

PROJETO MECÂNICO (SEM 0347)

Notas de Aulas v.2023

Aula 05 – Design em Máquinas

Professor: Carlos Alberto Fortulan

Objetivo: Sensibilizar o aluno pela importância ao design

Um quesito importante na qualidade total de uma máquina é sua **aparência** externa, a **ergonomia** e **segurança** para o operador.

A consideração do design no desenvolvimento de uma máquina traz novos sentimentos que melhoram o conceito de máquina e a área de trabalho.

E por último, mas não menos importante, um bom design contribui para aumentar a competitividade.

Na Itália o oposto de belo não é feio

é:

Desprezível

“Autor desconhecido”

A *forma* segue a *função*





Design

“O design é uma atividade **especializada** de caráter **técnico-científico**, **criativo** e **artístico**, com vistas à concepção e desenvolvimento de projetos de objetos e mensagens visuais que equacionem sistematicamente dados ergonômicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e estéticos, que atendam concretamente às necessidades humanas.”

(Projeto de Lei nº 1.965, de 1996, que visa regulamentar a profissão no Brasil)

Design em Máquinas

Relação:

Máquinas x *Operadores*

```
import sh.geometry;
import sh.net.*;
import sh.media.*;
import sh.utils.Time;

// ... (repeated code) ...

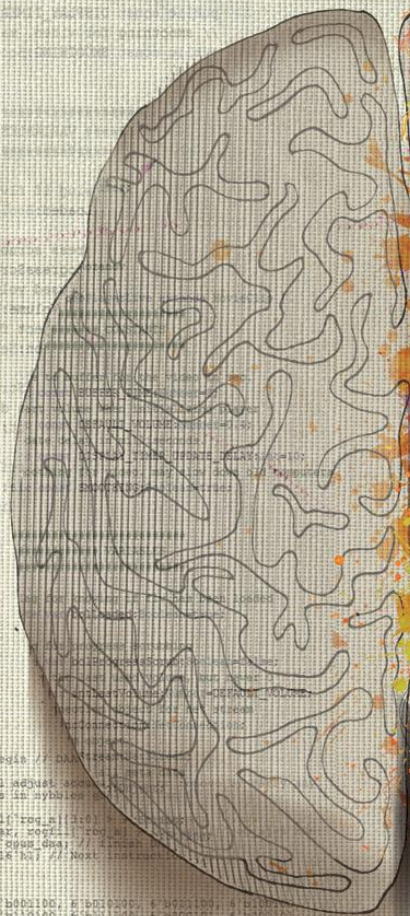
end

// ... (repeated code) ...

end
```

Left brain

I am the left brain.
I am a scientist. A mathematician.
I love the familiar. I categorize. I am accurate. Linear.
Analytical. Strategic. I am practical.
Always in control. A master of words and language.
Realistic. I calculate equations and play with numbers.
I am order. I am logic.
I know exactly who I am.



Right brain

I am the right brain.
I am creativity. A free spirit. I am passion.
Yearning. Sensuality. I am the sound of roaring laughter.
I am taste. The feeling of sand beneath bare feet.
I am movement. Vivid colors.
I am the urge to paint on an empty canvas.
I am boundless imagination. Art. Poetry. I sense. I feel.
I am everything I wanted to be.





Left brain

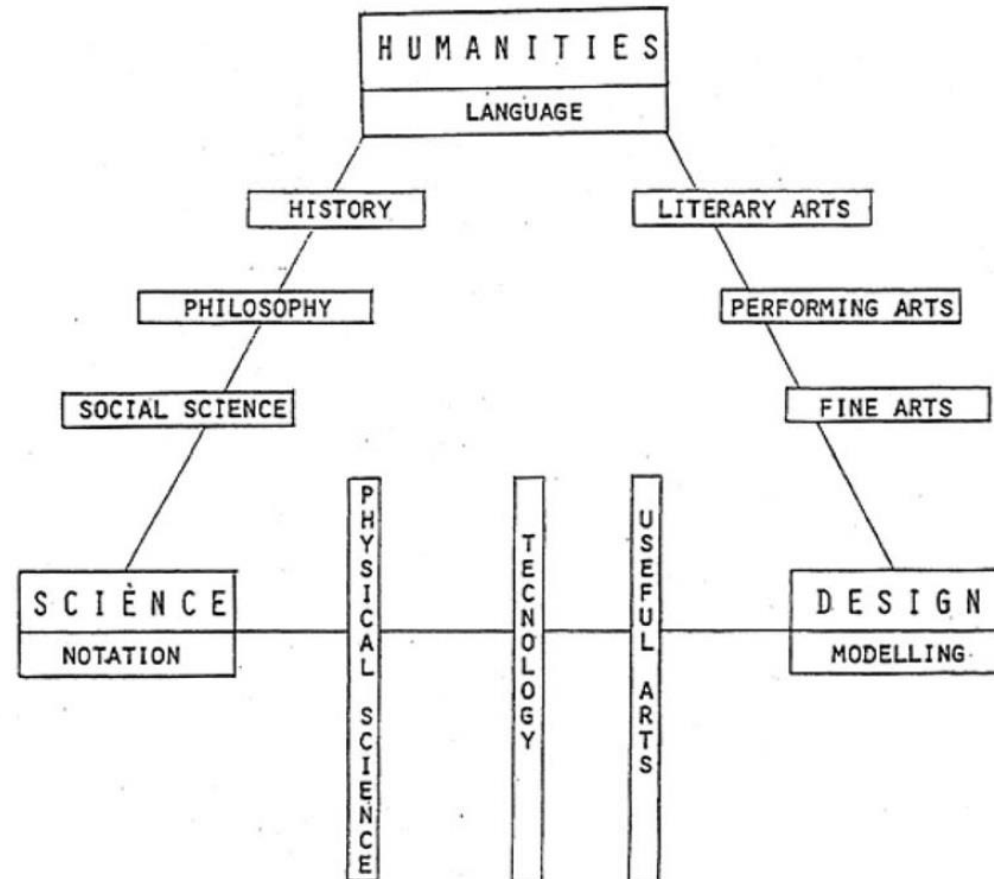
I am the left brain.
I am a scientist. A mathematician.
I love the familiar. I categorize. I am accurate. Linear.
Analytical. Strategic. I am practical.
Always in control. A master of words and language.
Realistic: I calculate equations and play with numbers.
I am order. I am logic.
I know exactly who I am.

Right brain

I am the right brain.
I am creativity. A free spirit. I am passion.
Yearning. Sensuality. I am the sound of roaring laughter.
I am taste. The feeling of sand beneath bare feet.
I am movement. Vivid colors.
I am the urge to paint on an empty canvas.
I am boundless imagination. Art. Poetry. I sense. I feel.
I am everything I wanted to be.

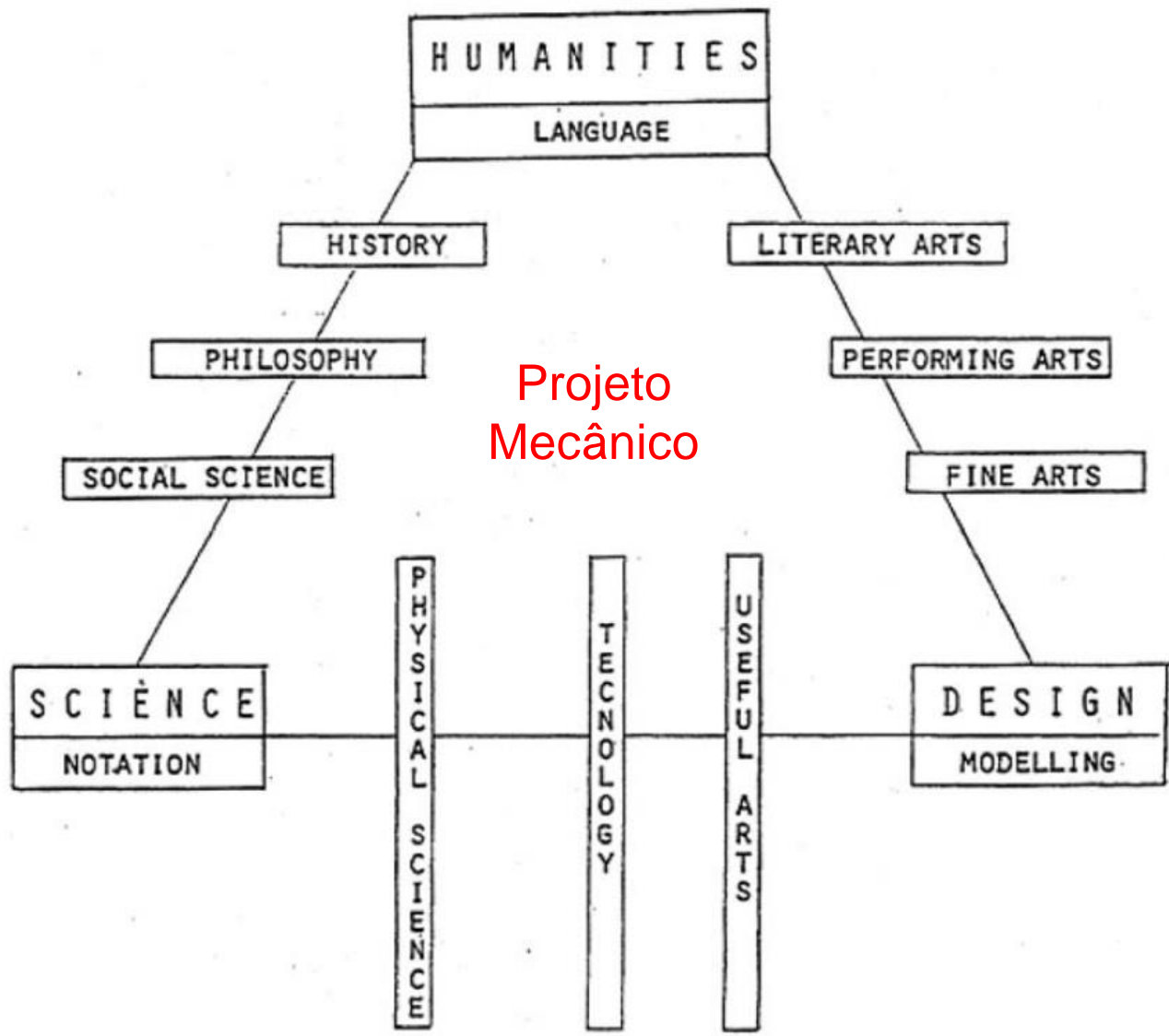


Em 1979, **Bruce Archer**, considerou o design como uma **terceira cultura**, ao lado das ciências humanas e da ciência



