

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA**

CÂMPUS FLORIANÓPOLIS

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

VINÍCIUS FIGUEIRÓ GUAZZELLI

**SIMULAÇÃO DE CONTROLE EM MOTORES DE EQUIPAMENTOS
INDUSTRIAIS**

FLORIANÓPOLIS, JUNHO DE 2019

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA**

CÂMPUS FLORIANÓPOLIS

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL MECÂNICA

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECATRÔNICA

VINÍCIUS FIGUEIRÓ GUAZZELLI

**SIMULAÇÃO DE CONTROLE EM MOTORES DE EQUIPAMENTOS
INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de
Curso submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecatrônica.

Professor Orientador: Dr.Eng.
Jean Paulo Rodrigues

FLORIANÓPOLIS, JUNHO DE 2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Guazzelli, Vinicius Figueiró

SIMULAÇÃO DE CONTROLE EM MOTORES DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS
/ Vinicius Figueiró Guazzelli ; orientação de Jean
Paulo Rodrigues. - Florianópolis, SC, 2019.
59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Mecatrônica. Departamento
Acadêmico de Metal Mecânica.
Inclui Referências.

1. Servo Drive SCA06. 2. Acionamentos eletromecânicos
. 3. Bancada Didática. I. Rodrigues, Jean Paulo.
II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico
de Metal Mecânica. III. Título.

SIMULAÇÃO DE CONTROLE EM MOTORES DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

VINÍCIUS FIGUEIRÓ GUAZZELLI

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Mecatrônica e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

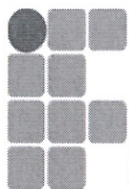
Florianópolis, 19 de junho de 2019

Banca Examinadora:

Jean Paulo Rodrigues, Dr. Eng. (orientador)

Francisco Edson Nogueira de Melo, Me. Eng.

Nelso Gauze Bonacorso, Dr. Eng.



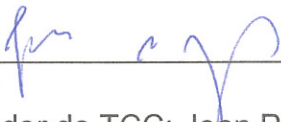
INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS

DECLARAÇÃO DE FINALIZAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Declaro que o(a) estudante **Vinicius Figueiro Guazzelli**, matrícula nº 1420014366, do Curso de Engenharia Mecatrônica, defendeu o trabalho intitulado ***Simulação no Controle de Motores em Máquinas Industriais***, o qual está apto a fazer parte do banco de dados da Biblioteca Hercílio Luz do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis.

Florianópolis, 05 de agosto de 2019.



Prof. Orientador do TCC: Jean Paulo Rodrigues



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS.

DECLARAÇÃO DE FINALIZAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Declaro que o(a) estudante **VINICIUS FIGUEIRÓ GUAZZELLI**, matrícula nº **142001436-6**, do curso de Engenharia Mecatrônica, defendeu o trabalho intitulado **SIMULAÇÃO DE CONTROLE EM MOTORES DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS**, o qual está apto a fazer parte do banco de dados da Biblioteca Hercílio Luz do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis.

Florianópolis, 19 de junho de **2019**.

Prof. Orientador do TCC: Jean Paulo Rodrigues

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho a minha mãe Isabel por todo empenho e dedicação durante essa caminhada e ao meu avô Orlando.

Agradeço ao Professor Jean pela confiança e apoio durante esse período.

Aos demais amigos que tive a oportunidade de estudar e compartilhar momentos durante a minha graduação, ao IFSC e a Engenharia Mecatrônica pela infraestrutura, laboratórios e professores.

“ Piano, piano, se va lontano ”

RESUMO

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de ensaios com o servo driver SCA06 da marca WEG, os quais têm como objetivo simular o acionamento de atuadores em um equipamento. Para simular movimentações lineares como posicionamento, aceleração e desaceleração, foram realizadas adaptações mecânicas em uma guia linear para acionamentos com diferentes tipos de motores utilizados em demonstrações práticas em sala de aula.

Neste contexto se insere o uso de módulos didáticos, com intuito de facilitar o entendimento do aluno de como é o acionamento de um motor na prática, fugindo de exemplos triviais. Abordando aplicações mais complexas que englobam desde a programação ladder e os recursos disponíveis no servo drive, como blocos em ladder específicos para motores e leitura de encoder.

Nesta linguagem ladder específica para servo drive, além de poder comandar motores e outros atuadores externos, podem-se realizar leituras em altíssimas frequências no encoder e no comando step/dir exemplificando a utilização das duas entradas rápidas do servo driver SCA06.

O tema é a continuação da bancada didática do servo driver (SCA06) com exemplos de acionamentos e adaptações mecânicas que enriquecem as aulas práticas. Com o intuito de validar a sua aplicação na disciplina de acionamentos do 7º módulo da engenharia mecatrônica.

Neste trabalho também é proposto a integração com mecanismos já desenvolvidos pelo programa de educação tutorial (PET) da engenharia mecatrônica do IFSC Campus Florianópolis.

Palavras-chave: Servo drive; Ladder; Acionamentos Eletromecânicos; Bancada Didática;

ABSTRACT

The present work discusses the development of tests with the SCA06 servo drive of brand WEG, which is used to simulate the operation of actuators in a equipment. To simulate linear motion, mechanical adaptations were made in a ball screw transmission, used with different types of motors in practical demonstrations in the classroom.

In this context, the use of didactic modules is inserted in order to facilitate the student's understanding of how a motor is triggered in practice, getting away from trivial examples, such as interlocking, approaching to more complex applications, like ladder programming and the resources available in the servo driver, such as specific ladder programming to motors and encoder reading.

This ladder programming language, specific to servo drives, besides being able to command motors and other external actuators, can carry out high frequency readings of the encoder and step/dir command, exemplifying the use of two fast inputs of the servo driver SCA06.

This theme is the continuation of the didactic workbench of the servo driver (SCA06) with examples of drives and mechanical adaptations that enrich the practical classes. In order to validate their application in the eletromechanical drives discipline of the 7th module of the Mechatronics Engineering.

In this work, it is also proposed the integration with mechanisms already developed by the PET Group of the mechatronics engineering of the IFSC Campus Florianópolis.

Keywords: Servo Drive; Ladder; Drives; Didactic Workbench;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bancada didática SCA06	17
Figura 2 – Adaptação mecânica.....	17
Figura 3 – Powersystem 3600.....	21
Figura 4 – Rack Desktop Servo motor	21
Figura 5 – Bancada Didática Weg.....	22
Figura 6 – Diagrama de blocos SCA06	24
Figura 7 – Servoconversor SCA06.....	25
Figura 8 – Motor de magneto permanente	26
Figura 9 – Motor de relutância variável	27
Figura 10 – Motor híbrido	27
Figura 11 – Motor brushless.....	28
Figura 12 – Motor de indução trifásico	29
Figura 13 – Interface GRBL.....	30
Figura 14 – Princípio do encoder ótico	31
Figura 15 – Disco incremental.....	31
Figura 16 – Weg ladder programer	32
Figura 17 – Blocos de programação WLP	33
Figura 18 – Modo de contagem em quadratura	35
Figura 19 – Modo de contagem Pulso e direção	35
Figura 20 – Modo de contagem Pulso A incrementa e B decrementa	36
Figura 21 – Modo de contagem Pulso A incrementa.....	36
Figura 22 – Esquema elétrico bancada.....	38
Figura 23 – Projeto SolidWorks.....	39
Figura 24 – Projeto mecânico.....	40
Figura 25 – Fixação motor.....	40
Figura 26 – Base motor de indução	42
Figura 27 – Bloco CTENC2	43
Figura 28 – Tabela parâmetros	45
Figura 29 – Upload e Download parâmetros	45
Figura 30 – Step/Dir	47
Figura 31 – Funcionamento Step/Dir.....	47

Figura 32 – Prensa Hidráulica.....	48
Figura 33 – Diagrama de blocos Prensa	49
Figura 34 – Exemplo prensa hidráulica WLP	50
Figura 35 – Gráfico velocidade x tempo.....	52
Figura 36 – Esquemático motor trifásico	53
Figura 37 – Gráfico da corrente.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros (P300 e P301)	34
Tabela 2 - Parâmetros (P500)	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WLP – Weg ladder programmer

SCA06 – Servoconversor CA06

CLP – Controlador lógico programável

CC – Corrente continua

CA – Corrente alternada

IHM – Interface homem máquina

CNC – Comando numérico computadorizado

CV – Cavalo-Vapor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivos geral	18
1.1.2 Objetivos específicos	18
1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	19
2. ANÁLISE DE MERCADO	20
2.1 Benchmarking	20
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1 SERVO DRIVE SCA06	23
3.2 MOTORES ELÉTRICOS	25
3.2.1 Motor de passo	26
3.2.2 Motor brushless	27
3.2.3 Motor de indução trifásico	28
3.3 GRBL	29
3.4 ENCODERS	30
3.4.1 Encoder incremental	31
3.5 WEG LADDER PROGRAMMER	32
3.5.1 Blocos de programação	33
3.6 PARÂMETROS.....	34
3.6.1 Parâmetro de leitura do sensor encoder ou comando step/dir	34
4. PROJETO DA BANCADA DIDÁTICA	37
4.1 SERVO DRIVE SCA06	37
4.2 PROJETO MECÂNICO.....	39
4.2.1 Flanges	40
4.2.2 Polias e correias	41

4.2.3 Estrutura motor de indução	41
5. APLICAÇÕES E ENSAIOS	43
5.1 EXEMPLO ENCODER.....	43
5.2 EXEMPLO STEP/DIR	46
5.3 EXEMPLO PRENSA HIDRÁULICA	48
5.4 EXEMPLO INVERSOR.....	50
5.4.1 Cálculo do gráfico trapezoidal.....	50
5.4.2 Esquemático Inversor	52
5.4.3 Resultados inversor	53
6. CONCLUSÕES	55
7. TRABALHOS FUTUROS.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO	

1. INTRODUÇÃO

A engenharia Mecatrônica do IFSC Campus Florianópolis é caracterizada, principalmente, pelo contato dos estudantes com o ensino prático, devido as aulas serem realizadas em laboratórios equipados.

Sobretudo, devido ao apoio para o desenvolvimento de equipamentos e PI's (Projeto Integradores), os quais são desenvolvidos durante os módulos do curso, a fim de integrar disciplinas lecionadas durante o respectivo semestre.

Com a demanda crescente por profissionais cada vez mais qualificados para o mercado de trabalho, faz-se necessário ampliar e diversificar a forma de aprendizagem do aluno, utilizando uma metodologia de ensino cada vez mais prática e exemplificativa.

Dentre as maneiras usuais de se criar ambientes de ensino voltados à prática, tem-se os módulos didáticos, amplamente difundidos como uma grande ferramenta de educação para estudantes que não conhecem na prática o funcionamento dos componentes estudados em sala de aula.

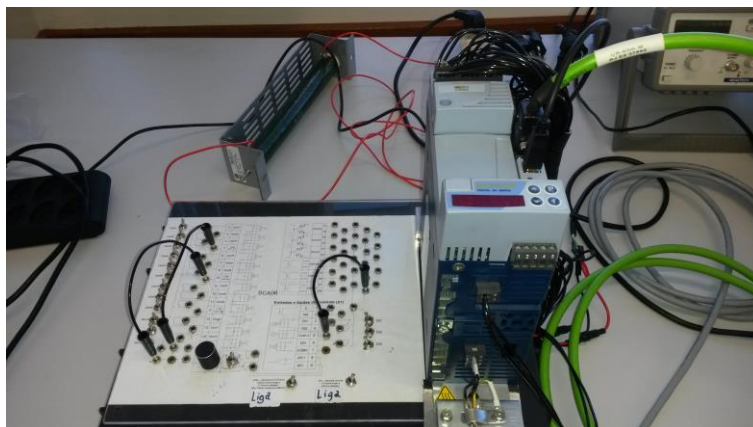
Tendo uma grande contribuição acadêmica, agregando mais conhecimento na formação do aluno de engenharia.

A bancada didática deste trabalho tem o objetivo de viabilizar o uso deste tipo de material, pelo fato das soluções comercializadas por empresas privadas serem de alto custo e também pela dificuldade para se conseguir apoio financeiro suficiente para a compra de tal equipamento bem como a burocracia de editais.

Além disto, muitos dos kits didáticos de acionamento vendidos comercialmente são montagens simples sem exemplificação de integração detalhada com componentes externos, como é exigido na engenharia mecatrônica do IFSC Campus Florianópolis.

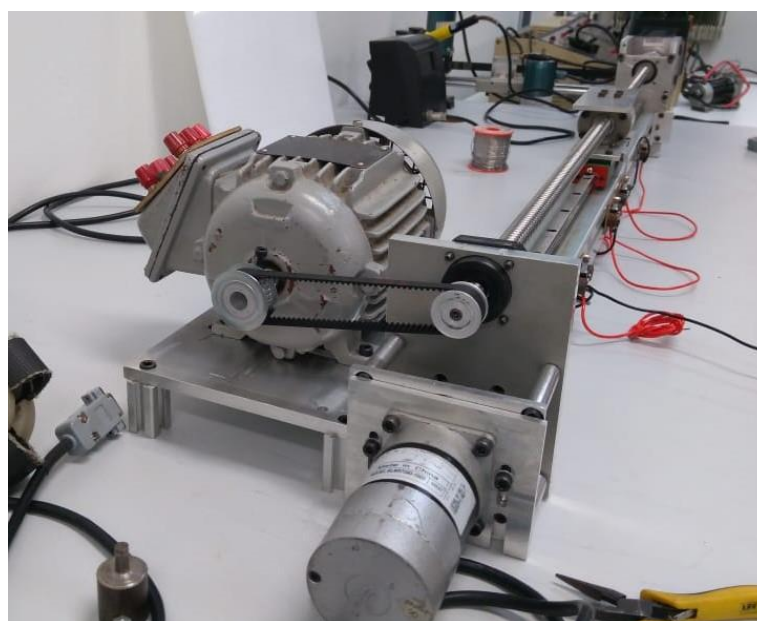
Neste contexto, o foco deste trabalho é viabilizar o uso de módulos de didáticos para acionamentos de motores, buscando exemplificar de forma prática o acionamento de diferentes tipos de motores, usando drive e servo drive bem como também o uso de um inversor de frequência para o acionamento de um motor de indução. Os equipamentos são ilustrados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Bancada didática SCA06



Fonte: Autor.

