

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA

ALINE DE PAULA MARTINS
EGON LAERTES SCHURT
FERNANDO SELENKO DE CARVALHO RAMOS

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE AUTOMAÇÃO DO
PROCESSO DE BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA
DA CERVEJARIA FLORESTA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2018

ALINE DE PAULA MARTINS
EGON LAERTES SCHURT
FERNANDO SELENKO DE CARVALHO RAMOS

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE AUTOMAÇÃO DO
PROCESSO DE BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA
DA CERVEJARIA FLORESTA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Engenheiro de Controle e Automação e Engenheiro Eletricista”

Orientador: Prof. Alexandre José Tuoto
Silveira Mello, Dr.

Coorientador: Ricardo Sales da Veiga, Me.

CURITIBA

2018

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Tanques do processo de brassagem, filtragem e fervura.	14
FIGURA 2	– Comandos manuais para controle do processo	15
FIGURA 3	– Tanques de Fermentação.	16
FIGURA 4	– Esquema simplificado das conexões dos tanques do processo.	17
FIGURA 5	– Diagrama funcional de um sistema de aquisição genérico.	22
FIGURA 6	– Portas de comunicação Termostato Digital <i>Novus</i> N321.	24
FIGURA 7	– Sensor de sólidos em suspensão.	25
FIGURA 8	– Sensor de turbidez nefelométricos.	26
FIGURA 9	– Sensor de turbidez absorção.	26
FIGURA 10	– Arquitetura de um instrumento virtual.	27
FIGURA 11	– Janelas <i>LabVIEW</i>	30
FIGURA 12	– Portas de comunicação do controlador PID <i>Novus</i> N1200	32
FIGURA 13	– IHM <i>Novus</i>	33
FIGURA 14	– Etapa Inicial	35
FIGURA 15	– Condições <i>OR / AND</i>	35
FIGURA 16	– Esquema de ligação resumido.	38
FIGURA 17	– Válvula globo com haste e volante ascendente.	41
FIGURA 18	– Válvula borboleta com corpo, disco e haste.	42
FIGURA 19	– Válvula esfera, com corpo, esfera e haste.	42
FIGURA 20	– Válvula solenoide.	44
FIGURA 21	– Planta modelo da cervejaria.	56
FIGURA 22	– Painel de Comando.	56
FIGURA 23	– Fluxograma exemplificando as conexões dos equipamentos.	57
FIGURA 24	– <i>Portal View</i> – Tela inicial do <i>TIA Portal V14</i>	60
FIGURA 25	– <i>Project View</i>	61
FIGURA 26	– Lista de <i>tags</i>	62
FIGURA 27	– Parte do programa.	63
FIGURA 28	– Lista de <i>tags</i> de entradas e saídas.	63
FIGURA 29	– Teste das entradas analógicas do CLP Siemens S7-1200	64
FIGURA 30	– Placa de sinal SB 1231	65
FIGURA 31	– Gerador de Pulsos.	65
FIGURA 32	– Configuração da aba <i>ethernet</i>	69
FIGURA 33	– Configuração do <i>Driver</i> MPROT.dll.	69
FIGURA 34	– Endereçamento dos Parâmetros.	70
FIGURA 35	– Tela Elipse.	70
FIGURA 36	– Configurações dos parâmetros do <i>Driver</i>	72
FIGURA 37	– Topologia do CLP.	73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	–	Cotação Valores <i>LabVIEW</i>	51
TABELA 2	–	Cotação Valores <i>NOVUS</i>	52
TABELA 3	–	Cotação Valores <i>Schneider</i>	53
TABELA 4	–	Cotação Valores <i>Siemens</i>	53

ESTUDO DA VIABILIDADE DE AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA DA CERVEJARIA FLORESTA

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 23 de novembro de 2018.

