



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

ENGENHARIA ELÉTRICA

FABRIZIO UCHÔA FERREIRA

GABRIEL DIAS PICANÇO

**Desenvolvimento de Uma Bancada de Automação
Para Acionamentos.**

**MACAPÁ-AP
2019**

FABRIZIO UCHÔA FERREIRA

GABRIEL DIAS PICAÑO

**Desenvolvimento de Uma Bancada de Automação
Para Acionamentos.**

Projeto de pesquisa apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica como
requisito fundamental para aprovação na disciplina
Trabalho de conclusão de Curso II – TCC II.

Orientador: Prof. Me. Raphael D. C. e Silva

**MACAPÁ-AP
2019**

DEDICATÓRIA

Este trabalho eu dedico á minha mãe Maria Aparecida da Silva Uchôa, aos meus filhos, meus amigos e a meus familiares.

DEDICATÓRIA

Em memória do meu avô João Melo Picanço, que colaborou e incentivou por toda educação formal e aos membros da banca, por dedicar parte do seu tempo para avaliar este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares e amigos, por todo apoio proporcionado para que este momento estivesse acontecendo.

Ao Prof. Raphael Comesanha, por toda orientação e tempo dedicados a realização deste trabalho.

A Gabriel Picanço, por todo tempo e dedicação que tivemos juntos para a conclusão de trabalho.

A pessoas que contribuíram direta e indiretamente para realização deste trabalho, principalmente as que próximas que dedicaram seus tempo e presteza durante todo o processo de elaboração.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, por todo suporte oferecido durante todo o decorrer da graduação.

Ao Prof. Raphael Comesanha, por toda orientação e tempo dedicados a realização deste trabalho.

A Fabrizio Uchôa, por todo tempo e dedicação que tivemos juntos para a conclusão de trabalho.

A Jean Ferguson, por toda colaboração e participação na realização deste trabalho.

“Quando não se é inteligente o suficiente; no mínimo deve-se ser esforçado.”

(Isaac Bando)

*“Feliz é o homem que acha sabedoria,
e o homem que adquire entendimento.”*

(Provérbio 3:13)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborado por Cristina Fernandes– CRB-2/1569

Ferreira, Fabrizio Uchôa.

Desenvolvimento de uma bancada de automação para acionamentos.
/ Fabrizio Uchôa Ferreira, Gabriel Dias Picanço; orientador, Raphael D. C.
e Silva. – Macapá, 2019.

123 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação
Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado
em Engenharia Elétrica.

1. Automação industrial. 2. Bancada de automação. 3. Acionamento. I.
Picanço, Gabriel Dias. II. Silva, Raphael D. C. e, orientador. III. Fundação
Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

338.4F383d

CDD: 22. ed.

FABRIZIO UCHÔA FERREIRA

GABRIEL DIAS PICAÑO

Desenvolvimento de Uma Bancada de Automação Para Acionamentos.

Projeto de pesquisa apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica como requisito fundamental para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II – TCC II.

BANCA EXAMINADORA

Orientador e Presidente da Banca
Prof. Me. Raphael Diego Comesanha e Silva.

Avaliador
Prof. Dr. Geraldo Neves de Albuquerque Maranhão

Avaliador
Prof. Dr. Werbeston Douglas de Oliveira

MACAPÁ-AP
2019

RESUMO

O trabalho tem como objetivo a construção de uma bancada de automação no padrão industrial. A bancada foi projetada para possibilitar testes de acionamentos elétricos provenientes de projetos de automação de sistemas, seja residencial, predial, de tráfego ou industrial. Ela pode realizar testes de eventos automatizados que necessitem de entradas e saídas digitais e entradas analógicas, pode se comunicar via redes industriais podendo assumir a função de controlador Master ou simples módulo de expansão em um sistema de automação e possui a capacidade de se conectar a atuadores e transdutores externos, bem como de acionar cargas externas. A bancada proporciona ainda a opção de acionamentos manuais e/ou automáticos pela frontal do painel ou de acionamento remoto por meio de supervisor. Essas funções são realizáveis devido a utilização da plataforma Opto22, que contém o hardware e software para desenvolvimentos da estrutura física, configuração das rotinas de eventos e configuração do display, associado aos circuitos elétricos elaborados, botões de comando, sinaleiros, chaves comutadoras e contatores. Assim, como resultados atingidos, tem-se uma bancada versátil, construída dentro dos objetivos propostos ao passo de obter resultados satisfatórios, dentro do esperado para os testes de suas funcionalidades realizados por meio das atividades emuladas de automação de tráfego e Automação industrial.

Palavras-chave: automação industrial; bancada de automação; acionamento.

ABSTRACT

The work is designed to build an automation bench in the industrial standard. The bench was designed to enable the testing of electrical drives for systems automation projects, whether residential, building, traffic or industrial. It can perform automated event testing that requires digital inputs and outputs and analog inputs, can communicate via industrial networks and can assume the role of master controller or simple expansion module in an automation system and has the ability to connect to actuators and external transducers, as well as triggering external loads. The bench also offers the option of manual and / or automatic actuations by the front of the panel or remote activation by means of supervision. These functions are achievable due to the use of the Opto22 platform, which contains the hardware and software for physical structure development, configuration of the event routines and display configuration, associated with elaborated circuits, command buttons, signal switches, switches and contactors. Thus, as results achieved, we have a versatile bench, built within the goals proposed while achieving satisfactory results, within the expected for the tests of its functionalities performed through the emulated activities of traffic automation and Industrial Automation.

Keywords: industrial automation; automation bench; the drive.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
1.1 PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	18
1.2 NÍVEIS DA PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	18
1.2.1 NÍVEL 1	19
1.2.2 NÍVEL 2	19
1.2.3 NÍVEL 3	19
1.2.4 NÍVEL 4	20
1.2.5 NÍVEL 5	20
1.3 COMPONENTES E DEFINIÇÕES DOS NÍVEIS	20
1.3.1 NÍVEL 1	20
1.3.2 NÍVEL 2	21
1.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)	21
1.5 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO	22
1.5.1 LINGUAGEM LADDER (LD-LADDER DIAGRAM)	22
1.5.2 SEQUENCIAMENTO GRÁFICO DE FUNÇÕES (SFC-SYSTEM FUNCTION CHART)	23
1.5.3 LISTA DE INSTRUÇÕES (IL- INSTRUCTION LIST)	23
1.5.4 TEXTO ESTRUTURADO (ST- STRUCTURED TEXT)	23
1.5.5 LINGUAGEM DE DIAGRAMA DE BLOCOS DE FUNÇÃO (FBD- FUNCTION BLOCK DIAGRAM)	24
1.6 INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)	25
CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA	26
2.1 CONFIGURAÇÃO DE HARDWARE DO SISTEMA OPTO 22.	26

2.2	MONTAGEM DO QUADRO DE COMANDO	31
2.2.1.	SELEÇÃO DOS MATERIAIS	31
2.2.2.	ESQUEMÁTICOS ELÉTRICOS	35
2.3	CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE DO SISTEMA OPTO 22	35
2.3.1.	CONFIGURAÇÃO DA REDE	35
2.3.2.	CONFIGURAÇÃO DO CLP MODULAR	36
2.4	PROGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA LÓGICA FUNCIONAL	36
2.4.1.	TESTE DE VALIDAÇÃO I	38
2.4.2.	TESTE DE VALIDAÇÃO II	40
2.5	CONFIGURAÇÃO DO IHM / SUPERVISÓRIO	44
2.5.1.	IHM DO TESTE DE VALIDAÇÃO I	45
2.5.2.	IHM DO TESTE DE VALIDAÇÃO II	46
2.6	APRESENTAÇÃO EM DIAGRAMA DE TEMPO	49
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUÇÕES		51
3.1.	RESULTADOS DA MONTAGEM DA BANCADA	51
3.1.1.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	51
3.1.2.	MONTAGEM DO QUADRO DE COMANDO	53
3.1.3.	ESPECIFICAÇÃO DA BANCADA	58
3.2.	RESULTADO DO TESTE DE VALIDAÇÃO 1	59
3.3.	RESULTADO DO TESTE DE VALIDAÇÃO 2	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS		69
REFERÊNCIAS		71
APÊNDICE A – DESENHOS ELÉTRICOS E CONSTRUTIVOS		75
APÊNDICE B – DESENHOS ELÉTRICOS E CONSTRUTIVOS		88
APÊNDICE C – DESENHOS ELÉTRICOS E CONSTRUTIVOS		101

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1– PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	19
FIGURA 2 – SISTEMA SNAP PAC	27
FIGURA 3 - CONTROLADOR SNAP PAC-S1	27
FIGURA 4 - SNAP-PAC-RCK4.....	28
FIGURA 5 - SNAP – PAC EB2.....	29
FIGURA 6 - SNAP –OAC5	30
FIGURA 7 - SNAP –IAC5.....	30
FIGURA 8 - SNAP-PS5.....	31
FIGURA 9 - SINALEIRO.....	32
FIGURA 10 – BOTÃO DE EMERGÊNCIA	32
FIGURA 11 - BOTÃO GIRA	33
FIGURA 12 – COMUTADORA 2 POSIÇÕES	33
FIGURA 13 – MINI DISJUNTOR TRIPOLAR.....	34
FIGURA 14 - MINI DISJUNTOR SHB H -2ª	34
FIGURA 15 - BLOCO DE AÇÃO	37
FIGURA 16 - BLOCO CONDICIONAL	37
FIGURA 17 – BLOCO DE CONEXÃO	37
FIGURA 18 - ESTRATÉGIA POWERUP DO SEMÁFORO.....	39
FIGURA 19 - ESTRATÉGIA SEMÁFORO_SUPERVISÓRIO	39
FIGURA 20 - ESTRATÉGIA POWERUP DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO.....	42
FIGURA 21 – ESTRATÉGIA DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO	43
FIGURA 22 - DIAGRAMA DE TEMPO	50
FIGURA 23 - CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	51
FIGURA 24 – MODULO DE EXPANSÃO	52
FIGURA 25 – VISTA FRONTAL DO PAINEL.....	54
FIGURA 26 – VISTA DO INTERIOR DO PAINEL.....	57
FIGURA 27 – DISPLAY DO SEMÁFORO	60
FIGURA 28 – DISPLAY DA PARTIDA ESTRELA- TRIÂNGULO.....	63

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – GRÁFICOS DA AUTOMAÇÃO DE TRÁFEGO.....	45
TABELA 2 – GRÁFICOS DA AUTOMAÇÃO DE TRÁFEGO.....	47
TABELA 3 – RESUMO DA FICHA TÉCNICA.....	59
TABELA 4 - DIAGRAMA DE TEMPO SEMAFÓRO 1	61
TABELA 5 - DIAGRAMA DE TEMPO SEMAFÓRO 2	62
TABELA 6 - DIAGRAMA DE TEMPO SEMAFÓRO 3	63
TABELA 7 - DIAGRAMA DE TEMPO PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 1	65
TABELA 8 - DIAGRAMA DE TEMPO PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 2.....	66
TABELA 9 – DIAGRAMA DE TEMPO DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 3	67
TABELA 10 - DIAGRAMA DE TEMPO DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 4.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLP	Controlador Lógico Programável
IHM	Interface Homem Maquina
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
CPU	Unidade Central de Processamento
IEC	International Electrotechnical Committee
LD	Ladder Diagram
SFC	System Function Chart
LI	Instruction List
ST	Structured Text
FDB	Function Block Diagram
PID	Proporcional, Integrativo e Derivativo
SCADA	Supervisory Control and Data Aquisition
VCA	Tensão Corrente Alternada
VCC	Tensão Corrente Continua
IP	Degrees of Protection Provided by Enclosures
LED	Light Emitting Diode
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
CH	Channel
DI	Digital Input
DO	Digital Ouput
AI	Analogic Input

INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade demonstra cada vez mais a inclusão de novos modelos de execução de processos. Todos os dias o ser humano procura métodos para otimizar o tempo a fim de acelerar tais serviços com máxima eficiência. (MORAES; CASTRUCCI, 2007)

Um grande avanço para estes objetivos foi à automação desses processos, onde se evita o desperdício de recursos, cada vez mais escasso, e a otimização do tempo de trabalho, sem perder os níveis de qualidade do produto ou do serviço prestado. E atualmente, um item muito utilizado no setor são os Controladores Lógicos Programáveis-CLP's. (MORAES; CASTRUCCI, 2007)

Visando que esses controladores viabilizam um melhor ordenamento de serviços, ele é o principal componente para construção de uma bancada de automação.

As bancadas experimentais são dispositivos usados para avaliar conceitos e validar modelos teóricos, simulando operações de sistemas reais.

Diante disso, este projeto apresentará a construção de uma bancada de automação com uso da plataforma OPTO 22, a qual será instalada no laboratório de automação e controle de processos do curso de Engenharia elétrica da Universidade Federal do Amapá, tendo como principal finalidade testar programas e sistemas que envolvam automação de acionamentos elétricos, trazendo uma perspectiva de experimento inovadora, de forma a ampliar a pesquisa e a extensão.

Dessa forma, o uso dessas bancadas aperfeiçoam o processo de investigação, vez que praticam sistemas bastante completos, proporcionando assim, praticamente todas as características técnicas que seriam encontradas no sistema real.

Nesse contexto, a bancada aqui apresentada poderá ser utilizada para testes de projetos de acionamentos elétricos de automação: residencial, predial, de tráfego e industrial, proporcionando a utilização da linguagem de diagrama de blocos de função para fazer a programação, diversificando, assim, as plataformas de testes.

Assim sendo, a implementação dessa bancada experimental, certamente, oferecerá ao operador uma base teórica sólida, associada a uma vivência prática, semelhante ao sistema real. Como forma de atingir o objetivo principal deste projeto de desenvolver uma bancada de automação no padrão industrial, o desenvolvimento desse trabalho segue os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisa bibliográfica para embasamento teórico a respeito do tema desenvolvido no trabalho.
 - Definição de materiais e construção da bancada.
 - Implementação da Lógica funcional.
 - Desenvolvimento da IHM.
 - Aplicação dos testes de validação da bancada.
 - Avaliar e validar resultados obtidos.

O documento relativo ao projeto realizado foi estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Fundamentação Teórica: Faz uma abordagem sobre os conceitos de automação, fala sobre os níveis da Pirâmide de Automação bem como seus componentes, além de apresentar o Controlador Lógico Programável e fazer uma breve abordagem dos tipos de linguagens de programação.
- Capítulo 2 – Metodologia: traz a metodologia utilizada em toda a construção da bancada, a configuração do software do sistema, a programação lógica dos testes e a configuração do IHM/Supervisor.
- Capítulo 3 – Resultados e Discussões: traz a exposição dos resultados obtidos da construção e dos testes da bancada e a análise de cada aplicação.

CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Quando se fala em “automação”, enfatiza-se a participação de computadores em sistemas seja qual for sua natureza, onde emprega-se a substituição do trabalho braçal, ou seja, do ser humano, em favor de múltiplos benefícios, sejam eles, a segurança de pessoas, redução de custos, qualidade e rapidez de produção e produtos, otimizando assim o planejamento e controle dos serviços industriais (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Quanto a definição, automação é todo sistema interligado e assistido por meio de uma rede de comunicação. Essa rede transmite e adquire informações através de sistemas supervisórios e IHMs, que auxiliam os operadores na supervisão e análise do processo (MORAES; CASTRUCCI, 2007 apud MARQUES; SPACEK; NETO; JUNIOR, 2017, p. 47).

Assim, desde meados de 1960 a automação vem crescendo e se espalhando pelas indústrias ao redor do mundo, onde qualquer processo, seja qual for, pode ser automatizado.

Hoje em dia existem três tipos de automação: residencial, predial e industrial. A automação residencial consiste no “conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação” (MURATORI, JOSÉ ROBERTO, 2011).

Já, a automação predial é definida como edifícios inteligentes ou de alta tecnologia. Surge quando se encontra a necessidade de controle de certos equipamentos, como calefação e ar-condicionado. Pode ser utilizada também, em sistemas de controle de iluminação, elevadores, monitoramento de consumo de energia, sistemas de incêndio, e outros. Esse tipo de automação busca ser essencial na criação de novos edifícios, visando a controlar todas as funções sem a presença de um operador, respeitando a individualidade dos usuários, assim proporcionando maior conforto e diminuição do consumo de energia (BARBOSA; QUALHARINI, 2004).

Este trabalho foca no último exemplo, que é a automação industrial onde, segundo Pupo, (2002), automação industrial consiste em substituir a ação humana tanto na operação de máquinas, quanto no controle de processos.

A procura pela automação na área industrial surge quando a empresa percebe a maior necessidade de tornar-se produtiva, visando à maior velocidade, confiabilidade, versatilidade e fluxo de produção.

Dentro da automação industrial, nós temos diversos tipos de sensores de campo para fazer a medição e detecção de determinada variável de processo. Esses sensores de campo enviam as informações de processo utilizando protocolos industriais ou padrões de comunicação. Tudo isso é concentrado em um sistema responsável por controlar e atuar nos elementos finais de controle. Todo controle tem como intuito manter a produção dentro do que é determinado, ou seja, manter a qualidade e segurança do processo. (ANDRADE, FABRÍCIO, 2018).

Então, para facilitar o entendimento de como funciona toda a estrutura de comunicação da automação industrial, seus instrumentos de medição e controladores, utiliza-se a pirâmide da automação.

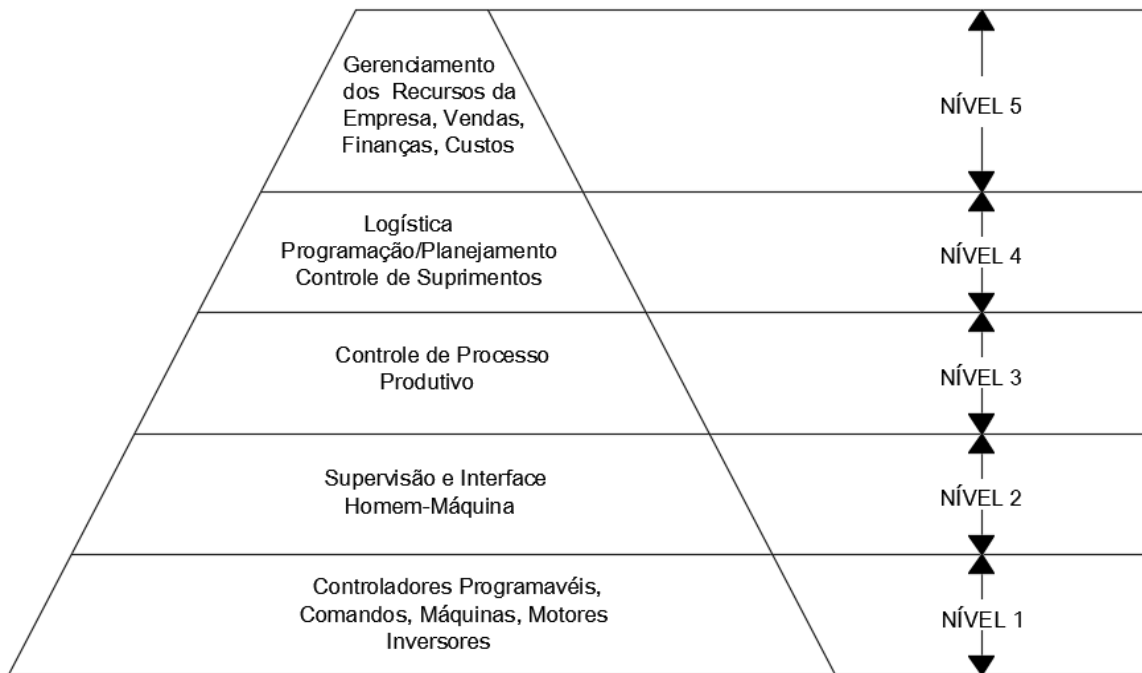
1.1 PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Pirâmide da Automação Industrial é um diagrama que representa, de forma hierárquica, os cinco diferentes níveis de controle e trabalho em Automação Industrial. O objetivo de organizar a hierarquia da automação industrial visualmente em forma de pirâmide reside em mostrar a interdependência de cada um dos níveis de controle e de trabalho existentes no setor industrial (ROURE, MARCEL DE, 2018).

1.2 NÍVEIS DA PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Segundo MORAES E CASTRUCCI (2007), os diferentes níveis de automação encontrados em uma planta industrial são descritos da seguinte forma:

Figura 1– PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL



Fonte: Moraes e Castrucci (2007)

1.2.1 NÍVEL 1

É o nível das máquinas, dispositivos e componentes.

Ex.: máquinas de embalagem, linha de montagem ou manufatura.

1.2.2 NÍVEL 2

É o nível dos controladores digitais, dinâmicos e lógicos, e de algum tipo de supervisão associada ao processo. Aqui se encontram concentradores de informações sobre o Nível1, e as Interfaces Homem.-Máquina (IHM).

1.2.3 NÍVEL 3

Permite o controle do processo produtivo da planta; normalmente é constituído por bancos de dados com informações dos índices de qualidade da produção, relatórios e estatísticas de processo, índices de produtividade, algoritmos de otimização da operação produtiva.

Ex.: avaliação e controle da qualidade em processo químico ou alimentício, supervisão de um laminador de tiras a frio.

1.2.4 NÍVEL 4

É o nível responsável pela programação e pelo planejamento da produção, realizando o controle e a logística dos suprimentos.

Ex.: controle de suprimentos e estoques em função da sazonalidade e da distribuição geográfica.

