

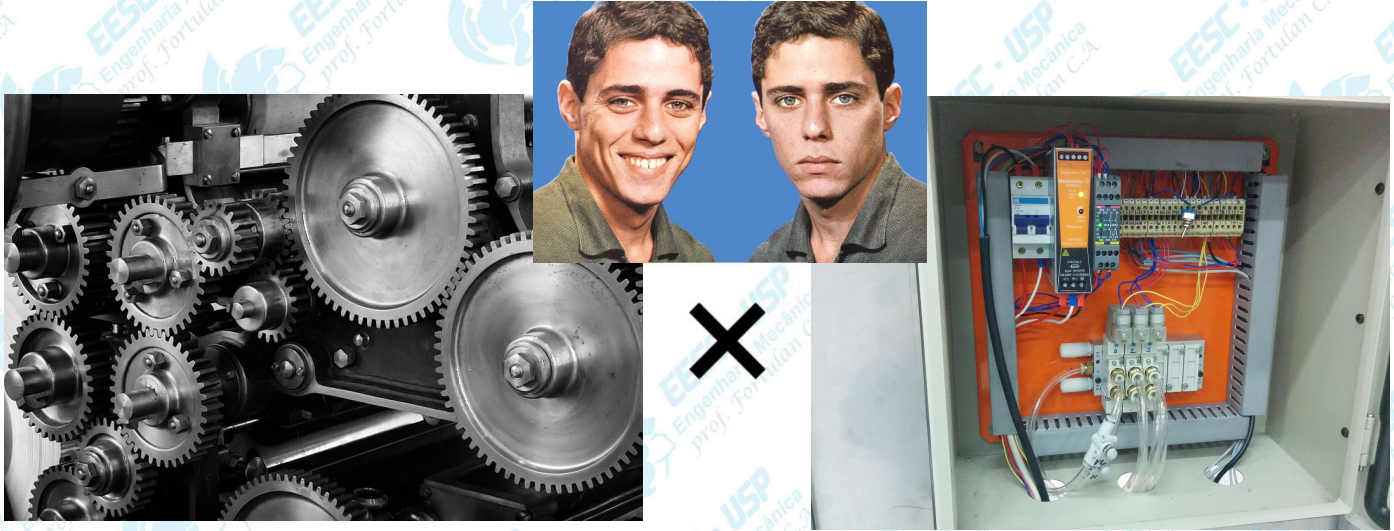
PROJETO MECÂNICO (SEM 0347)

Notas de Aulas v.2021

Aula 09 – Automação, Controle e Elétrica: Dando vida à máquina

Estagiário: Mateus Mota Moraes
Supervisor: Carlos Alberto Fortulan

Motivação para a aula



PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

Experiência pessoal

- Havia uma separação entre o mundo da mecânica e o mundo da elétrica e eletrônica
- *
- Elétrica e eletrônica eram coisas muito distantes, coisa de nerd ou de magia
- Não tive uma base muito grande

na graduação

Motivação para a aula



PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

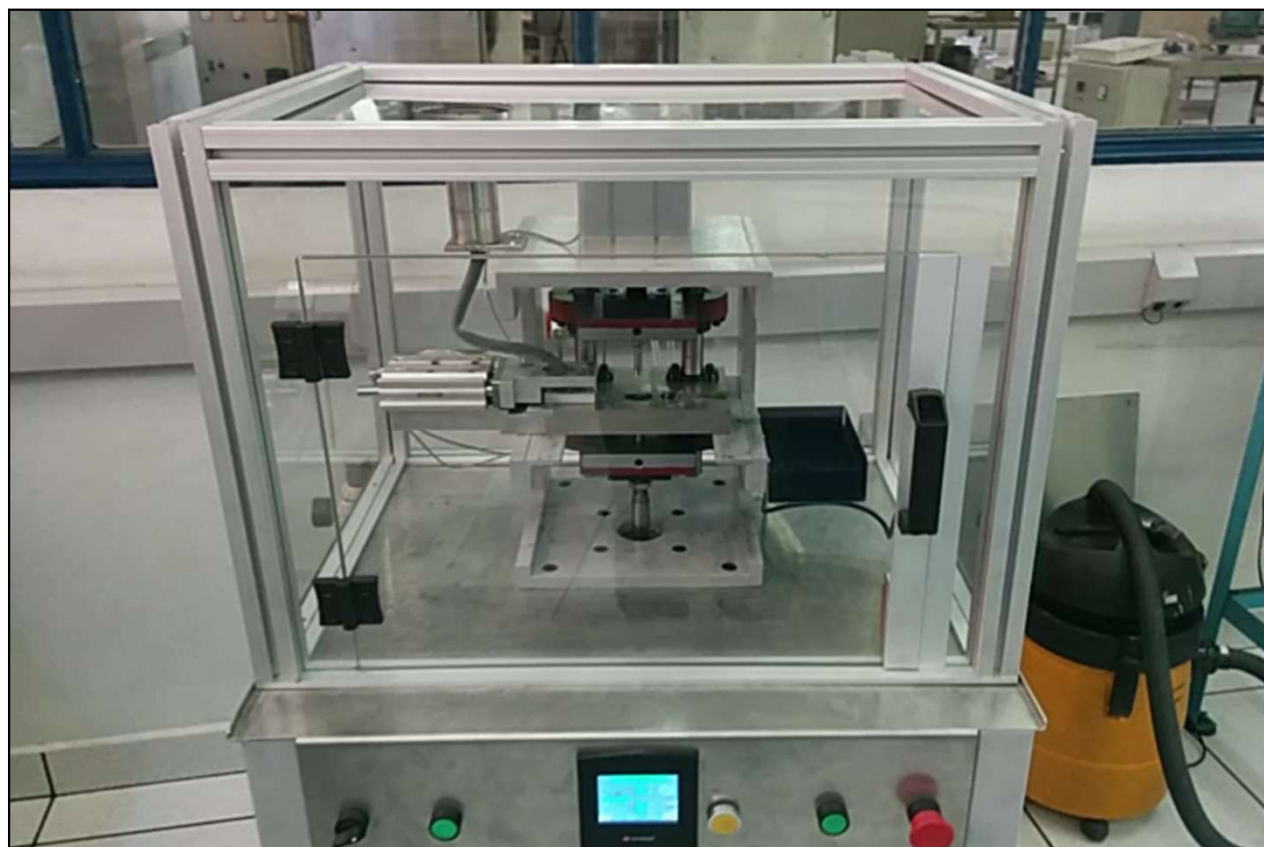
Precisei montar uma máquina durante o estágio... Não tinha como fugir da elétrica e do controle

Descobri que :

- Não é um bicho de sete-cabeças
- Há muita informação disponível
- É cada vez mais necessário para máquinas em geral e no mercado de trabalho. Tente pensar em uma

máquina puramente mecânica.

Colocar vídeo da máquina funcionando?



Objetivos

- ✓ Ser capaz de identificar os principais componentes de um sistema de controle de máquinas e conversar sobre o tema
- ✓ Perder o medo de se aventurar na eletrônica e controle de máquinas
- ✓ Fazer uma listagem preliminar de componentes para seu projeto de máquina
- ✓ Ter uma referência inicial sobre onde buscar mais informações sobre os componentes

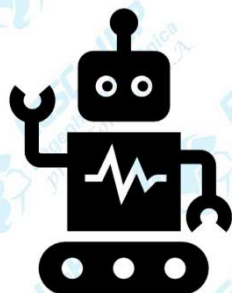
É uma aula introdutória – há muito mais para aprender

Muito será aprendido na prática e conforme for preciso

INTRODUÇÃO

O QUE É AUTOMAÇÃO?

Grego *autómatos*: "mover-se por si" ou "que se move sozinho".



PRA QUE AUTOMAÇÃO?

*

É permitir que a máquina aja por si mesma.

*

O objetivo pode ser: aumentar a produtividade, a repetibilidade, diminuir custos, maior flexibilidade e customização

INTRODUÇÃO

É necessário considerar, qual operação deve ser automatizada e qual o grau de automação deve ser implantado.

“Um trabalho de automatização de 80 a 90% pode reduzir bastante o custo. Caso se tentasse automatizar os 10 a 20% restantes do projeto, todo o sistema poderia se tornar economicamente inviável.”

“John Diebold, 1951, A fábrica automática”

Flexibilidade é a capacidade de adequar todo o sistema de produção às alterações exigidas pela produção, seja no que se refere à auto-adaptação ou adaptação externa (intervenção manual) – por um custo acessível

Naturalmente:

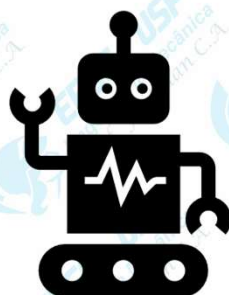
- Quanto mais variável a estrutura do produto;
- Quanto mais imprevisível o comportamento do cliente;
- Quanto mais complexa a gama de produtos e os ciclos de fornecimento,
→ maior o grau de flexibilidade necessário.

Produção flexível :

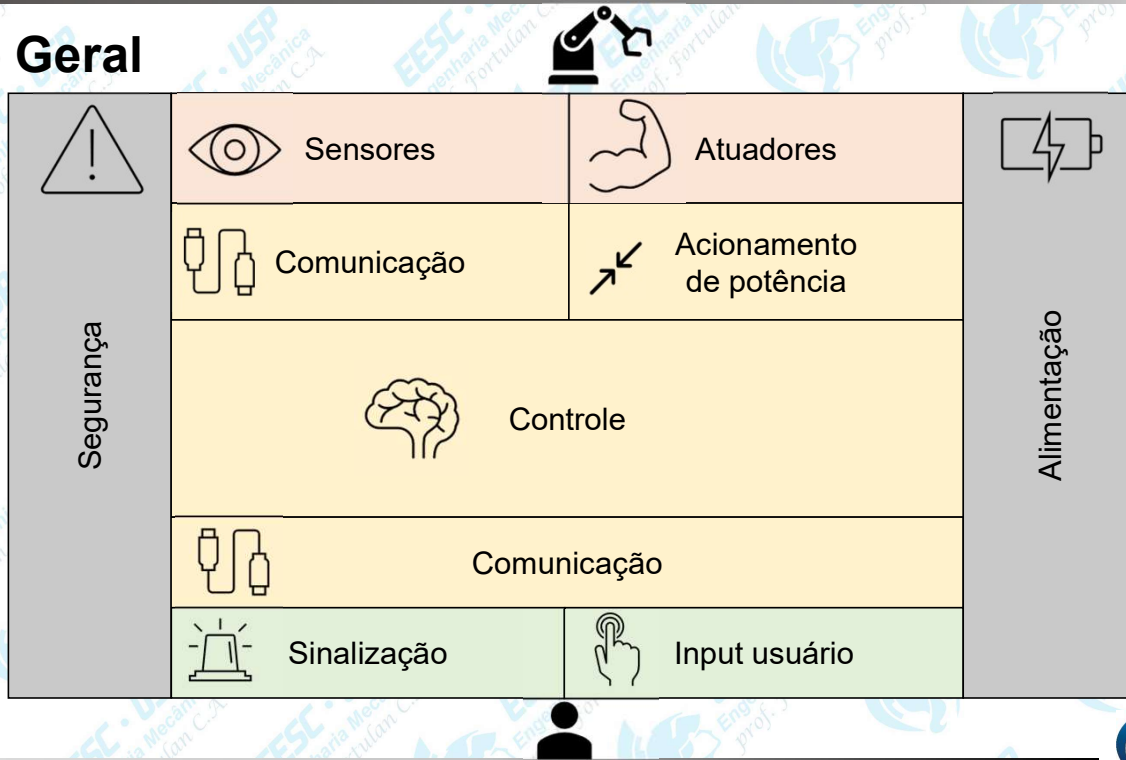
- Produção de custo acessível de diferentes peças, em qualquer sequencia desejada e em quantidades variadas.