Prof. Antonio Carlos Pinho, Dr.
Coordenador de Curso
Engenharia Elétrica

Profa. Annemarle Gehrke Castagna, Ma.
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia Elétrica do DAELT

ORIENTAÇÃO

Prof. Alexandre Tuoto Mello, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

Eng. Ricardo Sales da Veiga, Me.
Cervejaria Floresta
Co-Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alexandre Tuoto Mello, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Luiz Gustavo Trevisan, Esp.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Eng. Ricardo Sales da Veiga, Me.
Cervejaria Floresta

Prof. Roberto Cesar Betini, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Vilma Ermenio Wirmond, Me.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SIGLAS

A.C.	Antes de Cristo
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
CLPs	Controladores Lógicos Programáveis
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
I/O	<i>Input/Output</i>
DAQ	Aquisição de Dados
AD	Analógicos-Digitais
ED	Entradas Digitais
SD	Saídas Sigitais
EA	Entradas Analógicas
SA	Saídas Analógicas
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
VCA	<i>Volts-Corrente Alternada</i>
A	Ampère
IHM	Interface Homem-Máquina
VI	Instrumentos Virtuais
PID	Proporcional integral derivativo
USB	<i>Universal Serial Bus.</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit.</i>
SPST	Um polo com acionamento único
CPU	<i>Central Process Unit.</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol.</i>
GRAF CET	<i>Grphe Fonctionnel de Commande, Étapes Transitions.</i>
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
SFC	<i>Sequential Function Chart.</i>
.vi	Extensão do arquivo com código-fonte do <i>LabVIEW</i>
VCC	Volt-Corrente Contínua
V	Volt
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Aquisition</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
DPS	Dispositivos Protetores de Surtos
<i>TIA Portal</i>	Totally Integrated Automation portal
<i>SCL</i>	<i>Structured Control Language</i>

Aos meus pais, Odete e Lauro, por todo suporte e orientação. Aos amigos, que me incentivaram incessantemente todos os dias, e ao Lucas por toda paciência, compreensão e carinho.(ALINE DE PAULA MARTINS)

Dedico este trabalho a Deus, aos amigos e colegas, a minha família, em memória de meu pai e em especial a minha mãe, que por tantas vezes foi mãe e pai. (EGON LAERTES SCHURT)

Primeiramente agradeço a Deus que iluminou meu caminho durante esta jornada. Aos meus pais e familiares pelas cobranças e inspiração. Aos amigos pelo apoio e ajuda. Ao professor Alexandre, pela orientação nesse trabalho. (FERNANDO SELENKO DE CARVALHO RAMOS)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial ao nosso orientador, Alexandre Tuoto Mello, pela disposição de responder e-mail mesmo às 22:30 de domingo, sem a sua orientação esse trabalho não teria se concretizado. Nosso coorientador, Ricardo Sales da Veiga e a Cervejaria Floresta pela disponibilidade do tema e suporte. A empresa Trix Engenharia Civil LTDA, que gentilmente cedeu materiais e equipamentos para montagem do modelo. Aos professores do DAELT por todo conhecimento transmitido, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Curitiba, pelo espaço cedido para realização desse trabalho e a todos os demais professores que de alguma forma contribuíram para a nossa formação, obrigada pelo conhecimento transmitido. Aos professores da banca examinadora, por terem dedicado seus tempos para avaliar e contribuir com o estudo. E a todos amigos e entes querido que nos ajudaram a superar a nós mesmos e aceitaram nossa ausência no tempo utilizado no desenvolvimento desse trabalho.

Não entre em pânico. (ADAMS, Douglas 1979).

RESUMO

MARTINS, Aline P. SCHURT, Egon L. RAMOS, Fernando S C. ESTUDO DA VIABILIDADE DE AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA DA CERVEJARIA FLORESTA. 155 f. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia de Controle e Automacao e Engenharia Eletrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

A automação dos principais processos de fabricação da cerveja artesanal é uma possível medida para garantir alta qualidade do produto e competitividade no mercado, permitindo que cervejeiros profissionais estejam aptos a fabricar um produto com controle de qualidade, eficiência e custo competitivo. O presente trabalho pormenoriza a implementação de uma planta modelo para a automação do processo de brasagem, filtragem e fervura para a cervejaria Floresta. Para isto, a partir de uma verificação de soluções preexistentes no mercado, foi realizada uma análise para aferir qual a melhor solução a ser aplicada à cervejaria Floresta, dando prioridade à análise de aspectos operacionais, manutenção e custos de implementação. Concluiu-se que para o caso em pauta, a utilização de um controlador lógico programável com um sistema supervisório apresenta mais vantagens em relação a outros sistemas. Para a montagem da planta modelo, foi programada apenas uma receita, que pode ser controlada tanto pelo painel de comandos quanto pelo sistema supervisório, pelo qual foram feitos testes de comunicação e funcionamento do equipamento.