Figura 2 – Adaptação mecânica



Fonte: Autor.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos propostos para o desenvolvimento do trabalho são abordados abaixo.

1.1.1 Objetivos geral

Desenvolver a pesquisa de métodos de acionamentos em equipamentos industriais, onde a partir dos exemplos pesquisados propõe-se programar e simular as trajetórias, controlando a posição, velocidade e aceleração usando um servo motor CA, servo drive modelo SCA06 da marca WEG e outros drives para o acionamento dos demais motores que possam vir a serem usados bem como também o uso de um inversor para o motor de indução.

Além disso, utilizando duas entradas rápidas do SCA06 é possível monitorar e conferir a posição com precisão de um drive mais motor externo

1.1.2 Objetivos específicos

Nos objetivos específicos estão relacionadas as melhorias propostas conforme é listado abaixo:

- a) Estudar o conteúdo teórico pertinente aos métodos de acionamentos;
- b) Reconhecer as partes constituintes do módulo didático proposto;
- c) Identificar itens passíveis de melhoria;
- d) Conceber exemplos didáticos para aulas práticas.

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O Instituto Federal de Santa Catarina tem como grande diferencial de outras instituições de ensino, o oferecimento do ensino técnico aos seus alunos dispondo de vários laboratórios, proporcionando na prática o funcionamento da parte teórica lecionada em sala de aula.

A engenharia mecatrônica desde sua origem tem como base o ensino prático, tornando necessária a utilização de módulos didáticos, por sua praticidade e baixo custo quando comparado a uma solução industrial, enriquecendo o conhecimento do aluno e qualificando-o para o mercado de trabalho.

O estudo prático é necessário para a formação dos estudantes, pois é por meio dele que os professores poderão explorar as habilidades dos alunos e instigar-lhes ainda mais, mostrando as implicações reais que o conteúdo adquirido possui. Desta forma, os alunos terão acesso a uma educação muito mais intensa e ampla.

Uma importante habilidade que deve ser desenvolvida é o pensamento crítico sendo este levado ao longo de toda a vida acadêmica, profissional e pessoal. Indivíduos com essa capacidade não aceitam a existência de uma verdade única, preferindo provas e argumentos. Desta maneira, é possível realizar uma discussão saudável, possibilitando maiores avanços no conhecimento e com isso o aluno se torna mais autônomo não dependendo tanto do professor no decorrer do curso. Além disso, é necessário frisar que as atividades práticas estimulam o trabalho em equipe.

Tendo em vista a importância de levar à sala de aula experiências práticas com o objetivo de desenvolver no aluno todas as qualidades vistas acima, aumentando o rendimento do aprendizado, foi elaborado o módulo didático de acionamentos para simular a sua aplicação em equipamentos industriais reais que o auxiliará em seu aprendizado no decorrer do curso.

2. ANÁLISE DE MERCADO

Neste capítulo será abordado a pesquisa do mercado nacional de módulos didáticos comerciáveis com características próximas.

2.1 Benchmarking

O mercado para esse tipo de mecanismo é bastante abrangente tendo em vista o grande número de fabricantes disponíveis, nesse trabalho estamos citando apenas 3 marcas, pois achamos suas configurações parecidas com o trabalho.

Desta forma, visando as características propostas do projeto, foram coletados os modelos comercializados que mais se aproximam do mesmo.

A fabricante Dk8 oferece o modelo de módulo didático Powersystem 3600, sua configuração dispõe de dois tipos de motores sendo estes um servo motor e um motor de indução trifásico, além de sinaleiros e botões.

Enquanto a fabricante Auttom disponibiliza em seu catálogo uma Bancada Didática de servo posicionamento suas características são próximas da concorrente citada anteriormente, contanto apenas com um servo motor.

A Weg possui a Bancada Didática Weg, chamada de Bdmw, cabe ressaltar que as soluções dispostas têm um alto custo para a sua aquisição bem como algumas particularidades, como, por exemplo, a bancada Weg que apresenta um módulo bem mais robustos que as demais citadas, com contadores, relés de proteção e um servo motor, por exemplo.

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram os módulos descritos acima.

Figura 3 – Powersystem 3600



Fonte: Catálogo de atas Dk8 2018.

Figura 4 – Rack Desktop Servo motor



Fonte: Catálogo Auttom 2018.

Figura 5 – Bancada Didática Weg



Fonte: Catálogo Weg 2018.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para um melhor entendimento dos componentes utilizados neste trabalho são apresentadas na sequência os conceitos básicos das principais peças que envolvem este protótipo.

3.1 SERVO DRIVE SCA06

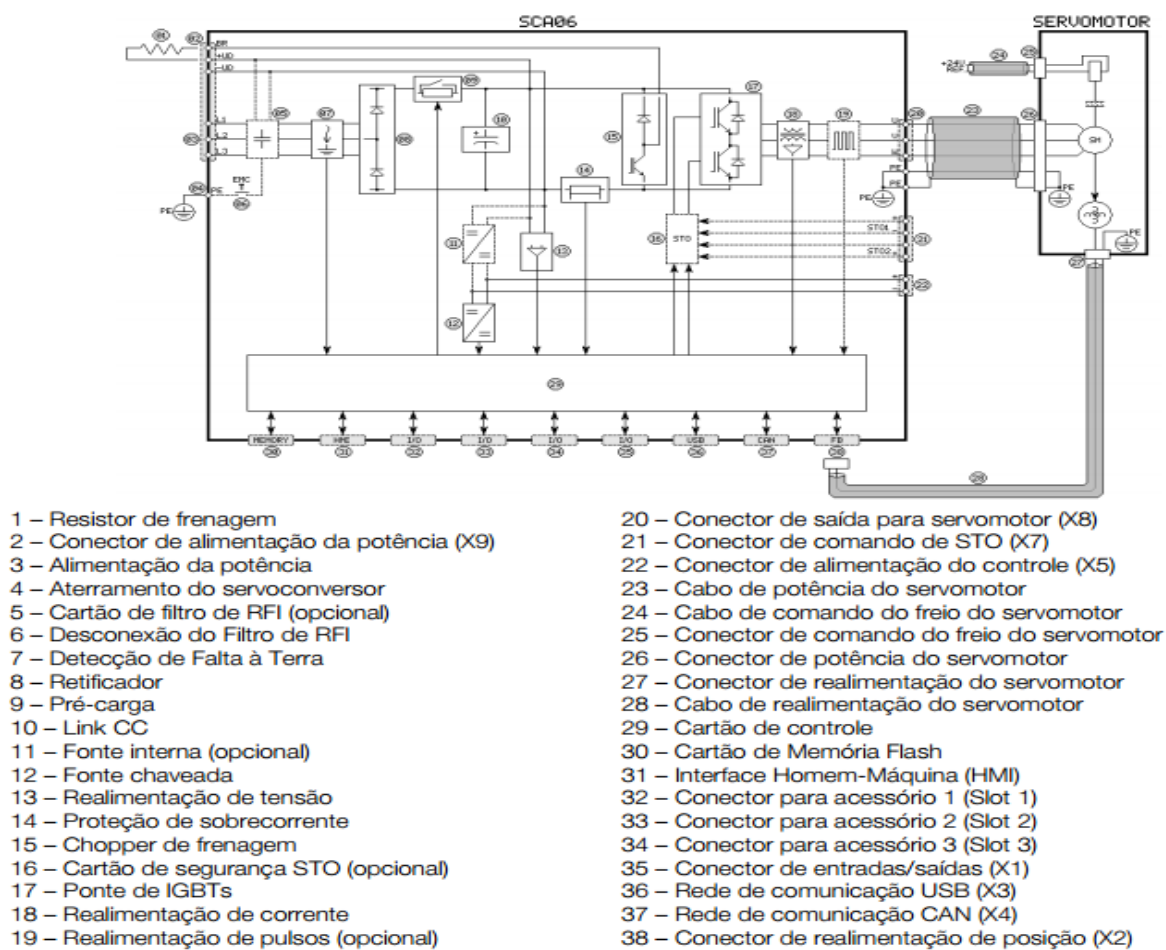
“O servoconversor SCA06, fabricado pela empresa Weg, é um produto de alta performance que permite o controle de velocidade, torque e posição de servo motores de corrente alternada trifásicos. A característica central deste produto é o alto desempenho e alta precisão de controle do movimento do eixo do servo motor devido à operação em malha fechada através da realimentação de posição dada por um sensor, do tipo resolver, dentro do servo motor”. (WEG SCA06: MANUAL DE PROGRAMAÇÃO, p.13)

“O SCA06 possui alimentações de controle e potência independentes, permitindo, por exemplo, que as redes de comunicação do produto continuem funcionando normalmente mesmo que circuito de potência tenha que ser desligado por algum motivo”. (WEG SCA06: MANUAL DE PROGRAMAÇÃO, p.13)

“O uso do resistor de frenagem possibilita tempos de frenagem muito reduzidos, protegendo o SCA06 em processos que exigem alta performance. Várias funções especiais, não disponibilizada para CLPs, estão disponíveis no SCA06 tal como, a programação em linguagem ladder com blocos de posicionamento que proporciona extrema flexibilidade e integração ao acionamento”. (WEG SCA06: MANUAL DE PROGRAMAÇÃO, p.13)

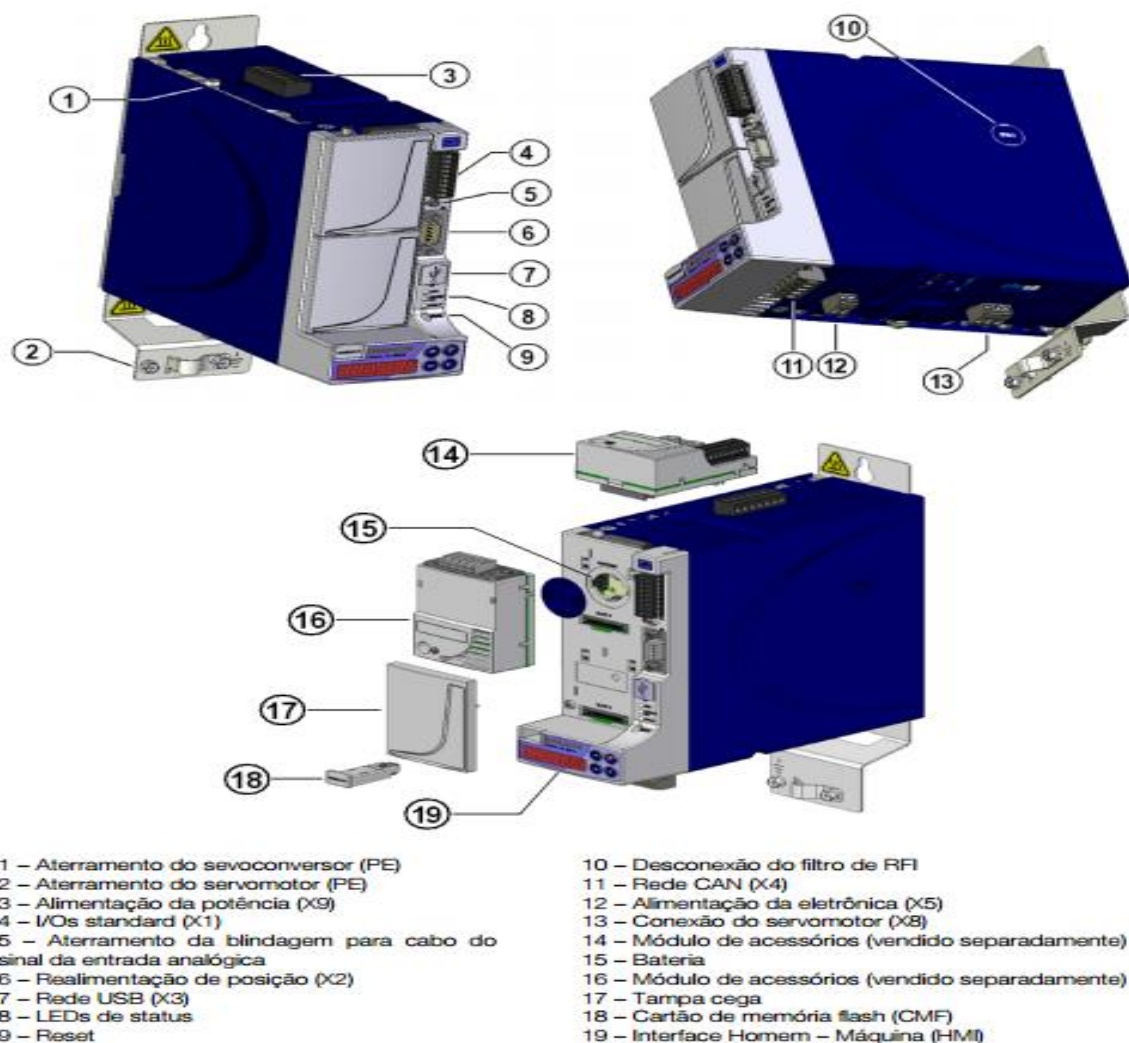
A Figura 6 detalha o diagrama de blocos do SCA06 e na Figura 7 é mostrado a imagem do servoconversor SCA06.

Figura 6 – Diagrama de blocos SCA06



Fonte: Manual de programação SCA06.

Figura 7 – Servoconversor SCA06



Fonte: Manual de programação SCA06.

