

SERVOMECANISMO

Servo drive/Servo conversor

Prof. Dr. Cesar da Costa

E-mail: ccosta@ifsp.edu.br

Site: www.professorcesarcosta.com.br

Conceitos Básicos de um Servo drive

O que é um servo drive ou servo controlador?

- ❑ O sistema servo drive **realiza a automação em sistemas elétricos de controle de movimento**. Por isso, o sistema servo drive é responsável em controlar máquinas industriais de precisão, abertura de portas especiais e outros objetos.

Conceitos Básicos de um Servodrive

Servo drive



Servo motores

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Microcontrolador

- O controle de equipamentos para acionamentos industriais é comumente realizado por intermédio de um microprocessador embarcado no produto, o qual carrega um programa armazenado composto de algoritmos dedicados à aplicação em questão.
- Muitas vezes um único processador acumula, além das funções de controle, também as funções de diálogo com o operador e comunicações com outros dispositivos, através de redes industriais (também conhecidas como barramentos de campo). Por exemplo Modbus, Fieldbus, Can e etc.

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Microcontrolador

- O tipo de microprocessador que melhor se presta a esta categoria de aplicações costuma ser aquele que integra na mesma pastilha de silício.
- Além da unidade central de processamento (CPU), também circuitos de memória e uma diversidade de circuitos auxiliares (periféricos) dedicados a funções de entrada e saída (E/S) específicas, tais como conversão analógico-digital (A/D) e saídas digitais moduladas por largura de pulso (PWM).

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Microcontrolador

- Tal tipo de processador é usualmente chamado de **microcontrolador**. Com relação à arquitetura interna da CPU, os microcontroladores atualmente disponíveis no mercado podem ser classificados em três grupos principais:
 - Os que possuem arquitetura de Von Neuman;
 - Os de arquitetura de Harvard;
 - Os de arquitetura RISC (arquitetura utilizada pelo servoconversor WEG SCA-05);
 - Os que possuem arquitetura FPGA.

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Microcontrolador

- Em uma aplicação de controle de servoacionamento, o microcontrolador é responsável pelas seguintes tarefas de tempo real:
 - Aquisição de sinais de posição e velocidade para fins de controle, através de interfaces digitais para sensores do tipo resolver ou encoders (geradores de pulsos);
 - Execução do algoritmo de controle de velocidade ou posição;

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Microcontrolador

- Aquisição de sinais de corrente para fins de controle e proteção (conversão A/D);
- Execução do algoritmo de controle em coordenadas síncronas (d-q);
- Cálculo de valores de referência para modulação PWM das tensões produzidas pelo conversor (PWM senoidal ou modulação do vetor espacial).

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Memórias (Eprom - EEprom - RAM)

- As instruções de um programa de controle, assim como os dados processados pelo mesmo, são armazenados em circuitos de memória, que podem ser basicamente classificados em dois tipos: volátil e não- volátil.
- Numa aplicação onde o microcontrolador esteja embarcado em um equipamento, instruções de programa e parâmetros invariantes são normalmente armazenados em memória não-volátil. Por exemplo Eprom e EEprom.

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

- Memórias (Eprom - EEprom - RAM)

- Enquanto os dados (cujos valores podem variar durante a execução do programa) residem em memória do tipo volátil. Por exemplo RAM.

- O conteúdo da memória volátil é perdido quando o suprimento de energia é desligado, enquanto a memória não volátil retém seu conteúdo mesmo na ausência de alimentação.

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Memórias (Eprom - EEprom - RAM)

- Tecnologias desenvolvidas mais recentemente permitem que memórias EPROM sejam reprogramadas sem que seja necessário removê-las do circuito de aplicação, mediante aplicação das próprias tensões normais de operação.
- Memórias desse tipo são conhecidas como FLASH-EPROM ou simplesmente memórias FLASH.

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Sistema de Entrada e Saída de Dados

- Os circuitos de entrada e saída (E/S) que costumam ser integrados nos CI's de microcontroladores compreendem funções bastante diversificadas tais como:
 - Entradas e saídas analógicas;
 - Entradas e saídas digitais paralelas (controle de bits individuais);
 - Comunicação serial síncrona e assíncrona;
 - Entradas para contagem e captura de eventos;

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Estágio de Potência

- Os conversores de eletrônica de potência operam com dispositivos semicondutores chamados IGBTs nos estados de saturação ou bloqueio.
- Estes circuitos são propriamente chamados de circuitos chaveados e pela natureza da sua operação introduzem harmônicos na geração de sinais contínuos ou alternados.

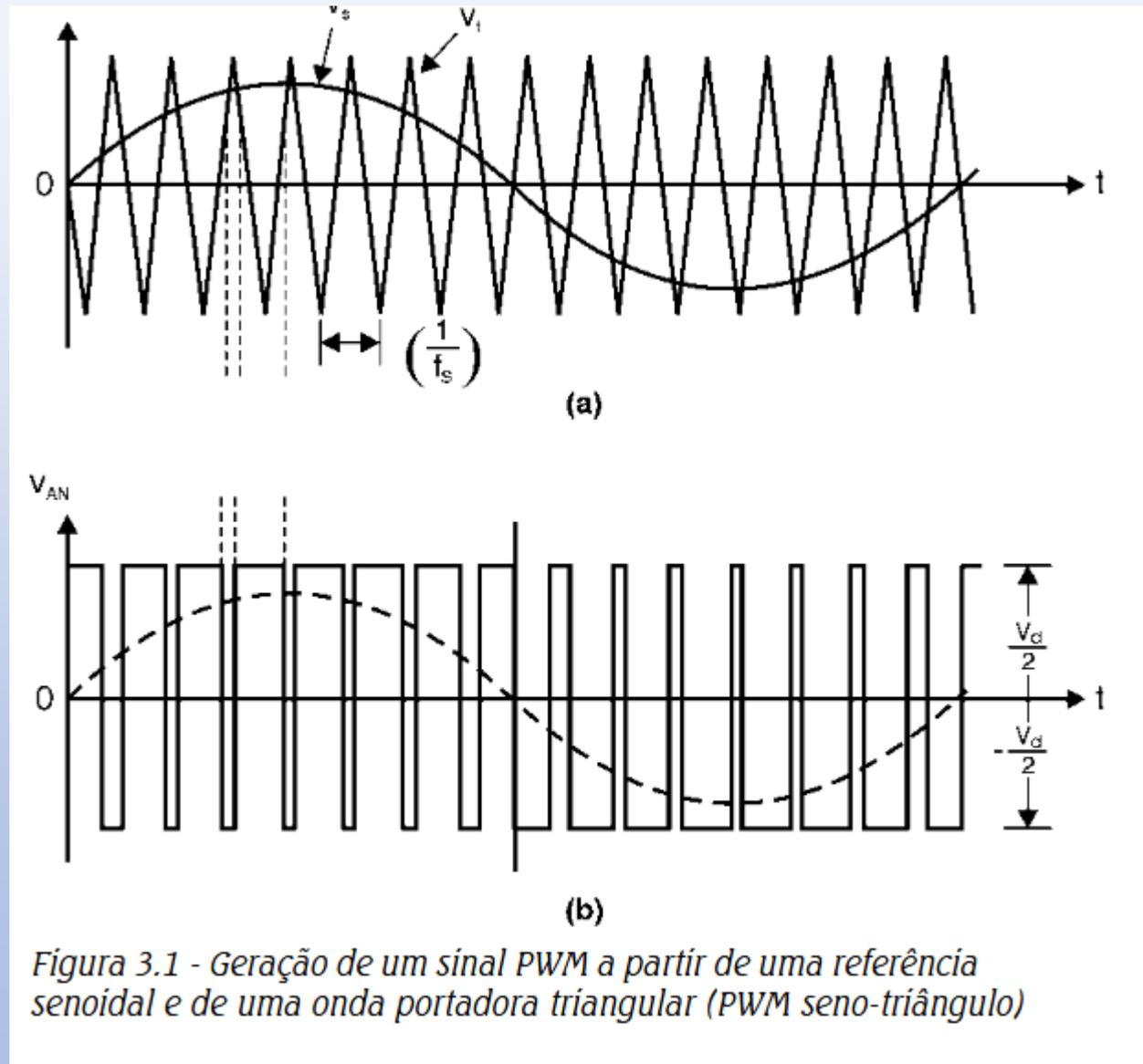
CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Estágio de Potência