Palavras-chave: Automação de Cervejaria. Monitoramento Remoto. PLC. Processos de Manufatura

ABSTRACT

MARTINS, Aline P; SCHURT, Egon L; RAMOS, Fernando S C. Viability Study of the Automation for the Mashing, Lautering and Boiling Process for the Floresta Brewery . 155 f. Trabalho de conclusão de curso – Automation and Control Engineering and Electrical Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

The automation of the main processes of craft beer production is a possible measure to ensure high quality products and competitiveness in the market, enabling professional brewers to craft a product with quality control, efficiency, and competitive cost. The present work details the implementation of a model plant for the automation of mashing, filtering and boiling processes to the brewery Floresta. For this purpose, after a review of existing solutions in the market, an analysis was performed to assess which is the best solution to be applied to the brewery Floresta, giving priority to the analysis of operational aspects, maintenance and deployment costs. It was concluded that, for the discussed case, the use of a programmable logic controller with a supervisory system presents more advantages in comparison with other systems. For mounting the plant model, only one recipe was programmed, which can be controlled by both control panel and supervisory system, wherein the latter underwent tests of communication and operation of the equipment.

Keywords: Brewery Automation. Remote Monitoring. PLC. Manufacturing processes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA	14
1.1.1 Delimitação do Tema	16
1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo Geral	19
1.3.2 Objetivos Específicos	19
1.4 JUSTIFICATIVA	19
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 INSTRUMENTAÇÃO	21
2.1.1 Aquisição de Dados	21
2.1.1.1 Sensor PT100	22
2.1.1.2 Termostato <i>Novus</i> N321	23
2.1.1.3 Sensor de Nível	24
2.1.1.4 Sensor de Turbidez	25
2.2 INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL	27
2.2.1 <i>LabVIEW</i>	29
2.2.2 Sistema supervisor SCADA	30
2.3 PROCESSAMENTO DIGITAL E CONTROLE DE SINAIS	31
2.3.1 Controlador PID	31
2.3.1.1 Controlador PID <i>Novus</i> N1200	32
2.3.2 CLP – Controlador Lógico programável	32
2.4 FERRAMENTAS DE MODELAGEM - <i>GRAFSET</i>	34
2.4.1 Conversão do <i>GRAFSET</i> para o <i>Ladder</i>	36
2.4.2 Conversão do <i>GRAFSET</i> para o <i>LabVIEW</i>	36
2.5 CONVERSOR DE FREQUÊNCIA	37
2.6 VÁLVULAS	38
2.6.1 Válvulas de Controle	40
2.6.1.1 Válvula de Movimento Linear	40
2.6.1.2 Válvula de Movimento Rotativo	41
2.6.2 Atuadores	43
2.6.2.1 Válvula Solenoide	43
3 CONSIDERAÇÕES DE PROJETO	45
3.1 <i>HARDWARES</i> ATUAIS	45
3.2 <i>HARDWARES</i> FUTUROS	46
3.2.1 Válvulas Solenóides	46
3.2.1.1 Atuador Elétrico	46
3.2.2 Chave de nível tipo chave boia	47
3.3 <i>SOFTWARE</i> FUTURO	47