1.2.5 NÍVEL 5

É o nível responsável pela administração dos recursos da empresa, em que se encontram os softwares para gestão de vendas e gestão financeira; é também onde se realizam a decisão e o gerenciamento de todo o sistema.

1.3 COMPONENTES E DEFINIÇÕES DOS NÍVEIS

Este trabalho contemplará apenas os três primeiros níveis da pirâmide de automação. Sendo assim, trabalharemos com componentes e definições apenas dos que serão por nós utilizados.

1.3.1 NÍVEL 1

É a base da pirâmide, onde se fazem as medições de processo. Este nível é composto por dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores.

Dispositivos e instrumentos de medição de campo podem ser simples, não estabelecendo muitos arranjos e ainda equipando uma saída de comunicação sem diagnósticos ou configurações sofisticadas.

Atualmente temos os instrumentos inteligentes ou “*SMART Devices*“. Tais instrumentos de medição tem uma configuração sofisticada e uma maior flexibilidade de aplicação (ANDRADE, FABRICIO, 2018).

Atuadores ou elementos finais de controle são dispositivos que, assim que a informação de processo é enviada para os controladores, eles devem atuar nos elementos finais de controle mantendo o setpoint da malha de controle. Os elementos finais de controle podem ser válvulas de controle com posicionadores digitais ou analógicos, inversores de frequência para atuação em um motor ou bomba, etc. (ANDRADE, FABRICIO, 2018).

1.3.2 NÍVEL 2

É onde se fazem todos os controles de processos, utilizando equipamentos sofisticados para execução das estratégias de controle. Este nível é composto por CLP (Controlador Lógico Programável), SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído), entre outros. Uma característica neste nível é que o volume de informação trocada entre outros sistemas de controle é muito maior do que no campo. Por conta disso, temos alguns protocolos diferenciados para aplicação neste nível, como PROFIBUS DP, FOUNDATION Fieldbus HSE, EtherNet-IP, ModBus, PROFINET, etc.

Os sistemas tradicionais de redes deram lugar ao Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD), pois este “permitem a descentralização do processamento dos dados com a coordenação simultânea das atividades a partir de diversos agentes ao invés de apenas uma central de comando” (SANTOS, GUILHERME, 2013), possui também maior robustez e potência quando comparado a Controlador Lógico Programável, especialmente quando se trabalha com variáveis analógicas de controle.

O SDCD é um sistema baseado em computadores digitais, destinados a realizar funções de controle em processos industriais, cuja suas funções de controle podem estar distribuídas em diversas estações/equipamentos na fábrica de forma geográfica (REGINATO, ROMEU, 2008).

1.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

Em meados de 1968 foi criado o primeiro equipamento industrial, conhecido peculiarmente por “CLP (controlador lógico programável) que é um dispositivo digital que controla máquinas e processos, utilizando uma memória programável para armazenar instruções e executar funções específicas: energização/desenergização, temporização, contagem, sequenciamento, operações matemáticas e manipulação de dados” (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

A função inicial dos CLP's foi substituir os relés, com o passar do tempo foi se aperfeiçoando e ganhou outras funções. Um dos motivos pelos quais os CLP's são fabricados é para serem utilizados em ambientes irregulares, então, devem ser

resistentes à poeira, umidade e alta temperatura. Já as características estruturais dos CLP's, como número de entradas e saídas, conectividade, memória, velocidade de processamento, entre outras, variam de acordo com cada fabricante (FRANCHI, CAMARGO, 2008).

Ainda, segundo MARQUES *et al*, um CLP está dividido em cinco partes fundamentais, sejam quais: “fonte de alimentação; entradas analógicas e/ou digitais; saídas analógicas e/ou digitais; unidade central de processamento (CPU); unidade de comunicação”.

1.5 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

Veremos abaixo as linguagens de programação que tem por finalidade, verificar o estado das entradas, transferir os dados para memória, comparar com o programa do usuário e atualizar as saídas. Foi criada pelo International Electrotechnical Committee- IEC, com a finalidade de uniformizar os procedimentos de diversos fabricantes que utilizavam CLP, estabelecendo normas para todo o seu ciclo de desenvolvimento. De acordo com a norma IEC 61131-3, que é a norma revisada da IEC 1131, que possui padrão global para programação de controle industrial, existem cinco tipos de linguagens de programação, as quais seriam;

1.5.1 LINGUAGEM LADDER (LD-LADDER DIAGRAM)

Segundo Mores e Castrucci, a linguagem ladder é uma linguagem gráfica de alto nível que se assemelha ao esquema elétrico de um circuito de comando ou diagrama de contatos. No ladder todos os tipos de instruções pertencem a dois grandes grupos: instruções de entrada e instruções de saída. Nas instruções de entrada são formuladas perguntas, enquanto as instruções de saída executam algum tipo de ação em função das respostas afirmativas ou negativas das instruções de entrada que estão representadas na mesma linha lógica da instrução de saída (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

É uma linguagem gráfica baseada na lógica de relés e contatos elétricos para a realização de circuitos de comandos de acionamentos. É a linguagem mais difundida e encontrada em quase todos os CLP's da atual geração (CASILLO, Danielle, 2011).

Como símbolos utiliza-se bobinas e contatos nessa linguagem, como mostra a imagem;

1.5.2 SEQUENCIAMENTO GRÁFICO DE FUNÇÕES (SFC-SYSTEM FUNCTION CHART)

O SFC é uma linguagem gráfica que “permite a descrição de ações sequências, paralelas e alternativas existentes numa aplicação de controle, na qual fornece os meios para estruturar uma unidade de organização de um programa num conjunto de etapas separadas por transições” (CASILLO, DANIELLE, 2011).

1.5.3 LISTA DE INSTRUÇÕES (IL- INSTRUCTION LIST)

Esta linguagem de programação é “inspirada na linguagem *assembly* e puramente sequencial, é caracterizada por instruções que possuem um operador e, dependendo do tipo de operação, podem incluir um ou mais operandos, separados por vírgulas” (CASILLO, DANIELLE, 2011). Foi uma criação europeia em contrapartida a linguagem *Ladder Logic*, inventada pelos estadunidenses. Trata-se de uma linguagem comumente utilizada por pequenos fabricantes de CLP's devido à simplicidade em pequenas aplicações, além de ser desnecessário o uso de compiladores como as demais (ALVES, 2008). O exemplo na figura 4, mostra como é desenvolvido um código na linguagem de programação IL.

1.5.4 TEXTO ESTRUTURADO (ST- STRUCTURED TEXT)

“ É uma linguagem textual, porém de alto nível, que permite a programação estruturada, tendo como vantagem a utilização de sub-rotinas para executar diferentes partes de uma função de controle” (FERLIN, EDSON PEDRO, 2016). Permite a programação de funções e blocos funcionais que teriam difícil solução com outras linguagens (BUTZEN, 2014).

É indicada para situações de tomada de decisões e cálculos (ALVES, 2008).

1.5.5 LINGUAGEM DE DIAGRAMA DE BLOCOS DE FUNÇÃO (FBD-FUNCTION BLOCK DIAGRAM)

O tipo de programação utilizada neste trabalho é o diagrama em blocos. O responsável pela padronização da linguagem de programação é o IEC, de acordo com a norma mencionada acima.

De acordo com MORAES E CASTRUCCI, 2007, os estágios para o desenvolvimento de uma programação de linguagem são: “escrever as instruções; editar o programa; verificar e corrigir erros de sintaxe; imprimir o programa e carregá-lo e testá-lo no controlador”.

O FBD é uma linguagem de programação gráfica, também bastante conveniente para programar controladores programáveis. Pelo fato de ser de alto nível, como o SFC, e bastante familiar para os engenheiros, sua utilização é muito difundida. Utiliza blocos da lógica booleana, com comandos padronizados, onde esses blocos permitem: operações numéricas; deslocamento; operação com sequência de bits; seleção de bits; comparação; processamento de caracteres; tempo; conversão de tipos; operações de flip-flop, contador, temporizador e comunicação; regras de controle dinâmico, como atraso, média, diferença, monitoração, PID, etc. (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Blocos de função são um meio de programação que permite especificar algoritmos ou conjuntos de ações aplicados aos dados de entrada. São ideais para realizar algoritmos PID (proporcional, integrativo e derivativo), contadores, filtros e lógica booleana (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

É uma linguagem muito popular na Europa, onde os elementos são demonstrados por meio de blocos interligados, como demonstra a figura abaixo;

Sistema Supervisório.

Finalmente no nível 3 temos a Supervisão, nele apresenta-se soluções para realizar a supervisão e otimização do processo industrial. Regularmente possui banco de dados com informações referentes ao processo, possibilitando a visualização do histórico da planta, sendo possível fazer averiguação de possíveis problemas, onde

pode ser feita a solução por meio de IHM (Interface homem-máquina), que será usado neste trabalho (BERNUY, 2007).

Pode-se definir um sistema supervisório como sendo um programa que tem por objetivo ilustrar o comportamento de um processo através de figuras e gráficos, permitindo assim que as informações de um processo produtivo ou instalação física sejam monitoradas e rastreadas. Pois, essas informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e, posteriormente, apresentadas ao usuário. Estes sistemas também são chamados de SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

1.6 INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)

IHM são sistemas utilizados na área industrial, pois o ambiente chão-de-fábrica é irregular, pelo fato desse nível de inteligência ser menos desenvolvido e precisar de um CLP resistente como dito anteriormente. Assim, como as interfaces homem-máquina possuem grande robustez, resistência a água, poeira, umidade e temperatura elevada, são utilizadas para funções mais simples presente em máquinas de lavar, até a funções mais complexas utilizadas em cabines de aviões (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

O funcionamento das IHM's baseia-se em traduzir os sinais gráficos enviados do CLP, repassar esses sinais para o controlador acionando alguma saída, ou modificando algum processo na lógica de programação (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

O planejamento da bancada de Automação foi feito de forma a ter uma melhor distribuição dos componentes para potencializar a implementação de projetos que envolvam acionamentos elétricos. O desenvolvimento da mesma ocorreu em duas fases: sendo a primeira de construção física, que contempla os estágios de Configuração do hardware do Sistema OPTO 22 e montagem do quadro. Já a segunda fase, foi composta pelo desenvolvimento / configuração das atividades de validação da bancada e supervisorio.

O processo de construção física do quadro de comando segue os dados construtivos e esquemáticos elétricos disponibilizados no apêndice “A” que apresenta os desenhos e lista completa dos materiais usados na construção.

2.1 CONFIGURAÇÃO DE HARDWARE DO SISTEMA OPTO 22.

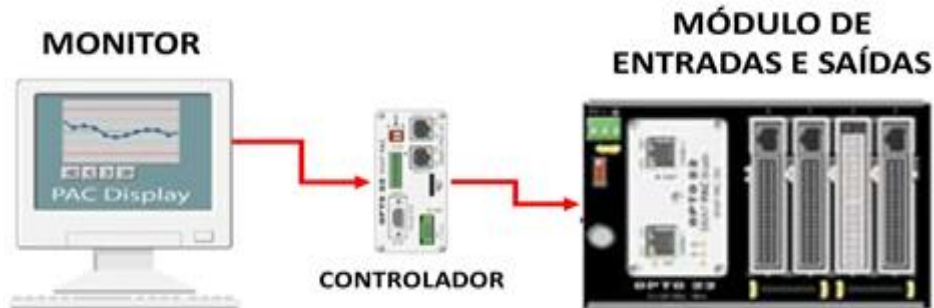
O primeiro passo para a elaboração e implantação deste projeto foi a definição do sistema de automação, pois a partir da seleção do sistema foram desenvolvidos os circuitos elétricos e a seleção dos componentes da bancada. Essa etapa foi primordial para proporcionar ao trabalho as características necessárias para alcançar a semelhança a uma aplicação industrial real, e prever abertura para interligação à sistemas elétricos existentes no laboratório de Instrumentação e controle.

Mediante ao conceito abordado o desenvolvimento da bancada utiliza o SNAP PAC System, um sistema mínimo de automação do fabricante OPTO 22, composto de um computador e um CLP modular com capacidade de desenvolvimento de projetos isolados ou interligados por redes industriais através dos protocolos Ethernet IP e ModBus, ou via chave seletora que possibilita o uso interno, externo ou ambas situações no mesmo projeto, possibilitando ainda o uso de equipamentos e acessórios de outros fabricantes necessários para confecção de um sistema elétrico industrial.

A figura 2 representa o sistema físico para configuração de montagem do SNAP PAC system, pois ele é composto pelo PAC Project, SNAP PAC Brain e SNAP I/O. Os demais componentes do sistema como botões de comando, sinaleiros, contadores,

fontes de alimentação 5Vcc, quadro de comando e acessórios, são apresentados no tópico de montagem do quadro.

Figura 2 – SISTEMA SNAP PAC



Controlador Master

É responsável por armazenar a lógica de programação, gerenciar a comunicação entre a IHM e os módulos de expansão. O modelo utilizado é o SNAP-PAC-S1, ele contém a opção de comunicação via rede Ethernet e/ou serial e armazenamento em cartão de memória tipo Micro SD. As dimensões do Controlador incluem: 103mm de Altura, 45mm de Largura e 103mm de profundidade.

Figura 3 - Controlador SNAP PAC-S1



Fonte: (<https://www.opto22.com/products/snap-pac-s1>). Acesso em: 24/01/2019.

Rack De Montagem Do Módulo De Expansão

É um rack base onde se monta o módulo de expansão. O modelo SNAP-PAC-RCK4, selecionado para o projeto pode receber até 4 módulos SNAP I/O analógicos, digitais, seriais e de fins especiais, pois o mesmo funciona com todos os módulos SNAP I/O da Opto 22 e possui a capacidade de serem organizados nele em posições aleatórias, se adaptando a necessidade de quaisquer projetos.

O rack quando montado possui dimensões de: 105mm de Altura, 160mm de largura e 105mm de profundidade.

Figura 4 - SNAP-PAC-RCK4



Fonte:(<https://www.opto22.com/products/snap-pac-rck4>). Acesso em: 09/11/2018.

Unidade Processadora Do Módulo De Expansão

O SNAP PAC Brain é o componente responsável pelo gerenciamento das I/O que exerce simultaneamente a função de processador de comunicação para o sistema de controle. O modelo SNAP-PAC EB2 foi selecionado por ser projetado principalmente para trabalhar em sistemas distribuídos, controlados por um

controlador SNAP PAC série S ou série R, de forma que o SNAP-PAC-EB2 também pode ser usado como I/O remoto inteligente.

Figura 5 - SNAP – PAC EB2



Fonte: (<https://www.opto22.com/products/snap-pac-eb2>). Acesso em: 16/10/2018

Módulo De Saídas Digitais

O SNAP-OAC5 possui quatro canais de saída digital de 12-250 VAC, cada um comutando uma carga AC separada. As saídas AC usam tensão zero ativada e a corrente zero desliga para a comutação sem transientes. O módulo possui conectores removíveis montados na parte superior para proporcionar acesso fácil à fiação de campo, contendo LED's específicos do canal para solução de problemas.

Figura 6 - SNAP –OAC5



Fonte: (<https://www.opto22.com/products/snap-oac5>) Acesso em: 09/11/2018.

Módulos De Entradas Digitais

O SNAP-IAC5 fornecer quatro canais de entrada digital de 90-140 VAC/ VDC. Cada canal detecta o status ativado / desativado das tensões CA (ou CC). O módulo possui conectores removíveis montados na parte superior para facilitar o acesso à fiação de campo, bem como LED's específicos do canal para uma solução de problemas conveniente.

Figura 7 - SNAP –IAC5



Fonte: (<https://www.opto22.com/products/snap-iac5>) Acesso em: 09/11/2018

Fonte De Alimentação Do Módulo De Expansão

Fonte de alimentação modelo SNAP-PS5, com entrada de 120 VCA e saída de 5 VCC/4 amperes que será utilizada para alimentação da expansão do CLP. Ela possui fusível incorporado, indicador de estado LED e interruptor ON / OFF para facilidade de utilização.

Figura 8 - SNAP-PS5



Fonte: (<https://www.opto22.com/products/snap-ps5>) Acesso em: 03/01/2019.

2.2 MONTAGEM DO QUADRO DE COMANDO

Utilizou-se, nesse projeto, o quadro de comando CE, grau de proteção IP 54 e IK 10, com flange para passagem de cabos na parte inferior, corpo e porta na cor bege RAL 7032. Tiraeta na porta com ponto de aterramento. Placa de montagem laranja RAL 2004, também com ponto de aterramento e borracha injetada na porta, do fabricante CEMAR, seus dados construtivos estão disponíveis no apêndice C.

2.2.1. SELEÇÃO DOS MATERIAIS

Sinaleiros Ou Indicadores Luminosos

Os sinaleiros selecionados para esse projeto foram do fabricante LUKMA, modelo: LK16-22 AC 220V, para furação de 22mm, nas cores branco, verde, amarelo, vermelho e azul.

Figura 9 - Sinaleiro



Fonte: (<http://www.lukma.com/produtos/102/114/pagina/1>). Acesso em: 03/01/2019

Botão De Comando

Os botões de comando tipo pulsante, também conhecidos como botoeiras, do fabricante LUKMA, modelo: LK2-AE31, contato NA, na cor verde e o modelo: LK-AE42, contato NC, na cor vermelha, para furação 22mm.

Figura 10 – Botão de Emergência



Fonte: (<http://www.lukma.com/produtos/102/114/pagina/1>). Acesso em: 03/01/2019.

Botão Tipo Cogumelo/ Giratório

O modelo selecionado foi o LK2-ES542 (Vermelho) GIRA, contato NC, para furação 22mm.

Figura 11 - Botão Gira



BOT. LK2-ES542 (VERMELHO)
GIRA 1NF Cód: 14020

Fonte: (<http://www.lukma.com/produtos/102/114/pagina/1>). Acesso em: 03/01/2019

Chave Comutadora 2 Posições

O escolhido para este quadro foi o LK6 2 POS FIXA, Contato 2NA, para furação de 22mm, do fabricante LUKMA.

Figura 12 – Comutadora 2 posições



COMUTADORA LK6 3 POS
FIXA 2NA (C2SNL) Cód:
14063

Fonte: <http://www.lukma.com/produtos/102/114/pagina/2>). Acesso em: 03/01/2019.

Disjuntor Geral

O disjuntor geral tem por função proteger as instalações e equipamentos no painel, para essa função é usado o disjuntor Tripolar DIN de 10A.

Figura 13 – Mini disjuntor Tripolar



Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-995895807-disjuntor-tripolar-soprano-novo-padro-cemig-40-50-63a- JM?quantity=1&variation=21754238591> Acesso em: 04/01/2019.

Disjuntor De Comando

Este disjuntor é usado para proteção do circuito de comando do painel, e para essa finalidade foi instalado o mini disjuntor monopolar DIN de 6A.

Figura 14 - Mini disjuntor SHB H -2ª



Fonte: (<https://www.soprano.com.br/produtos/materiais-eletricos/mini-disjuntor-linha-shb-h-iec/mini-disjuntor-shb-h-monopolar-6ka10ka>). Acesso em: 04/01/2019.

2.2.2. ESQUEMÁTICOS ELÉTRICOS

Na montagem do quadro, é de extrema importância obter a orientação de como os componentes se interligam para a formação dos circuitos e lógicas de funcionamentos, assim os diagramas elétricos dos circuitos de potência e de comando podem ser visualizados no apêndice “C”, todavia, segue abaixo uma breve descrição das funcionalidades de cada diagrama.

- Diagrama Unifilar: É o que representa de forma geral os circuitos elétricos de potência da bancada de automação.
- Diagrama Do Circuito De Alimentação: Demonstra a ligação do circuito de alimentação da bancada, realizado entre o quadro de distribuição existente e o quadro de comando.
- Diagrama Trifilar Funcional de Potência: Demonstra as ligações dos circuitos de alimentação internos da bancada e também dos dispositivos de acionamentos de cargas externas ao painel.
- Diagrama Trifilar Funcional de Comando: Demonstra as ligações dos circuitos entre os botões de comando e sinaleiros com o CLP e as chaves seletoras de duas posições, que disponibilizam a opção de uso interno e/ou externos das entradas e saídas do OPTO 22.

2.3 CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE DO SISTEMA OPTO 22

A etapa de configuração do Sistema iniciou-se a partir da seleção dos equipamentos até a programação dos eventos. O processo de configuração foi realizado com auxílio dos manuais de operação e guia do usuário disponível na Home page fa Opto22, sendo utilizado os Software PAC Manager, PAC Project Basic e Display Basic, todos disponíveis também para download e uso livre no site da OPTO.

2.3.1. CONFIGURAÇÃO DA REDE

Para as configurações iniciais do OPTO, programou-se no software PAC Manage a faixa de IP da rede de acordo com as instruções disponibilizadas no guia do usuário, menu Help da barra de comando, sendo programado os seguintes IP's:

IP 192.168.1.10 para o computador do sistema;

IP 192.168.1.20 para o Controlador Master;

IP 192.168.1.21 para a Unidade Processadora do Modulo de Expansão.

2.3.2. CONFIGURAÇÃO DO CLP MODULAR

Está etapa seleciona no software PAC PROJECT BASIC os equipamentos que fazem parte do CLP, em vista que este modelo utilizado é modular e deve ser ajustado por partes.

Posição 0 - nesta posição foi programado o SNAP-PAC-IAC5 de entradas digitais, os canais CH0, CH1, CH2 e CH3, foram nomeados como DI_01, DI_02, DI_03 e DI_04, respectivamente.

