

Desenvolvimento de Laboratório para Ensino e Pesquisa em Automação e Acionamentos Industriais (convênio WEG Automação/UFPA).

Erick Melo Rocha – erickmr22@yahoo.com.br

Universidade Federal do Pará, FEE – Faculdade de Engenharia Elétrica

Endereço: Campus Universitário do Guamá, Rua Augusto Corrêa, N ° 1, Instituto de Tecnologia – Campus Profissional.

66075-110 – Belém – Pará

Leonardo Ruffeil de Oliveira – leo_ruffeil@hotmail.com

Florindo Antonio de Carvalho Ayres Jr. – florindoayres@yahoo.com

Frederico Pereira de Faria – fred.p.faria@hotmail.com

Professor Dr. Walter Barra Jr. – walbarra@ufpa.br

Professor Dr. José Augusto Lima Barreiros – barreiro@ufpa.br

***Resumo:** Este artigo objetiva apresentar as experiências desenvolvidas no laboratório de Automação Industrial na UFPA, convênio WEG Automação/UFPA, Instituto de Tecnologia, que contribuíram para o ensino e as pesquisas em acionamento de máquinas elétricas e automação de processos industriais. O Laboratório é composto por um conjunto de bancadas que permitem a realização de testes e ensaios avançados de controle e diagnóstico de defeitos em máquinas elétricas e sistemas industriais. Nesse intuito o Laboratório de automação industrial tem por objetivo permitir ao discente de engenharia elétrica e computação o conhecimento prático por meio da realização de experimentos e projetos que fazem parte do cotidiano de uma indústria, como a programação em CLP's, por exemplo. Desse modo além de auxiliar na compreensão da teoria da disciplina Automação Industrial, contribui para uma formação mais sólida do futuro engenheiro. Atualmente o laboratório de Automação Industrial da UFPA é referência em ensino e pesquisa nas áreas de controle e Automação, e os roteiros de aula, tornaram-se ferramentas para preparação de alunos e futuros pesquisadores.*

Palavra - chave: Automação Industrial, Ensino, Pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

Primeiramente o estudo se concentrou no conhecimento dos elementos das bancadas, que foi desde a apresentação de aspectos de proteção e de segurança na operação das bancadas de automação, até a leitura de placas de motores, e apresentação de dispositivos de acionamento e controle, de maneira geral apresentou-se: botão parada de emergência, fusíveis, interruptor diferencial DR, botoeiras, relés, contactores, chaves de fim de curso, sensores, atuadores, etc. O conhecimento dos elementos de bancada proporcionou no primeiro momento o desenvolvimento de roteiros de aula que contribuíram significativamente para o ensino, levando problemas e soluções da indústria para o ambiente educacional, aproximando o aluno da realidade do processo industrial, e conseqüentemente da pesquisa, visto que as experiências motivam muitos alunos ao prosseguimento dos estudos na área, e ao

desenvolvimento de trabalhos mais complexos como: parametrização da soft-starter e controle vetorial do inversor de frequência (conversor de frequência).

2 DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Os roteiros de aula são divididos basicamente em introdução, objetivos, informação teórica, experiência, e conclusão, foram desenvolvidos ao todo 20 roteiros para a disciplina Laboratório de Automação Industrial, 13 para serem utilizados como atividade no laboratório supervisionados pelo professor, e os demais são apresentados aos alunos como projetos avaliativos, que deveram ser expostos em seminários, desse modo incentivando o interesse e consequentemente a pesquisa. Para este artigo se apresentará alguns dos principais roteiros de aula, dando ênfase ao roteiro 7 e ao roteiro referente a Soft-Starter, visando à introdução do discente ao meio industrial. Ao todo os roteiros de aula se dividem em:

- **Experiências**

Experiência 1 – Bancada de Treinamento em Automação Industrial e seus Componentes (Acionamento de uma Carga)

Experiência 2 – Partida direta de motor trifásico de indução

Experiência 3 – Apresentação do CLP (Controlador Lógico Programável) e do software de programação.

Experiência 4 – Comando de parada com reversão automática de sentido de rotação de motor de indução utilizando circuito de comando com Relé, e com CLP.