3.3.1 Sistema supervisório	47
3.3.1.1 ScadaBR	48
3.3.1.2 HISCADA PRO	48
3.3.1.3 LAquis 4.1	48
3.3.1.4 Elipse E3	48
3.3.1.5 <i>LabVIEW</i>	49
3.4 I/O'S	49
3.4.1 APLICAÇÃO IMEDIATA	49
3.4.2 EXPANSÕES FUTURAS	49
3.4.3 Placas de aquisição para o <i>LabVIEW</i>	50
3.4.4 Cotação CLPs	52
3.5 FILOSOFIA DE PROJETO	53
4 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO	55
4.1 A PLANTA MODELO	55
4.2 PROJETO ELÉTRICO	57
4.3 MONTAGEM	59
4.4 LÓGICA DO PROCESSO	60
4.4.1 Entradas analógicas	64
4.4.2 Programação das Bombas	64
4.4.3 Caracterização dos estágios da automação	66
4.4.3.1 Processo de Produção	66
4.5 SISTEMA SUPERVISÓRIO	68
4.5.1 <i>Layout</i> do Sistema Supervisório e <i>Viewer</i>	68
4.5.2 Integração com o CLP	71
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
6 APÊNDICE A	75
7 APÊNDICE B	92
8 APÊNDICE C	109
9 APÊNDICE D	111
REFERÊNCIAS	152

1 INTRODUÇÃO

As primeiras receitas de bebida semelhante a cerveja, feitas a partir do processo de fermentação, datam de 7.000 antes de Cristo (A.C.) na região da Mesopotâmia. Também existem registros que alguns povos nômades cultivavam uma espécie primitiva de cereal, que pode ter sido utilizada para fazer um tipo preliminar de cerveja. Séculos depois, no antigo Egito foram produzidas bebidas a partir da fermentação de grãos produzidos na região. Nesses milhares de anos, a cultura cervejeira se disseminou pelo mundo e surgiram diversos tipos de cerveja, no entanto a definição de cerveja foi apenas oficializada através da lei alemã de pureza em 1516, onde se definiu a água, a cevada, o lúpulo e a levedura como ingredientes componentes da cerveja (HUGHES, 2016).

Até alguns anos atrás, o consumo de cerveja no Brasil era em geral de cervejas estilo *pilsen*. Esta preferência se deve ao fato de a maior parte do mercado ser dominado por poucas empresas produtoras de bebidas. Estas empresas focaram exclusivamente no estilo de custo reduzido, rápida produção, sabor leve e com baixo amargor, o que combina com o típico clima brasileiro, em que o calor colabora para a busca por uma bebida hidratante e refrescante (MADEIRA, 2015).

Mas na última década o mercado de cervejas artesanais no Brasil cresceu e segue a tendência de crescimento. As cervejas tradicionais irão continuar dominando a maior fatia do mercado, porém as cervejas artesanais terão uma participação mais significativa no percentual de consumo (CUNHA, 2011).

A produção de cerveja artesanal em geral apresenta um produto final de custo mais elevado em relação às cervejas já consolidadas, deixando-a menos competitiva em relação aos produtos disponíveis no mercado, e assim dificultando um maior crescimento no segmento. Dentre os aspectos que tornam o custo de produção maior, estão os ingredientes selecionados e o processo de produção.

Os cereais mais utilizados na fabricação de cervejas são a cevada, trigo e o centeio. Estes grãos são levados ao processo de malteação antes de serem comercializados. O processo de malteação consiste em molhar os grãos e ao iniciar a germinação, o grão é secado com ar quente para cessar a germinação. As cervejas que não são produzidas integralmente com grãos malteados, ditas cervejas não puro-malte, geralmente utilizam arroz e milho, que são mais baratos e deixam a cerveja leve, gasosa e com pouco sabor (HUGHES, 2016).

Para a produção de cervejas artesanais, a maioria das receitas utiliza sementes malteadas, que possuem um custo mais elevado, torra mais acentuada, menor oferta no mercado e possuem melhor qualidade. Além disso o processo de produção demanda mais tempo, controle e tem menor capacidade de produção. Geralmente o produtor deste tipo de cerveja possui orçamento limitado em relação às grandes empresas cervejeiras e tem dificuldades de fazer grandes investimentos na linha de produção.

Para a fabricação de uma cerveja de qualidade é necessário utilizar ingredientes de custo elevado, para compensar este custo, é necessário um processo de produção mais eficiente. