

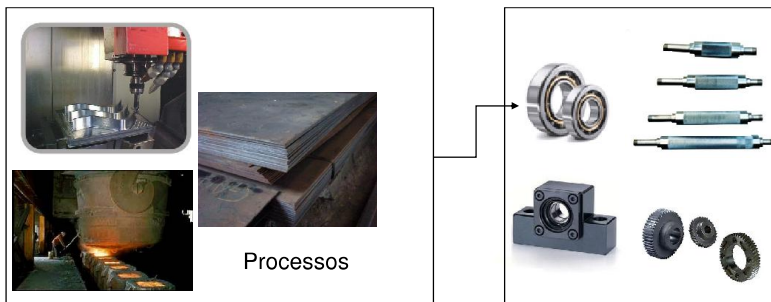
PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

INTRODUÇÃO:

- Existem diversas técnicas e procedimentos empregados visando a manufatura de elementos de máquinas, obviamente alguns fatores devem ser levado em consideração na escolha adequada deste processo.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

INTRODUÇÃO:



Diversos processos podem ser utilizados na manufatura dos elementos

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

INTRODUÇÃO:

- Alguns fatores se destacam:
 - Tipo de material empregado,
 - Finalidade,
 - Dimensões do elemento,
 - Precisão buscada,
 - Qualidade,
 - Custo.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

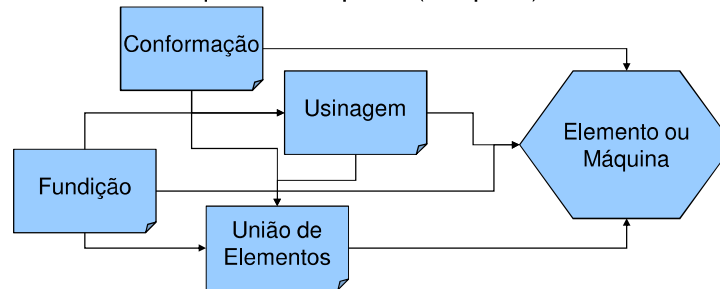
INTRODUÇÃO:

- Podemos dividir os processos de fabricação de elementos de máquinas da seguinte forma:
 - Fundição,
 - Conformação,
 - Usinagem,
 - União de elementos,
 - Uniões Fixas (Solda, Brasagem, Colagem)
 - Uniões Móveis (Rebites, Parafusos)

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

INTRODUÇÃO:

- Porém, muitas vezes o que acaba ocorrendo é uma junção de diversos métodos para a construção de um elemento ou aparato complexo (máquina).



PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

FUNDIÇÃO:

- O processo de fundição é definido como o conjunto de atividades requeridas para dar forma aos materiais (construção de elementos) por meio da sua fusão, conseqüente liquefação e seu escoamento ou vazamento para moldes adequados e posterior solidificação após resfriamento.
- Os métodos de fundição são muito antigos, sua importância é fundamental para o crescimento tecnológico desde os primórdios da humanidade. Seu aperfeiçoamento é contínuo, partindo desde pequenas peças fundidas artesanalmente às técnicas de siderurgia.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

FUNDIÇÃO:

- Esta técnica é muito empregada na construção de elementos de grandes dimensões. Ex.: Peças navais, blocos de motor (Necessário usinagem de retífica) entre outros.



