Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Curso de Engenharia Energia

PRÁTICA COM SERVOCIONAMENTO PARA EXECUÇÃO NO LABORATORIO DE ELETRICIDADE APLICADA DA FGA-UNB

Autor: Gabriel Mariz Bezerra Cabral
Orientador: Flávio H. I. Ribeiro da Silva

Brasília, DF
2014

GABRIEL MARIZ BEZERRA CABRAL

PRÁTICA COM SERVOCIONAMENTO PARA EXECUÇÃO NO LABORATORIO DE ELETRICIDADE APLICADA DA FGA-UNB

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Professor Doutor Flavio H. I. Ribeiro da Silva

Brasília, DF
2014

UnB Gama
O novo endereço da tecnologia

PRÁTICA COM SERVOCIONAMENTO PARA EXECUÇÃO NO LABORATORIO DE ELETRICIDADE APLICADA DA FGA-UNB

Gabriel Mariz Bezerra Cabral

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. (Titulação): Nome do Professor, UnB/ F
Orientador

Prof. (Titulação): Nome do Professor, UnB/ F
Membro Convidado

Prof. (Titulação): Nome do Professor, UnB/ F
Membro Convidado

Brasília, DF
2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades que tive na vida, a proporcionar que tudo pudesse acontecer, como minha própria graduação e a oportunidade de chegar a reta final sem desistir.

Agradeço também toda minha família, em especial meu pai e minha mãe, as pessoas que sempre me apoiaram a nunca desistir, durante todo o caminho todos os momentos em que precisei da ajuda deles, eles estavam presentes para me guiar e me ensinar, eles estavam comigo para ajudar com o que precisasse, ele me criaram e fizeram de mim ser quem eu sou, devo toda a minha graduação a eles, além claro da minha vida, por isto esse agradecimento é em especial a minha mãe e meu pai, eles que foram as pessoas que mais acreditaram em mim.

Agradeço separadamente minha avó, que sempre acreditou em mim, me ajudou e cuidou de mim durante anos, ela que sempre procurou me compreender em momento de angustia, ela que sempre esteve ao meu lado independente de quem não estivesse, ela que sempre me ofereceu abrigo e seu amor.

Agradeço ao professor Flavio Ribeiro que aceitou me orientar e me indicou um tema para meu trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

Nas industrias, a procura por um sistema que proporcione um aumento de qualidade e produtividade no seu processo de produção está cada vez maior, para isso muitas usam hoje em dia o servoacionamento para melhorar este processo, por esse sistema possuir robustez, precisão e variação no seu controle. Com esses motivos é muito recomendável que os alunos tenham algum contato com o servoaciomento durante sua graduação, assim é apresentado uma prática para ser desenvolvida no laboratório, fazendo a pessoa que executa esta prática aprender a programar e a executar esta programação, simulando o uso de servomotores nas industrias, onde se usam ciclos de aceleração, desaceleração e posicionamento. Os servoconversores que controlam os servomotores são programados usando parâmetros pré-definidos, o que torna esta prática simples e de rápida execução, tudo pode ser determinado com facilidade quando se sabe a função de cada parâmetro, logo esta prática se torna algo importante devido a sua aplicabilidade e simplicidade no mercado.

Palavras-chave: Servoacionamento. Servomotor. Servocondutor.

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustração do funcionamento de um motor de indução.....14
Figura 2: Partida direta de motor elétrico.....16
Figura 3: Partida estrela-triangulo de motores elétricos.....17
Figura 4: Partida chave compensadora.....18
Figura 5: Servoconversor SCA-05.....21
Figura 6: Servomotor modelo SWA 56-2,5-20.....22
Figura 7: Especificações do servomotor presente no laboratório.....22
Figura 8: Configuração de um servomotor, apresentando seus componentes.24
Figura 9: Interface homem máquina.....29
Figura 10: Diagrama de montagem do circuito na bancada do laboratório.....30
Figura 11: Circuito montado para execução da prática.....30
Figura 12: Display IHM ligado.....31

Lista de Tabelas

Tabela 1: Parâmetros Básicos.....27
Tabela 2: Parâmetros Item 1.....29
Tabela 3: Parâmetros Item 2.....33
Tabela 4: Parâmetros Item.....37
Tabela 5: Opções de programação para os parâmetros.....40

Sumário

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 OBJETIVO 11
1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 11
2 MÁQUINAS DE INDUÇÂO 13
2.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE MÁQUINAS DE INDUÇÃO 13
2.2 ESCORREGAMENTO DO ROTOR 14
2.3 FREQUÊNCIA ELÉTRICA NO ROTOR 15
3 PARTIDA DE MOTORES ELÉTRICOS 16
3.1 PARTIDA DIRETA 16
3.2 PARTIDAS INDIRETAS 17
3.2.1 Partida estrela-triângulo 17
3.2.2 Partida Chave compensadora 17
3.2.3 Partida Soft-Starter 18
4 CONTROLE DE MOTORES DE INDUÇÃO 19
4.1 CONTROLE DE VELOCIDADE POR VARIAÇÃO DE FREQUENCIA NO ESTATOR 19
4.2 CONTROLE DE VELOCIDADE POR VARIAÇÃO DO ESCORREGAMENTO 19
5 SERVOACIONAMENTO 21
5.1 SERVOMOTORES 22
5.2 SERVOCONVERSOR 24
6 SERVOACIONAMENTO NAS INDUSTRIAS 27
7 **PRÁTICA COM SERVOACIONAMENTOS** 28
7.1 PARÂMETROS PADRÕES 28
7.2 ITEM 1 29
7.2.1 **Parâmetros** 30
7.2.2 **Execução** 30
7.3 ITEM 2 33
7.3.1 Parâmetros 34
7.3.2 Execução 35
7.4 ITEM 3 36
7.4.1 Parâmetros 38
7.4.2 Execução 39
7.5 OPÇÕES DE DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS 41

7.6 ROTEIRO PROPOSTO PARA ENTREGA AO ALUNO PARA ENTREFA AO ALUNO PARA O DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA PROPOSTA..... 43

8 CONCLUSÃO 47

9 ATIVIDADES FUTURAS 48

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49

1 INTRODUÇÃO

No século XIX, após a segunda guerra mundial, o mundo se encontrava em reforma, se recuperando dos efeitos da guerra, o cenário industrial precisava aumento de produção, isso seria feito com a reformulação de todo maquinário existente, este acontecimento é chamado de *retrofitting.* As máquinas foram redesenhadas, assim teriam os custos de programação, treinamento e reposição de peças reduzidos, permitindo que recursos pudessem ser realocados para outras áreas de investimentos.

Com este cenário a concepção de novos produtos e serviços foi inevitável, o que conduziu a automação de processos manuais. O acionamento de máquinas necessitou ser mais preciso quanto a sua programação de comandos e a modalidade elétrica ganhou força à medida que oferecia mais segurança e precisão. O avanço da implementação de equipamentos movidos por atuação elétrica dotados de circuitos com capacidade de converter sinais de qualquer natureza em elétricos conduziu a uma nova seara de equipamentos industriais, definindo o que é conhecido hoje como servoacionamento.

Um sistema em que se pode controlar a velocidade, torque e posicionamento hoje no mercado é utilizado em inúmeros tipos de industrias e aplicações diferentes, o servoacionamento traz essa possibilidade para quem quer um sistema robusto e com grande grau de precisão.

Sabendo disso é muito interessante que engenheiros que estão em formação, tenham durante sua vida acadêmica, algum contato com esse sistema, considerando ainda que quanto mais o tempo passa maior é o número de indústrias que buscam esse tipo de controle para aumentar sua produtividade e qualidade na produção.

Levando em conta o avanço tecnológico e o aumento do uso dos servoacionamentos nas indústrias, está sendo proposto uma prática de laboratório, para que alunos de engenharia possam ter um primeiro contato com o sistema e possam aprender a como acionar e programar um servomotor para executar tarefas que necessitem um posicionamento mais preciso do eixo do motor. Isso pode ser utilizando em vários tipos de indústrias que usam esteiras e precisam que elas parem em determinada posição durante um

tempo, definindo assim ciclos de execução, o que os alunos farão na prática aqui proposta.

O aluno desenvolvendo o que está sendo proposto neste trabalho terá no mínimo, conhecimento sobre o que pode e está sendo usado no mercado para aumento de produtividade, assim sendo melhor preparado para solucionar problemas e otimizar processos industriais.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo oferecer uma prática de laboratório para ser desenvolvida no laboratório de eletricidade aplicada na FGA-UNB, onde já se possui os materiais necessários para execução de tal pratica.