Experiência 5 – Comando utilizando Relé temporizado, do tipo atraso para ligar.

Experiência 6 – Acionamento temporizado de dois motores.

Experiência 7 – Disparo Estrela-Triângulo Temporizado com CLP

Experiência 8 – Utilização do CLIC (Micro Controlador Programável) e do software de programação para acionamento de carga.

Experiência 9 – Semáforo.

Experiência 10 – Correção do Fator de Potência.

Experiência 11 – Arrancador Suave - Chave de Partida SOFT-STARTER

Experiência 12 – SOFT-STARTER – Principais Características e Funções.

Experiência 13 – SOFT-STARTER – Parametrização

- **Projetos – Utilizando Comando via Relé\Contactor e via CLP**

Projeto 1 – Controle de Vazão em uma Caixa d'água.

Projeto 2 – Desenvolver Circuito para comandar Esteira Mecânica.

Projeto 3 – Desenvolver comando para o processo de pintura, controle de qualidade e embalagem.

Projeto 4 – Desenvolver circuito para comandar o acionamento e o desligamento sequencial de motores em uma indústria.

Projeto 5 – Desenvolver comando para controlar o deslocamento de um vagão de minério.

Projeto 6 – Transporte de cargas via elevador.

Projeto 7 – Desenvolver circuito para o processo industrial de carregamento e estocagem de ração em um silo

A bancada de automação industrial do laboratório na UFPA é mostradas na figura 1, a seguir:



Figura 1 – Bancada automação industrial UFPA/WEG

A seguir uma apresentação geral de alguns dos elementos importantes para a execução dos experimentos.



Botão de Emergência – Este dispositivo de segurança está presente nas bancadas de Eletrotécnica e de Automação, assim qualquer eventual acidente o operador poder pressioná-lo, e instantaneamente todos os componentes da bancada são desligados.



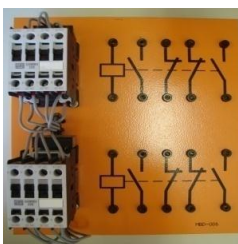
Chave Geral (Placa MBD-001) – É a placa responsável por acionar a alimentação da bancada, quando acionada (Chave comutadora na posição 1). Uma lâmpada sinalizando “bancada energizada” fica acendendo e apagando de forma intermitente.



Placa de Fusíveis (Placa MBD-004) – É uma placa contendo fusíveis (DIAZED 500 V x 2 A), cuja a função é bloquear correntes superiores as especificadas pelo fabricante, protegendo, assim, os elementos que compõem a bancada, pois quando os valores de corrente ultrapassam o valor nominal especificado, os fusíveis se abrem bloqueando a alimentação. Proteção contra curto-circuito.



Contactor (Placa MBD-005) – É um dispositivo de comando para acionamento de cargas trifásicas, é constituído por uma bobina com núcleo de ferro e armadura móvel que, ao ser energizado provoca o fechamento dos contatos de força utilizados para alimentar a carga industrial. O contactor é geralmente utilizado no comando de motores elétricos, executando um elevado número de manobras sem se danificar.

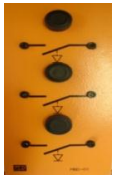


Relé (Placa MBD-006) – É um dispositivo sensível à variação de grandezas elétricas e não elétricas (intensidades, tensões, potências, impedâncias, temperatura, etc.), acionando contactos elétricos, e mudando de estado. Existem relés eletromecânicos, relés eletrônicos, relés ópticos, etc. São utilizados como aparelhos de proteção e

aparelhos de comando, em aplicações diversas. De entre os relés eletromecânicos, temos o relé eletromagnético, o relé térmico, o relé de indução, o relé diferencial.



Relé Térmico (Placa MBD-007) – É um dispositivo de proteção contra sobrecarga elétrica utilizado em motores elétricos. Este dispositivo de proteção tem por objetivo evitar o sobreaquecimento dos enrolamentos do motor quando ocorre nestes uma circulação de corrente acima da tolerada.