Posição 1 - nesta posição foi programado o SNAP-PAC-OAC5 de saídas digitais, os canais CH0, CH1, CH2 e CH3, foram nomeados como DO_01, DO_02, DO_03 e DO_04, respectivamente.

Posição 2 - nesta posição foi programado o SNAP-PAC-OAC5 de saídas digitais, os canais CH0, CH1, CH2 e CH3, foram nomeados como DO_05, DO_06, DO_07 e DO_08, respectivamente.

Posição 3 - nesta posição foi programado o SNAP-AIV de entrada analógicas, os canais CH0 e CH1, foram nomeados como AI_01 e AI_02, respectivamente.

2.4 PROGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA LÓGICA FUNCIONAL

O teste de validação busca explorar as diversas possibilidades de desenvolvimento de projetos para serem implementados e testados no sistema de automação que podem ser executados pela bancada. Nesse contexto, foram desenvolvidos no programa Project Basic, da OPTO 22, duas atividades de aplicação de automação.

Para construção do diagrama de blocos que constituem o fluxograma do algoritmo para os testes de validações são utilizados três tipos de blocos, o bloco de ação, condicional e o de conexão.

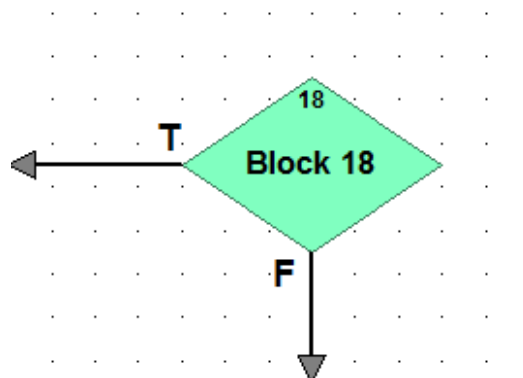
Bloco de ação: executa diretamente uma ação programada e possui o formato como demonstrado abaixo:

Figura 15 - BLOCO DE AÇÃO



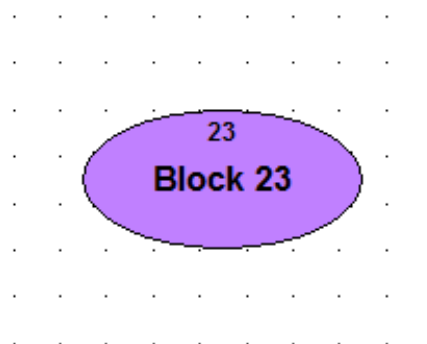
Bloco Condicional: Avalia se a Condição programada é verdadeira “T” ou Falsa “F”, e segue para um dos dois caminhos de acordo com o evento definido pelo desenvolvedor.

Figura 16 - BLOCO CONDICIONAL



Bloco de Conexão: é uma ferramenta do software para conectar dois blocos sem que seja necessário fazer a seta de conexão para evitar cruzamentos de linhas no fluxograma.

Figura 17 – Bloco De Conexão



- Teste de Validação I – Automação de Tráfego.

- Teste de Validação II – Automação Industrial.

2.4.1. TESTE DE VALIDAÇÃO I

O Teste de Validação I da bancada consiste na simulação de um sinal de trânsito com acionamento de manual ou automático utilizando os botões de comando e sinaleiros da frontal do painel em conjunto com um Sistema Supervisório.

Dispositivos Utilizados e funções

BOTÃO 01 – Emergência;

CHAVE 01 – Manual / Automático;

SINALEIRO 01 – Sinal Vermelho do Semáforo;

SINALEIRO 02 – Sinal Amarelo do Semáforo;

SINALEIRO 03 – Sinal Verde do Semáforo;

SINALEIRO 04 – Automático;

Variáveis de Entradas e Saídas do CLP

DI_01 – Entrada Digital CH0, do modulo 0, interligada ao BOTÃO 01.

DI_02 - Entrada Digital CH1, do modulo 0, interligada ao BOTÃO 02.

DI_03 - Entrada Digital CH2, do modulo 0, interligada ao BOTÃO 03.

DI_04 - Entrada Digital CH3, do modulo 0, interligada ao CHAVE 01.

DO_05 - Saída Digital CH0, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 01.

DO_06 - Saída Digital CH1, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 02.

DO_07 - Saída Digital CH2, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 03.

DO_08 - Saída Digital CH3, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 04.

Outras Variáveis do Sistema

Time Vermelho – Temporização do Sinal Vermelho Ligado;

Time Amarelo – Temporização do Sinal Amarelo Ligado;

Time Verde – Temporização do Sinal Verde Ligado;

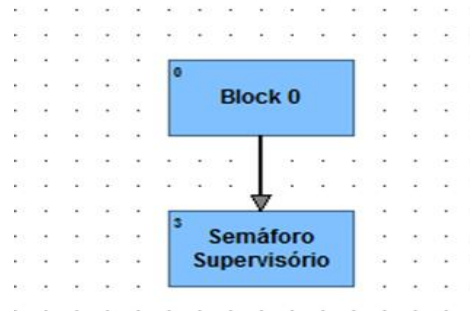
Lixeira – Variável Auxiliar para Armazenar Dados Dispensáveis ao Programa.

Alarme – Ativa o Alarme do Sistema.

Reset System – Reinicia o Sistema.

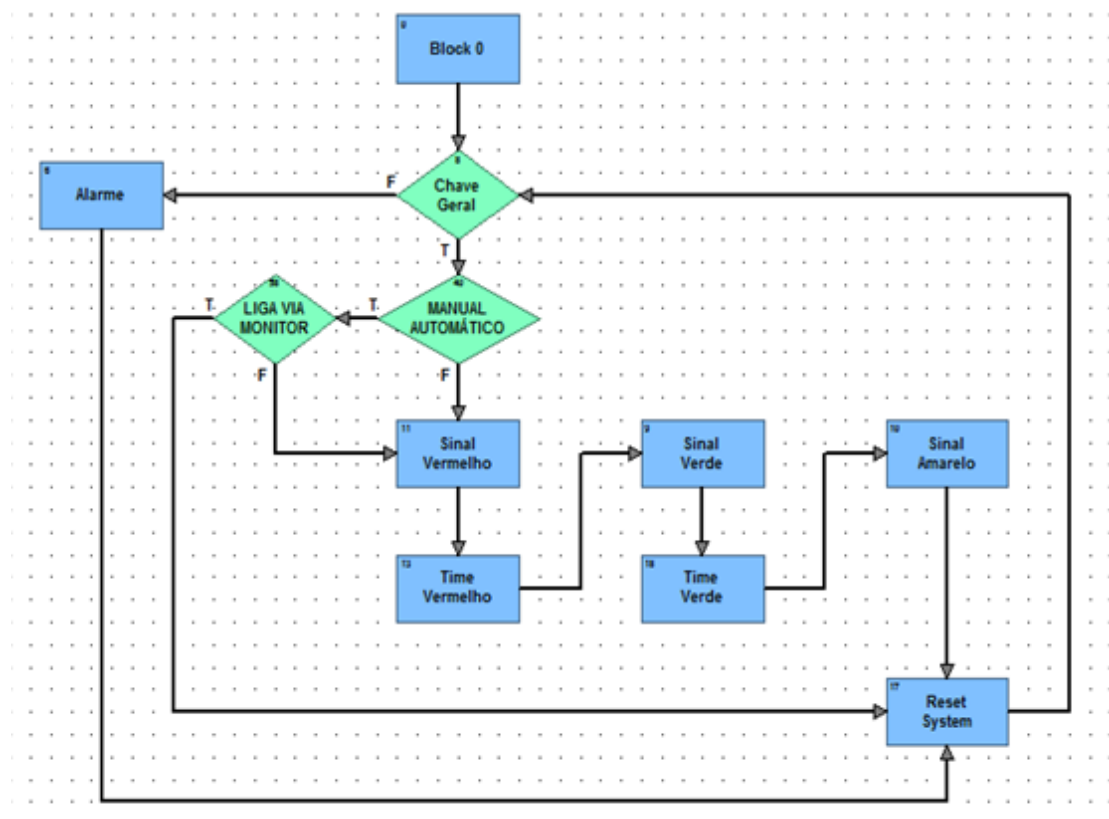
- Estratégia Powerup: é uma rotina desenvolvida para iniciar todas as outras rotinas de atividades. O diagrama de bloco pode ser observado na figura 18, a programação interna está no apêndice “B” e as funções de cada bloco dentro do fluxograma de operação descritas a seguir:

Figura 18 - ESTRATÉGIA POWERUP DO SEMÁFORO



- Estratégia Semáforo Supervisório: é a estratégia onde os eventos da atividade estão organizados em diagramas de blocos onde é definido quais rotinas serão realizadas de acordo com os blocos condicionais ou de comando.

Figura 19 - ESTRATÉGIA SEMÁFORO_SUPERVISÓRIO



Para melhor entendimento das configurações das estratégias de funcionamento do programa desenvolvido, o fluxograma da figura 19 é explicitado através de malhas de funções como pode ser observado no Apêndice A, todavia, a nomenclatura das malhas e suas funções são:

Fluxograma Principal – Contém os eventos de funcionamento de um Semáforo.

Malha Alarme - Contém os eventos de funcionamento em Estado de Emergência.

Malha Manual - Contém os eventos de funcionamento Manual.

Malha Automático - Contém os eventos de funcionamento Automático.

Especificações das Rotinas

Fluxograma Principal: É onde está localizado os blocos que são responsáveis pelos eventos programados de funcionamento do um Semáforo, realiza a ligação dos Sinais vermelho, amarelo e verde.

Malha Alarme: A malha Alarme é ativada quando a condição da Chave Geral está 'FALSA', ativando o sinal sonoro e o sinal amarelo no supervisório e no painel, onde tanto o sinal amarelo no supervisório e o sinaleiro no painel ficam intermitentes nos estados de ligado e desligado com delay de dois segundos e permanece assim até que a posição da Chave Geral seja alterada para 'VERDADEIRO'.

Malha Manual: é responsável pela ativação do semáforo de forma remota por meio do operador via botão Liga/Desliga localizado no display do sistema supervisório.

Malha Automático: é responsável pela ativação do semáforo de forma autônoma quando selecionada esta função na frontal do painel por meio da CHAVE 01 (Posição direita) o semáforo inicia o ciclo de funcionamento sem que necessite de comando do operador.

2.4.2. TESTE DE VALIDAÇÃO II

Este teste de validação da bancada consiste na simulação de acionamento de um motor com Partida Estrela-Triangulo com acionamento manual ou automático

utilizando os botões de comando e sinaleiros da frontal do painel, bem como, o acionamento manual através do sistema supervisorio.

Dispositivos Utilizados e funções

BOTÃO 01 – Chave geral;

BOTÃO 02 – Botão desliga;

BOTÃO 03 – Botão liga;

CHAVE 01 – Chave seletora Manual / Automático;

CONTATOR 01 – Contator de força, principal;

CONTATOR 02 – Contator de força, triangulo;

CONTATOR 03 – Contator de força, estrela;

CONTATOR 04 – Contator auxiliar;

SINALEIRO 01 – Indica equipamento ligado;

SINALEIRO 02 – Indica equipamento em emergência;

SINALEIRO 03 – Indica equipamento desligado;

SINALEIRO 04 – Indica sistema em modo automático;

POTENCIÔMETRO 01 – Representa valores de entrada analógico.

Variáveis de Entradas e Saídas do CLP

DI_01 – Entrada Digital CH0, do modulo 0, interligada ao BOTÃO 01.

DI_02 - Entrada Digital CH1, do modulo 0, interligada ao BOTÃO 02.

DI_03 - Entrada Digital CH2, do modulo 0, interligada ao BOTÃO 03.

DI_04 - Entrada Digital CH3, do modulo 0, interligada ao CHAVE 01.

DO_01 - Saída Digital CH0, do modulo 1, interligada ao CONTATOR 01.

DO_02 - Saída Digital CH1, do modulo 1, interligada ao CONTATOR 02.

DO_03 - Saída Digital CH2, do modulo 1, interligada ao CONTATOR 03.

DO_04 - Saída Digital CH3, do modulo 1, interligada ao CONTATOR

AUXILIAR.

DO_05 - Saída Digital CH0, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 01.

DO_06 - Saída Digital CH1, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 02.

DO_07 - Saída Digital CH2, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 03.

DO_08 - Saída Digital CH3, do modulo 2, interligada ao SINALEIRO 04.

AI_01 - Entrada Analógica CH0, do modulo 3, interligada ao POTENCIÔMETRO 01

Outras Variáveis do Sistema

Time Reset – Temporização de reset do sistema;

Time Estrela – Temporização da Partida Estrela-Triângulo;

Lixeira – Variável Auxiliar para Armazenar dados dispensáveis ao programa;

Alarme – Alarme do sistema;

Reset System – Reinicia o sistema;

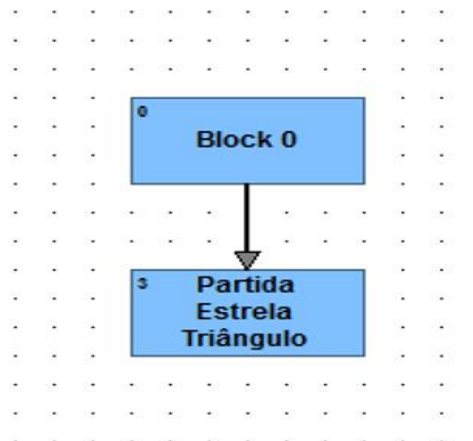
Temp Mínimo – Leitura do sinal analógico;

Botão Liga – Liga via supervisorio;

Remoto – Botão local ou remoto;

- Estratégia Powerup: é uma rotina desenvolvida para iniciar todas as outras rotinas de atividades. Especificamente esse trabalho foi desenvolvido em apenas uma estratégia chamada de “Acionamento_M_A” sendo assim a estratégia Powerup possui apenas o bloco inicial e o bloco de inicialização da rotina principal como pode ser observado na figura abaixo:

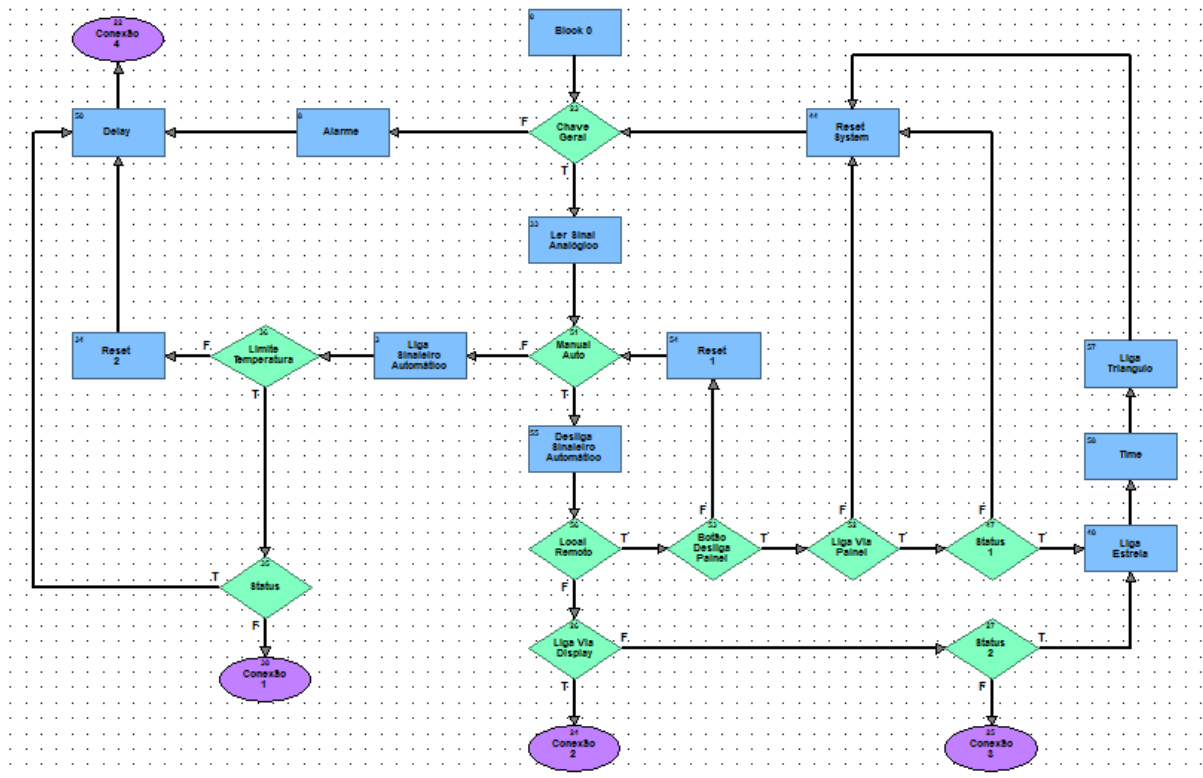
Figura 20 - ESTRATÉGIA POWERUP DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO



- Estratégia Acionamento _M_A: é o fluxograma onde está programado os eventos da atividade de acionamento por Partida Estrela-Triângulo. As ações são

organizadas em diagramas de blocos condicionais e de comando distribuídos em formas de malhas de funcionamento.

Figura 21 – ESTRATÉGIA DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO



O fluxograma da figura 21 é apresentado através de malhas de funções como observado a seguir:

Fluxograma Principal – Contém os eventos de funcionamento de uma Partida Estrela-Triângulo.

Malha Alarme - Contém os eventos de funcionamento em Estado de Emergência.

Malha Manual Via Painel- Contém os eventos de funcionamento Manual pela frontal do painel.

Malha Manual Via Supervisório- Contém os eventos de funcionamento Manual pelo display.

Malha Automático - Contém os eventos de funcionamento Automático.

Especificações das Rotinas

Fluxograma Principal: é o fluxograma onde está programado os eventos funcionais necessários a realizar uma Partida Estrela-Triângulo.

Malha Alarme: A malha Alarme tem a função de indicar o status de emergência do sistema e é iniciada quando a condição da Chave Geral está na posição 'FALSA', ativando assim um sinal sonoro e um sinal luminoso na cor amarela na frontal do painel e no supervísório.

Malha Manual Via Painel: é a malha que contém os eventos de funcionamento Manual que possibilitam o acionamento a partida pelos botões 2 e 3 da frontal do quadro de comando.

Malha de acionamento remoto: é o fluxograma de eventos para o acionamento manual da Partida Estrela-Triângulo através do display do Sistema Supervísório.

Malha Automática: A malha possui o desenvolvimento necessário para funcionamento automático da Partida Estrela-Triângulo. O ciclo de operação possui partes comuns as demais formas de acionamento já vistas, entretanto o acionamento acontece por meio de um valor de referencia determinado pelo usuário, de leitura de uma porta analógica.

2.5 CONFIGURAÇÃO DO IHM / SUPERVISÓRIO

O desenvolvimento do display para interface homem-Máquina é de extrema importância neste projeto pois é por meio deste que o operador do sistema pode observar os eventos que estão acontecendo no equipamento, bem como realizar ações interventivas à distância.

A configuração da IHM para as atividades de Automação de Tráfego e Automação industrial selecionadas para teste de validação foram programadas no software PAC Display Configuration Basic, pois a interface deste prevê a demonstração das mudanças de estado por meio de figuras que representativas de sistemas de automação que podem ser utilizadas para produzir botões de acionamentos, gráficos, janelas para diferentes funcionalidades, entre outras possibilidades.

Seguindo os passos da elaboração da programação dos eventos no PAC Project Basic, o desenvolvimento do display foi realizado também em programa distintos para ambas aplicações, sendo divididos em:


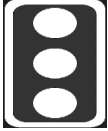
- Automação de Tráfego.
- Automação Industrial.

2.5.1. IHM DO TESTE DE VALIDAÇÃO I

A elaboração do display para atividade de emulação de automação de tráfego realizado por meio da construção de gráficos com a utilização de ferramentas de desenvolvimentos fornecidos pelo software somado a outras imagens importadas para o programa.

Tabela 1 – GRÁFICOS DA AUTOMAÇÃO DE TRÁFEGO

ITEM	FIGURA	DESCRIÇÃO
1		A imagem representa a indicação de status ativado ou em estado normal de operação e é utilizado para nos gráficos de: Manual, Automático e Emergência.
2		A imagem representa a indicação de status desativado ou em estado anormal de operação e é utilizado para nos gráficos de: Manual e Automático.
3		A imagem demonstra o Status de Emergência ativado no sistema.
4		A imagem representa o botão Desliga semáforo via display.

5		A imagem representa o botão Liga semáforo via display.
6		O gráfico é usado para indicar os estados de funcionamento do semáforo deligado, emergência, sinal vermelho, sinal verde e sinal de atenção.

O display foi desenvolvido para visualização de três quadros de status que representam situações inerentes as funções de operação da atividade de emulação do semáforo programadas nas rotinas de eventos, logo, neste capítulo todas as rotinas estão associadas ao item de implementação da lógica de programação, não sendo observadas as particularidades das ações, todavia, o entendimento se completa quando apresentado no capítulo posterior onde pode-se observar em conjunto todos os passos para realização deste projeto.

O funcional do display resume-se em:

- Status Normal de operação ou de Emergência.
- Status de Operação via acionamento manual remoto.
- Status de operação Autônoma.

Status Normal de operação ou de Emergência – é representado por combinações das imagens da Tabela 1. Estas combinações representam duas condições de operação em Estado Normal ou Estado de Emergência.

Status de Operação via acionamento manual remoto - é igualmente representado por combinações das imagens da Tabela 1. Estas combinações representam as condições de operação do semáforo de forma remota por meio dos botões liga desliga do display do supervisor podendo além de ligar ou desligar o sinal também ser visualizado em tempo real o funcionamento do semáforo.