- Para produzir uma tensão de saída senoidal com determinada amplitude e frequência, um sinal senoidal de controle (V_s) é comparado com uma onda triangular (V_t), conforme mostrado na figura 3.1(a). A frequência da onda triangular, chamada de onda portadora, determina a frequência de chaveamento.

CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO SERVOCONTROLADOR

□ Estágio de Potência



Servoacionamentos trifásicos

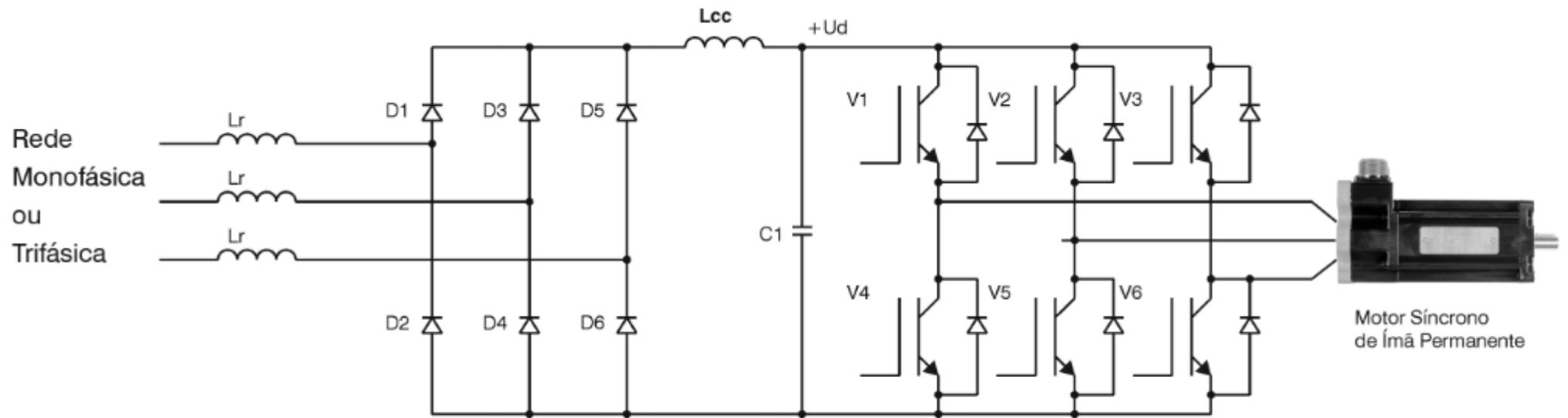
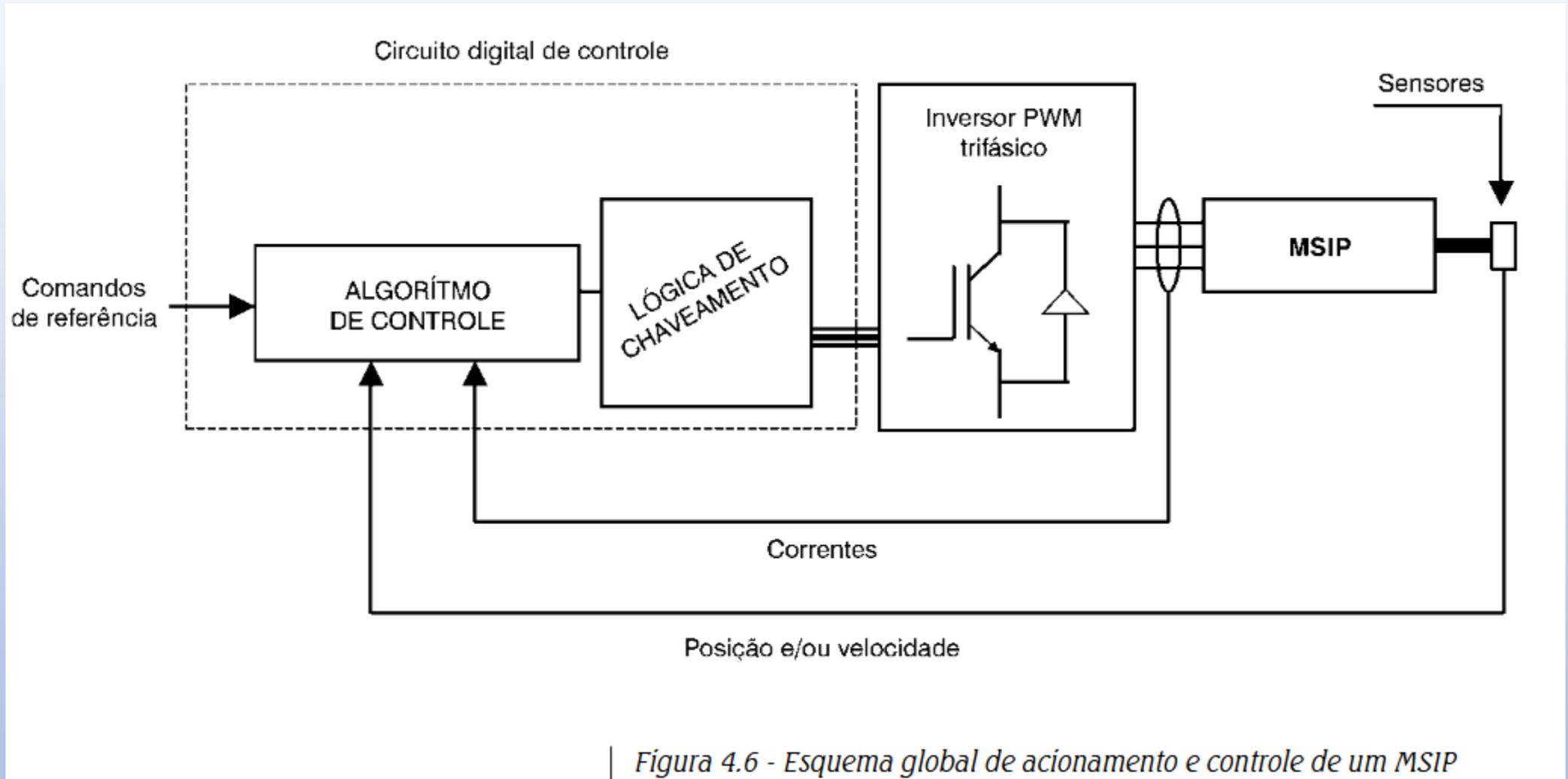