3.2 MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos têm sua origem a muitos anos atrás sendo o primeiro estudo datado do séc. XVI, realizado pelo cientista inglês William Gilbert o qual descrevia a força da atração magnética. Pode-se dizer que o motor elétrico é uma das invenções mais brilhantes do ser humano, pois essa descoberta que possibilitou vários avanços em diferentes campos tecnológicos.

Em suma, o motor elétrico é responsável por converter energia elétrica em energia mecânica. Os principais componentes de um motor elétrico são o rotor e o estator. Dentre os variados tipos de motores elétricos existentes no mercado, serão

abordados de forma simplificada nos tópicos seguintes os motores de passo, *brushless*, indução, pois esses motores foram utilizados nos acionamentos desse trabalho.

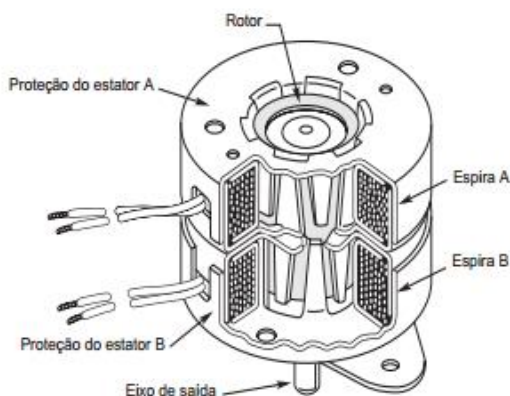
3.2.1 Motor de passo

O motor de passo tem como diferencial a possibilidade de controlar a posição angular do rotor, normalmente sem um sistema de realimentação com sensor de giro, sendo um sistema preciso e de malha aberta. Esses motores são classificados em três tipos:

- Motores de magneto permanente;
- Motores de relutância variável;
- Motores híbridos.

O motor de magneto permanente se caracteriza por ter baixo torque e baixa velocidade e ser um motor de baixo custo. A Figura 8 ilustra o motor de magneto permanente.

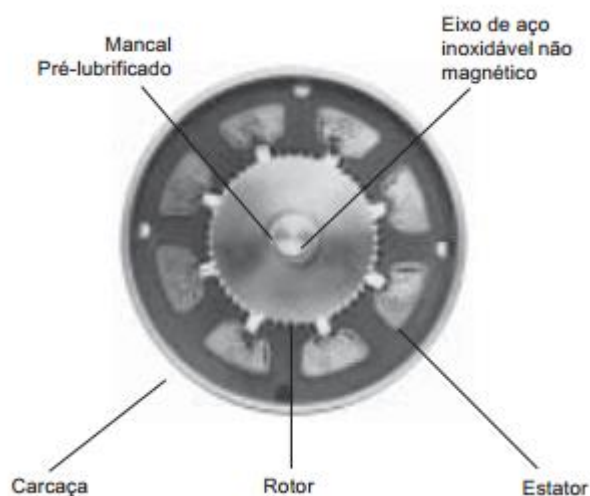
Figura 8 – Motor de magneto permanente



Fonte: Parker Automation Tecnologia Eletromecânica.

Pouco utilizados em aplicações industriais, o motor de relutância variável não possui magneto permanente. Com isso o rotor gira livre sem torque de retenção, podendo ser energizado com 3 fontes DC separadas. O rotor é feito com uma “pilha” de lâminas de aço tendo o número de dentes diferente do que o rotor. A Figura 9 ilustra o motor de relutância variável.

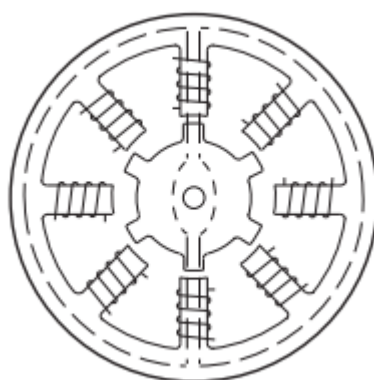
Figura 9 – Motor de relutância variável



Fonte: Parker Automation Tecnologia Eletromecânica.

O motor híbrido por sua vez combina os princípios de funcionamento do motor de relutância variável e do motor de magneto permanente. A maioria dos motores híbridos é de 2 fases embora se tenha versões de 3 a 5 fases. A Figura 10 ilustra o motor híbrido.

Figura 10 – Motor híbrido



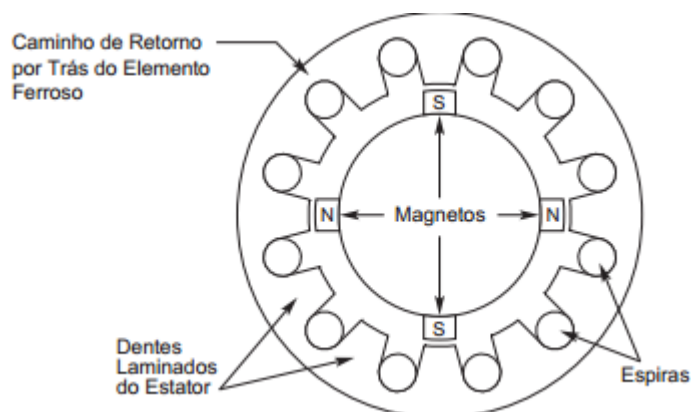
Fonte: Parker Automation Tecnologia Eletromecânica.

3.2.2 Motor brushless

Os motores *brushless* ou “sem escovas” é um motor CC, de elevada potência, leve e menores dimensões sendo um motor mais confiável e podendo ser utilizado em

condições adversas. A desvantagem desse tipo de motor é o seu custo elevado, por ele ser mais caro na sua construção, utilizando magnetos ferrosos ao invés dos convencionais magnetos cerâmicos, e ser necessário para o seu controle drives eletrônicos de maior complexidade em relação aos drives utilizados para motores CC com escovas. A Figura 11 ilustra um motor *Brushless*.

Figura 11 – Motor brushless



Fonte: Parker Automation Tecnologia Eletromecânica.

Existem 2 tipos de motores *brushless*:

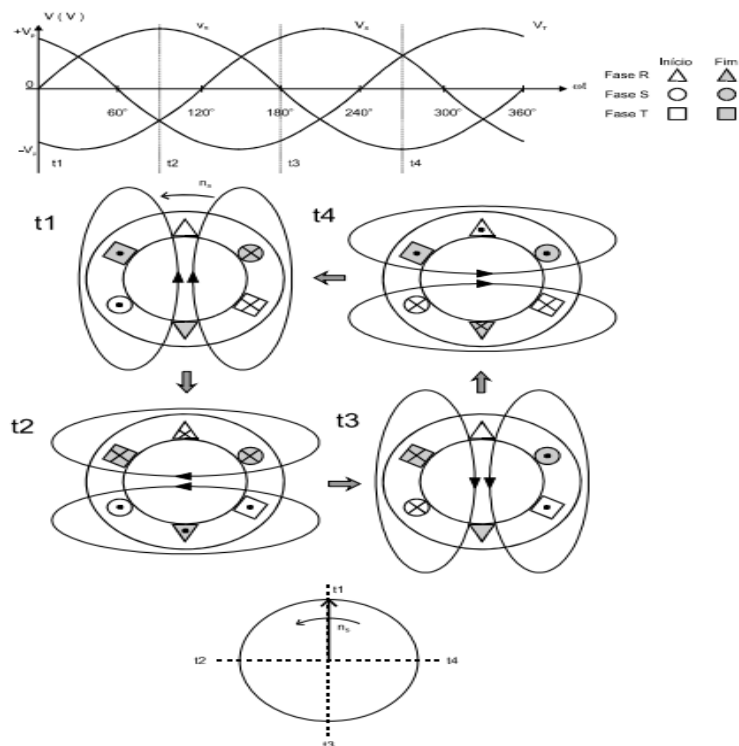
- Trapezoidal;
- Onda senoidal.

A construção é idêntica para ambos o que muda é a forma de controle sendo o motor trapezoidal muitas vezes chamado de servo motor CC *brushless* em quanto o de onda senoidal como servo motor CA *brushless* pelo fato deste ter semelhanças com o motor CA síncrono.

3.2.3 Motor de indução trifásico

O motor de indução trifásico se caracteriza por ser um motor elétrico de pequena para altíssima potência. Sendo mais simples, menor e mais leve que o motor monofásico de mesma potência. A Figura 12 ilustra o princípio de funcionamento de um motor de indução trifásico.

Figura 12 – Motor de indução trifásico

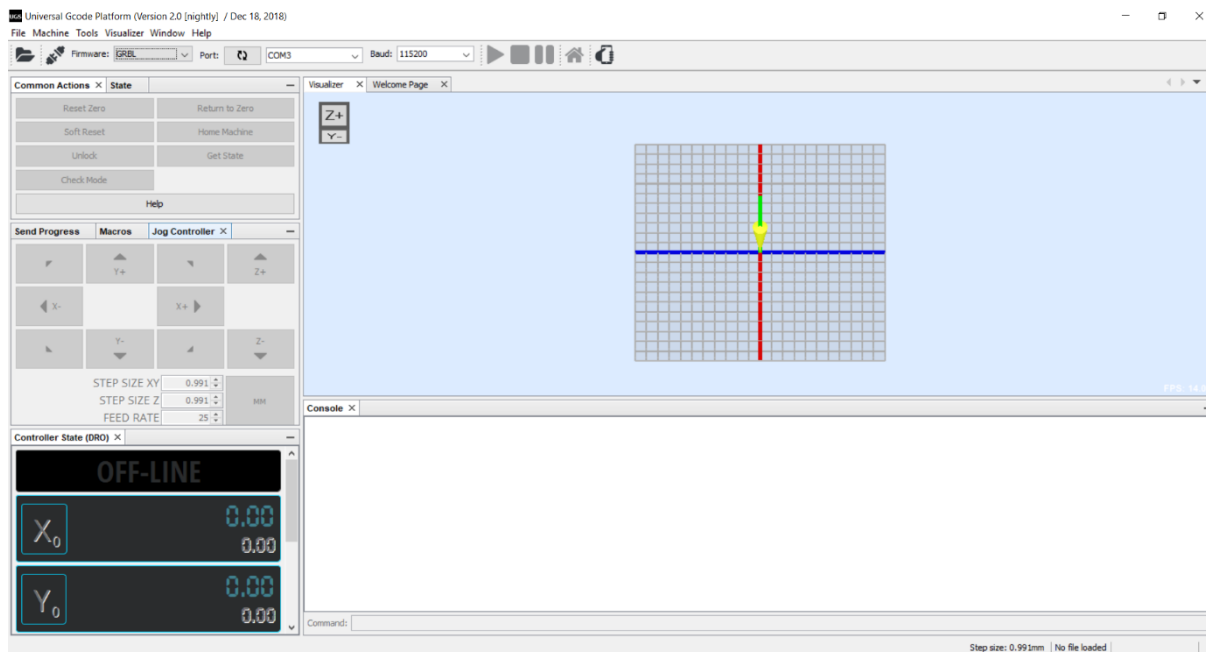


Fonte: Bonarcorso, N.; Noll, V. Eletricidade Industrial

3.3 GRBL

O GRBL é muito difundido na área de comando numérico computadorizado (CNC), servindo para interpretar o código G que está sendo utilizado na programação. A versão que estamos utilizando é UGS Platform. Por ser de fácil aplicação é utilizado para mandar pulsos com perfil de velocidade trapezoidal, ao motor de passos via Arduino, que possibilita o uso de uma biblioteca própria para o GRBL. A Figura 13 ilustra a interface do software.

Figura 13 – Interface GRBL



Fonte - Autor.

A sua comunicação com o Pc é via USB, onde primeiramente se configura os parâmetros desejados no Arduino e posteriormente usa-se o Ugs platform. Para essa aplicação é necessário apenas um Arduino e um drive para o motor de passo.

3.4 ENCODERS

O encoder é um dispositivo usado na automação industrial que conta pulsos elétricos a partir do movimento do seu eixo, possibilitando transformar a posição mecânica em um sinal digital no contador de impulsos elétricos no servo drive. Com ele é possível medir distâncias, controlar velocidade, medir ângulos, contar rotações e auxiliar um motor a realizar posicionamentos.

O funcionamento de um encoder está baseado na interrupção ou não de um sinal óptico, normalmente um feixe luminoso, conseguido comumente através de um emissor e um sensor separados por um nônio e um disco de vidro, plástico ou metal estriados que alternadamente permitem ou não a passagem de luz do emissor para o receptor. Quando o disco sofre um deslocamento angular interrompe a passagem de luz, gerando um pulso. Este pulso representa um certo ângulo mínimo, que define a resolução do sistema [3]. A Figura 14 ilustra o princípio de funcionamento.

Figura 14 – Princípio do encoder ótico



Fonte: Parker Automation Tecnologia Eletromecânica

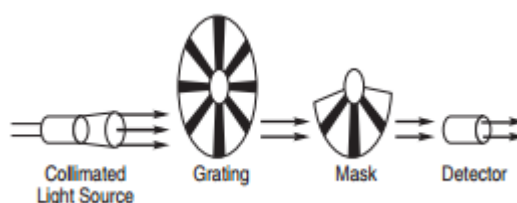
3.4.1 Encoder incremental

O encoder incremental gera um certo número de pulsos, que são gerados através da combinação de um emissor de luz e um receptor, onde o número de pulsos representa a medida da distância básica movida podendo ser angular ou linear.

Um circuito eletrônico deverá contar o número de pulsos para determinar por exemplo, o deslocamento angular, número de giros e posição angular de um eixo.

O encoder por si só não informa a posição, precisando o sinal ser processado por um controle eletrônico para determinar a posição. O controle deverá ter uma rotina inicial que desloque o sistema mecânico para uma posição de referência zero. A Figura 15 representa um disco incremental.