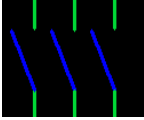
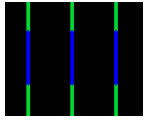


2.5.2. IHM DO TESTE DE VALIDAÇÃO II

A elaboração dos gráficos do display para atividade de acionamento de um motor elétrico por partida estrela- triângulo, assim como na confecção do display do

semáforo a construção deste foi desenvolvida com a utilização dos gráficos fornecidos pelo software, somado a outras imagens externas, e suas respectivas funções no programa são vistas na Tabela 2.

Tabela 2 – GRÁFICOS DA AUTOMAÇÃO DE TRÁFEGO

ITEM	FIGURA	DESCRIÇÃO
1		A imagem representa a indicação de status ativado ou em estado normal de operação e é utilizado para nos gráficos de: Manual, Automático e Emergência.
2		A imagem representa a indicação de status desativado ou em estado anormal de operação e é utilizado para nos gráficos de: Manual, Automático e Remoto.
3		A imagem demonstra o Status de Emergência ativado no sistema.
4		A imagem representa o botão Liga/Desliga semáforo via display.
5		A imagem representa o botão Liga/Desliga semáforo via display.
6		A imagem representa a Indicação de seleção de operação Local ou Remoto ativada.
7		A imagem representa a Indicação de seleção de operação Local ou Remoto Desativada.

8		A imagem representa a indicação de funcionamento do motor elétrico de maneira que ela aparece em um loop giratório de 90° até que o sistema o motor seja desligado.
9		A imagem representa a indicação a indicação de Contator Desligado
10		A imagem representa a indicação a indicação de Contator Ligado
11		A linha em verde na imagem representa Circuito Energizado.
12		A linha em vermelho na imagem representa Circuito Desenergizado.

O display foi desenvolvido para visualização de três quadros de status que representam situações inerentes as funções de operação da atividade de emulação do semáforo programadas nas rotinas de eventos, logo, neste capítulo todas as rotinas estão associadas ao item de implementação da lógica de programação, não sendo observadas as particularidades das ações, todavia, o entendimento se completa quando apresentado no capítulo posterior onde pode-se observar em conjunto todos os passos para realização deste projeto.

Os funcional do display resume-se em:

- Status Normal de operação ou de Emergência.
- Status de Operação via acionamento manual local.
- Status de Operação via acionamento manual remoto.
- Status de operação Autônoma.

Status Normal de operação ou de Emergência – é representado por combinações das imagens da Tabela 2. Estas combinações representam duas condições de operação em Estado Normal ou Estado de Emergência.

Status de Operação via acionamento manual local - é igualmente representado por combinações das imagens da Tabela 2. Estas combinações representam as condições de operação da partida estrela-triângulo de forma local por meio dos botões liga/desliga da frontal do painel.

Status de Operação via acionamento manual remoto - é semelhante ao modo anterior, porem estas combinações representam as condições de operação da partida estrela-triângulo de forma remota por meio dos botões liga desliga do display do supervisor.

Status de Operação Automática - é basicamente para visualização do operador das condições do sistema, pois toda operação ocorre de forma autonoma.

2.6 APRESENTAÇÃO EM DIAGRAMA DE TEMPO

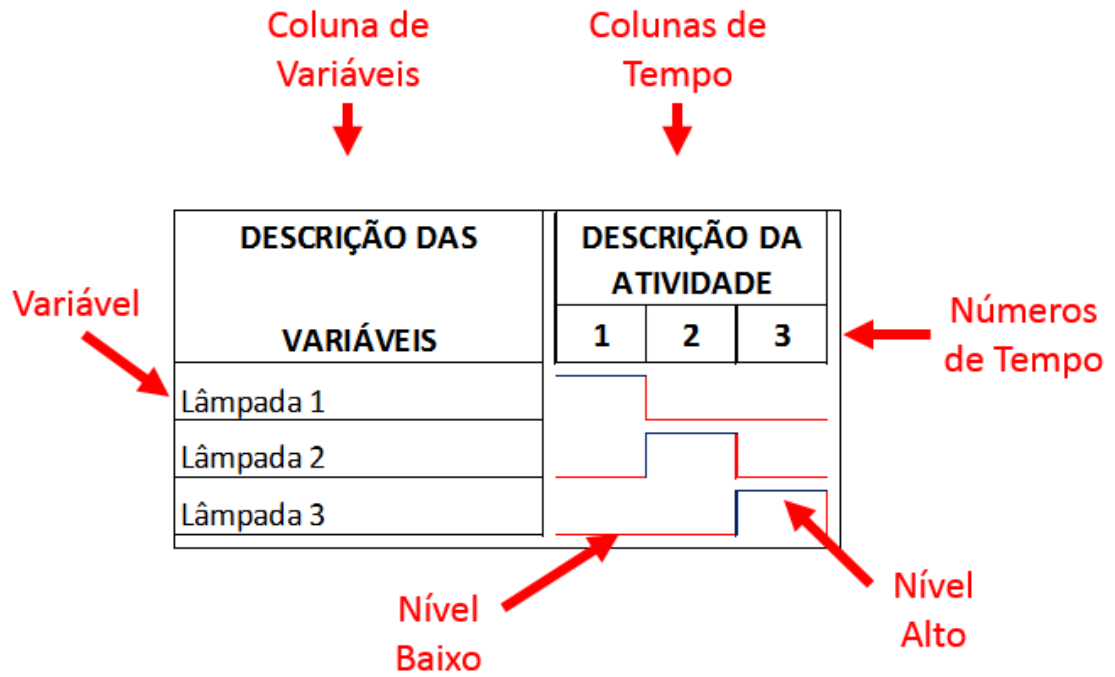
Os testes de validações foram divididos em grupos de atividades e como forma de entende-las, essas atividades são apresentadas nos resultados por meio de diagramas de tempo.

O diagrama de tempo é um recurso usado para mostra o comportamento dos objetos e sua interação em uma escala de tempo. Sua leitura se dar por meio de dois tipos principais de colunas, a coluna de variáveis e a colunas de tempos.

O funcionamento do diagrama é basicamente pela mudança dos níveis entre baixo (Na cor Vermelha) e alto (Na cor Azul), que representam as situações de ligado / desligado, ou ainda ativado / desativado das variáveis para cada passo de eventos programados.

A figura 22 demonstra um exemplo de atividade representada em diagrama de tempo, podendo ser observado que no primeiro momento das três variáveis somente a Lâmpada 1 está ligada, no segundo momento somente a lâmpada 2 está ligada e no ultimo tempo a única ligada é a terceira variável.

Figura 22 - DIAGRAMA DE TEMPO



CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados alcançados deste trabalho são apresentados em três partes: Montagem da bancada, Teste de validação 1 e Teste de validação 2.

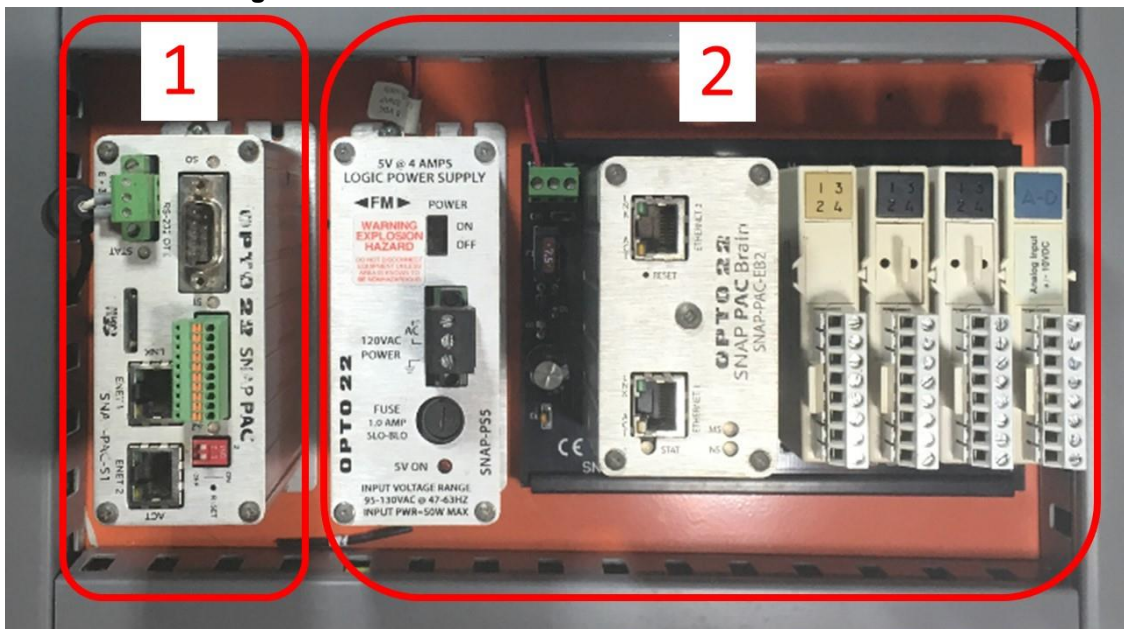
3.1. RESULTADOS DA MONTAGEM DA BANCADA

Os resultados apresentados nessa fase é o de construção física da bancada. Todo seu processo de confecção é baseado nos Diagramas Elétricos e Desenhos Construtivos e Materiais apresentados no Apêndice A, podendo ser observado os resultados na Figura 25, a qual mostra a vista exterior do painel fechado e instalado no laboratório de Instrumentação e Controle e na Figura 26 visualiza-se o painel aberto.

3.1.1. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

A plataforma OPTO 22, disponibiliza o CLP modular que possibilita ao usuário montá-lo de acordo com sua necessidade e é composto pelo Controlador e Modulo de Expansão, como identificado na figura 23.

Figura 23 - CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL



Equipamentos do CLP

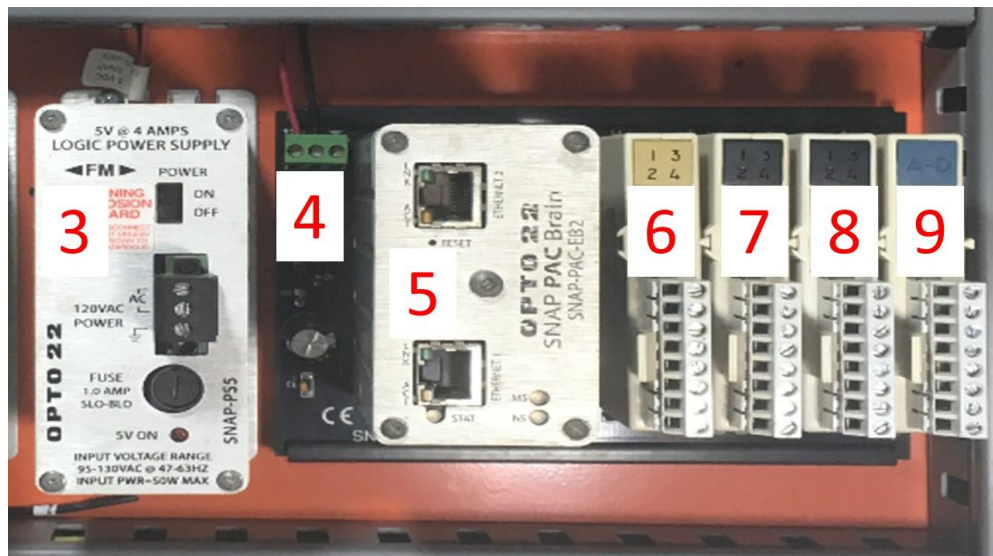
Como visto no item anterior o CLP é dividido em duas partes e sendo a primeira de apenas um componente e a segunda de diversos equipamentos como observado na figura acima.

- Equipamento 1 – Controlador Master.
- Equipamento 2 – Modulo de Expansão.

Especificação dos Equipamentos

- Controlador Master: Controla o sistema, responsável por armazenar a lógica de programação, gerenciar a comunicação entre a IHM e os módulos de expansão. Para esse projeto utilizou-se o modelo SNAP-PAC-S1, o qual contém a opção de comunicação via rede Ethernet e/ou serial e armazenamento em cartão de memória tipo Micro SD.
- Módulo De Expansão: O módulo de expansão do CLP é composto pelo rack modelo SNAP-PAC- RCK4 onde está montada a unidade processadora SNAP PAC Brain, modelo SNAP-PAC EB2, responsável pelo gerenciamento das I/O que exerce simultaneamente a função de processador de comunicação para o sistema de controle, e os módulos de entradas e saídas, conforme pode ser visto na figura 24:

Figura 24 – MODULO DE EXPANSÃO



Componentes do modulo de expansão

- Equipamento 3 – Fonte de Alimentação.

- Equipamento 4 – Rack de Montagem.
- Equipamento 5 – Brain.
- Equipamento 6 – Modulo de Entrada Digital.
- Equipamento 7 e 8 – Modulo de Saída Digital.
- Equipamento 9 – Modulo de Entrada Analógica.

Especificações dos equipamentos

- Equipamento 3: é a Fonte utilizada para a expansão do CLP.
- Equipamento 4: É o equipamento base onde foi montado o módulo de expansão.
 - Equipamento 5: O SNAP PAC Brain é a unidade processadora. Em função da aplicação idealizada para a bancada, o modelo SNAP-PAC EB2 foi selecionado por ser projetado principalmente para trabalhar em sistemas distribuídos, controlados por um controlador SNAP PAC série S ou série R, de forma que o SNAP-PAC-EB2 também pode ser usado como I/O remoto inteligente.
 - Equipamento 6: O sistema possui um módulo de entradas digitais, sendo o SNAP-IAC5 selecionado para realizar as leituras das entradas digital, como chaves de proximidade, botões ou contatos auxiliares.
 - Equipamento 7 e 8: O módulo SNAP-OAC5 foi definido como o equipamento para atuar nas função de acionamentos dos sinaleiros e contadores da bancada ou de outras finalidades externas, sendo utilizado dois módulos situados na posição 1 e 2 no rack.
 - Equipamento 9: O módulo de entrada analógicas dispõe de dois canais de entrada de tensão analógica, de -10 a +10 VCC ou -5 a +5 VCC, usados para leituras de sinais variantes. O posicionamento do módulo no rack e na posição 3.

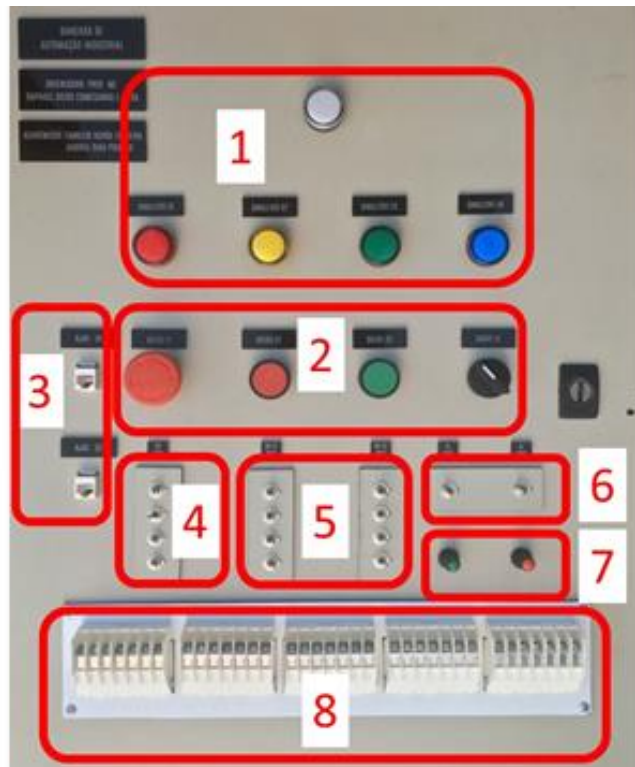
3.1.2. MONTAGEM DO QUADRO DE COMANDO

O quadro de comando é a base para montagem da bancada devido possuir características de aplicação industrial, formado por três partes, carcaça, placa de montagem e a porta. Em sua placa de montagem foram fixados os componentes principais da bancada e os acessórios. Já na porta, estão os botões, as chaves de comando e os sinaleiros.

Frontal do painel

A frontal do painel com a função de interface homem-máquina e é composta por equipamentos de sinalização, comando e comunicação, sendo estes dispostos no painel de acordo com o desenho construtivos no apêndice A, e podendo ser observados na figura 25:

Figura 25 – VISTA FRONTAL DO PAINEL



- Equipamento 1: Sinais - Sinalização Visual.
- Equipamento 2: Botões de Comandos - Executa ações de comando.
- Equipamento 3: Tomadas RJ45 - Comunicação em Rede EtherNet.
- Equipamento 4: Régua de Entradas Digitais – Uso interno ou externos.
- Equipamento 5: Régua de Saídas Digitais – Uso interno ou Externos..
- Equipamento 6: Régua de Entradas Analógicas – uso interno ou Externos.
- Equipamento 7: Potenciômetros – Emular Sinais Analógicos.
- Equipamento 8: Régua de Bornes – Para Interligações entre sistemas Elétricos Externos e a Bancada.

Especificações dos Equipamentos

- Equipamento 1: Os sinaleiros instalados na tampa do quadro de comando possuem a função de indicação e/ou confirmação de estado do sistema, vislumbrando a possibilidade de uso em simulação de acionamento industriais e de automação de tráfego. O Sinaleiro Branco possui a função definida de sinalização de Painel Energizado.

- Equipamento 2: Botão de Comando usados na bancada são de dois tipos: Os pulsante e os fixos.

Os botões de comando tipo pulsante, também conhecidos como botoeiras, instalados na tampa do quadro de comando, totalizando dois possibilitam ações de controlar, ou seja, ligar e desligar um equipamento individualmente ou iniciar e finalizar um determinado ciclo de automação.

Botão tipo Cogumelo e a chave Seletora representam os botões de posições fixas. O primeiro é comumente usado para realizar paradas de emergência ou bloqueio de um equipamento ou sistema, o qual poderá ser utilizado para interromper algum processo ou quaisquer outras funções que possam aplicar o uso de um contato discreto normalmente fechado. Já o segundo é uma chave comutadora de duas posições para utilização em casos que sejam necessários uso condicional.

- Equipamento 3: O módulo RJ45 instalado na tampa do painel serve para realizar a comunicação entre o painel e o monitor para programação do sistema ou interligação ao sistema supervisório e ainda a outros equipamentos através de redes industriais.

- Equipamento 4: A Régua de Entradas Digitais formadas por Chave Comutadora 3 posições tem a função de tornar o painel versátil e possibilitar a interação com outros sistemas de automação e controle, as quais tornam flexíveis o uso das entradas para uso interno dos componentes do painel, uso externos ou uso misto, dessa forma, potencializa-se a implementação de utilização da bancada.

- Equipamento 5: A Régua de Saídas Digitais formadas por Chave Comutadora 3 posições tem a função semelhante ao item anterior de tornar o painel versátil e possibilitar a interação com outros sistemas de automação e controle, as

quais tornam flexíveis o uso das entradas para uso interno dos componentes do painel, uso externos ou uso misto, dessa forma, potencializa-se a implementação de utilização da bancada.

- Equipamento 6: A Régua de Entradas Analógicas também é formada por Chave Comutadora 3 posições tem a função de flexibilizar o uso da bancada.

- Equipamento 7: São Potenciômetros interligados ao modulo de entradas analógicas para emular Sinais Analógicos.

- Equipamento 8: é um conjunto de Régua de Bornes para interligações entre sistemas Elétricos Externos e a Bancada. Sendo distribuídas de acordo com suas funções, conforme demonstrado abaixo:

Régua X3 – Saídas para o sistema de potência;

Régua X4 – Conexão para entradas digitais;

Régua X5 – Conexão para saídas digitais;

Régua X6 – Conexão para saídas digitais;

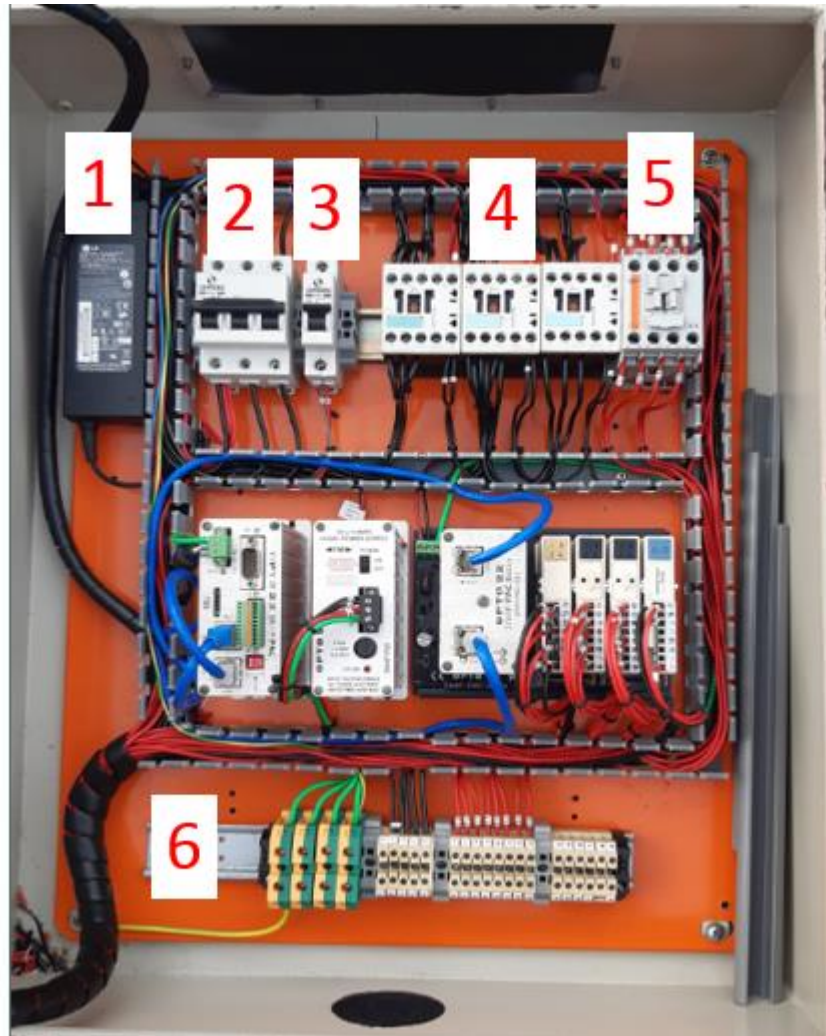
Régua X7 – Conexão para entradas analógicas;

Interior do painel

A parte interna do painel é o local onde ficam localizados os dispositivos de proteção, acionamentos, contador auxiliar, Régua de bornes, fonte de alimentação, ligações dos circuitos elétricos, o CLP e outros acessórios do sistema.

