

Introdução ao Servoacionamento

Introdução ao Servoacionamento - Parte 1

Prof. Dr. Cesar da Costa

E-mail: ccosta@ifsp.edu.br

Site: www.professorcesarcosta.com.br

Por que você deve aprender Servo Acionamento?

Soluções envolvendo **Motion Control** (Controle de movimentos) com Servo acionamento são mais valorizadas, por entregar **velocidade, posicionamento, controle de tensão com precisão.**

Onde é aplicado?

- Robôs Industriais
- Bobinadores | Rebobinadores
- Dosadoras
- Mesas giratórias
- Máquinas de Embalagens
- Máquinas de Impressão gráfica
- Máquina Ferramenta



Mas o que é um Sistema Servo Acionado?

- ❑ Um dos principais objetivos de um **Servoacionamento** é atender a uma demanda de operações na área de automação industrial.
- ❑ Resumidamente, os sistemas automatizados podem ser descritos como a composição de três partes: operação, comando e interface.

Máquina CNC

Sistema Robótico

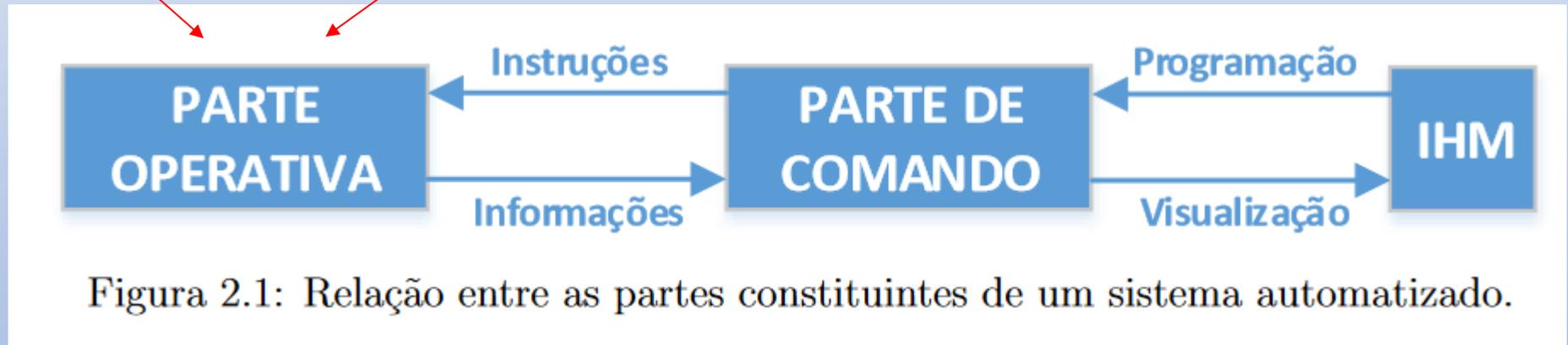
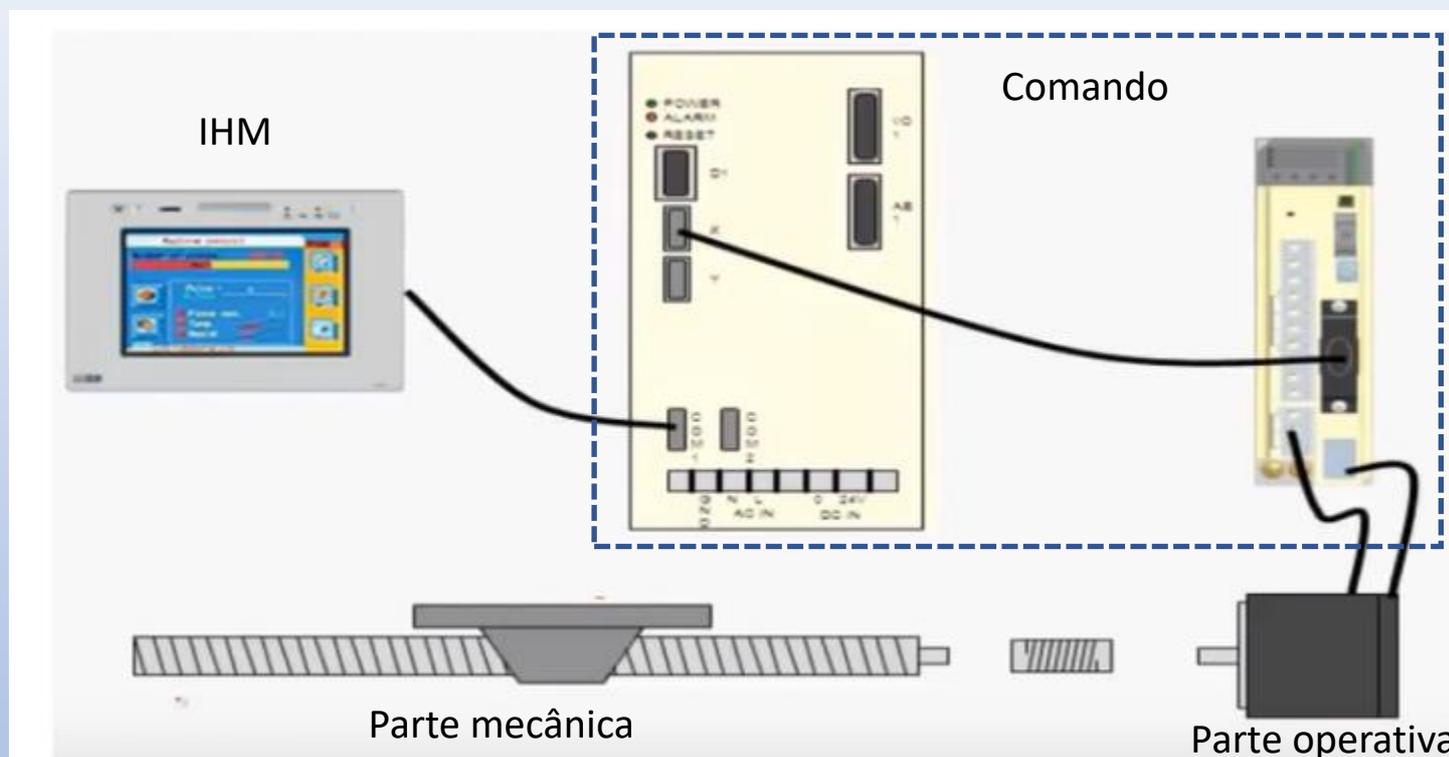


