Designação da UFCD: Desenho técnico - leitura e interpretação

Código: 6596

Carga Horária: 50 horas, (27,75 h para 1º ano do curso em 2020/2021)

Objetivos: Ler e interpretar dados técnicos e informação contidos em desenhos de conjunto de construções mecânicas

Conteúdos:

Convenções de utilização geral no desenho técnico;

Simbologia. Vistas auxiliares e vistas locais. Peças adjacentes, linhas de interseção e fictícias.

Vistas interrompidas, convencionais e verdadeira grandeza. Elementos repetidos e ampliados.

Contornos iniciais e linhas de dobra. Peças móveis, peças acabadas e em bruto.

Textura da superfície e direção das fibras. Peças com uma ou mais vistas idênticas. Peças imagem – refletida. Prática de leitura e representação. Normas de referência.

Representação de roscas. Elementos roscados;

Generalidades. Definições e tipo de roscas. Representação simplificada.

Designação das roscas e cotagem. Elementos de peças roscadas.

Prática de leitura e representação. Normas de referência.

Tolerâncias e ajustamentos;

Noção de tolerância e definições. Representação gráfica de furos e de veios.

Ajustamentos. Noções. Ajustamentos com folga, com aperto e incertos.

Representação gráfica de ajustamentos. Noções da qualidade das tolerâncias. Tolerâncias fundamentais. Desvios. Inscrição e regras de prescrição das tolerâncias nos desenhos.

Representação simplificada de ajustamentos. Ajustamentos recomendados.

Sistema do furo normal e sistema do veio normal

Tolerância de ajustamento. Tabelas de ajustamentos ISO recomendados. Consultas e aplicações.

Normas de referência

Acabamento superficial. Rugosidade;

Introdução e definições. Símbolos e valores da rugosidade. Inscrição nos desenhos.

Tipos de controlo do estado das superfícies. Seleção do acabamento de superfícies. Aplicações. Normas de referência.

Tolerâncias de forma e de posição;

Generalidades. Aplicação. Simbologia. Definições dos diversos tipos de toleranciamento geométrico. Aplicação e exemplos. Normas de referência.

A normalização no desenho técnico;

Introdução à normalização. Organizações e tipo de normas.

Normas portuguesas NP, NP EN, NP EN ISO. Normas europeias EN e internacionais ISO. Principais normas aplicadas ao desenho técnico

Desenhos de conjunto;

Introdução. Tipos de desenho técnico. Desenhos de conjunto ou de montagem.

Legenda do desenho e lista de peças. As folhas de desenho e notas gerais.

Prática de leitura e interpretação de desenhos de conjunto da área das construções mecânicas. Aplicações e exercícios práticos. Normas de referência.

i- Leitura e interpretação de desenhos

Definição e Pré-Requisitos

Ler um desenho significa entender a forma espacial do objeto representado no desenho bidimensional resultante das projeções ortogonais. Enquanto o leitor não conseguir associar, automaticamente, as projeções resultantes com os rebatimentos dados na peça, haverá dificuldade para visualização mental da forma espacial representada.

A resolução sistematizada de exercícios irá desenvolver o raciocínio espacial, também chamado de visão espacial, e naturalmente desenvolver a habilidade na leitura e interpretação de desenhos técnicos.

O principal pré-requisito para fazer a leitura de desenhos técnicos é estar familiarizado com a disposição das vistas resultantes das projeções ortogonais associadas aos rebatimentos dados na peça desenhada.

Princípios Básicos para Leitura de Desenhos

A visualização da forma espacial de um objeto só será possível a partir da associação das diversas vistas utilizadas na sua representação, e a associação das projeções ortogonais com os diferentes sentidos de observação da peça permitirá o entendimento da imagem espacial representada.

É muito importante que, ao olhar para qualquer vista, se tenha em mente que estamos vendo a representação de um sólido, visto ortogonalmente de uma determinada posição, onde cada linha representa uma intersecção de superfícies, cada linha representa um canto da peça (aresta), e que existe uma terceira dimensão escondida pela projeção ortogonal (ou seja por debaixo dela).

1 - Convenções de utilização geral no desenho técnico

1.1 - Simbologia usada em desenho técnico

Quando, na vista cotada, for evidente que se trata de diâmetro, raio ou quadrado, os respetivos símbolos podem ser dispensados.

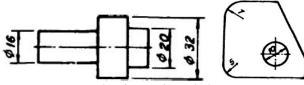


Imagem 1 - Exemplos do uso de símbolos. Fonte - SENAI

Na europa os desenhos devem ser feitos no 1º diedro, e opor na legenda o seu símbolo.



Imagem 2 – Símbolo para 1º diedro. Fonte - Márcio Catapan,

1.2 - Vistas e Representação

1.2.1 - Vista local

Vista local é uma vista limitada às zonas da peça que se pretende mostrar com clareza. É desenhada a traço grosso e disposta segundo o método do 3º diedro, ver exemplo na imagem seguinte.



Imagem 3 – Exemplo de vistas locais. Desenho de Mário Loureiro

1.3 - Vista auxiliar

Quando as faces não apresentam a verdadeira grandeza da peça temos de usar uma vista auxiliar, ou seja um plano de projeção auxiliar paralelo á face inclinada.

A projeção resultante no plano que é perpendicular à superfície inclinada será um segmento de reta que corresponde à verdadeira grandeza da dimensão representada. Nos outros dois planos a superfície inclinada mantém a sua forma, mas sofre alteração da verdadeira grandeza em uma das direções da projeção resultante. A representação mantendo a forma e a verdadeira grandeza de qualquer superfície inclinada só será possível se o plano de projeção for paralelo à superfície.

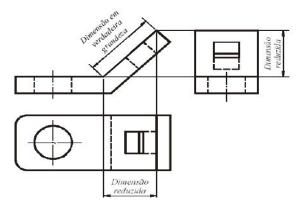


Imagem 4 - Verdadeira grandeza, que aqui coincide com a vista frontal. Fonte - Márcio Captan

1.4 - Vistas parciais

Vistas parciais são vistas incompletas que se limitam a dar as informações necessárias à completa compreensão do desenho.

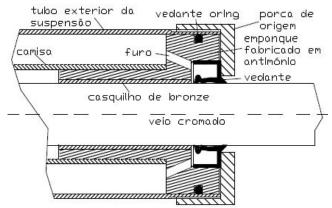


Imagem 5 – Vista parcial de suspensão de veículo *Ford* dos anos 1970. Fonte – Mário Loureiro, 2013 Mário Loureiro, Escola Secundária da Anadia, 2020/2021

1.4.1 - Vista parcial de peças simétricas

A vista de uma peça simétrica pode ser representada em parte, desde que esta contenha todos os detalhes que possibilitam a perfeita interpretação da peça. Podem ser representados pela metade ou ¼ parte se as linhas de simetria dividirem em 4 partes iguais.

A representação da simetria pode ser feita de duas formas:

- a) As linhas de simetria da vista passam a receber dois traços curtos nas suas extremidades, perpendiculares a elas.
- b) As linhas da peça (arestas) são traçadas um pouco além das linhas de simetria, indicando que continuam naquela direção.

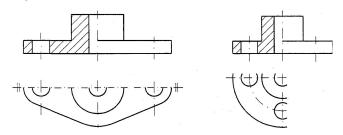


Imagem 6 - Vistas parciais de peças simétricas. Fonte - Maria T. Miceli

1.5 - Vistas interrompidas

As peças longas e uniformes, podem ter uma representação ortográfica com vistas interrompidas que nada informam de útil para o desenho, ver imagem seguinte.



Imagem 7 – Exemplo de vista interrompida. Desenho de Mário Loureiro

1.6 - Vistas de ampliação de elementos

Quando na representação ortográfica de uma(s) peça(s) há zonas com pouca clareza devido a dimensões reduzidas faz-se uma ampliação dessa zona, ver imagem seguinte de tenda de circo.

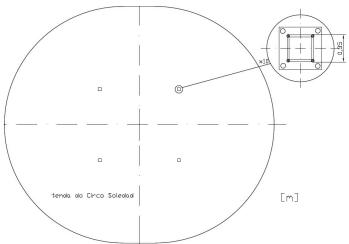


Imagem 8 – Exemplo de ampliação. Desenho de Mário Loureiro

1.7 - Representação de intersecções

As intersecções de superfícies em peças curvilíneas são linhas com traçado complexo, difíceis de fazer pelo que se simplifica a sua representação, ver imagem seguinte.

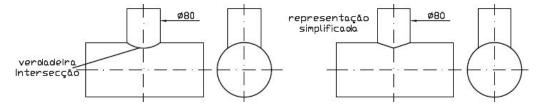


Imagem 9 – Exemplo de simplificação. Desenho de Mário Loureiro

1.7.1 - Representação de intersecções fictícias

As intersecções de superfícies em peças curvilíneas, atrás referida, eram consideradas arestas vivas, mas geralmente estas arestas são arredondadas, pelo que não são arestas vivas, não sendo assim linhas bem definidas. Estas linhas são intersecções fictícias ou imaginárias, e são representadas a traço fino e não tocam nos contornos das vistas, ver imagem seguinte.

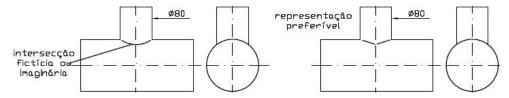


Imagem 10 – Exemplo de intersecção fictícia. Desenho de Mário Loureiro

1.8 - Representação de arredondados

Se uma superfície cónica é intersectada por um plano horizontal, como na 1ª da imagem seguinte, tem as arestas arredondadas, pelo que são representadas as arestas fictícias com traços finos. O mesmo acontece com as peças 2ª e 3ª da imagem seguinte.

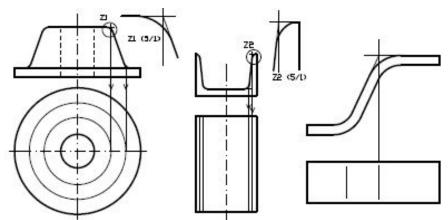


Imagem 11 - Superfície cónica, planos inclinados de perfil U e linhas de dobras. Desenho de Mário Loureiro

1.9 - Representação de vistas idênticas

Para representar duas ou mais vistas idênticas pode ser usada uma vista devidamente assinalada por setas com letras maiúsculas e números, ver imagem seguinte.