Bruce Archer's representation of design as the third culture [3]

David Andrews, sugere ainda uma adaptação onde o design de engenharia deve ser colocado no centro do triângulo de **Bruce Archer**, porque requer não apenas modelos visuais e matemática, mas também linguagem verbal. Se o projeto de engenharia está sendo adequadamente praticado, o designer deve ser adepto aos três meios de comunicação humana.



Bruce Archer's representation of design as the third culture [3]

6 Princípios do design:

- ✓ Unicidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;
- ✓ Ênfase;
- ✓ Similaridade / Contraste.

6 Princípios do Design:

✓ Unidade / harmonia;







- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ **Balanço;**





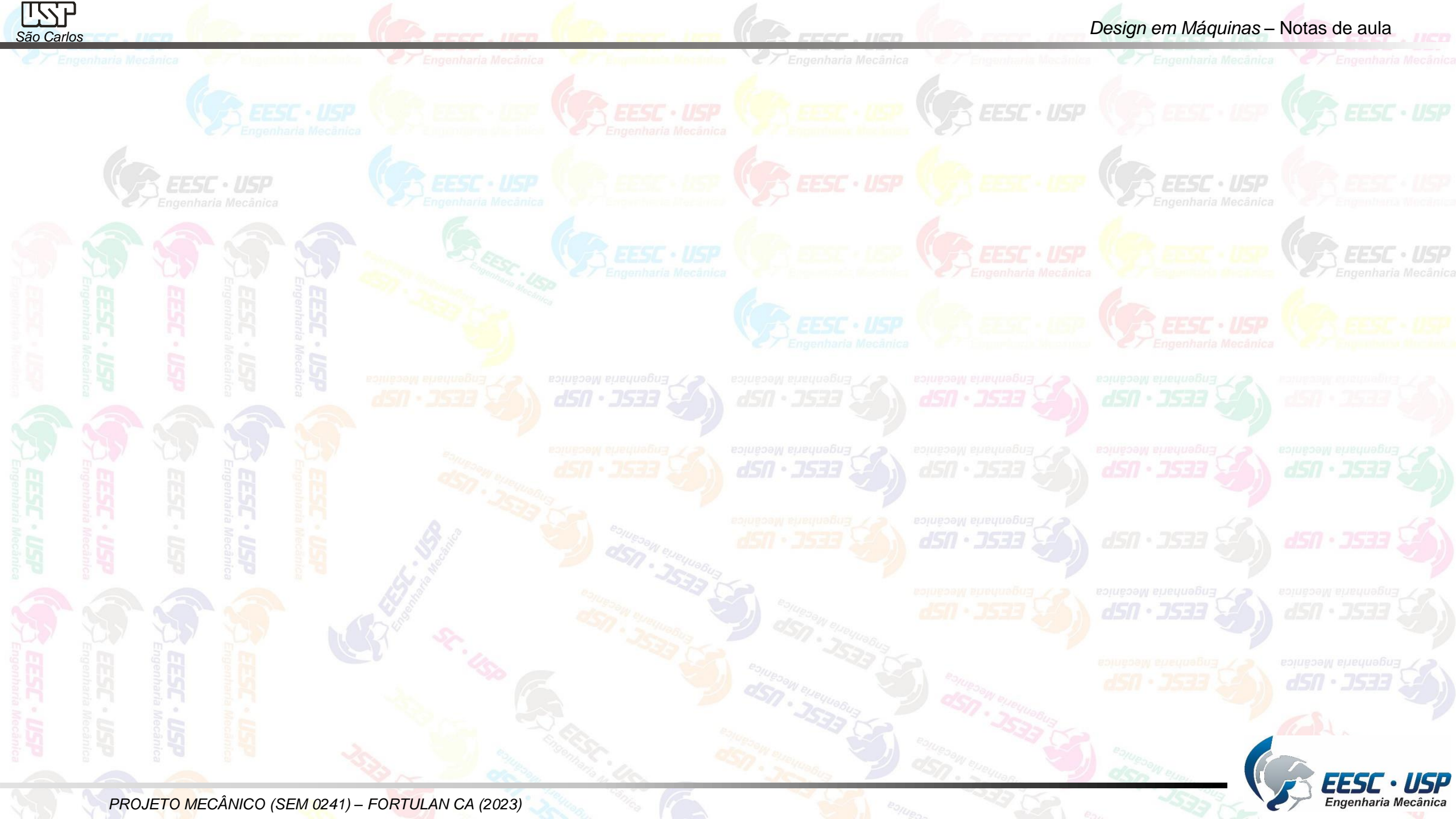
- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;





- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;





- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;
- ✓ Ênfase



- ✓ Unidade / harmonia;
- ✓ Balanço;
- ✓ Hierarquia;
- ✓ Escala/Proporção;
- ✓ Ênfase
- ✓ Similaridade / Contraste.



Textura



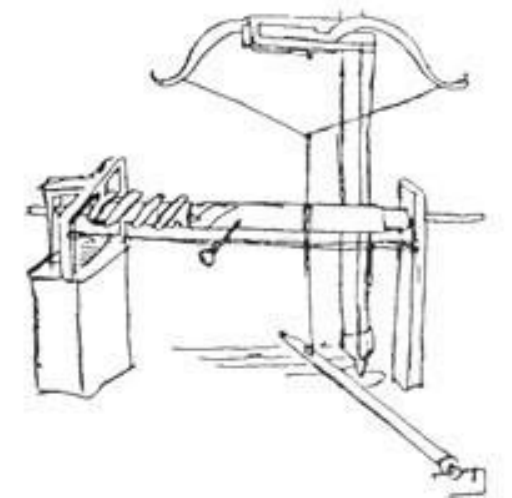
Evolução do Design das Máquinas Ferramentas ≤SEC XV