Figura 3.10 - Servoacionamento trifásico

Servoacionamentos trifásicos

- ❖ A ponte retificadora de diodos transforma a tensão alternada de entrada em uma tensão contínua que é filtrada por um banco de capacitores. Este circuito de corrente contínua é chamada de circuito intermediário.
- ❖ A tensão contínua alimenta a ponte inversora formada pelos IGBTs e diodos em anti-paralelo. O comando do “gate” dos IGBTs, feito por um circuito de comando implementado em um microcontrolador, permite a geração de uma tensão com amplitude e frequência controladas.
- ❖ O formato dos pulsos obedece ao princípio de modulação PWM seno-triângulo apresentado anteriormente

SISTEMAS DE CONTROLE



| *Figura 4.6 - Esquema global de acionamento e controle de um MSIP*

*Motor Síncrono de Ímã Permanente (MSIP)

SISTEMAS DE CONTROLE

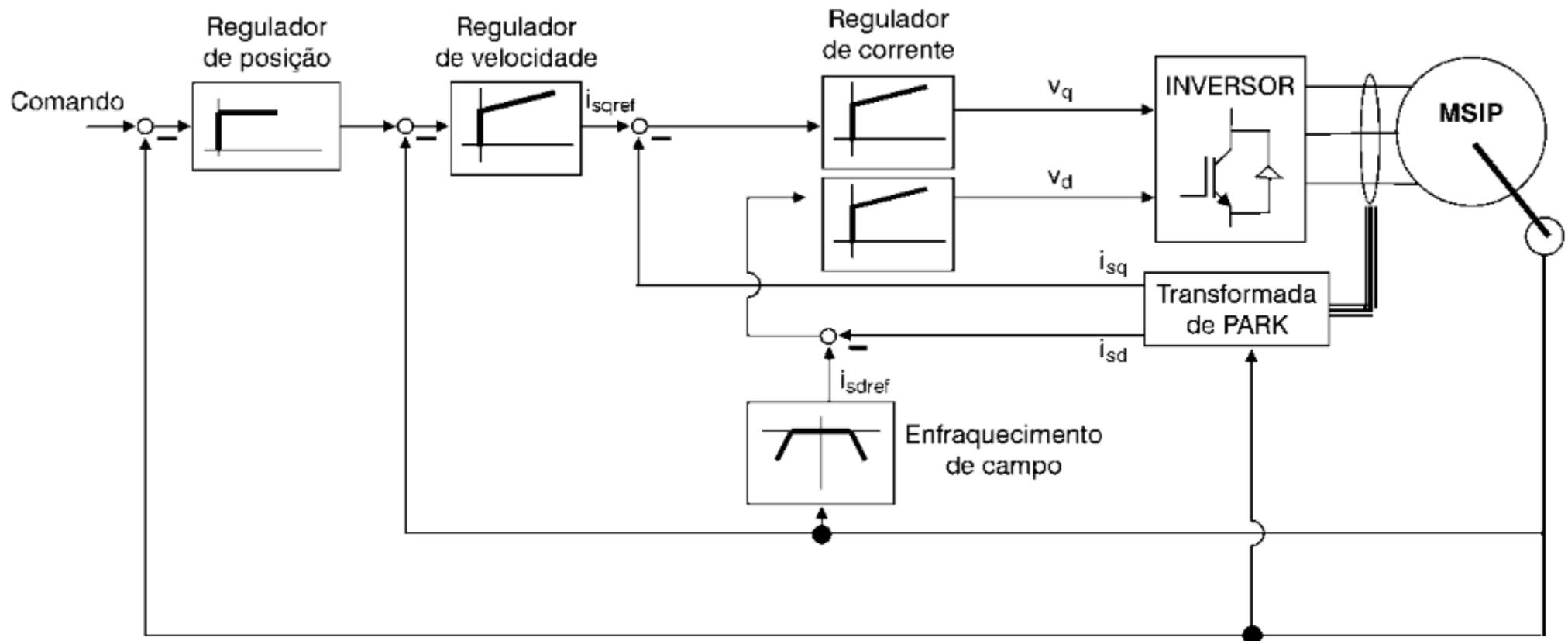


Figura 4.7 - Controle em cascata (posição, velocidade, corrente) de um MSIP

*Motor Síncrono de Ímã Permanente (MSIP)

SISTEMAS DE CONTROLE

- ❖ À malha mais interna de controle de corrente sobrepõe-se uma malha de controle de velocidade e a esta a uma malha de controle de posição, como apresentado na figura 4.7.
- ❖ Quando apenas a malha de controle de corrente está operante, o servoconversor é dito estar no **Modo de Controle de Torque**, uma vez que o torque é proporcional à corrente.

SISTEMAS DE CONTROLE

- ❖ No **Modo de Controle de Velocidade**, sobrepõe-se uma malha de controle de velocidade à malha de controle de corrente

- ❖ Finalmente, no **Modo de Controle de Posição**, mais uma malha de controle de posição é inserida na estrutura de controle em cascata.

□ CONTROLE DE VELOCIDADE

- ❖ É uma das funções básicas de um controlador. O controle de velocidade é realizado em malha fechada por realimentação de um encoder ou gerador de pulsos.
- ❖ O controle em malha fechada proporciona alta precisão de controle mesmo com grandes variações de carga.
- ❖ É essencial no controle de “spindles” ou eixo árvores em tornos e/ou máquinas operatrizes, principalmente em operações de usinagens, onde um desvio de velocidade irá representar alteração no passo do filete, inutilizando a peça.

□ CONTROLE DE POSIÇÃO

- ❖ Existem vários tipos de posicionamentos dependendo da função a ser realizada pela máquina. No caso de um posicionamento, o importante é levar o servo motor a posição solicitada com a máxima precisão.
- ❖ O posicionamento pode ser:
 - Incremental;
 - Absoluto.

□ CONTROLE DE POSIÇÃO

- ❖ A maioria dos controladores possuem uma função específica denominada de “**Home Position**” ou busca da posição zero ou referenciamento, permitindo referenciar automaticamente a máquina.
- ❖ A função “**Homing**” normalmente utiliza o pulso “C” do encoder como referência de posição zero.

☐ CONTROLE DE POSIÇÃO

- ❖ No posicionamento absoluto é necessário a utilização do encoder absoluto o qual informa em tempo real sua posição, mesmo com queda de energia, não sendo necessário reiniciar ou referenciar a máquina.

□ CONTROLE DE TORQUE

- ❖ Permite o controle preciso do torque do servo motor independente da velocidade e posição do mesmo.
- ❖ O controle de torque é normalmente utilizado em aplicação onde a grandeza fundamental de controle é o torque e/ ou a força aplicada a carga.
- ❖ Podemos citar como exemplo as operações de rosqueamento de tampas como o de embalagens de dentifrício, potes, frascos, etc, onde o torque de aperto deve ser o suficiente para garantir o perfeito fechamento da embalagem.