Botoeira (Placa MBD-011) – É uma chave de comando que apresenta como função básica permitir ao operador comandar o início ou fim de uma operação. Pode apresentar contatos normalmente abertos, como ilustrado na figura ao lado, ou normalmente fechados, ou ambos, que serão observados no decorrer do curso.



Relé Temporizado (Placa MBD-009) – O Relé temporizado é um dispositivo para acionamento/desacionamento temporizado de processos com intervalo pré-selecionado. São empregados nos controles de tempos curtos em quadros de comando, automação, sincronismos industriais e grupos geradores.



Disjuntor (MBD-034/MBD-035) – É um aparelho de proteção automático que atua em condições predeterminadas. Protegem as instalações elétricas contra sobrecargas e contra curtos-circuitos. São fabricados com diversos calibres, nomeadamente: 10 A, 16 A, 25 A, entre outros.

Experiência 1 – Acionamento de uma Carga

Equipamentos Utilizados

- Quatro fusíveis (placa MBD004);
- Três lâmpadas incandescentes (220 V / 60 W- (placa MBD002));
- Contactor (placa MBD005);
- Botoeira (placa MBD011 ou placa MBD013);

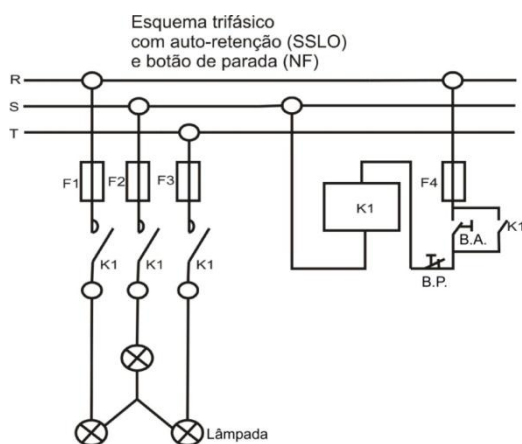


Figura 2 – Sem Retenção

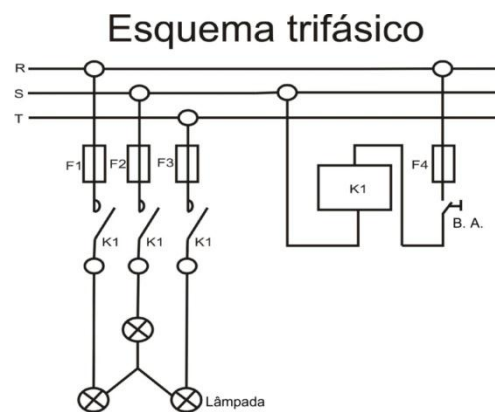


Figura 3 – Com Retenção

Experiência 2 – Partida Direta de Motores Trifásicos, em Estrela e Triângulo

Equipamentos Utilizados

- Contactor de Força (Placa MBD-014);
- Relé Térmico Bimetálico (Placa MBD-007);
- Motor trifásico (Placa MBD-040);
- Fusíveis para o circuito de força e de comando (Placa MBD-004);
- Botões (placa MBD-011 ou MBD-013).