Elementos normalmente produzidos pelo processo de fundição

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

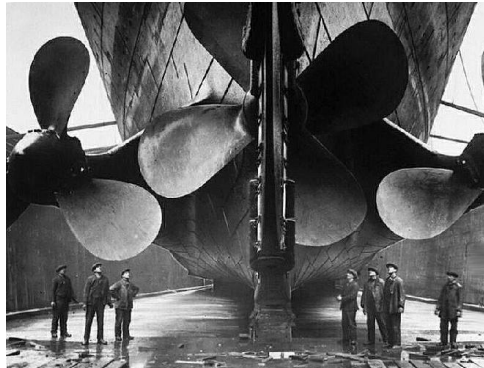
FUNDIÇÃO:



Elementos normalmente produzidos pelo processo de fundição

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

FUNDIÇÃO:



Elemento produzido pelo processo de fundição

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

FUNDIÇÃO:

- De maneira geral podemos listar as principais operações no processo de fundição:
 - Fabricação do modelo
 - Construção do molde
 - Fusão do metal
 - Esfriamento e solidificação
 - Desmoldagem
 - Acabamento e limpeza

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

FUNDIÇÃO:



Fundição de elementos em moldes

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

FUNDIÇÃO:



Fundição de Coroa – Cortesia Cestari

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Conformação é o processo mecânico onde se obtém peças através da compressão de metais sólidos em moldes, utilizando a deformação plástica da matéria-prima para o preenchimento das cavidades dos moldes.

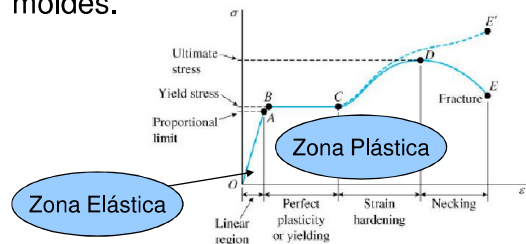


Diagrama de tensão e deformação

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Esta técnica é muito empregada na construção de elementos de dimensões médias a pequenas. Ex.: Peças automotivas, elementos com espessura relativamente pequenas ou quando se deseja bom acabamento sem a necessidade de usinagem posterior.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- O processo pode ser executado:
 - Com aquecimento (A Quente),
 - Sem aquecimento (A Frio).

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- O aquecimento da matéria-prima, visa facilitar o processo ou modificar as características mecânicas da peça final. Com conformação a quente pode-se conformar peças com menos gasto de energia (maior produtividade), não sendo necessário muitas vezes um tratamento térmico, pois a conformação a quente é feita com temperaturas acima do ponto crítico do diagrama ferro-carbono, assim nessa temperatura a estrutura se recristaliza simultaneamente com deformação sofrida.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Com aquecimento,



Conformação a quente manual e mecanizada

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Na conformação a frio temos a vantagem de ter um melhor acabamento final na peça, o material da peça tende a ficar encruado, isso ajuda a aumentar a resistência mecânica, mas diminui a ductilidade.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Sem aquecimento (A Frio),



Conformação a frio de peça automotiva

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Existem diversos processos unitários de conformação mecânica, desenvolvidos para aplicações específicas, sendo que atinge atualmente algumas centenas. Não obstante, é possível classificá-los num pequeno número de categorias, com base em critérios tais como: o tipo de esforço que provoca a deformação do material, a variação relativa da espessura da peça, o regime da operação de conformação, o propósito da deformação.

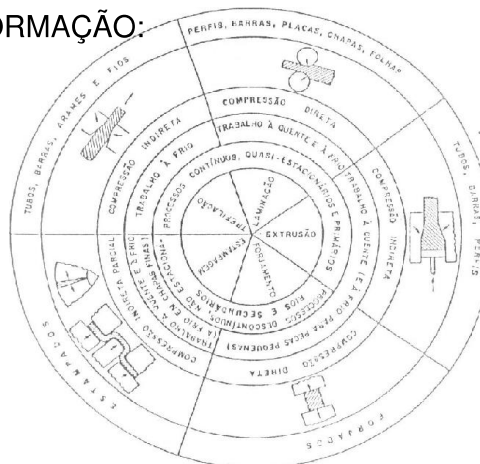
PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Basicamente, os processos de conformação mecânica podem ser classificados em:
 - Forjamento,
 - Estampagem,
 - Trefilação,
 - Laminação,
 - Extrusão.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:



Esquema simplificado da classificação dos processos de conformação

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Forjamento: conformação por esforços apenas compressivos tendendo a fazer o material assumir o contorno da ferramenta conformadora, chamada matriz ou estampo.