INTRODUÇÃO

QUE ELEMENTOS PRECISO PARA FAZER A AUTOMAÇÃO?



Visão Geral



PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

Como ligar a vontade do usuário com a máquina?

- *Quase toda máquina tem a parte de atuadores, quem faz o trabalho pesado
- *Há também a parte de sensores, que monitoram o processo. São os “sentidos” da máquina
- *Do lado do usuário, existe as entradas que ele dá para a máquina e o retorno visual ou auditivo que ele recebe
- *Máquinas mais complexas exigem um sistema de controle, o cérebro da máquina
- *Esse sistema de controle geralmente não trabalha com grande potência, então é preciso de um sistema para acoplar o controle e acionar os dispositivos de potência
- *Há também a parte de comunicação de todo o sistema. Que pode ser tanto com ou sem fio
- *Toda máquina precisa de uma fonte de energia (mesmo que seja do operador)
- *E por fim, é preciso levar em consideração questões de segurança do operador e da máquina.

Esse não é um diagrama oficial de nenhuma norma, eu que montei ele baseado nas máquinas que conheço

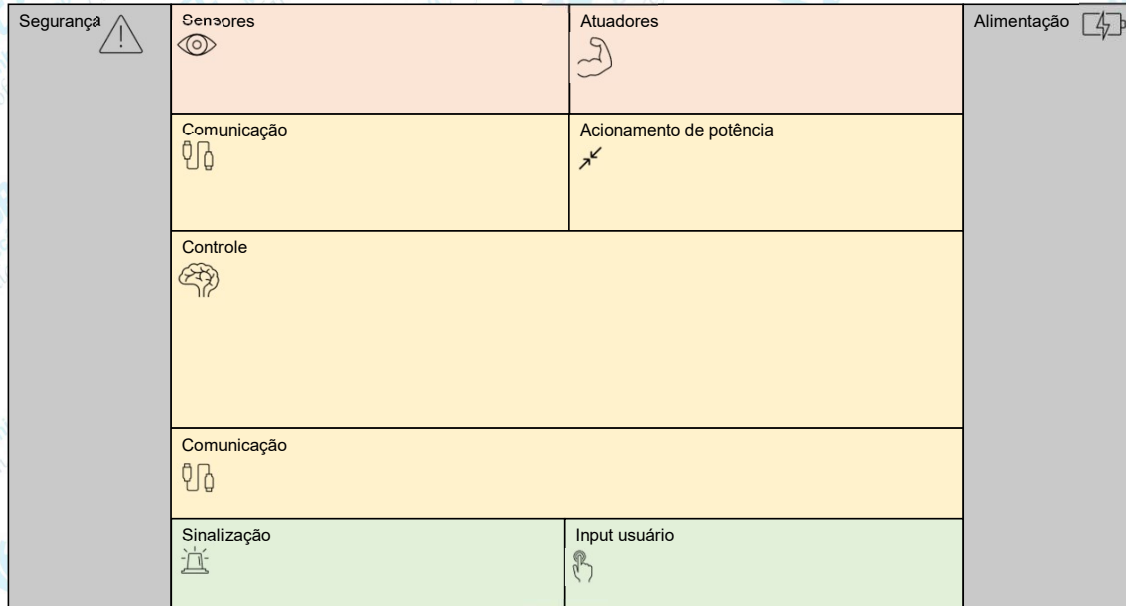
Exercício

Listar os componentes necessários para a sua máquina e colocar no esquema gráfico.

Justificar escolha dos componentes

Desenhar um diagrama de como os componentes se interligam (Extra)

EXERCÍCIO





Atuadores

- Quais ações e funções são necessárias?
(Deslocar, girar, aquecer, posicionar...)
 - Movimento: rotativo x linear?
 - Movimento: contínuo x intermitente?
 - Discreto ou continuamente variável?
 - Qual força? Qual velocidade? Qual potência?
 - Qual precisão?
- ☐ **Motores Elétricos;**
 - ☐ **AC (monofásico ou trifásico)**
 - ☐ **Síncrono**
 - ☐ **DC contínuo**
 - ☐ **Motor de Passo**
 - ☐ **Servo**
 - ☐ **Motor a combustão;**
 - ☐ **Acionamento pneumático**
 - ☐ **Acionamento hidráulico**
 - ☐ **Acionamento piezoelétricos**
 - ☐ **Resistências térmicas**

É algo que muda somente entre posições definidas ou quero um movimento que possa escolher uma grande gama de posições?

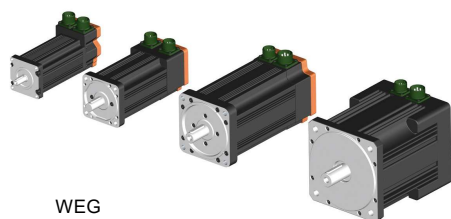
*

Essas perguntas vão nortear na escolha dos meus atuadores

*



Atuadores



WEG

- ☐ Motores Elétricos;
 - ☐ AC (monofásico ou trifásico)
 - ☐ Síncrono
 - ☐ DC contínuo
 - ☐ Motor de Passo
 - ☐ Servo



Alguns fornecedores :

www.faulhaber.com/

<https://www.maxongroup.com/maxon/view/content/index>

www.bosch.com.br

www.kalatec.com.br

www.weg.net/institutional/BR/pt/

www.ampflow.com/ampflow_motors.htm

www.pololu.com/

<https://www.tekno.com.br/>

<https://www.baudaeletronica.com.br/>

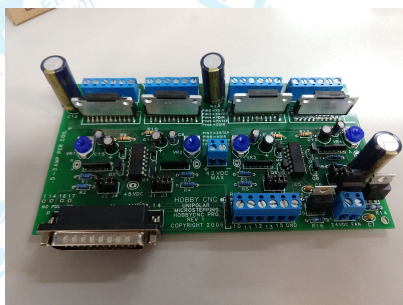
<https://www.eletrogate.com/>

<https://mectrol.com.br/produtos>

Existe um grande número de fornecedores de motores. Como já vimos motores na aula passada, não vamos aprofundar.

Em geral motores AC e DC comuns são usados em atividades em que o movimento é contínuo, do tipo liga e desliga

Servomotores e motores de passo já são usados em atividades de posicionamento e precisão

**Atuadores****Acessórios para acionamento elétrico de motores****Inversor****Soft-starter****Drivers****Drive CNC**

WEG



Tekkno



Bau da Eletrônica

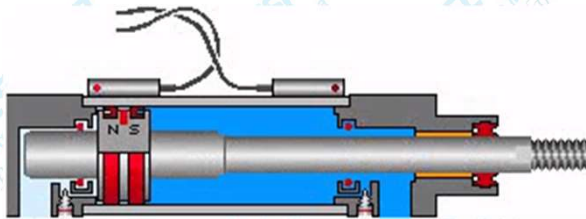
Inversores são necessários para controlar a velocidade de motores AC

Drivers (motoristas) são necessários para motores de passo e servomotores, que são mais utilizados em projetos de automação



Atuadores

Cilindro pneumático

MASTER
Tecnologia Industrial<https://www.mtibrasil.com.br/guia-do-cilindro-pneumatico.php>

Norma ISO para cilindros pneumáticos

ISO 6432
Mini-ISOISO 15552
Cilindro ISOISO 21287
Cilindro ISO Compactowww.mtibrasil.com.br

Alguns fornecedores importantes:

<https://smcbr.com.br/><https://www.festo.com/br/pt/><https://ph.parker.com/br/pt/products>

Atuadores pneumáticos são muuuuito usados na industria

Existe um mundo a parte só de componentes pneumáticos. É possível fazer MUITA coisa com eles.

Mas geralmente são movimentos de 2 posições

Tem vários formatos e tamanhos. Rotativos, lineares, garras...

**Atuadores****Acessórios para atuadores pneumáticos**

Geração de ar (filtro de admissão, compressor, refrigerador, condensador, armazenagem, secador)

Distribuição (tubulação, conexões, válvula reguladora, purgadores, acumuladores)

Preparação do ar (válvula, filtro, regulador de pressão, lubrificador)

Componentes (válvulas direcionais, controladoras de fluxo)



FESTO



<https://www.mtibrasil.com.br/artigos/por-que-usar-pneumatica-na-automacao-industrial.php>

PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

Imagens MTI brasil e Festo

Para usar atuação pneumática é preciso de uma série de acessórios

Vídeos de automação pneumática e elétrica

- Demonstração SMC (legal e com etiquetas)
- Demonstração SMC com rolamentos
- Demonstração Festo com selecionador e posicionador
- Demonstração Festo com selecionador e posicionador (mais completo)
- <https://www.youtube.com/watch?v=Il9ETw5HDa0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=z3j0No8wx5Y>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6sct2K-l8Dk>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Y7T993UIM90>



Acionamento
de potência

Circuito de carga x Circuito de comando/controle

- Tenho voltagens diferentes? (ex: 5VDC x 220 VAC)
- Qual a corrente de potência? Meu controlador suporta?
- Tenho diferentes tipos de sinais (ex: elétrico x pneumático)



Dispositivos de manobra

- ☐ Contatora
- ☐ Relé
- ☐ Relé temporizador
- ☐ Relé de Estado Sólido (SSR)
- ☐ Opto-acoplador
- ☐ Válvulas pneumáticas



<https://www.ocaenergia.com/blog/comandos-eletricos/comandos-eletricos-para-que-servem-e-aplicacoes/>

Circuito de carga

Podem ser monofásico (uma fase), bifásico (duas fases) ou trifásico (três fases), onde as quantidades de cargas elétricas utilizadas representam sua potência total.