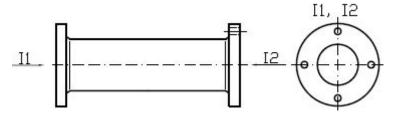


Imagem 12 – Vistas idênticas. Desenho de Mário Loureiro

1.10 - Representação simplificada de curvas em cortes

Em alguns cortes simplifica-se a representação, ver imagem seguinte com o corte real e a representação simplificada que se deve fazer em desenho.

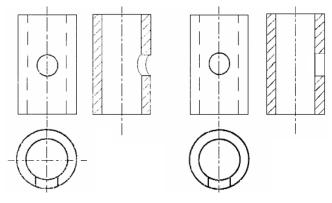


Imagem 13 - Representação simplificada em corte. Fonte - Juliano Fiorelli

1.11 - Elementos repetidos

Os detalhes ou elementos que aparecem repetidamente nos objetos podem ser representados de forma simplificada, conforme mostra a imagem seguinte. A quantidade e a especificação dos detalhes ou elementos repetidos são feitas na cotagem ou por anotações específicas.

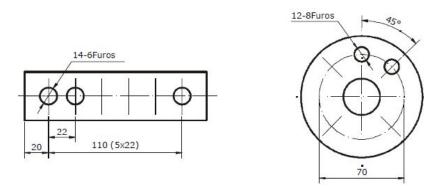


Imagem 14 - Detalhes repetidos. Fonte - António Ribeiro

1.12 - Projeção com rotação

A rotação de partes oblíquas possibilita evitar a distorção e o encurtamento que resultariam de uma projeção ortográfica normal. Nem todas as peças que têm partes oblíquas podem ser representadas em projeção com rotação. Apenas as peças com partes oblíquas associadas a um eixo de rotação, podem ser representadas com rotação de parte da peça.

A rotação é imaginada de modo que a parte oblíqua fique sobre o eixo principal da peça e paralela ao plano de projeção, que neste exemplo é o horizontal.

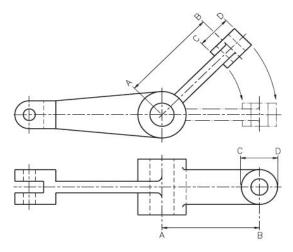


Imagem 15 - Projeção com rotação. Fonte - Joel Ferreira

Certos elementos de peças, tais como nervuras, orelhas, braços e dentes de engrenagens devem ser representados sem tracejado, quando esses elementos são atingidos por cortes longitudinais. Quando esses elementos aparecem numa peça em quantidade ímpar, ou em disposição assimétrica, convencionou-se representá-los com rotação.

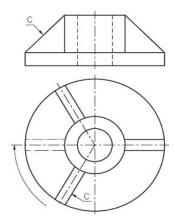
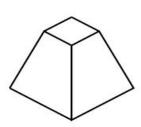


Imagem 16 - Rotação de elemento oblíquo. Fonte - Joel Ferreira

1.13 - Simbologia indicativa de superfície plana

As duas linhas diagonais estreitas cruzadas, são indicativas de que a superfície representada é plana. Este prisma é representado com uma única vista porque as suas superfícies são planas.



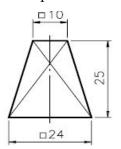


Imagem 17 - Superfície plana. Fonte - Joel Ferreira

1.14 - Posições extremas de peças móveis

A representação de parte (peça) móvel é feita desenhando essa peça posicionada no centro ou num dos extremos, a representação da trajetória e do seu eixo é feita com linha fina do tipo traço longo ponto fino, e o da peça na(s) extremidade(s) é feita com linha fina do tipo traço longo-dois pontos finos, ver imagem seguinte.

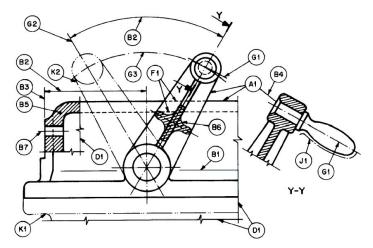


Imagem 18 - Representação de peça móvel. Fonte - Márcio Catapan

1.15 - Normas de referência

ISO 128-20 - Tipos de linha e espessura

ISO 128-30 - Convenções de base para as vistas

ISO 128-34 - Vistas em desenho mecânico

ISO 5426-2 - Representações ortográficas

2 - Representação de roscas. Elementos roscados.

Rosca é um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica. As roscas podem ser internas ou externas. As roscas internas encontram-se no interior das porcas. As roscas externas se localizam no corpo dos parafusos.

As ligações desmontáveis de duas ou mais peças, são geralmente realizadas utilizando peças roscadas para assegurarem a fixação e possibilitando a montagem e desmontagem fácil. Há situações em que são usadas para fazer afinações de posição, ajuste, etc,...

Entre os elementos roscados temos peças com furos roscados, temos pernos (ou hastes que são veios roscados), parafusos e porcas de muitos tipos. Há fusos e varões roscados que são compridos.

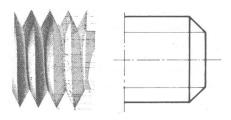


Imagem 19 - Representação da rosca triangular há 100 anos e a atual. Fonte - Importância do desenho

2.1 - Parafusos e porcas - Parafusos são elementos de fixação, empregados na união não permanente de peças, isto é, as peças podem ser montadas e desmontadas facilmente, bastando apertar e desapertar os parafusos que as mantêm unidas. Há uma grande variedade de tipos de parafusos.



Imagem 20 - Parafusos, varão e porcas. Fonte - www.PECOL.eu

2.2 - Tipos de roscas - Há vários tipos de rosca, triangular, trapezoidal, redonda, quadrada, dente de serra, mas a mais usada em parafusos é a triangular. As roscas podem ser direitas ou esquerdas para peças rotativas não se desapertarem. O passo métrico é grosso ou fino, em polegadas é em fios.

Tipos de roscas (perfis) Perfil de filete	APLICAÇÃO
triangular	Parafusos e porcas de fixação na união de peças. Ex.: Fixação da roda do carro.
trapezoidal	Parafusos que transmitem movimento suave e uniforme. Ex.: Fusos de máquinas.
redondo	Parafusos de grandes diâmetros sujeitos a grandes esforços. Ex.: Equipamentos ferroviários.
quadrado	Parafusos que sofrem grandes esforços e choques. Ex.: Prensas e morsas.
rosca dente-de-serra	Parafusos que exercem grande esforço num só sentido Ex.: Macacos de catraca

Imagem 21 – tipos de rosca e utilizações. Fonte – USP

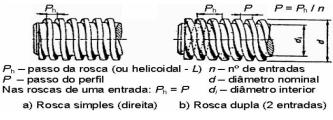


Imagem 22 - Rosca simples e dupla. Fonte - João tavares, 2007

2.3 - Número de filetes e passos - A rosca mais comum é a rosca simples ou de uma entrada (filete), sendo utilizada, por exemplo, em elementos de fixação. A rosca múltipla ou de várias entradas (filetes) - dupla, tripla, etc. - é utilizada, por exemplo, para a transmissão de movimento. O passo mais usado é o grosso, mas há passo fino e extrafino.

O passo é a distância entre dois filetes consecutivos. No caso de roscas em polegadas, *Whitworth*, antigo sistema inglês ou imperial, usa-se ainda nos tubos de gás, hidráulicos e água, o passo é dado pelo número de fios, quantidade que há numa polegada, nestas o filete tem 55°.

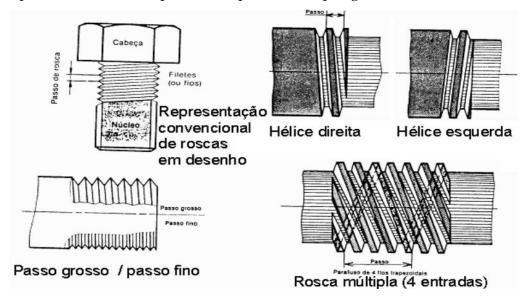


Imagem 23 - Passo fino/groso e rosca esquerda/direita ou rosca múltipla. Fonte - João tavares, 2012

2.4 - Dimensões de roscas ISO

O perfil do filete da rosca métrica ISO é um triângulo equilátero com um ângulo do filete, α = 60°.

Em desenho, o diâmetro interior pode ser considerado como: di = d - P ou $di \approx 0.8 d$.

A execução do furo liso prévio no qual se vai abrir uma rosca deve ser feita com uma broca de diâmetro $di = d - 1,0825 P_r$, mas temos de arredondar pois não há brocas com todas as medidas.

Ao furar temos de usar a broca com o diâmetro mais próximo.

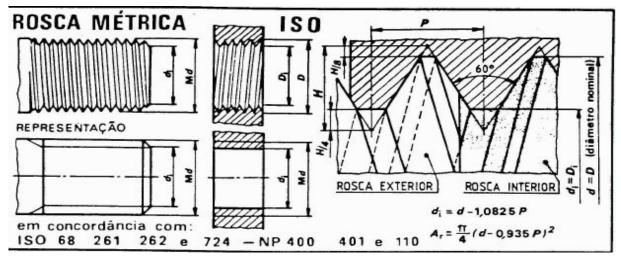


Imagem 24 - Rosca métrica. Fonte - João tavares, 2007

ROSCA DE PORCA **ROSCA DE PARAFUSO** / Nut Thread / Screw Thread d2 Diâm. dos flancos max. d2 Diâm. dos flancos max. d2 Diâm. dos flancos mín. dos flancos mín d1 Diâm. do núcleo mín. d1 Diâm. do núcleo max. d3 Diâm. do núcleo mín. d3 Diâm. do núcleo max. Diâm. exterior d max. Diâm. exterior d mín. D Diâm. exterior mín. D medida nominal D medida nomina d2 Diâm.