Na sequência, serão apresentados os principais itens do interior do painel.

Figura 26 – VISTA DO INTERIOR DO PAINEL



- Equipamento 1: Fonte de Alimentação – Suporte de energia para o controlador.
- Equipamento 2: Disjuntor Tripolar – Proteção Geral.
- Equipamento 3: Disjuntor Monopolar – Proteção do Circuito de Comando.
- Equipamento 4: Contator Tripolar – Alimentação de cargas Externas.
- Equipamento 5: Contator Auxiliar – Disponibiliza contatos discretos para uso Externo.
- Equipamento 6: Régua de Bornes – Para Interligações entre sistemas Elétricos Externos e a Bancada.
- Equipamento 7: Canaleta – Organização dos Cabos Elétricos.

Especificações dos Equipamentos

- Equipamento 1: A Fonte de Alimentação é responsável pelo suprimento de energia para o Controlador Master. A tensão de entrada é de 100-240Vca e Saída de 24Vcc/19,5A.
- Equipamento 2: O disjuntor geral tem por função proteger as instalações e equipamentos no painel. Todavia, essa proteção é feita em dois pontos por disjuntores distintos, sendo o primeiro instalado no quadro de distribuição existente no Laboratório (Não disponível na imagem) é de 25A, modelo MW 25E do fabricante Eletromar, e protege o circuito de alimentação da bancada, e o segundo disjuntor é de 10A, modelo MW SHB do fabricante Soprano, instalado no interior do painel tem como finalidade sua proteção.
- Equipamento 3: Esse disjuntor tem como finalidade a proteção do circuito de comando do painel, sendo instalado o mini disjuntor monopolar DIN de 6A, do Fabricante Soprano, Modelo SHB.
- Equipamento 4: Os Contatores Tripolar do fabricante Siemens, modelo 3RT1015-1AG11 é usado nesse projeto o acionamento de cargas externas bifásicas ou trifásicas de 220V, de no máximo 2.2KW de Potência. As conexões estão disponíveis na régua de Bornes X3 na frontal do painel.
- Equipamento 5: É a régua de conexão do circuito de alimentação do painel esquemático das ligações, as quais estão disponíveis

3.1.3. ESPECIFICAÇÃO DA BANCADA

Nas imagens acima, é possível visualizar que a bancada foi construída no padrão industrial, contendo os botões de comandos, Sinaleiros, CLP e os demais componentes todos de uso industrial.

A bancada foi projetada e montada para interligação à outras bancadas e equipamentos externos com objetivo de torna-la interativa, desta forma é imprescindível o conhecimento de seus dados técnicos pelos usuários, todavia, quando a referencia-se a uso interno, intenda-se que são os dispositivos já disponibilizados no quadro de comando, desta maneira, a Tabela 3 fornece o resumo

básico da Ficha Técnica necessários para interligação a outros equipamentos externos.

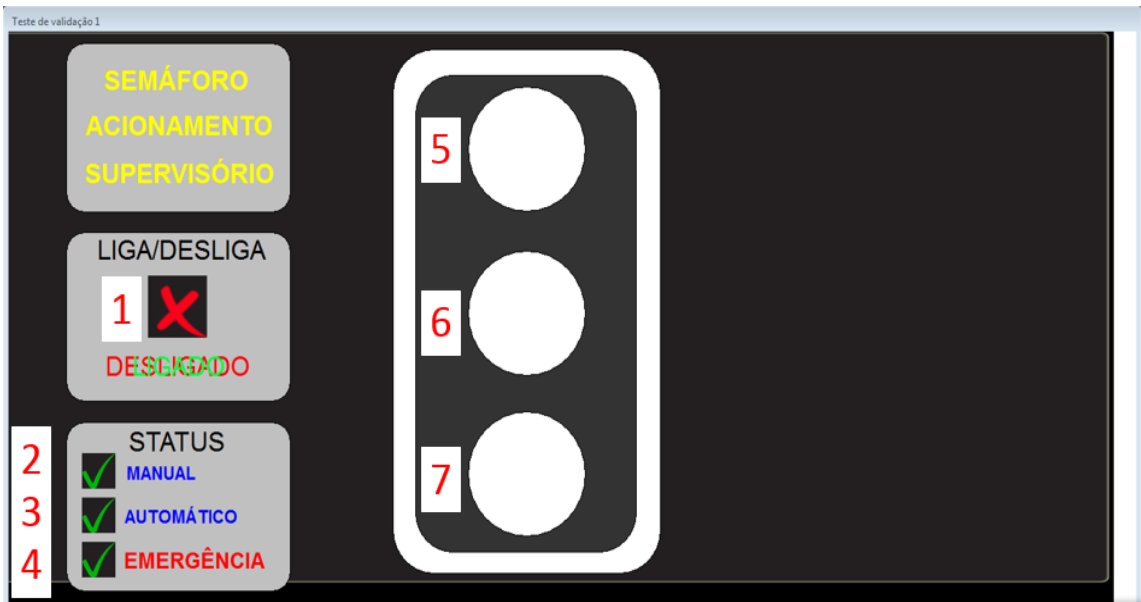
Tabela 3 – RESUMO DA FICHA TÉCNICA

DESCRIÇÃO	
Tensão de Entrada	127/220V Trifásica
Saída para Cargas Externas - Potência Máxima de 2,2KW - 220V Trifásica.	2 Unidades
Entradas Digitais 120Vca, Fonte interna. (Uso Interno ou Externo)	4 Unidades
Saídas Digitais 120VAC/4mA/ Entrada. (Uso Interno ou Externo)	8 Unidades
Entradas Analógica -10 / +10 Vcc, Fonte interna. (Uso Interno ou Externo)	4 Unidades
Contato Discreto NA para Uso Externo	7 Unidades
Tomada para Rede	2 Unidades

3.2. RESULTADO DO TESTE DE VALIDAÇÃO 1

O resultado para o teste de validação da bancada é produzido pela combinação das etapas do capítulo anterior, onde se conecta implementação da lógica funcional e de construção da IHM para em conjunto as ações desses itens tornem possível a realização da atividade desenvolvida para emular um semáforo de trânsito para comprovação de funcionamento dos circuitos elétricos e equipamentos disponíveis na bancada.

Figura 27 – DISPLAY DO SEMÁFORO



Especificações do Display do Semáforo

- 1- Botão Liga / Desliga.
- 2- Status modo manual.
- 3- Status modo automático.
- 4- Status da Emergência
- 5- Sinal vermelho.
- 6- Sinal amarelo.
- 7- Sinal verde.

A figura 23 demonstra a configuração de tela inicial da IHM para atividade de automação de tráfego e foi construído para representar as mudanças de estado do sistema para funcionamento em Estado de Emergência, manual ou automático, podendo ser observado no Apêndice “B” as imagens do passo a passo de funcionamento desta atividade. Todavia, segue a descrição de cada sub-rotina e a demonstração em diagrama de tempo para cada uma delas, sendo representado em traço nível baixo na cor vermelha o status desligado ou desativado e na cor azul os status opostos.

- Estado de emergência – Operação em estado de alerta.
- Operação Manual – Funcionamento Ativado/Desativado manualmente.

- Operação Automática – Ativação automática.

Especificações das Rotinas

Estado de Emergência - é uma ação programada para ser ativada pelo acionamento do Botão Cogumelo na frontal do painel provocando um reset em todo o sistema e mudando o status do semáforo para o modo de operação em Alerta. O modo de alerta ativa no display um sinal sonoro, muda o status do Botão de Emergência e deixa o sinal amarelo no supervisório e na tampa do painel em um loop de dois segundos aceso e dois apagado.

Tabela 4 - DIAGRAMA DE TEMPO SEMAFÓRO 1

DESCRIÇÃO	ESTADO DE ALERTA		
	1	2	3
Emergência			
Manual			
Botão_Liga			
Botão_Desliga			
Automático			
Sinal Vermelho			
Time Vermelho			
Sinal Amarelo			
Time Amarelo			
Sinal Verde			
Time verde			
Alarme Sonoro			

Operação Manual – é uma rotina de eventos que permite o acionamento do Semáforo ativado por um operador de forma manual de forma remota através do sistema supervisório desenvolvido.

A rotina de eventos só é permitida a partir do posicionamento da chave manual/ automático virada para esquerda do painel. Com a chave na posição Manual o Semáforo inicia o funcionamento ao ser ativado no display o botão LIGA, então rotina começa pelo acionamento do sinal vermelho que fica ligado por cinco segundos, na

sequencia liga o sinal verde por três segundos e por fim acende o amarelo por um tempo de dois segundos reiniciando o ciclo até que o sistema seja desligo pelo operador pelo botão Desliga.

O funcionamento desta atividade pode ser encerrado de outras duas maneiras distintas além do acionamento do botão desliga, pela a chave seletora alterada para função automático ou pelo ativação do botão de emergência.

Tabela 5 - DIAGRAMA DE TEMPO SEMAFÓRO 2

DESCRIÇÃO	OPERAÇÃO MANUAL				
	1	2	3	4	5
Emergência	[Red line]				
Manual	[Red line]				
Botão_Liga	[Blue pulse]				
Botão_Desliga	[Blue pulse]				
Automático	[Red line]				
Sinal Vermelho	[Blue pulse]				
Time Vermelho	[Blue pulse]				
Sinal Amarelo	[Blue pulse]				
Time Amarelo	[Blue pulse]				
Sinal Verde	[Blue pulse]				
Time verde	[Blue pulse]				
Alarme Sonoro	[Red line]				

Operação Automática – é uma opção simplificada de funcionamento do semáforo. Ela é ativada apenas pela colocação da chave seletora na frontal do painel na posição Automático e entra no loop de eventos podendo ser desativada também pelo botão de emergência ou mudança da chave para o modo manual do sistema.

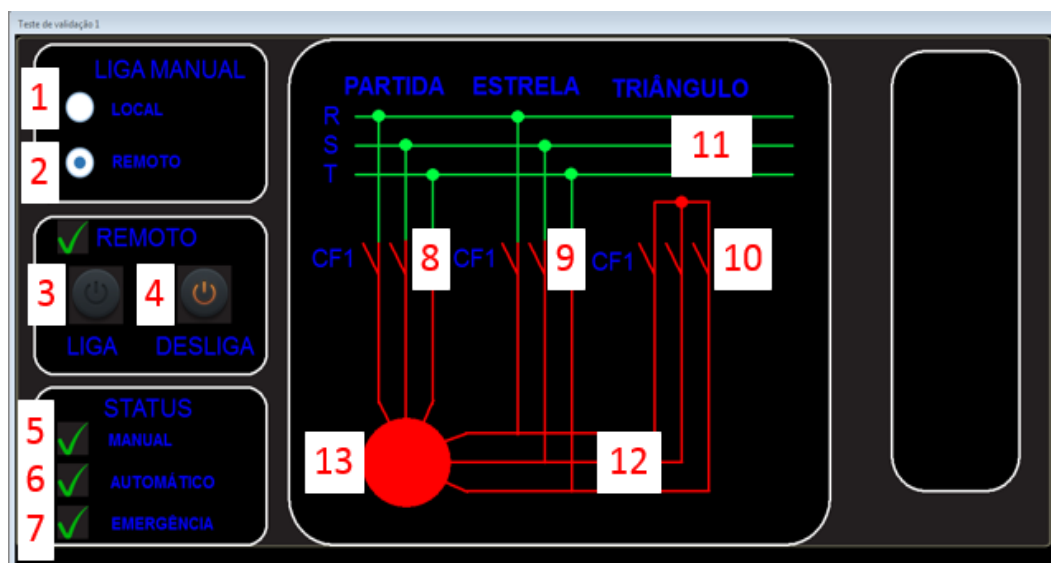
Tabela 6 - DIAGRAMA DE TEMPO SEMAFÓRO 3

DESCRIÇÃO	OPERAÇÃO AUTOMÁTICA		
	1	2	3
Emergência	[Red line]		
Manual	[Red line]		
Botão_Liga	[Red line]		
Botão_Desliga	[Red line]		
Automático	[Red line]		
Sinal Vermelho	[High]	[Low]	[Low]
Time Vermelho	[High]	[Low]	[Low]
Sinal Amarelo	[Low]	[Low]	[High]
Time Amarelo	[Low]	[Low]	[High]
Sinal Verde	[Low]	[High]	[Low]
Time verde	[Low]	[High]	[Low]
Alarme Sonoro	[Red line]		

3.3. RESULTADO DO TESTE DE VALIDAÇÃO 2

O teste 2, foi produzido para representar uma aplicação da bancada em automação industrial, o qual também é uma combinação das etapas da metodologia para fins de comprovação de funcionamento da bancada.

Figura 28 – DISPLAY DA PARTIDA ESTRELA- TRIÂNGULO



Especificações do Display Partida Estrela-Triângulo

- 1- Seleção local.
- 2- Seleção remoto.
- 3- Botão liga remoto.
- 4- Botão desliga remoto.
- 5- Status modo manual.
- 6- Status modo automático.
- 7- Status da Emergência
- 8- Contator principal.
- 9- Contator Estrela.
- 10- Contator Triângulo.
- 11- Circuito desenergizado.
- 12- Circuito Energizado.
- 13- Status do Equipamento.

A configuração de tela inicial da IHM para atividade de automação industrial foi elaborada para demonstrar o funcionamento em Estado de Emergência, Acionamento Manual local ou Remoto e o acionamento automático da partida Estrela-Triângulo de motor elétrico, sendo apresentado nas Tabelas de diagramas de tempo de cada parte da atividade e os detalhes da operação visualizados no Apêndice B.

- Estado de Emergência – Operação em estado de alerta.
- Operação Manual local – Acionamento manual pelo painel.
- Operação Manual Remota – Acionamento manual pelo Supervisório.
- Operação Automática – Ativação automática.

Especificações das Rotinas

Estado de Emergência - é um mecanismo de proteção e segurança para liberação do sistema para operação por se tratar de acionamento de uma máquina e representar risco ao usuário. O acionamento desta função é feita pelo botão de emergência da tampa do painel que tem como resposta a aplicação de reset nos equipamentos, ativando um alerta sonoro no display e um sinal luminoso amarelo no painel.

Tabela 7 - DIAGRAMA DE TEMPO PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 1

DESCRIÇÃO	ESTADO DE EMERGÊNCIA		
	1	2	3
Emergência			
Manual			
Botão_Liga Local			
Botão_Desliga Local			
Botão_Liga Remoto			
Botão_Desliga Remoto			
Seleção Local			
Seleção Remoto			
Potenciômetro 1			
Automático			
Contator Principal			
Contator Estrela			
Contator Triângulo			
Time Amarelo			
Sinaleiro Vermelho			
Sinaleiro Verde			
Sinaleiro Amarelo			
Sinaleiro Azul			
Alarme Sonoro			

Operação Manual Local– e uma rotina de elaborada para ligação através dos botões de comando do painel. Para ser permitido a execução dos comandos de acionamento é necessário selecionar no painel a função manual ao posicionar a chave seletora para esquerda do operador e selecionar no monitor a função Local.

Realizado estes dois passos, pode-se ligar iniciar a partida estrela triangulo apertando o botão Liga da tampa do quadro. Logo o ciclo de partida inicia-se ligando o contator principal, o contator estrela, apaga o sinaleiro verde, acende o vermelho e liga o e conta um tempo de dois segundos. Ao atingir dois segundos o contator estrela e desligado e na sequência o ligado o contator triângulo encerrando o ciclo liga.

Para finalizar esta rotina é usado o botão desliga também da frontal do painel para desligar os equipamento e acessórios ativados no ciclo liga, reestabelecendo as condições iniciais de operação.

Tabela 8 - DIAGRAMA DE TEMPO PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 2

DESCRIÇÃO	OPERAÇÃO MANUAL LOCAL			
	1	2	3	4
Emergência	[Red line]			
Manual	[Red line]			
Botão_Liga Local	[Red line]			
Botão_Desliga Local	[Red line]			
Botão_Liga Remoto	[Red line]			
Botão_Desliga Remoto	[Red line]			
Seleção Local	[Red line]			
Seleção Remoto	[Red line]			
Potenciômetro 1	[Red line]			
Automático	[Red line]			
Contator Principal	[Red line]			
Contator Estrela	[Red line]			
Contator Triângulo	[Red line]			
Time Amarelo	[Red line]			
Sinaleiro Vermelho	[Red line]			
Sinaleiro Verde	[Red line]			
Sinaleiro Amarelo	[Red line]			
Sinaleiro Azul	[Red line]			
Alarme Sonoro	[Red line]			

Operação Manual Remoto – Esta rotina se assemelha ao processo anterior, outrora, a diferença está na opção de seleção no display que deve ser alterada para função “Remoto” e os botões para ligar e desligar o ciclo são os disponíveis na tela do Sistema Supervisório.

Tabela 9 – DIAGRAMA DE TEMPO DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO 3

DESCRIÇÃO	OPERAÇÃO MANUAL REMOTO			
	1	2	3	4
Emergência	[Red line]			
Manual	[Red line]			
Botão_Liga Local	[Red line]			
Botão_Desliga Local	[Red line]			
Botão_Liga Remoto	[Red line]			
Botão_Desliga Remoto	[Red line]			
Seleção Local	[Red line]			
Seleção Remoto	[Red line]			
Potenciômetro 1	[Red line]			
Automático	[Red line]			
Contator Principal	[Red line]			
Contator Estrela	[Red line]			
Contator Triângulo	[Red line]			
Time Amarelo	[Red line]			
Sinaleiro Vermelho	[Red line]			
Sinaleiro Verde	[Red line]			
Sinaleiro Amarelo	[Red line]			
Sinaleiro Azul	[Red line]			
Alarme Sonoro	[Red line]			

Operação Automática – é uma opção de funcionamento desenvolvida para com objetivo de representar leituras de sinais analógicos que podem representar diversas grandezas como Temperaturas, Pressão, sinal elétrico de uma balança, entre outras. O ensaio pode ser operado ao ativar a chave seletora na frontal do painel para posição Automático e o loop de eventos iniciasse de forma autônoma.

O funcionamento dessa atividade é programado funcionar a partir da leitura do sinal analógico atenuado pelo potenciômetro 1 da frontal do painel, nesse caso a programação é avaliar se o sinal de 10 volts gerado pela saída analógica retorna inferior a 7 volts, se verdadeiro o comando para ligar o equipamento é emitido, senão

o sistema reavalia as condições novamente. Já o desligamento acontece sempre que o motor estiver ligado e a leitura do sinal for superior a 7 volts.

Tabela 10 - DIAGRAMA DE TEMPO DA PARTIDA ESTELA-TRIÂNGULO 4

DESCRIÇÃO	OPERAÇÃO AUTOMÁTICA			
	1	2	3	4
Emergência				
Manual				
Botão_Liga Local				
Botão_Desliga Local				
Botão_Liga Remoto				
Botão_Desliga Remoto				
Seleção Local				
Seleção Remoto				
Potenciômetro 1				
Automático				
Contator Principal				
Contator Estrela				
Contator Triângulo				
Time Amarelo				
Sinaleiro Vermelho				
Sinaleiro Verde				
Sinaleiro Amarelo				
Sinaleiro Azul				
Alarme Sonoro				

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado teve como principal objetivo realizar a construção de uma bancada de automação para acionamentos elétricos, a fim de tornar possíveis testes de projetos experimentais nas diversas áreas de aplicação da automação, seja ela residencial, predial, de tráfego ou industrial, embora a bancada seja construída no padrão do último seguimento, objetivo esse que foi atingido, uma vez que os materiais usados na sua confecção e características construtivas englobam painéis de uso industriais.

As etapas de configuração dos equipamentos e desenvolvimentos dos programas dos testes para validação pôde demonstrar que de fato é uma linguagem de programação diferenciada para ser explorada pelos futuros usuários da bancada, alcançando assim outra motivação que levou a escolha da plataforma Opto 22, como sistema de automação do trabalho.

Durante a fase de configuração e de testes foram observados dois sinistros ocorridos no hardware e no Software, não sendo possível identificar a real causa dos problemas encontrados, podendo ser na configuração dos sistemas físicos ou de programação.

No hardware, as saídas digitais apresentaram fuga de tensão na ordem de 38 volts para uma alimentação de 127 volts, provocando o acionamento parcial dos sinalizadores LED's mesmo com as saídas digitais desligadas.