É importante destacar que como o circuito de cargas é o que dissipa maior potência, é nele que passa a maior quantidade de corrente elétrica.

Circuito de comandos

O circuito de comandos (ou de controle) é onde os dispositivos de acionamento e sinalização são encontrados. Ele possui uma combinação de elementos que executam o acionamento das cargas e sinaleiros através de uma combinação lógica de elementos deste circuito.

Ou seja, em oposição ao circuito de cargas, em circuito de comandos é onde passa e suporta a menor corrente elétrica do circuito.



Sensores

“Se você não pode medir, você não pode controlar”

- Quais grandezas serão medidas?

- | | |
|---|--|
| ☐ Dimensão e posição linear | ☐ Tensão |
| ☐ Dimensão e posição angular | ☐ Deformação |
| ☐ Velocidade e rotação | ☐ Temperatura |
| ☐ Aceleração | ☐ Pressão |
| ☐ Gravidade | ☐ Vazão |
| ☐ Contato | ☐ Umidade |
| ☐ Movimento | ☐ Corrente e Tensão |
| ☐ Forma | ☐ Luminosidade |
| ☐ Rugosidade e textura | ☐ Cor |
| ☐ Peso | ☐ Som |
| ☐ Força | ☐ pH |
| ☐ Torque | ☐ Pressão de oxigênio |

O que preciso medir? Posição? Velocidade? Força? Temperatura?
Existe uma infinidade de sensores para quase todas essas aplicações



Sensores

O QUE QUERO MEDIR?

- Quais grandezas serão medidas?
- Medida “On-Off” ou contínua?
- Qual é a amplitude e frequência do que será medido?
- Qual velocidade que preciso da resposta?
- Qual resolução e precisão necessárias?
- Qual máximo erro aceitável?
- Sinal analógico ou digital?

Quero um sensor só para indicar que a peça está ou não no lugar, ou quero que ela me diga por exemplo a distância do alvo?

Meu fenômeno varia muito e precisa de um sensor muito rápido? Ou tenho tempo para esperar o sensor estabilizar (exemplo termômetro de mercúrio)

Resolução (menor valor apresentado). Precisão (relacionado com a repetibilidade do instrumento)

Sensibilidade é a variação do sinal em função da variação da grandeza medida.

Geralmente é só seguir o fabricante. Ele já sabe (espera-se) quando deve ser usado e como.



Sensores

COM O QUE ESTOU MEDINDO?

• Qual princípio de funcionamento?

- ☐ Mecânico (ex boia, fim de curso)
- ☐ Resistivo (ex strain gauge, potenciômetro)
- ☐ Termoelétrico
 - ☐ Termistores (NTC, PTC)
 - ☐ Termopar
- ☐ Capacitivos (posição, acelerômetros)
- ☐ Indutivos (posição de condutores, LVDT)
- ☐ Magnético (efeito hall)
- ☐ Piezoelétrico (ultrassom, acelerômetros)
- ☐ Fotoelétrico (opto eletrônico, fim de curso, encoders, tacômetro)
- ☐ Câmera (visão computacional)



Leia as especificações do sensor.

Veja se está usando de acordo com o que ele foi projetado para usar

É importante ter noção do princípio de funcionamento para saber o que afeta meu sensor.
Ex: Capacitivos detectam qualquer material. Indutivos são apenas para materiais condutores elétricos (metais)

*

Geralmente é só seguir o fabricante. Ele já sabe (espera-se) quando deve ser usado e como.

NTC – negative temperature coefficient (resistência diminui com a temperatura)

PTC – positive temperature coefficient (resistência aumenta com a temperatura)



Sensores

COM O QUE ESTOU MEDINDO?

- Qual princípio de funcionamento?
- Sensor passivo ou ativo (energizado)?
- Qual a sensibilidade? Qual ruído?
- Qual a escala da saída do sensor? Resposta linear?
- Qual faixa de aplicação do sensor? Qual limiar de detecção?
- Analógico x digital?
 - Qual frequência de amostragem? (risco de aliasing).
 - Quantos níveis de quantização (8bits, 1024 bits...)
- Qual a resposta em frequência do sensor?
 - Qual tempo de resposta?
 - Ordem zero, primeira, segunda ordem?



Leia as especificações do sensor.

Veja se está usando de acordo com o que ele foi projetado para usar

Sensibilidade é a variação do sinal em função da variação da grandeza medida.
Geralmente é só seguir o fabricante. Ele já sabe (espera-se) quando deve ser usado e como.

Para evitar aliasing: – amostrar em frequência maior que do evento – ideal pelo menos o 5x mais rápido



WEG



WEG



FESTO



WEG



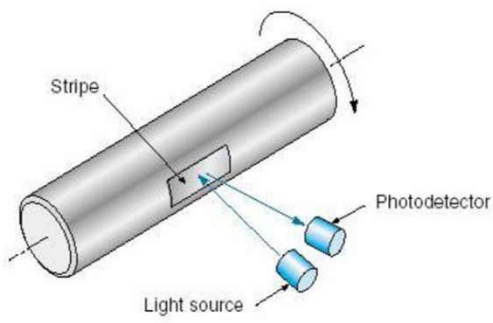
FESTO



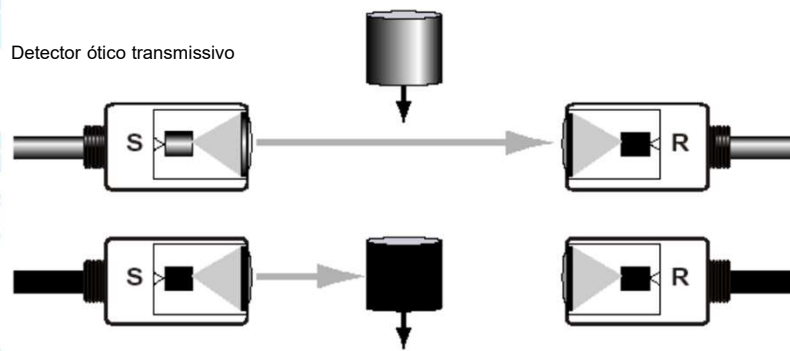
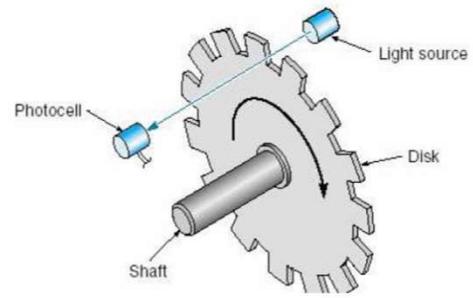
Fim de curso, capacitivo (qualquer material, sem contato), indutivo (só metal)magnéticos, óticos

Imagens da WEG e FESTO e creative commons

Tacômetros óticos



Encoders Óticos Rotativos





Exemplo de um sensor capacitivo contando latinhas. Dependendo o ajuste é possível até avaliar se estão cheias ou não;

Sensores indutivos e capacitivos



Sensor indutivo
Entrada: tensão AC

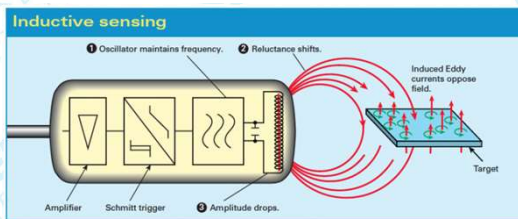
Saída: tensão AC de mesma frequência que entrada e amplitude proporcional à distância

Pode ser usado para frequências de até 100kHz
Necessita de material condutor



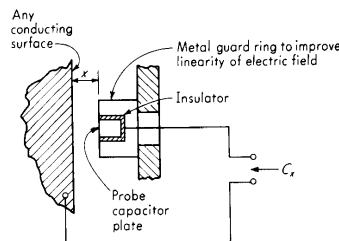
Sensor capacitivo

Pode ter resolução de até 0,2 nm para cursos pequenos
Pode ser usado para diferentes materiais



Ferrous targets change the reluctance of the magnetic circuit system oscillation frequency, which gets left behind when the natural frequency shifts, then loses amplitude.

<https://www.citisystems.com.br/sensor-indutivo>



<https://www.citisystems.com.br/sensor-capacitivo/>

Exemplo de sensor capacitivo (torneiras automáticas de shopping) (as vezes sensor ótico)

Sensores indutivos e capacitivos



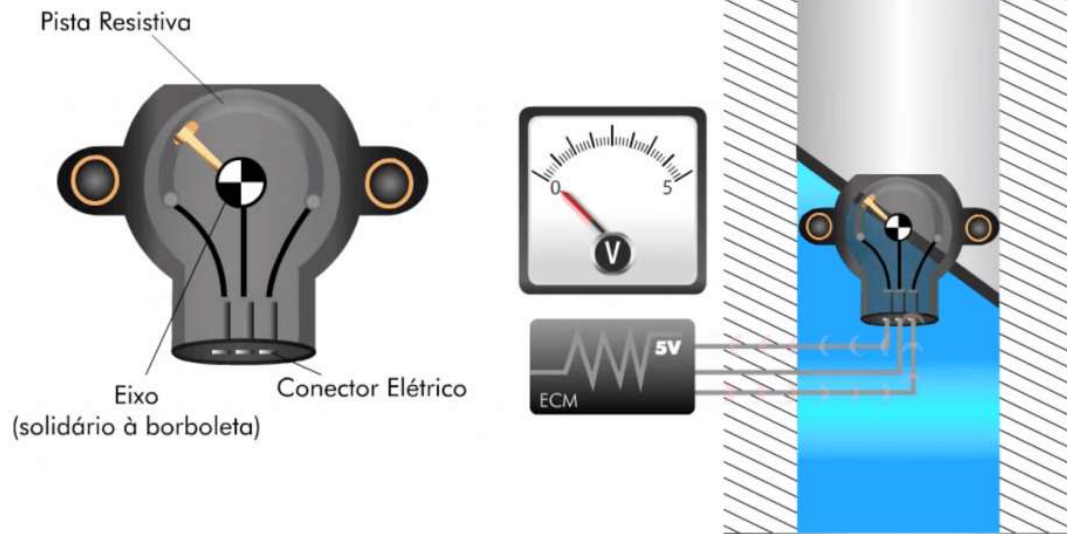
Fatores	Sensor Capacitivo	Sensor indutivo
Resolução	●	●
Variedade de materiais	●	●
Detecção de objetos pequenos	●	●
Facilidade de montagem	●	●
Alcance	●	●
Largura de banda	●	●
Custo	●	●
Ambientes sujos ou com poeira	●	●