Balancim de Nicholas Briot (1626), projetado por Leonardo da Vinci,

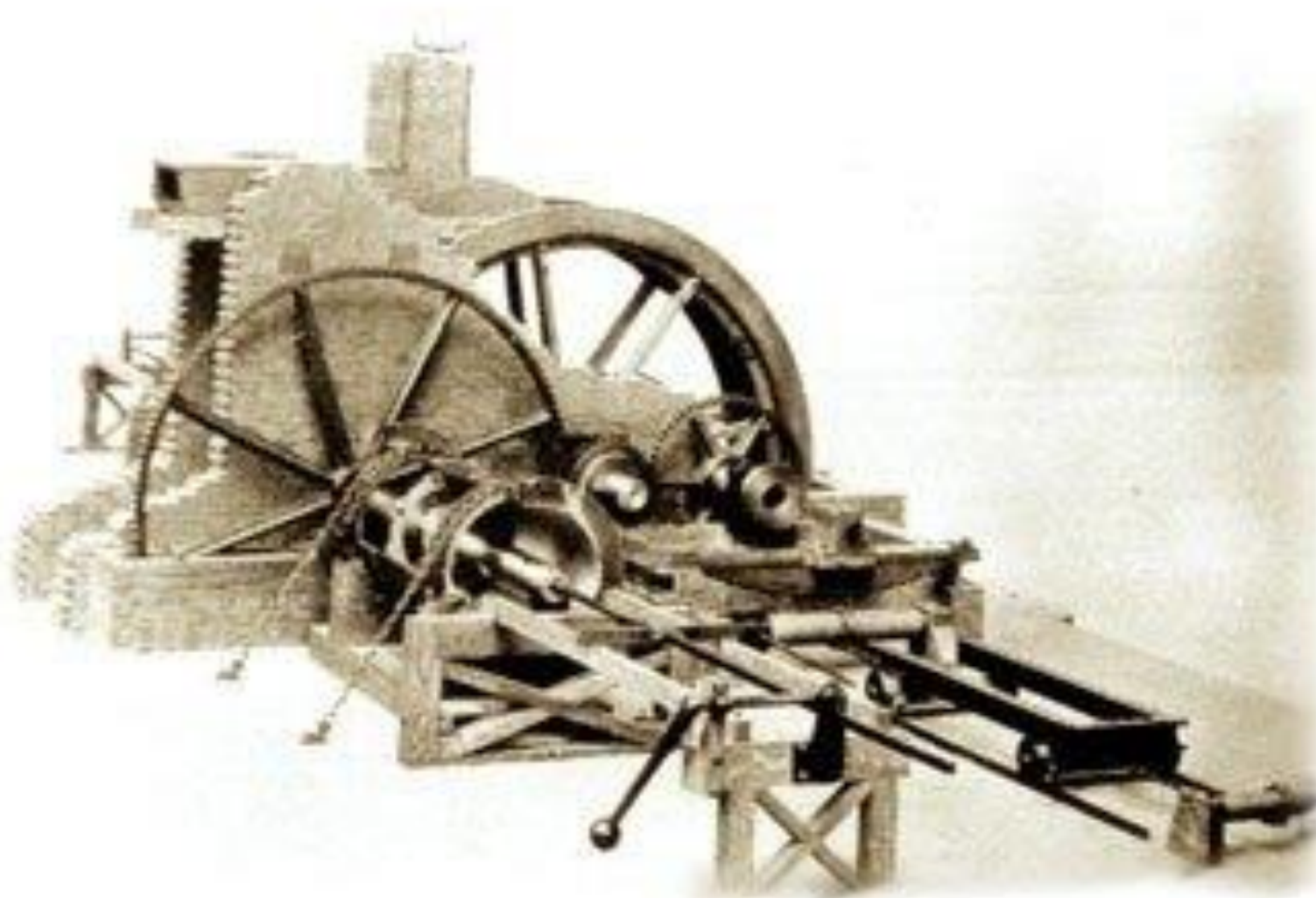


Torno de Gravação equipada com ARC (1435), princípio de operação ainda em uso em alguns países

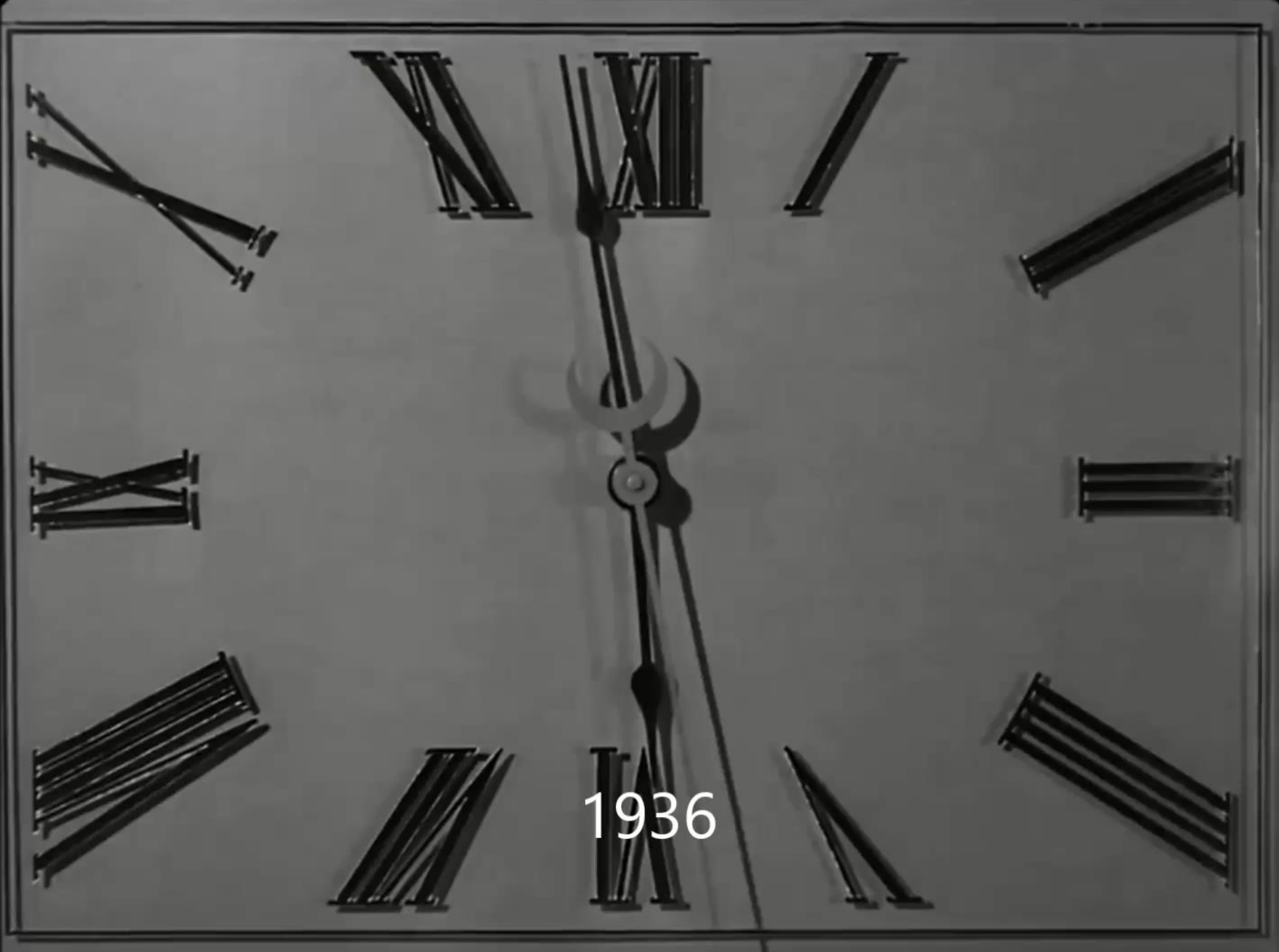


Esboço de um **torno de pedal** e duplo polo de Leonardo da Vinci, que não conseguiu construir devido à falta de meios (século XV)

Século 18 novas fontes de energia (vapor)



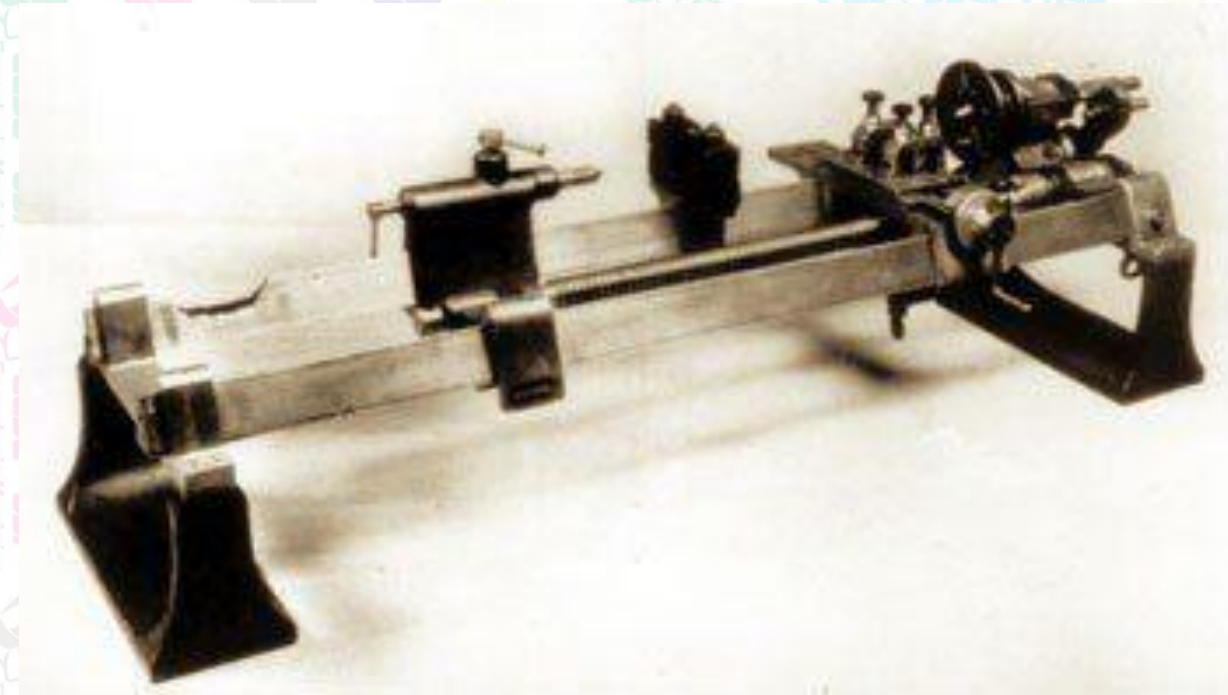
1775, Perfuradora Wilkinson,
propulsão hidráulica
encomenda por James Watt.