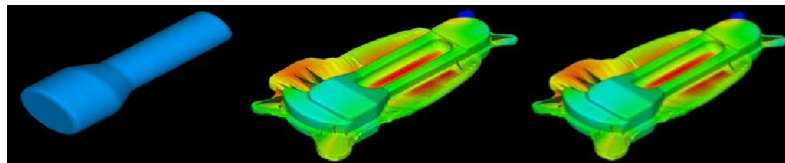


Forjamento de talheres e peça automotiva

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Forjamento:

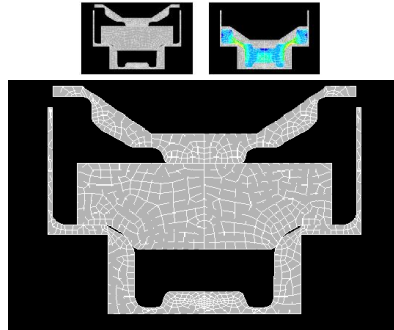


Simulação de um processo de forjamento

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Forjamento:



Simulação de um processo de forjamento

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Forjamento:



Processo de forjamento de uma ferramenta

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Estampagem: esta conformação ocorre pela ação de um estado combinado de tensões, o qual inclui altas forças compressivas em pelo menos uma das direções principais. As forças externas aplicadas sobre a peça podem ser tanto de tração quanto de compressão, mas as que efetivamente provocam a conformação plástica do metal são de compressão indireta, desenvolvidas pela reação da matriz sobre a peça.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Estampagem: neste processo de fabricação geralmente são utilizadas chapas, podendo estas ser cortadas, dobradas ou embutidas (repuxadas). Este é um processo muito utilizado pois é muito versátil, rápido e adaptável em produção em larga escala.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Estampagem:



Prensa industrial utilizada na estampagem de peças automotivas

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Estampagem:

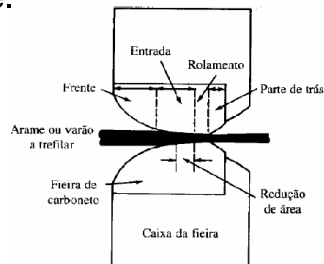


Produção de um elemento de fixação por estampo progressivo

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Trefilação: redução da seção transversal de uma barra, fio ou tubo, “puxando-se” a peça através de uma ferramenta (fieira ou trefila) com forma de canal convergente.



Seção de uma matriz de trefilagem

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Trefilação:



Cortesia Trefilação Bandeirantes

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Trefilação:



Cortesia Trefilação Bandeirantes

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

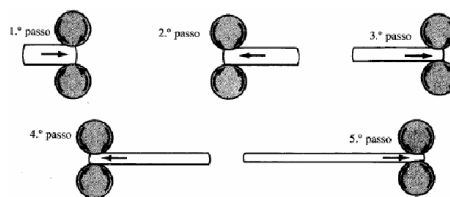
CONFORMAÇÃO:

- Laminação: processo de conformação mecânica que consiste em modificar a seção transversal de um metal na forma de barra, lingote, placa, fio, ou tira, etc., pela passagem entre dois cilindros com geratriz retilínea (laminação de produtos planos) ou contendo canais entalhados de forma mais ou menos complexa (laminação de produtos não planos), sendo que a distância entre os dois cilindros deve ser menor que a espessura inicial da peça metálica.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Laminação: é um processo de transformação mecânica de metais muito utilizado pois, apresenta alta produtividade e um controle dimensional do produto acabado que pode ser bastante preciso.