Imagem 25 - Medidas da rosca métrica. Fonte - www.PECOL.eu

Roscas métricas ISO (M) para utilização geral (ISO 261)

Dimensões em milímetros

Diâmet	ros nomir	nais (d)	(a)				Pas	sos (P)				
1º	2°	3°	Grosso Fino										
Escolha	Escolha	Escolha		3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
1		73	0,25										0,2
	1,1		0,25										0,2
1,2			0,25										0,2
	1,4		0,3										0,2 0,2
1,6	3. 32.	77	0,35		1								0,2
1000000000	1,8		0,35										0,2
2			0,4									0,25	
	2,2	33	0,45		44			8				0,25	1
2,5 3	000		D,45								0,35		
3		rt 20	0,5								0,35		
	3,5		0,6								0,35		
4			0.7							0,5			
	4,5		0,75							0,5			
5	-	7	0,8							D,5			
		5,5								0,5			
6		₩	1				,		0,75	i - 6			
C-200		7	1						0,75				
8		0.00	1,25					1	0,75				
	8	9	1,25					1	0,75				
10			1,5				1,25	1	0,75				
		11	1,5					1	0,75				
12			1,75			1,5	1,25	1					

Tabela 1 - Roscas métricas, diâmetros e passos. Fonte - João tavares, 2007

2.5 - Representação de roscas e peças roscadas

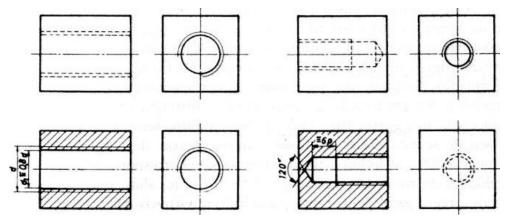


Imagem 26 - Representação de roscas interiores. Fonte - Juliano Fiorelli

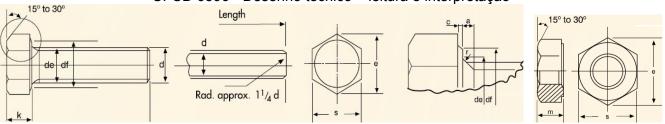


Imagem 27 - Representação de parafuso e porca. Fonte - www.PECOL.eu

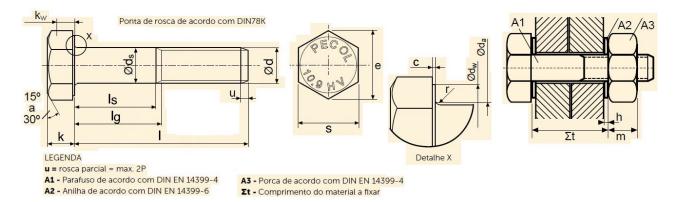


Imagem 28 - Representação de parafuso e conjunto. Fonte - www.PECOL.eu

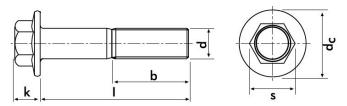


Imagem 29 – parafuso cabeça sextavado com falsa anilha, ISO 4162. Fonte - www.PECOL.eu

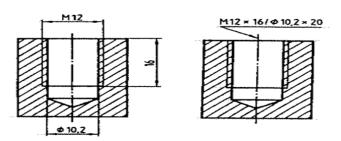


Imagem 30 - Representação de peças roscadas ISO 6410-1:1993.

A representação de elementos roscados múltiplos pode ser simplificada, ISO 6410-3.

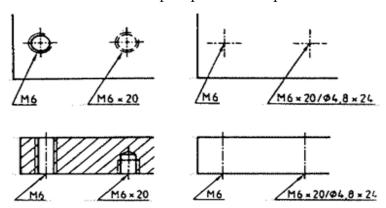


Imagem 31 - Representação simplificada de elementos roscados ISO 6410-3:1993.

2.6 - Tipos de pontas dos parafusos

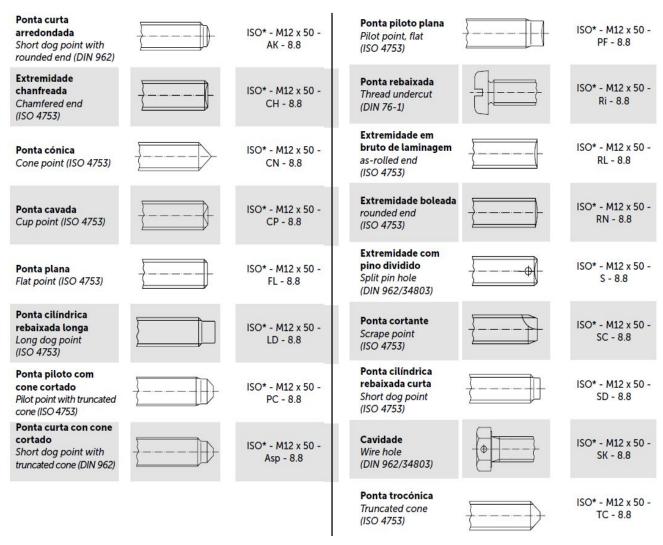


Tabela 2 - tipos de ponta de parafusos. www.PECOL.eu

2.7 - Outros tipos de parafusos



Imagem 32 - Tipos de parafusos. www.PECOL.eu



Imagem 33 - Tipos de parafusos, continuação. www.PECOL.eu

2.8 - Tipos de porcas

ac porcus			
	PORCA SEXTAVADA DE ROSCA MÉTRICA	AÇO CL6, CL8, CL10 INOX A2, A4	UNI 5588 ISO 4032 DIN 934
	PORCA SEXTAVADA DE ROSCA MÉTRICA PARA ESTRUTURAS	AÇO CL10	EN 14399-4
	PORCA HEXAGONAL BAIXA	AÇO INOX A2, A4	UNI 5589 ISO 4035 DIN 936
	PORCA HEXAGONAL ALTA	AÇO INOX A2, A4	UNI 5587
	PORCA SEXTAVADA tipo V	AÇO; CL6, CL8, CL10 INOX A2	ISO 7042 DIN 980V
	PORCA SEXTAVADA NYLOC ALTA	AÇO; CL6, CL8 INOX A2, A4	UNI 7473 ISO 7040 DIN 982
	PORCA SEXTAVADA NYLOC	AÇO; CL6, CL8 INOX A2	DIN 985
	PORCA SEXTAVADA COM FALSA ANILHA RECARTILHA	AÇO; CL6, CL8, CL10 INOX A2, A4	ISO 4161 DIN 6923
	PORCA SEXTAVADA NYLOC COM FALSA ANILHA	AÇO CL8	DIN 6926
	PORCA HEXAGONAL COM FALSA ANILHA (ALTURA 1.5D)) AÇO 10.9	DIN 6331

Imagem 34 - Tipos de porcas. www.PECOL.eu

UFCD 6596 - Desenho técnico - leitura e interpretação



Imagem 35 - Tipos de porcas, continuação. <u>www.PECOL.eu</u>

2.9 - Normas sobre roscas e peças roscadas

NP 110:1983 e ISO 262:1973 - Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Diâmetros e passos recomendados;

NP 155:1985 e ISO 1891:1979 - Elementos de ligação roscados e seus acessórios. Nomenclatura;

NP 400:1983 e ISO 68:1973 - Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Perfil de base.

NP 401:1983 e ISO 261:1973; ISO 724:1978- Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais.

Dimensões nominais;

NP 1899:1982 e ISO 898-5:1980 - Parafusos de aço, sem cabeça. Características mecânicas;

NP 1900:1982 e ISO 4014:1979 - Parafusos de cabeça sextavada, parcialmente roscados. Graus de acabamento A e B;

EN ISO 5406 - Roscas - definições gerais;

EN ISO 6410 - Roscas e peças roscadas;

NP 1895:1982 e ISO 965-1:- Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Tolerâncias. Generalidades;

NP 1896:1982 e ISO 965-2:1980 - Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Tolerâncias. Dimensões limites. Qualidade média;

NP 1897:1982 e ISO 965-3:1980 - Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Tolerâncias. Desvios;

3 - Tolerâncias e ajustamentos

O toleranciamento dimensional destina-se a limitar os erros dimensionais no fabrico das peças.

Quanto maior é a precisão exigida, maior é o custo.

As tolerâncias especificadas podem condicionar o processo de fabrico a usar e vice-versa

Na prática, dimensões exatas não são possíveis nem necessárias.

As tolerâncias e estados de superfície estão interligados.

A correta e adequada especificação das tolerâncias são essenciais para se garantir a correta montagem de componentes.

3.1 - Definições

Elemento – Uma característica ou pormenor individual da peça, como seja uma superfície, uma reentrância, um cilindro, um furo ou uma linha de eixo.

Veio - Elemento interno que, numa montagem, vai estar contido noutro elemento.

Furo - Elemento externo que, numa montagem, vai conter outro elemento.

Tolerância (T) – É a quantidade que uma dimensão especificada pode variar.

Zona de tolerância - Zona compreendida entre a cota máxima e a cota mínima.

Tolerância fundamental (IT) - Classe de qualidade de acordo com o sistema ISO de desvios e ajustamentos.

Desvio fundamental - É a posição da zona de tolerância em relação à linha de zero.

Classe da tolerância – Termo usado para designar a combinação de uma tolerância fundamental com um desvio fundamental, (Exemplo h8 ou G10).

Cota Máxima (C_{MAX} , c_{max}) – Dimensão máxima permitida ao elemento.

Cota Mínima (C_{MIN}, C_{min}) - Dimensão mínima permitida ao elemento.

Cota Nominal (C_N, c_n) – Cota não toleranciada inscrita nos desenhos.

Desvio Superior (ES, es) – ES = C_{MAX} - C_{N}

Desvio Inferior (EI, ei) - EI = C_{MIN} - C_{N}

Linha de zero - É uma linha que, na representação gráfica dos desvios e ajustamentos, representa a cota nominal e em relação à qual os desvios são definidos.

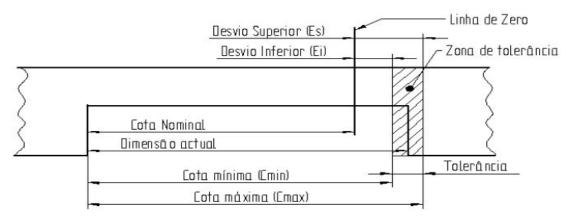


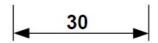
Imagem 36 - Cotas, desvios e tolerâncias. Fonte - Luis Ferreira

Tolerância é o valor da variação permitida na dimensão de uma peça. Em termos práticos é a diferença tolerada entre as dimensões máxima e mínima de uma dimensão nominal.

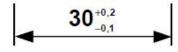
A tolerância é aplicada na execução de peças em série e possibilita a permuta (troca) delas em todo o mundo.

3.2 - Conceitos na aplicação de medidas com tolerância

Medida nominal: é a medida representada no desenho.



Medida com tolerância: é a medida com afastamento para mais ou para menos da medida nominal.



Medida efetiva: é a medida real da peça fabricada.

Ex. 30,12

Dimensão máxima: é a medida máxima permitida.

30,2

Dimensão mínima: é a medida mínima permitida.