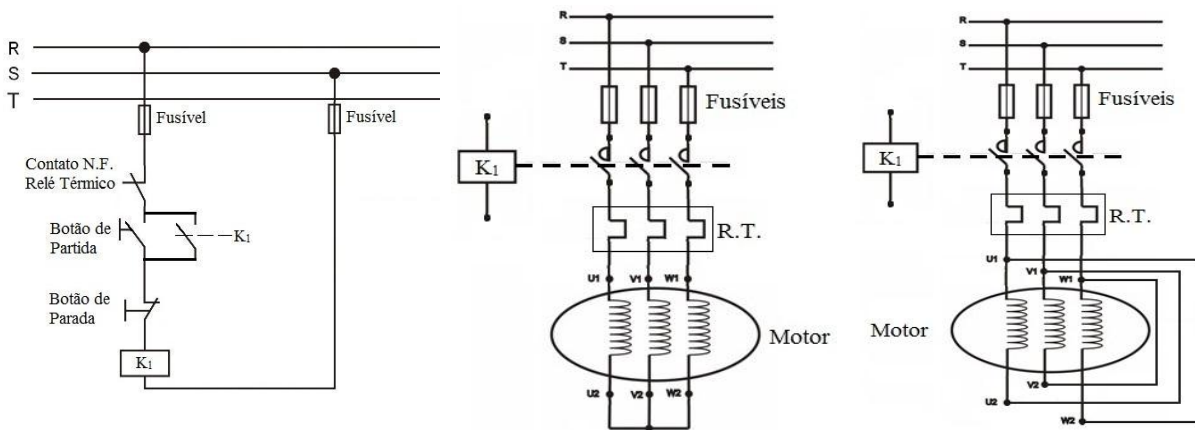


Figura 4 – Circuito de comando Figura 5 – Comando estrela Figura 6 – Comando triângulo

Experiência 4 – Comando de parada com reversão automática de sentido de rotação de motor de indução utilizando circuito de comando com Relé, e com CLP.

Equipamentos Utilizados

- Contactor de Força (Placa MBD-014);
- Relé Térmico Bimetálico (Placa MBD-007);
- Motor trifásico (Placa MBD-040);
- Fusíveis para o circuito de força e de comando (Placa MBD-004);
- Botões (placa MBD-011 ou MBD-013).

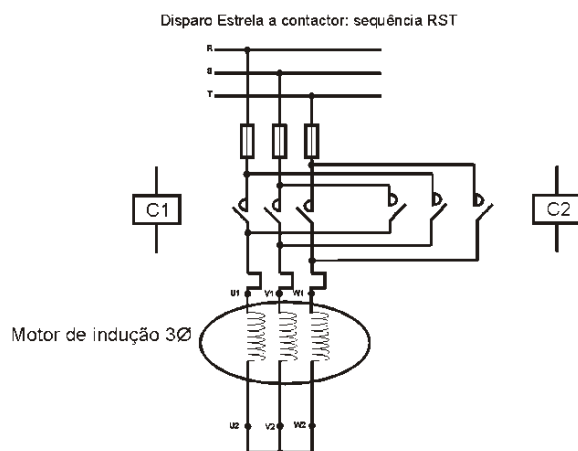


Figura 7 – Força RST/SRT

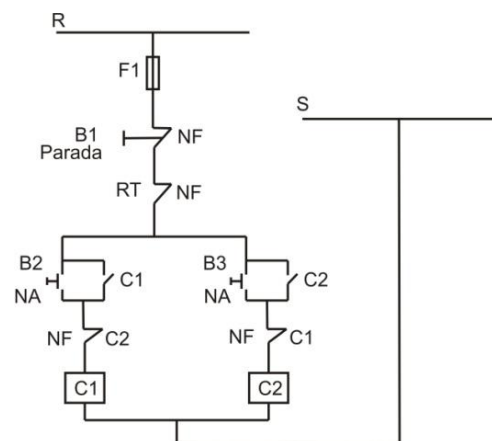


Figura 8 – Comando RST/STR

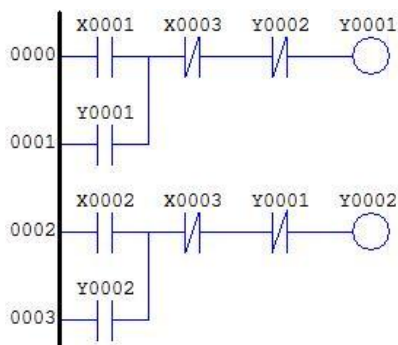


Figura 9 – Diagrama em ladder

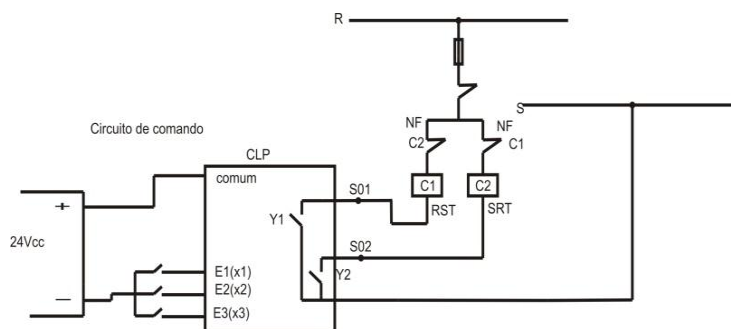


Figura 10 – Conexão CLP e carga

Experiência 7 – Disparo Estrela-Triângulo Temporizado com CLP

Acionamento de um motor trifásico de indução com **configuração estrela-triângulo temporizado**, com tempo de mudança de configuração de 10 s.