Já o problema identificado na configuração do software foi a exclusão de arquivos executáveis da pasta de armazenamento da rotina quando se subscrevia as rotinas de teste para o CLP, desta forma o programa não podia ser carregado novamente sem que fosse realizado a restauração dos arquivos para a pasta original, quando encontrados pois em alguns casos os arquivos não eram localizados no computador ou uma outra opção era reconfigurar um novo programa.

No caso do funcionamento automático do Teste de Validação 2 haja divergências na leitura do sinal analógico, pois mesmo com o potenciômetro em posição fixa os valores medidos são variantes e oscilam entre valores negativos e valores positivos, fato que não invalida a programação para acionamento, porém deixa

o sistema instável ligando e desligando o acionamento sem que seja forçado pelo potenciômetro a variação dos valores analógicos.

A identificação do problema não foi possível uma vez que a programação para leitura sinal e segue os passos do manual do usuário “1638_SNAP_PAC_Learning_Center” disponível na home page da Opto 22.

No que diz respeito a validação da bancada, esse também foi um objetivo atingido, uma vez que os resultados dos ensaios foram satisfatórios, sendo que o sistema da bancada foi capaz de realizar os roteiros de atividades propostos.

Dessa forma, embora tenha ocorrido os sinistros supracitados, pode-se dizer que o resultado esperado que consistia em produzir uma ferramenta de testes capaz de executar ensaios isolados e também com a interação entre outras plataformas de automação ou mesmo dispositivos independentes foi atingido ao se deixar disponíveis essa opção ao projetista.

Quanto aos projetos futuros que podem ser implementados com a utilização deste equipamento, destaca-se a continuidade deste projeto com elevação das atividades para os níveis quatro e cinco da Pirâmide de automação, os quais não foram abordados nesse trabalho, tem-se também a realização de um projeto de desenvolvimento de redes industriais com uso dos protocolos TCP/IP e ModBus onde pode ser interligado o controlador a sistemas elétricos e a bancadas existentes no prédio de Engenharia Elétrica e supervisioná-los em um monitor. Outro projeto, que pode implementado pela bancada seria o controle de níveis e/ou de temperaturas por PID. Uma outra possibilidade é a construção de uma segunda bancada que represente uma pequena linha de produção com o uso de atuadores e transdutores sendo automatizada pelo CLP da opto, de forma que possa ser explorado as entradas e saídas disponíveis para uso externa da bancada.

REFERÊNCIAS

ALVES, Anísio Chagas Bernardino. **A Norma Iec 61131**. Sistemas de Controle: Especificação e Implantação, Curso de Pós-graduação Latu-sensu Especialização em Instrumentação e Controle de Processos industriais, Universidade Federal do Espírito Santo, out. 2008. Disponível em:

http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/outros/concurso_ufmg/Sistemas_de_Controle_-_NORMA_IEC_61131.pdf Acesso em: 03 jan. 2019.

AGUIRRE, Luís Antonio et al. (Ed.). **Enciclopédia de automática: controle e automação**. São Paulo: Blucher, 2007. 450 p.

ANDRADE, Fabricio. **Tudo sobre a nova e antiga pirâmide da automação industrial**. Disponível em: <https://automacaoecartoons.com/2018/01/11/piramide-da-automacao-industrial/>. Acesso em: 04 dez 2018.

BERNUY, Miguel Angel Chincaro; SOUZA, Josiane de. **Uma experiência de educação continuada em automação industrial – bancada didática com CLP**. XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35, 2007, Curitiba, PR: UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007. 14 p.

BUTZEN, Emerson. **APLICAÇÃO DA ORIENTAÇÃO A OBJETOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26726636> Acesso em: 05 jan. 2019.

BRUNE, Osmar; LIMA, Rafael. Projeto SimulDelay. In: **Disciplina Algoritmos de Controle da Pós-Graduação Especialização em Automação e Controle**. Universidade Feevale. 2013.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à Análise de Circuitos**. 12. Ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2012. 950 p.

CASILLO, Danielle. **Aula 02 - Programação na Automação**. Disponível em: https://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/166/arquivos/Automacao%2520e%2520Controle%25202011_1/Aula%252002%2520%2520Controle%2520e%2520Programa%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520na%2520Automa%25C3%25A7%25C3%25A3o.pdf&ved=2ahUKEwjKq_q38bgAhUWLLkGHZVqA4QFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw28spKrA0Md_xsARs6so9h2. Acesso em: 14 jan 2019.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 423 p.

DORF, Richard C; SVOBODA, James A. **Introdução aos Circuitos Elétricos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 813 p.

FERLIN, Edson Pedro. Parte V – Linguagem de Programação - Prof. Edson Pedro Ferlin. Disponível em : <http://files.professorferlin.webnode.com.br/200000374-a84abaa3ec/CLP%2520%2520Parte%25204.pdf&ved=2ahUKEwippu2B4cbgAhX9HrkGHYOsB3oQFjABegQIBhAB&usg=AOvVaw12GfIIP9C8NyoTyGI-LuOI>. Acesso em: 18 jan 2019.

MARQUES, Jean Liecheski; SPACEK, Anderson Diogo; NETO, João Mota; JUNIOR, Oswaldo Hideo Ando. **Proposta de uma Bancada de Baixo Custo para o Ensino**

de Automação Industrial de acordo com as normas de Segurança. Revista de Ensino de Engenharia, v. 36, n. 2, p. 47-62, 2017.

MORAES, Cicero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial.** 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 347 p.

MURATORI, José R.; DAL BÓ Paulo Henrique. Automação residencial: histórico, definições e conceitos. Artigo In: Instalações elétricas (website), São Paulo: os autores, 2011. Disponível em: <
http://www.instalacoeseletricas.com/download/Automacao_residencial1.pdf> Acesso em: 10 dez. 2018.

OLIVEIRA, L. M. et al. **Utilização de uma planta didática Smar para complementação do ensino de Engenharia de Controle e Automação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38. 2012. Belém-PA: ABENGE, 2012.

PUPO, Mauricio Santos. **Interface homem-máquina para supervisão de um CLP em controle de processos através da WWW.** 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Curso de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2002. Cap. 2.

REGINATO, Romeu. **O que é SDCD? Alguns Fabricantes Histórico.** Disponível em: https://www.foz.unioeste.br/~romeu/CIP/2_Aula_SDCD.pdf&ved=2ahUKEwiOz9CC3MbgAhVeEbkGHcb_AoUQFjAJegQIBBAB&usq=AOvVaw1zR6rWqVtBkZvUwy1mK7t&cshid=1550542444175 . Acesso em: 22 jan 2019.

ROURE, Marcel de. **Pirâmide da Automação Industrial – Entenda de uma vez por todas.** Instrumentação e Controle, 2018. Disponível em:

<https://instrumentacaoecontrole.com.br/piramide-da-automacao-industrial/>. Acesso em: 17 nov. 2018.

SANTOS, GUILHERME. **SOFTWARE TRAZ ALGORITMO DE PROTEÇÃO PARA SISTEMAS DIGITAIS DE CONTROLE DISTRIBUÍDO.** DISPONÍVEL

EM: <HTTPS://WWW.AUTOMACAOINDUSTRIAL.INFO/SOFTWARE-TRAZ-ALGORITMO-DE-PROTECAO-PARA-SISTEMAS-DIGITAIS-DE-CONTROLE-DISTRIBUIDO-SDCD/>. ACESSO EM: 10 JAN 2019.

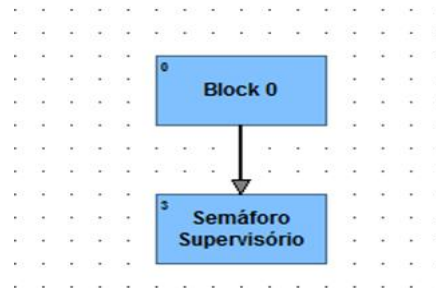
SOUZA, Nilmar de. et al. **Bancada Didática para Ensino de Sistemas Automotivos Eletrônicos de Injeção de Combustível.** XIV CONEMI - Congresso Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial, Salvador, BA, 2014.

APÊNDICE A – DESENHOS ELÉTRICOS E CONSTRUTIVOS

TESTE DE VALIDAÇÃO I

Estratégia Powerup:

FIGURA A-1: ESTRATÉGIA POWERUP DO SEMÁFORO



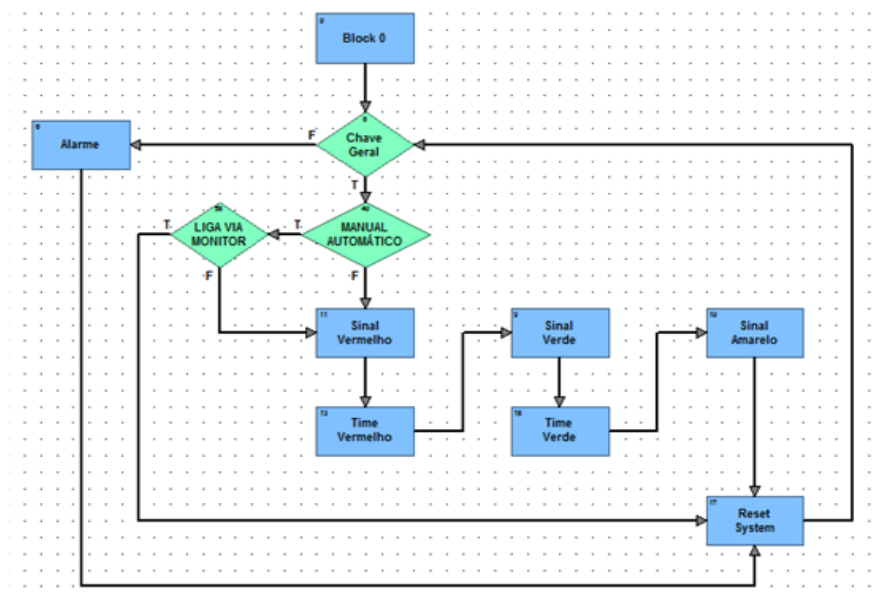
Especificação do Blocos e Funções

Block 0 – É um bloco gerado automaticamente pelo sistema e tem a função de iniciar os fluxogramas e não pode ser excluído do sistema.

Semáforo Supervisorio – É um bloco de chamada necessário para iniciar a estratégia SEMAFORO_SUPERVISÓRIO.

Estratégia Semáforo Supervisorio

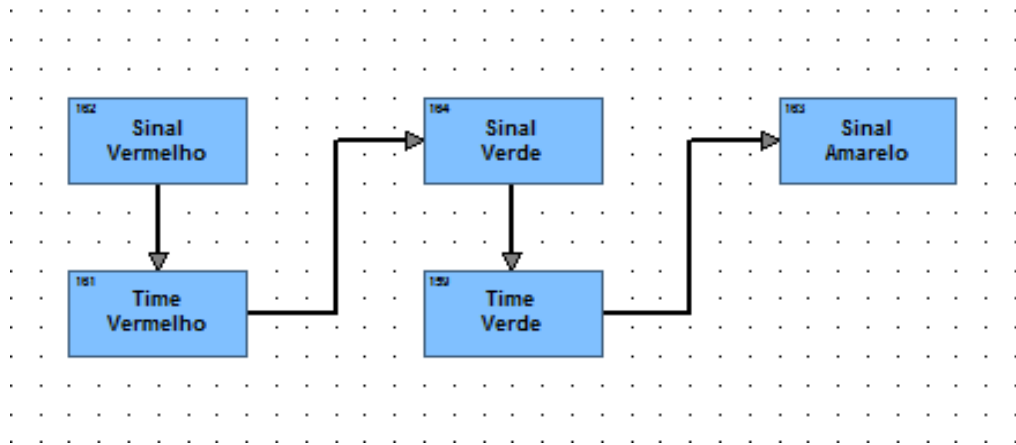
FIGURA A-2: ESTRATÉGIA SEMAFORO_SUPERVISÓRIO



Especificações das Rotinas

➤ Fluxograma Principal

FIGURA A-3: FLUXOGRAMA PRINCIPAL DO SEMÁFORO



Especificações dos Blocos

Sinal Vermelho – Esse bloco liga o sinal vermelho no supervisório e o sinaleiro vermelho no painel;

Time Vermelho – O bloco aplica um delay de cinco segundos e desliga a ação do bloco anterior;

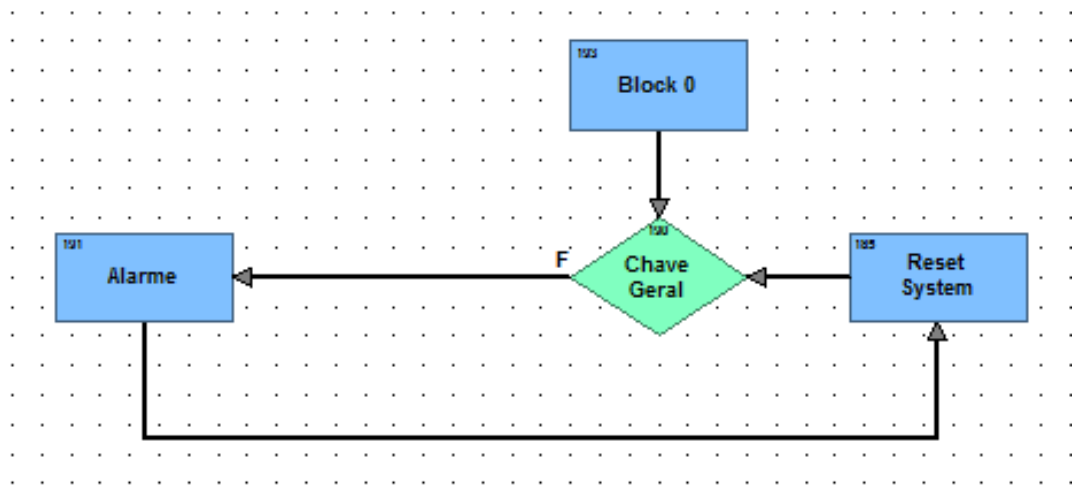
Sinal Verde - Esse bloco liga o sinal verde no supervisório e o sinaleiro verde no painel;

Time Verde - O bloco aplica um delay de três segundos no ciclo para desligar o sinal verde e o sinaleiro verde;

Sinal Amarelo - Esse bloco liga o sinal amarelo no supervisório e o sinaleiro amarelo no painel. A partir desse bloco o ciclo segue para o bloco “Reset Sistem” e entra no loop inicial do sistema.

➤ Malha Alarme

FIGURA A-4: MALHA ALARME



Especificações dos Blocos

Block 0 – É um bloco gerado automaticamente pelo sistema e tem a função de iniciar os fluxogramas e não pode ser excluído do sistema;

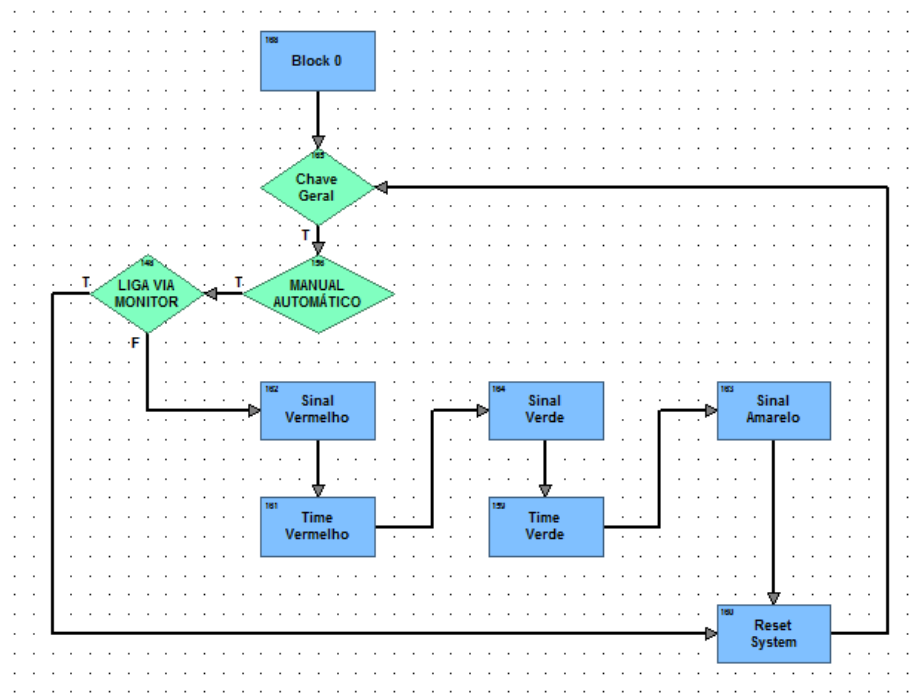
Chave geral – É um bloco condicional que avalia se o BOTÃO 01 está ativo ou inativo; se a função estiver ativa o sistema deve seguir para o bloco condicional Manual Automático, caso contrário, ele vai iniciar a malha de Alarme.

Alarme – Ele ativa o sinalizador amarelo, demonstrando que o sistema está em estado de emergência;

Reset System – Ele vai aplicar um delay no sistema e desliga o sinal amarelo. Após isso ele segue para o bloco Chave Geral e reinicia a avaliação das condições iniciais;

- Malha Manual

FIGURA A-5: MALHA MANUAL



Especificações dos Blocos

Block 0 – A função deste bloco já foi explicada no fluxograma anterior.

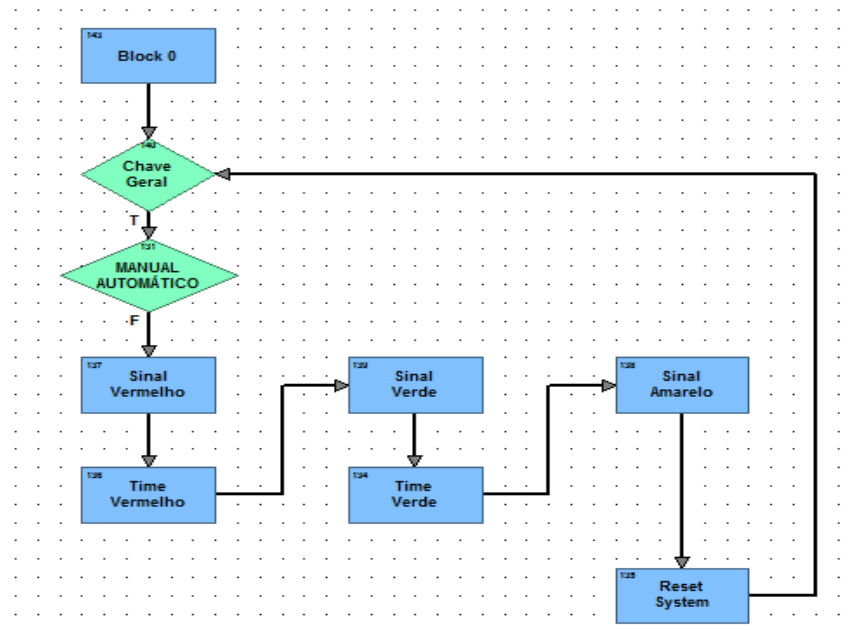
Chave Geral - A malha inicia quando a condição do bloco “Chave Geral” estiver ‘VERDADEIRO’, iniciando a rotina de funcionamento, seguindo para o bloco de condição “MANUAL AUTOMÁTICO”.

MANUAL AUTOMÁTICO - É um bloco condicional que avalia se a CHAVE 01 estiver na posição Automático (Direita no Painel) iniciando o ciclo do semáforo automaticamente e se a chave 01 estiver na posição Manual (Esquerda no Painel) o fluxograma segue para o bloco LIGA VIA MONITOR.

LIGA VIA MONITOR – O bloco verifica se o botão no monitor do sistema supervisor está no estado LIGADO ou DESLIGADO. Quando a condição estiver ‘FALSO’, o bloco ativa a Fluxograma Principal, inicializando o funcionamento do semáforo, caso contrário o ciclo segue direto para o bloco RESET SYSTEM, reiniciando o sistema novamente.

➤ Malha Automático

FIGURA A-6: MALHA AUTOMÁTICO



Especificações dos Blocos.

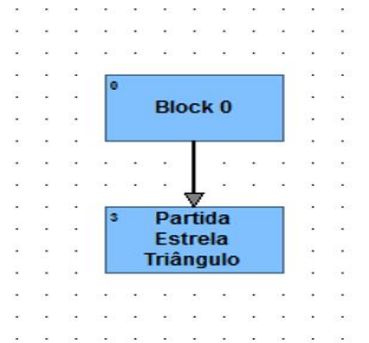
Block 0 – A função deste bloco já explicada na Malha Alarme.

Chave Geral – Assim como na Malha de acionamento manual a Chave Geral inicia o ciclo quando a condição do bloco estiver ‘VERDADEIRO’, iniciando a rotina de funcionamento, seguindo para o bloco de condição “MANUAL AUTOMÁTICO”.