Figura 15 – Disco incremental

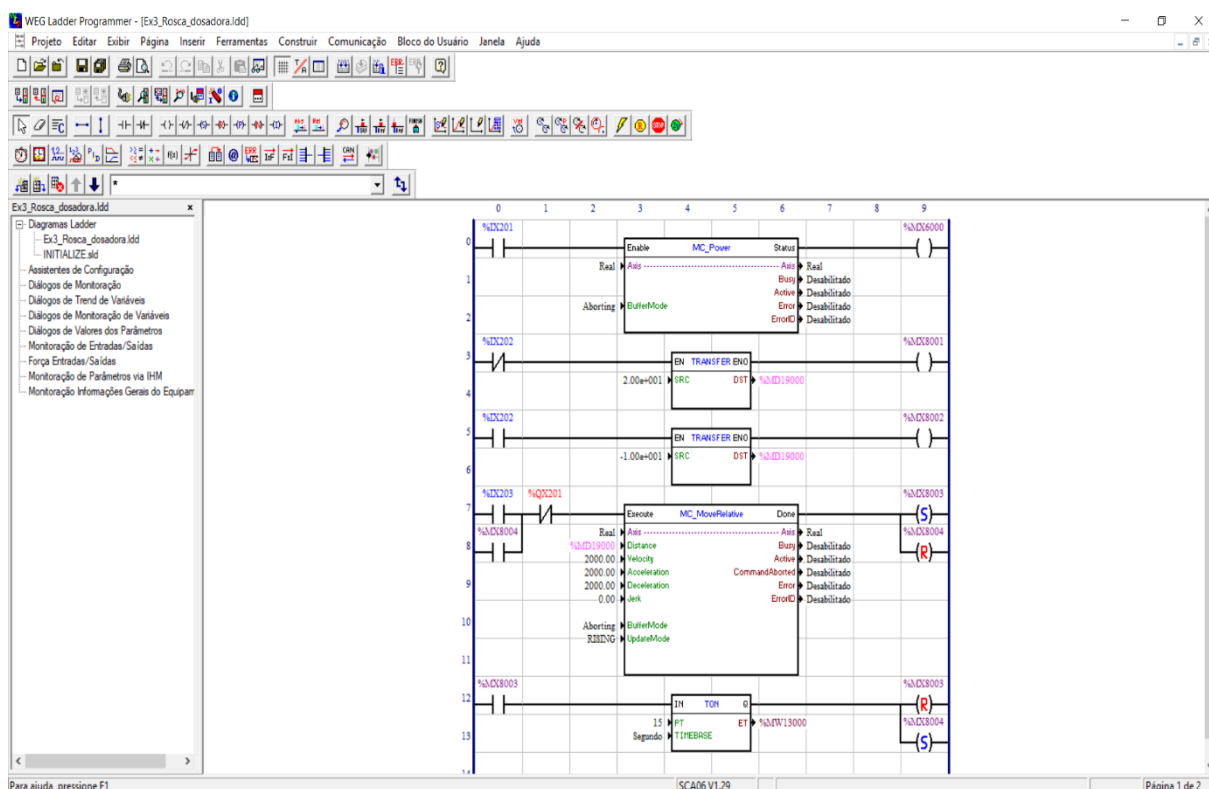


Fonte: Parker Automation Tecnologia Eletromecânica

3.5 WEG LADDER PROGRAMMER

O software utilizado para a programação do SCA06 é o WLP (Weg Ladder Programmer), onde o usuário pode implementar suas lógicas em linguagem ladder. A Figura 16 ilustra a interface do software.

Figura 16 – Weg ladder programmer



Fonte: Autor.

Suas principais características [1]:

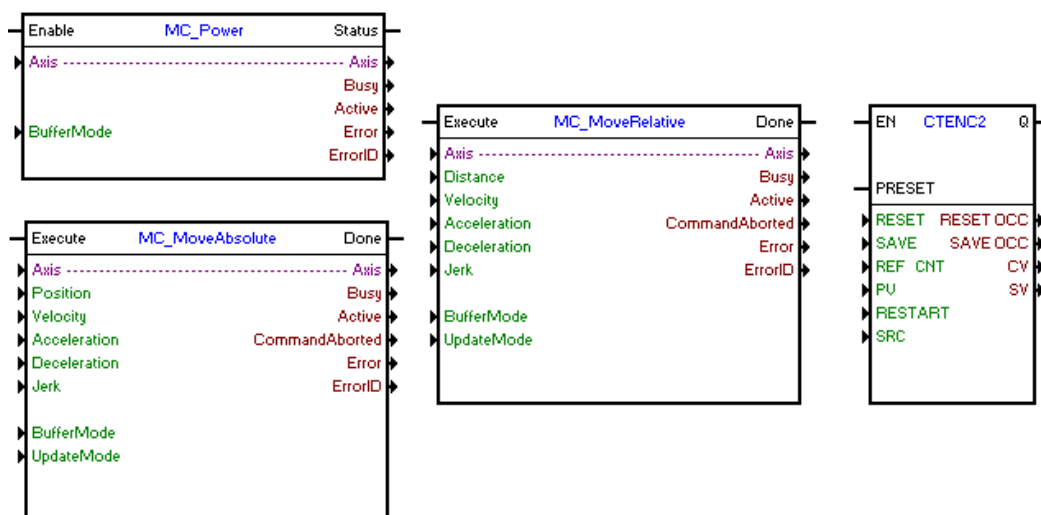
- O WLP é um software para ambiente Windows que permite a programação em linguagem ladder de diversas famílias de produtos WEG;
- Edição do programa através de vários blocos de funções em ladder;
- Compilação do programa em ladder para linguagem compatível aos equipamentos;
- Transferência do programa compilado para os equipamentos;
- Leitura do programa existente nos equipamentos;

- Monitoração online do programa que está sendo executado nos equipamentos;
- Comunicação através de serial em RS-232 ou USB ponto a ponto com os equipamentos;
- Ajuda online com referência de todas as funções e blocos existentes no software.

3.5.1 Blocos de programação

O software possui blocos lógicos para a sua programação como o MC_POWER responsável por habilitar o motor, tipos de posicionamento representados por MC_MoveAbsolute realiza o posicionamento do servo motor e MC_MoveRelative usado para distâncias. Em geral o servo drive disponibiliza variados blocos lógicos para diferentes tipos de aplicações. Como estamos utilizando o SCA06 pode-se utilizar os blocos Encoder, pois o SCA06 disponibiliza 2 entradas rápidas. Na Figura 17 encontra-se os blocos citados.

Figura 17 – Blocos de programação WLP



Fonte: Autor.

3.6 PARÂMETROS

Em conjunto com a programação via WLP é necessário também a parametrização pela tecla da IHM ou direto pelo WLP do SCA06,

3.6.1 Parâmetro de leitura do sensor encoder ou comando step/dir

Como por exemplo na aplicação das entradas digitais, usando as em modo encoder, onde se faz necessário o uso dos parâmetros P300 e P301 = 4 e P500 = 1, conforme as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Parâmetros (P300 e P301)

Parâmetros	Função	Observação
P300 e P301	Contador rápido padrão	P500 = 1 ou 2 (necessário para o funcionamento)

Fonte: Manual de programação SCA06.

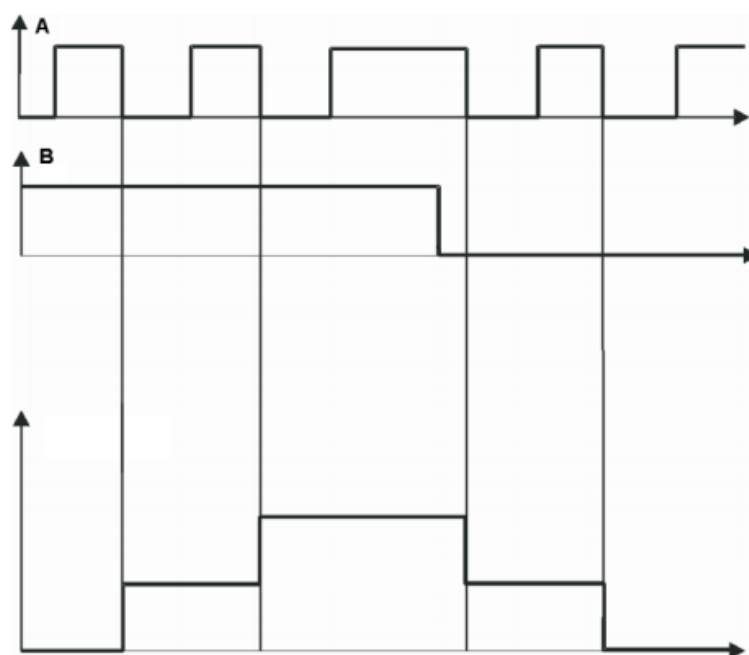
Tabela 2: Parâmetro (P500)

P500	Modo de contagem	Descrição
0	Desabilitado	-
1	Quadratura	Conta pulsos A e B em quadratura
2	Pulso e direção	Canal A recebe pulsos e B direção
3	Pulso A+ / Pulso B-	Pulsos em A incrementa contador / Pulsos em B decrementa contador
4	Pulso A+	Conta apenas pulsos em A

Fonte: Manual de programação SCA06.

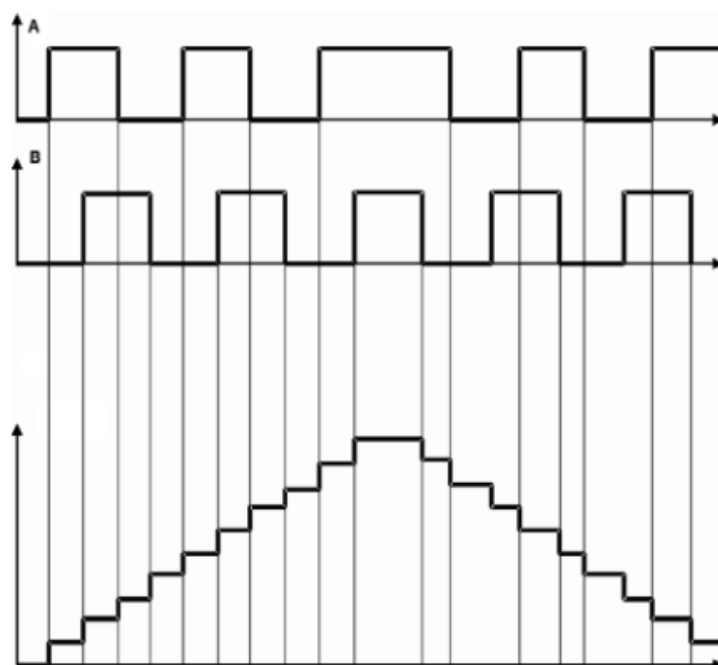
As figuras 18, 19, 20 e 21 ilustram o funcionamento da contagem do sensor de encoder ou do comando step/dir.

Figura 18 – Modo de contagem em quadratura



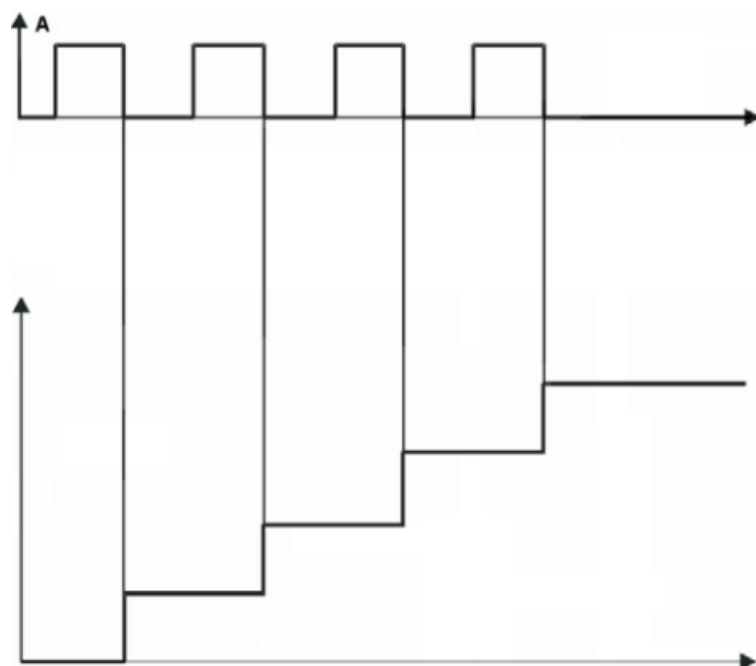
Fonte: Manual de programação SCA06.

Figura 19 – Modo de contagem Pulso e direção



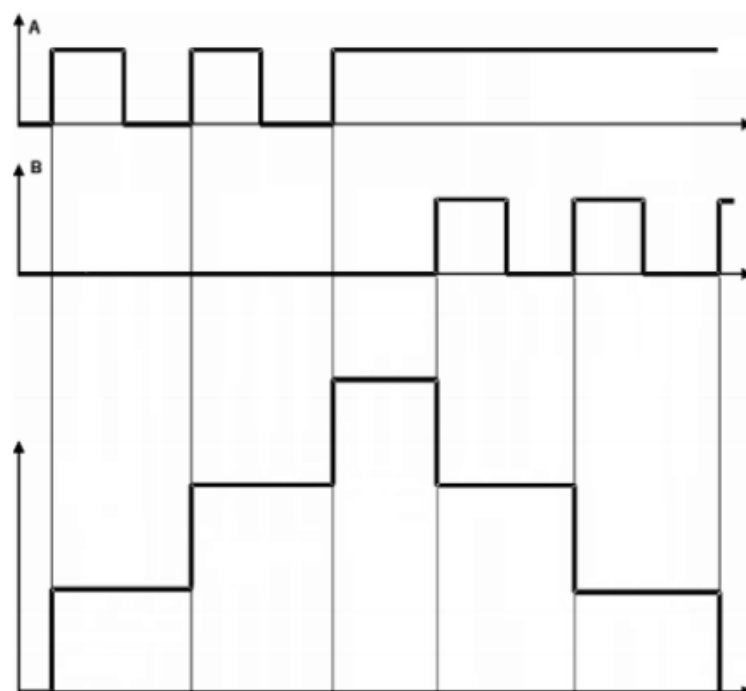
Fonte: Manual de programação SCA06.