Legenda: ● Ótimo ● Aplicável ● Inadequado

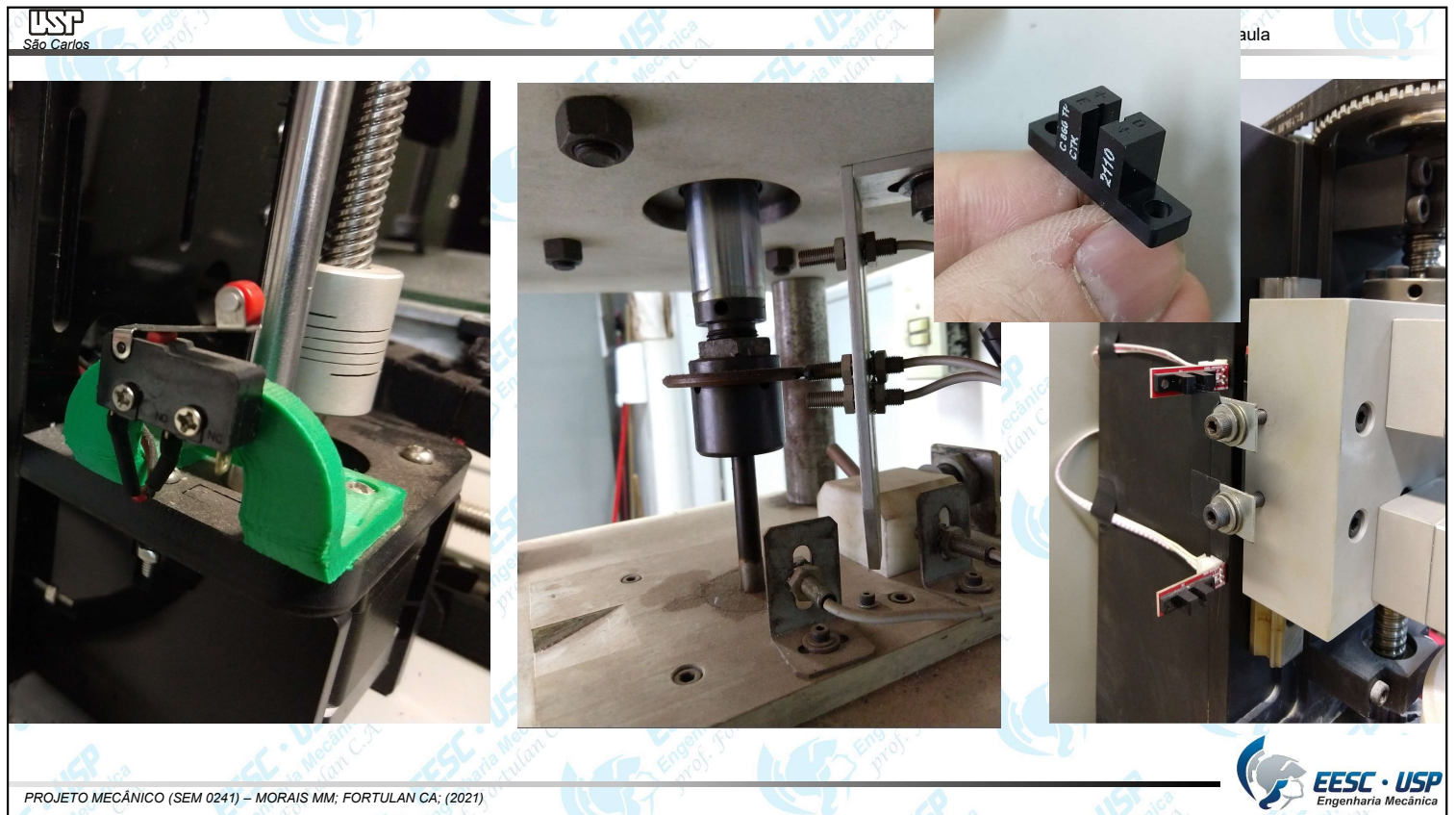


é um potenciômetro. Conforme o cursor se move na pista, a resistência varia

► TPS - SENSOR DE POSIÇÃO DA BORBOLETA



O TPS (throttle position sensor) sensor de posição da borboleta,



PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

Exemplos do Lab

fim de curso em uma impressora 3D

Sensores indutivos em uma prensa (capacitivos para o pistão com plástico)

Fim de curso ótico em uma máquina de usinagem

Todos sensores liga-desliga

Alguns fornecedores de sensores

<https://www.tekno.com.br/>

www.kalatec.com.br

<https://www.weg.net/institutional/BR/pt/>

<https://www.baudaeletronica.com.br/motores/driver>

<https://www.pololu.com/>

<https://www.eletrogate.com/>

<https://www.filipeflop.com/>

<https://contemp.com.br/> (TEMPERATURA)

Acessórios Sensores

- ☐ Calibração
- ☐ Amplificador
- ☐ Filtro de frequência
- ☐ Conversor analógico → digital
- ☐ Placa de aquisição de dados
- ☐ Multiplexador (junta tudo e manda em um pacote)
- ☐ Transformada de Fourier
- ☐ Lab View/Simulink/Matlab



É importante calibrar os sensores. O que estou lendo é realmente o que estou medindo?
Amplificação, muitas vezes o sinal é de milivolts ou até menos
Filtro. As vezes o sinal tem ruído, remover frequências indesejadas (passa alta, passa baixa, passa faixa, rejeita faixa)

As vezes quero o sinal digital

Transformada de Fourier (leitura de sinais em frequência)

Há muitas softwares e ferramentas para isso.

Interface usuário

Como o usuário interage com a máquina?
Quais entradas ele precisa fornecer?



Input usuário

- ☐ Botões e botoeiras (NA, NF, bimanual, emergência)
- ☐ Chaves seletoras, interruptores
- ☐ Alavancas, câmbios
- ☐ Potenciômetros
- ☐ Joystick/mouse
- ☐ Teclado alfa-numérico
- ☐ Tela touch



<https://www.oaenergia.com/blog/comandos-eletricos/comandos-eletricos-para-que-servem-e-aplicacoes/>



<https://www.zacobria.com/universal-robots-zacobria-3-dimension-robot-control-by-joystick-game-controller.html>



<https://www.romi.com/en/products/romi-c-series-4/>

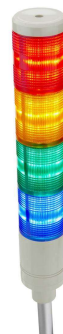
Interface usuário

Quais informações ele deve visualizar?



Sinalização

- ☐ Luzes (emergência, energizado, em funcionamento, manutenção)
- ☐ Avisos sonoros, sirenes (alertas, funcionamento)
- ☐ Vibração?
- ☐ Tela/Visores
 - ☐ com indicação de estados, variáveis
 - ☐ Analógico x digital
 - ☐ Mensagens de erro



<https://cablematic.com/en/products/industrial-signaling-lower-lamp-warning-traffic-light-with-red-orange-green-flashed-lights-12-vdc-110054/>



<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/automatizacao-e-robotica/maxima-automacao-industrial/produtos/servicos/painel-de-ihm>

Luz é fundamental. Está ligado? Está funcionando?

Visualização analógica é mais visual e mais fácil de mensurar em alguns momentos (comparar velocímetro ou tanque do combustível) – nosso cérebro é mais analógico



Comunicação

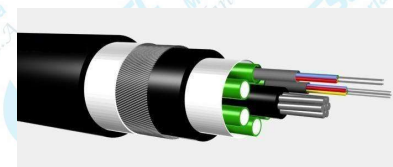
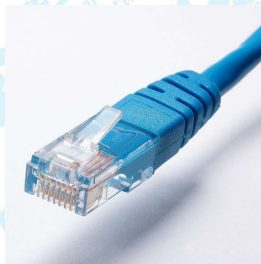
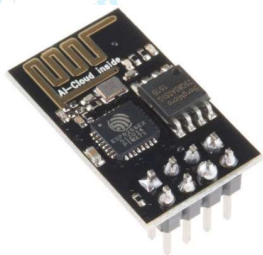
Como será feita a comunicação e armazenamento dos dados?

Onde estão o usuário ou os sensores?

Com ou sem fio?

Atenção aos efeitos do ambiente na transmissão (temperatura, vibração, campo eletromagnético)

Cuidado para não introduzir ruído no sinal dos sensores



☐ Elétrica

☐ (fios, USB, serial, ethernet cabo compensador de termopar...)

☐ Fibra ótica

☐ Radiofrequência

☐ Infravermelho

☐ Bluetooth

☐ Internet, Wi-Fi

☐ Ultrassom

Poços de petróleo transmitem dados por pulsação através da coluna de água durante a perfuração. Comunicação com submarino também é ultrassom.

Importancia de comunicação sem fio e IoT

Comunicação

Qual a potência do sinal?

Qual a frequência e amplitude do sinal?

Qual a taxa e volume de dados? #bits/s

Qual a latência?

Qual Impedância (resistência e capacitância do cabo)?

Poços de petróleo transmitem dados por pulsação através da coluna de água durante a perfuração. Comunicação com submarino também é ultrasom.

Importancia de comunicação sem fio e IoT



Controle

É necessário um sistema de controle?

Qual a necessidade de processamento?

E memória?

Quantas entradas e saídas?

Sinal eletrônico ou pneumático?

Entradas e saídas digitais ou analógicas?

Qual a latência (velocidade)?

Serial ou paralelo?

Malha aberta ou fechada?

PID? Como fazer o ajuste dos parâmetros?

Que tipo de controlador é necessário?

☐ Reles, contadoras e válvulas

☐ CLP

☐ Arduino

☐ Raspberry Pi

☐ Sistema embarcado/placa dedicada

☐ Celular

☐ Computador

☐ Controlador de Temperatura

O cérebro do sistema

É uma parte que pode ser bem cara, mas pode permitir muita coisa. Avaliar qual o uso que preciso.