Introdução: Durante a partida de um motor elétrico, normalmente é demandada uma quantidade substancial de energia elétrica da rede CA de alimentação. Esta energia inicial deverá ser suficiente para retirar o rotor da inércia e conduzi-lo até a velocidade angular nominal. Quando o motor atingir a velocidade nominal, a potência elétrica reduz-se apenas àquela necessária para suprir a carga mecânica. Em uma ligação estrela, cada um dos enrolamentos das bobinas do estator de um motor CA trifásico é alimentada por valor de tensão RMS é igual ao valor RMS da tensão de fase ($V_{\text{fase_rms}}$) da rede trifásica. Como a taxa de crescimento do valor RMS da corrente é proporcional à tensão aplicada, o valor de pico do valor RMS da corrente demandada na partida será menor na configuração estrela (FRANCHI, 2007). Isso reduz os efeitos adversos provocados sobre as demais cargas da rede. Quando o motor atingir a velocidade nominal, em regime permanente, o mais indicado passar da ligação estrela para a ligação triângulo, pois na configuração triângulo a eficiência energética na operação do motor é maior, pois as perdas por efeito joule serão menores.

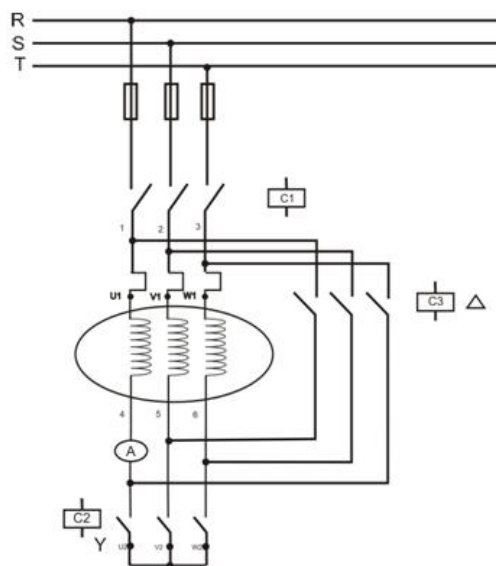


Figura 11 – Circuito de força

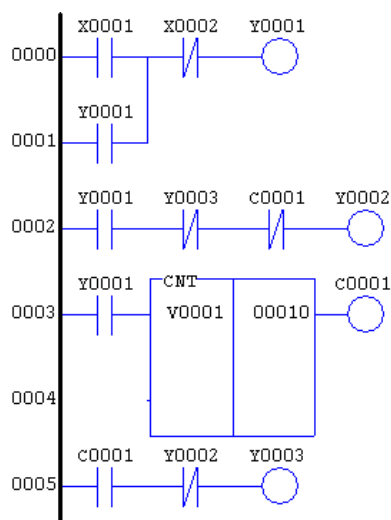


Figura 12 – Diagrama ladder

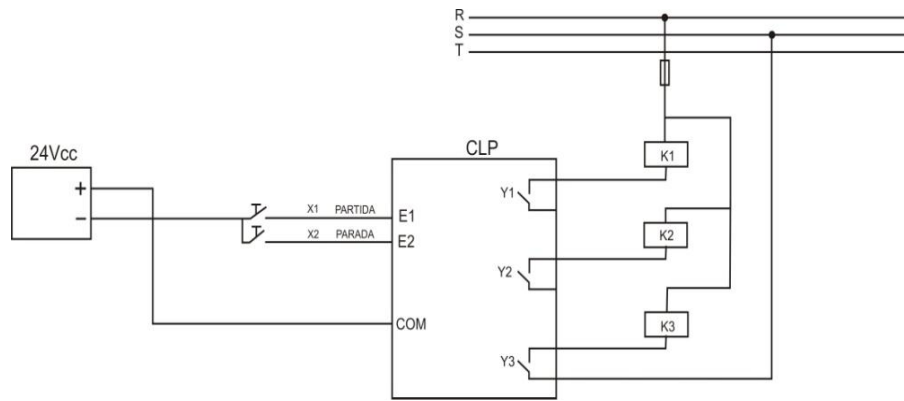


Figura 13 – Circuito de comando utilizando CLP

Experiência 10 – Apresentação e Parametrização da Soft-Starter

Soft-Starters são chaves de partida estática, destinadas à aceleração, desaceleração e proteção de motores de indução trifásicos. O controle da tensão aplicada ao motor, mediante o ajuste do ângulo de disparo dos tiristores, permite obter partidas e paradas suaves.