O alunoterá apenas uma introdução ao assunto e a apresentação dos equipamentos do sistema, para isso ele terá uma atividade prática onde programará e ativará o sistema com parâmetros diferentes, fazendo assim com que ele consiga simular certas atividades muito usado na indústria no geral.

Além de apresentar ao aluno, o professor estará familiarizado com as opções que o servoacionamento traz sendo possível alterar a prática de acordo com a sua opinião como profissional, sabendo o que pode ser ou não ser executado pelo aluno, ou se deve-se adicionar algum tipo de variação dentro dos parâmetros apresentados.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em sete capítulos, sendo o segundo, terceiro e quarto uma introdução teórica sobre o assunto de motores, partidas e controles, isso pois o servoacionamento é um sistema em que o servomotor se assemelha consideravelmente com um motor de indução trifásico, a partida e o controle desse motor é dado pelo servocondutor, assim é apresentado as opções que existem atualmente.

Os capítulos cinco e seis são uma apresentação do servoacionamento, é apresentado as especificações e características dos componentes e onde esse sistema é utilizado dentro da indústria.

O sétimo capitulo é a explicação detalhada da prática, onde é apresentado os parâmetros e a ordem de programação para a prática, onde se explica e é apresentado as opções em que o programador tem para executar o que se está sendo proposto, sendo que permite, com o que é apresentado, que o leitor aprenda e perceba onde ele pode fazer alterações.

2 MÁQUINAS DE INDUÇÂO

As máquinas de indução foram criadas por Nicola Tesla e GalileoFerraris, sem que tivessem qualquer tipo de contato entre eles, em 1885, Ferraris construiu um estator de quatro polos que alimentas por tensões elétricas defasadas provocava a rotação de um rotor cilíndrico, Tesla em 1886, usando um estator cilíndrico, construiu um motor onde em torno do estator foi colocado duas bobinas defasadas entre si de 90° e um rotor cilíndrico com bobinas, assim sendo feita o primeiro motor de indução.

Os motores de indução são muitos utilizados na indústria por serem mais baratos, robustos e menores que as maquinas de corrente continua e as síncronas. O controle desses motores é complexo, quando comparado ao controle de máquinas de corrente contínua, isso é dado por motores de indução terem como variável, a frequência para ser controlada, além das relações de torque x velocidade e torque x fluxo magnético não serem lineares nos entreferros.

Um problema presente nestes motores é a partida, que quando dada diretamente na rede elétrica pode danificar o motor pelas correntes de partidas que podem ser maiores que seis vezes a corrente nominal de seu funcionamento, este assunto será abordado no próximo tópico, onde serão apresentadas opções de partidas diretas e indiretas.(Edson Bim. 2013)

2.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE MÁQUINAS DE INDUÇÃO

O princípio de máquinas de indução pode ser ilustrado usando o dispositivo da Fig.(1), onde um imã permanente é suspenso por um fio sobre um disco de alumínio ou cobre pivotado num mancal de apoio sobre uma placa fixa de ferro. Junto com o imã girando o disco abaixo dele girará independente do sentido em que o imã estiver girando. Esse movimento no disco é devido as correntes parasitas que aparecem dado o movimento relativo do disco com o campo magnético. (Alexandre Cézar de Castro. 2014)

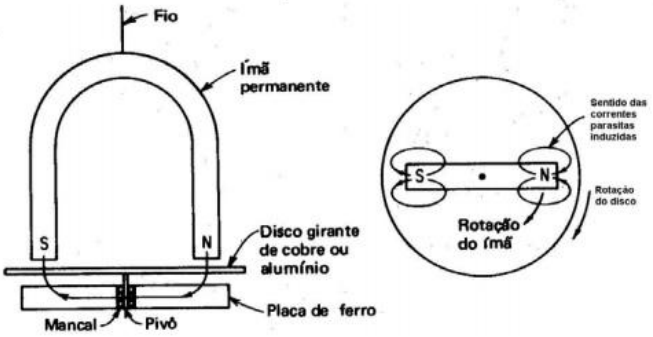

Fig. 1. Ilustração do funcionamento de um motor de indução.

O disco gira no mesmo sentido do imã, no entanto, deve girar em uma velocidade menor, pois se o disco fosse acionado com a mesma velocidade do imã, a velocidade relativa entre o condutor e o campo magnético, isso não geraria as correntes parasitas.

Se as velocidades fossem iguais, a corrente induzida seria zero, o campo magnético e o torque seriam nulos. Assim o disco deve girar em uma velocidade diferente afim de produzir torque, sendo que deve-se gerar uma diferença de velocidades entre a velocidade síncrona e a velocidade na qual gira o disco, resultando em torque produzido por interação entre seu campo e o campo magnético girante.

2.2 ESCORREGAMENTO DO ROTOR

A tensão induzida no rotor damáquina depende da velocidade relativa entre o rotor e os campos magnéticos. Utilizam-se dois termos para definir este movimento relativo, um deles é a velocidade de escorregamento, dado por:

$$V_{esc} = V_{cg} - V_{eixo} \tag{1}$$

Sendo:

V_{esc} – Velocidade de escorregamento

V_{cg} – Velocidade do campo magnético girante

V_{eixo} – Velocidade do eixo do motor

O outro termo utilizado para descrever o movimento relativo é o escorregamento, o qual é a velocidade relativa expressa sobre uma base pu ou em porcentagem, o termo é dado por:

$$s = \frac{V_{cg} - V_{eixo}}{V_{cg}} \tag{2}$$

Também pode ser expresssa em termo da velocidade angular:

$$s = \frac{\omega_{cg} - \omega_{eixo}}{\omega_{cg}} \tag{3}$$

2.3 FREQUÊNCIA ELÉTRICA NO ROTOR

As máquinas de indução induzem correntes e tensões no seu rotor, isso faz com que possam se comportar como transformadores, em que o estator induza tensão no rotor, mas a diferença é que a frequência no rotor não necessariamente é a mesma no estator. A frequência das tensões no rotor varia inversamente com a velocidade do rotor, indo de um máximo em repouso até um mínimo na velocidade síncrona.

A frequência no rotor é dada por:

$$f_r = s * f_e \tag{4}$$

Onde:

f_r – frequência do rotor da máquina em Hz

f_e – frequência elétrica da rede em Hz

s – Velocidade relativa (escorregamento)

3 PARTIDA DE MOTORES ELÉTRICOS

As partidas de motores elétricos são classificas em dois tipos, sendo eles, partida direta ou indireta, será abordado apenas algumas dessas partidas, como forma de introdução ao assunto, sendo que não é o objetivo aprofundar-se sobre o assunto neste trabalho.

Este capitulo tem como objetivo apresentar os modos de partida que existem no mercado, o servoconversor possui um sistema de partida muito similar ao soft-starter, sendo este o último tópico deste capitulo, o controle da velocidade do motor feita após a partida é apresentado no próximo capitulo.

3.1 PARTIDA DIRETA

A partida direta é dada ligando o motor diretamente a fonte de alimentação, o que gera altíssimas correntes de partida, podendo danificar as máquinas, mesmo sendo correntes de duração muito curtas, essas correntes são cerca de 6 vezes a corrente nominal da máquina.

O diagrama que representa o circuito elétrico com esta partida está apresentado na Fig. (2).

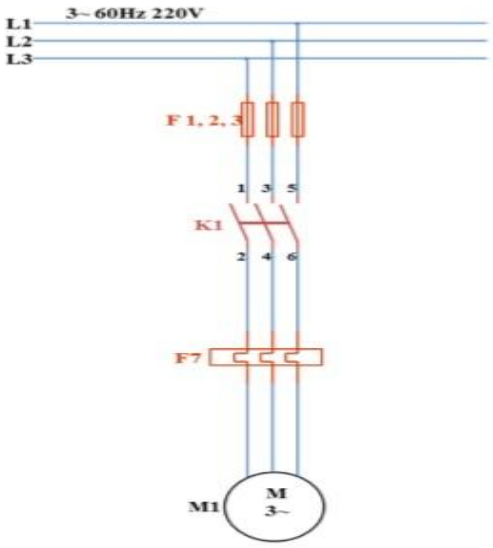

Figura 2. Partida direta de motor elétrico.

3.2 PARTIDAS INDIRETAS

O principal objetivo das partidas indiretas é reduzir a corrente de partida de forma que não prejudique o sistema com altos picos de corrente.