Por exemplo, é só controlar algo com liga e desliga baseado em um sensor de contato ou estou posicionando uma pesa baseado em uma visão computacional

Qual velocidade de resposta que preciso (ex um robô cirurgião)

Alguns fornecedores

www.kalatec.com.br

<https://contemp.com.br/> (TEMPERATURA)

<https://www.weg.net/institutional/BR/pt/>

[https://www.tekkno.com.br/categoria/450/clp---plc---](https://www.tekkno.com.br/categoria/450/clp---plc---ihm/controlador-logico-programavel)

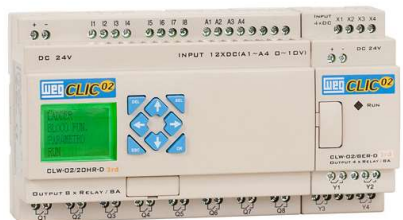
[ihm/controlador-logico-programavel](https://www.tekkno.com.br/categoria/450/clp---plc---ihm/controlador-logico-programavel)

<https://www.baudaeletronica.com.br/motores/driver>

<https://www.pololu.com/>

<https://www.eletrogate.com/>

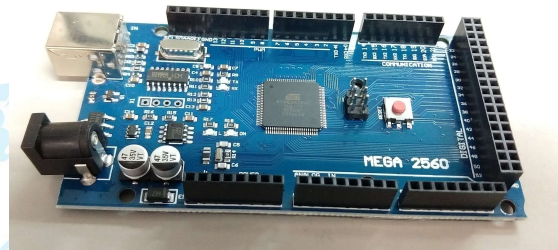
<https://www.filipeflop.com/>



Alguns modelos de CLP e de controlador de temperatura

Arduino

- Plataforma de desenvolvimento de projetos eletrônicos e prototipagem
- Microcontrolador: microprocessador + entradas e saídas programáveis - “Mini computador”
- Open source (hardware + software)
- Baixo custo (~ R\$ 70)
- Fácil de programar (C/C++) e muita coisa já pronta
- Existe uma comunidade enorme trocando e disponibilizando informações
- Aplicado em: robótica, automação, internet das coisas,



<https://blog.eletrogate.com/o-que-e-arduino-para-que-serve-vantagens-e-como-utilizar/>

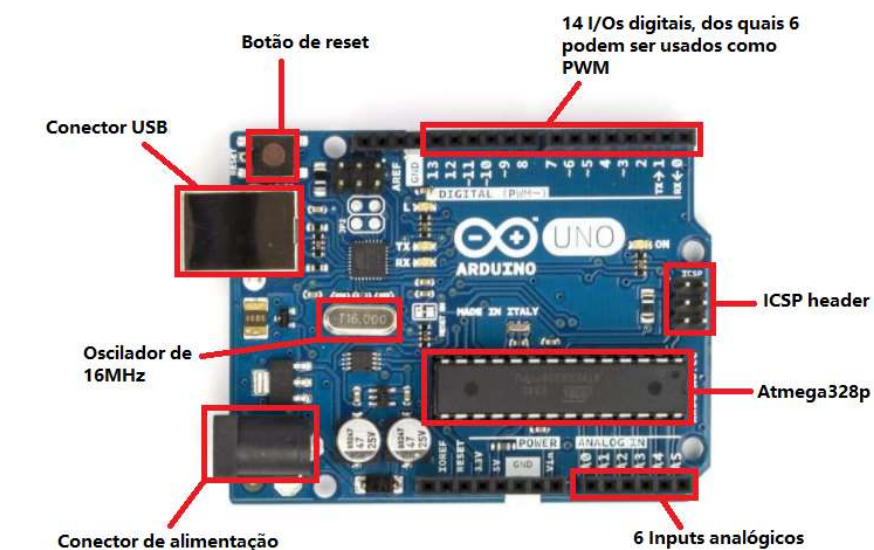
<https://www.arduino.cc/>

<https://www.youtube.com/watch?v=sv9dDtYnE1g> (O que é Arduino)

<https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/>

A vantagem de Arduino é o custo e flexibilidade de programação. Infinitas possibilidades

Arduino



Placa Arduino – Descrição

<https://blog.eletragate.com/o-que-e-arduino-para-que-serve-vantagens-e-como-utilizar/>

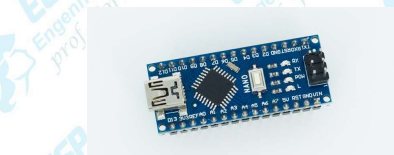
O Arduino é muito fácil de usar. Você pode programar as entradas e saídas dele

Arduino

- Uno (básica)
- Mega (mais entradas e saídas)
- Nano (compacta – encaixa na protoboard)
- Leonardo (identificável no PC como teclado ou mouse)
- Due (maior processamento, 3.3V)
- Pode ser “upado” usando um módulo (shield)

<https://blog.eletrogate.com/o-que-e-arduino-para-que-serve-vantagens-e-como-utilizar/>
<https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/>

Arduino



	UNO	MEGA 2560	LEONARDO	DUE	ADK	NANO	PRO MINI	ESPLORA
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32K (0.5K usado pelo bootloader)	256K (8K usado pelo bootloader)	32K (4K usado pelo bootloader)	512K disponível para aplicações	256K (8K usado pelo bootloader)	16K (ATmega168) ou 32K (ATmega328) (bootloader: 2K)	16K (2K usado pelo bootloader)	32K (4K usado pelo bootloader)
Clock	16Mhz	16Mhz	16Mhz	84Mhz	16Mhz	16Mhz	8Mhz (modelo 3.3v) ou 16Mhz (modelo 5v)	16Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial/Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5V	5V	5V	3.3V	5V	5V	3.3 ou 5V, dependendo do modelo	5V
Corrente máxima portas E/S	40mA	40mA	40mA	130mA	40mA	40mA	40mA	-
Alimentação	7-12Vdc	7-12Vdc	7-12Vdc	7-12Vdc	7-12Vdc	7-12Vdc	3.3-12V (modelo 3.3v) ou 5-12V (modelo 5v)	5V

<https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/>

Existem diferentes tipos de modelos dependendo da aplicação e exigência. Muda o número de saídas/entradas e a capacidade de processamento, além do tamanho



<https://capsistema.com.br/index.php/2021/06/29/lista-dos-21-melhores-modulos-para-arduino/>

Existe uma infinidade de sensores e módulos prontos para usar (e baratos)
Muitos kits prontos para impressão 3D, CNC, robótica, automação residencial...

SR Robot 16 In 1 Sensor Suit**Kit Arduino Sensores 37 em 1**

	Módulo Joystick		Sensor de Chama		Módulo Led RGB 5mm		Sensor de Pulso IR		Light Cup 2 Peças		Sensor de Efeito Hall
	Módulo Relé		Sensor de Efeito Hall		Módulo Led RGB SMD		LED Pisca 7 Cores		Sensor Tilt		Sensor de Temperatura DS18B20
	Sensor de Som		Sensor de Toque		Led Duas Cores 5mm		Diodo Laser		Sensor de Inclinação		Sensor Analógico Temperatura
	Sensor de Som		Sensor de Temperatura NTC		Led Duas Cores 3mm		Push Button		Sensor de Luminosidade		Emissor IR
	Sensor Reflexivo		Buzzer Ativo		Sensor Magnético		Sensor de Vibração		Sensor de Umidade e Temperatura		Receptor IR
	Sensor de Obstáculo		Buzzer Passivo		Sensor Magnético Mini		Módulo Encoder		Sensor Hall Analógico		Sensor de Vibração
									Sensor de Contagem		

* Imagens Ilustrativas.

<https://www.usinainfo.com.br/kit-arduino/kit-arduino-sensores-37-em-1-caixa-organizadora-5516.html>

Existe uma infinidade de sensores e módulos prontos para usar (e baratos)



Alimentação

Como será energizado o sistema?

Qual a potência requerida?

Qual a voltagem requerida?

- ☐ Tensão AC da rede
- ☐ Transformador AC
- ☐ Alternador/Gerador
- ☐ Fonte chaveada DC
- ☐ Bateria/Pilha
- ☐ Piezoelétrico
- ☐ Pannel solar
- ☐ Combustível ou outra energia térmica
- ☐ Acionamento manual



TEKKNO



<https://www.saladaeletrica.com.br/componentes-comandos-eletricos>



WEG

Toda máquina precisa de energia para funcionar

O carregador de celular e notebook é uma fonte.



Segurança

Quais as normas de segurança?
Quais os regulamentos da empresa?
Quais possíveis riscos para as pessoas?
Quais os possíveis riscos para a máquina?
Quais os possíveis riscos para a produção?
Como evitar os riscos?



<https://www.youtube.com/watch?v=0Y2793E-O2c> (Forte)



<https://www.asmaquinaspesadas.com/2012/01/fotos-de-acidentes-de-trabalho-com.html>

Uma parada de produção pode custar milhões. Exemplo quando cai uma ferramenta dentro de um poço de petróleo



Segurança

- ☐ Disjuntor termomagnético (sobrecarga e curto circuito, reutilizável)
- ☐ Fusível (curto circuito, uso único)
- ☐ Fusível mecânico
- ☐ Relé térmico (sobrecarga)
- ☐ Diferencial Residual (DR)
- ☐ Dispositivo Proteção de Surtos (DPS)
- ☐ Aterramento
- ☐ Nobreak
- ☐ Estabilizador/Retificador

Atenção com resfriamento do sistema e dos componentes



Faça o dimensionamento correto da corrente nos disjuntores e fusíveis

DR protege contra fugas de correntes (curtos e pessoas tomando choque). Ele detecta quando a máquina está perdendo corrente fora da fiação

DPS – protege contra variações na rede elétrica

Aterramento de carcaças metálicas é fundamental!

Cuidado com resfriamento. Componentes eletrônicos podem esquentar muito e parar de funcionar.



Segurança

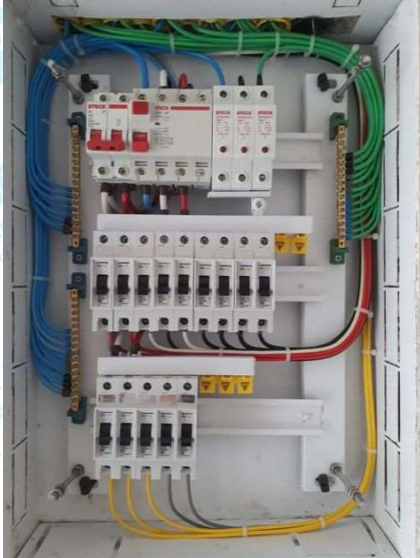
- ☐ Botão de Emergência
- ☐ Bimanual
- ☐ Intertravamento
- ☐ "Homem morto"
- ☐ Sensor nas portas (óptico, magnético)
- ☐ Cortina de luz
- ☐ Sensor de sobrecarga



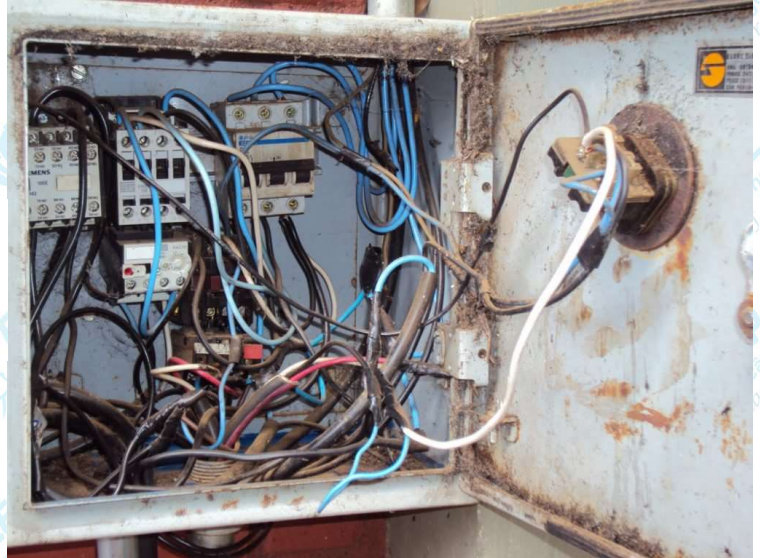
Imagens WEG

Organização

Como deixar organizado, fácil de usar e mais seguro?