1.^a Prática – Controle de Velocidade

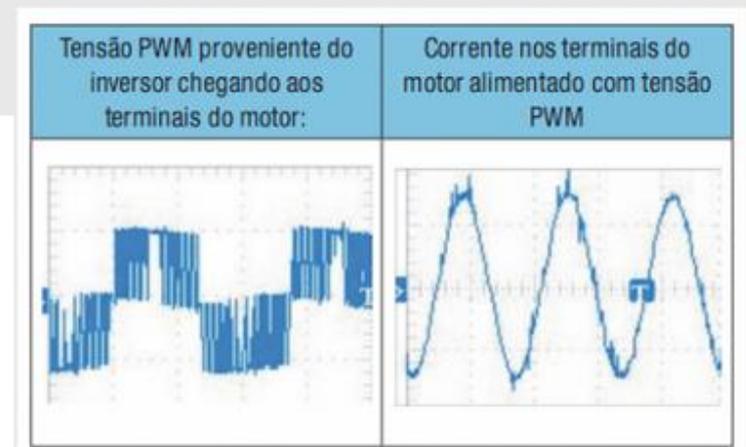
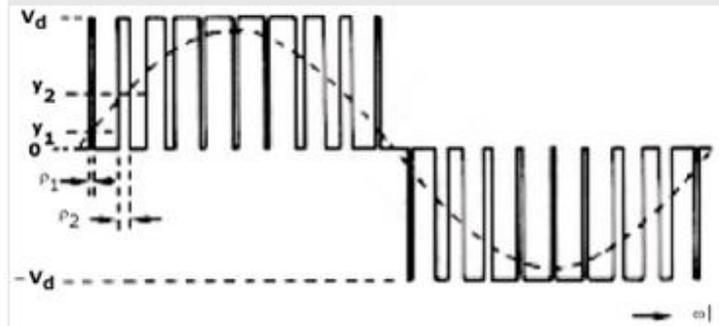
Funcionamento do Servo drive:

A variação da velocidade do motor ocorre através da variação da frequência e tensão de saída, como em um inversor de frequência, a diferença está no motor, que possui ímãs e no tipo de malha que é fechada através de um sensor de posição instalado no motor.

1.ª Prática – Controle de Velocidade

PWM (Pulse Width Modulation) ou Modulação por Largura de Pulso:

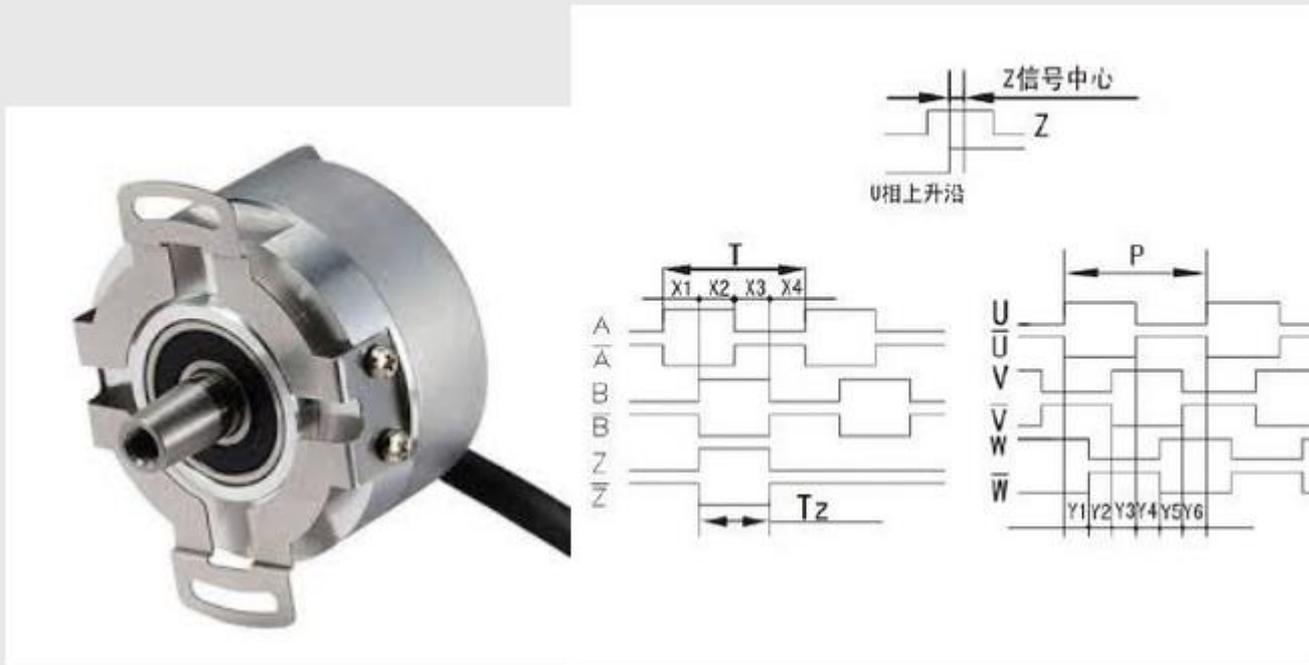
Técnica utilizada para efetuar a variação da tensão no motor, tendo como principal vantagem a eficiência. A imagem abaixo demonstra sua forma de onda e corrente resultante.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

Sensor: Os sensores de ângulo utilizados nos servomotores são:

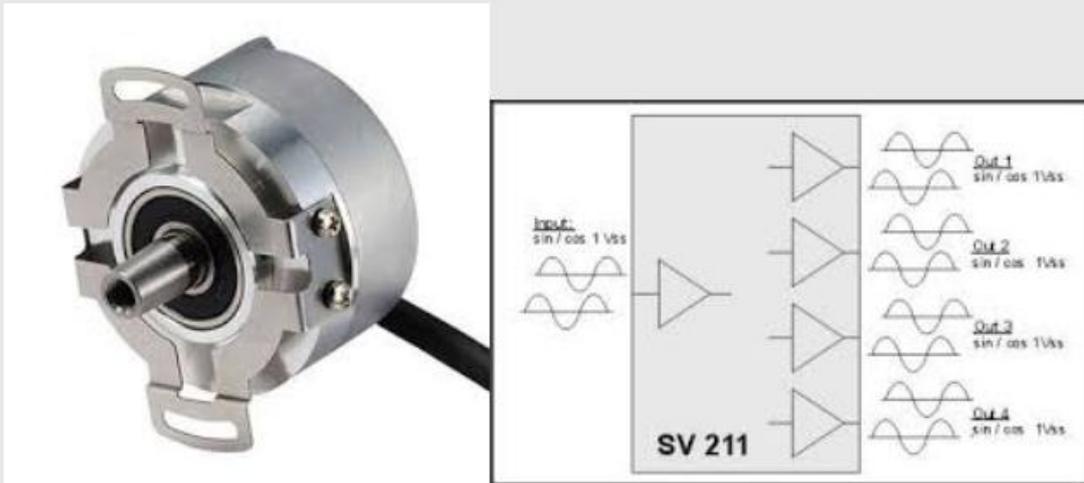
Encoder Incremental de 3 canais defasados 120° + canal A, B e Z de alta resolução.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

Sensor: Os sensores de ângulo utilizados nos servomotores são:

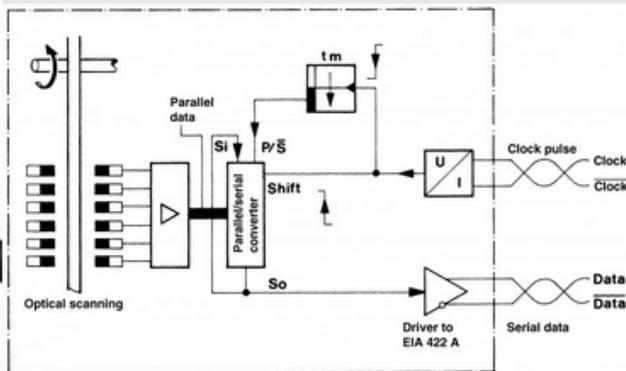
Encoder de Seno e Cosseno, gerando dois canais analógicos defasados 90° os quais retornam o ângulo exato e possui alta resolução.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

Sensor: Os sensores de ângulo utilizados nos servomotores são:

Encoder Serial, este possui comunicação serial, transmitindo a posição do motor e também informações de placa do motor ao ser energizado.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

Sensor: Os sensores de ângulo utilizados nos servomotores são:

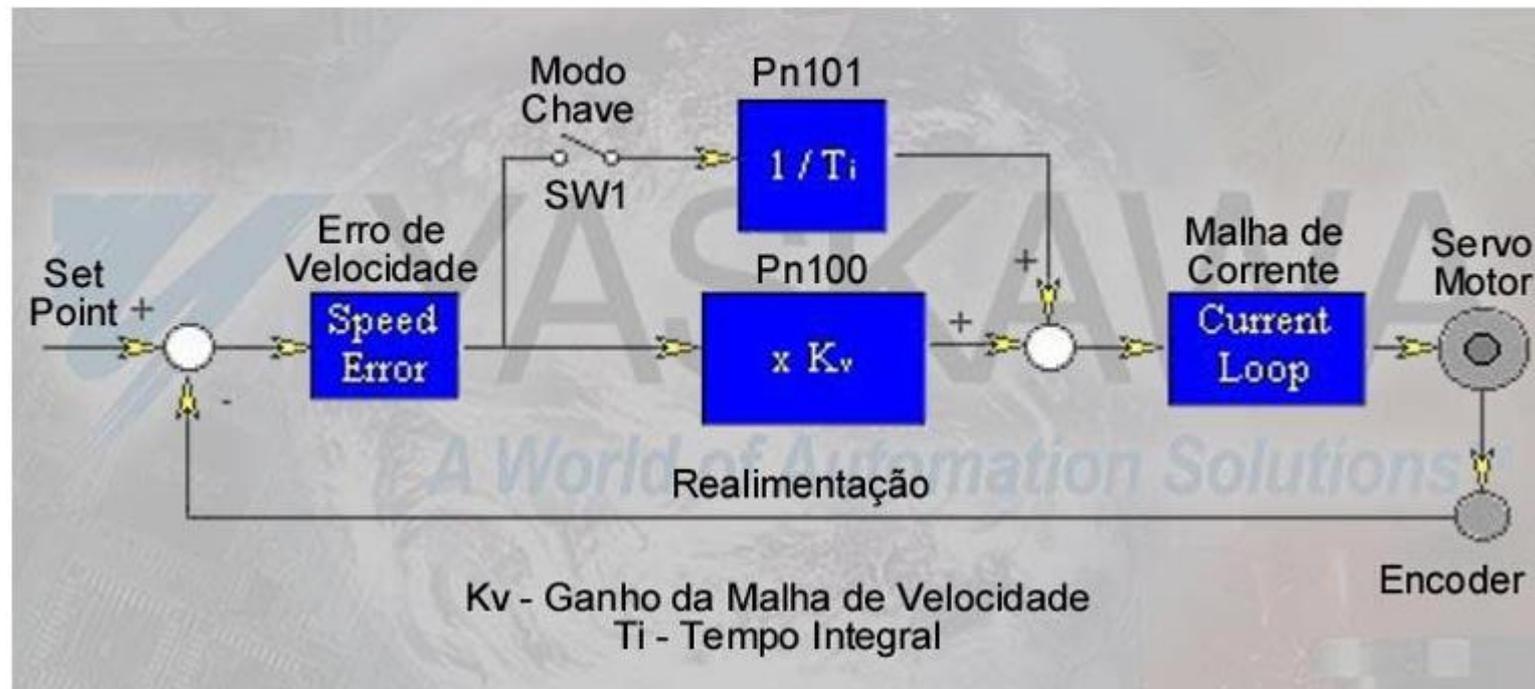
Resolver, consiste de um transformador rotativo, muito robusto e resistente, gerando dois canais de Seno e Cosseno analógicos transportados por uma portadora.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

Velocidade: Consiste em controlar a velocidade do motor com uma alta precisão, executando rampas de aceleração e desaceleração muito rápidas, com tempo de resposta muito alto e ótima dinâmica.