Uma consequência do uso de partidas indiretas para diminuição das correntes de partida é a diminuição do torque do motor.

3.2.1 Partida estrela-triângulo

A redução da corrente de partida nesse sistema é dada pela redução nas tensões de fase, sendo as fases as bobinas da máquina.

Para isso é necessário um motor de no mínimo 6 terminais, é manipulado o fechamento de suas bobinas de maneira que exista a diferença de tensão.

Esta configuração está apresentada como um circuito elétrico na Fig. (3).

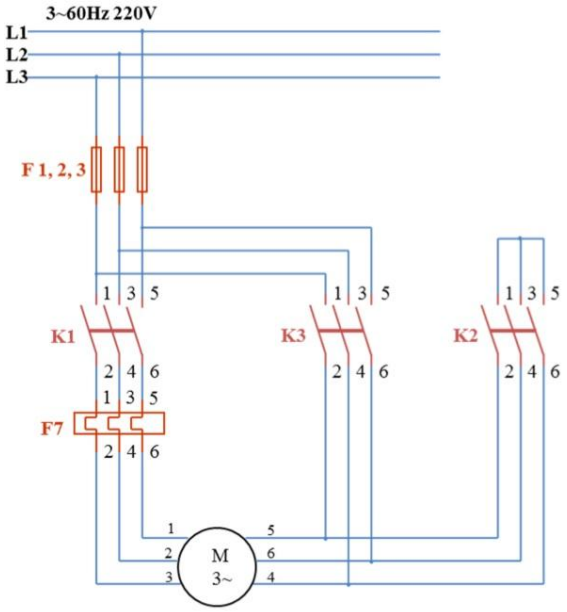

Figura 3. Partida estrela-triangulo de motores elétricos.

3.2.2 Partida Chave compensadora

Em uma tentativa de reduzir a corrente de partida em do motor elétrico trifásico, temos a partida compensadora que usa um autotransformador que

também realizará a redução da tensão de alimentação do motor elétrico no instante da alimentação.

A tensão de alimentação pode ser reduzida em de 65% a 80% da tensão nominal, assim a corrente diminuiria de 42% a 64% da nominal.

O circuito elétrico que representa a conexão de um motor a rede elétrica com partida a chave compensadora é apresentado na Fig. (4).

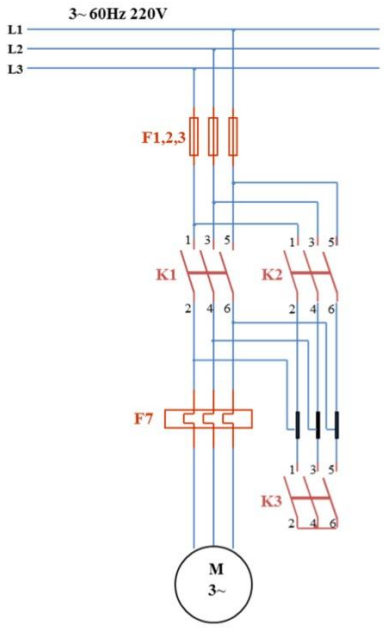

Figura 4. Partida chave compensadora.

3.2.3 Partida Soft-Starter

O funcionamento deste tipo de partida se baseia na utilização de tiristores, sendo que esses são comandados por uma placa eletrônica de controle através do usuário.

As vantagens deste tipo de partida é o ajuste da tensão de partida por um tempo pré-definido, pulso de tensão na partida para a carga com alto conjugado de partida, redução rápida de tensão a um nível ajustável e proteções contra falta de fase, sobre corrente e subcorrente.

4 CONTROLE DE MOTORES DE INDUÇÃO

Em motores de indução há uma relação entre velocidade, frequência da tensão aplicada no estator, número de polos e do escorregamento. Os métodos mais comumente utilizados são o de variação de frequência e o de escorregamento.

Essa relação é dada por:

$$V_{eixo} = \frac{2.60}{p1} * f * (1 - s) \quad (5)$$

4.1 CONTROLE DE VELOCIDADE POR VARIAÇÃO DE FREQUENCIA NO ESTATOR

Este método é o mais utilizado atualmente em acionamento controlados. A sua limitação antigamente era dada devido à complexidade e ao custo do sistema de controle.

Atualmente, com o grande avanço da eletrônica de potência, é possível aproveitar muito dessa tecnologia, assim podendo aproximar o comportamento desse tipo de motor pra de uma máquina de corrente continua, quando refere-se a variação de velocidade. Considerando o fluxo no entre-ferro constante e a frequência induzida no rotor sendo dependente da carga, o valor eficaz da tensão no rotor e da corrente também dependerão da carga, desta forma o controle de velocidade através da variação simultânea da tensão e frequência fará a corrente depender somente do comportamento da carga assim como acontece em motores de corrente continua.

4.2 CONTROLE DE VELOCIDADE POR VARIAÇÃO DO ESCORREGAMENTO

Essa variação pode ser aplicada de duas formas: variação da tensão aplicada ou variação da resistência do circuito do rotor.

Dada a Eq. (5) percebe-se que a velocidade varia inversamente proporcional ao escorregamento, assim é fica claro que assim como a frequência a variação do escorregamento afeta diretamente na velocidade de

rotação. Para se obter a variação do escorregamento possuirmos as duas formas citadas anteriormente.

5 SERVOACIONAMENTO

Os servoacionamentos são utilizados nas mais diversas áreas na indústria, onde, elevada dinâmica, controle de torque, precisão de velocidade e posicionamento são fatores decisivos para o aumento de qualidade e produtividade.

Os servoacionamentos são compostos com um servomotor e um servoconversor, onde um é feito em função do outro, de forma que não funcionam independentemente e que um é configurado para funcionar com o outro. Os servoconversores são feitos para operarem um número específicos de servomotores.

O controle desse tipo de equipamento é feito através da interface homem máquina (IHM) ou através de software disponibilizados pelo fabricante, o modo de operação desses equipamentos é simples e de fácil manuseio, onde já existem vários parâmetros pré-estabelecidos na memória do servoconversor, esses parâmetros permitem você controlar a velocidade de giro do motor, o sentido do giro, os intervalos que podem ser desejados e a posição de parada do eixo do motor.

Os componentes presentes no laboratório são um conversor modelo SCA-05 (Fig. 5) e um servomotor modelo SWA 56-2,5-20(Fig. 6), as especificações do motor estão na Fig. (7).

Figura 5. Servoconversor SCA-05.

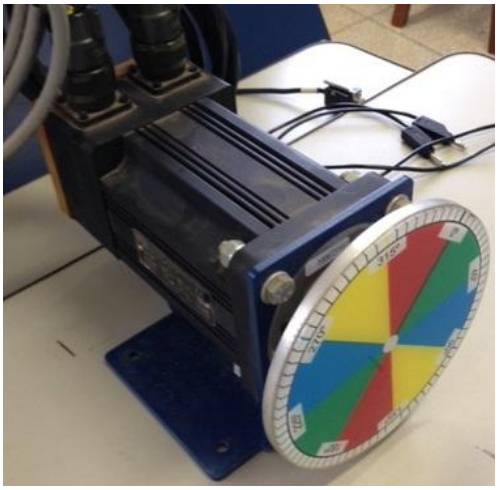

Figura 6. Servomotor modelo SWA 56-2,5-20.

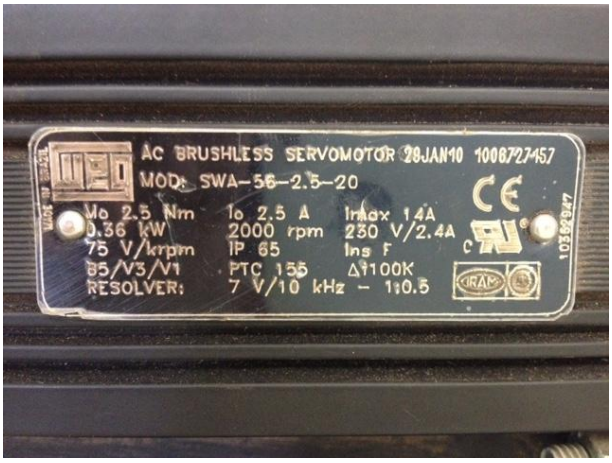

Figura 7. Especificações do servomotor presente no laboratório.

5.1 SERVOMOTORES

Os servomotores são motores de corrente alternada brushless (sem escovas) a imãs permanentes de terras raras, projetados para atender as elevadas dinâmicas e necessidades de máquinas dosadoras, bobinadeiras, máquinas-ferramenta, máquinas de corte e solda e retroffiting de máquinas.