Figura 2.1: Relação entre as partes constituintes de um sistema automatizado.

INTRODUÇÃO

- Uma transmissão mecânica usando sensores e atuadores fazem a conexão com a parte de comando. E através de uma interface Homem Máquina (IHM), faz um processamento de sinais distribuindo ordens para a parte operativa.



Arquitetura de um Servoacionamento

INTRODUÇÃO

O **servo system** ou **servoacionamento** é um sistema eletromecânico de controle de alta precisão.

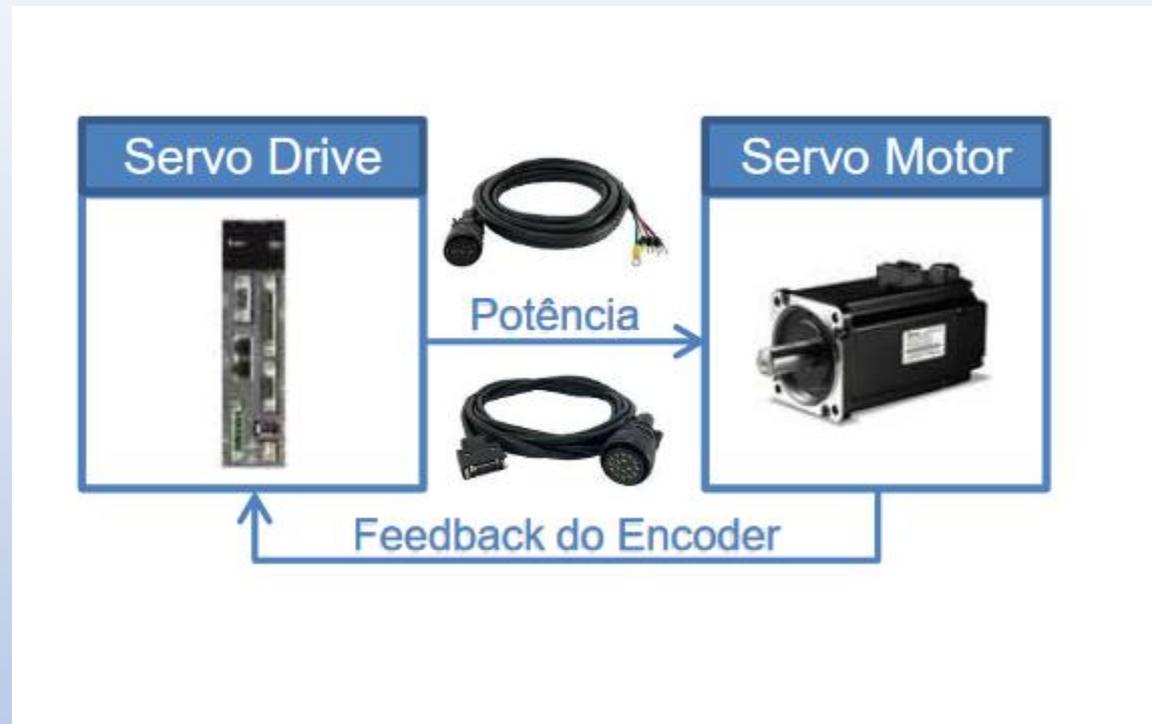
- **Servo Drive ou Servoconversor**

Semelhante ao inversor de frequência, ele modula a tensão e frequência de saída, contudo, **ele monitora o sinal de feedback do servo motor ajustando continuamente o desvio** do comportamento esperado.