X

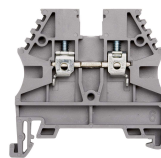
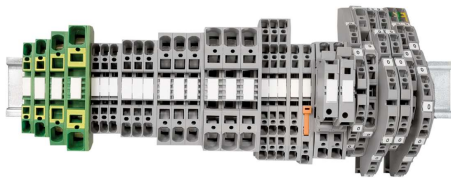
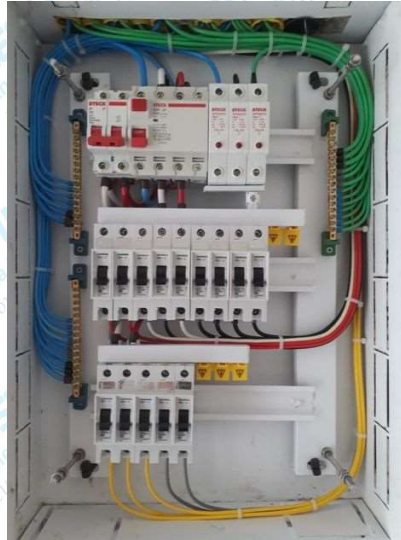


PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

A imagem fala por si. Qual é melhor de se trabalhar e dar manutenção? Qual é mais seguro?

Organização

Caixa de comando
Cores de fios e etiquetas
(cuidado com bitola dos fios)
Bornes
Trilhos e canaletas para fios
Fios com terminais?
Diagramas



<http://instalamaiz.blogspot.com/2014/12/conectores-e-terminais-para-fios-e.html>



PROJETO MECÂNICO (SEM 0241) – MORAIS MM; FORTULAN CA; (2021)

Etiquetas e cores ajudam muito no uso e manutenção (ninguém lembra tudo depois de alguns meses)

Cuidado com bitola dos fios. Deve ser adequada para a corrente que vai ser usada

Bornes são úteis para facilitar montagens e desmontagens. Mais elegante do que juntar e passar fita isolante

Trilhos e canaletas ajudam muito na organização

Fios com terminais podem ser bem úteis e facilitar em muito a montagem. Só cuidado para não subdimensionar o terminal e aquecer

Diagramas também são muito úteis.

Outros componentes eletrônicos importantes

- ☐ Resistor e Potenciômetro
- ☐ Capacitor (cuidado com polaridade)
- ☐ Diodo/LED (cuidado com polaridade e resistor)
- ☐ Transistor
- ☐ Ferro de solda
- ☐ Multímetro
- ☐ Protoboard
- ☐ Osciloscópio

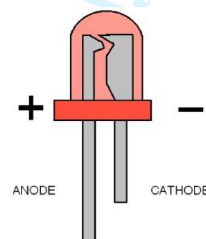
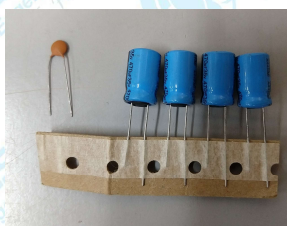
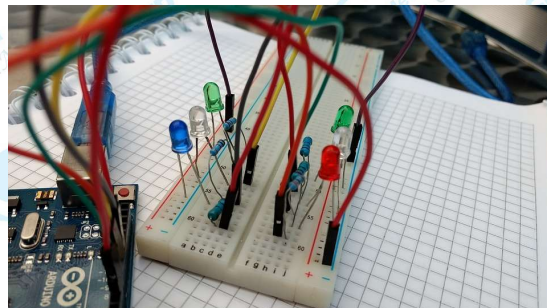
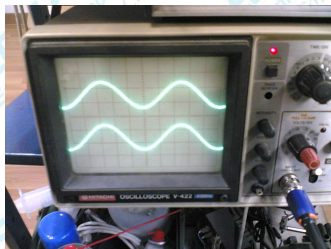
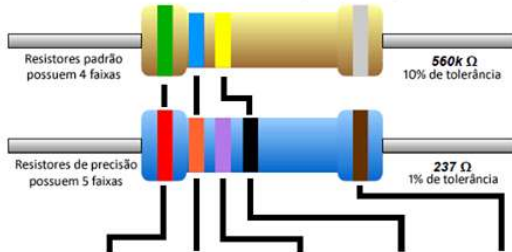


Figura 5: Terminais de um Led.