Figura 20 – Modo de contagem Pulso A incrementa e B decrementa



Fonte: Manual de programação SCA06.

Figura 21 – Modo de contagem Pulso A incrementa



Fonte: Manual de programação SCA06.

4. PROJETO DA BANCADA DIDÁTICA

Nesta etapa é detalhado o projeto e montagem dos componentes eletromecânicos utilizados no simulador didático para acionamento de motores de equipamentos.

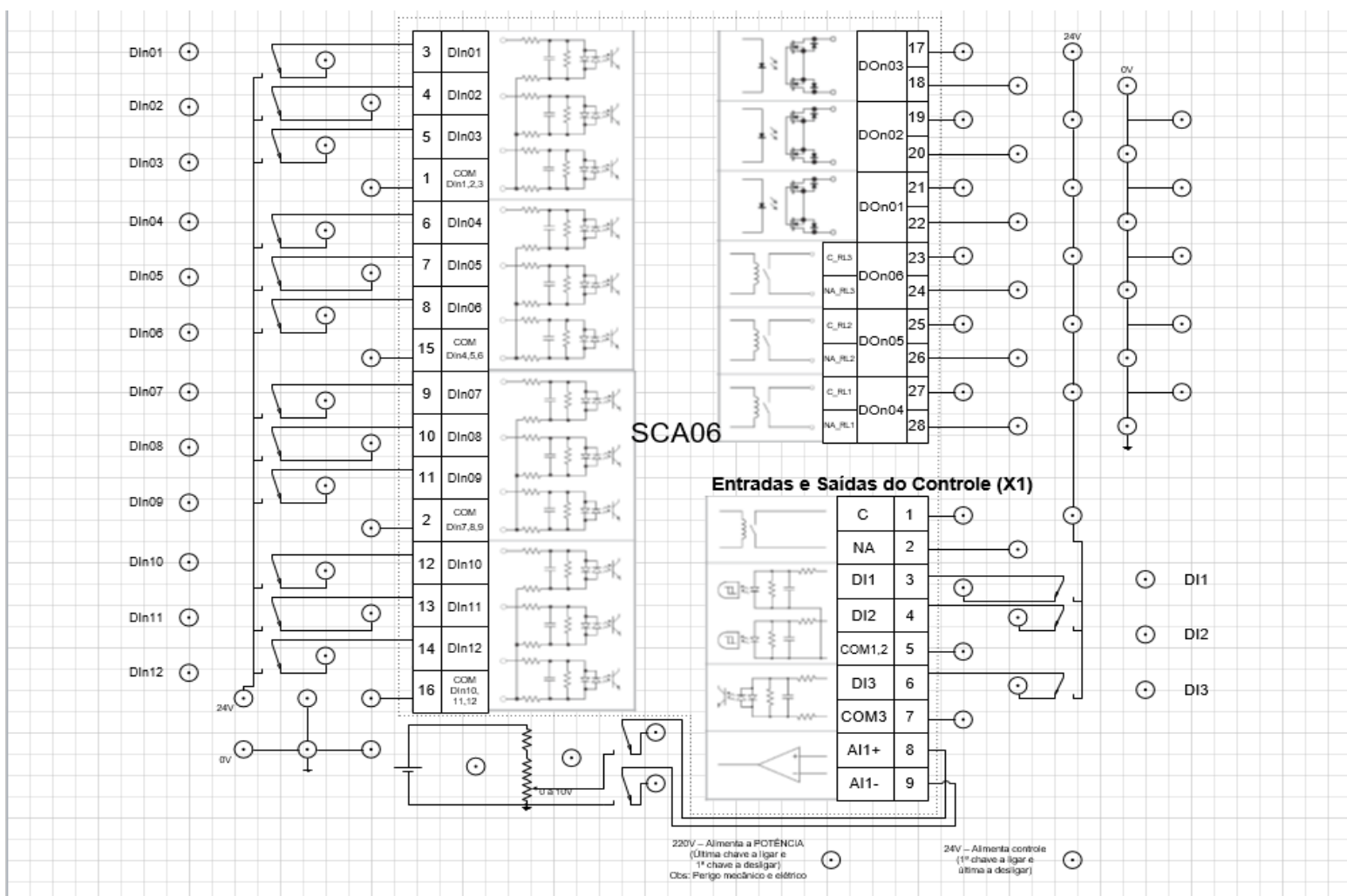
4.1 SERVO DRIVE SCA06

Um servo drive de custo intermediário é comandado de forma simplificada, no modo Step, Dir e Enable. Escolheu-se utilizar um servo drive de maior valor agregado, modelo SCA06 do fabricante WEG, pois além de ele poder fazer o papel de CLP, este também possui duas entradas que aceitam contar pulsos de drives externos com precisão em altíssima frequência, da ordem de dezenas de mega-hertz.

O projeto da bancada didática consiste em disponibilizar proteções contra sobrecorrentes, padronização didática de conectores, simulação de dispositivos de entrada e verificar aplicações didáticas para o servo drive CA modelo SCA06 para acionamentos de servomotores CA e até mesmo monitoramento de outras tecnologias de servoacionamentos. A bancada didática desenvolvida é apresentada na Figura 1.

A bancada didática possui um painel principal de interfaces e conexões representado na Figura 22.

Figura 22 – Esquema elétrico bancada



Fonte: Autor.

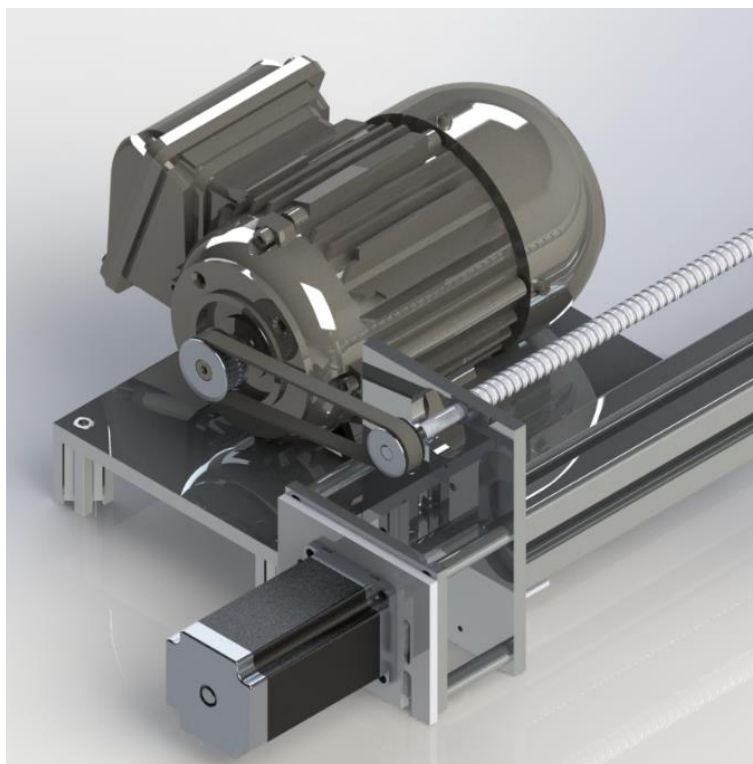
Em equipamentos didáticos a maioria das conexões são realizadas através de pino banana 4mm, por isso esta é a principal forma de ligação das entradas e saídas do equipamento.

Para um aluno menos experiente, ou até para utilização em aulas, se torna mais fácil utilizar um painel com o esquemático elétrico impresso, pois detalha como é feito o acionamento dos componentes, ao invés de se obrigar a verificar todas as documentações do fabricante, que não é pouco conteúdo. A comunicação do SCA06 é feita por porta USB, o que facilita na hora de enviar um programa e torna mais rápido o processo.

4.2 PROJETO MECÂNICO

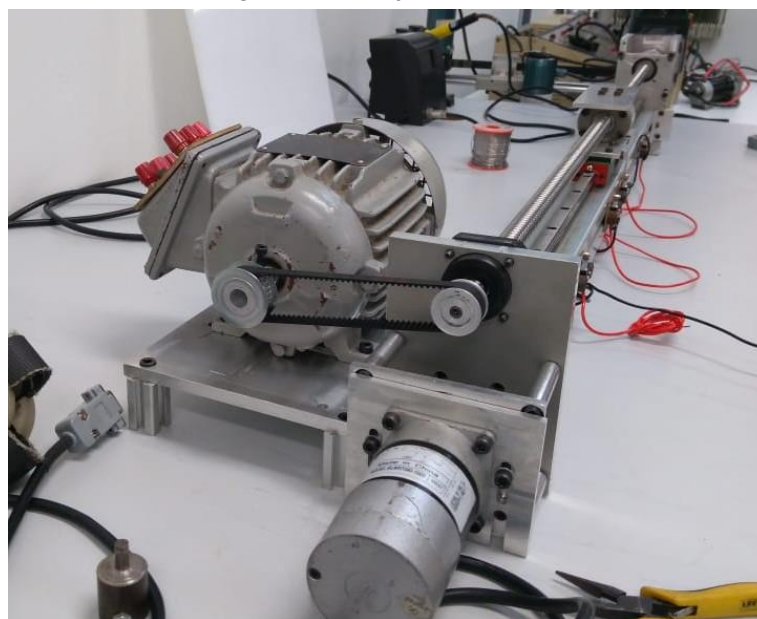
O projeto mecânico foi elaborado para além da solução do SCA06 onde o aluno já tem disponível um servo drive junto com um servo motor, que ele possa ter acesso a outros tipos de motores elétricos e com isso desenvolver a parte prática do acionamento. Para a concepção do projeto mecânico foi reutilizado a estrutura de um guia linear, na qual foi adicionada fins de curso e uma flange fixa onde se tem a possibilidade de intercambiar a fixação de diferentes tipos de motores nema 23 e de um motor de indução trifásico. Para a melhor visualização do projeto e de sua estrutura as Figuras 23 e 24 ilustram o projeto e montagem.

Figura 23 – Projeto SolidWorks



Fonte: Autor.

Figura 24 – Projeto mecânico

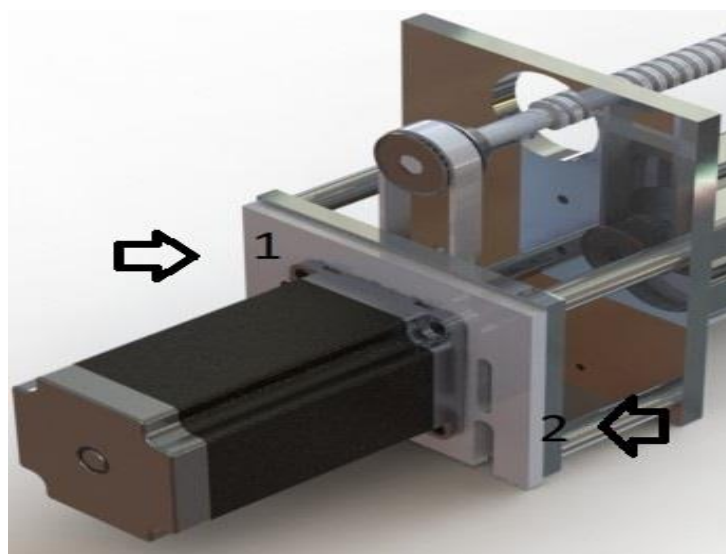


Fonte: Autor.

4.2.1 Flanges

Com o intuito de padronizar a bancada didática elaborada pelo PET da mecatrônica, foi projetado uma flange que pudesse ser intercambiável com as já existentes, não necessitando desacoplar os motores utilizados para fixar a flange na guia linear. Projetando uma flange “fixa” e, uma “móvel” tendo as mesmas dimensões daquela desenvolvida pelo PET, após a colocação do motor nessa flange o mesmo é fixado na flange fixa do guia linear, ilustrada na Figura 25.

Figura 25 – Fixação motor



Fonte: Autor.

Na figura acima podemos ver com maior detalhe a montagem, onde para facilitar o entendimento as peças foram numeradas. A peça 1 (cinza claro) é a flange móvel na qual o motor é fixado, flange 2 (cinza escuro) é a flange responsável por fixar o motor a estrutura do guia linear. A transmissão se dá por correia por isso é necessário o oblongo na flange do motor para poder tencionar a correia.

4.2.2 Polias e correias

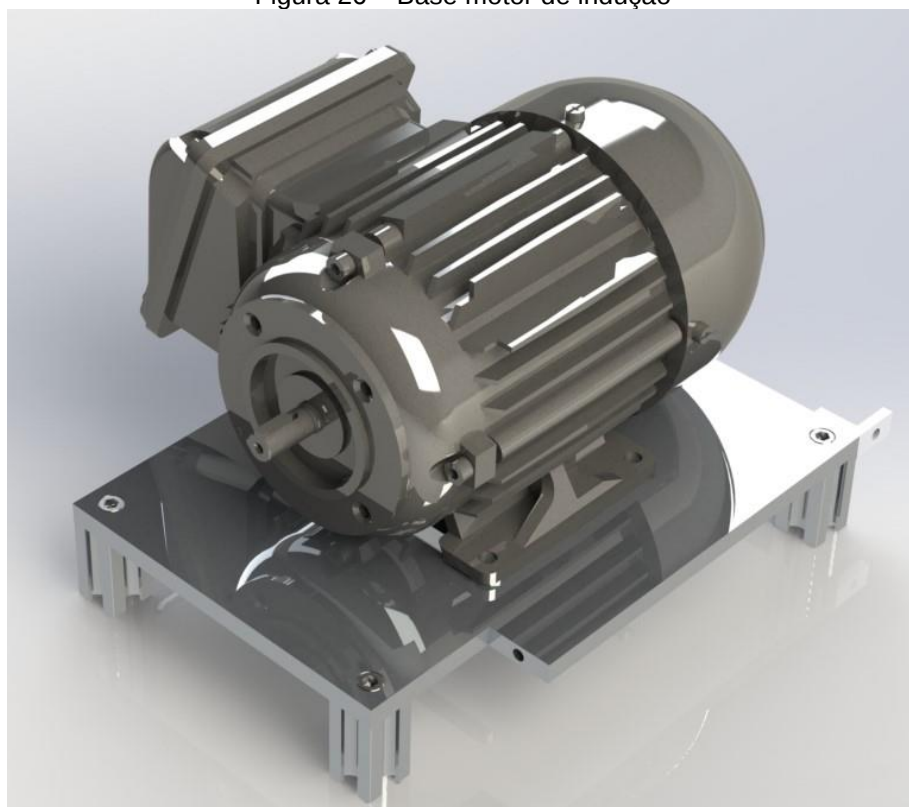
A solução optada para a transmissão da rotação do eixo do motor ao fuso foi por polias e correias, onde a relação das polias é de um para um, pois o espaço disponível para esticar a correia era restrito. Sendo assim as polias contam com 24 dentes, enquanto a correia 225 dentes, ambas de passo 3m.