São máquinas fechadas e sem ventilação. Os servomotores são flagelados e podem ser instalados em posição horizontal e vertical. Todos são fornecidos com “resolver” para realimentação,termistores no estator para

proteção contra sobre-temperatura, e retentor no eixo para impedir a penetração de óleo. O rotor é balanceado dinamicamente com meia chaveta.

Os servomotores SWA são fornecidos com torques de 2,5Nm a 25Nm e rotações máximas de 2000, 3000 e 6000 rpm.

Características gerais do servomotor:

- Força contra-eletromotriz (fcem) senoidal;
- Rotação suave e uniforme em todas as velocidades;
- Baio nível de ruído e vibração;
- Ampla faixa de rotação com torque constante;
- Baixa manutenção (servomotores sem escova);
- Elevada capacidade de sobrecarga;
- Baixa inércia;
- Resposta dinâmica rápida;
- Especificações técnicas:
- Grau de proteção IP65 e IP54 para servomotores com freio;
- Ventilação natural;
- Isolamento Classe F;
- Realimentação por resolver;
- Formas construtivas B5, V1, e V3;
- Protetor térmico(PTC);
- Ponta de eixo chaveta NBR 6375;
- Imãs de terras raras;
- Rolamento com lubrificação permanente;
- Retentor para vedação do eixo;
- Elevação de temperatura de operação em regime permanente: $\Delta T=100°C$;
- Conectores circulares para motor e resolver;

A configuração do motor é apresentada na Fig. (8).

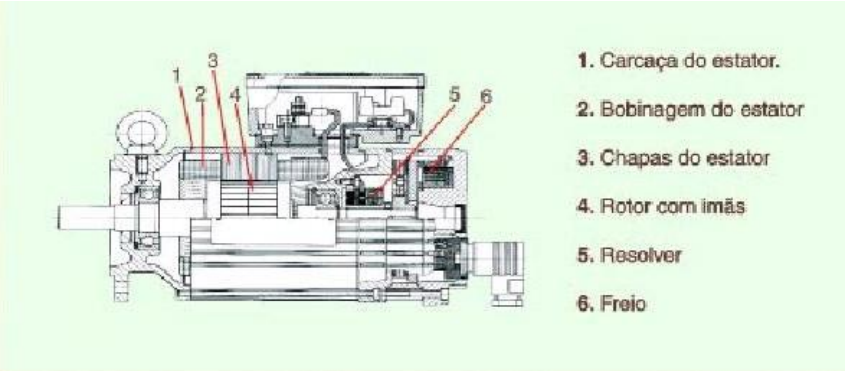

Figura 8. Configuração de um servomotor, apresentando seus componentes.

5.2 SERVOCONVERSOR

Os servoconversores convertem qualquer tipo de sinal em sinais elétricos para mandar para o motor utilizar estes sinais elétricos para executar ações, esta é a função do servoconversor no acionamento.

Os servoconversores convertem sinais analógicos em digitais e sinais digitais para analógicos, para isso ele possui conversores D/A (digital/analógico) e A/D (analógico/digital). O circuito de conversão D/A converte sequencias binarias em valores contínuos de tensão elétrica, usando redes resistivas ponderas. A conversão A/D usa um amostrador, que converte sinais em tempo continuo para sinais em tempo discreto, após isso tem-se um quantizador, que converte a amplitude de continua do sinal convertido em tempo continuo em um valor discreto, seguindo de um codificador, que converte o sinal quantizado em um código.

Após possuir o código convertido do sinal analógico como sinal digital, usa-se microcontroladores para alimentar a lógica de controle. A função desses microcontroladores é coletar os sinais de entrada a serem controlados por meio de uma interface digital como os resolvers, ordenar a execução da estratégia de controle via softwate, realizar a conversão A/D do sinal a ser controlado.

Utilizando desses métodos de conversão de sinais, o servoconversor consegue gerar sinais de amplitude e de frequência variáveis assim controlando o motor como os capítulos anteriores acima. (Sergio Ricardo Master Penedo. 2014)

Funções especiais:

- Função posicionamento MOVE com enconder externo;

- Função stop e stop invertido;
- Rampa de desaceleração da função stop (exclusivo modelo SCA-05);
- Função auto stop (modo velocidade);
- Função potenciômetro eletrônico;
- Função trem de pulso;
- Função Multispeed até 8 velocidades;
- Fim de curso horário e anti-horário;
- Função auto-tunning;
- Função PID das entradas analógicas 1 e 2;
- Função soma das entradas analógicas 1 e 2;
- Função Copy na IHM remota;
- Características técnicas:
- Regulação em modo posicionador / velocidade / torque;
- Função MOVE incorporada com ciclo automático, com rampa de aceleração e desaceleração programáveis.
- Controle de torque tipo “PID digital com Feedward” e controle de velocidade tipo PID;
- Simulador de enconder incorporado: simula os sinais A,$\bar{A}$, B, $\bar{B}$, N, $\bar{N}$, programável de 1 a 4096 pulsos/rotação;
- Interface Homem-Máquina destacável com display em LED (5 dígitos – 7 segmentos);
- Unidade de engenharia IHM remota;
- Programação de parâmetros via HMI Incorporada, HMI remoto ou via serial (microcomputador PC);
- Rede CANopen, ModbusRTUeDevicenet incorporados;
- Rede Proíbus DP (opcional);
- Função mestre/escravo via rede CAN em modo rotativo e absoluto;
- Microcontrolador de alta performance tipo RISC 32 bits;
- Comunicação serial RS-232 e RS-486 (opcional);
- Link CC disponível via borne;
- Certificações internacionais UL e cUL, CE, C-Tick e IRAM;

6 SERVOACIONAMENTO NAS INDUSTRIAS

Como citado do capítulo anterior, o servoacionamento é muito utilizado quando se é preciso um controle mais delicado das máquinas para o aumento de qualidade e produtividade. Quando se busca automação industrial esse sistema pode ser usado em diversas área.

Esse sistema é utilizado com frequência em empacotadoras, bobinadeiras, máquinas-ferramenta, máquinas de corte e solda, máquinas gráficas, sistemas de posicionamentos, retrofitting, mesas giratórias, esteiras com paradas programadas, máquinas de embalagens, alimentador de prensas e máquinas têxteis. É muito amplo o universo de utilizações que o servoacionamento pode ter na indústria e como é de se esperar de um sistema que consegue aumentar a produtividade na indústria, o aumento do emprego do sistema tende a aumento consideravelmente.

Como exemplo de uso de servoacionamento temos a utilização em torneadoras a característica do acionamento é o torque que varia inversamente com a rotação, em sistemas de transportes que manipulam esteiras, mesas giratórias, correntes e modos sistemas que possuem torque constante por toda sua linha de produção, tais sistemas podem ser operados no modo velocidadeou posição. Misturas de materiais

Considerando o aumento desse tipo de sistema no mercado, é de grande interesse que engenheiros da área tenham algum conhecimento do funcionamento de um servoacionamento, tendo se possível algum contato com os equipamentos durante sua formação, assim é proposto uma prática de simples execução e de muita importância para se entender o funcionamento de seus componentes.

7 PRÁTICA COM SERVOACIONAMENTOS

A prática aqui desenvolvida tem o objetivo de apresentar o servoacionamentopara os alunos, faze-los ter um primeiro contato com os equipamentos e apresentar as opções de controle que este sistema oferece.

A prática será desenvolvida em três partes, onde a primeira será um simples acionamento do servomotor, onde o aluno aprenderá o mínimo para se ligar o servomotor usando o servocondutor, a segunda será apresentando algumas funções usuais nas indústrias como: função de rampa, variando a velocidade e o sentido do giro, isso será feito definindo ciclos de comportamentos para o motor que serão ativados por chaves e a terceira e última etapa será usando a função MOVE – posicionamento, que é utilizado quando se precisa que o motor gire um determinado número de voltas e pare em uma certa posição.

Para a prática será usado alguns parâmetros que são padrão para o ativar do sistema, por este motivo, o próximo tópico será para apresenta-los e explica-los.

7.1 PARÂMETROS PADRÕES

Alguns parâmetros serão utilizados nas três etapas da prática e precisam ser utilizados todas as vezes que for mudar o objetivo do sistema, como por exemplo de uma função rampa para uma função que não possua rampa. Esses parâmetros são simples e devem ser de conhecimento obrigatório de qualquer usuário deste tipo de sistema.