29.9

Afastamento superior: é a diferença entre a dimensão máxima permitida e a medida nominal.

$$30,2 - 30 = 0,2$$

Afastamento inferior: é a diferença entre a dimensão mínima permitida e a medida nominal.

$$29.9 - 30 = -0.1$$

Campo de tolerância: é a diferença entre a medida máxima e a medida mínima permitida.

$$30,2 - 29,9 = 0,3$$

Indicações de tolerância, ver imagem seguinte

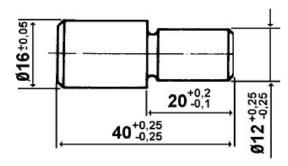


Imagem 37 - tolerâncias, indicados junto das cotas nominais. Fonte - SENAI

3.3 - Sistema de tolerância ISO

O sistema de tolerância ISO, conhecido como sistema internacional de tolerância, consiste numa série de princípios, regras e tabelas que permitem a escolha racional de tolerâncias na produção de peças.

A unidade de medida para tolerância ISO é o micrômetro (μm = 0,001 mm).

A tolerância ISO é representada normalmente por uma letra e um número colocados à direita da cota. A *letra* indica a posição do campo de tolerância e o *numeral*, a qualidade de trabalho.

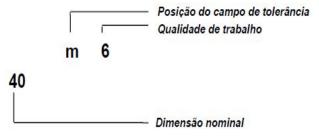


Imagem 38 - tolerâncias pela ISO. Fonte - SENAI

As tolerâncias podem ser representadas por afastamentos ou pela norma ISO.

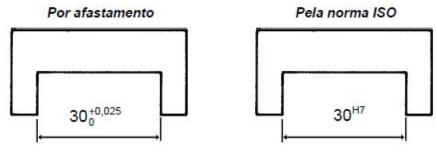


Imagem 39 - tolerâncias indicadas ou pela ISO. Fonte - SENAI

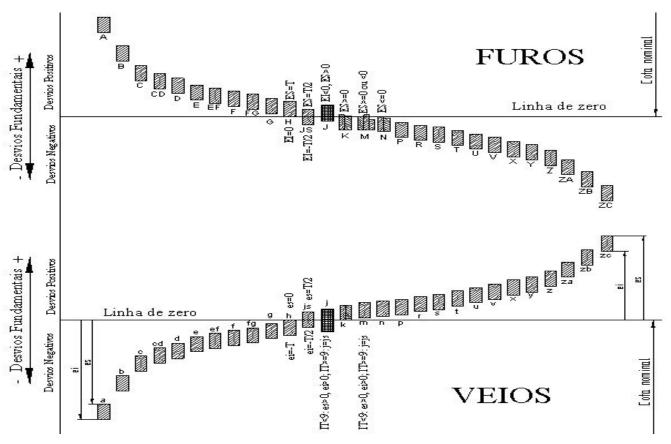


Tabela 3 - Desvios Fundamentais (furos e veios), Fonte - Luis Ferreira

Tolerâncias em milésimos de mm (µm)

Dimensão nominal mm Furo of sup. EIXOS						afastamento superior afastamento inferior						
acima de	a té	Н7	f 7	g 6	h 6	j 6	k 6	m 6	n 6	р6	r 6	
0	1	0	- 6	- 2	0	+ 4	+ 6		+ 10	+ 12	+ 16	
1	3	+ 10	- 16	- 8	- 6	- 2	0	-	+ 4	+6	+ 10	
500	100000	0	- 10	- 4	0	+6	+9	+ 12	+ 16	+ 20	+ 23	
3	6	+ 12	- 22	- 12	- 8	- 2	+ 1	+ 4	+8	+ 12	+ 15	
550-5		0	- 13	- 5	0	+7	+ 10	+ 15	+ 19	+ 24	+ 28	
6	10	+ 15	- 28	- 14	- 9	- 2	+ 1	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	
10	14	0	- 16	- 6	0	+ 8	+ 12	+ 18	+ 23	+ 29	+ 34	
14	18	+ 18	- 34	- 17	- 11	- 3	+ 1	+7	+ 12	+ 18	+ 23	
18	24	0	- 20	- 7	0	+9	+ 15	+ 21	+ 28	+ 35	+ 41	
24	30	+ 21	- 41	- 20	- 13	- 4	+ 2	+8	+ 15	+ 22	+ 28	
30	40	0	- 25	- 9	0	+ 11	+ 18	+ 25	+ 33	+ 42	+ 50	
40	50	+ 25	- 50	- 25	- 16	- 5	+ 2	+9	+ 17	+ 26	+ 34	
											+ 60	
50	50 65 0	50 65	0	- 30	- 10	0	+ 12	+ 21	+ 30	+ 39	+ 51	+ 41
65	80	+ 30	- 60	- 29	- 19	- 7	+ 2	+ 1	+ 20	+ 32	+ 62	
			STREET,	2.00		1		100-			+ 43	
80	100	0	- 36	- 12	0	+ 13	+ 25	+ 35	+ 45	+ 59	+ 73	
		† I									+ 76	
100	120	+ 35	- 71	- 34	- 22	- 9	+ 3	+ 13	+ 23	+ 37	+ 54	
	- 15										+ 88	
120	140	0	- 43	- 14	0	+ 14	+ 28	+ 40	+ 52	+ 68	+ 63	
707023	2500		-							275	+ 90	
140	160										+ 65	
160	180	+ 40	- 83	- 39	- 25	- 11	+ 3	+ 15	+ 27	+ 43	+ 93	
									-		+ 106	
180	200	0	- 50	- 15	0	+ 16	+ 33	+ 46	+ 60	+79	+ 77	
1200001201	****	1 7 1	50	1.5		10	7 33		1.00		+ 109	
200	225										+ 80	
225	250	+ 46	- 96	- 44	- 29	- 13	+ 4	+ 17	+ 31	+ 50	+ 113	

Tabela 4 - Tabela parcial do Sistema Furo-Base H7 (ISO 6158). Fonte - João Barbosa

Dimensão mo		FUROS afastamento inferior afastamento superior									
acima de	até	h 6	F 6	G 7	H7	J 7	K 7	M 7	N7	P 7	R7
0	1	0	+ 6	+ 2	0	- 6	- 10			- 16	- 20
1	3	- 6	- 12	+ 12	+ 10	+ 4	0	-		- 6	- 10
	7-20	0	+ 10	+ 4	0	- 6	- 9	- 12	- 16	- 20	- 23
3	6	- 8	+ 18	+ 16	+ 12	+ 6	+ 3	0	- 4	- 8	- 11
		0	+ 13	+ 5	0	- 7	- 10	- 15	- 19	- 24	- 28
6	10	- 9	+ 22	+ 20	+ 15	+ 8	+5	0	- 4	- 9	- 13
10	14	0	+ 16	+6	0	- 8	- 12	- 18	- 23	- 29	- 34
14	18	- 11	+ 27	+ 24	+ 18	+ 10	+6	0	- 5	- 11	- 16
18	24	0	+ 20	+7	0	- 9	- 15	- 21	- 28	- 35	- 41
24	30	- 13	+ 33	+ 28	+ 21	+ 12	+ 6	0	- 7	- 14	- 20
30	40	0.	+ 25	+9	0	- 11	- 18	- 25	- 33	- 42	- 50
40	50	- 16	+ 41	+ 34	+ 25	+ 14	+7	0	- 8	- 17	- 25
											- 60
50	50 65 0	50 65	+ 30	+ 10	0	- 12	- 21	- 30	- 39	- 51	- 30
65	80	- 19	+ 49	+ 40	+ 30	. 10	+ 9	0	- 9	- 21	- 62
65	80	- 19	+ 49	+ 40	+ 30	+ 18	+ 9		- 9	- 21	- 32
00	100		- 2/	- 12		10	25	25		-0	- 73
80	100	0	+ 36	+ 12	0	- 13	- 25	- 35	- 45	- 59	- 38
100	120	22	===		25	- 22	10		***	24	- 76
100	120	- 22	+ 58	+ 47	+ 35	+ 22	+ 10	.0	- 10	- 24	- 41
420	1.40										- 88
120	140	0	+ 43	+ 14	0	- 14	- 28	- 40	- 52	- 68	- 48
1.10	160			V3.03-8/55	200.500		0.0000000000000000000000000000000000000			20.00	- 90
140	160										- 50
160	180	- 25	+ 68	+ 54	+ 40	+ 26	+ 12	0	- 12	- 28	- 93
160	180										- 53
1.00	200										106
180	200	0	+ 50	+ 15	0	- 16	- 33	- 46	- 60	- 79	- 60
200	225			10.000	337427	1975				355	- 109
200	225										- 63
225	250	- 29	+ 79	+ 61	+ 46	+ 30	+ 13	0	- 14	- 33	- 113
225	250										- 67

Tabela 5 – Tabela parcial do Sistema Eixo-Base h6. Fonte – João Barbosa

3.4 - Ajustes recomendados

Ajustamentos - escolher adequadamente e simultaneamente as classes de tolerância para furo e veio num ajustamento (mesma cota nominal).

Tipo de ajustamento	
Folga (F)	Dimensão real do veio é menor que a dimensão real do furo $C_{MIN} > c_{max}$ $F_{max} = C_{MAX} - c_{min} = DS - di$ $F_{min} = C_{MIN} - c_{max} = DI - ds$
Aperto (A)	Dimensão real do veio é maior que a dimensão real do furo $C_{MAX} < c_{min}$ $A_{max} = c_{max} - C_{MIN} = ds - DI$ $A_{min} = c_{min} - C_{MAX} = di - DS$
Incerto	Dimensão real do furo maior ou menor que a dimensão real do veio (folga ou aperto) => A _{max} ou F _{max} Não faz sentido falar em Aperto mínimo ou Folga mínima

Tabela 6 - Tipo de ajustamento. Fonte - Almerindo Ferreira

AJUSTES RECOMENDADOS

TIPO DE AJUSTE	EXEMPLO DE AJUSTE	EXTRA- PRECISO	MECÂNICA PRECISA	MECÂNICA MÉDIA	MECÂNICA ORDINÁRIA	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
LIVRE	Montagem à mão, podendo girar sem esforço.	H6 e7	H7 e7 H7 e8	H11 e9	H11a11	Peças cujos funcionamentos necessitam de folga por força de dilação, ou mau alinhados, etc
ROTATIVO	Montagem à mão, com facilidade.	H6 f6	H7 f7	H8 f8	H10 d10 H11 d11	Peças que deslizam ou giram com boa lubrificação. Ex: eixos, mancais, etc.
DESLIZA- NTE	Montagem à mão, com leve pressão.	H6 g5	H7 g6	H8 g8 H8 h8	H10 h10 H11 h11	Peças que deslizam ou giram com grande precisão. Ex:anéis de rolamentos, corrediços, etc
DESLIZAN- TE JUSTO	Montagem a mão, porém necessitando de algum esforço.	H6 h5	H7 h6			Encaixes fixos de precisão, órgãos lubrificados descartáveis à mão. Ex: punções, guias, etc.
ADERENTE FORÇADO LEVE	Montagem com auxílio de martelo.	H6 j5	H7 j6			Peças que necessitam freqüentes desmontagens. Ex: polias, engrenagens, rolamentos, etc.
FORÇADO DURO	Montagem com auxílio de martelo pesado.	H6 m5	H7 m6			Peças possíveis de montagem e desmontagem sem deformação da peça.
À PRESSÃO COM ESFORÇO	Pressão Montagem com auxílio de balancim ou por dilatação.	H6 p5	H7 p6			Peças impossíveis de serem desmontadas sem deformação. Ex: buchas à pressão, etc.