Para o motor de indução foi pensado numa relação diferente, tendo a polia do motor 30 dentes e a correia 321 dentes e passo 3m.

4.2.3 Estrutura motor de indução

Finalizadas as flanges para motores nema 23, ficou apenas faltando uma solução para o motor de indução trifásico de 0,25 Cv. Projetado de forma que não fosse necessário retirar a estrutura para os motores menores, foi projetado uma base lateral e sobre a mesma foi acoplado o motor de indução. Dessa forma ficaram à disposição as duas soluções para o uso em atividades práticas durante as aulas de acionamentos. A Figura 26 ilustra a montagem do motor sobre a base.

Figura 26 – Base motor de indução



Fonte: Autor

Oblongos foram usinados na base para com isso poder esticar a correia de transmissão.

5. APLICAÇÕES E ENSAIOS

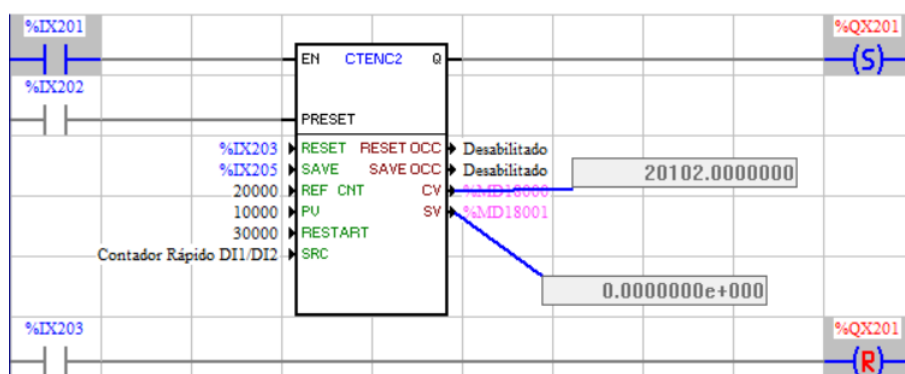
Neste tópico são abordadas propostas de exemplos realizados utilizando o SCA06 e os demais motores, com o intuito de justificar a aplicação da bancada didática em aula, tornando a disciplina de acionamentos mais prática para os alunos.

5.1 EXEMPLO ENCODER

Para a melhor exemplificação da função encoder disponível no SCA06, conectamos um encoder, com resolução de 4000 PPR, nas entradas digitais DI 1 e DI 2. O bloco de programação no WLP foi o CTENC2 e, a lógica do programa funciona da seguinte forma: quando a entrada %IX201 estiver ligada, habilitará o funcionamento do bloco, REF CNT é a variável responsável por armazenar um valor, nesse caso 20 mil, conforme mostrado na Figura 27. Quando o valor do encoder for igual ao valor de REF CNT a saída %QX201 será setada. O motor utilizado no exemplo é um motor de passo nema 23, acionado via GRBL, que será instruído a ir a uma posição específica.

Este exemplo utiliza uma saída digital para que a máquina ative alguma função externa quando o eixo onde se encontra o encoder girar exatamente 5 voltas.

Figura 27 – Bloco CTENC2



Fonte: Autor.

A contagem de encoder em quadratura, juntamente com o bloco CTENC2, podem ser usados para verificar se houve perda de passo em aplicações com motor de passo. Algumas vezes cria-se um circuito de driver ou dimensiona-se o conjunto motor de passo e driver com torque e corrente inadequados a aplicação.

Nesta solução de verificação coloca-se um encoder ao eixo, aciona-se o driver em step/dir em uma rotina CNC ou software GRBL e verifica-se com a precisão do encoder e contador rápido se houve alguma perda mínima de passo na execução da rotina de movimentação.

O intuito do exemplo é mostrar a funcionalidade da função encoder do SCA06, utilizando as entradas rápidas digitais. O modo de contagem foi em quadratura (P500 = 1). É possível usar o servo drive para o monitoramento de um eixo ou motor, ativando uma saída, realizando outro processo que dependa da informação do encoder.

O fabricante do WLP fornece outra ferramenta interessante, que é a exportação dos parâmetros do servo drive em formato (. Par). Porém, isto não facilita ao aluno o entendimento dos parâmetros gravados no driver. A sugestão nesta pesquisa foi de explicar ao aluno em uma planilha, em todas as linhas de parâmetros que o software do fabricante exporta, o que quer dizer cada um destes parâmetros.

O aluno não precisa decorar os parâmetros ou ficar sempre recorrendo ao *datasheet* do driver. Se os parâmetros estão explicados em uma planilha é possível marcar em preto os parâmetros utilizados e marcar em cinza ou ocultar as linhas dos parâmetros não utilizados.

Além disto, dá para incluir colunas para comparar aplicações com diferentes situações de uso do servo drive, por exemplo comparar a parametrização padrão de um *reset* com a parametrização utilizada. A Figura 28 mostra a tabela gerada referente ao exemplo acima.

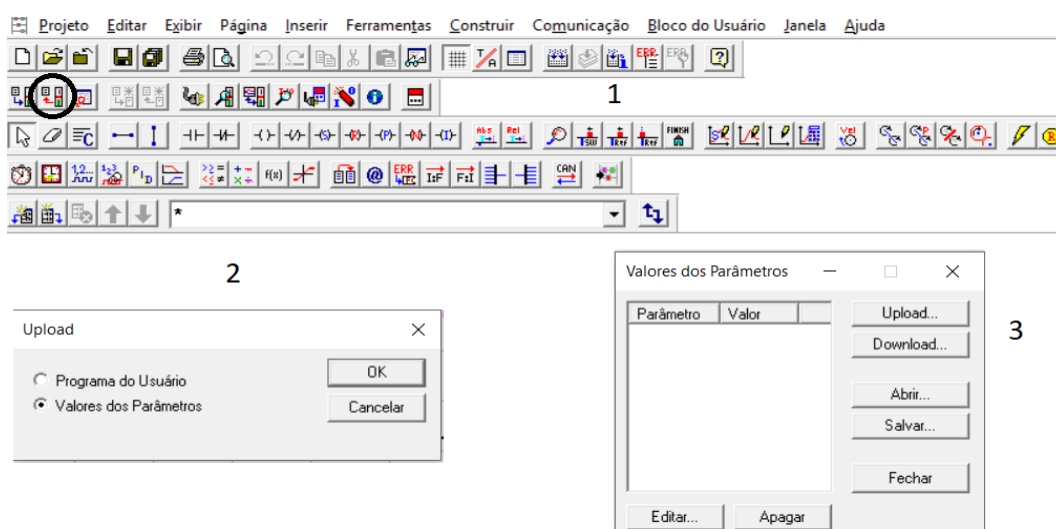
Figura 28 – Tabela parâmetros

1	Parâmetro teste 1	Parâmetro teste 2	Significado dos parâmetros
2	P0000 = 0	P0000 = 0	senha
3	P0002 = 1000	P0002 = 0	Velocidade
4	P0003 = 65534	P0003 = 65535	Corrente
5	P0004 = 308	P0004 = 306	Tensão do barramento CC
6	P0006 = 1	P0006 = 0	Estado do driver: 0 Desabilitado sem erro - 1 Habil ou Ready
7	P0008 = 0	P0008 = 0	estado em D1, D2 e D3. Ex: 1,3,7
8	P0009 = 0	P0009 = 0	estado em DI101 A DI106
9	P0010 = 0	P0010 = 0	DI107 a DI112
10	P0011 = 1	P0011 = 0	DI201 a DI206. DI: 01,02,03,04,05,06 Ex: 0,1,3,7,15,31,63
11	P0012 = 0	P0012 = 0	DI207 a DI212. DI: 07,08,09,10,11,12 Ex: 0,1,3,7,15,31,63
12	P0013 = 0	P0013 = 0	DI301 a DI306
13	P0014 = 0	P0014 = 0	DI307 a DI312
14	P0015 = 0	P0015 = 0	DO1. P280 em: 8Ladder, 0 desab, 1 hab
15	P0016 = 0	P0016 = 0	D0101 a D0106
16	P0017 = 0	P0017 = 0	D0201 a D0206. P287 a P292 em: 8Ladder, 0 desab, 1 hab
17	P0018 = 0	P0018 = 0	D0301 a D0306
18	P0021 = 36	P0021 = 33	Temperatura do Ar Interno
19	P0022 = 29	P0022 = 26	Temperatura do dissipador
20	P0023 = 129	P0023 = 129	Versão de Firmware
21	P0024 = 2003	P0024 = 2003	Versão do Módulo de Atualização de Firmware

Fonte: Autor.

Na tabela os parâmetros utilizados, como P300 e P301 igual a 4 o que possibilita o uso das entradas DI1 e DI2 em modo encoder e P500 igual a 1, em modo quadratura, tornando mais fácil as alterações dos parâmetros e o envio para o servo drive, realizando-os diretamente no WLP. Deste modo, não se faz necessário o ajuste de parâmetro por parâmetro pela IHM, conforme apresenta a Figura 29.

Figura 29 – Upload e Download parâmetros



Fonte: Autor.

Na página principal do programa selecionar o bloco **Upload** (1), abrindo a janela (2) onde seleciona **Valores dos Parâmetros** e por último a janela 3 onde tem a opção de abrir ou salvar um arquivo compatível com o formato LibreOffice, com os parâmetros desejados.

Caso queira enviar um arquivo que contenha os parâmetros basta clicar em abrir, selecionar o arquivo e clicar em download, clicando em upload ele carrega todos os parâmetros desejados após isso ao clicar em salvar o arquivo é salvo em formato (.par) o qual é lido por um software de planilhas como mostrado na Figura 28.

Lembrando que o download e o upload dos parâmetros só funcionam com o cabo USB do servo drive conectado ao PC.

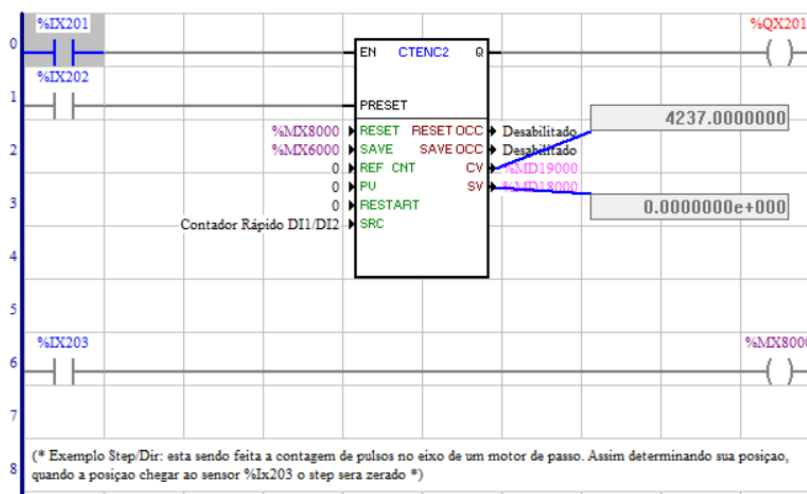
5.2 EXEMPLO STEP/DIR

Usando também os parâmetros P300, P301, P500 e o bloco CTENC2 temos o exemplo Step/Dir, que consiste em ler os pulsos da entrada de um drive de um motor de passo.

Nesse exemplo, a entrada rápida DI1 leu os pulsos na entrada de um driver externo enquanto a entrada DI2 verifica a direção, nesse caso 0 V decrementa e 24 V incrementa a contagem desses pulsos.

No exemplo estamos lendo os pulsos na entrada de um driver de motor de passo no modo passo completo, neste momento o motor girou um pouco mais que vinte e uma voltas, conforme Figura 30.