1936

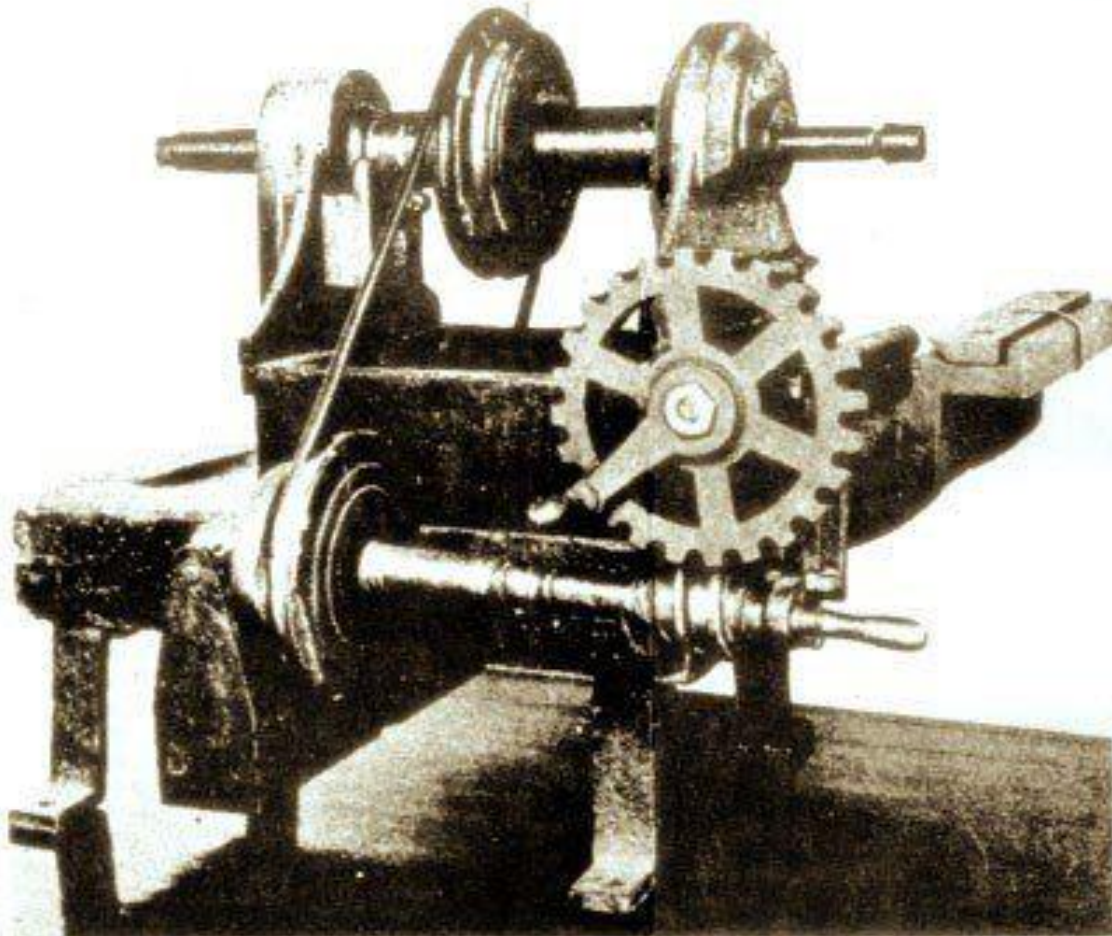
Século 19: desenvolvimento Industrial

Em 1800, Mudsley → primeiro torno feito inteiramente do metal para fabricação de fusos de potência. (10 anos para padrão satisfatório).



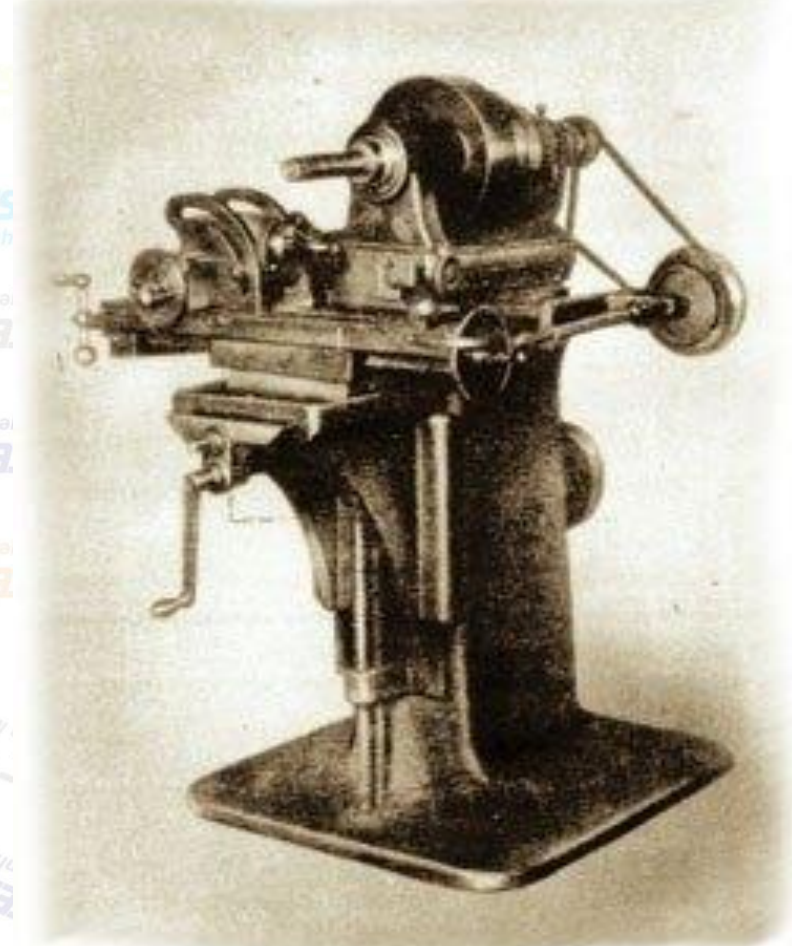
- Sistemas de medidas

1797 - **Torno Maudslay**, marcou uma nova era cuja influência na máquina-ferramenta britânica, durou grande parte do século XIX.



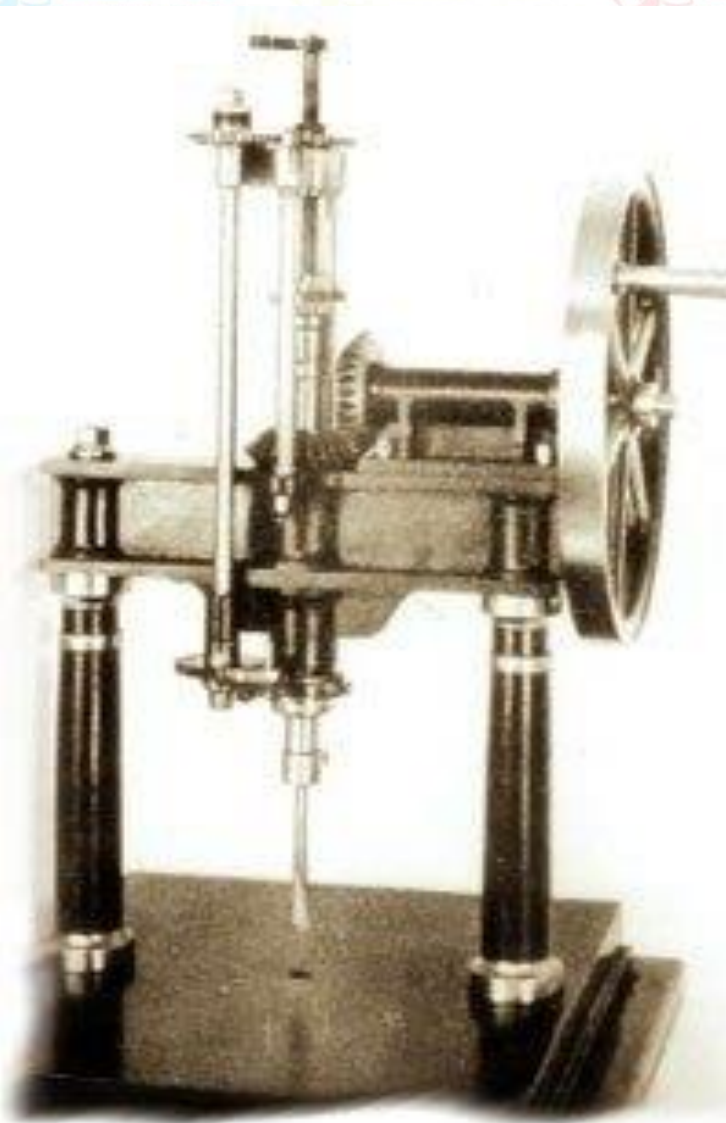
1862 Joseph R. Brown, primeira máquina de usinagem universal.

Equipada com divisor, mesa XY automática com a implementação do acoplamento Cardan



1818 Hitney Co, construído em para produzir rifles durante a guerra da independência americana. O eixo poderia ser desengatado com o uso de uma coroa dentada.

Século 20 até 1940 – busca pela precisão



1938, Furadeira totalmente metálica, propulsão manual construída por Nasmyth

(Science Museum, Londres).



Observem as roupas....