Outros componentes eletrônicos importantes - resistores

Código de Cores

A extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda

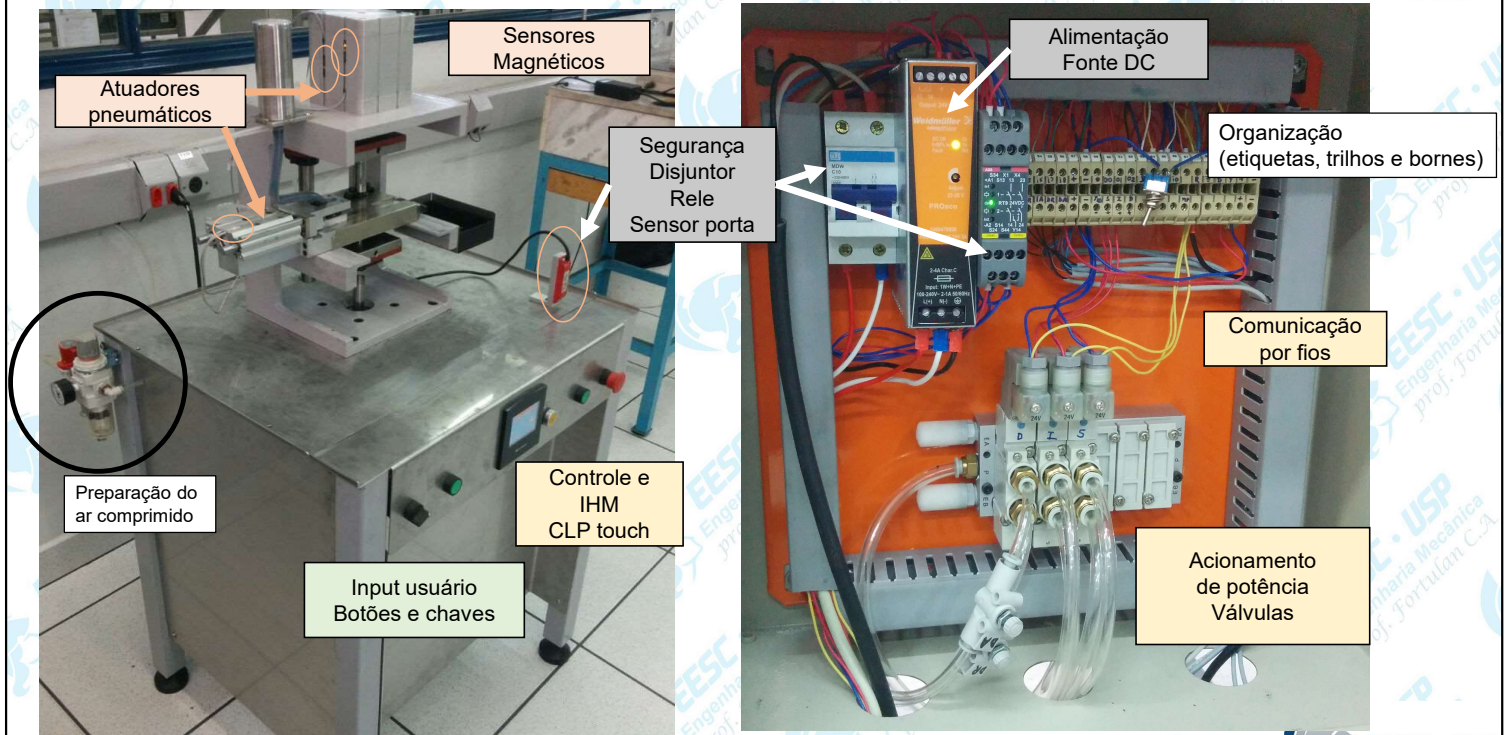


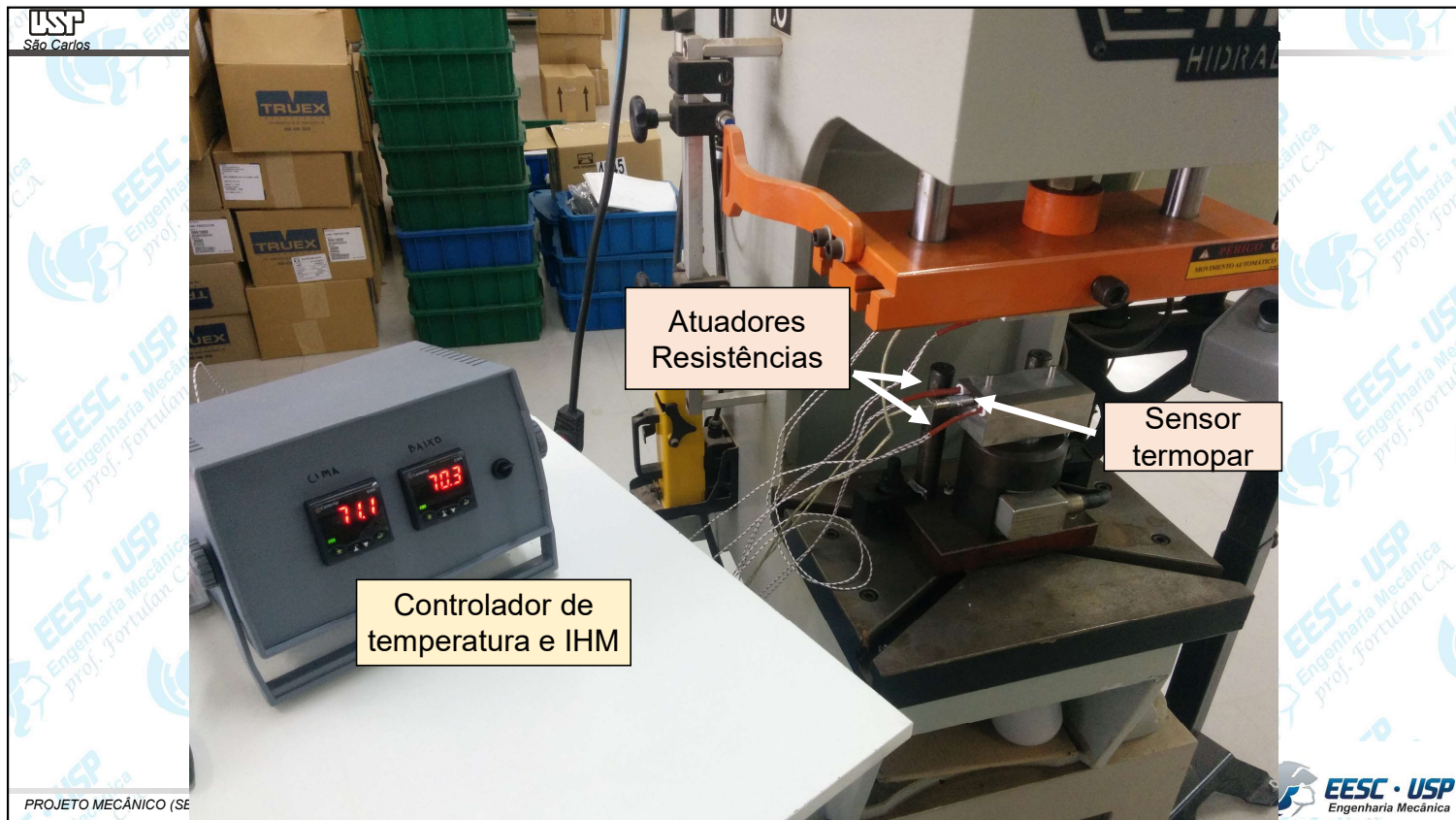
Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x 1 Ω	
Marrom	1	1	1	x 10 Ω	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	x 100 Ω	+/- 2%
Laranja	3	3	3	x 1K Ω	
Amarelo	4	4	4	x 10K Ω	
Verde	5	5	5	x 100K Ω	+/- 5%
Azul	6	6	6	x 1M Ω	+/- 25%
Violeta	7	7	7	x 10M Ω	+/- .1%
Cinza	8	8	8		+/- .05%
Branco	9	9	9		
Dourado				x .1 Ω	+/- 5%
Prateado				x .01 Ω	+/- 10%

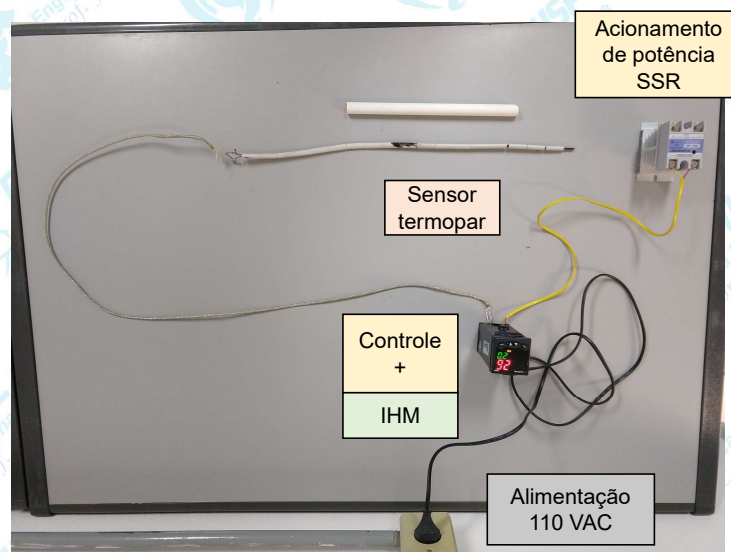


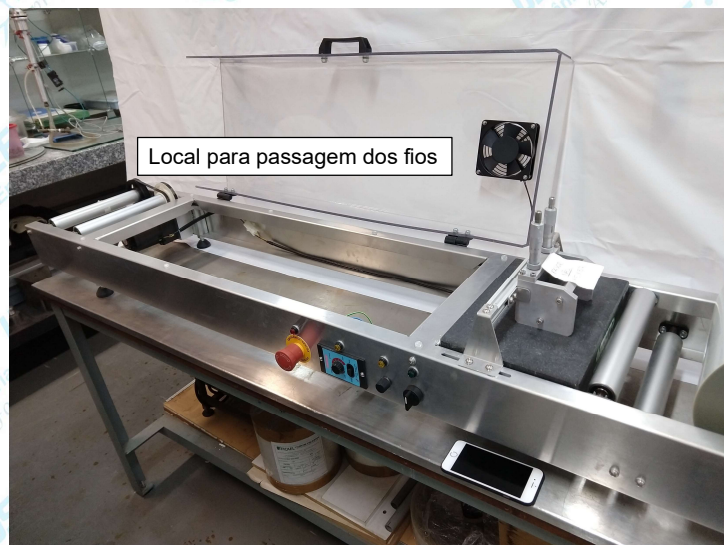
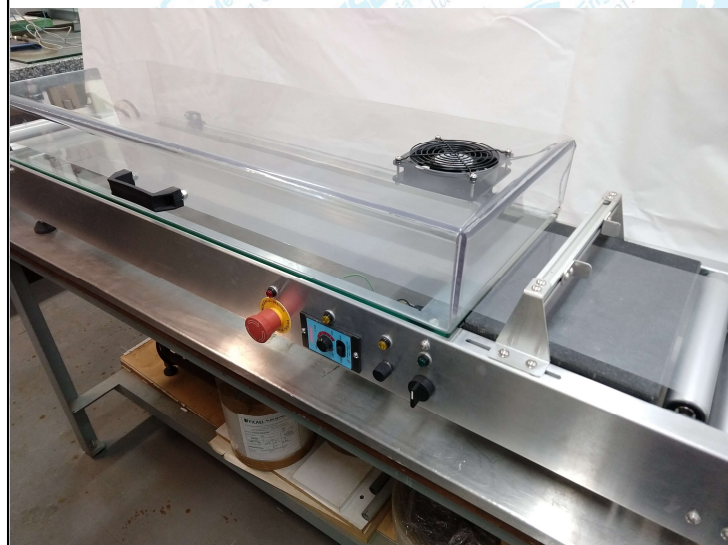
<http://eletronsdadepresso.blogspot.com/2015/01/codigo-de-cores-de-resistores.html>

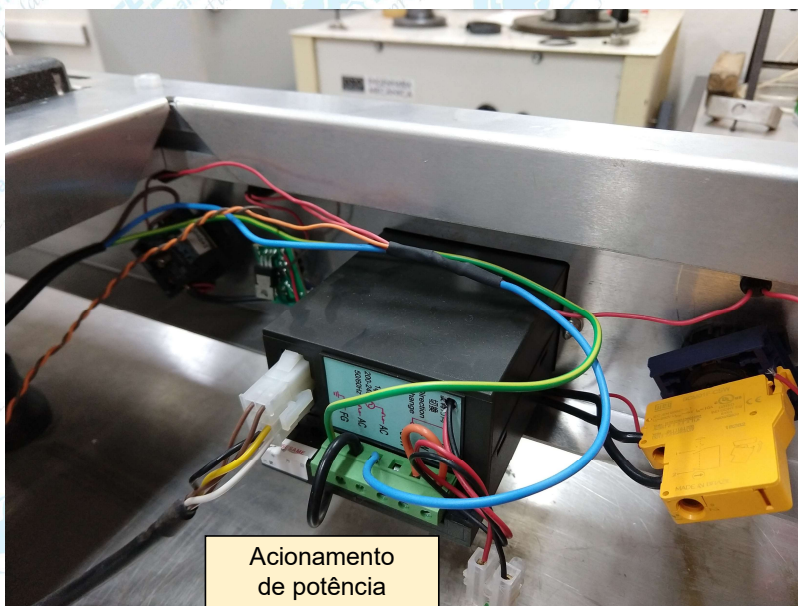
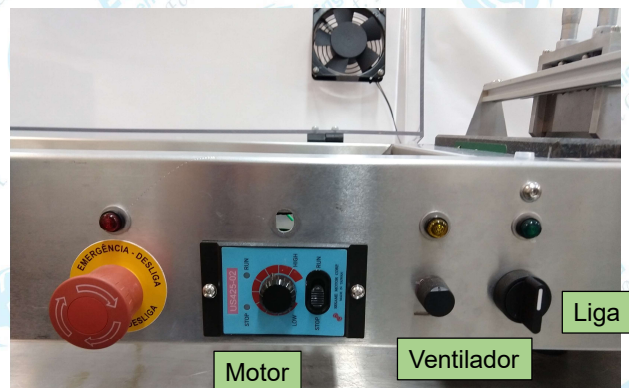
EXEMPLOS