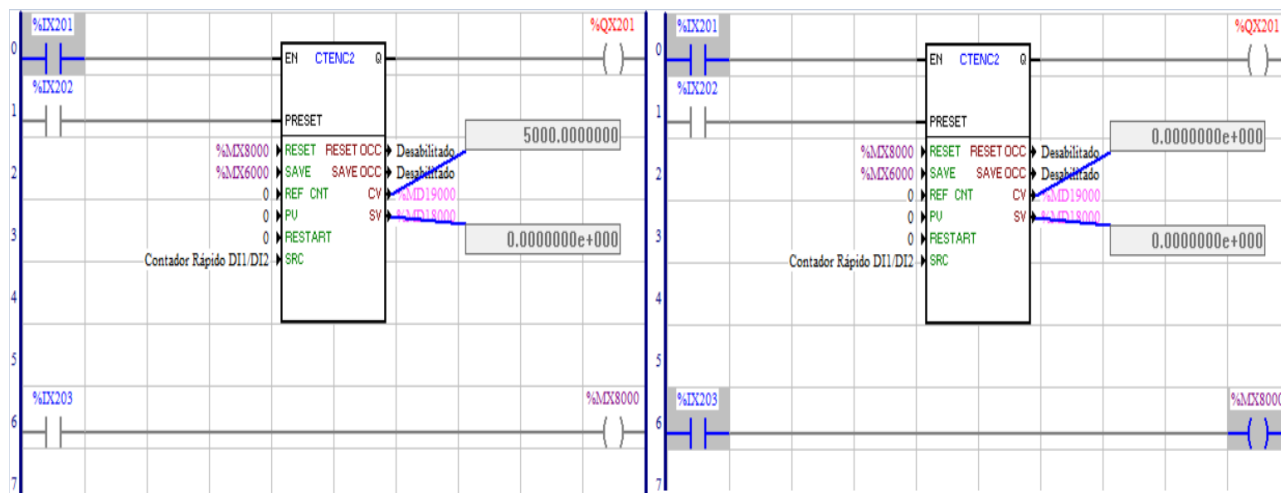
Figura 30 – Step/Dir



Fonte: Autor

A entrada %IX201 habilita a contagem de pulsos, como pode ser visto o motor de passo já completou 25 voltas, pois sua contagem chegou a 5000 e como estamos operando em passo completo, 200 pulsos correspondem a 1 volta, com isso pode-se determinar a posição e tornar mais visual ao aluno a contagem utilizando o parâmetro P500 no modo pulso e direção. A Figura 31 ilustra esse exemplo.

Figura 31 – Funcionamento Step/Dir

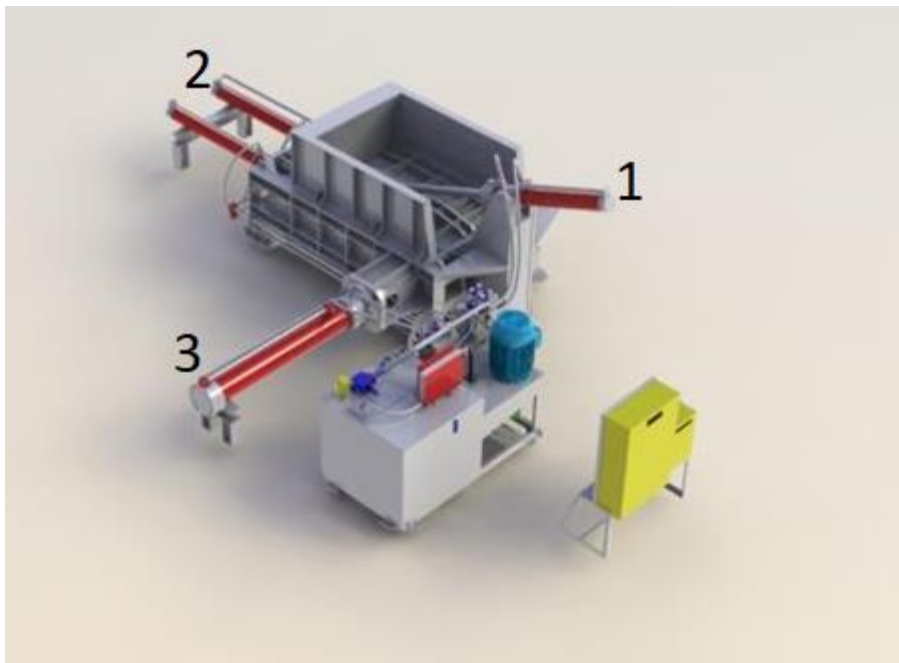


Fonte: Autor

5.3 EXEMPLO PRENSA HIDRÁULICA

Nesse exemplo estamos utilizando o servo drive como um CLP para o controle de uma prensa hidráulica de três cilindros, Figura 32, onde o primeiro cilindro é a tampa da prensa o segundo o cilindro é o de pré – compactação e o terceiro de compactação.

Figura 32 – Prensa Hidráulica



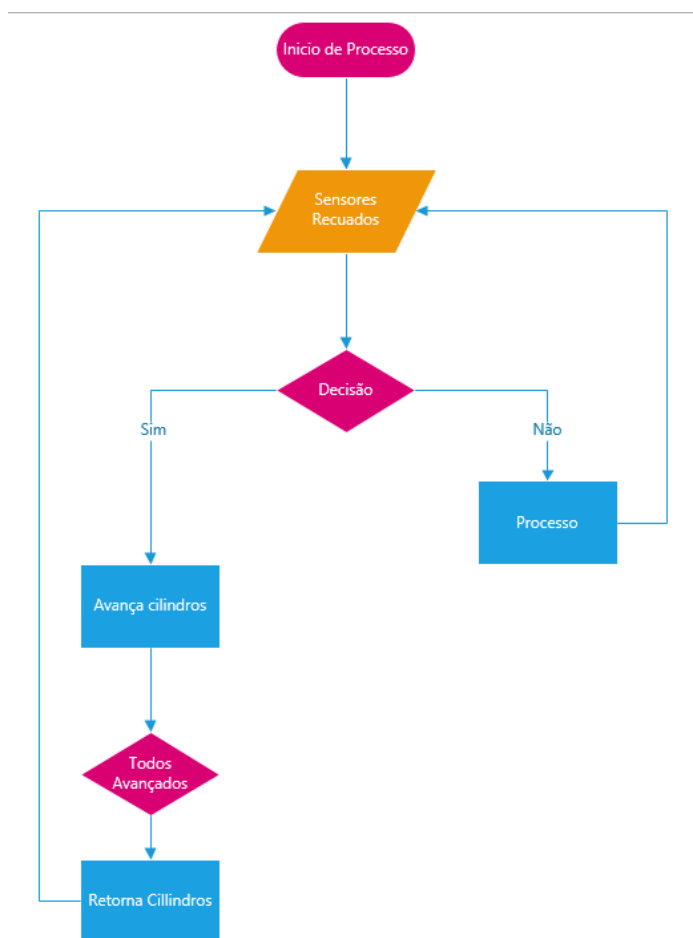
Fonte: Premer Brazil

A lógica do programa, consiste em ler 5 entradas sendo elas:

- Botão de emergência (%IX 201);
- Botão Habilita comando (%IX202);
- Fim de curso recuado cilindro 1 (%IX203);
- Fim de curso recuado cilindro 2 (%IX204);
- Fim de curso recuado cilindro 3 (%IX205);
- Solenoide avanço cilindro 1 (%QX202);
- Solenoide avanço cilindro 2 (%QX203);
- Solenoide avanço cilindro 3 (%QX204);

Para melhor visualização do processo o foi elaborado um diagrama de blocos, exemplificando o funcionamento a Figura 33 ilustra o processo.

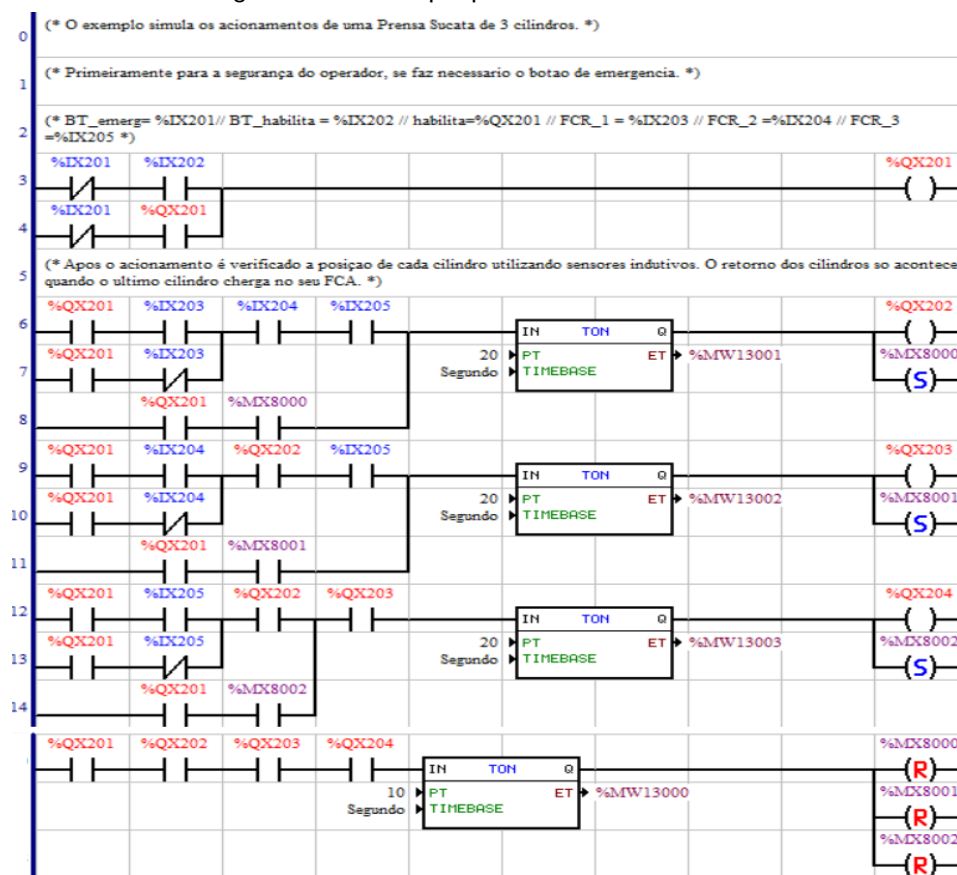
Figura 33 – Diagrama de blocos Prensa



Fonte: Autor

Quando o botão habilita comando é acionado o programa faz uma leitura com dos sensores nesse caso representados pelas entradas %IX203 a %IX205 onde informa se os cilindros estão recuados. Caso a proposição seja verdadeira o programa aciona os avanços dos cilindros. Os temporizadores foram usados para poder ver os acionamentos de cada cilindro, visto que se trata de uma simulação do funcionamento e não se dispõe do aparato mecânico. A Figura 34 exemplifica o código simulado no WLP.

Figura 34 – Exemplo prensa hidráulica WLP



Fonte: Autor

5.4 EXEMPLO INVERSOR

Para o acionamento do motor de indução trifásico, utilizamos o inversor CFW10 da Weg, pois o mesmo a instituição já disponha. Pensando em um exemplo diferente dos demais, foi calculado um gráfico trapezoidal com o intuito de mostrar a aceleração e desaceleração do motor usando os conceitos de MRUV (Movimento retilíneo uniformemente variado) e a velocidade constante MRU (Movimento retilíneo uniforme).

5.4.1 Cálculo do gráfico trapezoidal

O motor usado para o exemplo tem 4 pólos, a frequência parametrizada no inversor é de 5Hz com passo de 5mm e o tempo ligado é de 18 segundos.

Para os cálculos foram usadas as seguintes fórmulas:

$$n_{max} = f_{max} \cdot \frac{120}{polos} \cdot \frac{passo}{60} \quad (1)$$

n_{max} = rotações (mm/s)

f_{max} = frequência máxima

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2)$$

a = aceleração(m/s²)

Δv = variação da velocidade (m/s)

Δt = variação do tempo (s)

$$v = v_i + a \cdot t \quad (3)$$

v = velocidade(m/s)

v_i = velocidade inicial(m/s)

a = aceleração(m/s²)

t = tempo (s)

$$x = x_i + v_i \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

x = posição final (mm)

x_i = posição inicial (mm)

$$tempo_{cte} = tempo_{ligado} - tempo_{acel} \quad (5)$$

$$x_{mru} = n_{max} \cdot tempo_{cte} \quad (7)$$

$$\Delta x_{total} = x_{acel} + x_{mru} + x_{desacel} \quad (8)$$

$$\Delta t_{total} = t_{ligado} + t_{desacel} \quad (9)$$

Sendo assim os resultados obtidos foram:

$$n_{max} = 12,5 \left(\frac{mm}{seg} \right) \quad (1)$$

$$aceleração \ e \ desaceleração = 1,25 \left(\frac{mm}{s^2} \right) \quad (3)$$

$$x_{aceleração} = 62,5 \ mm \quad (4)$$

$$x_{desaceleração} = 62,5 \text{ mm} \quad (4)$$

$$tempo_{cte} = 8 \text{ segundos} \quad (6)$$

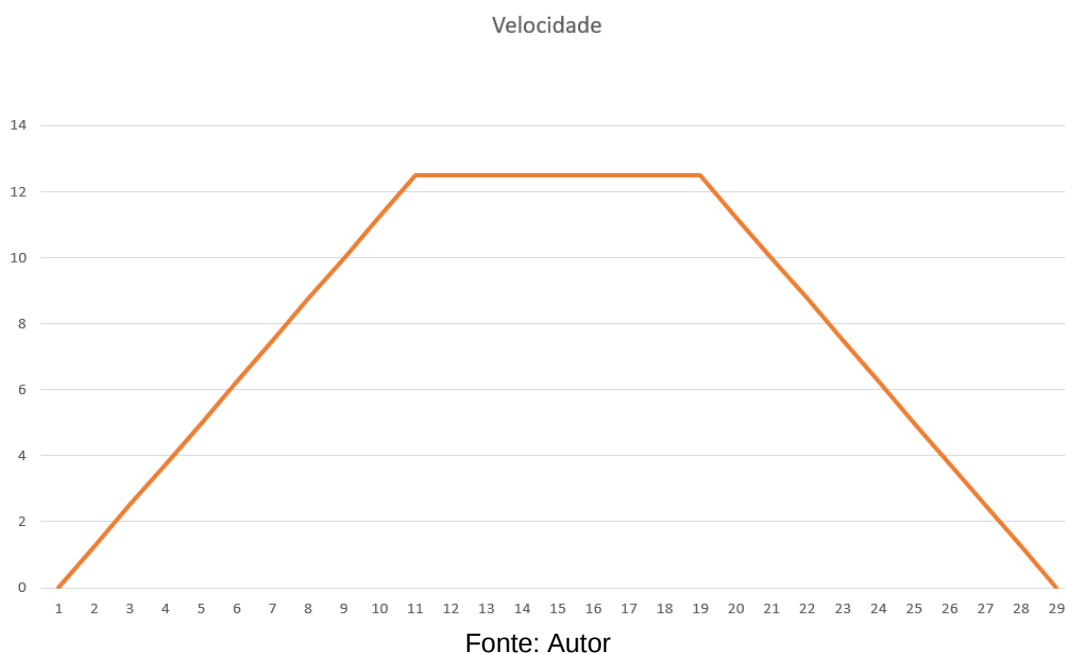
$$x_{mru} = 100 \text{ mm} \quad (7)$$

$$\Delta x_{total} = 225 \text{ mm} \quad (8)$$

$$\Delta t_{total} = 28 \text{ segundos} \quad (9)$$

Com os resultados matemáticos foi possível plotar o gráfico da velocidade x tempo, Figura 35.