Processo de laminação

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

- Laminação:



Processo de laminação – Cortesia CBA

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

CONFORMAÇÃO:

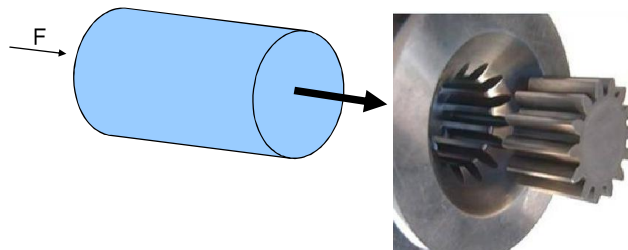
- Extrusão: A extrusão é um processo de produção de componentes mecânicos de forma semi-contínua onde o material é forçado através de uma matriz conformadora adquirindo assim a forma pré determinada pelo projetista da peça. O produto pode ser componentes para automóveis, bicicletas, motocicletas, maquinário pesado ou uma barra, perfil ou tubo.

Os materiais mais utilizados no processo de extrusão são os não-ferrosos (Alumínio, cobre, magnésio, chumbo e polímeros em geral).

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

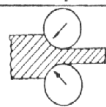
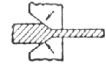
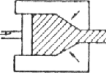
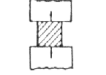
CONFORMAÇÃO:

- Extrusão:

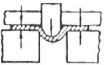
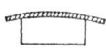
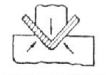
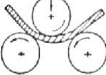
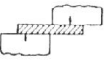


Representação de um processo de extrusão

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Processo	Força Preponderante	Trabalho		Ilustração	Semi-produtos ou produtos	
		a quente	a frio		Aços	Não-ferrosos
Laminação	Compressão direta	x			Placas Chapas Barras Perfis	Placas Chapas Barras
			x		Chapas	
Trefilação	Compressão indireta		x		Barras Arames Fios	Barras Arames Fios Tubos
Extrusão	Compressão indireta	x			Tubos	Barras Tubos Perfis
			x		Peças pequenas extrudadas	Peças longas extrudadas
Forjamento	Compressão direta	x			Peças forjadas	
			x		Peças pequenas forjadas	

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Processo	Força Preponderante	Trabalho		Ilustração	Semi-produtos ou produtos	
		a quente	a frio		Aços	Não-ferrosos
Estampagem (profunda)	Compressão indireta em parte	x			Peças grandes estampadas (a partir de placas)	
			x		Peças de chapas estampadas	
Estiramento de chapas	Tração		x		Peças de chapas estiradas	
Dobramento	Flexão	x	x		Peças de chapas e tiras dobradas	
Calandragem	Flexão		x		Tubos	
Corte	Cisalhamento	x	x		Peças cortadas de chapas ou perfis pequenos diversos	

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Todos os conjuntos mecânicos que nos cercam são formados por uma composição de peças: eixos, anéis, discos, rodas, engrenagens, juntas suportes, parafusos, carcaças entre outros. Para que essas peças sirvam às necessidades para as quais forma fabricadas, elas devem ter exatidão de medidas e um determinado acabamento em sua superfície.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

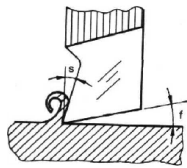
USINAGEM:

- Grande parte das referências bibliográficas sobre processos de fabricação relatam que é possível fabricar essas peças de dois modos: sem produção de cavacos, como nos processos metalúrgicos (fundição, laminação, trefilação, etc) e com produção de cavacos, o que caracteriza todos os processos de usinagem.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- O termo usinagem compreende todo processo mecânico onde a peça é o resultado de um processo de remoção de material. Este processo não exclui um processo anterior, como por exemplo, conformação e outros.



Processo de remoção de material por ferramenta

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- A usinagem começou em tempos remotos com processos totalmente manuais e hoje em dia evolui muito com o uso de máquinas de alta precisão, por exemplo chamadas CNC (com comando numérico central), que são controladas por computador. A precisão destas máquinas chega a ser tão pequena quanto 1 micrometro (μm). Para se ter uma idéia, um fio de cabelo tem o diâmetro de 80 μm .