MANUAL AUTOMÁTICO - É um bloco condicional que avalia a CHAVE 01, caso esta esteja na posição Automático (Direita no Painel) o sistema segue para o fluxograma principal iniciando o loop de funcionamento do semáforo. Teste de Validação II – Partida Estrela–Triângulo

Estratégia Powerup:

FIGURA A-7: ESTRATÉGIA POWERUP DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO



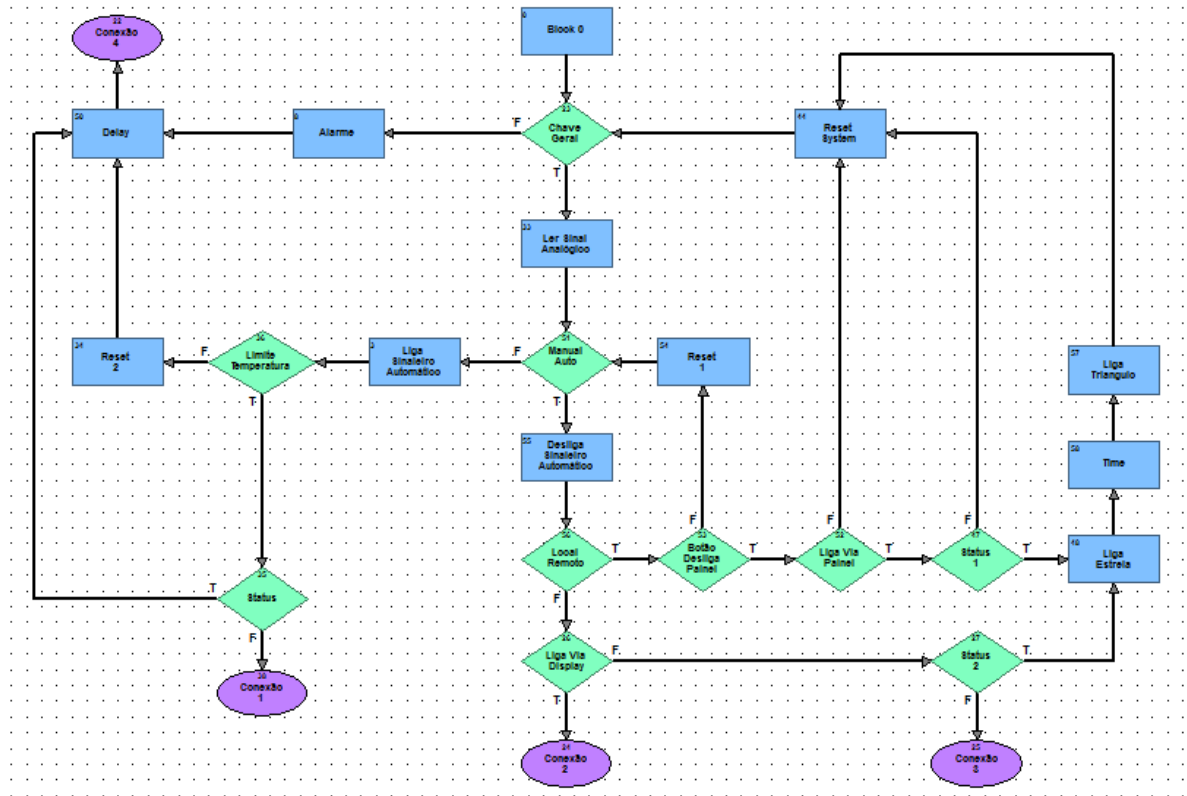
Especificação do Blocos e Funções

Block 0 – É um bloco gerado automaticamente pelo sistema e tem a função de iniciar os fluxogramas e não pode ser excluído do sistema.

Semáforo Supervisório – É um bloco de chamada necessário para iniciar a estratégia Acionamento_M_A.

- Estratégia Acionamento _M_A:

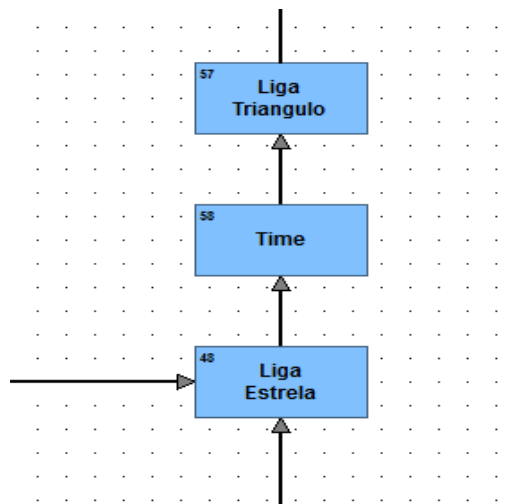
FIGURA A-08: DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO



Especificações das Rotinas

Fluxograma Principal:

FIGURA A-9: FLUXOGRAMA PRINCIPAL DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO



Especificações dos Blocos

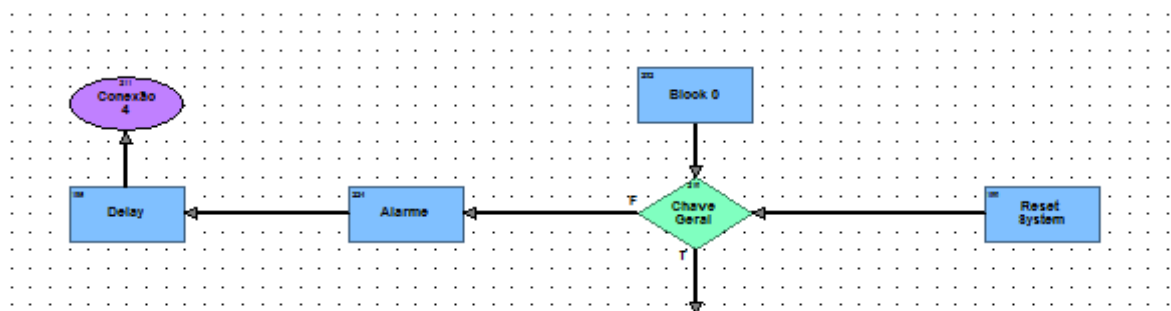
Liga Estrela – Ele desliga o sinal verde e acende o vermelho no painel e no supervisão ao mesmo tempo liga o contator principal e contator Estrela.

Time – Ele faz uma contagem para desligar o contador estrela e acionar o triangulo.

Liga Triângulo– Desliga o contador estrela e ativa o contador triângulo, encerrando o ciclo liga motor.

Malha Alarme:

FIGURA A-10: DIAGRAMA DE BLOCOS DO CIRCUITO DE ALARME



Chave Geral – É um bloco condicional que avalia se o BOTÃO 01 está ativo ou inativo; se a função estiver ativa o sistema deve seguir para o bloco condicional Manual Automático, caso contrário, ele vai iniciar a malha de Alarme;

Alarme – Ele ativa o sinaleiro amarelo, demonstrando que o sistema está em estado de emergência.

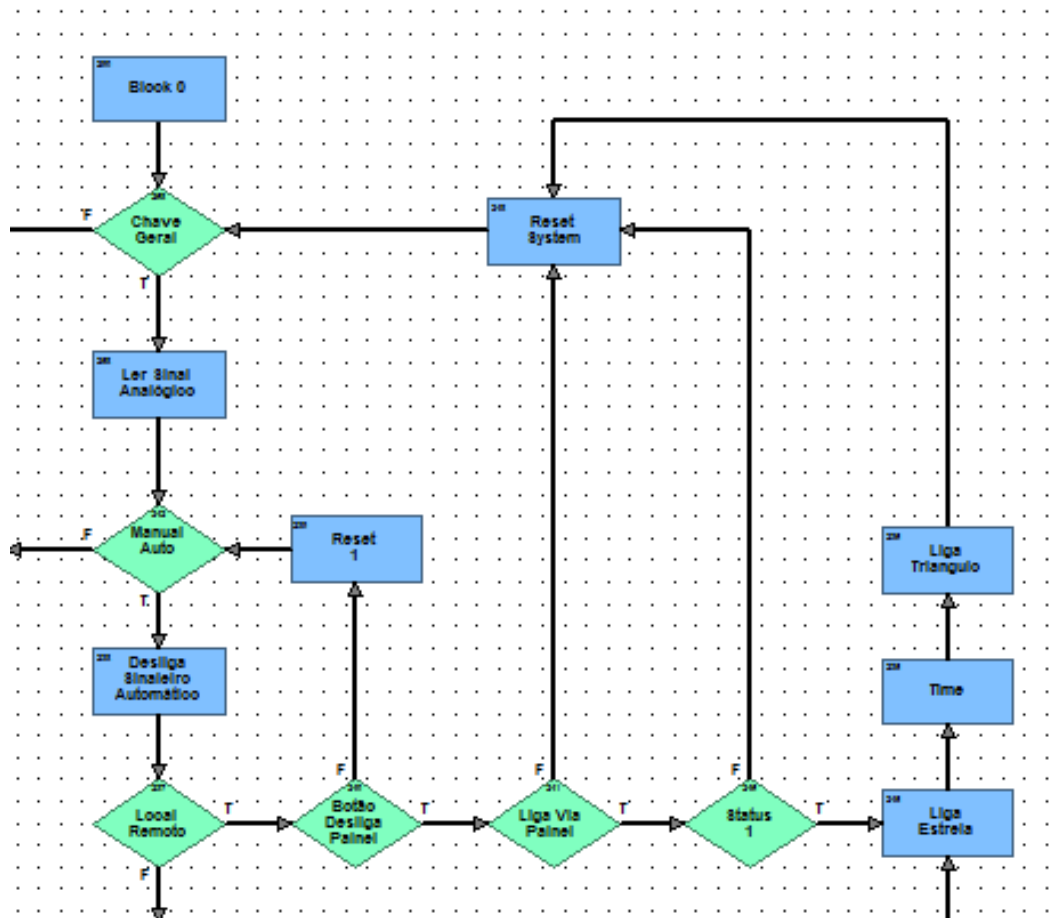
Delay – O bloco aciona um delay no sinal de alerta do sistema, indicando o estado de emergência.

Conexão 4 – é um bloco usado para conectar dois pontos, o qual a função de conexão com o “Bloco Auxiliar 1”.

Reset System – Ele vai aplicar um delay no sistema e segue para o bloco Chave Geral reiniciando a avaliação das condições iniciais.

Malha Manual Via Painel:

FIGURA A-11: MALHA DE ACIONAMENTO LOCAL



Especificações dos Blocos

Block 0 – Inicia a rotina.

Chave Geral – Para essa malha o bloco condicional avalia se o BOTÃO 01 está ativo ou inativo; se a função estiver ativa o sistema deve seguir para o bloco condicional “Ler Sinal Analógico”.

Ler Sinal Analógico – é programado para fazer as leituras do sinal da entrada AI_01 interligada ao POTENCIÔMETRO 01.

Manual Auto - É um bloco condicional que avalia se a CHAVE 01 está na posição Automático (Direita no Painel), iniciando o ciclo da partida do motor para as condições automáticas de operação; se a CHAVE 01 estiver na posição Manual (Esquerda no Painel) o ciclo inicia para seleção de acionamento local ou remoto.

Desliga Sinaleiro Automático – Desliga o Sinaleiro Azul que indica o estado de condição de automática de operação.

Local Remoto – Determina por qual tipo de controle vai ser usado para realizar o acionamento manual. A ativação dele é feita através do botão “LOCAL REMOTO” no supervisório, para essa malha ele deve estar selecionado na função Local.

Botão Desliga Painel– Verifica se o BOTÃO 02 está ativado no sistema. Quando a informação for verdadeira, significa que o botão está ativado e o curso da malha segue para o bloco LIGA VIA PAINEL, se estiver desativado, o curso segue para o RESET 1, retornando até que a condição se altere.

Reset 1 – Funciona como um loop de desliga geral somente dentro dos modos manuais de operação, onde retorna ao bloco de condição MANUAL AUTO para reavaliação das condições manual ou automático.

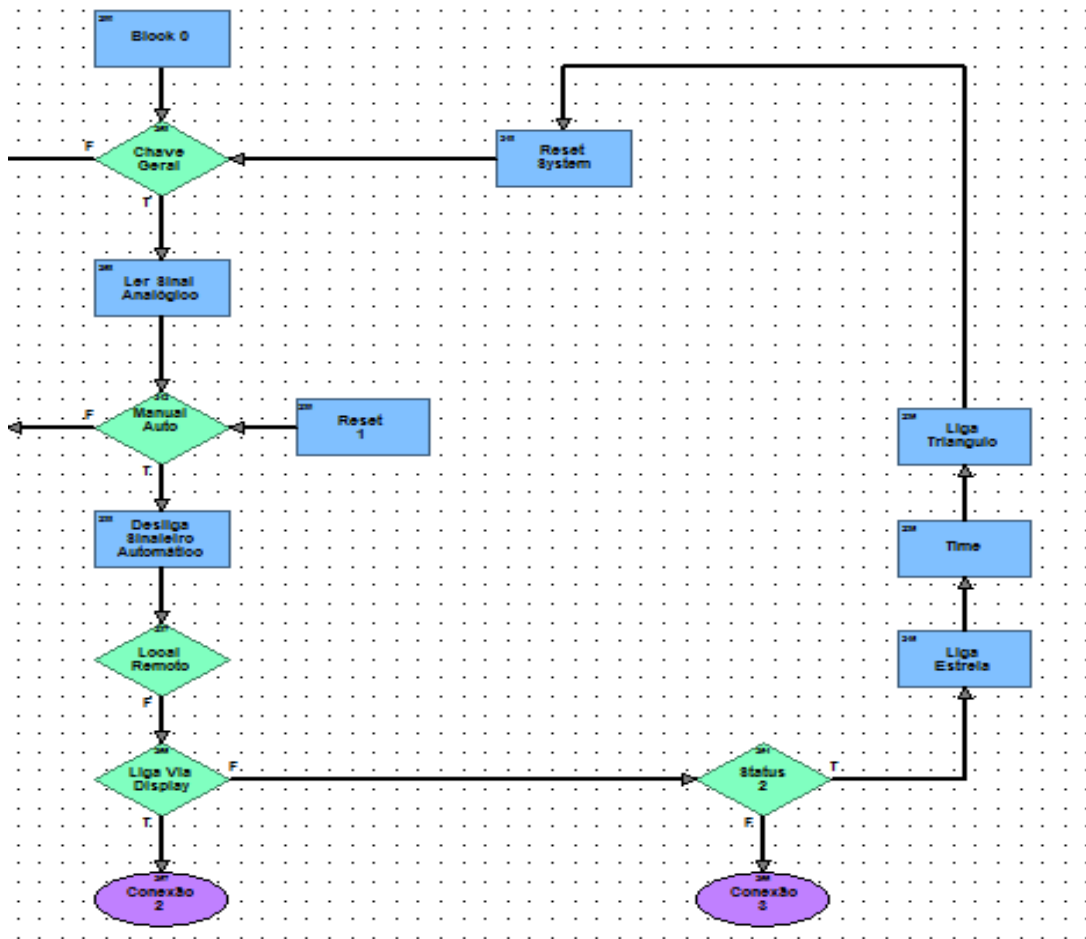
Liga Via Painel – Onde a partida é realizada ao acionar o BOTÃO 03 no painel. Se o botão não for acionado, o bloco direciona o sinal para o “Reset System”, caso contrário, ele direciona para o condicional STATUS.

Reset System – Aplica um Retardo no sistema.

Status 1 – Esse bloco tem a condição de analisar se o sistema está operando ou desligado. Se estiver operando, o bloco direciona o ciclo para o “Reset System”, não alterando o sistema. Se estiver desligado, o bloco direciona sua ação para dar a partida do motor permanecendo no loop de funcionamento desta malha até que seja definido outra situação no sistema.

Malha de acionamento remoto:

FIGURA A-12: MALHA DE ACIONAMENTO REMOTO



Especificações dos Blocos

Block 0 – Inicia a rotina.

Chave Geral – Avalia a condição da chave de emergência.

Ler Sinal Analógico – ler o sinal da entrada AI_01.

Manual Auto – para esta malha avalia se a CHAVE 01 está na posição Manual.

Desliga Sinaleiro Automático – Desliga o Sinaleiro Azul.

Local Remoto – checa se o botão “LOCAL REMOTO” no supervísório está na posição LOCAL, se negativo o loop segue para a próxima avaliação.

Liga Via Display– Verifica se o BOTÃO_LIGA está ativado no supervísório. Quando a informação for verdadeira, significa que o botão está ativado e o curso da

malha segue para o bloco “Status 2”, se estiver desativado, o curso segue para o “Conexão 2”.

Conexão 2 – Conecta o bloco “Liga Via Display” ao “Reset 1”.

Reset 1 – desliga os modos manuais de operação.

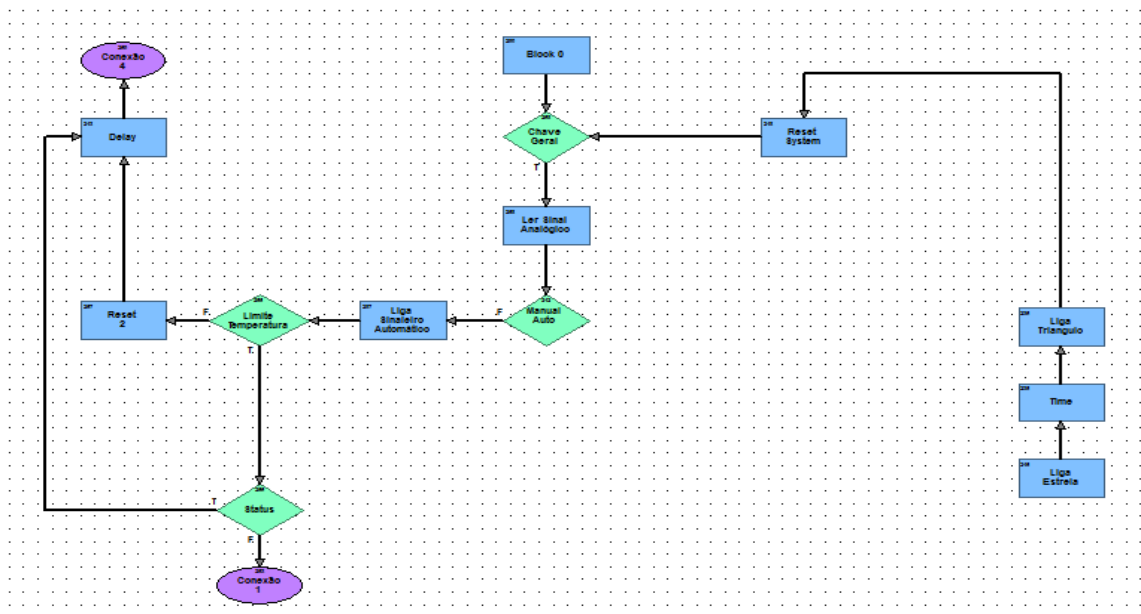
Status 2 – recebe o comando de ligar o equipamento, caso este não esteja em funcionamento o bloco manda ligar o motor seguindo pelo circuito de acionamento da Partida Estrela-Triângulo, senão direciona o sinal para o “Conexão 3”.

Conexão 3 – Conecta o bloco “Status 2” ao “Reset System”.

Reset System – Aplica um atraso no loop e continua a rotina no bloco “Chave Geral” encerrando o ciclo Liga Manual via Display.

Malha Automática:

FIGURA A-13: MALHA AUTOMÁTICO



Especificação dos Blocos

Block 0 – Inicia o loop de eventos.

Chave Geral – Avalia a condição da chave de Segurança.

Ler Sinal Analógico – ler o sinal analógico.

Manual Auto – para está malha avalia se a CHAVE 01 está na posição Automático (Para Direita do painel), em caso afirmativo o loop segue para o “Liga Sinaleiro Automático” dando início ao acionamento autônomo.

Liga Sinaleiro Automático – este bloco possui a ação programada de ligar o Sinaleiro Azul, indicador do status de opção automática ativada.

Limite Temperatura – O bloco faz uma análise do valor de leitura analógico realizado pelo sistema e comparando com valor programado para atuação das ações estabelecidas, o resultado dessa comparação determina a função a ser realizada nesta etapa. Se o sinal recebido for menor que o do o valor determinado na variável “Temp_Minimo, ele vai seguir para o bloco STATUS e liga o motor, caso seja maior, ele segue para o bloco RESET 2. Vale ressaltar que o valor medido é puramente analógico de um sinal emitido pelo modulo analógico atenuado pelo potenciômetro.

Reset 2 – O bloco atua como uma segurança do sistema, desligando as ações programadas no fluxograma de acionamento do motor, em seguida ele segue para o bloco DELAY, na sequência para o “Conexão 4”.

Conexão 4 – Conecta o bloco “Delay” ao “Reset System”.

Reset System – Oeste bloco por sua vez atua como já explicado em outras malhas.

Status – Esse bloco tem a condição de analisar se o sistema está operando ou desligado. Se estiver operando, o bloco direciona o ciclo para o “Delay”, não alterando o sistema. Se estiver desligado, o bloco direciona sua ação para o “Conexão 1” com objetivo de ligar o motor.

Conexão 1 – Conecta o bloco “Status” ao “Liga Estrela”. Ao conectar o bloco inicia o acionamento do motor e assim concluí-se as ações programadas dentro do loop de funcionamento de maneira automática.