Figura 35 – Gráfico velocidade x tempo

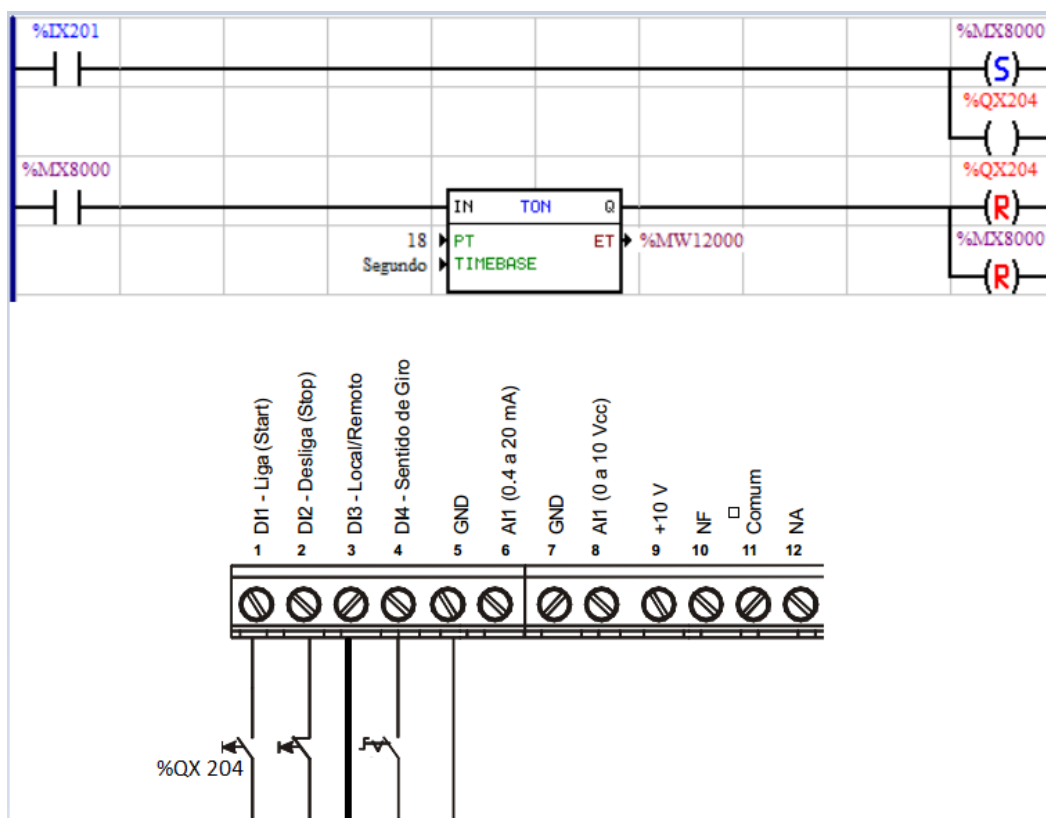


Como esperado o resultado do gráfico foi um trapézio onde mostra a aceleração e desaceleração (MRUV) e a velocidade constante (MRU).

5.4.2 Esquemático Inversor

A comunicação do inversor com o servo drive foi realizada através do esquemático mostrado na Figura 36 onde o inversor CFW10 recebe o sinal da saída %QX204 do servo drive, que habilita a entrada DI1 do inversor, ligando o motor por 18 segundos.

Figura 36 – Esquemático motor trifásico



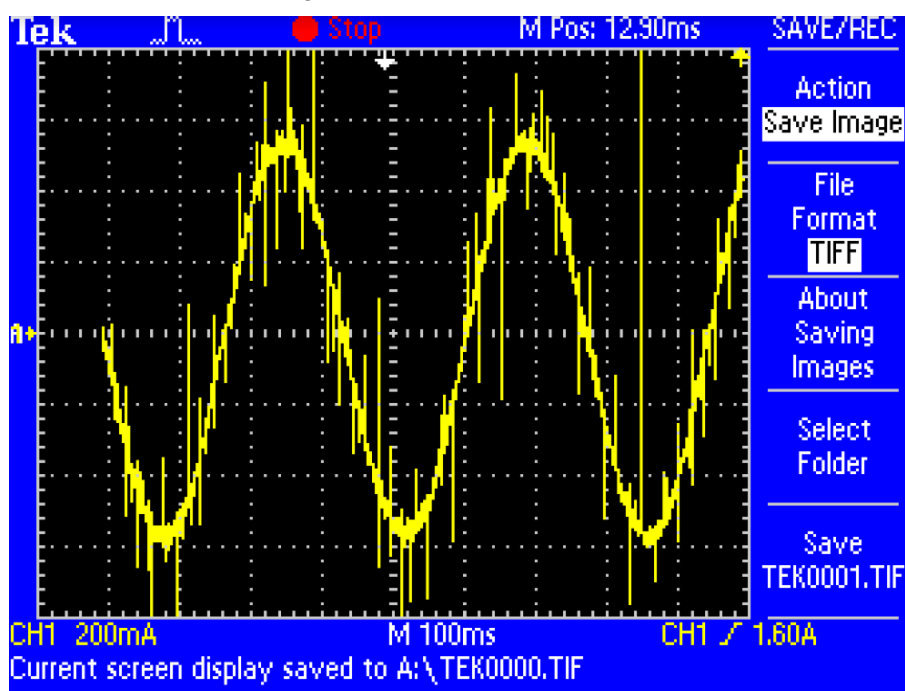
Fonte: Autor

5.4.3 Resultados inversor

Após os resultados obtidos na parte teórica do exemplo, foi colocado em prática com os valores achados, porém não se obteve os resultados compatíveis com os cálculos realizados, pois como o inversor trabalha em malha aberta e em baixas velocidades o motor de indução perde torque, sendo possível parar o movimento apenas com um toque. Deste modo, não se teve uma aceleração e desaceleração como calculados.

Esse exemplo mostra que quando em baixas rotações e com um torque pequeno não se consegue ter uma precisão com o motor de indução. A Figura 37 ilustra o gráfico da corrente do motor no exemplo.

Figura 37 – Gráfico da corrente



Fonte: Autor

Como podemos observar o gráfico mostra frequência de saída de 2,86 Hz um pouco abaixo da calculada/parametrizada e uma corrente de saída eficaz de 0,38 A.

6. CONCLUSÕES

O intuito do trabalho foi de aproximar os alunos do módulo 7 da disciplina de acionamentos eletromecânicos aos diferentes tipos de acionamentos de motores elétricos seja usando um driver, servo drive ou inversor, tendo um enfoque maior com o uso do servo drive SCA06, por se tratar de uma ferramenta poderosa e não utilizada nas demais disciplinas do curso. Ainda neste sentido, buscou-se trazer exemplos práticos de sua utilização, bem como o uso de blocos de programação Ladder específicos para servo drive, que não são utilizados em CLPs.

Todas as tecnologias de servo drive (para motor de passo, CC *brush*, CC *brushless* e servo CA) tem a opção de serem comandados externamente no modo step/dir e a maioria deles utilizam como sensor o encoder incremental. O kit didático proposto disponibiliza ao aluno duas entradas rápidas (DI1 e DI2), para monitorar e conferir a posição com precisão de um motor externo através da contagem dos pulsos de comando step/dir. Em situações em que se deseja monitorar a posição diretamente do sinal de saída do encoder incremental, utiliza-se o modo de contagem em quadratura.

Nestas duas formas, além de poder testar diversos modelos e tecnologias de drivers externos, também é possível testar e validar a pesquisa e desenvolvimento em circuitos drivers de baixo custo. Por exemplo, em um circuito de acionamento utilizando microcontroladores ou arduino para comandar um motor de passo ou monitorar os passos do motor usando as entradas rápidas do servo drive, utilizando-se de um encoder para enviar os sinais ao SCA06.

A plataforma didática de servoacionamento CA proposta, em conjunto com a guia linear e os motores que estão acoplados ou preparados para conectar ao sistema de movimentação linear, além de proporcionar ao aluno a prática com as tecnologias de acionamentos também proporciona formas de fácil comunicação com equipamentos externos. Assim, para facilitar o aprendizado também se disponibilizou gravuras impressas na bancada e criou-se materiais didáticos resumidos em formato digital extra, além de todos os materiais de consulta fornecidos pelo fabricante.

Por fim, tem-se que o trabalho aqui desenvolvido está relacionado com o desenvolvimento de práticas para a utilização de servo drive em aula e adaptações mecânicas que enriquecem o uso da bancada didática.

7. TRABALHOS FUTUROS

Como melhorias para trabalhos futuros, realizar a medição da aceleração, desaceleração e velocidade em um acionamento Step/Dir para drivers externos ao SCA06, pois este é só a contagem total, faltando essas medições do perfil trapezoidal na leitura de comandos externos.

Outra melhoria necessária é para trocar os fins de curso mecânicos, pois os mesmos já se encontram em mal funcionamento, por estar dispostos em posições que não são as ideais para esse tipo de sensor e, portanto, uma sugestão é colocar sensores ópticos de baixo custo.

REFERÊNCIAS

- [1] WEG S.A.. **WEG S.A** Disponível em:<
https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Control-Industrial/Drives/Softwares/WEG-Ladder-Programmer-%28WLP%29/WEG-Ladder-Programmer-%28WLP%29/p/MKT_WDC_BRAZIL_SOFTWARE_WLP >. Acesso em 20 de abril. 2019.
- [2] WEG S.A. **Apostila - Módulo 10 – Servoacionamentos**. WEG: WEG.S.A.
- [3] PARKER AUTOMATION. **Tecnologia Eletromecânica**. Parker: Parker Automation, Apostila 1600.231.01 BR.
- [4] BONARCORSO, N.;NOLL, V. **Automação Eletropneumática**. 10. ed. Edira Érica, 1997.
- [5] BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A. Projeto Integrado de Produtos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2008.
- [6] BONARCORSO, N.;NOLL, V. **Eletricidade Industrial**. Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- [7] UGS PLATFORM. **Ugs Platform**. Disponível em :.<
https://winder.github.io/ugs_website/guide/platform/>. Acesso em 13 de abril. 2019
- [8] GRBL. **Github**. Disponível em :.< <https://github.com/grbl/grbl>>. Acesso em 10 de abril. 2019
- [9] PREMIER BRAZIL. **Manual De Projetos Documentação**. Premier. São José – SC, 2012.
- [10] DK8 TECNOLOGIA EDUCACIONAL. **Catálogo de Atas de Registro de Preços**. Dk8. São Caetano do Sul – SP.
- [11] AUTTOM. **Rack Desktop Servomotor**. Disponível em :.<
<https://auttom.com.br/produtos/rack-desktop-servomotor/>>. Acesso em 16 de janeiro. 2019
- [12] FRANCHI, Claiton M. **Acionamentos Elétricos**. 4. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2008.
- [13] BANCADA DIDÁTICA WEG. **Bancadas didáticas para treinamentos**. Disponível em :.< <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Pain%C3%A9is-El%C3%A9tricos/Bancadas-Did%C3%A1ticas/Bancadas-Did%C3%A1ticas-para-Treinamentos/Bancadas-Did%C3%A1ticas-para->

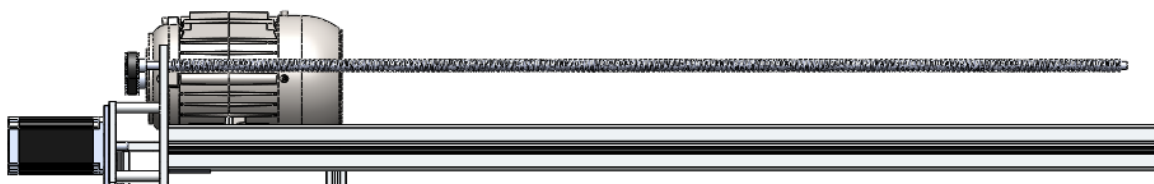
Treinamentos/p/MKT_WDC_BRAZIL_LEARNING_WORKBENCHES_FOR_TRAININ
G>. Acesso 03 de março. 2019

ANEXO

Exemplo Posicionamento:**

Deseja-se posicionar uma guia linear, comandado pelo servo drive SCA-06. A guia linear será deslocada por um motor trifásico de 0,25 CV que é acionado pelo SCA-06. A posição da guia é determinada pelos sensores de fim de curso dispostos, deseja-se que ao tocar no fim de curso o motor seja desligado e após 18 segundos seja novamente ligado até parar novamente no outro fim de curso.

Toda a lógica de programação deverá ser feita usando o WLP.



Exemplo Rosca dosadora:

A rosca dosadora é acionada e controlada pelo SCA-06, a dosagem das medidas será feita pelas entradas (botões alavanca bancada). Será feita a dosagem de duas medidas (pacotes de 1kg e 2kg), sendo a seleção realizada pela contagem de pulsos, 1 volta (1kg) e 2 voltas (2kg).

Uma chave habilita geral é necessária para habilitar o processo.

Notas:

Para a medida de 1 kg o servo motor precisa deslocar 1 volta em quanto a medida de 2 kg deslocar 2 voltas.

Parametrizar os tempos de aceleração e desaceleração em 100 ms.

Realizar a contagem total de quantos pacotes foram preenchidos.