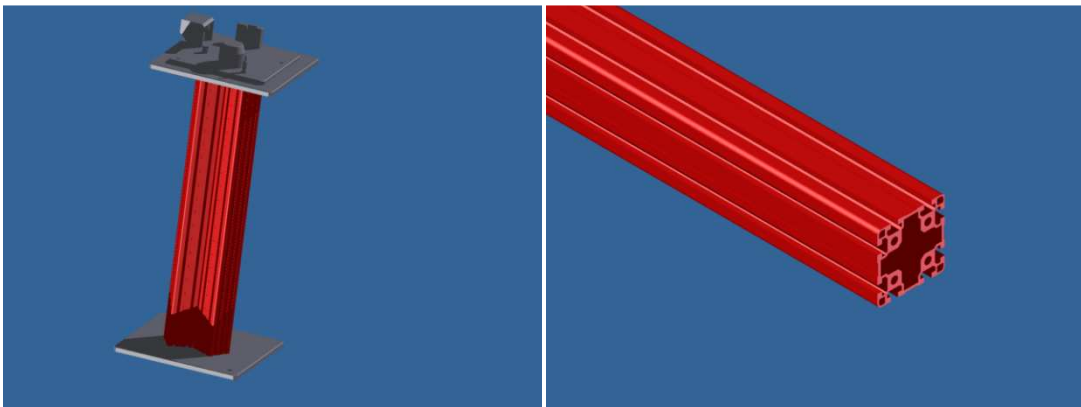


Figura 55 - Modelo 3D dos perfis na mesa mista à esquerda e à direita o seu pormenor

Seleccionaram-se 3 perfis da BOSCH 90x90L em alumínio com 1 metro de altura, altura adequada para o operador pousar a peça. A montagem destes perfis é feita em triângulo, uma das hipóteses de montagem que oferece estabilidade à estrutura.

O perfil seleccionado apresenta uma escora leve com ranhura de 10 mm, pois oferece elevados valores de resistência nas uniões e robustez estrutural, com menor uso de material. Esta escora é recomendada para mesas de trabalho, carros de transporte, sistemas de manuseio, entre outras.

5.2.1.2 Mesa para robô

As diferenças desta mesa para robô (Figura 56) da anterior residem no facto de não possuir o posicionador e o centrador de furo, uma vez que o robô desloca-se de acordo com as coordenadas programadas na sua memória. Portanto o braço do robô é perfeitamente capaz de pousar o cárter nos centradores e apoio sem necessitar de auxílio para posicionar o cárter.

Nesta fase de manipulação do cárter, o robô irá retirá-lo da máquina de lavar, colocá-lo na mesa e depois transportá-lo para a máquina de teste de estanquidade. Na mesa o robô irá zerar as suas coordenadas, carregar as novas, proceder ao correcto aperto do cárter e manipulá-lo até à máquina de teste.

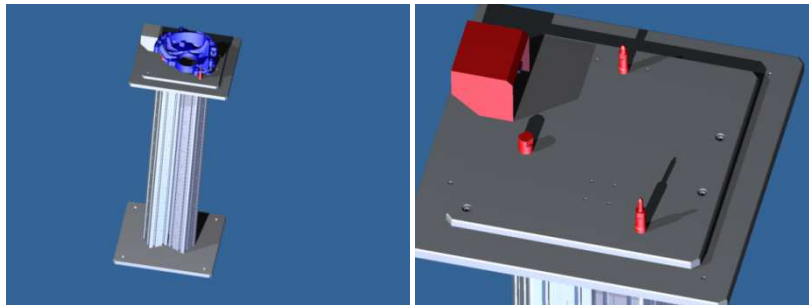


Figura 56 - Modelos 3D da mesa para robô, à direita a mesa está representada sem o cárter

5.3 Garra do robô industrial

Inicialmente estudou-se qual o melhor ponto para o aperto da pinça no cárter, e quantas pinças se deveriam utilizar para o manipular. Chegou-se então à conclusão que bastaria uma pinça que iria fixar o cárter na sua superfície representada a verde na Figura 57.

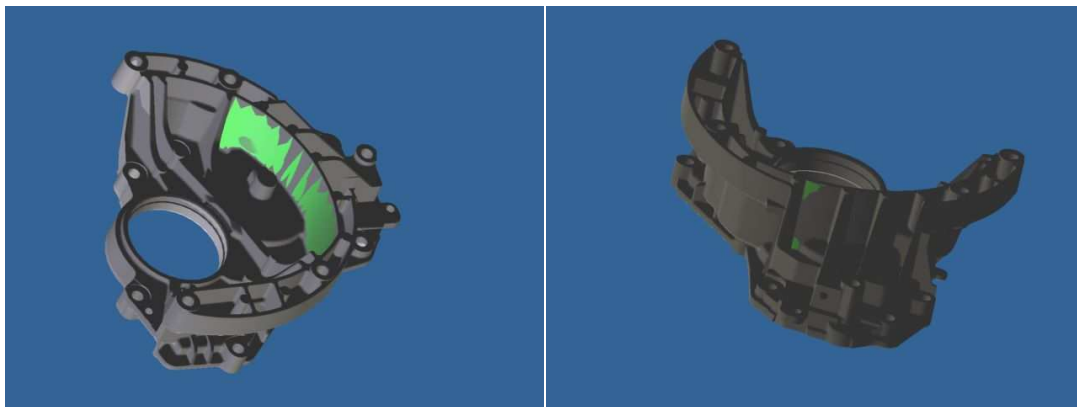


Figura 57 - Representação da superfície do cárter onde irá ser feito o aperto da garra (a verde)

A garra do robô industrial é constituída por:

- Flange de fixação ao robô;
- Flange de fixação à pinça;
- Pinça paralela pneumática;
- Dedos para aperto do cárter;
- Empurradores.

Para a garra do robô foram feitos 3 estudos.

O primeiro estudo utiliza uma pinça paralela cuja fixação dos dedos é na face inferior da pinça

O estudo 2 e 3 utilizam uma pinça paralela cuja fixação dos dedos é feita nas faces laterais da pinça. A diferença entre estes dois últimos está na configuração geométrica dos dedos.

5.3.1 Estudo 1

Neste estudo utilizou-se a pinça paralela pneumática GP115 da SOMMER automatic (Figura 58), as especificações técnicas encontram-se no Anexo I.

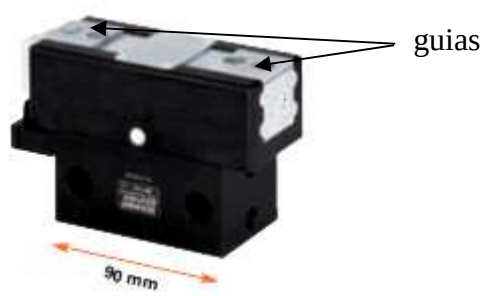


Figura 58 - Pinça paralela pneumática GP115 da SOMMER automatic

Este estudo revelou-se inviável, uma vez que a geometria dos dedos para adaptação ao local de aperto do cárter, impossibilitou a realização da furação para aperto nas guias da pinça. Outra razão foi o facto de esta pinça não possuir uma junta de estanquidade nas guias. Uma vez que esta garra irá transportar peças de alumínio saídas da máquina de lavagem é conveniente que esta apresente um sistema de vedação para garantir o tempo de vida útil da pinça.

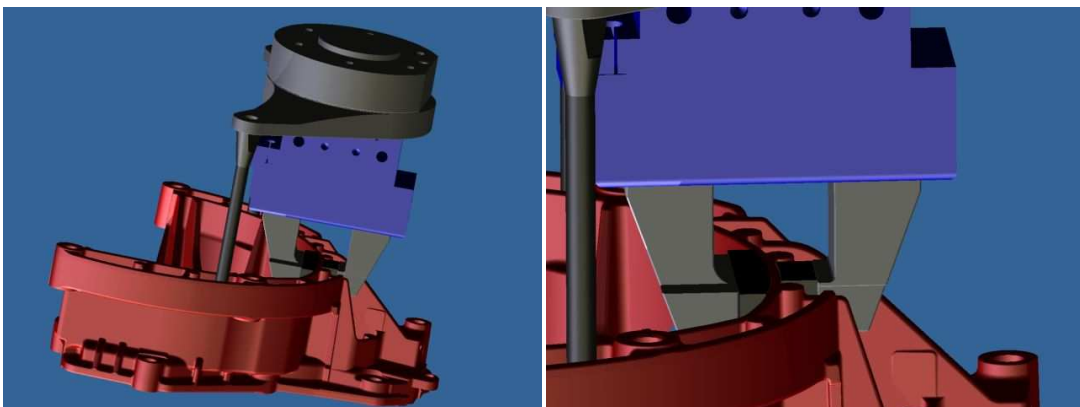


Figura 59 - Modelo 3D da garra para o robô do estudo 1 à esquerda. À direita está representado o pormenor dos dedos da garra.

5.3.2 Estudo 2

Para este estudo seleccionou-se a pinça paralela pneumática GB 1812-B da SOMMER automatic, Figura 60.

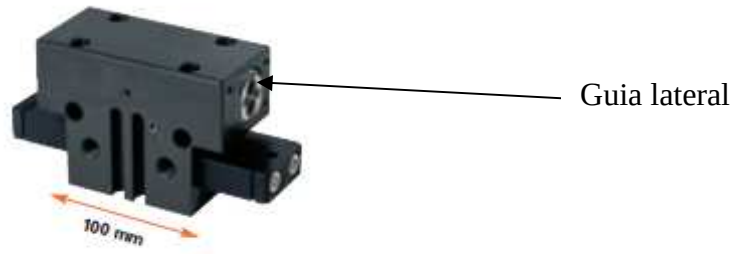


Figura 60 - Pinça paralela pneumática GP 1812-B da SOMMER automatic

Esta pinça já apresenta uma guia quadrada estanque, e o facto de a fixação dos dedos ser nas superfícies laterais da pinça (nas guias) oferece mais versatilidade para a definição geométrica dos dedos. A desvantagem desta pinça em relação à anterior é o facto de os dedos terem de possuir geometrias mais delgadas. Neste sentido tentou-se chegar a uma geometria dos dedos suficientemente robusta que garanta resistência às solicitações a que irão estar sujeitas aquando da manipulação do cárter, Figura 61.

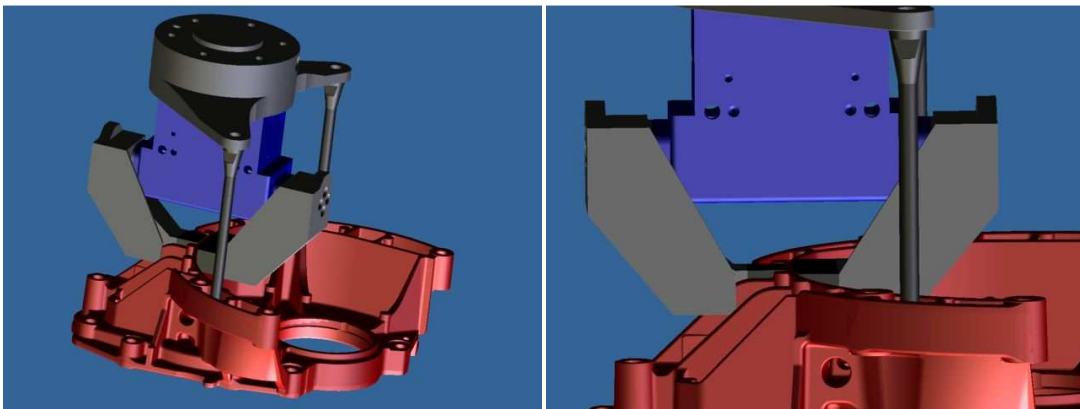


Figura 61 - Modelo 3D da garra para o robô do estudo 2 à esquerda. À direita está representado o pormenor dos dedos da garra.

Os dedos desta pinça apresentam uma face lateral mais robusta (Figura 61) que encosta na face lateral da pinça e uma outra face oposta mais delgada, idêntica à face dos dedos apresentados na Figura 62 do estudo 3.

5.3.3 Estudo 3

Para este estudo também se seleccionou a pinça paralela pneumática GB 1812-B da SOMMER automatic, Figura 60.

Note-se pela Figura 62, que os dedos apresentam uma geometria diferente da do estudo 2. Após definição geométrica dos dedos decidiu-se avançar com este estudo. Seguidamente apresenta-se a descrição da solução construtiva deste estudo da garra do robô.

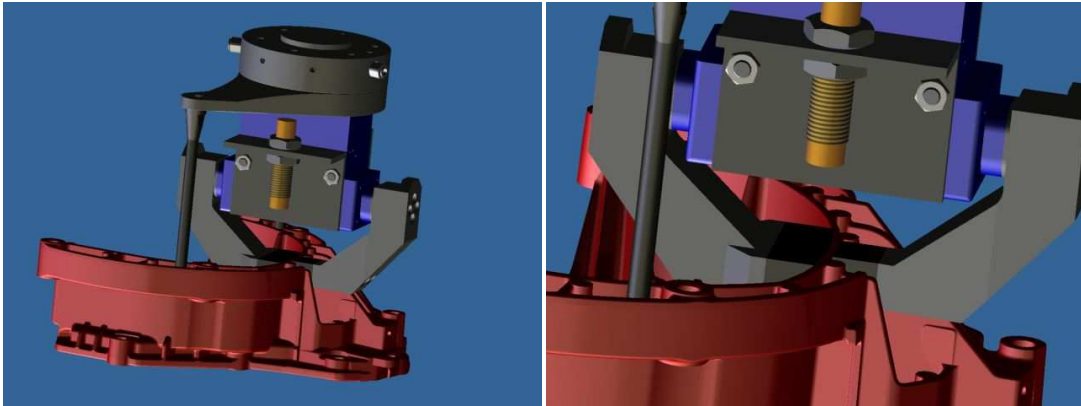


Figura 62 - Modelo 3D da garra para o robô do estudo 3 à esquerda. À direita está representado o pormenor dos dedos da garra.

Dedos

Cada um dos dedos é constituído pelo corpo, a vermelho e verde na Figura 64, e por um postigo, a preto na Figura 63.

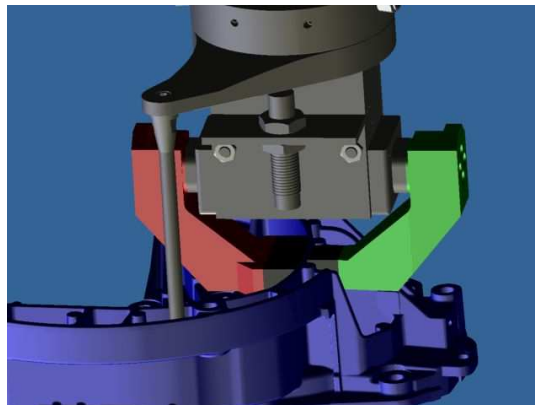


Figura 63 - Modelo 3D dos dedos da garra para o robô do estudo 3.

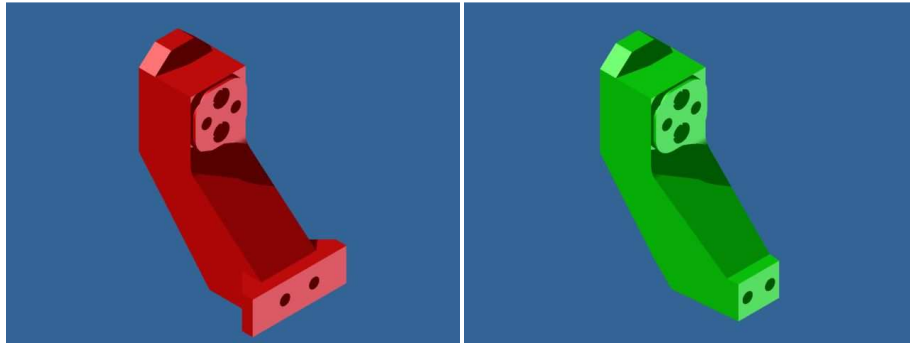


Figura 64 - Modelos 3D do corpo dos dedos da garra do robô

Material: CK 45

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

A geometria do dedo deverá garantir resistência à torção e à flexão, devido aos movimentos de manipulação do cárter que aplicam cargas deslocadas em relação ao eixo normal de aplicação destas cargas. Neste estudo as faces laterais dos dedos são idênticas geometricamente.

Note-se que na zona superior dos dedos foi modelada uma faceta prismática para o sensor da pinça, este por detecção de proximidade controla o aperto de acordo com o curso de aperto pretendido.

A furação superior garante a fixação às guias da pinça e a inferior a fixação dos postigos (Figura 64). Os postigos (Figura 65) têm a mesma concentricidade da superfície de aperto do cárter. Recorre-se a estes postigos para tornar mais económica a substituição dos dedos por motivos de desgaste. Neste caso apenas será necessário substituir os postigos, que são feitos num material mais económico e ao mesmo tempo mais macio, garantindo a integridade física do cárter.

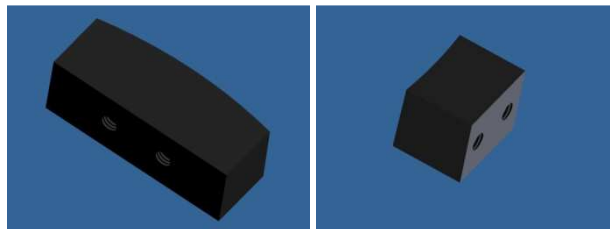


Figura 65 - Modelos 3D dos postigos para os dedos da garra do robô

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: -

Flange de fixação da pinça

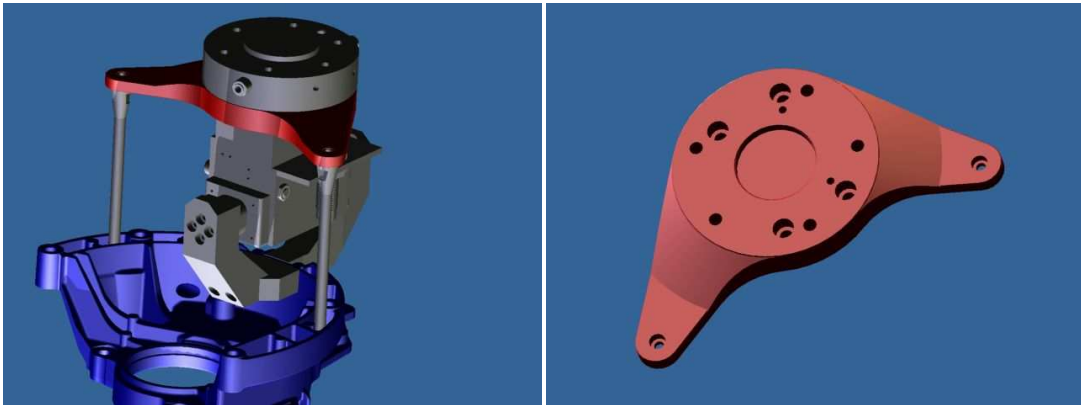


Figura 66 - Modelo 3D da flange de fixação da pinça do estudo 2 e 3 à esquerda. À direita está representado o seu pormenor.

Material: CK 45

Tratamento: - Protecção: Oxidar

A geometria desta flange deve-se ao facto de, numa mesma peça, conseguir o aperto da pinça e dos empurradores utilizando a menor quantidade de material possível.

Furação

Uma das furações existentes nesta peça diz respeito à alimentação de ar comprimido para o accionamento pneumático da pinça.

A restante furação diz respeito ao aperto de elementos de ligação: caixa para parafusos, furos roscados e furos para alojamentos de pinos para posicionamento.

Flange para fixação ao robô

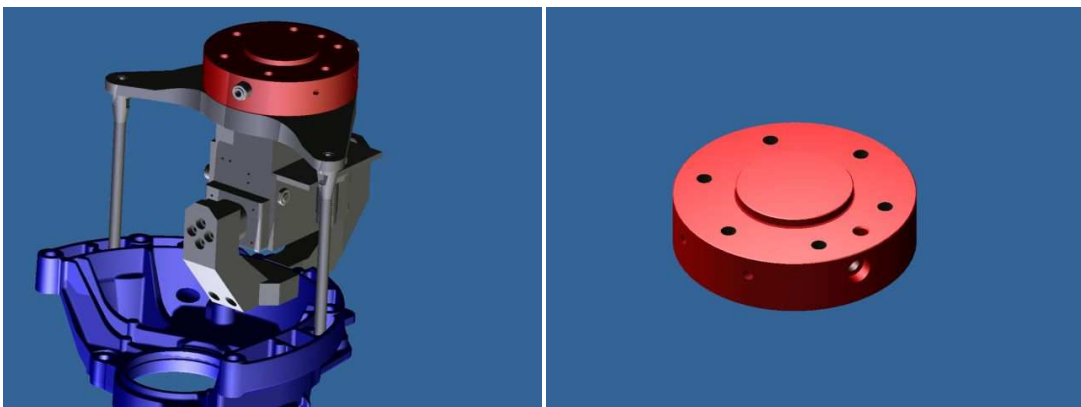


Figura 67 - Modelo 3D da flange de fixação ao robô do estudo 2 e 3 à esquerda. À direita está representado o seu pormenor.

Material: CK 45

Tratamento: - Protecção: Oxidar

A garra do robô deverá ser adaptada ao robô SERIE M-710iC da FANUC com a cabeça de encaixe ISO M-710iC (desenho de definição em Anexo I). Neste sentido a fixação ao robô deverá seguir a furação disponível nesta cabeça de encaixe ISO e o alinhamento é conseguido com quatro parafusos e um pino.

A fixação desta flange (Figura 67) à flange de fixação da pinça (Figura 66) é feita com quatro parafusos e o correcto alinhamento conseguido por um diâmetro central de guia e um pino que garante a sua orientação angular.

Nesta peça é feito o aparafusamento de dois racords onde será realizada a alimentação de ar comprimido à pinça.

Empurradores

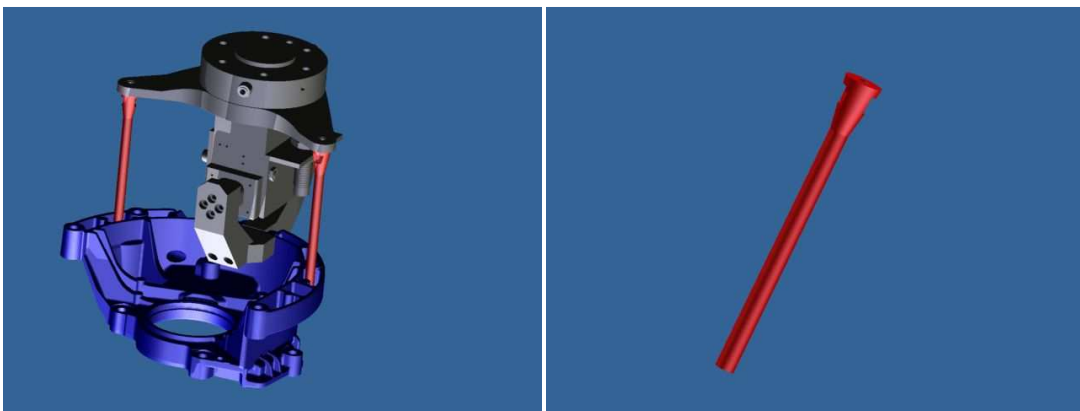


Figura 68 - Modelo 3D dos empurradores do estudo 2 e 3 à esquerda. À direita está representado o seu pormenor.

Material: Delrin preto

Tratamento: -

Protecção: Oxidar

A função destes empurradores, representados na Figura 68, é garantir que a garra executa o correcto aperto na superfície certa do cárter, isto é, quando um dos empurradores entra em contacto com o cárter obriga-o a orientar-se de forma a coloca-lo no mesmo plano de contacto do outro empurrador posicionando-o correctamente.

Peça de fixação para o sensor

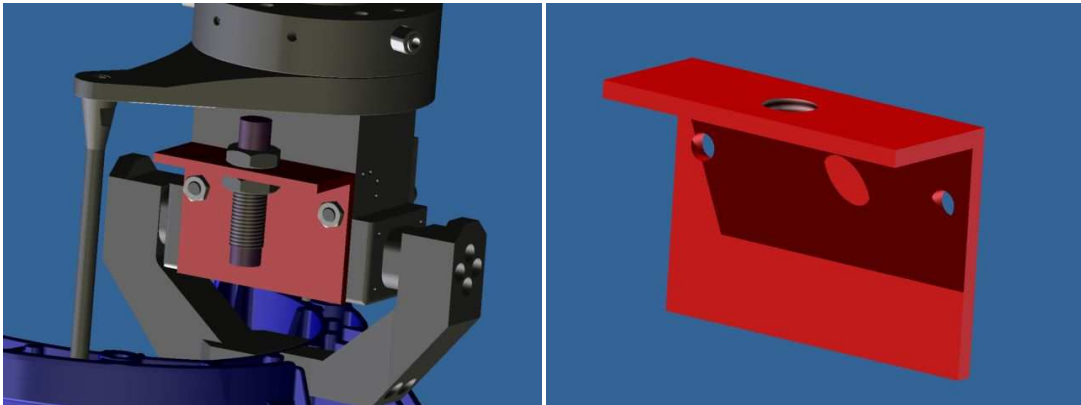


Figura 69 - Modelo 3D da peça de fixação do sensor da garra do robô do estudo 3. À esquerda esta representada a peça de fixação em pormenor.

Material: Alumínio

Tratamento: -

Protecção: Anodizar

A peça de fixação tem como função suportar o sensor de presença de peça e posiciona-lo correctamente em relação à superfície onde irá validar a presença de peça. Apresenta um furo roscado já que o corpo do sensor apresenta uma zona roscada para uma segura montagem. Modelo 3D representado na Figura 69.

Aproveitou-se esta peça para conseguir a vedação de dois dos furos disponibilizados na pinça para a alimentação de ar. Assim, construiu-se nesta peça duas caixas para acoplar o'rings que coincidem com os dois furos da pinça, Figura 70.

Fica-se então com dois furos de alimentação de ar para o accionamento da pinça na face superior da pinça, atravessando a flange da pinça até à flange de fixação ao robô onde estão os racords.

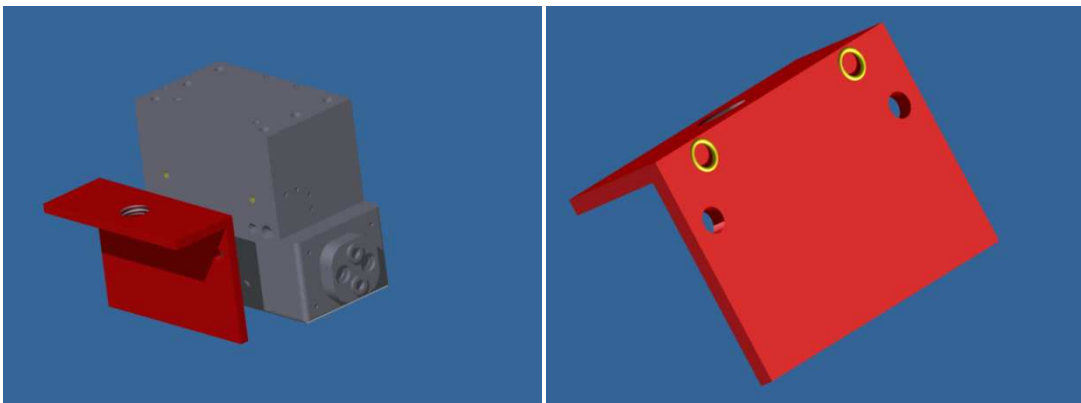


Figura 70 - Vedação de dois dos furos disponibilizados na pinça para alimentação do ar. À esquerda a amarelo os furos a vedar, à esquerda pormenor dos o'rings acoplados na peça de fixação do sensor.

Capítulo 6

Resultados obtidos

No Anexo II encontram-se os desenhos 2D de definição de todos os componentes do módulo de teste de estanquidade e o respectivo desenho de conjunto e montagem deste dispositivo, para consulta no ANEXO II em cd.

A modelação 3D das duas mesas encontra-se completa, tendo ficado no sistema da SERI para futuramente serem realizados os desenhos de definição de todos os seus componentes e de conjunto.

Os estudos efectuados para a garra do robô permitiram orientar a escolha final da garra, eliminando à partida as opções mais inviáveis. Como resultado fica o estudo 3 que se apresenta completo, precisando apenas da validação final.

Seguidamente apresenta-se as imagens das peças já produzidas do módulo do dispositivo de teste. Algumas encontram-se totalmente acabadas e outras ainda se encontram em fase de acabamento.

Componentes acabados



Figura 71 - Intercalar interior em Delrin preto



Figura 72 - Intercalar interior montado no cárter de alumínio



Figura 73 - Junta de vedação em silicone 60 SHORE obtida por corte de jacto de água



Figura 74 - Junta de vedação em Silicone 60 SHORE obtida por corte de jacto de água

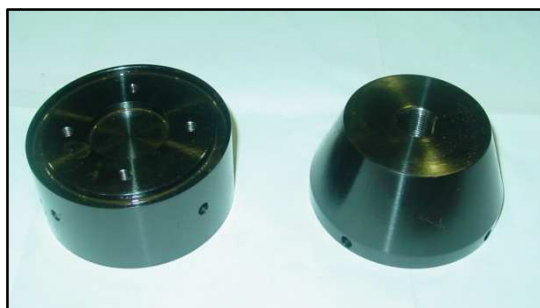


Figura 75 - Intercalares do sinobloco para o cilindro



Figura 76 - Intercalares do sinobloco para o cilindro



Figura 77 - Apoio elástico



Figura 78 - Intercalar para o cilindro

Componentes inacabados



Figura 79 - Base superior e Base inferior em aço CK 45



Figura 80 - Base da peça em aço CK 45

Capítulo 7

Conclusões e trabalhos futuros

Em relação aos trabalhos propostos ao longo destes quatro meses os principais objectivos foram alcançados.

No que diz respeito à modelação 3D e 2D do módulo do dispositivo de teste de estanquidade atingiram-se completamente os objectivos inicialmente propostos. Foi realizada a modelação 3D de todos os componentes deste módulo e respectivos desenhos 2D de definição e fabricação. Realizou-se ainda o desenho de montagem do conjunto deste módulo.

Esta fase do projecto foi a que ocupou mais tempo, uma vez que se optou pela completa realização dos desenhos de definição, realização da respectiva nomenclatura para a encomenda de peças e a inserção de toda a informação respectiva à fabricação deste módulo no sistema da empresa.

Este módulo encontra-se, no momento, em fabrico de acordo com os desenhos efectuados neste projecto (Anexo II em cd).

Na fase final, o projectista que modelou o módulo para o teste de estanquidade da flange chegou à conclusão que seria necessário construir um reservatório no módulo para o teste do cárter. O objectivo será completar o volume de teste da flange, possibilitando a utilização do mesmo microfugómetro no teste do cárter e da flange. Este reservatório não foi por isso realizado no âmbito deste projecto, ficando para trabalho futuro.

A modelação das mesas foi apenas realizada em 3D, ficando então pendente a realização futura dos desenhos 2D de fabricação por parte da equipa da SERI para posterior fabricação.

A modelação da garra do robô foi também realizada apenas em 3D e encontra-se em fase de estudo. Por motivos de tempo não foi possível avançar os estudos e terminar completamente a modelação 2D e posteriores desenhos de definição. A acrescentar dever-se-ia fazer um estudo em elementos finitos (utilizando as potencialidades do software usado) dos dedos da garra para analisar a resistência destes às solicitações a que irão estar sujeitos.

Ao longo do projecto foram adquiridos novos conhecimentos, nomeadamente no que diz respeito à realização de desenhos de definição e de fabrico, e de normas de desenho de definição essenciais ao alcance de resultados correctos e viáveis.

Aprofundou-se alguns conteúdos leccionados ao longo do curso: tratamentos e protecção de materiais, aplicação correcta dos diferentes elementos de ligação e guiamento, técnicas de modelação 3D, procedimentos e processos de produção e a selecção correcta de elementos pneumáticos e sensores.

Foi essencial ter-se investido algum tempo a observar os processos de produção na oficina da SERI, e visualizar inúmeros exemplos de peças e elementos necessários à realização de um projecto de máquina.

A nível pessoal a experiência que obtive durante a realização deste projecto, permitiu-me avaliar melhor todos os processos e etapas que envolvem um projecto de máquina. O facto de realizar este trabalho num ambiente empresarial permitiu-me um contacto prévio com o mundo real do trabalho. Foi ainda muito aliciante realizar a modelação de um dispositivo que está a ser neste momento construído tal como acompanhar a produção de algumas das suas peças.

Capítulo 8

Bibliografia

- [1] (1996). *Manual DIN: Normas de materiales y perfiles: Acero y hierro*. 3ª edição espanhola. Tradução autorizada por Comité de Normas Alemãs (DNA) . Bilbao: Editorial Balzola
- [2] Kantseal. *Catálogo: Static Seals*.
- [3] Morais, José Manuel de Simões. *Desenho Técnico Básico*. 23ª edição. Porto: Porto Editora
- [4] Mugeiro , José M. S. Dias Barreiro & Luís M. Carvalho Sousa. (2001). *Máquinas síncronas especiais*. Porto: FEUP.
- [5] Nordair Espanha: *Catálogo racores estantâneos*.
- [6] Nordair. *Catálogo: La calidad que fluye*.
- [7] Norton, Robert L. (1998). *Machine Design: An Integrated Approach*. Upper Saddle River : Prentice-Hall
- [8] Soares, Pinto. (1992). *Aços: características, tratamentos*. 5ª edição. Porto: Livraria Livroluz.
- [9] Ullman, David G. *The mechanical design process*. (1997). 2ª edição. New York: McGraw Hill

Páginas de Internet consultadas

<http://www.ateq.com>

<http://www.borries.com>

<http://www.norelem.com/>

<http://www.smc.eu>

<http://www.sommer-automatic.com>

<http://www.telemecanique.com.br/>

<https://www.enep.festo.com>

<http://www.boschsecurity.com.pt>

Suporte digital

Pimenta, Sara L. M. Tentúgal. (Julho 2009). Projecto de módulos para controlo e lavagem de componentes em alumínio. *Anexo II: Desenhos de definição*. Relatório do Projecto Final. FEUP.

ANEXO I

Documentação técnica

Especificações técnicas dos Apoios Elásticos Tipo A: ref.5218 016 e ref.5218 232

Your Technology Specialist **simrit®**

Soportes Cilíndricos y Topes

Los soportes Cilíndricos y Topes de FREUDENBERG son elementos de concepción para la adsorción de vibraciones. Los elementos de fijación (tornillos, roscas) unidos a la goma mediante vulcanización permiten una fácil colocación de las piezas de amortiguación.

Los soportes Cilíndricos y Topes aíslan vibraciones, actúan de antichoque y compensan tensiones o diferencias de fabricación entre la unión de varios elementos.

Los soportes Cilíndricos FREUDENBERG se distinguen de otros productos sobretudo por la forma especial de la goma y la unión con las partes metálicas (cóncava).

Dicha unión hace disminuir las cargas laterales producidas en el reborde del soporte Cilíndrico.

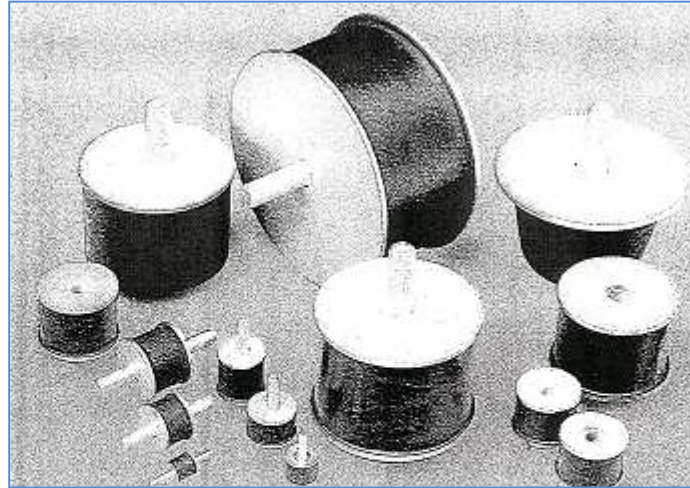


Fig. 23 Soportes cilíndricos y topes

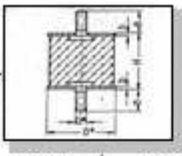
Selección:

Para seleccionar el soporte Cilíndrico o el Tope más adecuado se recomienda el siguiente método:

- Determinar los valores máximos de carga sobre cada soporte.
- Elegir el soporte cuyo valor máximo

de catálogo es de una a dos veces mayor que este valor.

- Elegir el soporte en función de los siguientes parámetros:
 - Condiciones geométricas del montaje
 - Colocación constructiva
 - Aislamiento de vibraciones requeridas.



Freudenberg Soportes Cilíndricos Tipo A										
Pieza Nr.	Mezcla CF	D mm	H mm	b mm	Rosca	B mm	Valores nominales			
							Cizallamiento		Compresión	
							F _{max} N	s _{max} mm	F _{max} N	s _{max} mm
5218 242	11 MN 45	10	9	1	M 4	6	14	3	18	0,8
5218 129	11 MN 45	15	8	1	M 4	6/8	30	3	45	0,7
5218 058	11 MN 45	15	15	1	M 4	15	35	5	40	1,6
5218 057	11 MN 45	16	6	1,2	M 4	10	40	2	100	0,4
5218 039	11 MN 45	20	15	1,5	M 6	15	65	5	90	1,4
5218 149	11 MN 45	20	20	1,5	M 6	10	65	7	80	2,0
5218 061	11 MN 45	20	20	1,5	M 6	18,5	65	7	80	2,0
5218 095	11 MN 45	20	25	1,5	M 6	18,5	65	9	75	2,3
5218 132	11 MN 45	25	20	1,5	M 6	10	110	7	140	2,0
5218 086	11 MN 45	25	20	1,5	M 6	15	110	7	140	2,0
5218 125	11 MN 45	25	35	1,5	M 6	18,5	110	13	110	3,6
5218 151	11 MN 45	30	15	2	M 8	23	150	5	270	1,3
5218 099	11 MN 45	30	20	2	M 8	13	150	7	220	1,9
5218 163	11 MN 45	30	25	2	M 8	23	150	9	200	2,5
5218 067	11 MN 45	30	30	2	M 8	23	150	11	180	3,1
5218 123	11 MN 45	40	30	2,5	M 8	22,5	280	11	400	3,0
5218 070	11 MN 45	40	30	2,5	M 10	27,5	280	11	400	3,0
5218 153	11 MN 45	40	40	2,5	M 8	22,5	280	15	350	4,2
5218 089	11 MN 45	50	30	2,5	M 10	17,5	450	10	700	3,0
5218 040	11 MN 45	50	30	2,5	M 10	27,5	450	10	700	3,0
5218 072	11 MN 45	50	40	2,5	M 10	27,5	450	15	600	4,2
5218 174	11 MN 45	50	45	2,5	M 10	27,5	450	17	550	4,8
5218 110	11 MN 45	50	50	2,5	M 10	27,5	450	19	500	5,4
5218 206	11 MN 45	70	45	2,5	M 10	27,5	900	17	1400	4,8
5218 075	11 MN 45	70	60	3	M 12	37	900	22	1200	6,5
5218 078	11 MN 45	75	25	3	M 12	37	1000	8	2800	2,3
5218 272	11 MN 45	75	40	3	M 12	25	1000	14	1800	4,1
5218 210	11 MN 45	75	55	3	M 12	37	1000	20	1500	5,9
5218 113	11 MN 45	75	70	3	M 12	37	1000	26	1400	7,7
5218 131	11 MN 45	100	40	4	M 16	36	2000	14	4000	3,8
5218 016	11 MN 45	100	40	4	M 16	46	2000	14	4000	3,8
5218 100	11 MN 45	100	55	4	M 16	46	2000	20	3000	5,6
5218 083	11 MN 45	100	75	4	M 16	46	2000	28	2600	8,0
5218 242	11 MN 60	10	9	1	M 4	6	40	4	50	0,7
5218 129	11 MN 60	15	8	1	M 4	6/8	80	3	100	0,6
5218 058	11 MN 60	15	15	1	M 4	15	80	6	90	1,5
5218 057	11 MN 60	16	6	1	M 4	10	100	2	150	0,5
5218 039	11 MN 60	20	15	1,5	M 6	15	140	6	180	1,5
5218 149	11 MN 60	20	20	1,5	M 6	10	140	8	160	1,8
5218 061	11 MN 60	20	20	1,5	M 6	18,5	140	8	160	1,8
5218 095	11 MN 60	20	25	1,5	M 6	18,5	140	11	160	2,4
5218 132	11 MN 60	25	20	1,5	M 6	10	220	9	240	1,8
5218 086	11 MN 60	25	20	1,5	M 6	15	220	9	240	1,8
5218 050	11 MN 60	25	30	1,5	M 6	18,5	220	12	220	3,0
5218 125	11 MN 60	25	35	1,5	M 6	18,5	220	15	220	3,2
5218 151	11 MN 60	30	15	2	M 8	23	300	6	500	1,1
5218 099	11 MN 60	30	20	2	M 8	13	300	8	400	1,6
5218 051	11 MN 60	30	20	2	M 8	23	300	8	400	1,6
5218 163	11 MN 60	30	25	2	M 8	23	300	10	380	2,4
5218 067	11 MN 60	30	30	2	M 8	23	300	13	350	2,8
5218 123	11 MN 60	40	30	2,5	M 8	22,5	600	12	700	2,8
5218 018	11 MN 60	40	30	2,5	M 10	17,5	600	12	700	2,8
5218 070	11 MN 60	40	30	2,5	M 10	27,5	600	12	700	2,8
5218 153	11 MN 60	40	40	2,5	M 8	22,5	600	16	650	4,0
5218 168	11 MN 60	40	40	2,5	M 8	27,5	600	16	650	4,0
5218 116	11 MN 60	40	40	2,5	M 10	27,5	600	16	650	4,0
5218 232	11 MN 60	50	20	2,5	M 10	27,5	900	7	1800	1,7
5218 089	11 MN 60	50	30	2,5	M 10	17,5	900	11	1300	2,7
5218 040	11 MN 60	50	30	2,5	M 10	27,5	900	11	1300	2,7
5218 104	11 MN 60	50	40	2,5	M 10	17,5	900	15	1100	4,0
5218 072	11 MN 60	50	40	2,5	M 10	27,5	900	15	1100	4,0
5218 174	11 MN 60	50	45	2,5	M 10	27,5	900	17	1000	4,2
5218 110	11 MN 60	50	50	2,5	M 10	27,5	900	20	1000	4,5
5218 273	11 MN 60	60	45	2,5	M 10	19,5	1300	18	1600	4,5
5218 206	11 MN 60	70	45	2,5	M 10	27,5	1800	18	2400	4,5
5218 075	11 MN 60	70	60	3	M 12	37	1800	25	2100	6,0
5218 078	11 MN 60	75	25	3	M 12	37	2100	9	4500	2,0
5218 196	11 MN 60	75	40	3	M 12	37	2100	16	3000	3,7
5218 052	11 MN 60	75	50	3	M 12	37	2100	20	2400	4,8
5218 210	11 MN 60	75	55	3	M 12	37	2100	22	2400	5,3
5218 143	11 MN 60	75	70	3	M 12	37	2100	27	2000	6,5
5218 016	11 MN 60	100	40	4	M 16	46	3800	15	7000	3,5
5218 100	11 MN 60	100	55	4	M 16	46	3800	21	5000	5,4
5218 083	11 MN 60	100	75	4	M 16	46	3800	32	4200	7,5
5218 159	11 MN 60	160	75	4	M 16	46	10000	32	15000	8,0
5218 113	11 MN 80	75	70	3	M 12	37	5000	30	6000	7,2
5218 100	11 MN 70	100	55	4	M 16	46	7000	25	9000	5,4
5218 178	11 MN 70	160	114	6 u. 4x3	M 16	44	10000	28	100000	6,5

F_{max} = Carga máxima por soporte

s_{max} = Deflexión a carga máxima

Especificações técnicas do pino ponta esférica forma B – 03108-16 e forma D – 03108-162 da Norelem



Shouldered locating pin with spherical tip, form B

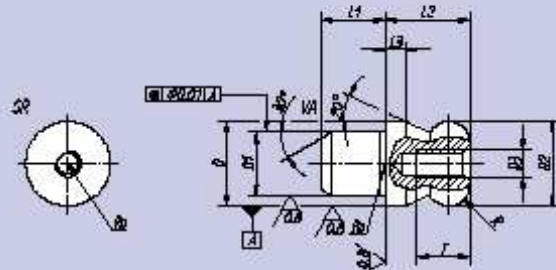
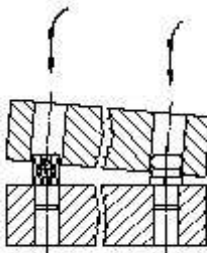
nlm
03108



See description of Form A, page 108, nlm 03107

Ordering example:
nlm 03108-16

Assembly drawing



Part no.	D _{gd}	D _{fm}	D _T +0.01 -0.03	D _s	L ₁	L ₂	L ₃	T	R	kg
03108-10	10	7	10	M3	7	10	2,5	6	2,5	0,007
03108-12	12	8	12	M4	8	12	3	8	3	0,011
03108-16	16	12	16	M5	12	16	4	10	4	0,030
03108-20	20	14	20	M5	14	20	5	10	5	0,057
03108-22	22	16	22	M5	16	22	5,5	10	5,5	0,079
03108-25	25	18	25	M5	18	25	6	10	6	0,116



Shouldered locating pin with faced spherical tip, form D

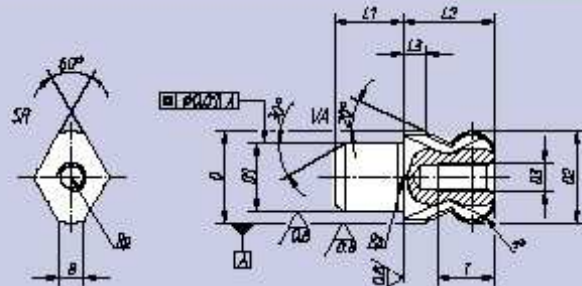
nlm
03108



Material:
Alloy steel.
Finish:
Treated.

Ordering example:
nlm 03108-102

Note:
Assembly is made easier by the spherical shape of these pins. Perfect alignment of the pins is not required while positioning the pieces (see the assembly drawing above).



Part no.	D _{gd}	D _{fm}	D _T +0.01 -0.03	D _s	L ₁	L ₂	L ₃	B	T	R	kg
03108-102	10	7	10	M3	7	10	2,5	2,5	6	2,5	0,006
03108-122	12	8	12	M4	8	12	3	2,5	8	3	0,008
03108-162	16	12	16	M5	12	16	4	4,3	10	4	0,023
03108-202	20	14	20	M5	14	20	5	5	10	5	0,045
03108-222	22	16	22	M5	16	22	5,5	5	10	5,5	0,062
03108-252	25	18	25	M5	18	25	6	5,6	10	6	0,091

Especificações técnicas do pino: 03193-3808040 da Norelem

03193 Goupille d'arrêt autobloquante

Matière, finition:
Poignée : thermoplastique noir.
Bouton pression thermoplastique rouge.
Inserts : inox naturel.



Nota:

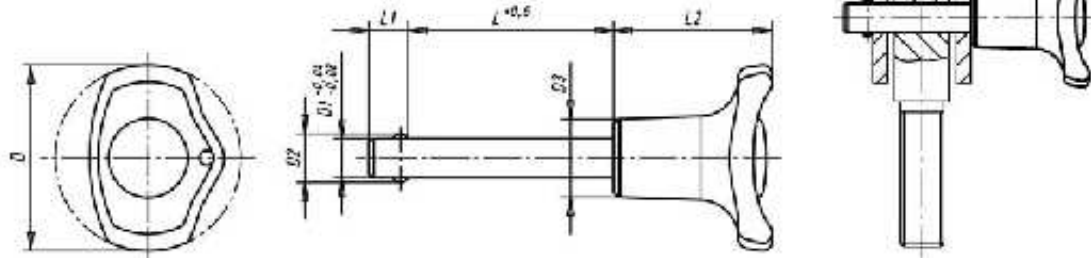
Les goupilles d'arrêt sont utilisées pour la fixation et l'assemblage simples et rapides d'éléments et pièces. Un appui sur le bouton pression permet de déverrouiller les deux billes et donc de désolidariser les pièces. En relâchant le bouton pression, les billes se bloquent et procurent un assemblage sûr et indémontable des pièces.

Force de cisaillement double section (F) = 8 - 16 max.

Accessoire:

Anneau 03199-15/19/23 Corde de maintien avec œillet 03199-...

Spécifications									
Référence	D	D1	D2	D3	L	L1	L2	Alliage H11	Force de cisaillement double section max. kN
03193-3805***	38	5	5,5	16	10 / 15 / 20 / 25 / 30	6	32,5	5	15
03193-3806***	38	6	6,85	16	10 / 15 / 20 / 25 / 30 / 35 / 40 / 45 / 50	7	32,5	6	22
03193-3808***	38	8	9,5	16	20 / 25 / 30 / 35 / 40 / 45 / 50	8	32,5	8	38
03193-4710***	47	10	12	23	20 / 25 / 30 / 35 / 40 / 45 / 50 / 60	9	40	10	60
03193-4712***	47	12	14,5	23	25 / 30 / 35 / 40 / 45 / 50 / 60 / 70 / 80	10	40	12	96
03193-4716***	47	16	19	23	30 / 35 / 40 / 45 / 50 / 60 / 70 / 80	13	40	16	153



Especificações técnicas do casquilho: 03154-125025 da Norelem

03154 Douille de centrage

Matière:
Acier à roulement.

Finition:
Traitée et brunie.



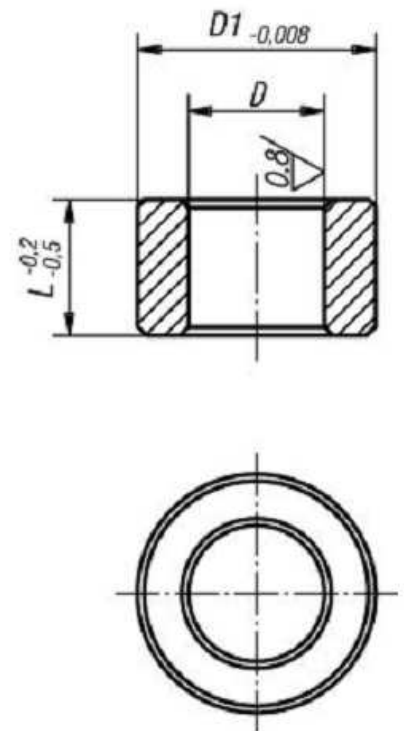
Nota:

Avec une tolérance d'entraxe de $\pm 0,005$ mm et en utilisant deux douilles de centrage de qualité I, il est possible d'obtenir une répétabilité de l'ordre de 0,013 mm. Avec une tolérance d'entraxe de $\pm 0,02$ mm et en utilisant respectivement une douille de centrage de qualité I et une douille de centrage de qualité II, il est possible d'obtenir une répétabilité de l'ordre de 0,038 mm. Les douilles de centrage sont emmanchées avec un léger serrage dans les alésages des plaques à fixer. Pour de plus amples renseignements, voir les informations générales.

* Tolérance pour la douille de centrage, qualité I $+ 0,005/+ 0,018$

* Tolérance pour la douille de centrage, qualité II $+ 0,025/+ 0,050$

Spécifications						
Référence	Finition	D	D1	L	Alésage pour douille de centrage $\varnothing +0,010$	Poids env. kg
03154-113013	(qualité I)	13*	19,033	13	0,015	
03154-113020	(qualité I)	13*	19,033	20	0,024	
03154-116020	(qualité I)	16*	25,033	20	0,045	
03154-116025	(qualité I)	16*	25,033	25	0,057	
03154-120020	(qualité I)	20*	35,035	20	0,120	
03154-120025	(qualité I)	20*	35,035	25	0,150	
03154-125020	(qualité I)	25*	35,035	20	0,074	
03154-125025	(qualité I)	25*	35,035	25	0,093	
03154-130020	(qualité I)	30*	45,035	20	0,139	
03154-130025	(qualité I)	30*	45,035	25	0,174	
03154-135020	(qualité I)	35*	45,035	20	0,099	
03154-135025	(qualité I)	35*	45,035	25	0,123	
03154-135040	(qualité I)	35*	45,035	40	0,198	
03154-135050	(qualité I)	35*	45,035	50	0,248	
03154-150020	(qualité I)	50*	63,538	20	0,190	
03154-150025	(qualité I)	50*	63,538	25	0,237	
03154-150040	(qualité I)	50*	63,538	40	0,379	
03154-150050	(qualité I)	50*	63,538	50	0,474	



Especificações técnicas do casquilho: 08900 A0610x20 da Norelem

08900

**Douille de perçage cylindrique
DIN 179**



Matière:

Acier de cémentation spécial.

Finition:

Trempé, dureté HV 740 ±80, classe de résistance 10 et rectifié.

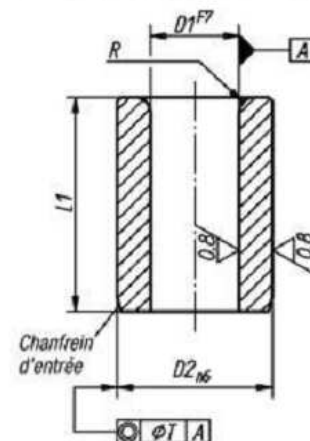


Forme A

Spécifications							
Référence	D1	D2	L1 court	L1 moyen	L1 long	R	T
08900	de 0,4 à 0,8	3	-	6	-	1	0,01
08900	de 0,9 à 1,0	3	6	9	-	1	0,01
08900	de 1,1 à 1,8	4	6	9	-	1	0,01
08900	de 1,9 à 2,6	5	6	9	-	1	0,01
08900	de 2,7 à 3,3	6	8	12	16	1	0,01
08900	de 3,4 à 4,0	7	8	12	16	1	0,01
08900	de 4,1 à 5,0	8	8	12	16	1	0,01
08900	de 5,1 à 6,0	10	10	16	20	1,5	0,02
08900	de 6,1 à 8,0	12	10	16	20	1,5	0,02
08900	de 8,1 à 10,0	15	12	20	25	2	0,02
08900	de 10,1 à 12,0	18	12	20	25	2	0,02
08900	de 12,1 à 15,0	22	16	28	36	2	0,02
08900	de 15,1 à 18,0	26	16	28	36	2	0,02
08900	de 18,1 à 22,0	30	20	36	45	3	0,02
08900	de 22,1 à 26,0	35	20	36	45	3	0,02
08900	de 26,1 à 30,0	42	25	45	56	3	0,02
08900	de 30,1 à 35,0	48	25	45	56	3	0,04
08900	de 35,1 à 42,0	55	30	56	67	3,5	0,04
08900	de 42,1 à 48,0	62	30	56	67	3,5	0,04

Forme A

Bord de l'alésage arrondi d'un côté



Especificações técnicas das uniões: FCG6-1/8, FDM6 – 1/8, FDM8 – 1/4 e do redutor fêmea – macho RC 1/4 – 1/2C

Racores instantâneos - Serie F

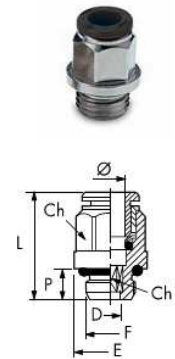
Características Técnicas

Tipo Rosca	Norma	Par de apriete (Nm)			
		M3/M5/M7	1/8	1/4	3/8 - 1/2
GAS CÔNICA	UNI - ISO 111		10±1.2	14±1.6	16±1.8 - 18±2.0
GAS CILÍNDRICA CON O-RING	UNI - ISO 228/1		5±0.6	8±1.0	10±1.2 - 12±1.4
HEXTRICA	ISO R262	1±1.5			

Recto macho cilíndrico

FDM

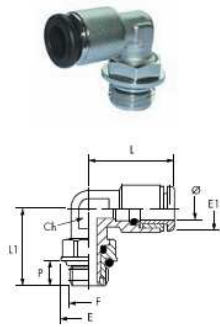
Ref.	Ø	F	Ch	Ch1	L	D	E	P	
FDM3-M3	3	M3	7	-	17,1	1	8	4	10
FDM3-M5	3	M5	8	-	17,3	2	9	4	10
FDM4-M3	4	M3	8	-	17,3	1	9	4	10
FDM4-M5	4	M5	Ø9	2,5	19,3	2,6	9	4	10
FDM4-M7	4	M7	Ø9	3	17,9	3,1	9,8	5	10
FDM4-1/8	4	1/8	10	3	17	3,1	14	6	10
FDM4-1/4	4	1/4	10	3	19	3,1	18	8	10
FDM6-M5	6	M5	Ø11	2,5	20,9	2,6	11	4	10
FDM6-M7	6	M7	Ø11	4	22	4,1	11	5	10
FDM6-M12	6	M12x1,5	12	4	22,2	4,1	17	8	10
FDM6-1/8	6	1/8	12	4	20,6	4,1	14	6	10
FDM6-1/4	6	1/4	12	4	19,3	4,1	18	8	10
FDM8-M12	8	M12x1,5	14	6	24,1	6,2	17	8	10
FDM8-1/8	8	1/8	13	5	24,5	5,2	14	6	10
FDM8-1/4	8	1/4	14	6	24,4	6,2	18	8	10
FDM8-3/8	8	3/8	14	6	21,9	6,2	22	9	10
FDM10-1/4	10	1/4	16	7	28,5	7,2	18	8	10
FDM10-3/8	10	3/8	16	8	25,8	8,2	22	9	10
FDM10-1/2	10	1/2	21	10	35	10,2	24	9	10
FDM12-1/4	12	1/4	19	7	30	7,2	21	8	10
FDM12-3/8	12	3/8	19	10	27,6	10,2	22	9	10
FDM12-1/2	12	1/2	19	10	28,8	10,2	26	11	10
FDM14-3/8	14	3/8	22	12	33,6	10,2	26	9	10
FDM14-1/2	14	1/2	22	12	31,3	12,2	26	11	10



Los racores rectos pueden ser instalados mediante la utilización de una llave fija o Allen dependiendo del espacio disponible. La rosca de tipo cilíndrico incorpora junta O-Ring de NBR para la completa estanqueidad de cierre.

FCG

Codo giratorio cilíndrico



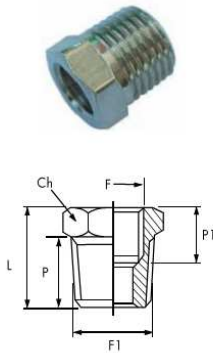
Ref.	Ø	F	Ch	L	L1	E	EI	P	
FCG4-M5	4	M5	9	17,6	15,3	9,9	9,5	4	10
FCG4-1/8	4	1/8	12	17,6	19,1	14	9,5	6	10
FCG4-1/4	4	1/4	14	17,6	21,1	18	9,5	8	10
FCG6-M5	6	M5	9	20,9	15,3	9,9	11,3	4	10
FCG6-1/8	6	1/8	12	20,9	19,1	14	11,3	6	10
FCG6-1/4	6	1/4	14	20,9	21,1	18	11,3	8	10
FCG8-1/8	8	1/8	12	24,3	19,1	14	13,5	6	10
FCG8-1/4	8	1/4	14	24,3	21,1	18	13,5	8	10
FCG8-3/8	8	3/8	17	23,7	27,1	22	13,8	9	10
FCG10-1/4	10	1/4	14	26,5	21,8	18	15,5	8	10
FCG10-3/8	10	3/8	17	26,5	27,1	22	15,5	9	10
FCG10-1/2	10	1/2	22	31,5	32	26	16,5	11	10
FCG12-1/4	12	1/4	14	29,5	25,6	18	20	8	10
FCG12-3/8	12	3/8	17	29,5	28,3	22	20	9	10
FCG12-1/2	12	1/2	22	29,5	30,7	26	20	11	10
FCG14-1/2	14	1/2	22	32,8	32,3	26	21,1	11	10

Los racores giratorios en codo permiten el giro del cuerpo una vez ya han sido alojados, eliminando la posibilidad de acodamiento del tubo y facilitando el cambio de posición del elemento neumático en nuevas aplicaciones.

La rosca de tipo cilíndrico incorpora junta O-Ring en NBR para la completa estanqueidad de cierre.

RC

Reducción hembra-macho cónica



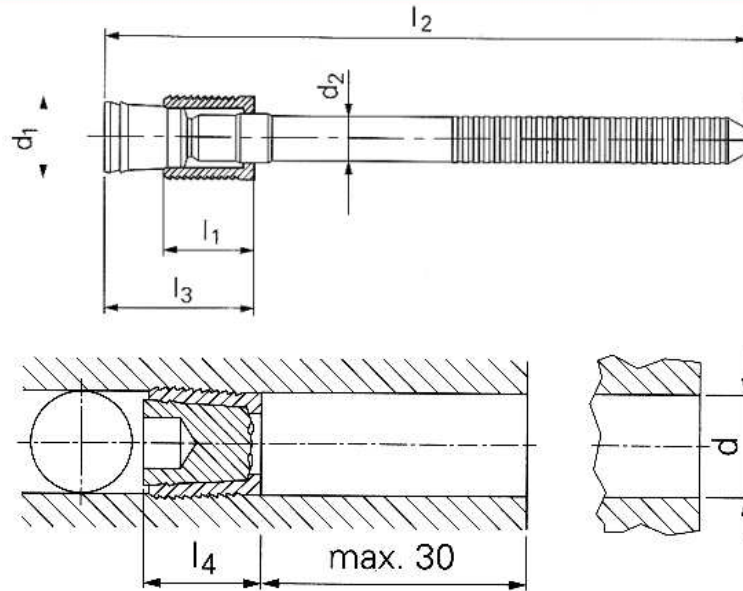
Ref.	F	F1	Ch	L	P	P1	
RC1/8-1/4	1/8	1/4	14	16	11	7	10
RC1/8-3/8	1/8	3/8	17	17	11,5	7	10
RC1/8-1/2	1/8	1/2	22	20	11	14	10
RC1/4-3/8	1/4	3/8	17	17	11,5	8	10
RC1/4-1/2	1/4	1/2	22	20	14	8	10
RC1/4-3/4	1/4	3/4	27	23,5	16	12	10
RC1/4-1	1/4	1"	34	25	17	11	10
RC3/8-1/2	3/8	1/2	22	20	14	10,3	10
RC3/8-3/4	3/8	3/4	27	24	16,5	11,5	10
RC3/8-1	3/8	1"	34	25	17	14	10
RC1/2-3/4	1/2	3/4	27	20	16,5	14	10
RC1/2-1	1/2	1"	34	25	17	16	10
RC3/4-1	3/4	1"	34	22	16	18	10

Reducción hembra-macho.

La rosca macho es de tipo cónica y la hembra cilíndrica.

Especificações técnicas dos tacos expansíveis: SK 552-060, SK 552 - 080

KOENIG Expander® Dichtstopfen für Betriebsdrücke bis 500 bar



Type	Longer mandrel
Part description	SK 552-060
d1	6.0 mm
l1	6.5 mm
d2	3.40 mm
l2	73 mm
Max. l3	12.0 mm
Max. l4	8.0 mm
Bore diameter	6.0 mm
	
Bore tolerance	+ 0.12 0
Sleeve material	Case hardening steel, gun metal finish
Mandrel material	Heat-treatable steel or cold-flow press steel special oil film lubrication
Information	Sleeve and mandrel crimped together Suitable for automated processing Special part, mandrel 30 mm longer

Type	Longer mandrel
Part description	SK 552-080
d1	8.0 mm
l1	8.5 mm
d2	4.20 mm
l2	70 mm
Max. l3	15.0 mm
Max. l4	10.5 mm
Bore diameter	8.0 mm
	
Bore tolerance	+ 0.12 0
Sleeve material	Case hardening steel, gun metal finish
Mandrel material	Heat-treatable steel or cold-flow press steel special oil film lubrication
Information	Sleeve and mandrel crimped together Suitable for automated processing Special part, mandrel 30 mm longer
Packaging unit	100 / 250

Especificações técnicas da junta de estanquidade estática DKAR00340



Kantseal

■ Design instructions

Groove design

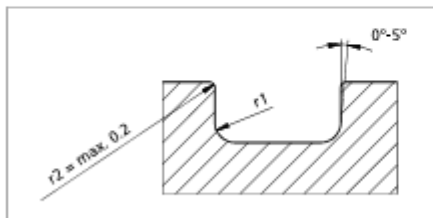


Figure 15 Groove specifications

Table XV Surface roughness

Type of load	Surface	Rt µm	Rz µm	Ra µm
Axial-static	Mating surface	≤ 10.0	≤ 6.3	≤ 1.6
	Groove surface (groove bottom, groove flanks)	≤ 16.0	≤ 6.3	≤ 1.6
Under pulsating pressures	Mating surface	≤ 6.3	≤ 6.3	≤ 0.8
	Groove surface (groove bottom, groove flanks)	≤ 10.0	≤ 6.3	≤ 1.6

■ Tolerances

Table XVI Tolerances for Kantseal inside diameter ID

Inside diameter ID	Tolerance ±
4.00 - 14.00	0.13
14.01 - 15.60	0.18
15.61 - 25.12	0.23
25.13 - 29.78	0.25
29.79 - 34.65	0.28
34.66 - 44.17	0.33
44.18 - 50.52	0.38
50.53 - 66.40	0.46
66.41 - 75.92	0.51
75.93 - 94.97	0.61
94.98 - 107.67	0.69
107.68 - 126.72	0.76
126.73 - 133.07	0.94
133.08 - 158.42	0.89
158.43 - 183.82	1.02
183.83 - 209.22	1.14
209.23 - 234.62	1.27
234.63 - 278.99	1.40
279.00 - 405.26	1.65
405.27 - 430.66	1.91
430.67 - 456.07	2.03

Table XIX Tolerances cross section W + T dimension

Cross section W	Tolerance ±	Cross section T	Tolerance ±
1.68	0.15	1.68	0.08
2.51	0.15	2.51	0.10
3.40	0.15	3.40	0.10
5.16	0.15	5.16	0.10
6.73	0.15	6.73	0.10

Kantseal



20.62	7.1	4.75	0.8	10.46	5.16	5.16	DKAR00309
22.23	7.1	4.75	0.8	12.07	5.16	5.16	DKAR00310
23.80	7.1	4.75	0.8	13.64	5.16	5.16	DKAR00311
25.40	7.1	4.75	0.8	15.24	5.16	5.16	DKAR00312
26.97	7.1	4.75	0.8	16.81	5.16	5.16	DKAR00313
28.58	7.1	4.75	0.8	18.42	5.16	5.16	DKAR00314
30.15	7.1	4.75	0.8	19.99	5.16	5.16	DKAR00315
31.75	7.1	4.75	0.8	21.59	5.16	5.16	DKAR00316
33.32	7.1	4.70	0.8	23.16	5.16	5.16	DKAR00317
34.93	7.1	4.75	0.8	24.77	5.16	5.16	DKAR00318
36.50	7.1	4.75	0.8	26.34	5.16	5.16	DKAR00319
38.10	7.1	4.75	0.8	27.94	5.16	5.16	DKAR00320
39.67	7.1	4.75	0.8	29.51	5.16	5.16	DKAR00321
41.28	7.1	4.75	0.8	31.12	5.16	5.16	DKAR00322
42.85	7.1	4.75	0.8	32.69	5.16	5.16	DKAR00323
44.45	7.1	4.75	0.8	34.29	5.16	5.16	DKAR00324
47.63	7.1	4.75	0.8	37.47	5.16	5.16	DKAR00325
50.80	7.1	4.75	0.8	40.64	5.16	5.16	DKAR00326
53.98	7.1	4.75	0.8	43.82	5.16	5.16	DKAR00327
57.15	7.1	4.75	0.8	46.99	5.16	5.16	DKAR00328
60.33	7.1	4.75	0.8	50.17	5.16	5.16	DKAR00329
63.50	7.1	4.75	0.8	53.34	5.16	5.16	DKAR00330
66.68	7.1	4.75	0.8	56.52	5.16	5.16	DKAR00331
69.85	7.1	4.75	0.8	59.69	5.16	5.16	DKAR00332
73.03	7.1	4.75	0.8	62.87	5.16	5.16	DKAR00333
76.20	7.1	4.75	0.8	66.04	5.16	5.16	DKAR00334
79.38	7.1	4.75	0.8	69.22	5.16	5.16	DKAR00335
82.55	7.1	4.75	0.8	72.39	5.16	5.16	DKAR00336
85.73	7.1	4.75	0.8	75.57	5.16	5.16	DKAR00337
88.90	7.1	4.75	0.8	78.74	5.16	5.16	DKAR00338
92.08	7.1	4.75	0.8	81.92	5.16	5.16	DKAR00339
95.25	7.1	4.75	0.8	85.09	5.16	5.16	DKAR00340
98.43	7.1	4.75	0.8	88.27	5.16	5.16	DKAR00341
101.60	7.1	4.75	0.8	91.44	5.16	5.16	DKAR00342

Parafusos segundo a Norma DIN 912^[1]

Tornillos cilíndricos con exágono interior

DIN 912

(Tornillos con exágono interior)



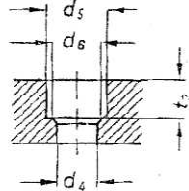
Designación de un tornillo cilíndrico con exágono interior, con rosca d = M 10, de longitud l = 50 mm, propiedad de resistencia 8.8 G¹⁾:

Tornillo cilíndrico M 10 x 50 DIN 912 — 8 G

l	l1	b	r	x	z1	l	l1	b	r	x	z1	l	l1	b	r	x	z1	l	l1	b	r	x	z1
12	7	3.8	0.4	3	1.5	16	9	4.7	0.5	4	2	20	11	5.2	0.5	5	2.5	24	13	5.8	0.5	6	3
18	10	5.2	0.5	5	2.5	25	13	7.4	0.5	8	4	30	16	8.4	0.5	10	5	35	19	9.4	0.5	12	6
25	16	8.4	0.5	8	4	35	19	11.3	0.5	12	6	40	22	14	0.5	14	7	45	25	16.3	0.5	16	8
35	22	14	0.5	12	6	45	25	18.3	0.5	16	8	50	27	21.7	0.5	18	9	55	30	21.7	0.5	18	8
45	27	21.7	0.5	16	8	55	30	25.1	0.5	18	9	60	33	28.5	0.5	20	10	65	33	28.5	0.5	20	9
55	33	28.5	0.5	18	9	65	33	31.4	0.5	20	10	70	36	31.4	0.5	22	11	75	36	31.4	0.5	22	10
65	39	37.3	0.5	20	10	75	36	37.3	0.5	22	11	80	39	37.3	0.5	24	12	80	39	37.3	0.5	24	11
75	45	47.3	0.5	22	11	85	45	47.3	0.5	24	12	90	45	47.3	0.5	26	13	85	45	47.3	0.5	26	12
85	50	54.5	0.5	24	12	95	50	54.5	0.5	26	13	100	50	54.5	0.5	28	14	90	50	54.5	0.5	28	13
95	54	62.5	0.5	26	13	105	54	62.5	0.5	28	14	110	54	62.5	0.5	30	15	95	54	62.5	0.5	30	14
105	58	71.8	0.5	28	14	115	58	71.8	0.5	30	15	120	58	71.8	0.5	32	16	100	58	71.8	0.5	32	15
115	62	80.9	0.5	30	15	125	62	80.9	0.5	32	16	130	62	80.9	0.5	34	17	105	62	80.9	0.5	34	16
125	67	91.8	0.5	32	16	135	67	91.8	0.5	34	17	140	67	91.8	0.5	36	18	110	67	91.8	0.5	36	17
135	71	103.8	0.5	34	17	145	71	103.8	0.5	36	18	150	71	103.8	0.5	38	19	115	71	103.8	0.5	38	18
145	75	116.8	0.5	36	18	155	75	116.8	0.5	38	19	160	75	116.8	0.5	40	20	120	75	116.8	0.5	40	19
155	79	130.8	0.5	38	19	165	79	130.8	0.5	40	20	170	79	130.8	0.5	42	21	125	79	130.8	0.5	42	20
165	83	145.8	0.5	40	20	175	83	145.8	0.5	42	21	180	83	145.8	0.5	44	22	130	83	145.8	0.5	44	21
175	87	161.8	0.5	42	21	185	87	161.8	0.5	44	22	190	87	161.8	0.5	46	23	135	87	161.8	0.5	46	22
185	91	178.8	0.5	44	22	195	91	178.8	0.5	46	23	200	91	178.8	0.5	48	24	140	91	178.8	0.5	48	23
195	95	196.8	0.5	46	23	205	95	196.8	0.5	48	24	210	95	196.8	0.5	50	25	145	95	196.8	0.5	50	24
205	99	215.8	0.5	48	24	215	99	215.8	0.5	50	25	220	99	215.8	0.5	52	26	150	99	215.8	0.5	52	25
215	103	235.8	0.5	50	25	225	103	235.8	0.5	52	26	230	103	235.8	0.5	54	27	155	103	235.8	0.5	54	26
225	107	256.8	0.5	52	26	235	107	256.8	0.5	54	27	240	107	256.8	0.5	56	28	160	107	256.8	0.5	56	27
235	111	278.8	0.5	54	27	245	111	278.8	0.5	56	28	250	111	278.8	0.5	58	29	165	111	278.8	0.5	58	28
245	115	301.8	0.5	56	28	255	115	301.8	0.5	58	29	260	115	301.8	0.5	60	30	170	115	301.8	0.5	60	29
255	119	325.8	0.5	58	29	265	119	325.8	0.5	60	30	270	119	325.8	0.5	62	31	175	119	325.8	0.5	62	30
265	123	350.8	0.5	60	30	275	123	350.8	0.5	62	31	280	123	350.8	0.5	64	32	180	123	350.8	0.5	64	31
275	127	376.8	0.5	62	31	285	127	376.8	0.5	64	32	290	127	376.8	0.5	66	33	185	127	376.8	0.5	66	32
285	131	403.8	0.5	64	32	295	131	403.8	0.5	66	33	300	131	403.8	0.5	68	34	190	131	403.8	0.5	68	33
295	135	431.8	0.5	66	33	305	135	431.8	0.5	68	34	310	135	431.8	0.5	70	35	195	135	431.8	0.5	70	34
305	139	460.8	0.5	68	34	315	139	460.8	0.5	70	35	320	139	460.8	0.5	72	36	200	139	460.8	0.5	72	35
315	143	490.8	0.5	70	35	325	143	490.8	0.5	72	36	330	143	490.8	0.5	74	37	205	143	490.8	0.5	74	36
325	147	521.8	0.5	72	36	335	147	521.8	0.5	74	37	340	147	521.8	0.5	76	38	210	147	521.8	0.5	76	37
335	151	553.8	0.5	74	37	345	151	553.8	0.5	76	38	350	151	553.8	0.5	78	39	215	151	553.8	0.5	78	38
345	155	586.8	0.5	76	38	355	155	586.8	0.5	78	39	360	155	586.8	0.5	80	40	220	155	586.8	0.5	80	39
355	159	620.8	0.5	78	39	365	159	620.8	0.5	80	40	370	159	620.8	0.5	82	41	225	159	620.8	0.5	82	40
365	163	655.8	0.5	80	40	375	163	655.8	0.5	82	41	380	163	655.8	0.5	84	42	230	163	655.8	0.5	84	41
375	167	691.8	0.5	82	41	385	167	691.8	0.5	84	42	390	167	691.8	0.5	86	43	235	167	691.8	0.5	86	42
385	171	728.8	0.5	84	42	395	171	728.8	0.5	86	43	400	171	728.8	0.5	88	44	240	171	728.8	0.5	88	43
395	175	766.8	0.5	86	43	405	175	766.8	0.5	88	44	410	175	766.8	0.5	90	45	245	175	766.8	0.5	90	44
405	179	805.8	0.5	88	44	415	179	805.8	0.5	90	45	420	179	805.8	0.5	92	46	250	179	805.8	0.5	92	45
415	183	845.8	0.5	90	45	425	183	845.8	0.5	92	46	430	183	845.8	0.5	94	47	255	183	845.8	0.5	94	46
425	187	886.8	0.5	92	46	435	187	886.8	0.5	94	47	440	187	886.8	0.5	96	48	260	187	886.8	0.5	96	47
435	191	928.8	0.5	94	47	445	191	928.8	0.5	96	48	450	191	928.8	0.5	98	49	265	191	928.8	0.5	98	48
445	195	971.8	0.5	96	48	455	195	971.8	0.5	98	49	460	195	971.8	0.5	100	50	270	195	971.8	0.5	100	49
455	199	1015.8	0.5	98	49	465	199	1015.8	0.5	100	50	470	199	1015.8	0.5	102	51	275	199	1015.8	0.5	102	50
465	203	1060.8	0.5	100	50	475	203	1060.8	0.5	102	51	480	203	1060.8	0.5	104	52	280	203	1060.8	0.5	104	51
475	207	1106.8	0.5	102	51	485	207	1106.8	0.5	104	52	490	207	1106.8	0.5	106	53	285	207	1106.8	0.5	106	52
485	211	1153.8	0.5	104	52	495	211	1153.8	0.5	106	53	500	211	1153.8	0.5	108	54	290	211	1153.8	0.5	108	53
495	215	1201.8	0.5	106	53	505	215	1201.8	0.5	108	54	510	215	1201.8	0.5	110	55	295	215	1201.8	0.5	110	54
505	219	1250.8	0.5	108	54	515	219	1250.8	0.5	110	55	520	219	1250.8	0.5	112	56	300	219	1250.8	0.5	112	55
515	223	1300.8	0.5	110	55	525	223	1300.8	0.5	112	56	530	223	1300.8	0.5	114	57	305	223	1300.8	0.5	114	56
525	227	1351.8	0.5	112	56	535	227	1351.8	0.5	114	57	540	227	1351.8	0.5	116	58	310	227	1351.8	0.5	116	57
535	231	1403.8	0.5	114	57	545	231	1403.8	0.5	116	58	550	231	1403.8	0.5	118	59	315	231	1403.8	0.5	118	58
545	235	1456.8	0.5	116	58	555	235	1456.8	0.5	118	59	560	235	1456.8	0.5	120	60	320	235	1456.8	0.5	120	59
555	239	1510.8	0.5	118	59	565	239	1510.8	0.5	120	60	570	239	1510.8	0.5	122	61	325	239	1510.8	0.5	122	60
565	243	1565.8	0.5	120	60	575	243	1565.8	0.5	122	61	580	243	1565.8	0.5	124	62	330	243	1565.8	0.5	124	61
575	247	1621.8	0.5	122	61	585	247	1621.8	0.5	124	62	590	247	1621.8	0.5	126	63	335	247	1621.8	0.5	126	62
585	251	1678.8	0.5	124	62	595	251	1678.8	0.5	126	63	600	251	1678.8	0.5	128	64	340	251	1678.8	0.5	128	63
595	255	1736.8	0.5	126	63	605	255	1736.8	0.5	128	64	610	255	1736.8	0.5	130	65	345	255	1736.8	0.5	130	64
605	259	1795.8	0.5	128	64	615	259	1795.8	0.5														

Definição da caixa para parafusos com Norma DIN 912 ^[1]

K para tornillos cilíndricos con hexágono interior según DIN 912
Ejecución media (m) y fina (f) ¹⁾



Designación de un avellanado K, ejecución media (m), para diámetro de rosca 8 mm:
Km 8 DIN 75 ²⁾

Ejecución Diámetro de rosca	m				f			
	$d_4^{2)}$ H12	d_5 H12	$d_6^{3)}$	$t_2^{4)}$ dif. adm.	$d_4^{4)}$ H12	d_5 H12	$d_6^{5)}$	$t_2^{6)}$ dif. adm.
4	4,3	8	—	4,6	4,3	7,4	—	4,2
5	5,8	10	—	5,7	5,3	9,4	—	5,2
6	7	11	—	6,8	6,4	10,4	—	6,2
8	9,5	14,5	—	9	8,4	13,5	9,4	8,3
10	11,5	17,5	—	11	10,5	16,5	11,5	10,3
12	14	20	—	13	13	19	15	12,3
14	16	24	—	15	15	23	17	14,3
16	18	26	—	17,5	17	25	19	16,5
18	20	29	—	19,5	19	28	21	18,5
20	23	33	—	21,5	21	31	23	20,5
22	25	36	—	23,5	23	34	25	22,5
24	27	39	30	25,5	25	37	28	24,5
27	30	43	33	28,5	28	41	31	27,5
30	33	48	36	32	31	46	34	31
33	36	53	39	35	34	51	37	34
36	39	57	42	38	37	55	40	37
42	45	66	48	44	43	64	46	43
48	52	76	56	50	50	74	54	49

¹⁾ Para mecánica de precisión y construcción de máquinas herramientas de precisión.

²⁾ Agujero pasante «medio» según DIN 69

³⁾ 90° de avellanado o redondeado, diámetro de la rosca inferior a 24 mm, sólo desbarbado

⁴⁾ Agujero pasante «fino 1» según DIN 69

⁵⁾ 90° de avellanado o redondeado, diámetro de la rosca inferior a 8 mm, sólo desbarbado

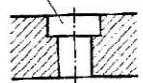
⁶⁾ Si son necesarias otras profundidades de avellanado, p. ej. para elementos de seguridad (arandelas de muelle) o tornillos salientes, se agregará a la abreviatura la profundidad de avellanado (p. ej. 8,8 mm), p. ej.: Hf 10 x 8,8 DIN 75

Avellanados para tornillos avellanados, DIN 75 hoja 1

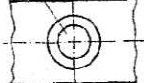
Ejemplos de anotación para dibujos

Para empleo de abreviaturas

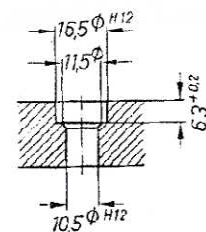
Hf 10 DIN 75



Hf 10 DIN 75



Para acotación



Definição de entalhes segundo a Norma DIN 509 ^[1]

Entalladuras

DIN 509

Las entalladuras de las formas E y F a partir del tamaño 0,6 x 0,2 pueden hacerse por el procedimiento de reproducción (torneado de copia).
Formas anteriores A, B, C, y D (no para nueva construcción), véase página 3.

Medidas en mm

Las medidas indicadas en las tablas sirven para la pieza terminada.
Se han representado entalladuras exteriores en cuerpos giratorios.

Forma E para piezas con una superficie de mecanizado

Forma F para piezas con dos superficies de mecanizado perpendiculares entre sí

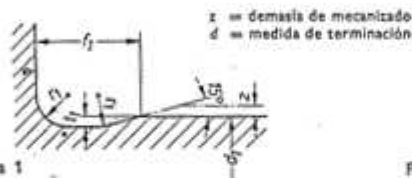


Figura 1

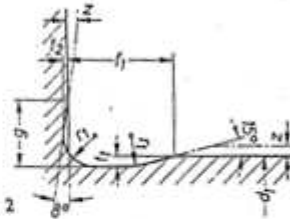


Figura 2

Designación de una entalladura forma E de radio $r_1 = 0,6$ mm y profundidad $t_1 = 0,2$ mm:

Entalladura E 0,6 x 0,2 DIN 509

Tabla 1

r_1	t_1	r_1	t_1	r_1	Refor- mable	Coordinación recomendada al diámetro d_1 para piezas	
	+0,1		≈	+0,05		con esfuerzo usual	con resistencia a la fatiga aumentada
0,1	0,1	0,5	0,8	0,1	no	hasta 1,6	—
0,2	0,1	1	0,9	0,1		más de 1,6 a 3	
0,4	0,2	2	1,1	0,1		más de 3 a 10	
0,6	0,2	2	1,4	0,1	sí	más de 10 a 18	—
0,6	0,3	2,5	2,1	0,2		más de 18 a 80	
1	0,4	4	3,2	0,3		más de 80	
1	0,2	2,5	1,8	0,1	sí	—	más de 18 a 50
1,6	0,3	4	3,1	0,2			más de 50 a 80
2,5	0,4	5	4,8	0,3			más de 80 a 125
4	0,5	7	6,4	0,3			más de 125

Ejecución: $\nabla\nabla$, otras calidades de superficie se indicarán expresamente en la designación, p. ej.,
Entalladura E 1 x 0,2 DIN 509 $\nabla\nabla\nabla$

¹⁾ La coordinación a los diámetros no sirve para pivotes cortos ni piezas de pared delgada.
Por motivos de fabricación puede ser conveniente en una pieza con diámetros diferentes realizar varias entalladuras en igual forma y tamaño.

Ranuras de rosca, véase DIN 76.

Transiciones como medidas de acoplamiento para cojinetes de rodamiento, véase DIN 5418.

DIN 509

Avellanado en la pieza opuesta

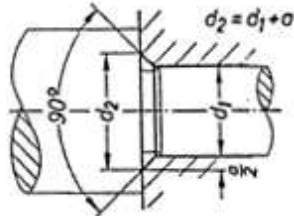


Figura 3

Tabla 2

Entalladura Tamaño $r_1 \times t_1$	A mínima forma	
	E	F
0,1 × 0,1	0	0
0,2 × 0,1	0,2	0
0,4 × 0,2	0,4	0
0,6 × 0,2	0,8	0,2
0,6 × 0,3	0,6	0
1 × 0,2	1,6	0,8
1 × 0,4	1,2	0
1,6 × 0,3	2,6	1,1
2,5 × 0,4	4,2	1,9
4 × 0,5	7	4,0

Repercusión de la demasía de mecanizado para forma E y F

La demasía de mecanizado z cambia la transición de las entalladuras en las superficies de mecanizado en la cantidad e_1 o e_2 .
Depende del tamaño de la demasía de mecanizado z y del ángulo de entrada y de salida en la entalladura.

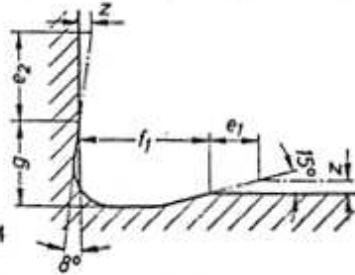


Figura 4

Tabla 3

z	e_1	e_2
0,1	0,37	0,71
0,15	0,56	1,07
0,2	0,75	1,42
0,25	0,93	1,78
0,3	1,12	2,14
0,4	1,49	2,85
0,5	1,87	3,56
0,6	2,24	4,27
0,7	2,61	4,98
0,8	2,99	5,69
0,9	3,36	6,40
1,0	3,73	7,12

Representación e indicaciones de las entalladuras en dibujos

En dibujos pueden representarse las entalladuras dibujadas y acotadas por completo o simplificadas con indicación de la designación.

Ejemplo: Entalladura forma F
de radio $r_1 = 1$ mm y
profundidad $t_1 = 0,2$ mm

Ejemplo: Entalladura forma E
de radio $r_1 = 1$ mm y
profundidad $t_1 = 0,2$ mm

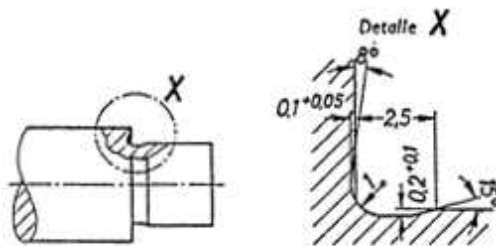


Figura 5

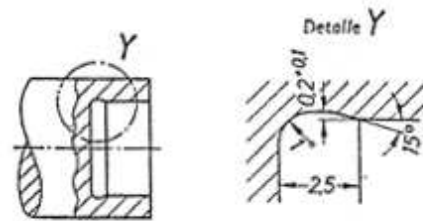


Figura 6

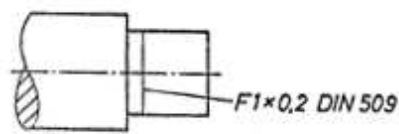


Figura 7

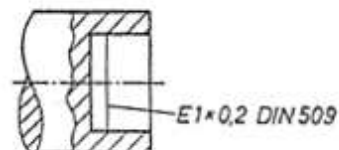
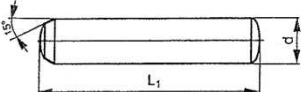
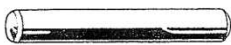


Figura 8

Pinos paralelos DIN 6325 da Fabory



PARALLEL PINS (DOWEL PINS) - HARDENED - STEEL																				
CILINDRISCHE PENNEN - GEHARD - STAAL																				
GOUPILLES CYLINDRIQUES - TREMPÉES - ACIER																				
PASADORES CILINDRICOS - TEMPLADO - ACERO																				
ZYLINDERSTIFTE - GEHÄRTET - STAHL																				
			ISO : 8734 A DIN : 6325 NEN : 2282 ANSI : - BS : - NF : -			CODE STEEL 39080		 Ordering example: 39080 1 x 4		St ^①										
d (m6)	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	➔											
Articlenumber																				
d x L1②			STEEL 39080 L11			✉	d x L1②			STEEL 39080 L11			✉	d x L1②			STEEL 39080 L11			✉
1 x 4MM			010.004			100	2,5 x 24MM			025.024			100	4 x 50MM			040.050			100
1 x 5MM			010.005			100	2,5 x 28MM			025.028			100	4 x 60MM			040.060			100
1 x 6MM			010.006			100	2,5 x 32MM			025.032			100							
1 x 8MM			010.008			100	2,5 x 36MM			025.036			100	5 x 8MM			050.008			100
1 x 10MM			010.010			100	2,5 x 40MM			025.040			100	5 x 10MM			050.010			100
1 x 12MM			010.012			100	2,5 x 45MM			025.045			100	5 x 12MM			050.012			100
							2,5 x 50MM			025.050			100	5 x 14MM			050.014			100
1,5 x 5MM			015.005			100								5 x 16MM			050.016			100
1,5 x 6MM			015.006			100	3 x 6MM			030.006			100	5 x 20MM			050.020			100
1,5 x 8MM			015.008			100	3 x 8MM			030.008			100	5 x 24MM			050.024			100
1,5 x 10MM			015.010			100	3 x 10MM			030.010			100	5 x 26MM			050.026			100
1,5 x 12MM			015.012			100	3 x 12MM			030.012			100	5 x 28MM			050.028			100
1,5 x 14MM			015.014			100	3 x 14MM			030.014			100	5 x 30MM			050.030			100
1,5 x 16MM			015.016			100	3 x 16MM			030.016			100	5 x 32MM			050.032			100
1,5 x 20MM			015.020			100	3 x 18MM			030.018			100	5 x 36MM			050.036			100
1,5 x 24MM			015.024			100	3 x 20MM			030.020			100	5 x 40MM			050.040			100
1,5 x 28MM			015.028			100	3 x 24MM			030.024			100	5 x 45MM			050.045			50
1,5 x 32MM			015.032			100	3 x 28MM			030.028			100	5 x 50MM			050.050			50
							3 x 30MM			030.030			100	5 x 55MM			050.055			50
							3 x 32MM			030.032			100	5 x 60MM			050.060			50
							3 x 36MM			030.036			100							
2 x 5MM			020.005			100	3 x 40MM			030.040			100	6 x 8MM			060.008			100
2 x 6MM			020.006			100	3 x 50MM			030.050			100	6 x 10MM			060.010			100
2 x 8MM			020.008			100	3 x 60MM			030.060			100	6 x 12MM			060.012			100
2 x 10MM			020.010			100								6 x 14MM			060.014			100
2 x 12MM			020.012			100	4 x 6MM			040.006			100	6 x 16MM			060.016			100
2 x 14MM			020.014			100	4 x 8MM			040.008			100	6 x 18MM			060.018			100
2 x 16MM			020.016			100	4 x 10MM			040.010			100	6 x 20MM			060.020			100
2 x 20MM			020.020			100	4 x 12MM			040.012			100	6 x 24MM			060.024			100
2 x 24MM			020.024			100	4 x 14MM			040.014			100	6 x 26MM			060.026			100
2 x 28MM			020.028			100	4 x 16MM			040.016			100	6 x 28MM			060.028			100
2 x 30MM			020.030			100	4 x 18MM			040.018			100	6 x 30MM			060.030			50
2 x 32MM			020.032			100	4 x 20MM			040.020			100	6 x 32MM			060.032			50
2 x 36MM			020.036			100	4 x 24MM			040.024			100	6 x 36MM			060.036			50
2 x 40MM			020.040			100	4 x 26MM			040.026			100	6 x 40MM			060.040			50
							4 x 28MM			040.028			100	6 x 45MM			060.045			50
2,5 x 6MM			025.006			100	4 x 30MM			040.030			100	6 x 50MM			060.050			50
2,5 x 8MM			025.008			100	4 x 32MM			040.032			100	6 x 55MM			060.055			50
2,5 x 10MM			025.010			100	4 x 36MM			040.036			100	6 x 60MM			060.060			50
2,5 x 12MM			025.012			100	4 x 40MM			040.040			100	6 x 70MM			060.070			25
2,5 x 14MM			025.014			100	4 x 45MM			040.045			100	6 x 80MM			060.080			25
2,5 x 16MM			025.016			100														
2,5 x 18MM			025.018			100														
2,5 x 20MM			025.020			100														
① Steel, hardness 60 ± 2 HRC.																				
② The nominal length L1 is inclusive the rounded ends with tolerance js14.																				
Parallel pins are mainly used as dowel pins in clamping-, measuring- and other tools.																				
For tolerance fields, see section 15.																				



PARALLEL PINS (DOWEL PINS) - HARDENED - STEEL

CILINDRISCHE PENNEN - GEHARD - STAAL
GOUPILLES CYLINDRIQUES - TREMPÉES - ACIER
PASADORES CILINDRICOS - TEMPLADO - ACERO
ZYLINDERSTIFTE - GEHÄRTET - STAHL

	ISO : 8734 A DIN : 6325 NEN : 2282 ANSI : - BS : - NF : -	CODE STEEL 39080	 <i>Ordering example:</i> 39080 1 x 4	St^①
--	--	--------------------------------	---	-----------------------

d (m6)	8	10	12	14	16	20
Articlenumber						

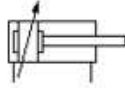
d x L1 ^②	STEEL 39080 L11	☒	d x L1 ^②	STEEL 39080 L11	☒	d x L1 ^②	STEEL 39080 L11	☒
8 x 10MM	080.010	100	10 x 32MM	100.032	50	12 x 100MM	120.100	10
8 x 12MM	080.012	100	10 x 36MM	100.036	25	12 x 120MM	120.120	10
8 x 14MM	080.014	100	10 x 40MM	100.040	25			
8 x 16MM	080.016	100	10 x 45MM	100.045	25	14 x 32MM	140.032	25
8 x 18MM	080.018	100	10 x 50MM	100.050	25	14 x 36MM	140.036	25
8 x 20MM	080.020	100	10 x 55MM	100.055	25	14 x 40MM	140.040	25
8 x 24MM	080.024	50	10 x 60MM	100.060	25	14 x 50MM	140.050	25
8 x 28MM	080.028	50	10 x 70MM	100.070	25	14 x 60MM	140.060	10
8 x 30MM	080.030	50	10 x 80MM	100.080	25	14 x 80MM	140.080	10
8 x 32MM	080.032	50	10 x 90MM	100.090	25	14 x 100MM	140.100	10
8 x 36MM	080.036	50	10 x 100MM	100.100	25	14 x 120MM	140.120	10
8 x 40MM	080.040	50						
8 x 45MM	080.045	50	12 x 16MM	120.016	25	16 x 40MM	160.040	10
8 x 50MM	080.050	25	12 x 20MM	120.020	25	16 x 50MM	160.050	10
8 x 55MM	080.055	25	12 x 24MM	120.024	25	16 x 60MM	160.060	10
8 x 60MM	080.060	25	12 x 26MM	120.026	25	16 x 80MM	160.080	10
8 x 70MM	080.070	25	12 x 28MM	120.028	25	16 x 100MM	160.100	10
8 x 80MM	080.080	25	12 x 32MM	120.032	25	16 x 120MM	160.120	10
8 x 90MM	080.090	25	12 x 36MM	120.036	25			
8 x 100MM	080.100	25	12 x 40MM	120.040	25	20 x 32MM	200.032	10
			12 x 45MM	120.045	25	20 x 36MM	200.036	10
10 x 12MM	100.012	50	12 x 50MM	120.050	25	20 x 40MM	200.040	10
10 x 14MM	100.014	50	12 x 55MM	120.055	25	20 x 50MM	200.050	10
10 x 16MM	100.016	50	12 x 60MM	120.060	25	20 x 60MM	200.060	10
10 x 20MM	100.020	50	12 x 70MM	120.070	25	20 x 80MM	200.080	10
10 x 24MM	100.024	50	12 x 80MM	120.080	10	20 x 100MM	200.100	10
10 x 28MM	100.028	50	12 x 90MM	120.090	10	20 x 120MM	200.120	10
10 x 30MM	100.030	50						

① Steel, hardness 60 ± 2 HRC.

② The nominal length L1 is **inclusive** the rounded ends with tolerance js14.
Parallel pins are mainly used as dowel pins in clamping-, measuring- and other tools.
For tolerance fields, see section 15.

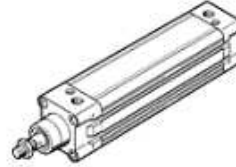
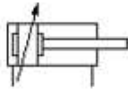
Especificações técnicas: cilindros pneumáticos da FESTO

Standard cylinder DNC-50-160-PPV - 163389



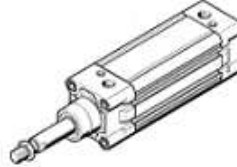
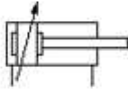
Feature	values
Stroke	160 mm
Piston diameter	50 mm
Piston rod thread	M16x1,5
Cushioning	PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends
Assembly position	Any
Conforms to standard	ISO 15552 (previously also VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Piston-rod end	Male thread
Design structure	Piston Piston rod Profile barrel
Position detection	No
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	0.6 - 12 bar
Mode of operation	double-acting
Operating medium	Dried compressed air, lubricated or unlubricated
Corrosion resistance classification CRC	2
Ambient temperature	-20 - 80 °C
Authorisation	Germanischer Lloyd
Impact energy in end positions	0.2 J
Cushioning length	22 mm
Theoretical force at 6 bar, return stroke	990 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	1,178 N
Moving mass with 0 mm stroke	538 g
Additional weight per 10 mm stroke	64 g
Basic weight for 0 mm stroke	1,260 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	25 g
Mounting type	with accessories with internal (female) thread
Pneumatic connection	G1/4
Materials information for cover	Aluminium die cast coated
Materials information for seals	TPE-U(PU)
Materials information for piston rod	High alloy steel
Materials information for cylinder barrel	Wrought Aluminium alloy Smooth anodised

Standard cylinder DNC-50-200-PPV - 163390



Feature	values
Stroke	200 mm
Piston diameter	50 mm
Piston rod thread	M16x1,5
Cushioning	PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends
Assembly position	Any
Conforms to standard	ISO 15552 (previously also VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Piston-rod end	Male thread
Design structure	Piston Piston rod Profile barrel
Position detection	No
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	0.6 - 12 bar
Mode of operation	double-acting
Operating medium	Dried compressed air, lubricated or unlubricated
Corrosion resistance classification CRC	2
Ambient temperature	-20 - 80 °C
Authorisation	Germanischer Lloyd
Impact energy in end positions	0.2 J
Cushioning length	22 mm
Theoretical force at 6 bar, return stroke	990 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	1,178 N
Moving mass with 0 mm stroke	538 g
Additional weight per 10 mm stroke	64 g
Basic weight for 0 mm stroke	1,260 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	25 g
Mounting type	with accessories with internal (female) thread
Pneumatic connection	G1/4
Materials information for cover	Aluminium die cast coated
Materials information for seals	TPE-U(PU)
Materials information for piston rod	High alloy steel
Materials information for cylinder barrel	Wrought Aluminium alloy Smooth anodised

Standard cylinder DNC-100-160-PPV - 163485



Feature	values
Stroke	160 mm
Piston diameter	100 mm
Piston rod thread	M20x1,5
Cushioning	PPV: Pneumatic cushioning adjustable at both ends
Assembly position	Any
Conforms to standard	ISO 15552 (previously also VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
Piston-rod end	Male thread
Design structure	Piston Piston rod Profile barrel
Position detection	No
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	0.6 - 12 bar
Mode of operation	double-acting
Operating medium	Dried compressed air, lubricated or unlubricated
Corrosion resistance classification CRC	2
Ambient temperature	-20 - 80 °C
Authorisation	Germanischer Lloyd
Impact energy in end positions	1.2 J
Cushioning length	32 mm
Theoretical force at 6 bar, return stroke	4,418 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	4,712 N
Moving mass with 0 mm stroke	1,544 g
Additional weight per 10 mm stroke	115 g
Basic weight for 0 mm stroke	4,653 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	38 g
Mounting type	with accessories with internal (female) thread
Pneumatic connection	G1/2
Materials information for cover	Aluminium die cast coated
Materials information for seals	TPE-U(PU)
Materials information for piston rod	High alloy steel
Materials information for cylinder barrel	Wrought Aluminium alloy Smooth anodised

Especificações técnicas do marcador de letra da Borries



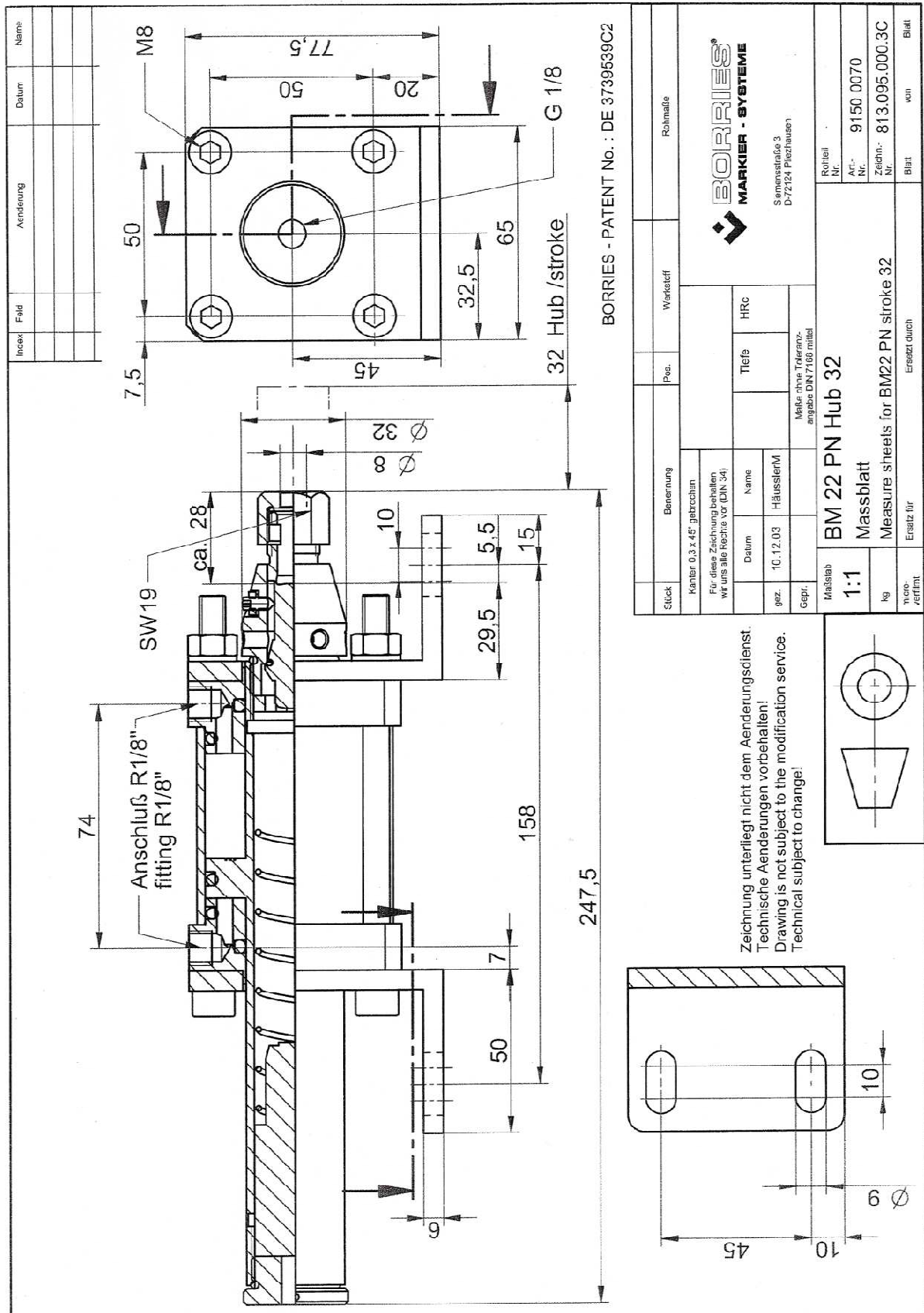
BM 22 PN

Schlanke, leistungsstarke, rein pneumatisch arbeitende Einheit mit einer Schlagleistung bis 18 kN



Technische Daten

	BM 12 PN	BM 22 PN	BM 21 PN	BM 21 HY	BM 35 PN	BM 35 HY
• Abmessungen			siehe Zeichnung			
• Werkzeugaufnahme	ø 8 mm	ø 8/10 mm	ø 10 mm	ø 10 mm	ø 16 mm	ø 16 mm
• Nutzbarer Hub	21 mm	22 mm	50 mm	50 mm	90 mm	75 mm
• Druckbedarf	5 bar	5 bar	5 bar	20 bar	5 bar	25 bar
• Verbrauch L/Stempelung	0,4	0,4	0,7	0,25	2,7	0,5
• Kolbenfläche cm ²	18 cm ²	18 cm ²	50 cm ²	18 cm ²	109 cm ²	25 cm ²



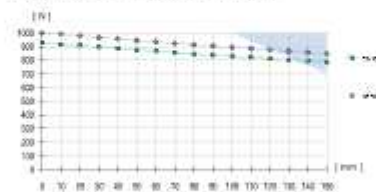
Especificações técnicas das pinças paralelas seleccionadas: a primeira para o estudo 1 e a segunda para o estudo 2 e 3.

Parallel Gripper SOMMER automatic



Gripping force diagram

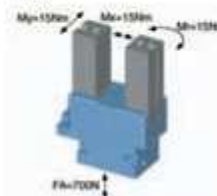
Gripping force as a function of jaw length



Colored area: increased wear and tear to be expected

Forces and Moments

Max. allowable forces and moments on jaws.



GP115

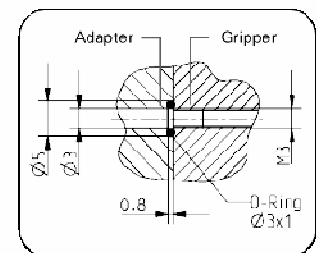
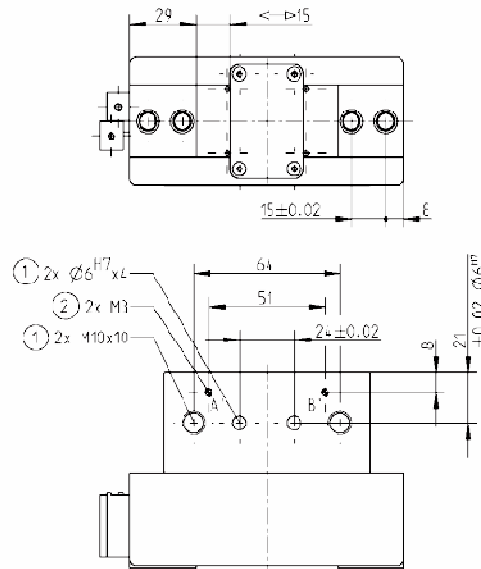
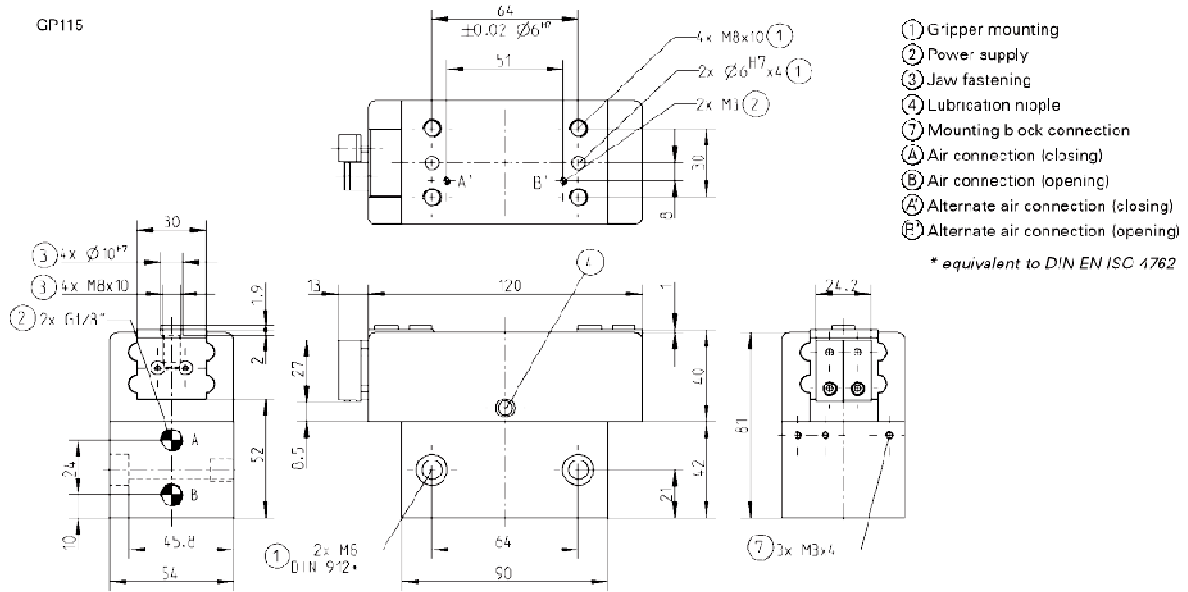
Order no.:	GP115
Stroke per jaw [mm]:	15
Gripping force in closing [N]:	930
Gripping force in opening [N]:	1000
Recommended workpiece weight [kg]*:	4,7
Closing time/opening time [s]:	0,08
Repeatability +/- [mm]:	0,05
Min./max. operating pressure [bar]:	3/8
Min./max. operating temperature [°C]**:	5/80
Air volume per cycle [cm ³]:	57
Weight [kg]:	2,3

All data measured at 6 bar

* Value determined with friction coefficient $\mu = 0.1$ and safety factor $\nu = 2$

** High-temperature-resistant model (up to 150°C) add T to part number

GP115



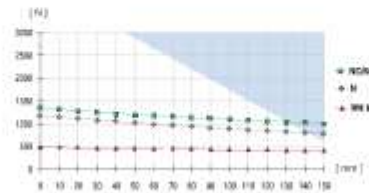
Parallel Gripper

SOMMER
automatic



Gripping force diagram

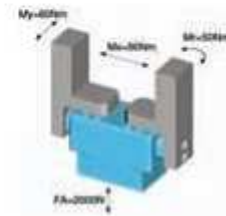
Gripping force as a function of jaw length



Colored area: increased wear and tear to be expected

Forces and Moments

Max allowable forces and moments on jaws.



GP1812-B

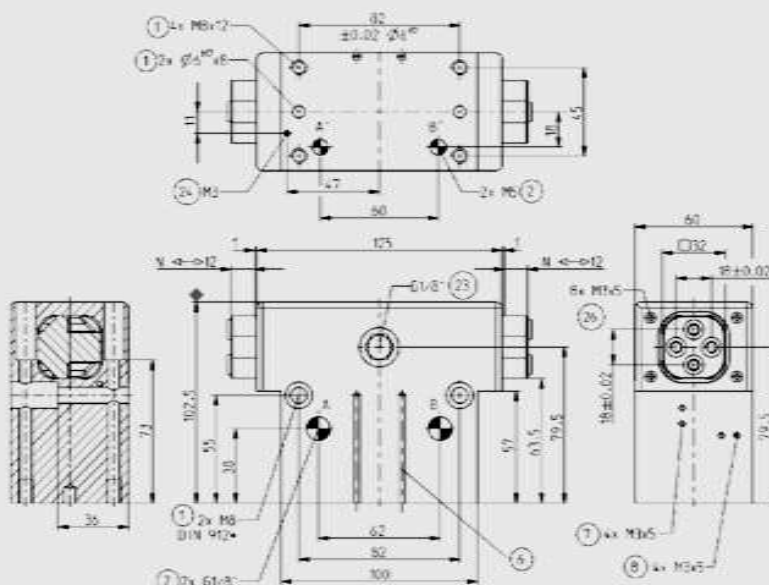
Order no:	GP1812N-B	GP1812NC-B	GP1812NO-B
Stroke per jaw [mm]:	12	12	12
Gripping force in closing and opening [N]:	1165	-	-
Gripping force in closing [N]:	-	1400	-
Gripping force in opening [N]:	-	-	1400
Recommended workpiece weight [kg]*:	5,9	7,1	7,1
Gripping force secured by spring min./max. [N]:	-	500	500
Closing time/opening time [s]:	0,15	0,2	0,2
Repeatability +/- [mm]:	0,05	0,05	0,05
Min./max. operating pressure [bar]:	3/8	5/8	5/8
Min./max. operating temperature [°C]**:	5/80	5/80	5/80
Air volume per cycle [cm³]:	72	100	100
Weight [kg]:	1,6	2,2	2,2

All data measured at 6 bar

* Value determined with friction coefficient $\mu = 0.1$ and safety factor $v = 2$

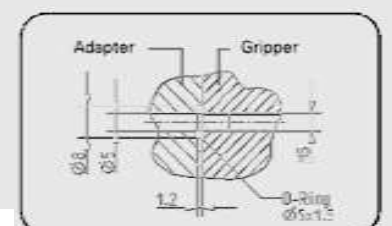
** High-temperature-resistant model (up to 150°) add T to part number

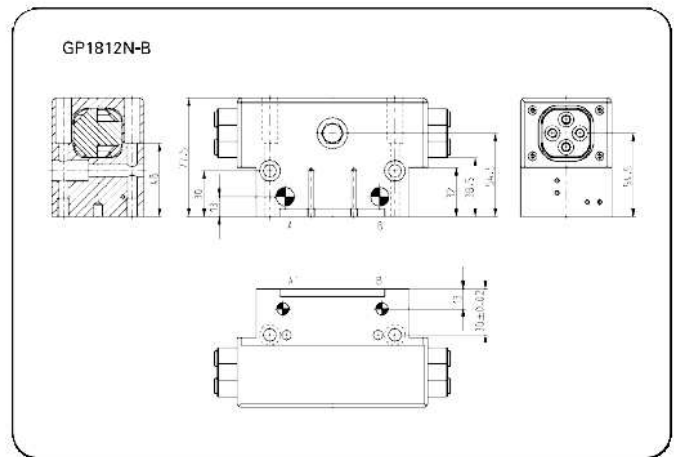
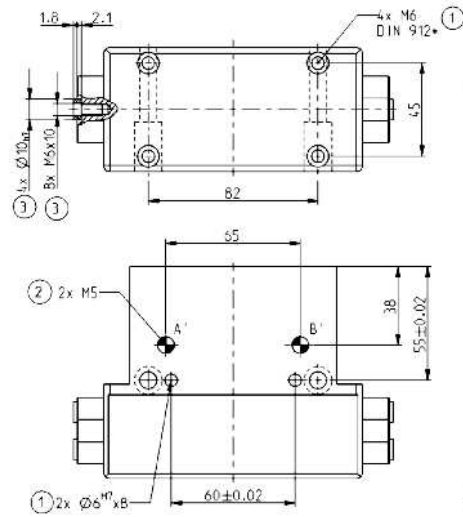
GP1812NC/NO-B



- ① Gripper mounting
- ② Power supply
- ③ Jaw fastening
- ④ Slot for magnetic field sensor
- ⑤ Mounting block connection
- ⑥ Ventilation or air purge connection
- ⑦ Ventilation or alternate air purge connection
- ⑧ Fixing cover plate
- ⑨ Air connection (closing)
- ⑩ Air connection (opening)
- ⑪ Alternate air connection (closing)
- ⑫ Alternate air connection (opening)

* equivalent to DIN EN ISO 4762





Especificações técnicas do sensor seleccionado para os estudos da garra

OSICONCEPT™ Photoelectric Sensors 18 mm Metal Tubular Multi-Mode Front Sensing, DC



XUB0...ML2



XUB0...NM12

thread
M18x1

Features:

- Ability to select sensing mode (Diffuse, Diffuse with Background Suppression, Polarized Retroreflective ■, or Thru-Beam ★)
- Simple push-button teach for sensor to learn application
- Ability to reduce stock with one multi-mode sensor
- Housing: Metal
- N.C. / N.O. selectable

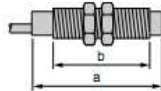
Output Mode	Circuit Type	Voltage Range	Connection Type □	Load Current Maximum	Operating Frequency Maximum	Catalog Number
N.C. / N.O.	PNP	12-24 Vdc	2 m (6.6') cable	100 mA	250 Hz	XUB0BPSNL2
N.C. / N.O.	PNP	12-24 Vdc	4 pin micro conn	100 mA	250 Hz	XUB0BPSNM12
N.C. / N.O.	NPN	12-24 Vdc	2 m (6.6') cable	100 mA	250 Hz	XUB0BNSNL2
N.C. / N.O.	NPN	12-24 Vdc	4 pin micro conn	100 mA	250 Hz	XUB0BNSNM12

Accessories

Description	Connection Type	Catalog Number
Reflector	—	XUZC50
Transmitter	2 m (6.6') cable	XUB0BKSNL2T
	4 pin micro connector	XUB0BKSNM12

- ★ Transmitter required for multi-mode receiver to operate in Thru-beam mode
- Reflector required for multi-mode receiver to operate in Polarized Retroreflective mode
- 5 m cable length available with L5 suffix.

Dimensions



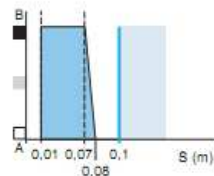
	Cable		Connector	
	a	b	a	b
Ø 18 Front Sensing	2.5 (64)	1.7 (44)	3.1 (78)	1.7 (44)

Dimension "a" for XUB0...T is 2.4 (62) / 3.0 (76).

inches (mm)

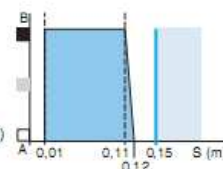
Variation of Usable Sensing Distance

Diffuse System with Adjustable Background Suppression
Learning at Minimum



A-B: Object Reflection Coefficient
 ■ Black 6%
 ■ Gray 18%
 ■ White 90%
 ■ Sensing Range
 ■ Non-sensing Zone (matt surfaces)

Learning at Maximum



Excess Gain

An excess gain of 2 has been achieved at the nominal sensing distance (S_n) of all sensing modes.

Perfis em alumínio da BOSCH 90x90L



Perfis de escora com ranhura de 10 mm

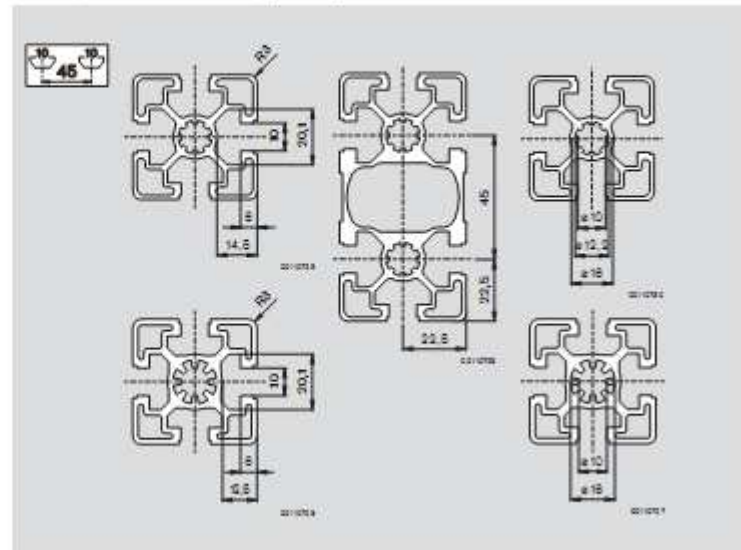


O módulo de construção de perfis ampliado da Bosch Rexroth inclui todos os retículos normalmente utilizados no mercado internacional.

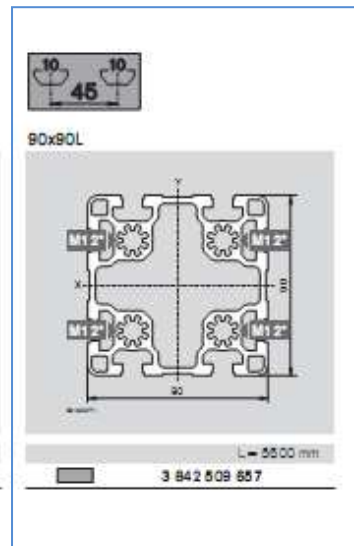
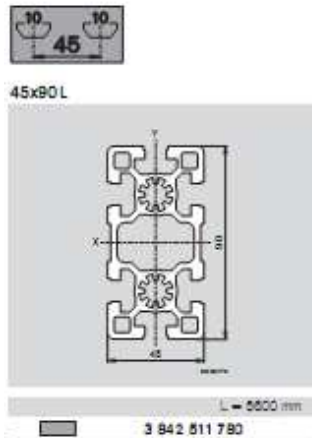
Os perfis de escora leves com ranhura de 10 mm oferecem, graças à construção otimizada por computadores, elevados valores de resistência, embora com menos emprego de material. Assim, você dispõe de uma alternativa econômica e estável para a construção por exemplo de mesas, instalações protetoras ou armações.

Para aplicações com cargas elevadas recomendamos perfis com ranhura 10 mm, que é especialmente estável, por exemplo para mesas de trabalho pesadas, equipamentos, armações de máquinas, carros de transporte, cabines protetoras e sistemas de manuseio. Devido à sua execução altamente robusta, esta ranhura permite uniões de alta resistência.

Ranhura, medida do retículo, perfuração central



Perfis de alumínio



Especificações técnicas do robô seleccionado para a célula modular, e respectiva flange ISO

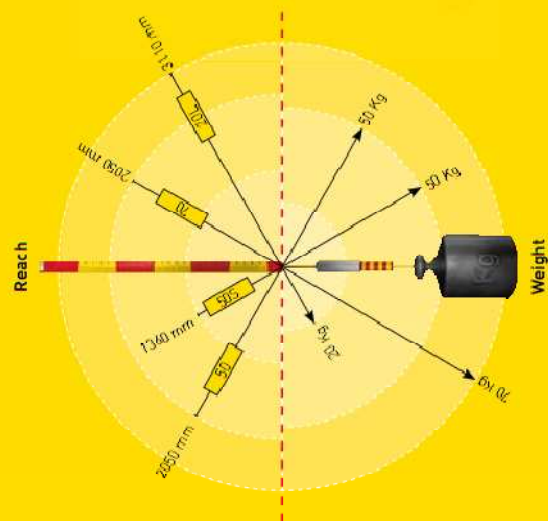
M-710iC SERIES

	Robot model	Controller	Controlled axes	Max. load capacity at wrist [kg]	Repeatability [mm]	Mechanical weight [kg]	Reach [mm]	Motion range [°]						Maximum speed [°/s]					
								J1	J2	J3	J4	J5	J6	J1	J2	J3	J4	J5	J6
M-710C	S0		6	50	± 0.07	560	2050	360	225	440	720	250	720	175	175	175	250	250	355
	S0S			50	± 0.07	545	1360	360	376	720	250	720	720	175	175	250	250	385	
	T0		6	70	± 0.07	560	2050	360	225	440	720	250	720	160	100	100	225	225	
	T0L		6	20	± 0.15	540	3110	360	225	432	400	260	900	175	175	180	350	360	600

	J4 Moment [Nm] Inertia [kgm ²]	J5 Moment [Nm] Inertia [kgm ²]	J6 Moment [Nm] Inertia [kgm ²]	IP Rating
M-710iC	250/26	250/26	127/11	Body IP54 std [Protection] vent & JS am IP57
	250/26	250/26	127/11	
	250/26	250/26	127/11	
	3.9 210/88	3.9 210/88	3.9 210/25	

The M-710iC is available in 4 different models:

- M-710rC/50: 50kg payload, Standard model
- M-710rC/50S: 50kg payload, Short arm
- M-710rC/20L: 20kg, Long arm (3110mm)
- M-710rC/70: 70kg payload Standard model



Flange ISO M-710iC