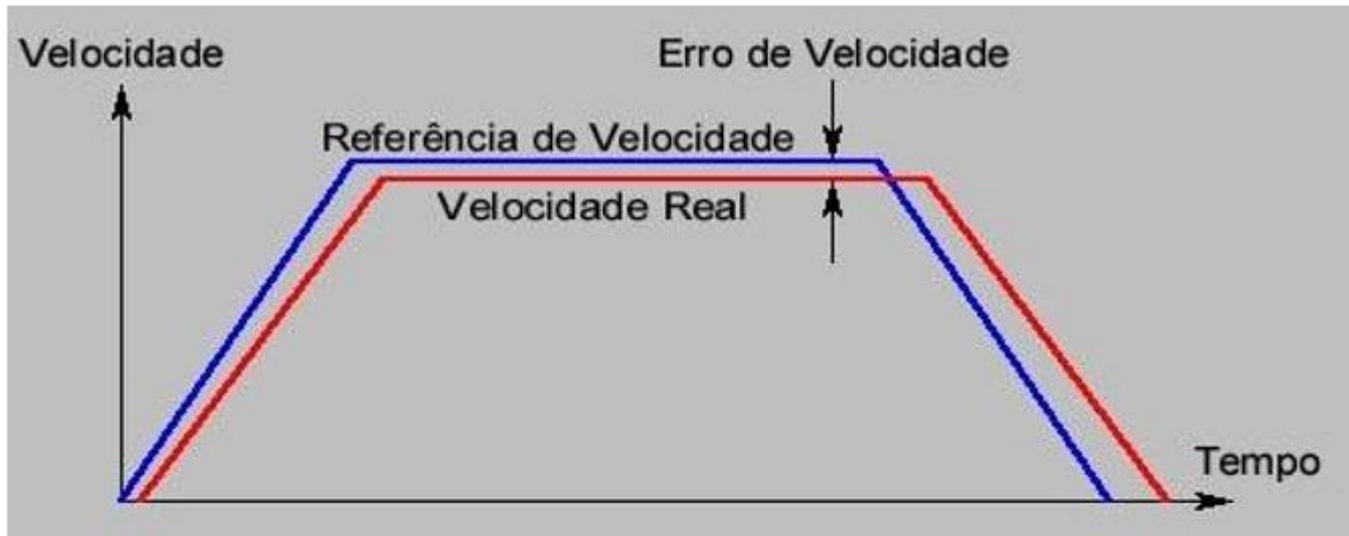
1.10. Malha de controle de velocidade



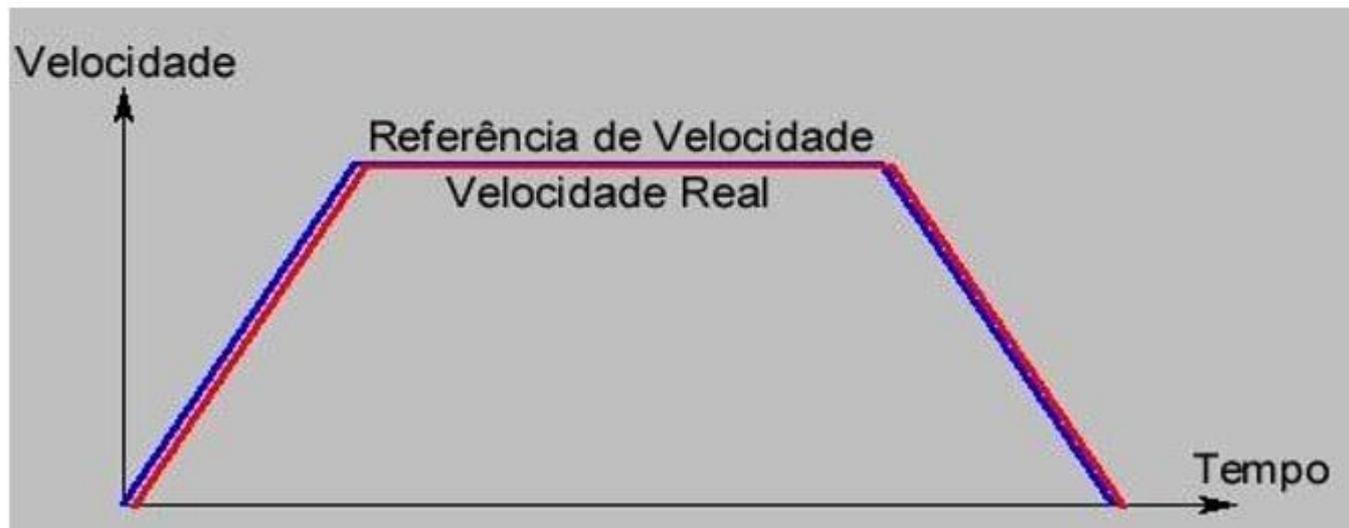
1.ª Prática – Controle de Velocidade

1.11. A resposta e o ganho integral

Este é um exemplo de resposta da Malha de Velocidade sem a atuação do Ganho Integral:



Ao utilizarmos o Ganho Integral, diminuimos o Erro de Velocidade:



1.^a Prática – Controle de Velocidade

1.12. Parâmetros do Controle de velocidade

A seguir são apresentados alguns parâmetros responsáveis pelo controle de velocidade (*Manual do Usuario – B.1 Parâmetros, pag. 295*).

- *Pn100 - Ganho de Malha de Velocidade*

Unidade: Hz - Faixa de Ajuste: 1 a 2000 -Valor de Fábrica: 40

- *Pn101 – Tempo Integral da Malha de Velocidade*

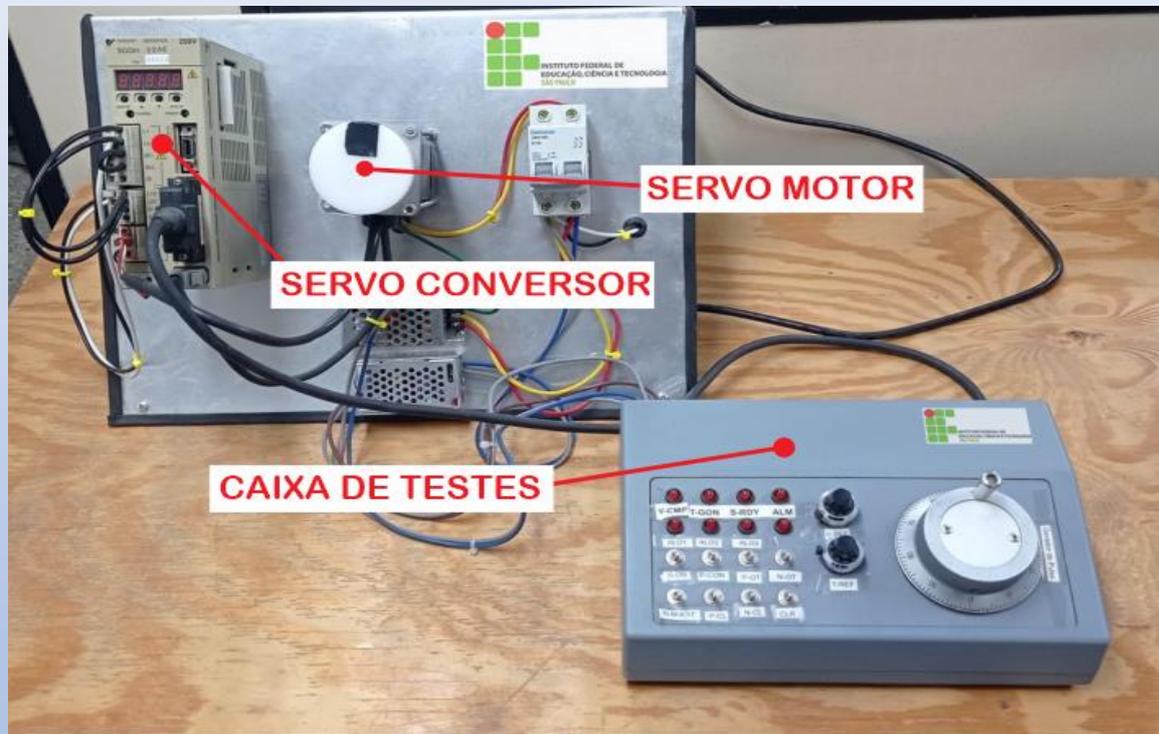
Unidade: 0,01 ms - Faixa de Ajuste: 15 a 51200 -Valor de Fábrica: 2000

- *Pn300 - Ganho da Referência de Velocidade:*

Unidade: 0,01V/Vel. Nom.: Faixa de Ajuste: 15 a 3000 -Valor de Fábrica: 600

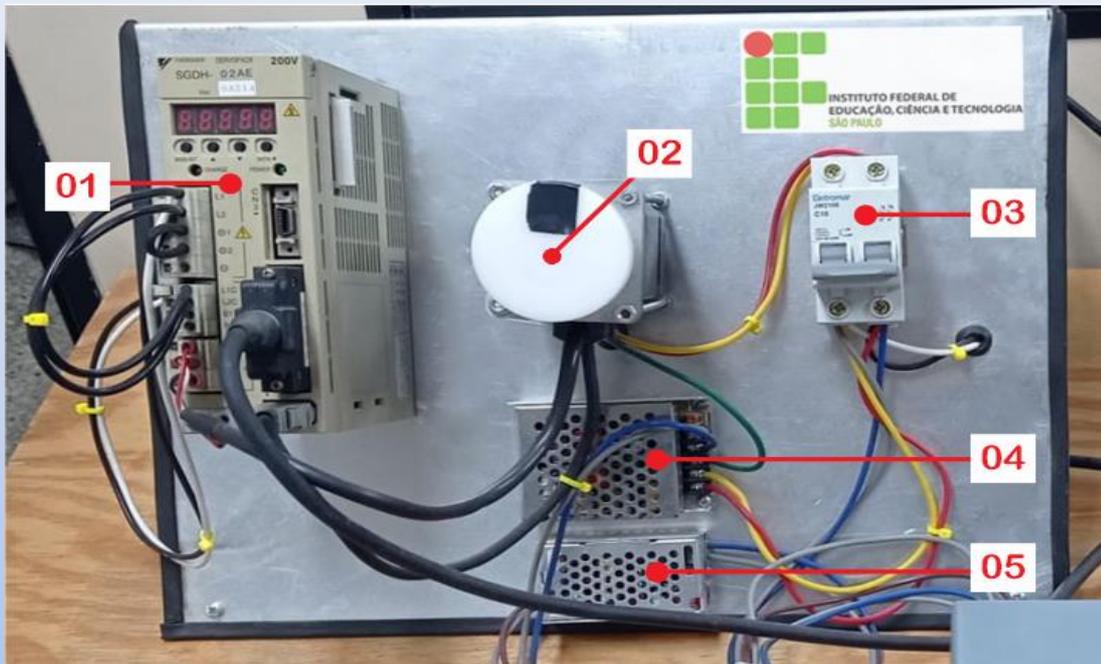
1.ª Prática – Controle de Velocidade

Bancada de testes de Servoacionamento



1.ª Prática – Controle de Velocidade

Componentes da bancada de testes



1. Servo drive;
2. Servo motor;
3. Disjuntor geral;
4. Fonte externa de tensão 24Vcc;
5. Fonte externa de tensão 12Vcc;

1.ª Prática – Controle de Velocidade

Caixa de Testes



A1: LEDs de sinalização;

A2: Bloco de chaves de comando;

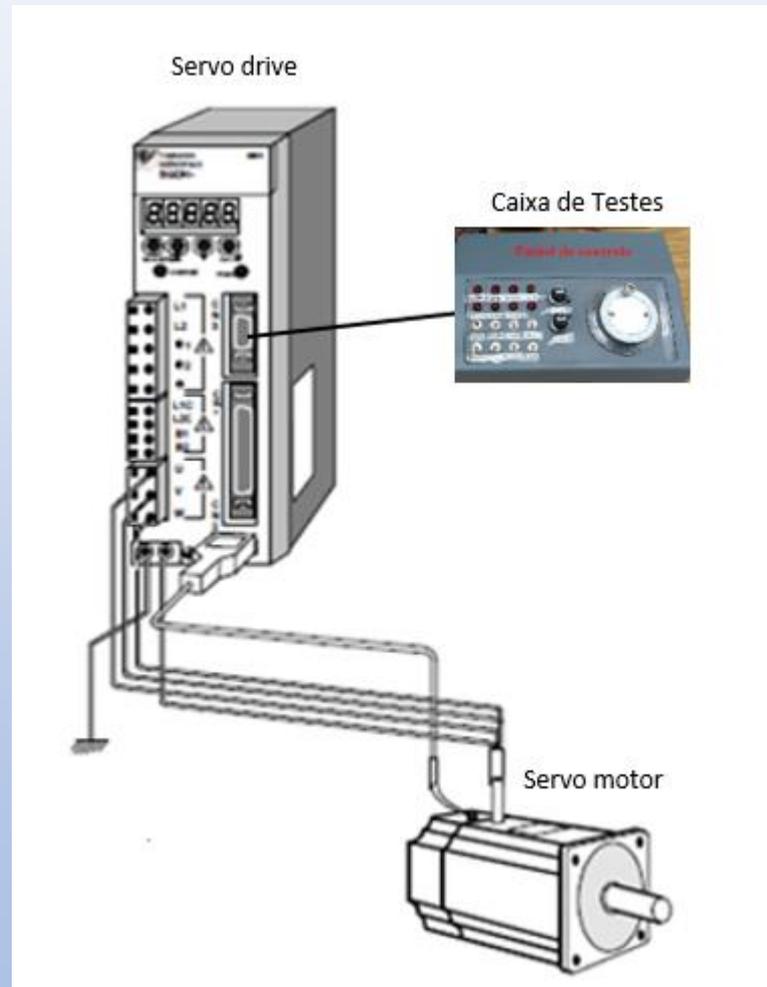
A3: Potenciômetro de ajuste de referência de velocidade, sinal V-REF;

A4: Potenciômetro de ajuste de referência de torque, sinal T-REF

A5: Gerador de pulsos.

1.ª Prática – Controle de Velocidade

Esquema ilustrativo das conexões entre servo motor, caixa de tetes e o servo drive.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

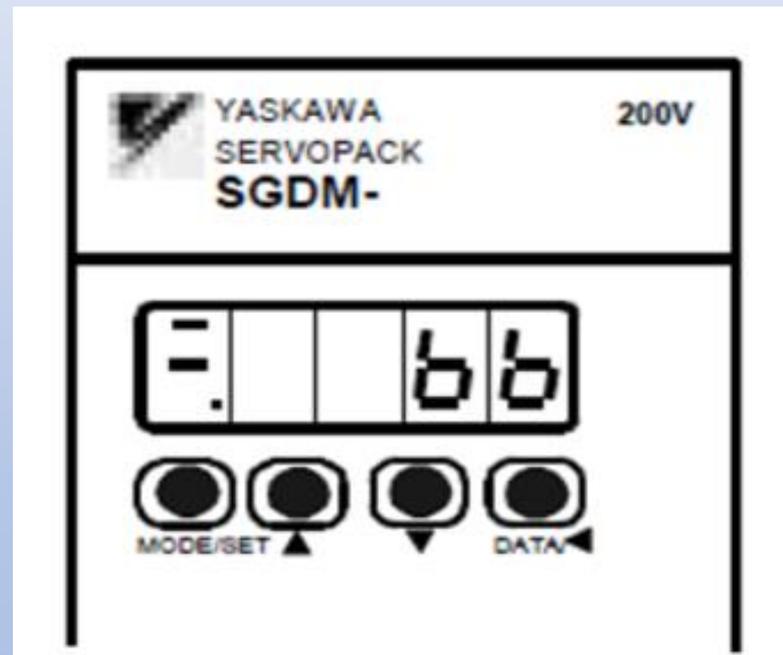
Configuração dos Sinais de Entrada da Caixa de Testes

- ❑ O Servo motor não operará corretamente se os sinais de entrada (caixa de testes - bloco A2) não estiverem corretamente acionados. Verifica-se as chaves na caixa de testes.
- As chaves P-OT e N-OT são os sinais de fim-de-cursos positivo e negativo, quando acionados apenas deixam o Servo Motor rodar avante e reverso respectivamente.
- A chave /ALM-RST é o Reset de Alarmes. Quando ocorrer qualquer falha no servo, um código irá aparecer no Operador Digital e assim pode-se identificar a causa, consultando o item 9.2.3, Tabela de Alarmes do Manual do Usuário. Após a solução do problema, basta acionar esta chave e o alarme irá desaparecer.