Os parâmetros serão para reinicio de todos os parâmetros, para permitir mudar os parâmetros já programados, para escolher o tipo do servomotor, para determinar a velocidade de giro, o sentido de giro e assim por diante. A Tab. (1)apresenta os parâmetros e suas funções:

Tabela 1. Parâmetros Básicos

Parâmetro	Descrição
P0000	Senha, Permiti definir se será possível apenas ver os parâmetros

	que estão definidos, modificar alguns parâmetros limitados por uma pré-definição do servoconversor ou alterar qualquer parâmetro.
P0385	Seleciona o modelo do servomotor que será utilizado, sendo limitado pelos que o servoconversor é compatível, o servoconversor SCA-05 é compatível com os motores do tópico 7.5.
P0380	Função Auto-Tuning, é um ajuste realizado pelo próprio servoconversor. Para estimar os valores que devem ser ajustados, o servoconversor irá girar o eixo do servomotor um número de voltas determinado pelo usuário.
P0121	Determina a velocidade de giro do eixo, sendo limitado pela velocidade máxima do servo motor.
P0204	Salva e carrega parâmetros, sendo que pode ser utilizada para restaurar os parâmetros de fábrica.

Esses parâmetros serão programados no início de qualquer atividade com o servoconversor. A utilização será mais detalhada em cada item da prática.

7.2 ITEM 1

O objetivo do primeiro item da prática é girar o eixo em uma determinada velocidade e em determinado giro através da HMI (Fig. 9), podendo variar a escolha do professor a quantidade de variações de velocidades que os alunos terão que fazer, é recomendado, com base no objetivo da prática como um todo, não ter mais de 2 variações de velocidade, pois apenas com o que aqui está apresentado o aluno terá conhecimento e capacidade de utilizar o que ele aprendeu aqui no mercado de trabalho.

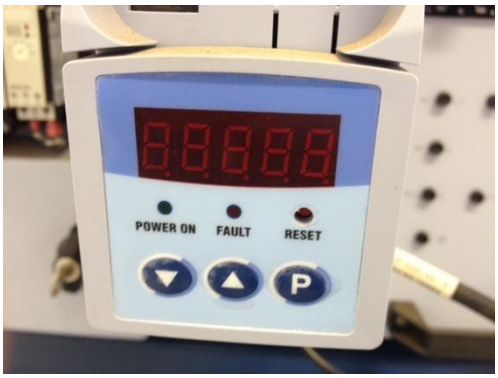

Figura 9. Interface homem máquina

7.2.1 **Parâmetros**

O primeiro item da prática será a programação dos parâmetros básicos, e a ativação variando a velocidade e o sentido do eixo utilizando os dois parâmetros que são específicos para essa função. Todos os parâmetros utilizados neste item estão apresentados da Tab.(2), os procedimentos de execução da prática estão logo a seguir.

Tabela 2 - Parâmetros Item 1

Parâmetro	Descrição
P0000	Tab.(1)
P0385	Tab.(1)
P0380	Tab.(1)
P0121	Tab.(1)
P0099	Habilitação do servomotor, para que o motor execute a função que foi programada deve ser variar esse parâmetro, sendo 0 para desabilitado e 1 para habilitado.
P0111	Sentido de giro do eixo do motor, sendo 0 para horário e 1 para anti-horário.

7.2.2 **Execução**

Primeiro passo deve ser conectar todos os componentes seguindo o diagrama (Fig. 10), todos os itens da prática serão feitos com a mesma

configuração (Fig. 11), não sendo necessário mudar a conexão durante os outros itens, com a checagem do professor, a bancada deve ser energizada, se o HMI estiver com o display ligado (Fig. 12), as conexões podem estar certas e deve-se seguir para o próximo passo.

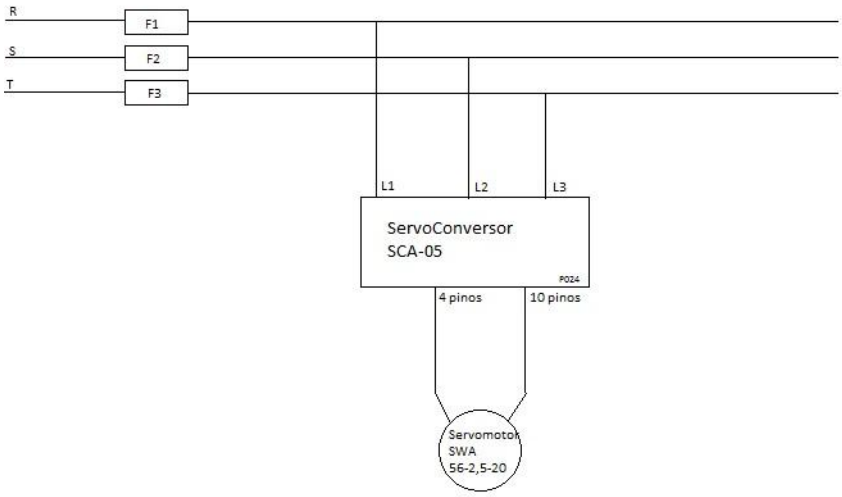

Figura 10. Diagrama de montagem do circuito na bancada do laboratório.

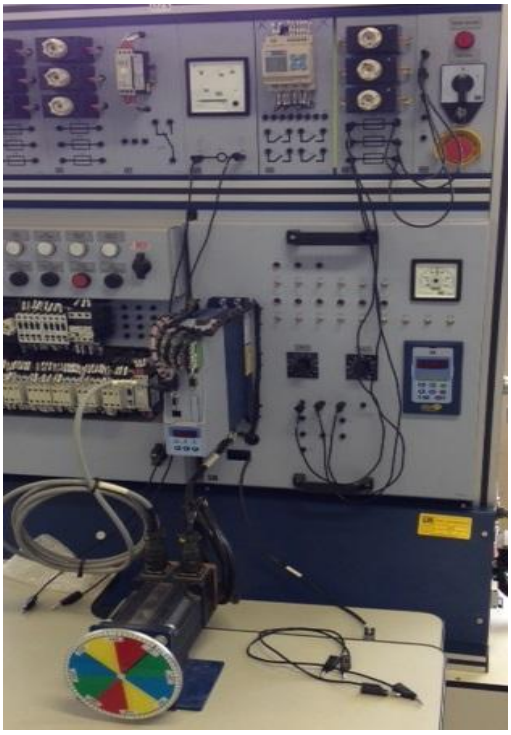

Figura 11. Circuito montado para execução da prática.

Figura 12. Display IHM ligado.

Após a energização da bancada e com o HMI ligado, deve-se selecionar o parâmetro P0000 (Senha), pressionar o botão P, selecione o valor 00005 e pressione P novamente, assim o valor do parâmetro será o novo valor selecionado, e a partir de agora os parâmetros do servo conversor poderão ser alterados. Podendo alterar os parâmetros é recomendado que se reinicie os parâmetros de fábrica do servoconversor, para isso selecione o parâmetro P0204, pressione P, selecione 00005, pressione P novamente, a partir deste momento os parâmetros de fábrica estão restaurados e os parâmetros podem ser mudados.

Para ativar o motor com o servoconversor deve-se selecionar o modelo do motor que está sendo utilizado, como o motor que temos é do modelo SWA-56-2.5-20, a definição deve ser feita selecionando o parâmetro P0385, pressione P, selecione 00003 (modelo do servomotor do laboratório), pressione P, assim o motor já está selecionado.

Com esses parâmetros selecionados, agora o motor deve ser ajustado usando a função Auto-tuning, para isso selecione o parâmetro P0380, aperte P, selecione 00001, pressione P para sair do modo de programação, com o display apresentando o parâmetro P0380, pressione manualmente o “Reset” no HMI, neste instante o display apresentará a mensagem “Auto” e o motor girará lentamente, deve-se tomar cuidado para não haver nenhum objeto perto do eixo em que posso limitar o movimento do eixo, ou cair e danificar qualquer coisa, terminando o auto-tuning o display apresentará P0000, sendo agora necessário reprograma o parâmetro de senha, apenas o parâmetro de senha,

pressione P, selecione 00005, pressione P novamente e podemos seguir para a próxima programação.

O seguinte passo é determinar a velocidade em que o eixo girará quando o motor for habilitado, usando o parâmetro P0121 (velocidade de giro do motor), pressione P, selecione 0100 (o motor girará a 100rpm), pressione P novamente, assim o motor agora está programado para girar a velocidade selecionada enquanto estiver habilitado.