1920 – linha de montagem



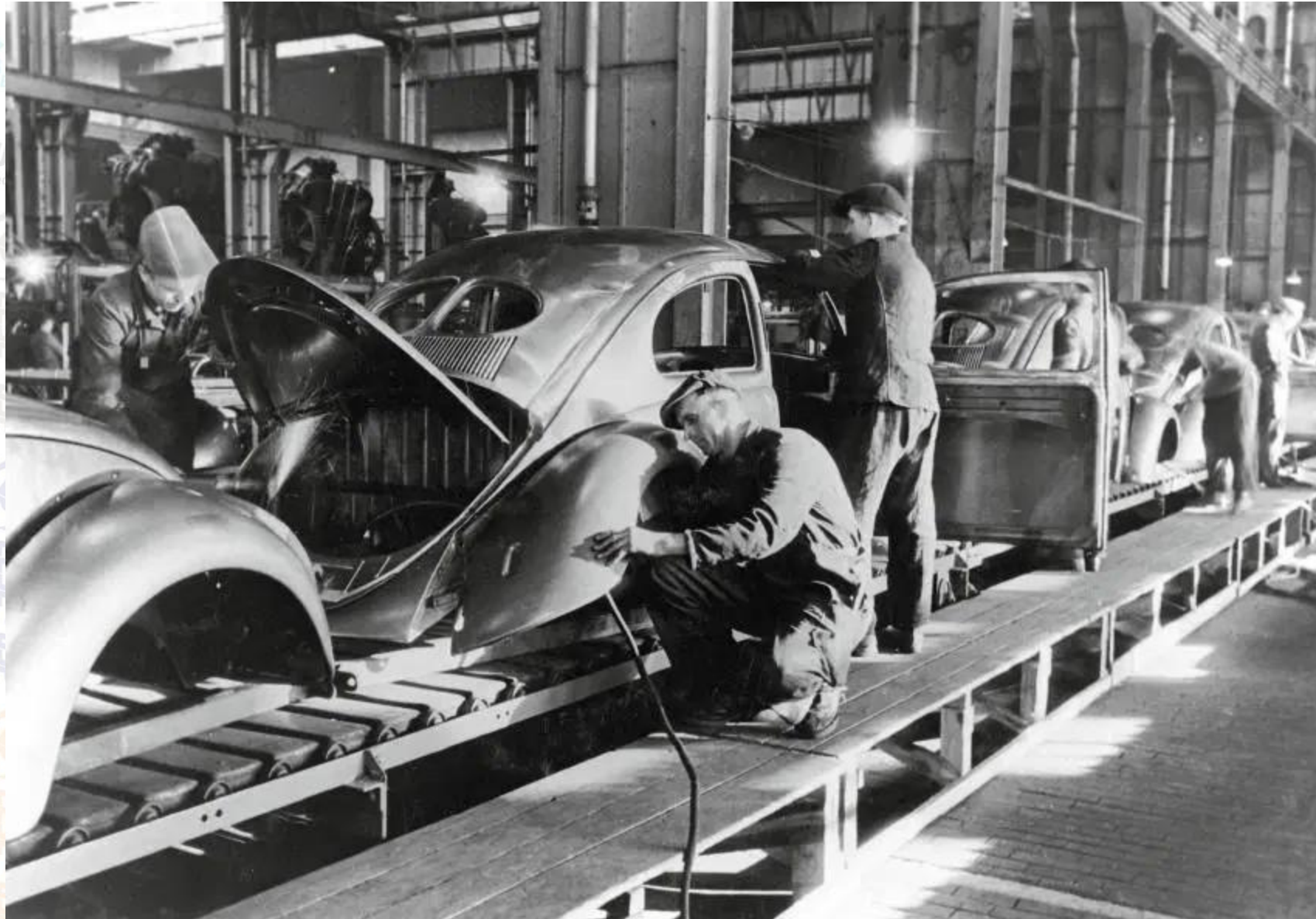
Observem o esforço....

https://www.google.com.br/search?biw=1920&bih=974&tbm=isch&sa=1&q=factory+plant+1940&oq=factory+plant+1940&gs_l=psy-ab.3...6369.7250.0.8974.4.4.0.0.0.82.188.4.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.0.0.krwxSSU6OXo#imgrc=y22loZC5gXdTAM:

Fusca – Década de 50









1959



<https://www.allpar.com/world/canada.html>

1959

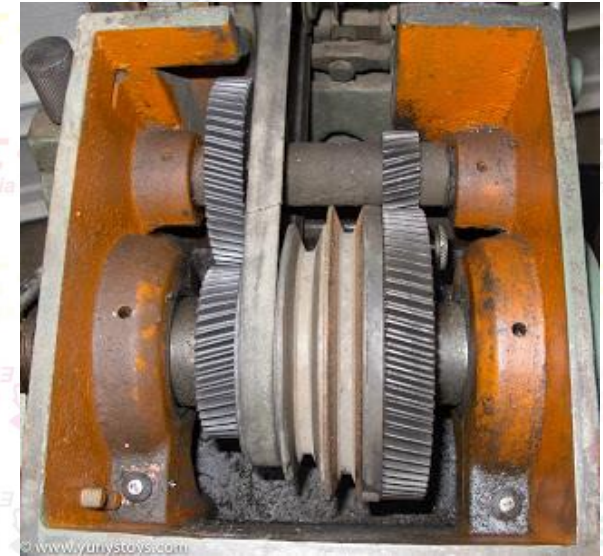


WCAP final assembly line in 1959 at allpar.com
Larry Monkhouse photo

<https://www.allpar.com/world/canada.html>



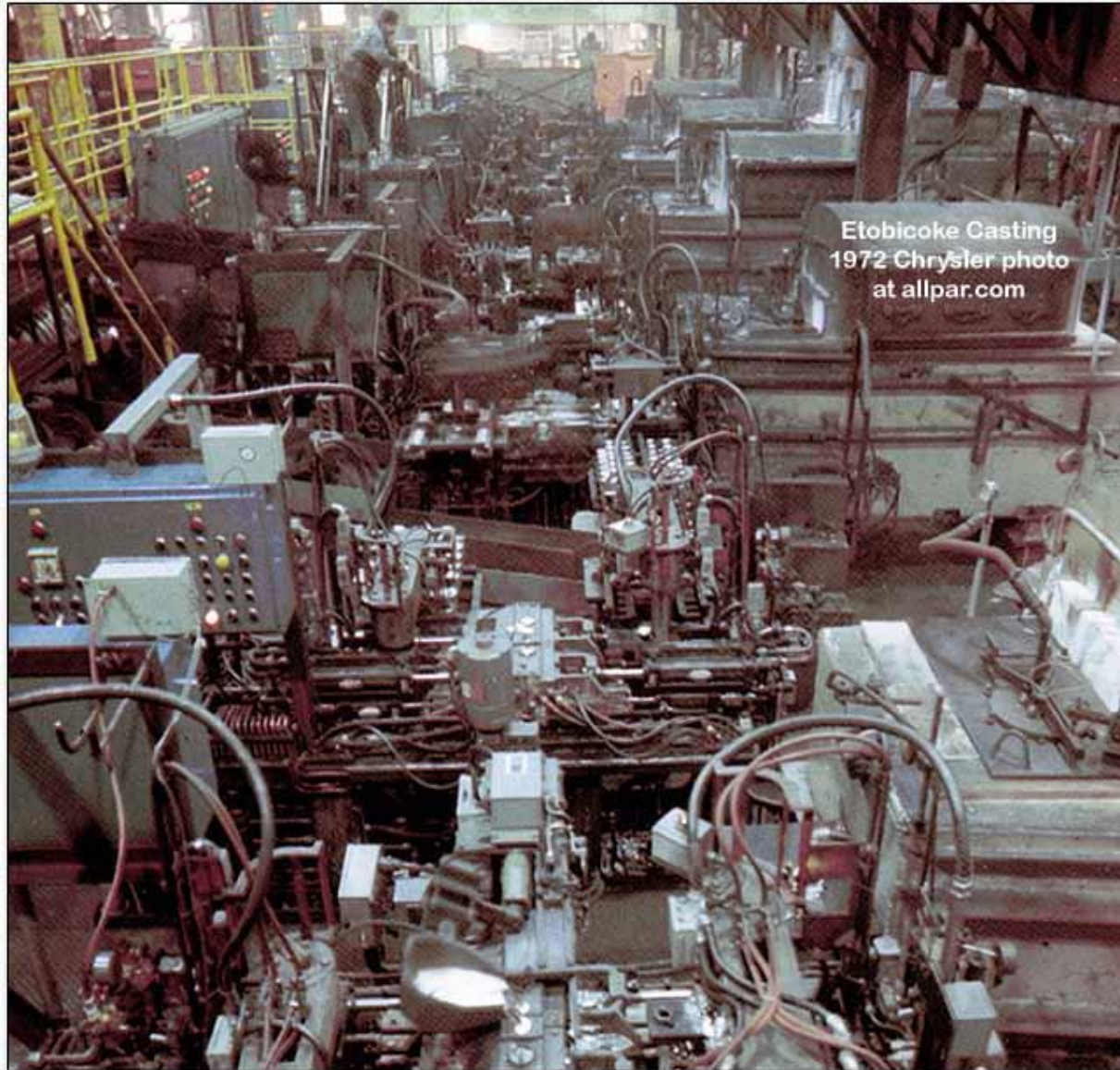
Anos 70

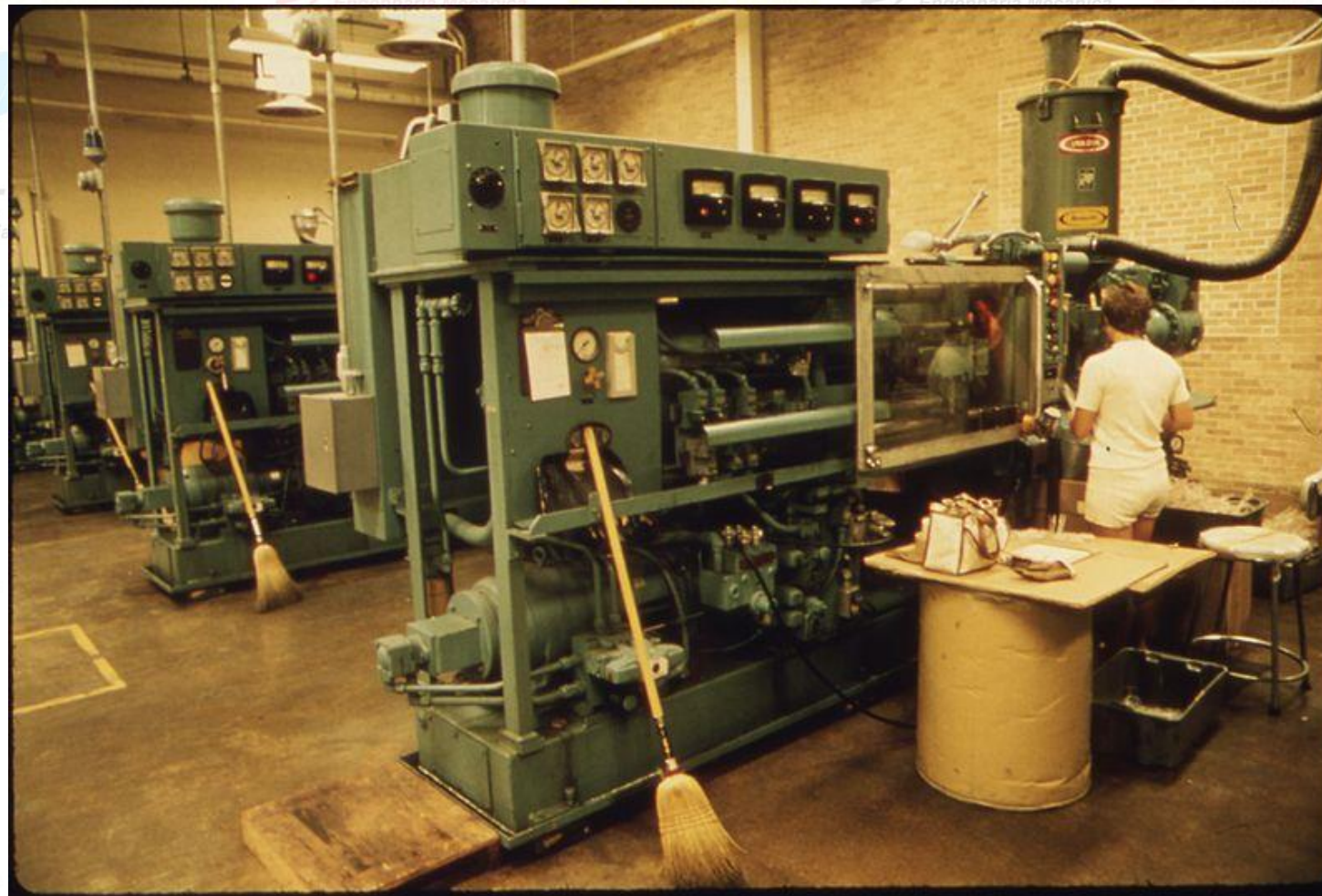


Observem as cores da máquina....

<http://www.yuriystoys.com/2013/01/my-new-30-year-old-jet-1024-lathe.html>

1972





Observem: carenagem, cores, roupas, ergonomia, ambiente....

3M CO.(MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:INTERIOR_OF_THE_3M_CO.\(MINNESOTA_MINING_AND_MANUFACTURING\)_PLANT_SHOWING_A_MACHINE_BEING_MONITORED_BY_AN_EMPLOYEE._3M..._-_NARA_-_558371.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:INTERIOR_OF_THE_3M_CO.(MINNESOTA_MINING_AND_MANUFACTURING)_PLANT_SHOWING_A_MACHINE_BEING_MONITORED_BY_AN_EMPLOYEE._3M..._-_NARA_-_558371.jpg)

Anos 80



Observem: carenagem, cores, ergonomia,....



1985, Torno Okuma CNC 2-Axis, 12 posições do castelo, carregamento robótico.



Alesa Monti MCS100 5-Axis CNC Horizontal Boring Mill '80s/'90s



Building minivans at Windsor

Larry Monkhouse photo at allpar.com

1984 - <https://www.allpar.com/world/canada.html>

Anos 90



<http://todaysmachiningworld.com/magazine/how-it-works-why-swiss/>

Anos 2000



Haas Company

Anos 2000





Observem: cores, roupas, ergonomia, ambiente....



2010
LA MACHINES

Engenharia
EESC · USP
Engenharia Mecânica
EESC · USP
Engenharia Mecânica
EESC · USP
Engenharia Mecânica
EESC · USP
Engenharia Mecânica
EESC · USP
Engenharia Mecânica

Antes de 1980 as máquinas costumavam ter cores cinza escuras ou pretas, para ocultar sujeiras de óleo ou graxa, a tinta era espessa também para encobrir defeitos de acabamento prévio.

Hoje, ao contrário, a **cor** da **pintura** busca destacar a sujeira para incentivar a limpeza e de fina espessura para garantir o correto acabamento prévio.

Cor

A cor, o tom e o brilho têm grande efeito sobre mentalidade e filosofia humana, nas máquinas tem várias funções:

- ✓ **Estética** (bela, decente, harmoniosa e moderada);
- ✓ **Sinalização**,
- ✓ **Setores de trabalho**;
- ✓ **Limpeza**;
- ✓ **Representa o nível científico/tecnológico e sua precisão**;
- ✓ **Marca** (Marketing);
- ✓ **Confabilidade**;
- ✓ **Perigo!**

Ergonomia

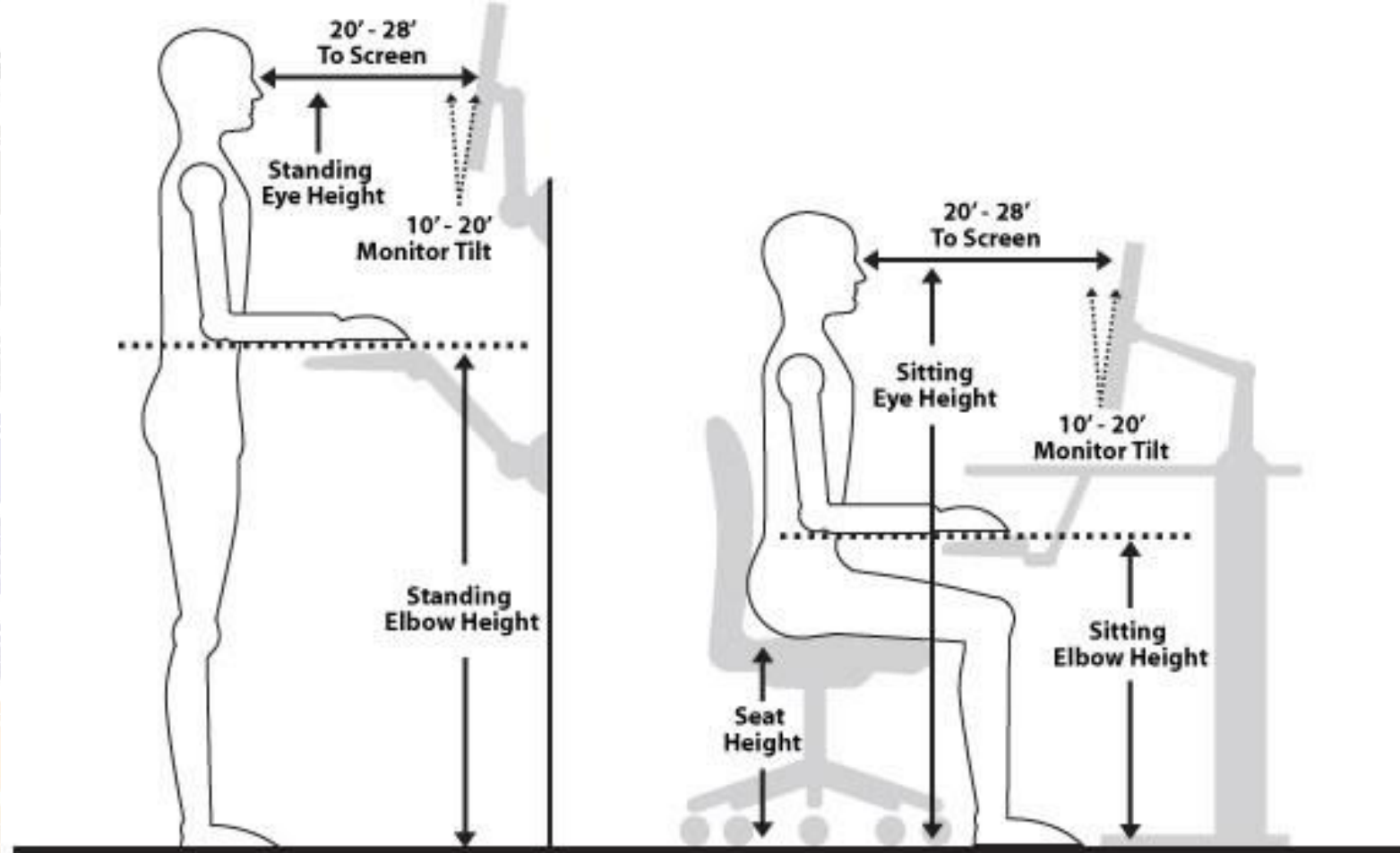
NR 17

NR17-Ergonomia

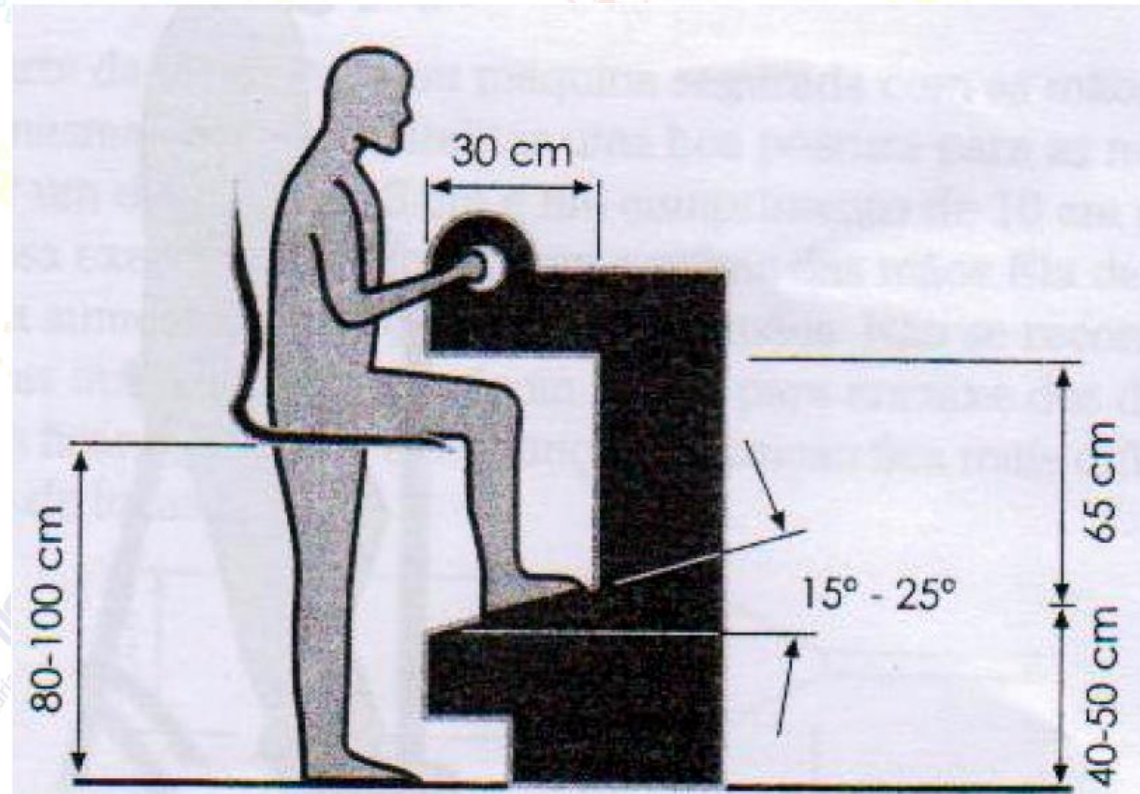
17.1. **Norma** Regulamentadora que visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um **máximo de conforto, segurança** e desempenho eficiente.

17.3.2. Para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de **boa postura, visualização e operação** e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;
- b) ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;
- c) ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.



Posto de trabalho



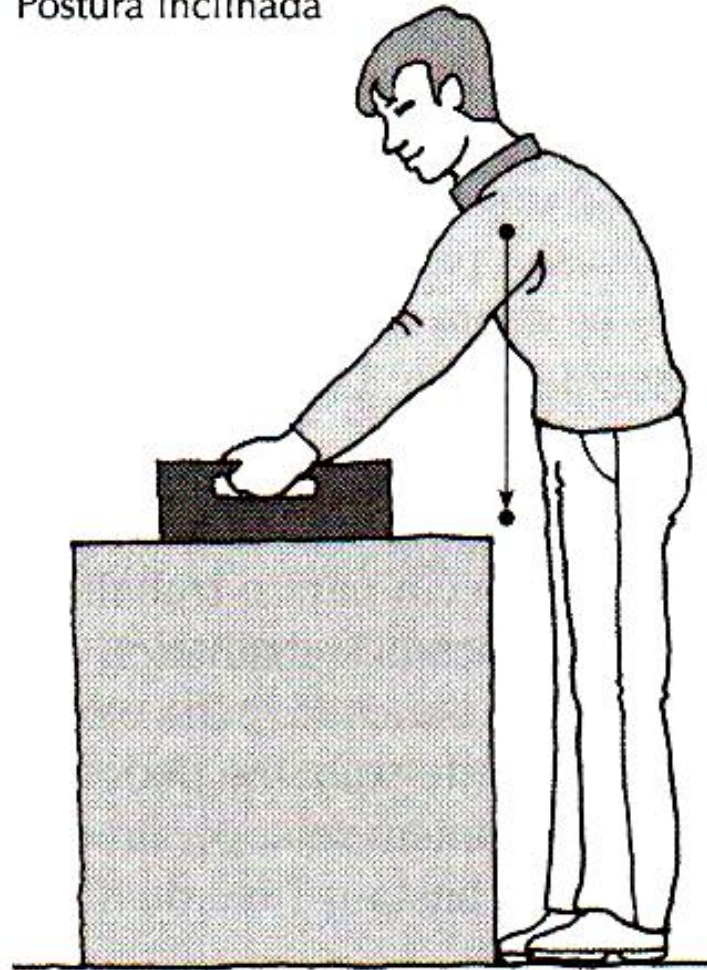
DUL e WEERDMEESTER, 2004

17.3.2.1. Para trabalho que necessite também da **utilização dos pés**, além dos requisitos estabelecidos no subitem 17.3.2, os pedais e demais comandos para acionamento pelos pés devem ter **posicionamento e dimensões que possibilitem fácil alcance, bem como** ângulos adequados entre as diversas partes do corpo do trabalhador, em função das características e peculiaridades do trabalho a ser executado.

17.4.1. Todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar **adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores** e à natureza do trabalho a ser executado.

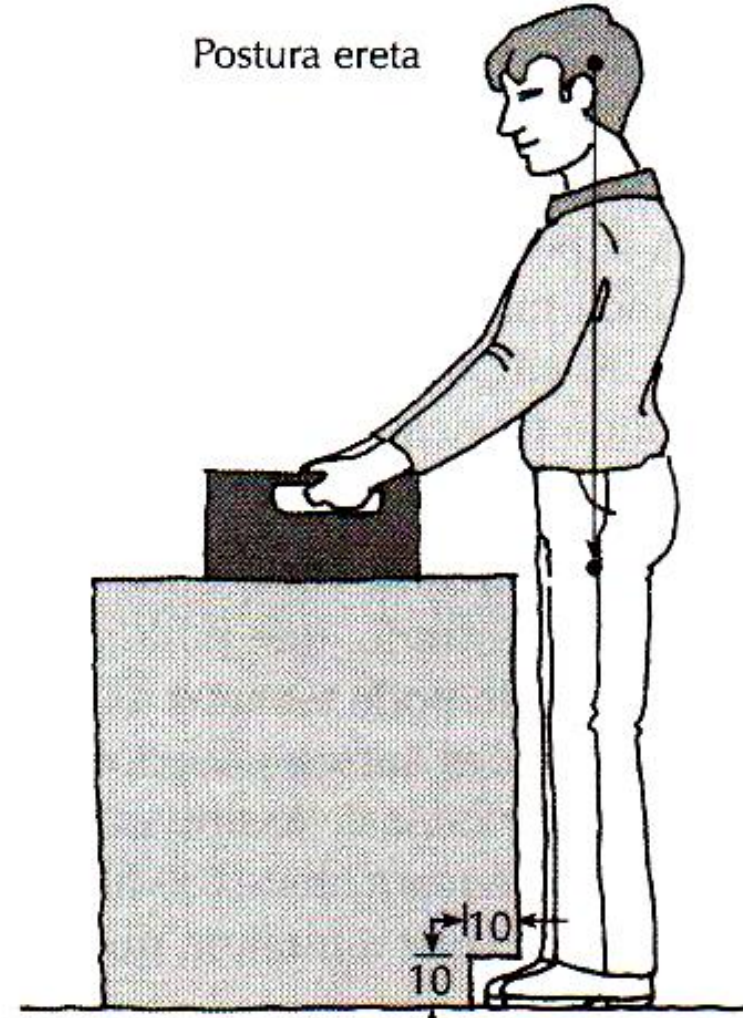
Ergonomia

Postura inclinada



Sem espaço para os pés

Postura ereta



Com espaço para os pés

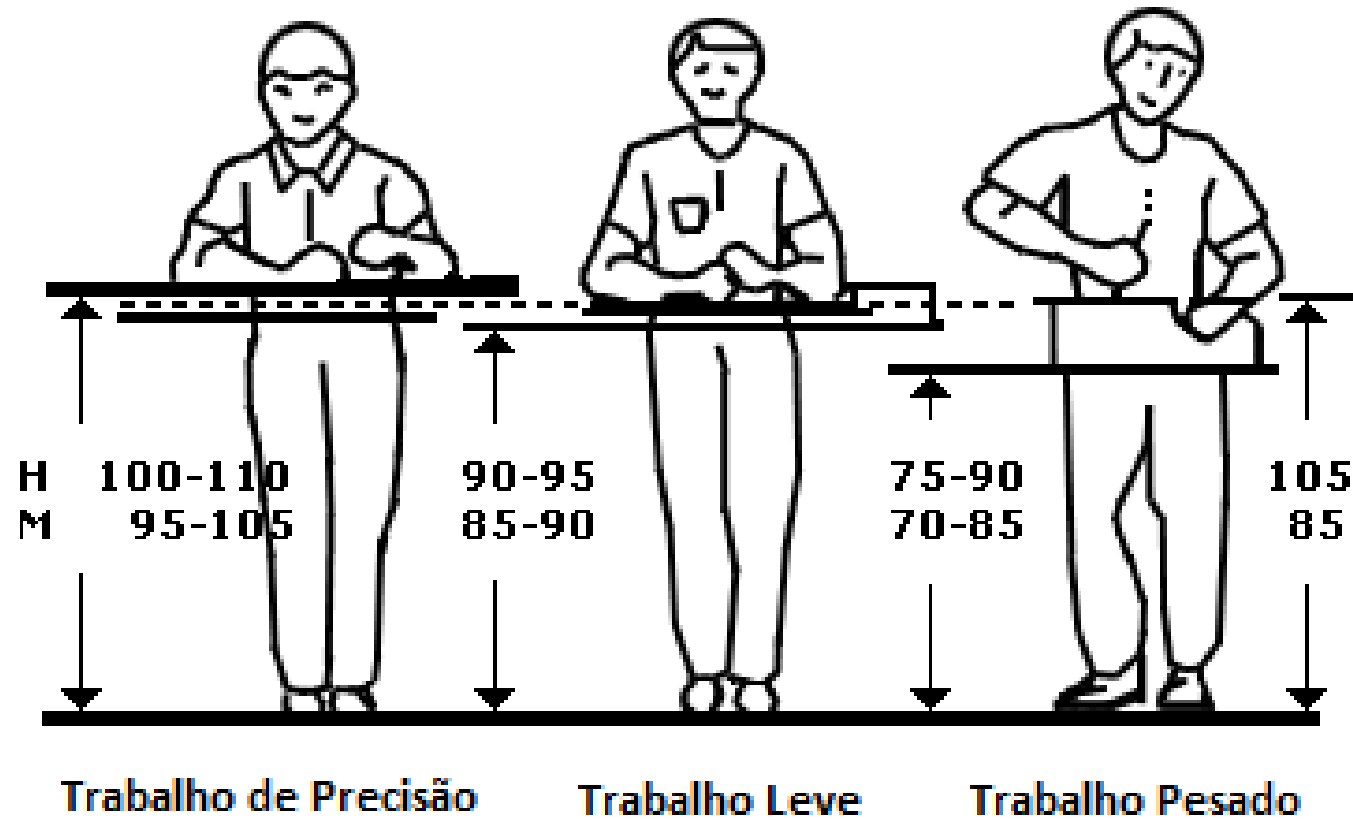
IIDA 2005 -

17.4.3. Os equipamentos utilizados no processamento eletrônico de dados com terminais de vídeo devem observar o seguinte:

- a) condições de mobilidade suficientes para permitir o **ajuste da tela** do equipamento à iluminação do ambiente, protegendo-a contra reflexos, e proporcionar **corretos ângulos de visibilidade** ao trabalhador;
- b) o **teclado** deve ser independente e ter mobilidade, permitindo ao trabalhador **ajustá-lo** de acordo com as tarefas a serem executadas;
- c) a tela, o teclado e o suporte para documentos devem ser colocados de maneira que as **distâncias olho - tela, olho-teclado e olho-documento sejam aproximadamente iguais**;
- d) serem posicionados em superfícies de trabalho com altura ajustável.

Recomendações para a altura das mãos e dos olhos, nas posturas sentada ou em pé (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

Tipo de tarefa	Altura da superfície de trabalho
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: pouco	10 a 30 cm abaixo da altura dos olhos
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: muito	0 a 15 cm acima da altura do cotovelo
Uso dos olhos: pouco Uso das mãos e braços: muito	0 a 30 cm da altura do cotovelo



17.5.2.1. Para as atividades que possuam as características definidas no subitem 17.5.2, mas não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o **nível de ruído aceitável** para efeito de conforto será de até **65 dB (A)** e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a **60 dB**.

Consolidação das Leis do Trabalho - Decreto-lei 5452/43 | Decreto-lei n.º 5.452, de 1º de maio de 1943

12.94. As máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos os seguintes aspectos:

- a) atendimento da **variabilidade** das características **antropométricas** dos operadores;
- b) respeito às exigências **posturais, cognitivas, movimentos e esforços físicos** demandados pelos operadores;
- c) os componentes como **monitores de vídeo, sinais e comandos**, devem possibilitar a **interação clara e precisa** com o operador de forma a reduzir possibilidades de **erros de interpretação** ou retorno de informação;
- d) os comandos e indicadores devem representar, sempre que possível, a **direção do movimento** e demais efeitos correspondentes;
- e) os sistemas interativos, como **ícones, símbolos e instruções** devem ser **coerentes** em sua **aparência e função**;
- f) favorecimento do desempenho e a confiabilidade das operações, com **redução da probabilidade de falhas** na operação;
- g) **redução da exigência de força, pressão, preensão, flexão, extensão ou torção** dos segmentos corporais;
- h) **a iluminação deve ser adequada** e ficar disponível em situações de emergência, quando exigido o ingresso em seu interior.

12.95. Os comandos das máquinas e equipamentos devem ser projetados, **construídos** e mantidos com observância aos seguintes aspectos:

- a) localização e distância de forma a permitir **manejo fácil e seguro;**
- b) instalação dos comandos mais utilizados em posições **mais acessíveis** ao operador;
- c) **visibilidade, identificação e sinalização** que permita serem distinguíveis entre si;
- d) instalação dos elementos de acionamento manual ou a pedal de forma a facilitar a execução da manobra levando em consideração as características biomecânicas e antropométricas dos operadores; e
- e) garantia de **manobras seguras e rápidas e proteção** de forma a evitar movimentos involuntários.

Prevenção a Fadiga

Art. 198. É de 60 (sessenta) quilogramas o peso máximo que um empregado pode **remover individualmente**, ressalvadas as disposições especiais relativas ao trabalho do menor e da mulher. (Redação dada pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977)

Art. 390 - Ao empregador é vedado empregar a **mulher** em serviço que demande o emprego de força muscular superior a **20 (vinte) quilos** para o **trabalho contínuo**, ou **25 (vinte e cinco) quilos** para o **trabalho ocasional**.

NR-17 PRÁTICA RECOMENDADA

14 Kgf - máximo de peso com apenas um dos membros superiores.

20 Kgf - máximo de peso individual, sendo a partir daí necessário auxílio de outra pessoa(s) e/ou equipamentos.

Segurança no Trabalho

NR 12 –

Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

NR 12 e PPRPS

A **NR 12** é a norma que trata da proteção ao trabalho em máquinas e equipamentos

PPRPS é um programa voltado à gestão da segurança do trabalho em máquinas e equipamentos, especificamente prensas e similares (injetoras, guilhotinas, serigráficas,...)

Princípios Gerais

12.1. Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras – NR aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

Arranjo físico e instalações; Instalações e dispositivos elétricos; Dispositivos de partida, acionamento e parada;

12.24. Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

- a) não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
- c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- d) não acarretem riscos adicionais; e e) não possam ser burlados.

Sistemas de segurança; Dispositivos de parada de emergência; Meios de acesso permanentes;

12.64.1. Consideram-se meios de acesso elevadores, rampas, passarelas, plataformas ou escadas de degraus.

Componentes pressurizados;

Transportadores de materiais

12.85. Os movimentos perigosos dos transportadores contínuos de materiais devem ser protegidos....

Aspectos ergonômicos.

Riscos adicionais.

Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos.

Sinalização.

Manuais.

Procedimentos de trabalho e segurança.

Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título, exposição e utilização.

Capacitação.

Outros requisitos específicos de segurança.

Disposições finais.

ANEXOS

NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade

10.3 - SEGURANÇA EM PROJETOS

10.3.1 É obrigatório que os projetos de instalações elétricas **especifiquem dispositivos de desligamento** de circuitos que possuam recursos para **impedimento de reenergização**, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa.

10.3.2 O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de **dispositivo de seccionamento de ação simultânea**, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.

10.3.9 o memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:

- a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais;
- b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: (Verde - “D”, desligado e Vermelho - “L”, ligado);
- c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de **intertravamento**, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações;
- d) recomendações de **restrições e advertências** quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações;
- e) precauções aplicáveis em face das influências externas;
- f) o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinados à segurança das pessoas;
- g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

Análise



Sistema de solda à laser Sisma Industry - Itália

<http://www.sisma.com/eng/industry/prodotti/welding-laser-system/laser-welding-systems-for-moulds-maintenance/lm-b.php>



Sistema de solda por ultrassom Herrmann- Alemanha

<https://www.herrmannultraschall.com/pt-br/maquinadesoldagemporultrassom-hiq-vario/>

Nanoform® 700 ultra

Large Frame Lathes



Rodolfo Reatto Módolo

“Em minha cidade, uma oficina teve seu piso pintado de branco, na sequencia, todas fizeram iguais porque estavam perdendo clientes para a primeira”.

Artur Henrique Martins Neuwald, 2022

“Meu pai perdeu a audição do ouvido direito por conta do barulho do escapamento emitido pelo trator que ele operava”.

Referências

- Archer, B. (1979) 'Design as a Discipline- Whatever Became of Design Methodology?', *Design Studies*, Vol. 1, No 1.
- David Andrews, Philosophical Issues in the Practice of Engineering Design. In *Philosophy of Engineering*, Vol 1 of the proceedings of a series of seminars held at The Royal Academy of Engineering. P.35-40.
- John Turnbull, The Context and Nature of Engineering Design. Part II: Systems Engineering and Engineering Design. Vol 1 of the proceedings of a series of seminars held at The Royal Academy of Engineering. P.35-40.
- NR12
- NR17
- CLT

Aula 05 - Exercício

- a. Cada aluno, em uma folha, escrever um produto que queira ser desenvolvido.
- b. Trocar de folhas e o outro aluno, em desenho, tentar atender ao requerente.
- c. Retornar o desenho ao requerente e este avaliar a satisfação do atendimento.