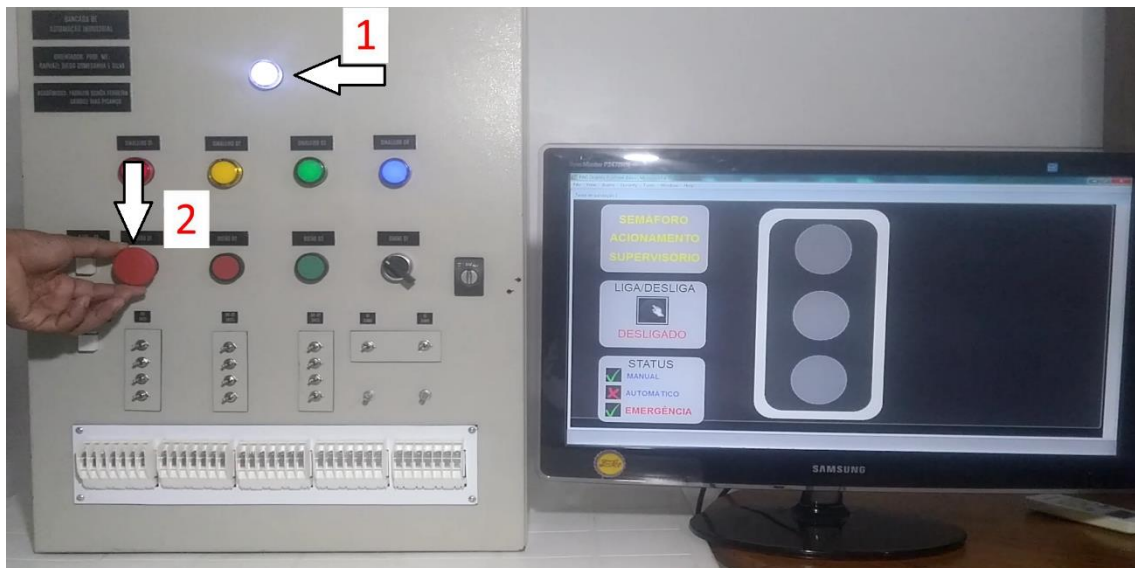
APÊNDICE B – DESENHOS ELÉTRICOS E CONSTRUTIVOS

1. TESTE DE VALIDAÇÃO I

A simulação de um semáforo representando a automação de um sistema de tráfego é observada nas imagens a seguir demonstrando os estágios de funcionamento.

1.1 FUNCIONAMENTO EM ESTADO DE ALERTA

FIGURA B-1: STATUS INICIAL DO SEMÁFORO

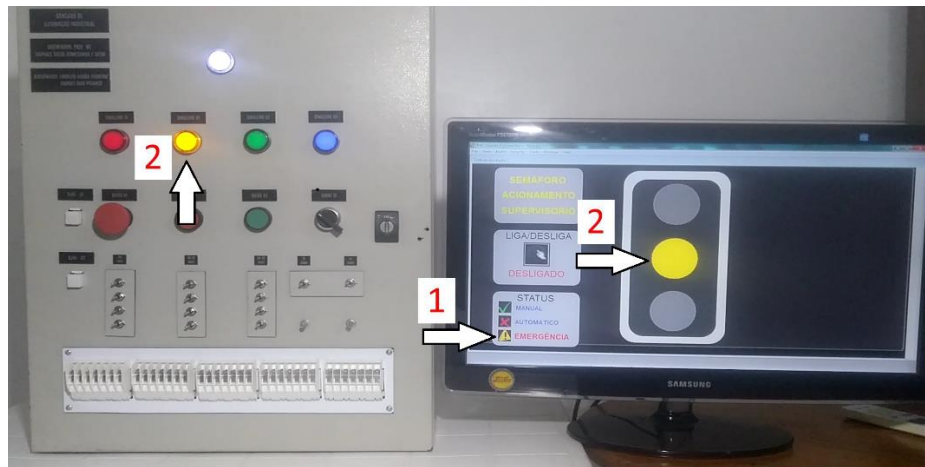


1 – Indica Painel Energizado.

2 – Botão de Emergência.

O sinalizador branco quando aceso indica que o painel está energizado, desta forma pode-se iniciar o teste do Sistema Semáforo demonstrando o funcionamento da função alerta, com a ativação do BOTÃO 01.

FIGURA B-2: STATUS DE ALERTA



1 – Indica Status de Emergencia ativado.

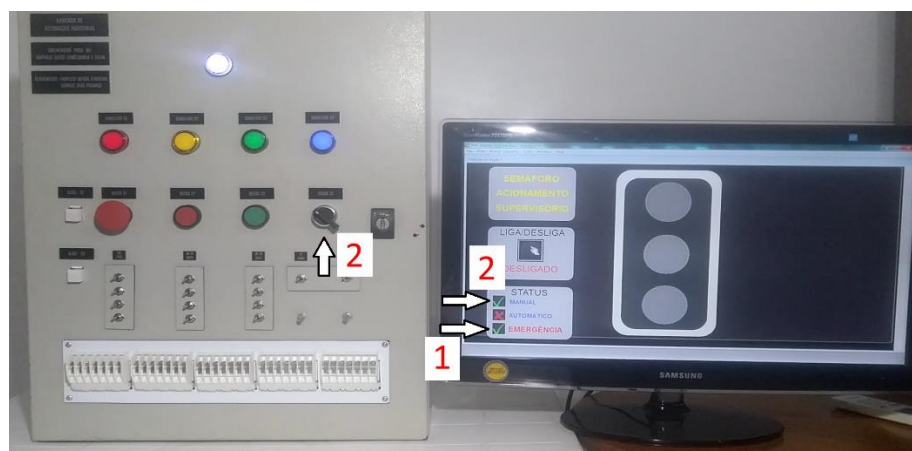
2 – Sinal luminoso de alerta ativado.

Verifica-se que no monitor o status do sistema se altera, demonstrando que a função emergência está ativada. O sinal amarelo no monitor e o SINALEIRO 02 no painel ficam intermitentes de acordo com a programação, e um sinal sonoro é emitido no supervisório.

Então desativa-se o botão de emergência e o sistema se se reestabelece desligando o semáforo e vontaldo para as condições iniciais.

1.2 FUNCIONAMENTO MANUAL

FIGURA B-3: STATUS INICIAL DE OPERAÇÃO MANUAL



1 – Indica Status de Emergencia desativado.

2 – Indica modo de operação manual ativado.

Selecionamos a CHAVE 01 para a esquerda deixando o sistema no status MANUAL para possibilitar o acionamento do semáforo.

FIGURA B-4: SINAL VERMELHO LIGADO

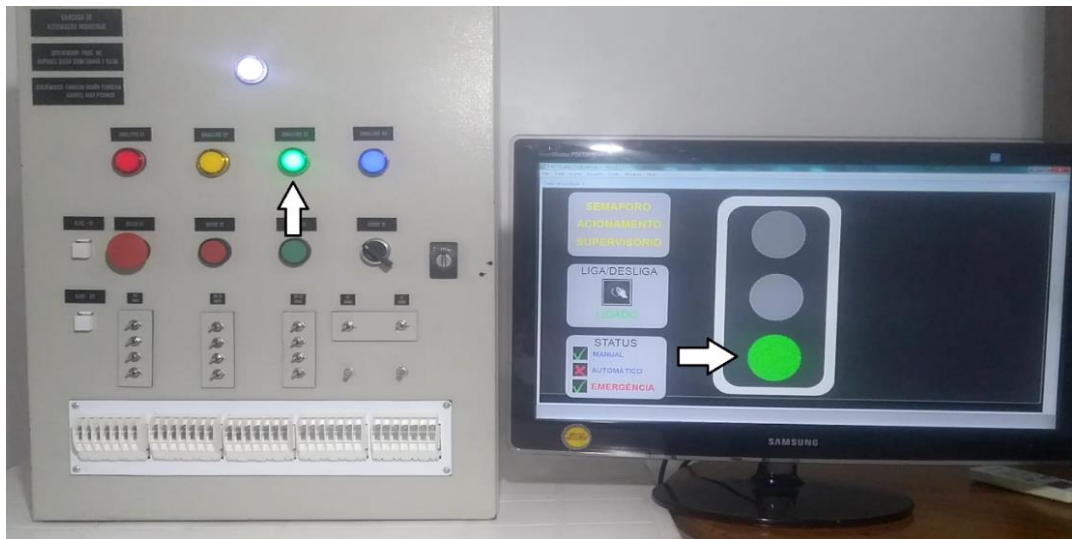


1 – Botão Liga/Desliga.

2 – Sinal de Pare ligado.

A partir desta mudança, o sistema é acionado pelo supervisor com a ativação do botão LIGA/DESLIGA, em seguida o sinal vermelho e o SINALEIRO 01 são ativados mostrando a iniciação do sistema.

FIGURA B-5: SINAL VERDE LIGADO



Após três segundos são ativados o sinal verde e o SINALEIRO 03 na cor verde da frontal do painel.

FIGURA B-6: SINAL AMARELO LIGADO



Aplica-se mais um delay de dois segundo no sistema e em seguida são ativados o sinal amarelo e o SINALEIRO 02, e na sequencia o programa entra encerra o loop do sinal voltado para o semáforo vermelho ligado.

FIGURA B-7: STATUS DE SEMÁFORO DESLIGADO



O desligamento do sistema é pelo acionamento do botão LIGA/DESLIGA no monitor novamente ou em caso de sinistros pela ativação do botão de Emergência.

1.2 FUNCIONAMENTO AUTOMÁTICO

FIGURA B-8: TELA INICIAL MODO AUTOMÁTICO



- 1 – Indica o Status de modo automático de operação.
- 2 – Indica Botão Liga/Desliga desativado.
- 3 – Sinal Vermelho Ligado.

Para mudar o Status do sistema para automático, selecionamos a CHAVE 01 para a direita, E no monitor verifica-se que o status é alterado para automático e a ativação do SINALEIRO 04 (Azul). Nota-se que o botão LIGA/DESLIGA fica

desativado, impossibilitando uma interação com o sistema por meio do supervisor. Logo se inicia o ciclo acendendo o sinal vermelho no monitor e SINALEIRO 01 no painel.

Então o ciclo segue pelos mesmos passos de quando é acionado pelo supervisor no status manual, acendendo o sinal verde e o SINALEIRO 03 após um delay aciona o sinal amarelo e o sinaleiro 02 como pode ser visualizado nas figuras abaixo.

FIGURA B-9: SINAL VERDE LIGAÇÃO AUTOMÁTICA



FIGURA B-10: SINAL AMARELO LIGAÇÃO AUTOMÁTICA



2. RESULTADO DO TESTE DE VALIDAÇÃO II

Demonstra o funcionamento de uma Partida Estrela-Triângulo representando a automação de um sistema industrial. A operação pode ser observada nas imagens a seguir dos estágios de funcionamento.

2.1 ESTADO DE EMERGÊNCIA

FIGURA B-11: TELA INICIAL DA PARTIDA ESTRELA-TRIÂNGULO

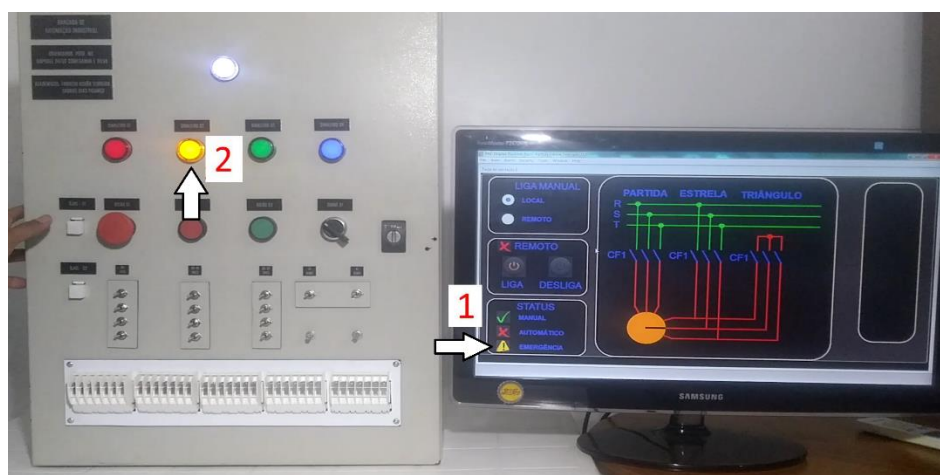


1 – Indica Painel Energizado.

2 – Botão de Emergência.

Inicia-se o teste demonstrando pelo sinalizador branco que o painel está energizado.

FIGURA B-12: SISTEMA EM ESTADO DE EMERGÊNCIA

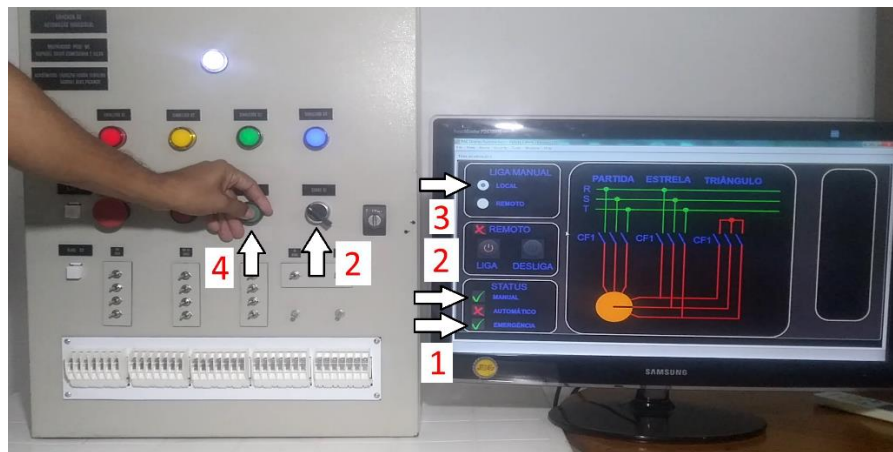


- 1 – Indica status de emergência.
- 2 – Sinal luminoso de Emergência.

A ativação da função Emergência é iniciada pressionando o BOTÃO 01 no painel, dessa forma o status Emergência fica ativado no monitor e o SINALEIRO 02 fica ligado.

2.2 FUNCIONAMENTO MODO MANUAL LOCAL

FIGURA B-13: TELA INICIAL MODO MANUAL LOCAL



- 1 – Indica status normal de operação.
- 2 – Indica modo manual de ativado.
- 3 – Indica Seleção de operação Local.
- 4 – Botão liga Local.
- 5 – Motor Desligado.

Verifica-se que a função emergência está desativada no monitor, então seleciona-se a CHAVE 01 para a esquerda colocando o sistema em modo manual, sendo visualizado no monitor esta função ativa. Em seguida é selecionado o modo de acionamento pelo monitor para a partida ser realizada pelo painel e por fim ativa-se o BOTÃO 03 (Liga) para dar início ao ciclo de acionamento.

FIGURA B-14: ACIONAMENTO ESTRELA



- 1 – Indica Equipamento Ligado.
- 2 – Indica acionamento estrela ligado.
- 3 – Indica circuito energizado.
- 4 – Indica circuito deserneizado.
- 5 – Motor Ligado.

A Figura B-14 mostra os status do supervisório no instante que o sistema está com a partida em estrela, sendo indicado o fechamento das chaves CF1 e CF3, que representam o contator principal e o contator estrela, podendo ser observado também os circuitos ligados na cor verde e os desligados na cor vermelha.

FIGURA B-15: ACIONAMENTO TRIÂNGULO



1 – Indica o contator CF2 fechado.

2 - Indica o contator CF3 aberto.

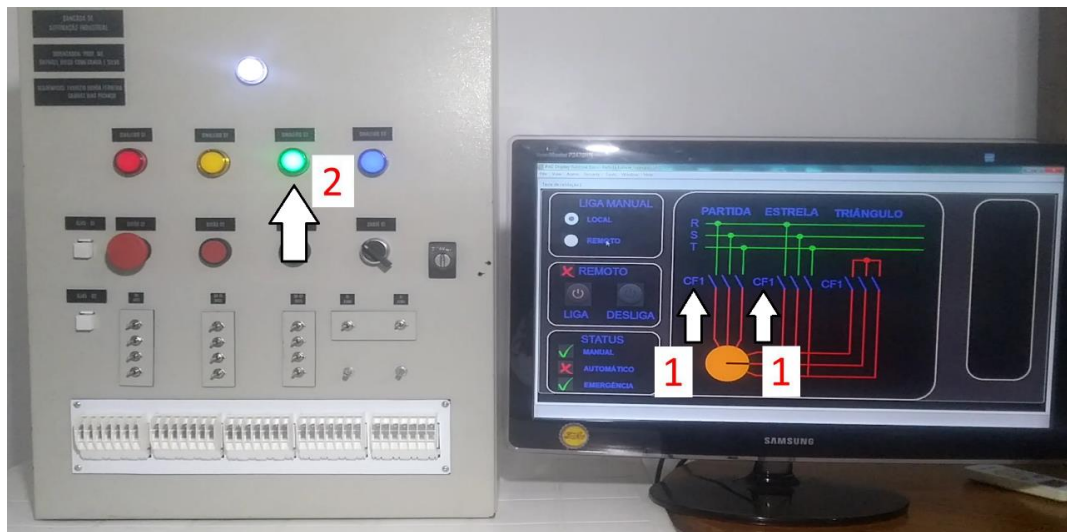
Em seguida após dois segundos abre a chave CF3 e fecha a segunda chave CF2, estabelecendo a partida por completo e deixando o motor ligado em triângulo.

FIGURA B-16: DESLIGA MANUAL LOCAL



A Figura B-15 mostra o acionamento do BOTÃO 02 (Desliga) que tem como função parar o funcionamento do motor.

FIGURA B-17: STATUS SISTEMA DESLIGADO



1 – Indica os contatores abertos.

2 - Indica equipamento desligado.

Os chaveamentos de força se abrem ao ser acionado o botão desliga, deliga o Sinaleiro Vermelho e liga verde para sinalizar que o sistema está parado.

2.2 FUNCIONAMENTO MODO MANUAL REMOTO

FIGURA B-18: TELA INICIAL MODO MANUAL REMOTO

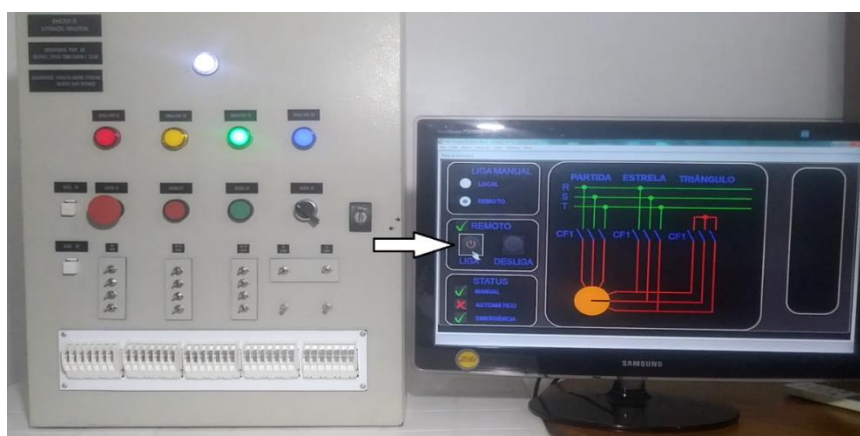


1 – Indica modo remoto selecionado.

2 - Indica botões Liga/desliga liberados.

Agora selecionamos o modo Remoto no monitor para executar a partida pelo supervisor. Nota-se que os botões LIGA e DESLIGA foram ativados para uso.

FIGURA B-19: ATIVANDO O BOTÃO LIGA MANUAL REMOTO



Aciona-se o botão LIGA para iniciar novamente o ciclo.

FIGURA B-20: ACIONAMENTO MODO MANUAL REMOTO



Com o botão acionado o vermelho acende, sinalizando que o sistema está em operação. A partir dessa fase o ciclo é automático e segue os mesmos passos do modo manual ate que o motor esteja ligado em regime permanente.

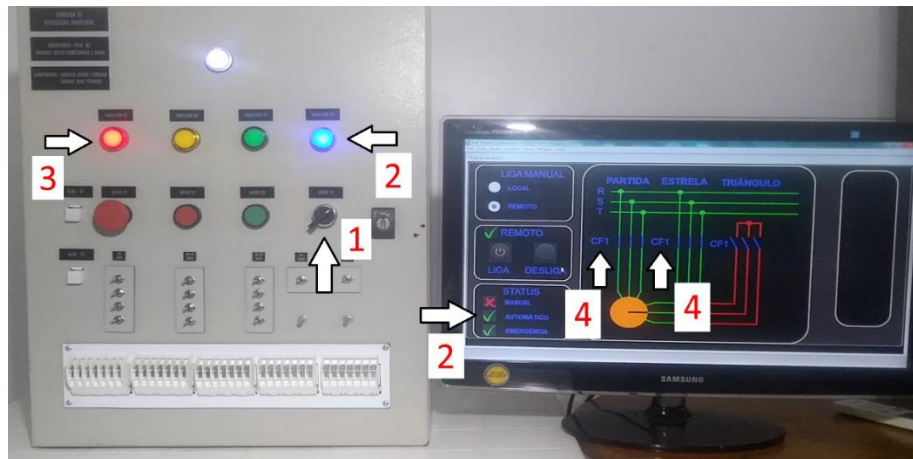
FIGURA B-21: DESLIGANDO PELO MODO MANUAL REMOTO



Com o botão DESLIGA acionado, o sistema para e retorna as condições iniciais de operação do modo remoto.

2.3 FUNCIONAMENTO MODO AUTOMÁTICO

FIGURA B-22: TELA INICIAL MODO AUTOMATICO



1 – Indica seleciona para modo automático de operação.

2 – Indica modo automático ativado.

Para deixar o sistema operando em modo automático, seleciona-se a CHAVE 01 para a direita, depois o sinaleiro 04 acende e no monitor o Status Automático é ativado.

FIGURA B-23: LIGA/ DESLIGA AUTOMATICO



O sistema nesse modo liga ou desliga ao ser variado a posição do POTENCIÔMETRO 01. Os demais passos de funcionamento são os já apresentados nos modos anteriores.

APÊNDICE C – DESENHOS ELÉTRICOS E CONSTRUTIVOS