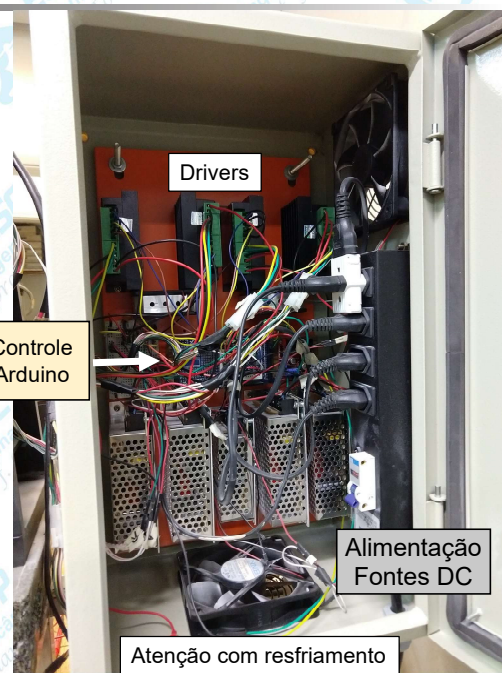
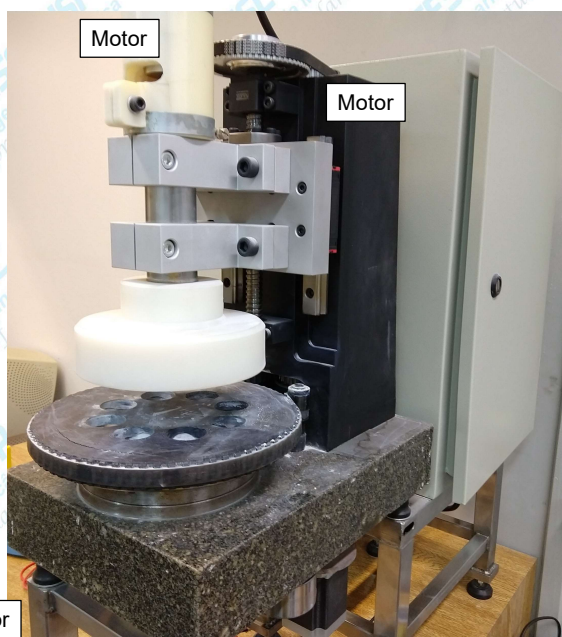
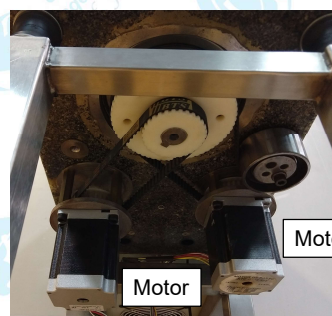
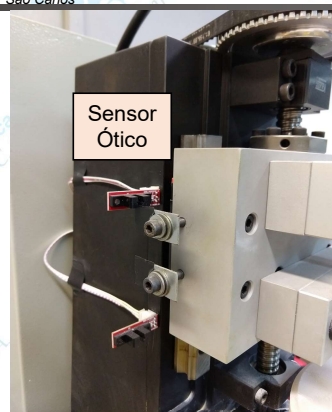


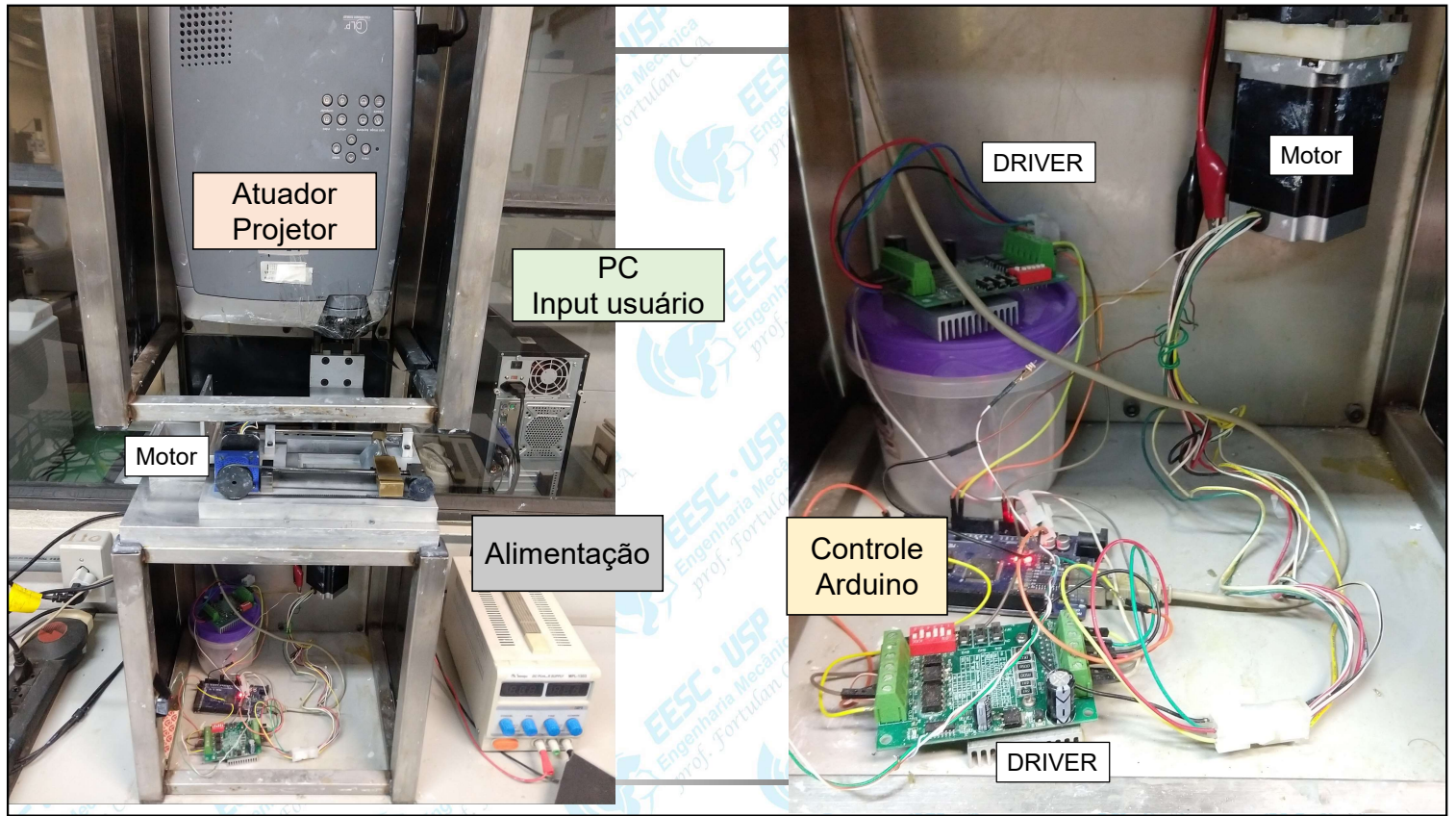












Exemplos vídeos automação

Adicionar EXEMPLO COM ARDUINO na aula pratica

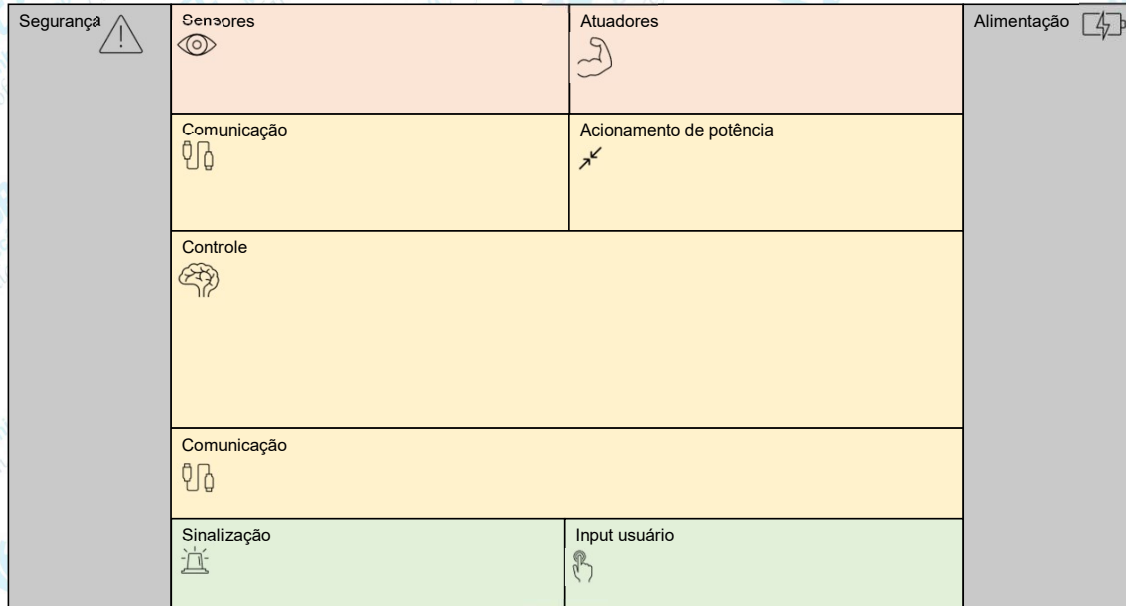
Exercício

Listar os componentes necessários para a sua máquina e colocar no esquema gráfico.

Justificar escolha

Desenhar um diagrama de como os componentes se interligam (Extra)

EXERCÍCIO



Referências

- ✓ <https://www.weg.net/institutional/BR/pt/> - SITE WEG
- ✓ Hakan Gurocak. Industrial Motion Control: Motor Selection, Drives, Controller Tuning, Applications.
- ✓ <https://www.tinkercad.com/> (Simulador Arduino)
- ✓ Doebelin, E. O. **System Dynamics, Modeling, Analysis, Simulation, Design**
- ✓ Marcel Dekker, 2ª Edição, 1998
- ✓ DOEBELIN, E.O. **Measurement Systems, Application and Design** 4 Ed. McGraw-Hill, 1990.
- ✓ Balbinot, A.; Brusamarello, V. J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**. 2ª Edição. LTC, 2010.
- ✓ Balbinot, A. **Instrumentação e fundamentos de medidas. Volume 2**. Rio de Janeiro. LTC, 2007
- ✓ Aguirre, L. A. **Fundamentos de Instrumentação**. Pearson, 2013
- ✓ Manual Maker do Manual do mundo (bem básico, mas tem tutoriais interessantes para começar)
https://www.youtube.com/playlist?list=PLYrjH3e_wDNLUTN32WittrpBxeleEqNp
- ✓ NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE
- ✓ NR 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Referências

Normas de segurança

- - NBRISO12100 - Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Avaliação e redução de riscos
- - NBRISO4414 - Transmissão pneumática de potência — Regras gerais e requisitos de segurança para sistemas e seus componentes
- - NBRIEC60204-1 - Segurança de máquinas — Equipamentos elétricos de máquinas - Parte 1: Requisitos gerais
- - NBRISO13849-1 - Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Parte 1: Princípios gerais de projeto
- - NBRISO13849-2 - Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Parte 2: Validação
- - NBRISO13850 - Segurança de máquinas - Função de parada de emergência - Princípios para projeto
- - NBRISO13857 - Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores e inferiores
- - NBRISO14119 - Segurança de máquinas - Dispositivos de intertravamento associados às proteções - Princípios de projeto e seleção
- - NBR16746 - Segurança de máquinas - Manual de instruções - Princípios gerais de elaboração
- - NBRIEC60947-5-5 - Dispositivos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 5-5: Dispositivos e elementos de comutação para circuitos de comando - Dispositivos de parada de emergência elétrico com travamento mecânico
- - ABNT ISO/TR14121-2 - Segurança de máquinas — Avaliação de riscos - Parte 2: Guia prático e exemplos de métodos
- - NBRISO14159 - Segurança das máquinas — Requisitos de higiene para o projeto das máquinas