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:



Equipamentos CNC – Cortesia Haas

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- A usinagem atende, hoje em dia, a diversos mercados, como industrial, automotivo, naval, aeroespacial, eletrônico, eletrodomésticos entre outros.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Na maioria dos casos, as peças fabricadas por fundição forjamento necessitam de alguma operação posterior de usinagem. O que acontece é que geralmente essas peças apresentam superfícies grosseiras que precisam de melhor acabamento. Além disso, elas também deixam de apresentar saliências, reentrâncias, furos com rosca e outras características que só podem ser obtidas por meio de processos de usinagem.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Existem vários processos de usinagem, dentre os principais:



- Corte,



- Furação,



- Torneamento,



- Aplainamento,



- Fresagem.

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Corte:

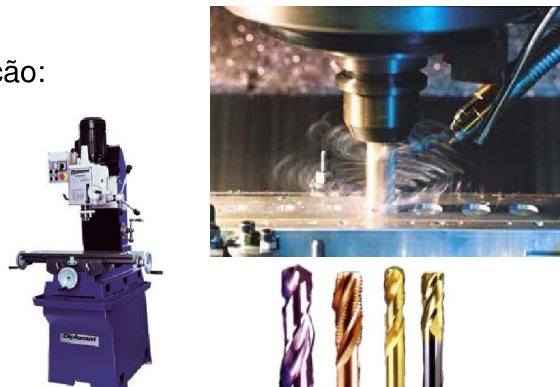


Corte de material metálico

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Furação:

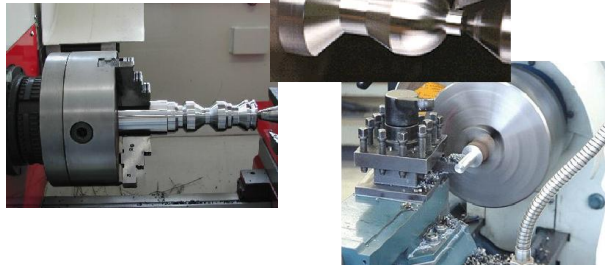


Furação em material metálico

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Torneamento:



Torneamento de material metálico

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Aplainamento:

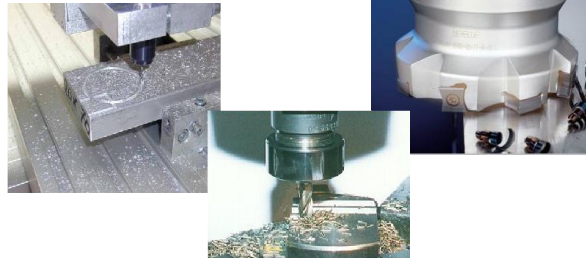


Aplainamento de material metálico

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Fresagem:

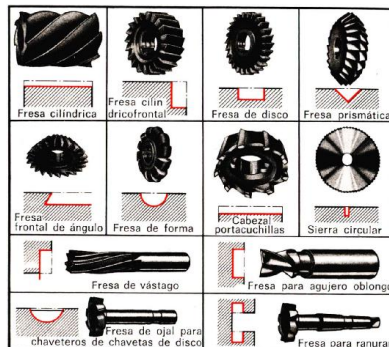


Fresagem de material metálico

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Fresagem:

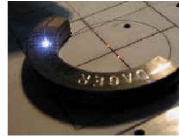


Ferramentas de fresagem

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

USINAGEM:

- Outras técnicas:
 - Eletroerosão
 - Laser,
 - Plasma
 - Jato d'água



Outras técnicas de usinagem

PROCESSOS INDUSTRIAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

EXERCÍCIO

Desafio:

Pesquisar informações sobre as técnicas de usinagem (Eletroerosão, Laser, Plasma e Jato d'água).