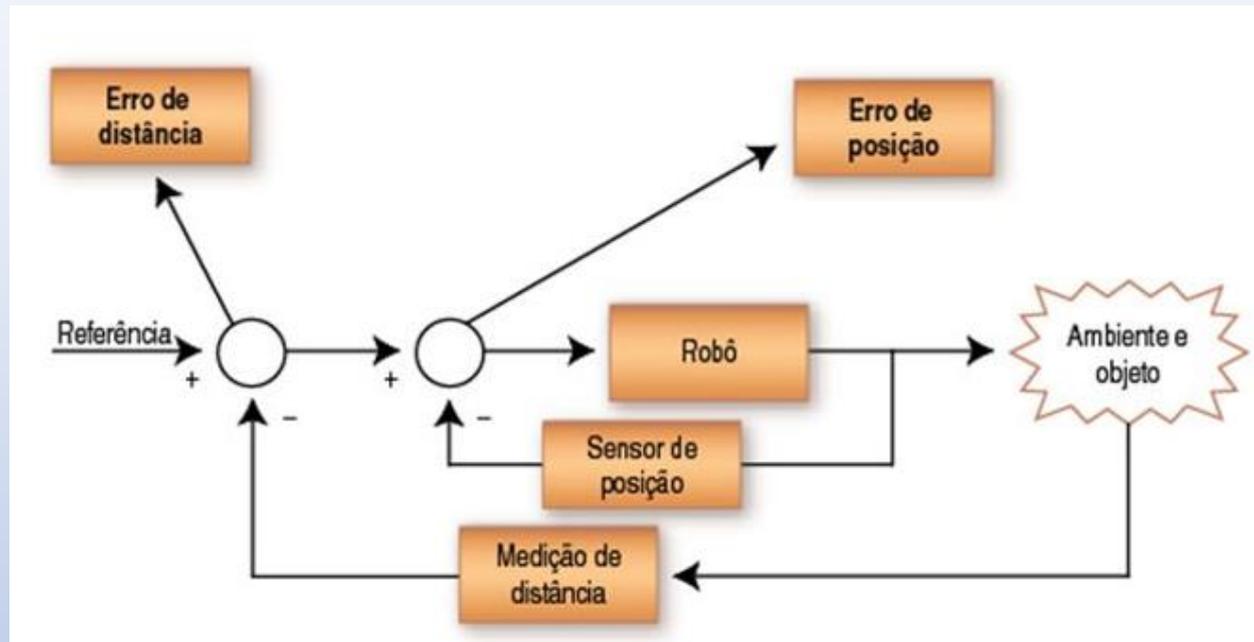
- **Servo Motor ou Servomotor**

É uma máquina, eletromecânica, que apresenta movimento proporcional a um comando, como dispositivos de malha fechada. O estator possui um **bobinamento especial dedicado para alta precisão e o seu rotor possui ímãs permanentes.**

INTRODUÇÃO



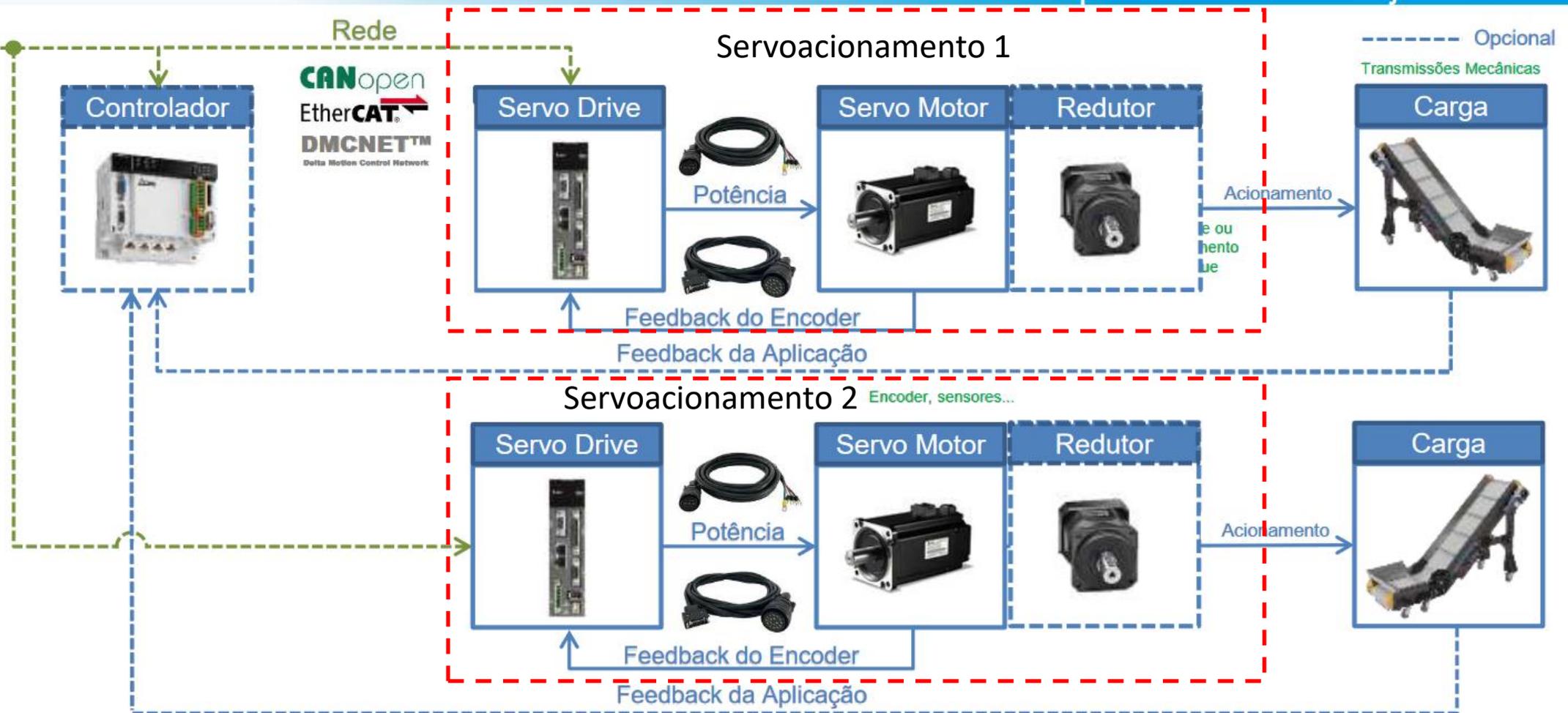
INTRODUÇÃO



Estrutura de Controle de Robo Industrial

INTRODUÇÃO

Arquitetura de um conjunto servo



INTRODUÇÃO

- ❑ Neste Servoacionamento, a parte de comando é realizado pelos Servo conversores e a parte operativa é realizado pelos servomotores.



Servomotores

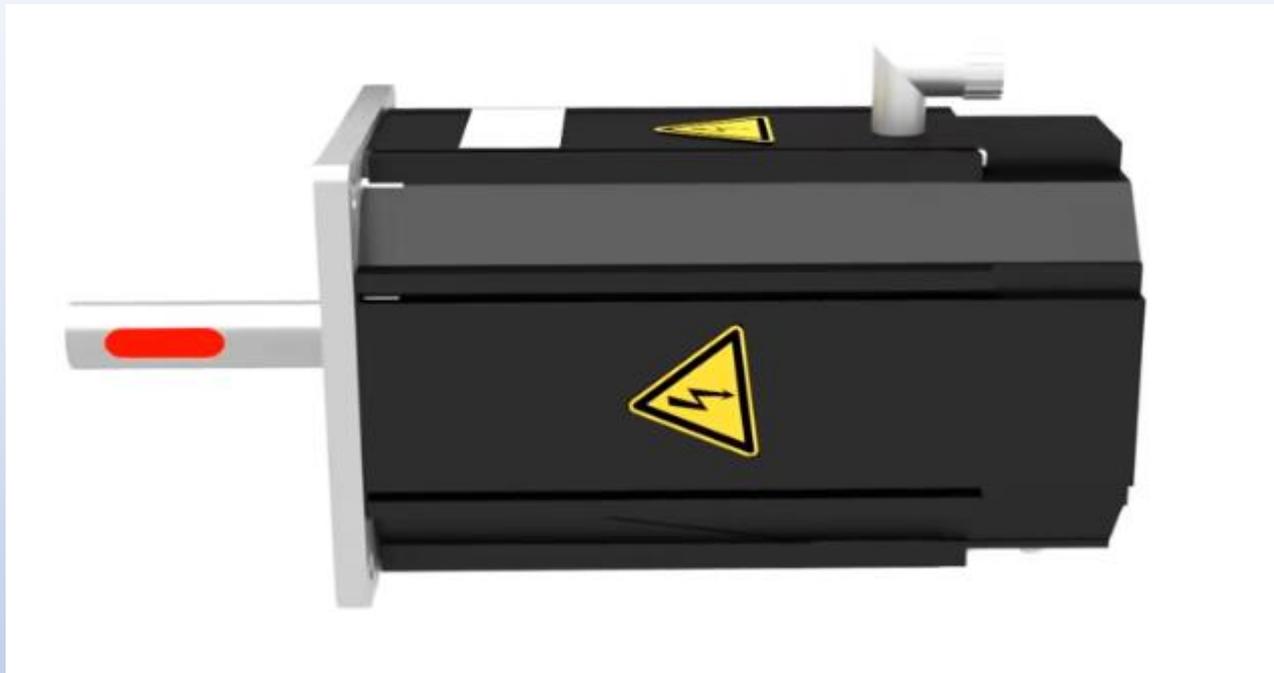


Servo conversores

INTRODUÇÃO

- ❑ O **Servomotor** é um dispositivo eletromecânico utilizado para movimentar, com precisão um objeto, permitindo-o girar em ângulos ou distâncias específicas, com garantia do posicionamento e garantia da velocidade.
- ❑ O Servomotor tem como função básica determinar de forma contínua diversas posições, velocidades e torques precisos, através da eletrônica de controle (Servo controlador).
- ❑ Uma interface de software com eletrônica de controle permite a parametrização e programação precisa para acionamento do Servomotor.

INTRODUÇÃO



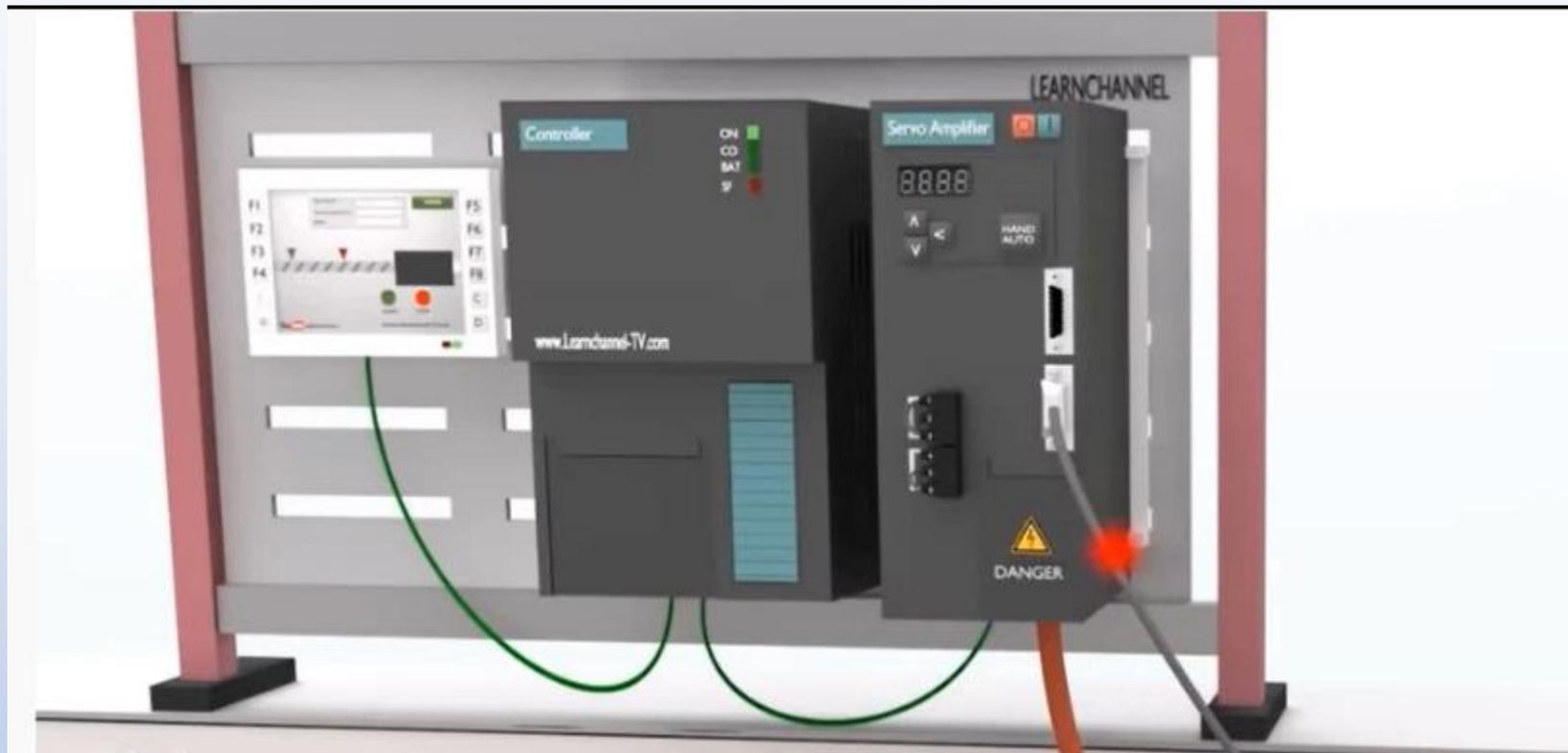
<https://www.youtube.com/watch?v=hg3TIFlxWCo>

INTRODUÇÃO

- ❑ O **Servo conversor** ou **Servo driver** é um equipamento de controle eletrônico utilizado em sistemas de acionamentos por Servomotores. Esse equipamento possibilita um acionamento de forma precisa e rápida, amplificando os sinais para as funções requeridas.
- ❑ O **Servo conversor** ou **Servo driver** permite um controle extremamente preciso da **posição, velocidade e torque**. Como resultado, o Servomotor pode atuar e manter posições específicas com máxima precisão e velocidade. O torque é mantido, que permite uma mudança muito rápida desde a parada e entre diferentes velocidades.



INTRODUÇÃO

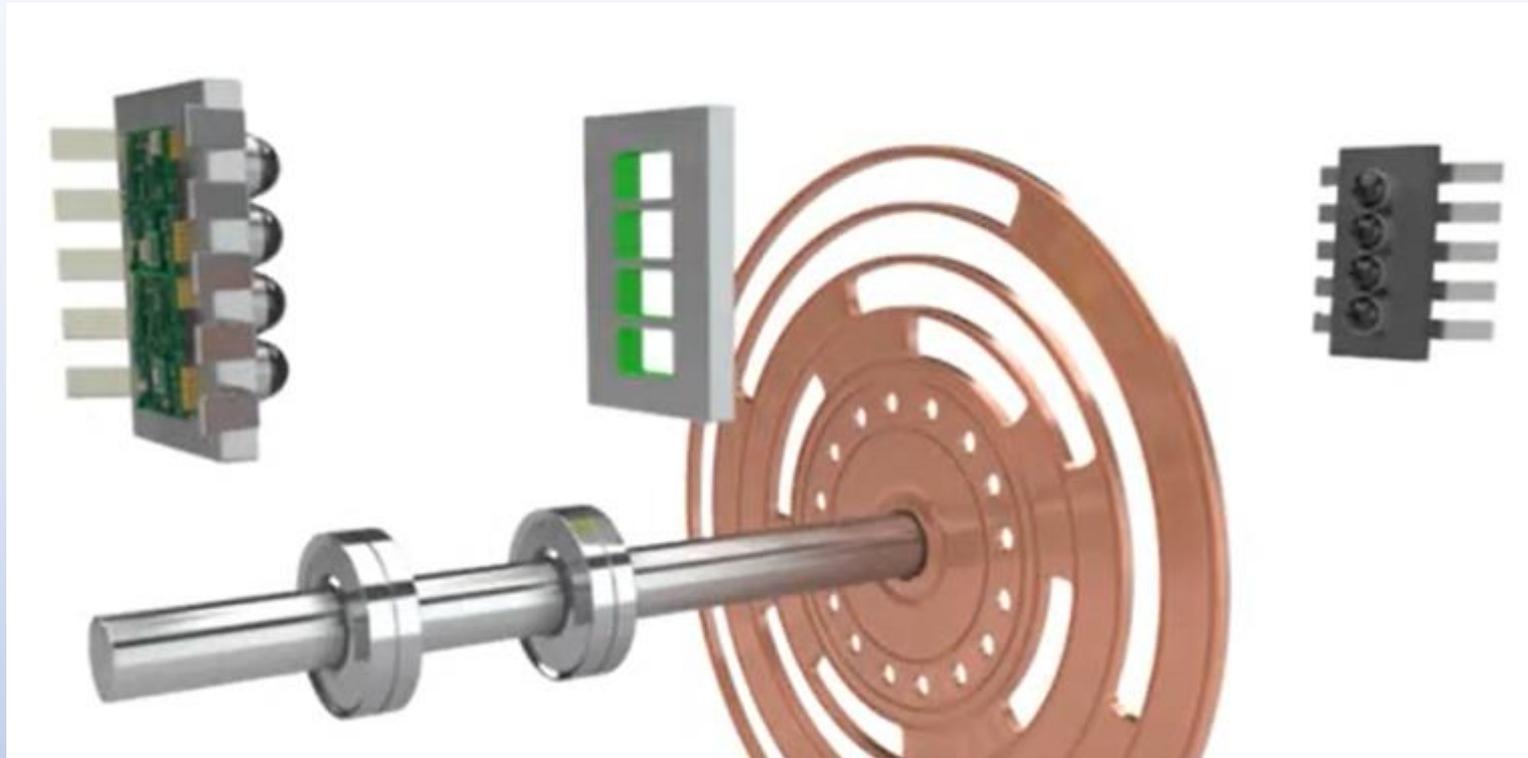


<https://www.youtube.com/watch?v=ditS0a28Sko>

INTRODUÇÃO

- ❑ O Servo conversor necessita de informações de posição e/ou velocidade para o controle do Servomotor. Nas aplicações de maior precisão impõe-se o emprego de medição por meio de variados tipos de sensores. Os principais tipos são:
 - Encoder: incremental ou absoluto;
 - Resolvers;
 - Taco geradores;
 - Sensores binários: indutivos, óticos, capacitivos, etc.;
 - Régua linear digital.

INTRODUÇÃO



<https://www.youtube.com/watch?v=s5gJpF8EKP8>

INTRODUÇÃO

- ❑ O Servoacionamento numa linguagem bem simples significa, que algo executa algumas funções por uma ordem dada.
- ❑ O Servoacionamento é utilizado na indústria para aplicações que exigem precisão, repetibilidade e alto desempenho..



INTRODUÇÃO

- ❑ O Servoacionamento pode ser utilizado em diversos tipos de máquinas onde se necessita uma certa automação nos seus processos de funcionamento.

- ❑ Por exemplo:
 - Máquinas de embalagens;
 - Envasadoras;
 - Centros de usinagem (CNC);
 - Robôs.

- ❑ Cada aplicação de Servoacionamento possui a sua peculiaridade, número de eixos e tipos de controles diferentes.

CONCEITOS BÁSICOS

“Torque é um conceito físico, relativo ao **movimento de rotação de um corpo após a aplicação de determinada força sobre ele.**”

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \times \sin \theta$$

$\vec{\tau}$ = Torque [KgF]

\vec{r} = Raio [cm]

θ = Ângulo entre \vec{r} e \vec{F}

M = Massa [Kg]

1KgF = 9,81N

1Kg = 1KgF

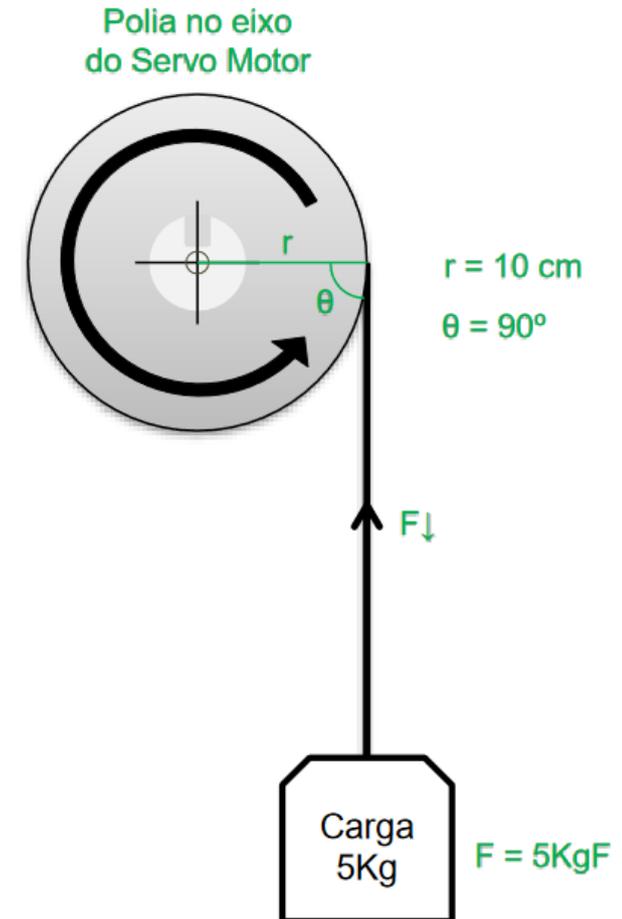
Qual o torque necessário para manter a carga estática?

$$\vec{\tau} = 10 \times 5 \times \sin 90$$

$$\vec{\tau} = 10 \times 5 \times 1$$

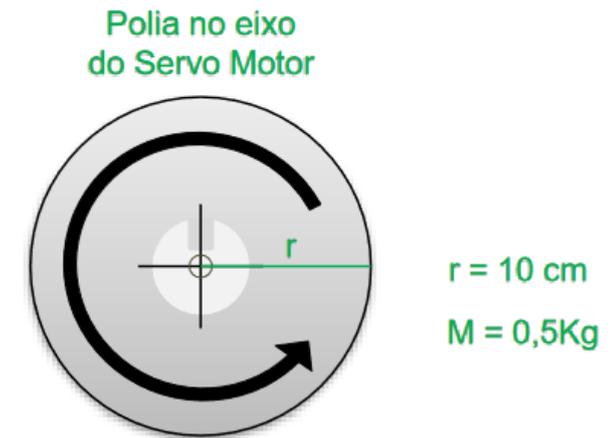
$$\vec{\tau} = 0,50 \text{ KgF} \cdot \text{cm}$$

$$\vec{\tau} = 0.049 \text{ Nm}$$



CONCEITOS BÁSICOS

- “Inércia é a **resistência** que uma massa oferece à modificação do seu estado de movimento. Todo corpo que tem massa tem inércia;
- **Uma massa em repouso requer um torque (ou força) para colocá-la em movimento;**
- Uma massa em movimento requer um torque (ou força) para modificar a sua velocidade ou para colocá-la em repouso.”



$$JL = M \times r^2$$

$$JL = 0,5 \times (10)^2$$

$$JL = 50 \text{kg} \cdot \text{cm}^2$$

$$JL = 0,005 \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$JL = 50 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$JL = \text{Inércia da Carga} [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$

$r = \text{Raio} [\text{cm}]$

$M = \text{Massa} [\text{Kg}]$

CONCEITOS BÁSICOS

Razão de Inércia

Para que o servoacionamento possa controlar uma determinada carga, deve-se considerar a razão entre a Inércia da Carga (JL) e a Inércia do Servo Motor (JM).

$$\text{Razão de Inércia} = \frac{JL}{JM}$$

Razão de Inércia (Guia)

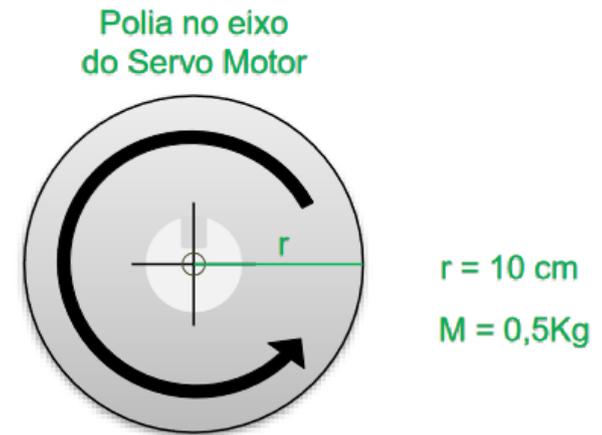
5 : 1 Típico

2 : 1 Melhor desempenho

10 : 1 Se desempenho não é crítico

$$5 = \frac{50 \times 10^{-4}}{JM}$$

$$JM = 10 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$



$$JL = M \times r^2$$

$$JL = 50 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

Inércia necessária no servo motor ou saída do redutor

CONCEITOS BÁSICOS

Velocidade Rotacional e Redutores

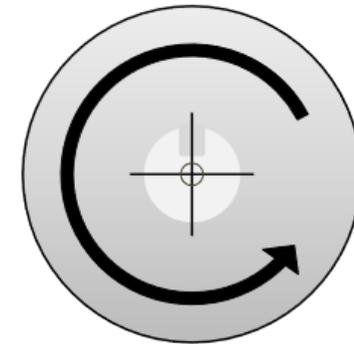
A unidade de medida mais comum para a velocidade do servo motor é o RPM.

$$1 \text{ rps} = 60 \text{ rpm} = 2 \pi \text{ rad/s}$$

A **velocidade de rotação** não deve ser confundida com a **frequência de rotação**, ainda que exista um relacionamento direto entre estas grandezas.

Ex.: $1 \text{ rps} = 1 \text{ Hz}$.

Polia no eixo
do Servo Motor



1 rps = 60 rpm

CONCEITOS BÁSICOS

O uso do redutor serve para:

- Reduzir a velocidade

$$nR = \frac{nM}{R}$$

- Aumentar o torque

$$\overline{\tau R} = R \times \overline{\tau M}$$

- Aumentar inércia do “servo motor”

$$JR = R \times JM^2$$

JM = Inércia do servo motor [$kg \cdot m^2$]

JR = Inércia na saída do redutor [$kg \cdot m^2$]

nM = Rotação do servo motor [RPM]

nR = Rotação na saída do redutor [RPM]

$\overline{\tau M}$ = Torque no servo motor [Nm]

$\overline{\tau R}$ = Torque na saída do redutor [Nm]

R = Redução

Exemplo:

3,18 Nm
3000 RPM
 $2,65 \times 10^{-4} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$

30,18 Nm
300 RPM
 $70,22 \times 10^{-4} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$



CONCEITOS BÁSICOS

Modo de Operação x Modo de Controle

Modo de Operação

- Modo Posição
- Modo Velocidade
- Modo Torque
- Modo Duplo:
 - Velocidade / Posição
 - Velocidade / Torque
 - Torque / Posição

Modo de Controle

- Pulso e Direção (PT)
- Registro Programável (PR) → ASD-A2
- Rede: → ASD-A2

CANopen

Ether**CAT**®

DMCNET™
Delta Motion Control Network

Referências bibliográficas



<https://www.youtube.com/watch?v=YI0-m4-JZdc>

<https://www.youtube.com/watch?v=hg3TIFlxWCo>

<https://www.manutencaoemfoco.com.br/servo-acionamento-sistema-de-precisao/>

<https://delta-electronics.com.br/wp-content/uploads/2022/04/Servo-Acionamento-Aula-1-Esecificacao-Servo.pdf>

<http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/n7srv>