Tabela 7 - Ajustes recomendados Fonte - Porto

3.4.1 - Tolerância do Ajustamento – soma algébrica das tolerâncias dos dois elementos (veio + furo):

$$T_{aj} = T_F + T_v$$

Tipo de ajustamento		
Folga (F)	$T_{aj} = F_{max} - F_{min}$	
Aperto (A)	$T_{aj} = A_{max} - A_{min}$	
Incerto	$T_{aj} = F_{max} + A_{max}$	

Tabela 8 - Tipos de ajustamento. Fonte - Almerindo Ferreira

Classe do ajustamento - Resulta da combinação de uma classe de tolerâncias para furos com uma classe de tolerância para veios (ex: H7/u6).

3.5 - Normas sobre tolerâncias

NP 107:1962 - Tolerâncias e ajustamentos. Terminologia;

NP 189:1962 - Sistema de tolerâncias. Noções fundamentais;

NP 190:1963 - Sistema de tolerâncias. Simbologia;

NP 366:1964 - Enchavetamentos. Tolerâncias na largura dos escatéis;

NP 716:1968 - Desenho técnico. Cotagem e especificação de tolerâncias de elementos cónicos;

EN 20286-1:1993 e ISO 286-1:1988 - Sistema ISO de tolerâncias e de ajustamento. Parte 1: Base de tolerâncias, desvios e ajustamentos;

EN 20286-2:1993 e ISO 286-2:1988 - Sistema ISO de tolerâncias e de ajustamentos. Parte 2: Tabelas dos graus de tolerância normalizados e dos desvios limites dos furos e dos veios;

ISO 486 - Inscrição de tolerâncias dimensionais;

ISO 1829 - Seleção das classes de tolerâncias;

ISO 486 - Princípios de toleranciamento de base;

4 - Acabamento Superficial. Rugosidades.

O desenho técnico, além de mostrar as formas e as dimensões das peças, precisa conter outras informações para representá-las fielmente. Uma dessas informações é a indicação dos estados das superfícies das peças.

4.1 - Definições

Acabamento - Acabamento é o grau de rugosidade observado na superfície da peça. As superfícies apresentam-se sob diversos aspectos, a saber: em bruto, desbastadas, alisadas e polidas.

Superfície em bruto é aquela que não é usinada, mas limpa com a eliminação de rebarbas e saliências.

Superfície desbastada é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são bastante visíveis, ou seja, a rugosidade é facilmente percebida.

Superfície alisada é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são pouco visíveis, sendo a rugosidade pouco percebida.

Superfície polida é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são impercetíveis, sendo a rugosidade detetada somente por meio de aparelhos.

Os graus de acabamento das superfícies são representados pelos símbolos indicativos de rugosidade da superfície, normalizados pela norma ISO 1302.

Os graus de acabamento são obtidos por diversos processos de trabalho e dependem das modalidades de operações e das características dos materiais adotados.

4.2 - Rugosidade

Com a evolução tecnológica houve a necessidade de se aprimorarem as indicações dos graus de acabamento de superfícies. Com a criação de aparelhos capazes de medir a rugosidade superfícial em µm (micrómetro; 1 µm = 0,001 mm), as indicações dos acabamentos de superfícies passaram a ser

representadas por classes de rugosidade.

Rugosidade são erros microgeométricos existentes nas superfícies das peças.

4.3 - Simbologia - Convenções para Acabamento de Superfícies

Simbologia usada no passado

Superfície em bruto, forjada, laminada, estampada e de peças fundidas, porém com eliminação de rebarbas	\sim
Superfície desbastada, os riscos da ferramenta são bastante visíveis. Profundidade dos sulcos 6,3 a 50 microns	∇
Superfície alisada, os riscos da ferramenta são pouco visíveis. Rugosidade 0,8 a 6,3 microns	
Superfície polida, os riscos da ferramenta não são visíveis. Rugosidade 0,1 a 0,8 microns	\triangle
Superfície lapidada. Rugosidade máxima 0,1 microns	∇
Para qualquer grau de acabamento, pode ser indicado o modo de obtê-lo.	Retir.
Superfície sujeita a tratamento especial indicada sobre a linha horizontal.	$\sqrt{}$

Tabela 9 – Símbolos antigos sobre rugosidade. Fonte – Márcio Catapan

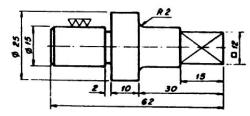


Imagem 40 – Exemplo de acabamento de superfícies. Fonte – SENAI

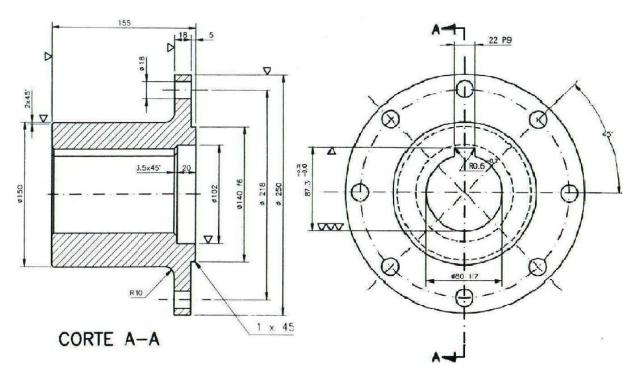


Imagem 41 - Desenho de polia. Fonte - João Barbosa

4.3.1 - Simbologia moderna, em evolução

Símbolos com indicação da característica principal da rugosidade Ra

- a- Valor da rugosidade Ra, em microns, classe de rugosidade N1 até N12.
- b- Método de fabricação, tratamento ou revestimento.
- c- Comprimento de amostra em milímetros.
- d- Direção das estrias.
- e- Sobremetal para usinagem em mm.
- f- Outros parâmetros de rugosidade (entre parênteses).

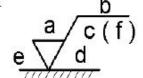


Imagem 42 - Simbologia ISO de 1992. ISO 1302:1992

- a (comprimento de base) / rugosidade (Ra,Rz)
 a,b outros valores relativos à rugosidade
 c processo de trabalho; tratamento térmico,etc.
 d orientação das estrias
- e sobre-espessura para a acabamento (responsabilidade do executante)

Imagem 43 - Simbologia ISO de 2002, ISO 1302:2002 (E). Fonte - Almerindo Ferreira

ISO 1302:2002 - O círculo adicional (ver imagem seguinte) indica que o estado da superfície é aplicado ao contorno fechado (superfícies 1 a 6 no exemplo; face frontal e posterior não estão incluídas neste "contorno fechado").

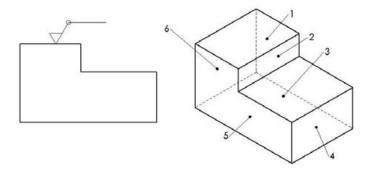


Imagem 44 - Círculo adicional aplica-se ao contorno fechado. Fonte - Almerindo Ferreira

A	Significado		
é facultativa	é exigida	não é permitida	
3,2/ N8/ OU N8/	3,2/ N8/	3,2/ N8/ OU N8/	Superfície com uma rugosidade de um valor máximo: R _a = 3,2μm
6,3 1,6 N9	6,3 N9 1,6 N7	6,3 N9 N7 OU OU	Superfície com uma rugosidade de um valor: máximo: R _a = 6,3µm mínimo: R _a = 1,6µm

Tabela 10 - Símbolos modernos sobre rugosidade. Fonte - SENAI

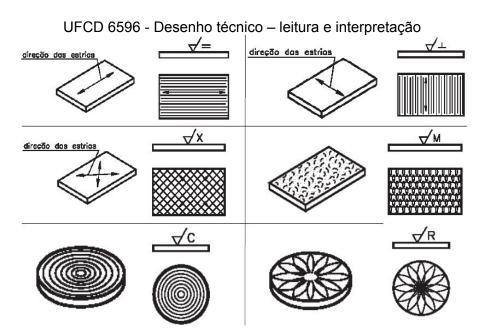


Tabela 11 - Símbolos para direção de estrias. Fonte - Porto

Classe de rugosidade	Desvio médio aritmético (R _a)
N12	50
N11	25
N10	12,5
N 9	6,3
N 8	3,2
N 7	1,6
N 6	8,0
N 5	0,4
N 4	0,2
N 3	0,1
N 2	0,05
N 1	0,025

Tabela 12 - Característica da rugosidade. Fonte - João Barbosa

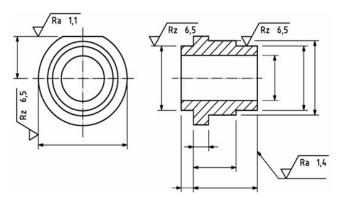


Imagem 44 - Requisitos de estado de superfície. Fonte - João Tavares

4.4 - Normas sobre acabamento e superfície

NP 3915-1:1994 e ISO 4287-1:1997 - Rugosidade de superfícies. Terminologia. Parte 1: Superfície e seus parâmetros;

NP 3915-2:1994 e ISO 4287-2:1997 - Rugosidade de superfícies. Terminologia. Parte 2: Medição dos parâmetros de rugosidade de superfície;

ISO 1302:1992 e 2002 (E) - Indicação dos estados de superfície na documentação técnica;

ISO 4288 - Estados de superfícies. Método do perfil - Regras e procedimentos para medição;

ISO 8785 - Imperfeições de superfície - Termos definições e parâmetros;

5 - Tolerância de forma e posição (geométrico)

O toleranciamento dimensional apenas permite limitar os erros dimensionais.

O toleranciamento geométrico permite limitar erros de forma, de orientação e localização dos elementos.

Filosofia de projecto, baseada em tolerâncias o mais elevadas possível, sem prejudicar a montagem e a funcionalidade.

Linguagem da qual fazem parte símbolos, referenciais, modificadores, princípios e conceitos.

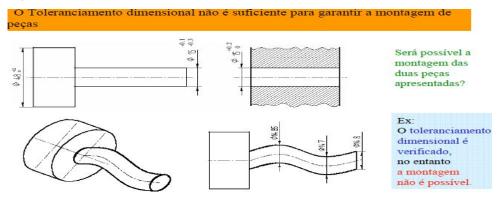


Imagem 45 - Toleranciamento Dimensional vs. Geométrico. Fonte - Almerindo Ferreira

5.1 - Definições

Elemento - Termo geral aplicado a uma porção física da peça, como seja uma superfície, aresta, furo, .. **Elemento dimensional** - Corresponde a uma cota, associada a um elemento ou conjunto de elementos.

Referencial – Termo usado para o elemento em relação ao qual é definida uma tolerância geométrica. Zona de tolerância – Área ou volume definidos a partir dos valores das tolerâncias geométricas inscritas no desenho.

CLASSE	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICA TOLERANCIADA	INDICAÇÃO DO REFERENCIAL	
	_	Rectilismo		
		Planeza		
FORMA	0	Circularidade	NUNCA	
FORMA	Ø	Cilindricidade		
		Forma de um contorno	PODEM USAR	
		Forma de uma superficie	PODEM USAK	
	//	Paralelismo		
ORIENTAÇÃO	20 <u>-3-38</u>	Perpendicularidade	SEMPRE	
	_	Angularidade		
	- 0	Posição		
LOCALIZAÇÃO	0	Concentricidade ou coaxialidade	SEMPRE	
	10 Table 1	Simetria		
BATIMENTO	1	Batimento circular	SEMPRE	
BATIMENTO	11	Batimento total	SEMPRE	

Tabela 13 - Símbolos geométricos. Fonte - Almerindo Ferreira

Modificadores - Símbolos complementares aos geométricos, associados a princípios ou conceitos. São aplicados ao valor de tolerância e ou referencial.

TERMO	SÍMBOLO	NORMA
Princípio do Máximo Material	M	ISO 2692
Princípio do Mínimo Material	(L)	ISO 2692-Amd. 1
Envolvente	E	ISO 8015
Zona da Tolerância	(P)	ISO 1101
Projectada	P	ISO 10758
Diâmetro	Ø	Símbolo de diâmetro é um modificador especial, o único que não é circunscrito por um círculo.

Tabela 14 - Símbolos complementares aos geométricos. Fonte - Almerindo Ferreira

Símbolos, inscritos e interpretação sobre o desenho.

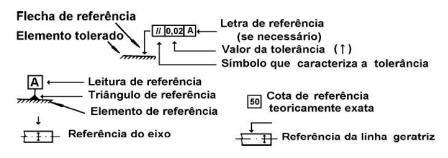
As tolerâncias de forma e posição podem ser adicionadas às tolerâncias de dimensões para assegurar melhor função e permuta das peças.

As tolerâncias de forma limitam os afastamentos de um dado elemento em relação à sua forma geométrica ideal.

As tolerâncias de posição limitam os afastamentos da posição mútua de dois ou mais elementos por razões funcionais ou para assegurar uma interpretação inequívoca. Geralmente um deles é usado como referência para a indicação das tolerâncias. Se for necessário, pode ser tomada mais de uma referência.

O elemento de referência deve ser suficientemente exato e, quando necessário, indica-se também uma tolerância de forma.

As tolerâncias estão relacionadas à dimensão total dos elementos, a não ser no caso de exceções, indicadas no desenho (por exemplo: 0,02/100 significa que a tolerância de 0,02 mm é aplicada numa extensão de 100 mm de comprimento, medida em posição conveniente no elemento controlado). Se a indicação ou o triângulo de referência devem ser colocados sobre a linha de cota.



 $Imagem\ 46-Simbologia\ no\ acabamento\ de\ superficies.\ Fonte-SENAI$

Caso a identificação esteja relacionada como uma superfície ou linha de contorno, a seta de identificação ou o triângulo de referência não devem ser colocados sobre a linha de cota.

UFCD 6596 - Desenho técnico - leitura e interpretação

	UFCD 6596 - Desenno tecnico – leitura e interpretação							
SÍMBOLOS DE TOLERÂNCIA			OS DE TOLERÂNCIA	EXEMPLOS DE APLICAÇÃO				
E CARACTERÍSTICAS TOLERADAS			RÍSTICAS TOLERADAS	Zona de tolerância	Inscrição no desenho	Interpretação		
POSIÇÃO	Orientação	//	PARALELISMO De uma linha (eixo) ou de um plano em relação a uma reto ou um plano de referência.		A A	O eixo tolerado deve estar dentro de um cilindro de diâmetro t=0,1 paralelo ao eixo de referência.		
		Т	PERPENDICULARIDADE De uma linha (eixo) ou de um plono em relação o uma reta ou um plano de referência.		A LOSSA	O eixo do cilindro deve estar incluído entre duos retas distantes de t=0,05 perpendiculares ao plano de referência.		
		_	INCLINAÇÃO De umo linho (eixo) ou de um plono em reloção o umo reto ou um plono de referência.	60	A COA	O eixo de furação deve estar incluído entre duas tinhas paralelas distantes de 1=0,1 e formando com o plano de referêncio um ângulo de 60°.		
	Situação	\oplus	LOCALIZAÇÃO De linhos, eixos ou superfícies entre si ou em reloção o um ou mais elementos de referência.	50	(100) (100)	O eixo do furo deve estar incluído dentro de um cilindro de diāmetro t=0,05 cujo eixo está na posição geometricamente exota, específicada pelas cotas marcadas.		
		0	COAXIALIDADE (Concentricidade) de um eixo ou de um ponto em relação o um eixo ou ponto de re- ferência.		A €00₽3A	O eixo de simetria da parte tolerada da orvore deve estar incluído dentro de um cilindro de diâmetro 1=0,03 cujo eixo coincide com o eixo de referência		
		+	SIMETRICIDADE De um plono médio ou de uma linha média (eixo) em relação a uma reta ou plo no de referêncio.		A BOOM	O plano médio do canal deve estar entre dois planos paralelos distantes de t=0,08 e também simetricamente em relação ao plano médio de referência.		
	Bolanço	/	BALANÇO RADIAL OU AXIAL De um elemento em reloçõo oo seu eixo de rotoção.		A (0,02A)	Numa revolução completa da peço em torno do eixo de referência A, o balanço oxial do superfície frontal não deve su- perar o valor da tolerância t=0,02.		

Tabela 15 - Símbolos sobre tolerância de forma e posição. Fonte - SENAI

Valores (indicativos) de tol. geométricas [mm] adequados para diferentes funções das superfícies:

Funções			cto fixo Guiament c/ atrito, d		ragem. o. Contacto le pequena velocidade	Contacto c/ atrito de grande velocidade. Vedação. Alta exactidão	
Exactidão do conjunto	Grosseira	a	Con	ente	Cuidada		
Rectitude	0,05 /100	ı	0,02 /100		0,01/100		
Planeza	0,06 a 0,03 /	100	0,03 a 0,02 /100		0,01 / 100		
Circularidade	0,05	0,05		0,02		0,01	
Cilindricidade	0,1 /100			0,05 /100		0,02 / 100	
Paralelismo	0,1	0,1		0,05		0,02	
Perpendicularidade	de 0,1			0,05		0,02	
Inclinação	0,1	0,1			0,02		
Localização	Variáveis de acord	o c/ a reali	zação: apo	oio, <mark>n</mark> ónio, le	itor óptico,	28	
Coaxialidade	0,3 c/ mais do que um aperto 0,02 c/ um único aperto		0,1 c/ mais do que um aperto 0,01 c/ um único aperto		0,005 c/ um único aperto		
Simetria	0,2		0,1		0,05		

Tabela 16 - Valores de tolerâncias geométricas. Fonte - João Tavares

Desvios geométricos [mm] que podem ser obtidos através de diferentes processos de fabricação:

Processos de fabricação		//	1	_	0
Sinterização		0,02			0.02
Aplainamento	0,1 / 100	0,05	0,1	0,1	
Fresagem	0,02 a 0,05 / 100	0,02 a 0,1 / 100			
Fresagem c/ aço rápido		0,05 - 0,01	0,03	0,01	0,005 - 0,02
Fresagem c/ carboneto		0,02 - 0,01	0,02	0,01	
Torneamento	0,02 a 0,05 / 100	0,01 a 0,1 / 100			
Torneamento de acabamento		0,02 - 0,01	0,02	0,01	0,005 - 0,01
Torneamento c/ diamante policristalino		0,01	0,02	0,01	0,01
Furagem c/ broca		0,2	0,1	0,1	0,1
Mandrilagem		0,005	0,01	0,01	0,01
Brochagem		0,002			0,002
Rectificação	0,005 a 0,01 / 300	0,005 a 0,01 / 100			
Rectificação de precisão		0,001	0,001	0,002	0,002
"Honing"		0,0005	0,001	0,002	0,002
Superacabamento	<u> </u>	0,0005	0,001	0,002	0,005

Tabela 17 - Desvios geométricos em função do processo de fabricação. Fonte - João Tavares

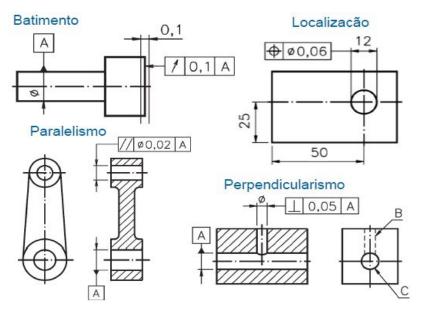


Imagem 47 – Desenhos com tolerâncias geométricas. Fonte – USP

6 - A Normalização no Desenho Técnico

A representação gráfica do desenho em si, deve ser elaborada de acordo com as recomendações das normas. Em Portugal as mais usadas são:

NP - Norma Portuguesa

EN - Norma Europeia

ISO - International Organisation for Standardisation - Organismo Internacional para a Normalização

DIN - Norma Alemã

6.1 - Principais vantagens da utilização de normas

O facto de os produtos obedecerem a normas de qualidade e de segurança contribui para reforçar a confiança dos consumidores. Por exemplo, ferramentas e equipamentos concebidos e ensaiados de acordo com as normas garantem uma melhor proteção de profissionais, como os bombeiros ou o pessoal hospitalar.