Para habilitar o motor deve-se usar o parâmetro P099 (habilitação), selecione o parâmetro, pressione P, selecione 1 (cuidado neste momento o eixo começará a girar a 100 rpm, providencie que não ocorra nenhum acidente), pressione P para sair do modo de programação, o motor não parará de girar enquanto este parâmetro não for alterado.

Com o eixo girando, será alterado agora o sentido de giro do eixo, selecione o parâmetro P0100, pressione P, o display apresentará 00000 pois é o sentido horário que está selecionado como vem determinado de fábrica, altere para 00001 e o eixo irá alterar o sentido de giro sem ao menos ter que frear o eixo. Sempre certifique-se que qualquer alteração no movimento do motor não cause nenhum acidente.

Para finalizar o item 1 deve-se desabilitar o motor, selecione o parâmetro de habilitação (P0099), pressione P para entrar no modo de programação, selecione 0 e pressione P para sair do modo de programação.

Com isto o item 1 foi finalizado e o aluno já aprendeu a habilitar o motor, escolher a velocidade de giro e o sentido de giro do motor, alguns parâmetros como o de sentido de giro, não possuem a necessidade de desabilitar o motor para serem alterados, mas outros sim, por isso sempre deve-se ter cuidado ao se operar e se possível altere parâmetros sempre com o motor desabilitado.

7.3 ITEM 2

O objetivo do segundo item da pratica é girar o eixo em determinada velocidade e em terminado sentido de giro usando rampas de aceleração e desaceleração, através da HMI e utilizando chaves de ativação (Fig. 13). Isto será feito configurando parâmetros para cada chave.

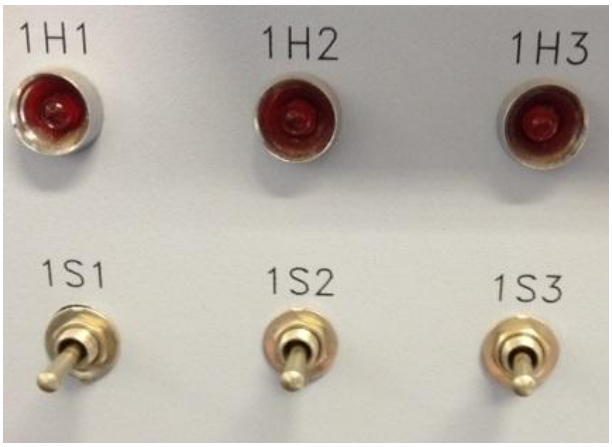

Figura 13. Chaves utilizadas para prática do item 3.

7.3.1 Parâmetros

Os parâmetros neste item devem ser executados como no segundo para a habilitação do motor, recomenda-se que para evitar qualquer tipo de problema se reinicie os parâmetros para os parâmetros de fábrica, e siga todos os passos para programação básica do sistema igual ao item 1, exceto o auto-tuning que não é preciso repetir, até a escolha de velocidade, mas para este item a velocidade escolhida deve ser de 1000 rpm, a partir deste ponto os parâmetros e configurações irão se alterar.

Os parâmetros usados neste item estão apresentados na Tab.(3), e a execução apresentada no próximo tópico.

Tabela 3. Parâmetros Item 2

Parâmetro	Descrição
P0000	Tab.(1)
P0385	Tab.(1)
P0121	Tab.(1)
P0100	Rampa de aceleração 1, define o tempo para acelerar linearmente de 0 rpm a 1000 rpm ou desacelerar linearmente de 1000 rpm a 0 rpm.
P0101	Rampa de aceleração 1, define o tempo para acelerar linearmente de 0 rpm a 1000 rpm ou desacelerar linearmente de 1000

	rpm a 0 rpm.
P0229	Opção de rampa, determina se as rampas de aceleração e desaceleração irão ou não atuar sobre a referência de velocidade, não importando a fonte do sinal de referência (parâmetro ou entrada analógica).
P0263	Função da entrada digital 1
P0264	Função da entrada digital 2
P0265	Função da entrada digital 3
P0002	Velocidade do motor, indica o valor da velocidade em tempo real em rpm.

7.3.2 Execução

Como dito no tópico anterior o primeiro passo é configurar os parâmetros básicos igualmente feito no item 1, mudando apensa que não é necessário refazer o auto-tuning e a velocidade programada deve ser de 1000 rpm.

Após configurar a velocidade com o parâmetro P0121, saia do modo de programação e selecione o parâmetro P0100, selecione 500 ms/krpm, significa que o servomotor levará 500 ms para atingir 1000 rpm, e saia do modo de programação, e assim a rampa de aceleração já estará programada.

Agora deve-se programar a rampa de desaceleração, selecione o parâmetro 101, e selecione o valor 00500, o que significa que o servomotor levará 500 ms para desacelerar de 1000 rpm a 0 rpm, saia do modo de programação, assim as duas rampas, a de aceleração e a de desaceleração, estarão programados.

Com as rampas programas, deve-se ativar as rampas para isso usa-se o parâmetro P0229, o valor de fabrica deste parâmetro é 0, o que significa que as rampas não estão desativadas, mude para 1 o valor e as rampas serão ativadas.

Para configurar as entradas digitais usaremos os parâmetros P0263 à P0264, sendo um valor e função para cada chave da placa 024. Para a configuração da chave 1S1, selecione o parâmetro P0263, entre no modo de programação e selecione 1, assim o parâmetro fará a chave 1S1 habilitar e desabilitar, similar ai que o parâmetro P0099 faz. Para a configuração da chave

1S2, selecione o parâmetro P0264, entre no modo de programação e selecione 00007, assim o parâmetro permite que controle o sentido de giro com a chave 1S2. Para a configuração da chave 1S3, usaremos o parâmetro P0264, selecione o parâmetro e entre no modo de programação, selecione 00002, saia do modo de programação, assim a chave 1S3 estará programado com a função stop.

Os parâmetros do item 2 já estão todos programados, agora o parâmetro P0002, pode ser selecionado para mostrar a velocidade durante das ativações das chaves, assim poderá ver a mudança de velocidade e se a velocidade é verdadeiramente constante.

Para a prática agora deve-se seguir os seguintes passos:

- Feche a chave 1S1, assim o motor começará a girar no sentido horário a 1000 rpm.
- Feche a chave 1S2, o motor desacelera até para e reacelera no sentido contrário até 1000 rpm.
- Abra a chave 1S1, o controle sobre o eixo do motor é desativado e o motor para pela inercia.
- Feche a chave 1S2, o motor recomeçará a girar em sentido anti-horário a 1000 rpm.
- Feche a chave 1S2, o motor irá desacelera até parar, esta operação deverá durar 0,5s como programado com o parâmetro P101, isso porque o motor está girando a 1000 rpm se estivesse girando a 2000 rpm demoraria 1s.
- Abrir a chave 1S3, o eixo do motor vai acelerar até 1000 rpm, esse processo levará 0,5s, pelo mesmo motivo do item anterior.
- Com isso o item dois está concluído e o aluno está apto a programar um sistema de controle do servomotor por chaves de ativação.

7.4 ITEM 3

O item 3 usará a função MOVE – posicionamento, o que é bem mais sofisticado que os dois outros itens da prática, no entanto dá uma base muito mais sólida para o que é usado na indústria hoje em dia com o

servoacionamento. Este item só deve ser executado depois que o aluno executou e entendeu os outros dois itens anteriores. Esse exemplo pode ser utilizado em aplicações que necessitem que o eixo do motor gire um determinado número e voltas e pare, sendo que depois de um tempo ocorra um movimento igual a este anterior.

Frações de volta também são aceitas. Neste caso, uma volta inteira, ou seja, 360° corresponde a 16384 pulsos do resolver. Para obter o número de pulsos necessários para um ângulo qualquer, utilizar a seguinte fórmula:

$$N_{pulsos} = \frac{16384 * \theta}{360} \tag{6}$$

Onde:

N_{pulsos} : Número de pulsos a ser programado no parâmetro.

θ: Ângulo desejado.

Usando esta fórmula sempre se obterá o valor de pulsos do resolver que deverá ser dado, no entanto se der um valor decimal, deve-se escolher um dos valores inteiros próximos ao valor calculado, não deve-se usar a regra do arredondamento, neste caso usa-se um método para cálculo de erro, para apresentar esse método e explica-lo segue um exemplo em que o número de pulsos não é um número inteiro.