Nesse roteiro serão apresentados alguns dos parâmetros mais importantes para configuração da Soft-Starter, bem como a função e a faixa de valores que cada um desses parâmetros poderá assumir, também será apresentado à HMI (interface homem-máquina) da Soft-Starter, e os procedimentos que deverão ser tomados para o sucesso na parametrização, ao final, será apresentado um teste prático envolvendo uma situação simples, mas real no âmbito industrial, no roteiro da soft-starter, outros exemplos envolvendo situações mais complexas são colocados como exercício. A seguir será apresentado o painel frontal, a interface HMI, e alguns parâmetros da soft-starter.

- Apresentação do painel externo da soft-starter.
- Apresentação da interface Homem - Máquina (HMI - 3P) e o modo de programação da Soft-Starter.

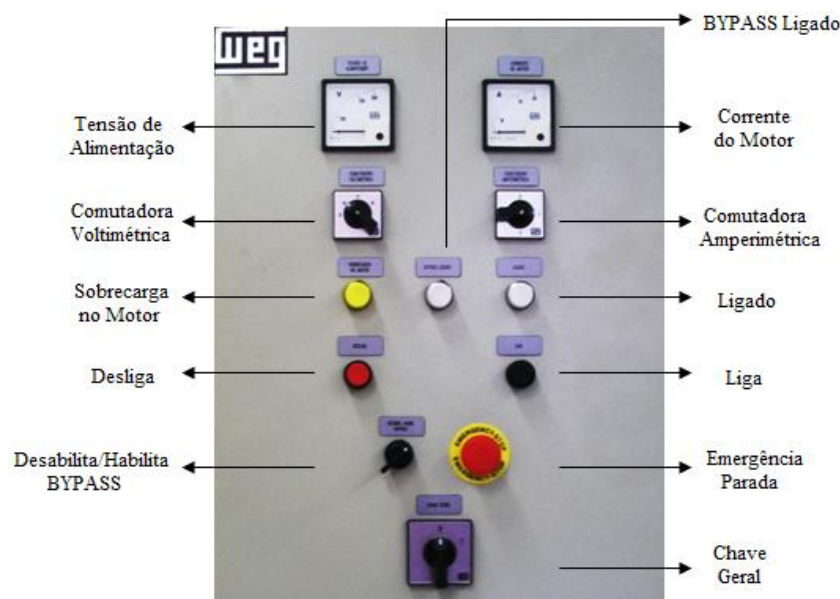


Figura 14 – Painel externo para acionamento da soft-starter

- Apresentação da HMI / Interface Homem – Máquina.



Figura 15 – Interface homem-máquina (MANUAL WEG, 2002)

Tabela 1 – Alguns dos principais parâmetros da soft-starter.

Parâmetro	Função	Faixa de Valores
P00	Permite Alterar Parâmetros	OFF, ON
P01	Tensão Inicial	25... 90% da tensão nominal
P02	Tempo de Rampa de Aceleração	1... 240 segundos
P03	Degrau de Tensão na Desaceleração	100... 40% da tensão nominal
P04	Tempo de Rampa de Desaceleração	OFF, 2... 240 segundos
P41	Pulso de Tensão na Partida	OFF, 0.2... 2 segundos
P42	Nível do Pulso de Tensão na Partida	70... 90% da tensão nominal
P43	Relé BY-PASS	ON,OFF
P53	Entrada DI 2	OFF, 1- reset de erros, 2- erro externo, 3- habilita geral, 4- comando três fios
P77	Indicação da Tensão Sob a Carga	Leitura – 0... 100% da tensão nominal

Questão: Parametrize a Soft-Starter de modo que o motor de indução seja acionado com uma tensão correspondente a 40% do valor nominal, e com uma rampa de aceleração de 30 segundos, atingido o valor de regime o motor será desenergizado e deverá desacelerar em 20 segundos com uma rampa de desaceleração de 30%.

Antes de se iniciar a parametrização, a Soft-Starter deverá estar configurada para receber os parâmetros, para isso o parâmetro **P00** deverá ser selecionado por meio das setas incremento/decremento da HMI, depois de selecionado esse parâmetro e o **botão P** pressionado, aparecerão os possíveis valores atribuídos a esse parâmetro **OFF** e **ON**, seleciona-se a opção **ON**, via botões incremento e decremento, e novamente pressiona-se **P**, pronto a Soft-Starter já poderá receber outras configurações.

Procedendo da mesma maneira para os parâmetros que se seguem, ter-se-á a seguinte configuração:

- P01** – Tensão Inicial – 25... 90% da tensão nominal
P02 – Tempo de Rampa de Aceleração – 1... 240 segundos
P03 – Grau de Tensão na Desaceleração – 100... 40% da tensão nominal
P04 – Tempo de Rampa de Desaceleração – OFF, 2... 240 segundos

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término desse trabalho fica evidente a importância dos roteiros de aula como ferramenta para direcionar o ensino e aprendizagem de comandos elétricos, desse modo o desenvolvimento desses roteiros foi de grande contribuição para a disciplina automação industrial, e atualmente são referências tanto para quem está começando na área, como também para experientes no assunto, devido à forma clara e organizada com a qual os roteiros foram estruturados.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao professor Dr. Walter Barra Junior, que nesses dois anos me tornou um estudante proativo, e desse modo tornou possível à realização desse trabalho, também agradeço aos meus colegas de laboratório que contribuíram na produção por meio de sugestões ou no desenvolvimento dos roteiros, e aos alunos da disciplina automação industrial que contribuíram com correções e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSTAMANTE FILHO, A. **Instrumentação Industrial – Conceitos, Aplicações e Análises**. 6a ed. São Paulo: Editora Érica, 200_. 248p.
CATÁLOGOS WEG. **Soft-Starter ssw03 plus e ssw04**, www.weg.com.br.
FRANCHI, C.M. **Acionamentos Elétricos**. Editora Érica, 1ª edição, 250p, 2007.
FRANCHI, C.M.; CAMARGO, V.L.A. **Controladores Lógicos Programáveis – Sistemas Discretos**. 2a ed. São Paulo: Editora Érica, 1994. 352p.
MANUAL WEG. **Chave de Partida Estática Soft-Starter – Manual do Instrutor** – Cód. Manual: 0899.1863 – MN05 Abril 2002.
MANUAL WEG. **Eletrotécnica Industrial – Manual do Instrutor** – Cód. Manual: 0899.1553 – MN01 Abril 2000.

Development of Teaching and Research Laboratory for Automation and Drives Industrial (agreement WEG Automation / UFPA)

Abstract: *This article presents the experiences developed in the Industrial Automation Laboratory at UFPA, agreement WEG Automation / UFPA, Institute of Technology, which contributed to the teaching and research in electrical machines drive and automation of industrial processes. The Laboratory consists of a set of benches that allow you to perform tests and advanced control and diagnosis of faults in electrical machines and industrial systems. To that end the Laboratory of Industrial Automation aims to allow the student of electrical engineering and computer practical knowledge through the conduct of experiments and projects that are part of everyday life for an industry, such as PLC programming, for example. So besides helping in understanding the theory of Industrial Automation course,*

contributes to a more solid future engineer. Currently the laboratory's Industrial Automation UFPA is a reference in teaching and research in the areas of control and automation, and scripts of school, become tools for both students and future researchers.

Keywords: *Industrial Automation, Education, Research.*