Os serviços concebidos de acordo com as normas aplicáveis aos serviços, por exemplo, cursos de mergulho, garantem um nível elevado de qualidade e segurança ao consumidor.

As normas ajudam a proteger o ambiente e a saúde dos consumidores. É o caso, nomeadamente, das normas que estabelecem métodos de medição para monitorizar e controlar a poluição atmosférica e das normas em matéria de higiene alimentar que estabelecem a classificação e os métodos de ensaio de materiais que entram em contacto com os alimentos.

As normas contribuem para melhorar o acesso aos mercados, tornando os produtos e serviços compatíveis e comparáveis.

As normas permitem melhorar a interoperabilidade entre produtos ou serviços. Por exemplo, as normas indicam qual deve ser a bitola das vias-férreas para garantir a segurança dos comboios.

6.2 - Normas europeias

As normas europeias são adotadas por um dos três organismos europeus de normalização (OEN):

- Comité Europeu de Normalização (CEN)
- Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica (Cenelec)
- Instituto Europeu de Normalização das Telecomunicações (ETSI))

A nível nacional, o processo de normalização é gerido pelos organismos nacionais de normalização (ONN), em Portugal é o IPQ, que adotam e publicam normas em cada país. Os organismos nacionais de normalização também transpõem todas as normas europeias para o sistema nacional e revogam as normas nacionais incompatíveis.

6.3 - Normas harmonizadas

As <u>normas harmonizadas</u> constituem uma categoria específica de normas europeias desenvolvidas por um organismo europeu de normalização na sequência de um pedido («mandato») da Comissão Europeia. Cerca de 20 % de todas as normas europeias são elaboradas na sequência de um pedido de normalização da Comissão Europeia.

Pode usar normas harmonizadas para demonstrar que os seus produtos ou serviços cumprem os requisitos técnicos previstos na legislação europeia aplicável.

Os requisitos técnicos previstos na legislação europeia são obrigatórios. Em contrapartida, a utilização de normas harmonizadas é, regra geral, facultativa.

As normas harmonizadas estabelecem especificações técnicas que são consideradas adequadas ou suficientes para garantir a conformidade com os requisitos técnicos estabelecidos na legislação europeia.

Na maioria dos casos, a utilização de normas harmonizadas é facultativa. Enquanto fabricante ou prestador de serviços pode escolher outra solução técnica para cumprir os requisitos legais.

6.4 - Normas em desenho

Lista não exaustiva (algumas estão disponíveis para venda em https://lojanormas.ipq.pt):

NP 9:1960 - Escrita dos números;

NP-48:1968 - Desenho Técnico. Formatos;

NP 49:1968 - Desenho técnico. Modo de dobrar folhas de desenho;

NP 62:1961 - Desenho técnico. Linhas e sua utilização;

NP 89:1963 e ISO 3098 - Letras e Algarismos;

NP 107:1962 - Tolerâncias e ajustamentos. Terminologia

NP 189:1962 - Sistema de tolerâncias. Noções fundamentais.

NP 190:1963 - Sistema de tolerâncias. Simbologia.

NP 167:1966 - Desenho técnico. Figuração de materiais em corte;

NP 204:1968 e ISO 7200 - Desenho técnico. Legendas;

NP 205:1970 - Desenho técnico. Listas de peças;

NP 265:1962 - Cotas não toleranciadas. Diferenças para peças metálicas trabalhadas por arranque de apara;

NP 297:1963 - Desenho técnico. Cotagem;

NP 327:1964 e ISO 128 - Desenho técnico - Representação de vistas;

NP 328:1964 - Desenho técnico - Cortes e secção;

NP 366:1964 - Enchavetamentos. Tolerâncias na largura dos escatéis;

NP 406:1968 - Inscrição de tolerância;

NP-671:1973 - Desenho Técnico. Representação convencional. Convenção de utilização geral;

NP-716:1968 - Desenho Técnico. Cotagem e especificação de tolerâncias de elementos cónicos;

NP 717:1968 - Escalas;

NP 718:1968 e ISO 5457 - Desenho técnico. Margens e esquadrias;

NP 1895:1982 e ISO 965-1:1980 - Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Tolerâncias. Generalidades;

NP 1896:1982 e ISO 965-2:1980- Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Tolerâncias.

Dimensões limites. Qualidade média;

NP 1897:1982 e ISO 965-3:1980 - Roscas métricas de perfil triangular ISO para usos gerais. Tolerâncias. Desvios;

ISO 225:1983 e EN 20225:1991 - Elementos de fixação;

ISO 2768-1: 1989 – Tolerâncias para dimensões lineares e angulares sem indicações de tolerâncias individuais;

EN 20898-1:1991 e ISO 898-1:1988 - Propriedades mecânicas dos elementos de ligação. Parte 1: Parafusos de cabeça, parafusos com fenda e pernos;

EN 2851:1992 - Série aeroespacial. Marcação de peças e conjuntos, exceto motores. Indicação nos desenhos;

EN 24018:1992 - Parafuso hexagonal;

ISO 6410-1:1993 e ISO 6410-3:1996 - Representação de peças roscadas;

NP EN ISO 3098-0:2002 - Documentação técnica de produtos; Escrita; Parte 0: especificações gerais;

NP EN ISO 5457:2002 - Desenho técnico. Formato do papel;

NP EN ISO 5455:2002 - Desenho técnico. Escalas - Redução e Ampliação;

NP EN ISO 9431:2005 -Desenhos de construção; Zonas para desenho e para texto, e legendas em folhas de desenho;

NP ISO 129-1:2007 - Indicação de cotas e tolerâncias; Parte 1: Princípios gerais;

NP ISO 3864-1:2013 - Símbolos gráficos; Cores de segurança e sinais de segurança; Parte 1: Critérios de desenho para sinais e marcações de segurança;

NP EN ISO 3098-4:2015 - Documentação técnica de produtos; Escrita; Parte 4: Sinais diacríticos e sinais particulares do alfabeto latino;

ISO 128-1: 2020 - Documentação técnica do produto (TPD) - Princípios gerais de representação - Parte 1: Introdução e requisitos fundamentais;

Nota - a vermelho está desatualizada ou revogada

7 - Desenhos de conjunto

Há situações, por exemplo, do desenho de uma máquina ou produto com montagens, no qual é necessário desenvolver o desenho de conjunto. Ao projetar um produto constituído por várias peças, faz-se a especificação e o desenho de todos os componentes. Cada componente poderá ter um desenho único para fabricação, por exemplo bucha, fuso, porca, guarnição, etc.

Para finalizar faz-se o desenho de conjunto, que unirá todos estes desenhos em um único, mostrando como fica a montagem do produto final. Neste desenho, estamos preocupados com as cotas gerais. Geralmente segue uma lista na qual numeramos os componentes do conjunto e o tipo de matéria-prima de cada componente.

A vista explodida do conjunto é muito utilizada em catálogos técnicos, em que podemos verificar todos os componentes do produto montado. Esta vista consegue nos sinalizar como é a

sequência de montagem do produto e como as peças se encaixam, auxilia muito tanto para o pessoal de montagem quanto de manutenção.

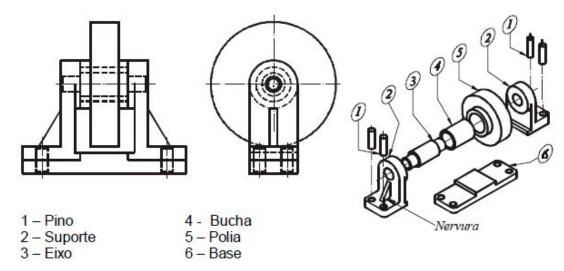


Imagem 48 - Desenho de conjunto e vista explodida- Fonte - António Ribeiro

Em desenho de conjuntos as peças devem ser tracejadas em direções diferentes.

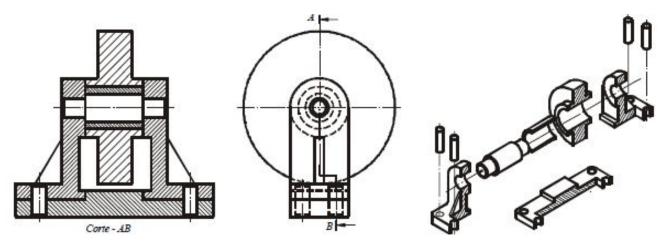


Imagem 49 - Fonte - António Ribeiro

Desenho de conjunto - Projeto pelo autor de bomba para serrote, trabalho para alunos do curso PMI.

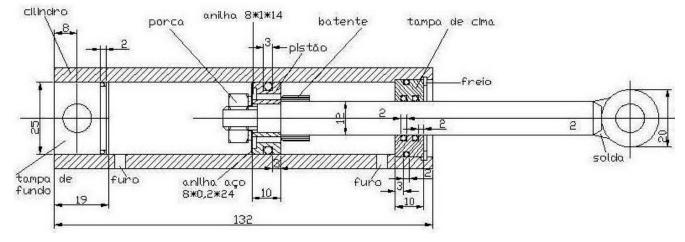


Imagem 50 - hidráulico para serrote, 2012, trabalho para alunos do curso PMI. Fonte - Mário Loureiro, 2013

Desenho de conjunto - Projeto de bomba hidráulico, concluído por vários alunos do 10º PMI, da ES de Soure, Coimbra. O projeto vai ser apresentado parcialmente.

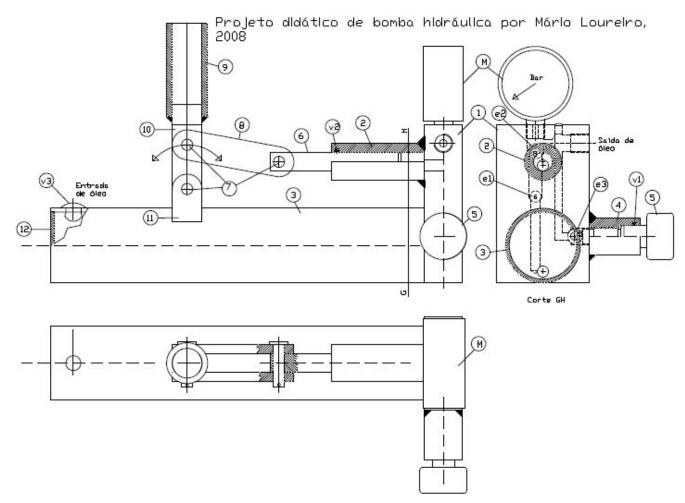


Imagem 51 - bomba hidráulica, 2008, trabalho para alunos do curso PMI. Fonte - Mário Loureiro, 2013

peça	qt		dimensões em mm			material
nº		nome/posição	comp.	larg/de	di/esp.	
1	1	corpo da bomba	85	50	20	aço
2	1	tubo-cilindro do injector	50	20	10	aço
3	1	tubo-depósito de óleo	200	40	36	aço
4	1	cilindro da válvula de descer	27	20	vários	aço
5	1	veio da válvula de descer	48,6	vários		aço
6	1	veio injector	70	10		aço cromado
7	3	cavilha furada ou c/filete	24,5	6		aço
8	2	viela do injector	66	16	5	aço
9	1	tubo da alavanca	50	22	16	aço
10	1	veio da alavanca	54	16		aço
11	2	suporte da alavanca	26	16	5	aço
12	1	tampa		36	2	aço
v1	1	vedante o-ring		12	2	NBR
v2	1	vedante o-ring		10	2	NBR
v3	1	vedante tapa-furo		8		NBR
e1	1	esfera de admissão		6		aço/cerâmica
e2	1	esfera de pressão		8		aço/cerâmica
e3	1	esfera de descer		8		aço/cerâmica
M	1	manómetro de >200Bar		10		

Tabela 17 - Lista de peças de bomba hidráulica, 2008. Fonte - Mário Loureiro, 2013

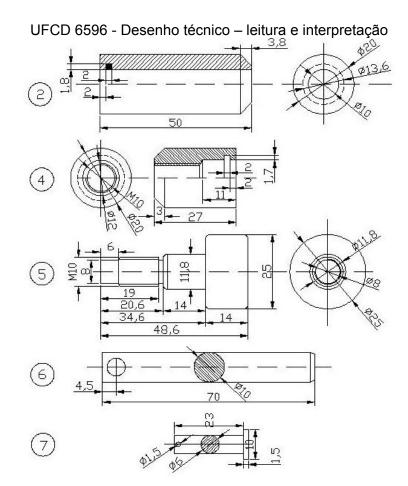


Imagem 52 - Peças da bomba hidráulica, 2008, trabalho para alunos do curso PMI. Fonte - Mário Loureiro, 2013

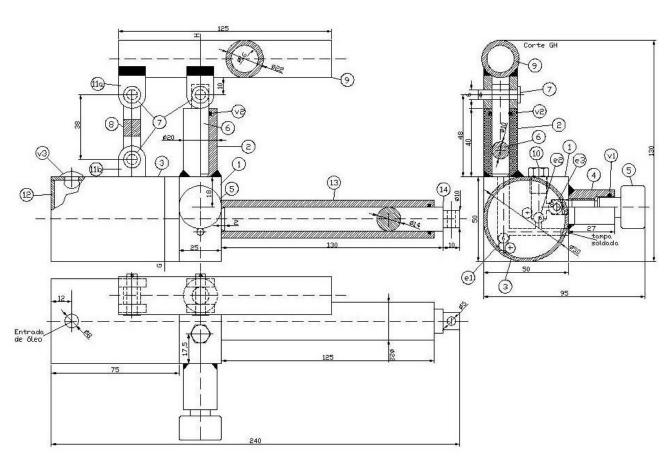


Imagem 53 - Máquina para dobrar tubos, 2012, trabalho para alunos do curso PMI. Fonte - Mário Loureiro, 2013

Normas relacionadas

ISO 128-20 - Tipos de linha e espessura

ISO 128-30 - Convenções de base para as vistas

ISO 128-34 - Vistas em desenho mecânico

ISO 723 - Furos de passagem para parafusos;

NP EN ISO 2203:2012 -Desenhos técnicos; Representação convencional de engrenagens (ISO 2203:1997);

NP EN ISO 7519:2012 - Desenhos técnicos; Desenhos de construção; Princípios gerais de representação para desenhos de conjunto e de montagem (ISO 7519:1991);

8 - Bibliografia

Almerindo Ferreira, Desenho Técnico Moderno, Universidade de Coimbra, DEM;

Ana Gonçalves, Desenho Técnico Assistido por Computador, Universidade de Évora, DER, 2020;

António Ribeiro et al, Curso de Desenho Técnico e AutoCad, Pearson, 2013;

Charles Z. Miranda, Desenho Técnico Mecânico, UNIASSELVI, Brasil, 2019;

Desenho Técnico Mecânico I, Notas de aulas, USP, SEM, Brasil, 2016;

Evandro Pauli et al, Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico, SENAI, Espírito Sto, Brasil, 1996;

João M. R. S. Tavares, CFAC - Requisitos de Toleranciamento, FEUP, Porto;

João M. R. S. Tavares, CFAC - Órgãos de Maquinas, FEUP, Porto, 2012;

João M. R. S. Tavares, CFAC - Indicação dos Estados de Superfície, FEUP, Porto, 2012;

João P. Barbosa, Desenho Mecânico, DM885, e-book, Brasil;

Joel Ferreira et al, Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico, SENAI, Brasil;

Juliano Fiorelli, Apostila de Desenho Técnico, Universidade de São Paulo, FZEA, Brasil;

Luis M. Ferreira, Desenho de Construções Mecânicas, IPT, ESTA, Eng.ª Mecânica;

Márcio Catapan, APOSTILA DE DESENHO TÉCNICO II, UFPR, Curibita, 2016;

Maria T. Miceli et al, Desenho Técnico Básico, Editora ao Livro Técnico, Brasil, 2010;

Mário Loureiro, UFCD 6586 - Desenho técnico - introdução à leitura e interpretação, Coimbra, 2021;

Mário Loureiro, Invenções, desenhos, ideias e projectos, 2013, www.marioloureiro.net;

Porto, A.J.V et al, Desenho Técnico Mecânico I, USP, EESC, SEM; Brasil, 2006;

Simões M. S. Morais, Desenho Técnico Básico 3, 23ª edição, Porto Editora, Porto, 2006;

WEB

https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/standards/standards-in-

europe/index_pt.htm#shortcut-4

www.marioloureiro.net

http://www.marioloureiro.net/invent/3_Hidraulica.pdf

www.PECOL.eu

Índice

i- Leitura e interpretação de desenhos	2
1 - Convenções de utilização geral no desenho técnico	2
1.1 - Simbologia usada em desenho técnico	2
1.2 - Vistas e Representação	3
1.2.1 - Vista local	3
1.3 - Vista auxiliar	3
1.4 - Vistas parciais	3
1.4.1 - Vista parcial de peças simétricas	4
1.5 - Vistas interrompidas	4
1.6 – Vistas de ampliação de elementos	4
1.7 - Representação de intersecções	5
1.7.1 - Representação de intersecções fictícias	5
1.8 - Representação de arredondados	5
1.9 - Representação de vistas idênticas	5
1.10 - Representação simplificada de curvas em cortes	6
1.11 - Elementos repetidos	6
1.12 - Projeção com rotação	6
1.13 - Simbologia indicativa de superfície plana	7
1.14 – Posições extremas de peças móveis	8
1.15 - Normas de referência	8
2 - Representação de roscas. Elementos roscados.	8
2.1 - Parafusos e porcas	9
2.2 - Tipos de roscas	9
2.3 - Número de filetes e passos	10
2.4 - Dimensões de roscas ISO	10
2.5 - Representação de roscas e peças roscadas	11
2.6 - Tipos de pontas dos parafusos	13
2.7 – Outros tipos de parafusos	13
2.8 – Tipos de porcas	14
2.9 - Normas sobre roscas e peças roscadas	15
3 - Tolerâncias e ajustamentos	16
3.1 - Definições	16
3.2 - Conceitos na aplicação de medidas com tolerância	17
3.3 - Sistema de tolerância ISO	18
3.4 - Ajustes recomendados	20
3.4.1 - Tolerância do Ajustamento	21
3.5 - Normas sobre tolerâncias	21
4 - Acabamento Superficial. Rugosidades.	22
4.1 - Definições	22
4.2 - Rugosidade	22
4.3 - Simbologia - Convenções para Acabamento de Superfícies	23
4.3.1 - Simbologia moderna, em evolução	24
4.4 - Normas sobre acabamento e superfície	25
5 – Tolerância de forma e posição (geométrico)	26
5.1 - Definições	26
6 – A Normalização no Desenho Técnico	29
6.1 - Principais vantagens da utilização de normas	30
6.2 - Normas europeias	30
6.3 - Normas harmonizadas	30
6.4 - Normas em desenho	31
7 - Desenhos de conjunto	32
8 - Bibliografia	36

Mário Loureiro

Faz manutenção desde 1974 a veículos incluindo pesados, máquinas, hidráulicos, pneumáticos, gruas, equipamentos de elevação, geradores, aparelhos electrónicos e de som, automatismos...

Fabrica desde 1980 aparelhos electrónicos, colunas de som, quadros eléctricos, automatismos,...

Instala e faz manutenção a instalações eléctricas/águas, sistemas solares térmicos e fotovoltaicos, iluminação a LED desde 2013, ...

Curso Secundário Tecnológico de Mecânica, Escola Secundária Avelar Brotero (ESAB) 1979-1982.

Formador externo desde 1996 (FORSIVA) e professor no Ministério da Educação desde 1998.

Inscrito na Ordem dos Engenheiros (OE) desde 20/12/1998.

Licenciatura em Eng.^a Mecânica pela Universidade de Coimbra (UC), 1997.

Mestre em Eng.^a Mecânica (pré-Bolonha), pela UC, 2008.

Engenheiro sénior da OE, 2013.

Técnico responsável de instalações eléctricas e geradores, inscrito na DGEG desde 2013.

Aluno do mestrado em Eng^a Electrotécnia, UC, de 2015 a 2017, (do 5º ano só falta a dissertação).

Doutorando em Construções Metálicas e Mistas, Eng.ª Civil, UC, de 2013 a 2017.

Realizou 70 cadeiras do ensino superior, incluindo 5 de doutoramento com média de 15 valores.

Especialista em Engenharia de Segurança da OE, 2021.

Coimbra 17/02/2021

Este e outros manuais estão disponíveis em www.marioloureiro.net/EnsinoFormacao.htm