Exemplo: Deseja-se rotacionar o eixo 300°, utilizando a fórmula para descobrir o número de pulsos necessários:

$$N_{pulsos} = \frac{16384 * 300}{360};$$

$$N_{pulsos} = 13653{,}333;$$

Neste caso o valor está entre 13653 e 13654. Para calcular o erro em cada uma das opções utiliza-se o cálculo a seguir:

$$Erro_{pulsos} = |N_{pulso\ s_{calculado}} - N_{pulso\ s_{programado}}| \tag{7}$$

$$Erro_{pulsos} = |13653{,}333 - 13653|;$$

$$Erro_{pulsos} = 0{,}333\ pulsos;$$

Para calcular o erro em graus:

$$Erro_{(°)} = \frac{360 * Erro_{\ pulsos}}{16384} \tag{8}$$

$$Erro_{(°)} = \frac{360 * 0{,}333}{16384};$$

$$Erro_{(°)} = 0{,}00732421°;$$

Como o cálculo foi feito para o número 13653 pulsos, deve-se refazer os cálculos para o valor de 13654, assim encontrando um erro de:

$$Erro_{pulsos} = 0{,}667 pulsos;$$

$$Erro_{(°)} = 0{,}0146484°;$$

Através da análise dos erros apresentados, a opção a ser escolhida deve ser sempre a que apresentar o menor erro possível. No caso do exemplo, recomenda-se programar o valor de 13653 pulsos.

Aplicações desse tipo são bastante comuns em dosadoras, mesas giratórias, alimentadores de prensas e esteiras com paradas programadas.

7.4.1 Parâmetros

Neste item é pedido que se faça apenas a restauração dos parâmetros de fábrica e selecionar o motor que será utilizado. Os parâmetros que serão utilizados, na maioria deles, serão parâmetros já utilizados, esperasse que os itens anteriores têm sido feitos e que seja de conhecimento do aluno o manuseio do equipamento.

Os parâmetros utilizados estão apresentados na Tab.(4), e assim como nos itens anteriores, apenas os parâmetros ainda não utilizados serão explicados.

Tabela 4 - Parâmetros Item 3

Parâmetro	Descrição
P0000	Tab.(1)
P0100	Tab.(3)
P0101	Tab.(3)
P0124	Função MOVE: referência de velocidade/corrente do posicionamento 1, este parâmetro é utilizado em conjunto com os parâmetros P441 a P490 (parâmetros de posicionamento / Função MOVE)
P0202	Define o modo de operação do servo conversor, ou seja, a variável que se deseja controlar: torque, velocidade ou

	posicionamento.
P0229	Tab.(3)
P0263	Tab.(3)
P0264	Tab.(3)
P0441	Função MOVE: Define qual ciclo pertence cada um dos posicionamentos individuais
P0451	Define de que forma será feito cada posicionamento, para valores 1 e 2, não é posicionamento, apenas é controlado o torque ou a velocidade, já os valores 3 e 4 significa que cada posicionamento é feito usando rampa.
P0471	Define a fração de volta para cada posicionamento programado. A fração de volta é usada para fazer o “ajuste fino” do posicionamento.
P0481	Define quantas voltas o eixo do motor deverá realizar em cada posicionamento programado.

Os parâmetros diferenciados dos dois itens anteriores são parâmetros específicos da função MOVE, sendo que alguns desses parâmetros fazem parte de um bloco de parâmetros que possuem a mesma função sendo que usaremos apenas um para a prática.

7.4.2 Execução

Recomenda-se, assim como nos itens a restauração dos parâmetros de fábrica para evitar qualquer problema na hora da execução da prática, muitas vezes acontece de o sistema não entrar em funcionamento pelo fato de os parâmetros possuírem alguma programação antiga e que entra em conflito com a nova programação, logo para evitar este tipo de problema e evitar perder tempo tentando entender o porquê do motor não está sendo ativado, restaura-se os parâmetros.

Fazendo a escolha do motor novamente com o parâmetro P0385, o próximo passo é definir as rampas de aceleração e desaceleração com os parâmetros P100 e P0101 respectivamente, selecione o valor de 2000 para os dois parâmetros.

Começando a programação dos parâmetros da função MOVE selecione o parâmetro P124, entre no modo de programação e defina o valor do parâmetro como 500, sendo esse a referência de velocidade do posicionamento 1.

Definir o modo de operação do servoconversor como sendo o de posicionamento, para isto selecione o parâmetro P0124, e defina-o com o valor 3 que se refere ao modo de operação.

Habilite as rampas que foram definidas usando o parâmetro P0229 e defina a chave 1S1 usando o parâmetro P0263, assim como no item 2 foi feito.

Mudando a configuração do item 2 usaremos a chave 1S2 agora para executar o ciclo 1 completo, configure o parâmetro P0264 com o valor 21, assim quando a chave for fechada executará o ciclo 1. Para definir como referência este ciclo defina o parâmetro P0441 com o valor 1.

Para executar o posicionamento usando o conjunto de rampas definidos com os parâmetros P0100 e P0101, usa-se o parâmetro P451, defina-o como sendo de valor 3, assim ele usará o conjunto de rampas 1 no ciclo 1.

Agora define-se o número de voltas e frações que irão ser feitas no ciclo 1, isso com os parâmetros P0471 para fração de volta e P0481 para número de voltas completas, para esta prática defina esses parâmetros com os valores 8192 e 200 respectivamente, assim ele deverá girar 200 voltas completas mais meia volta, toda vez que o ciclo for ativado usando a chave 1S2.

Siga os seguintes passos para executar a programação:

- Habilite o servomotor fechando a chave 1S1.
- Feche a chave 1S2 a abra logo em seguida. Neste momento o eixo iniciará um posicionamento composto por 200 voltas mais meia volta, a uma velocidade de 500 rpm e irá parar automaticamente.

Feche e abra a chave 1S2 novamente e tomando como referência o último posicionamento compare a posição do eixo antes de fechar a chave, para a comparação está conectado ao eixo uma roda com angulação (Fig. 14).

Figura 14. Eixo do motor do laboratório para análise angular da rotação do mesmo.

Com isto a prática está finalizada.

7.5 OPÇÕES DE DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS

Os parâmetros dos servoconversor possuem opções de programação, este tópico irá mostrar as opções de programação dos parâmetros apresentados na prática proposta, visto que o servoconversor possui mais de 200 parâmetros diferentes.

Na Tab.(5) é apresentado as opções de programação visto que as descrições estão apresentadas nos tópicos anteriores onde ensinam a redefinir com o objetivo de desenvolver a prática no laboratório.

Tabela 5 - Opções de programação para os parâmetros.

Parâmetros	Opções de Programação
P0380	0 = Nenhum Modelo Selecionado 1 = Reservado 2 = Reservado 3 = SWA 56-2,5-20 4 = SWA 56-3,8-20 5 = SWA 56-6,1-20 6 = SWA 56-8,0-20 7 = SWA 71-9,3-20 8 = SWA 71-13-20 9 = SWA 71-15-20 10 = SWA 71-19-20 11 = SWA 71-22-20 12 = SWA 71-25-20

	13 = Reservado 14 = Reservado 15 = Reservado 16 = Reservado 17 = Reservado 18 = Reservado 19 = Reservado 20 = SWA 40-1,6-30 21 = SWA 40-2,6-30 22 = SWA 56-2,5-30 23 = SWA 56-4,0-30 24 = SWA 56-6,1-30 25 = SWA 56-7,0-30 26 = SWA 71-9,3-30 27 = SWA 71-13-30 28 = SWA 71-15-30 29 = SWA 71-19-30 30 = Reservado 31 = Reservado 32 = Reservado 33 = Reservado 34 = Reservado 35 = Reservado 36 = Reservado 37 = SWA 40-1,6-60 38 = SWA 40-2,6-60 39 = SWA 56-2,5-60 40 = SWA 56-3,6-60 41 = SWA 56-5,5-60 42 = SWA 56-6,5-60
P00000	1 = Somente os parâmetros P234, P236, P238 e P240 estão liberados para escrita pelo usuário. 5 = Libera o acesso para alterar o conteúdo dos parâmetros. 6 = São exibidos somente parâmetros que têm valores diferentes do valor padrão de fábrica. 10 = São exibidos somente os parâmetros P0000, P0124 a P0133 e P0481 a P490.
P0204	0 = Inativo. 1 a 4 = Sem Função. 5 = Carrega padrões de fábrica.
P0229	0 = Sem rampa. 1 = Habilita rampa 1 (P0100 e P0101). 2 = Habilita rampa 2 (P0102 e P0103).
P0263 a P0268	0 = Sem Função. 1 = Habilita/Desabilita. 2 = Função Stop. 3 = Função Stop invertido. 4 = Fim de curso horário.