1.ª Prática – Controle de Velocidade

Interface de Programação

- ❑ Para realizar a seleção dos modos de controle, bem como os demais parâmetros do servo drive, a interface para essa programação será a interface digital do Servo Pack.



1.ª Prática – Controle de Velocidade

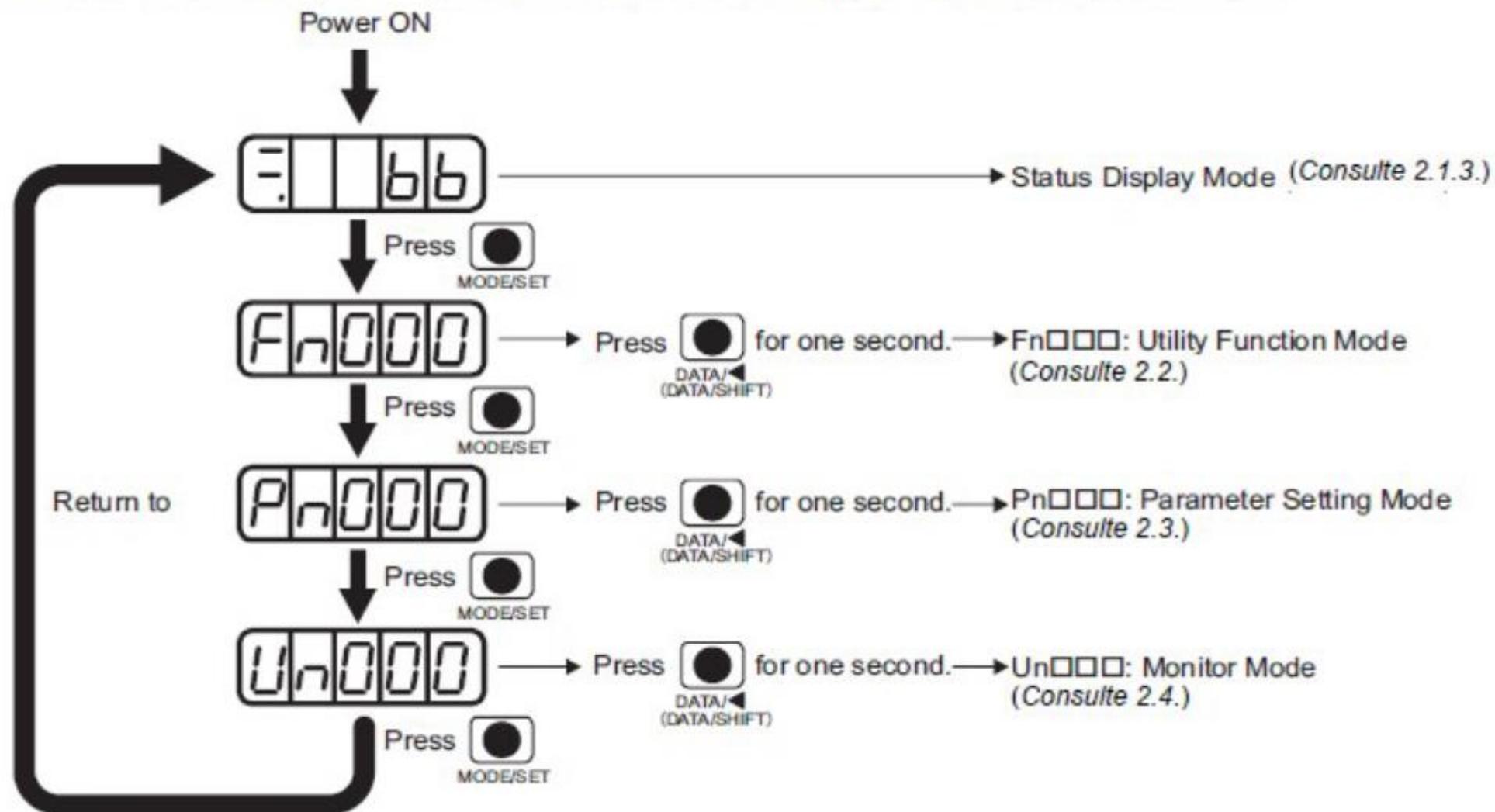
Função das Chaves

Tecla	Nome	Função
	Cima	<ul style="list-style-type: none">• Pressione esta tecla para ajustar os parâmetros ou mostrar os valores ajustados nos mesmos.• Pressione a tecla Cima para incrementar o valor setado.• Pressione a tecla Baixo para decrementar o valor setado.• Pressione as teclas Cima e Baixo juntas para resetar alarmes do servo.
	Baixo	
	MODE/SET	Pressione esta tecla para selecionar o modo indicador de status, função de modo auxiliar, modo de ajuste de parâmetro, ou modo monitor.
	DATA/SHIFT	<ul style="list-style-type: none">• Pressione esta tecla para ajustar cada parâmetro ou mostrar o valor setado de cada parâmetro.• Esta tecla é utilizada para selecionar o dígito sendo editado (piscando) ou ajuste de dado.

1.ª Prática – Controle de Velocidade

A seleção do modo de operação é feita conforme a seguir:

Pressione o botão MODE/SET para selecionar o modo do display seguindo o esquema abaixo.



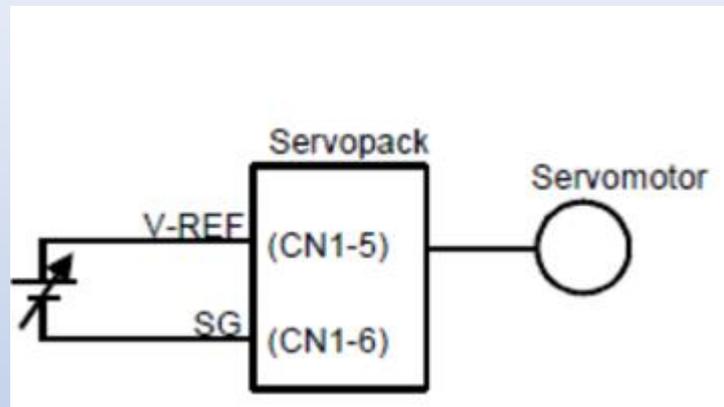
1.ª Prática – Controle de Velocidade

Parâmetro Pn000.1 - Modo de controle de velocidade por referência analógica.

- O tipo de método de controle depende do ajuste do parâmetro (Pn), seleção do modo de controle do Servo pack, parâmetro Pn000.1;
- Ajusta-se o parâmetro Pn000.1 para 0, correspondente ao método de controle de Velocidade - referência analógica;

1.ª Prática – Controle de Velocidade

- ❑ O padrão de controle de velocidade ocorre como apresentado na ilustração da Figura , ou seja, o servomotor roda numa velocidade proporcional a referência de tensão V-REF.



- ❑ Com a chave S-ON ligada o motor funcionará com a velocidade mostrada no parâmetro Un000, velocidade real do servo motor, que por sua vez é proporcional a tensão de referência analógica, que pode ser lida no parâmetro Un001.

Conclusões



[http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Guia de Aplicacao de Servoacionamentos.pdf](http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Guia%20de%20Aplicacao%20de%20Servoacionamentos.pdf)

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Controladores%20de%20Movimento.pdf

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