	5 = Fim de curso anti-horário. 6 = Reset dos erros por bordas de descida. 7 = Sentido de giro. 8 = Modo torque/velocidade. 9 = Modo torque/posição. 10 = Modo velocidade/posicionamento. 11 - 20 = MOVE - pos. Ciclo 1-10. 21 – 30 = MOVE – Ciclo 1- 10 completo. 31 = Sinal de zero de máquina. 32 = Acionamento da função Busca de Zero. 33 = Sem função. 34 = JOG 1. 35 = JOG 2. 36 = Sem função. 37 = Reset da posição absoluta. 38 = Reset de hardware por borda de descida 39 = Aceleração do potenciômetro digital. 40 = Desaceleração do potenciômetro digital. 41 = Reinicia ciclo de MOVE. 42 – 49 =Sem função. 50 = Erro Externo.
P0451 a P0460	1 = Referência de torque. 2 = Referência de velocidade. 3 = Posicionamento Relativo com rampas 1. 4 = Posicionamento relativo com rampas 2. 5 = Posicionamento absoluto com rampas 1. 6 = Posicionamento absoluto com rampas 2.

7.6 ROTEIRO PROPOSTO PARA ENTREGA AO ALUNO PARA ENTREFA AO ALUNO PARA O DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA PROPOSTA.

Roteiro da prática para o aluno

Objetivo:

- Ativar e programar um servomotor utilizando um servoconversor.
- Material Utilizado:
- Placa P052 – 3 fusíveis de 6ª;
- Placa P024 – Servoconversor SCA-05;

- 1 Servomotor;

Procedimentos:

I. Observe a Figura 1
   a. Monte o circuito como na figura.
   b. Energize a bancada e observe se o display está aceso.
   c. Selecione o parâmetro P0000, pressionando P, selecione 5, e aperte P novamente para permitir as alterações dos parâmetros do servoconversor.
   d. Selecione o parâmetro P0385, programe para o valor 00003, assim o modelo do servomotor que será utilizado está selecionado.
   e. Programe o parâmetro P0380, selecione o valor 1, saia do modo de programação e aperte manualmente o botão reset do servoconversor, assim o servoconversor irá ajustar o motor.
   f. Programe o parâmetro P0000 novamente como no item a, e selecione o parâmetro P121, selecione a que velocidade o motor girará, escolha 500 rpm.
   g. A partir de agora tome cuidado com o eixo, selecione o parâmetro P0099, assim que o valor for alterado para 1 o motor começará a girar.
   h. Com o motor girando saia do modo de programação e selecione o parâmetro P0111, alterne entre o valor 0 e 1 para mudar o sentido de giro do eixo do motor.

II. Reinicie os parâmetros do servomotor com o parâmetro P0204, selecione o valor dele de 5 e reset o servoconversor.
   a. Reconfigure o servoconversos para aceitar o servomotor assim como no primeiro item e selecione agora a velocidade do motor para 1000 rpm.
   b. Defina as rampas de aceleração e desaceleração com os parâmetros P0100 e P101 respectivamente, selecione com estes parâmetros o tempo em que o motor irá de 0 a 1000 rpm, selecione este tempo como 500 ms/krpm.
   c. Ative as rampas com o parâmetro P0229, o valor dele deve ser de 1 para que as rampas fiquem ativas.

d. Agora para configuração da chave 1S1, programe o parâmetro P0263 com o valor de 00001, assim ele terá a função de habilitar e desabilitar o motor.
e. Configura a chave 1S2, programe o parâmetro P0264 com o valor 00007, assim a chave 1S2 controlará o sentido do giro do motor.
f. Configure por último a chave 1S3, programe o parâmetro P0265 com o valor 00002, assim a chave terá a função stop.
g. Selecione o parâmetro P0002 para ver a que velocidade o motor estará girando.
h. Feche a chave 1S1, assim o motor começará a girar no sentido horário a 1000 rpm.
i. Feche a chave 1S2, o motor desacelera até para e reacelera no sentido contrário até 1000 rpm.
j. Abra a chave 1S1, o controle sobre o eixo do motor é desativado e o motor para pela inercia.
k. Feche a chave 1S2, o motor recomeçará a girar em sentido anti-horário a 1000 rpm.
l. Feche a chave 1S2, o motor irá desacelera até parar, esta operação deverá durar 0,5s como programado com o parâmetro P101, isso porque o motor está girando a 1000 rpm se estivesse girando a 2000 rpm demoraria 1s.
m. Abrir a chave 1S3, o eixo do motor vai acelerar até 1000 rpm, esse processo levará 0,5s, pelo mesmo motivo do item anterior.

III. Reinicie os parâmetros com o parâmetro P0204.

a. Programe os parâmetros seguindo a tabela abaixo:

P0000	5	Senha de acesso
P0100	2000	Rampa aceleração
P0101	2000	Rampa desaceleração
P0124	500	Referência de velocidade
P0202	3	Modo de

		operação
P0229	1	Opção rampa
P0263	1	Habilita/Desabilita
P0264	21	Executa ciclo 1
P0441	1	Define ciclo para a referencia
P0451	3	Executa o posicionamento
P0471	8192	Fração de volta
P0481	200	Número de voltas

b. Execute os seguintes passos:

i. Habilite o servomotor fechando a chave 1S1.

ii. Feche a chave 1S2 a abra logo em seguida. Neste momento o eixo iniciará um posicionamento composto por 200 voltas mais meia volta, a uma velocidade de 500 rpm e irá parar automaticamente.

iii. Feche e abra a chave 1S2 novamente e tomando como referência o último posicionamento compare a posição do eixo antes de fechar a chave, para a comparação está conectado ao eixo uma roda com angulação.

8 CONCLUSÃO PARCIAL

O aluno teve seu primeiro contato com o servoacionamento e sabe programar o servoconversor para controlar o servomotor fazendo ele rodar a uma velocidade entre 0 e 2000 rpm (por ser o limite do servomotor), o eixo girar no sentido em que se queira, acelerar e desacelerar usando rampas e até mesmo definir ciclos de execução de tarefas.

Fica a critério do professor que está oferecendo a prática ao aluno alterar o que está sendo proposto, sendo que há possibilidades de alterações quanto a velocidade programada, a sequência dos ciclos, o número de voltas e etc. Desde que esteja dentro do que está proposto aqui, assim garantindo que o aluno aprenda o básico sobre o assunto.

Sendo o servoacionamento um ótimo sistema para uso em inúmeros casos nas indústrias, tem-se agora uma introdução ao assunto para abrir portas para os alunos dentro do mercado de trabalho, projetos acadêmicos e avanços em estudos sobre o próprio assunto de servoacionamento, pois se o aluno nem ao menos é apresentado ao assunto, não saberá das ferramentas que podem usar para certos trabalhos.

Deve-se entender que mesmo apresentado ao sistema por meio dessa prática, não se deve pensar que está pronto para operar todos os servocondutores do mercado, fica aqui expresso que para cada servocondutor de modelo diferente do apresentado neste trabalho, é indicado que se faça um mínimo estudo introdutório para ter certeza de que no mínimo os parâmetros permanecem o mesmo ou se há alguma relação entre eles.

9 ATIVIDADES FUTURAS

Como proposta para futuras propostas de prática, pode-se criar práticas mais complexas com vários ciclos de funcionamento, variando velocidade e posicionamento. Assim o objetivo da nova pratica seria especializar mais algum aluno que desenvolveria projeto com a utilização deste tipo de acionamento.

Ciclos mais complexos, vários ciclos sendo executados em uma mesma ativação com o posicionamento, aceleração e desaceleração controlada, com tempos específicos.

Variações das práticas propostas aqui e inovações com interações com as funções de torque e velocidade pode ser proposto, além do uso do software para a configuração do servoconversor.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bim, E. 2012. MÁQUINAS ELETRICAS E ACIONAMENTOS, 2012.
Penedo, S. R. M. 2014. SERVOACIONAMENTO: Arquitetura e Aplicações. 2014.
WEG-SCA-05. MANUAL DO SERVOCONVERSOR.
WEG-SCA-05. CATÁLOGO SERVOCONVERSOR.
Vega, L. L. J. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE TENSÃO NA PRESENÇA DE MOTORES DE INDUÇÃO E CAPACITORES CHAVEÁVEIS. Rio de Janeiro. 2005.
Araújo, C.S, Castro, A.C. MÁQUINAS DE INDUÇÃO TRIFÁSICA. 2014.

ANEXO I: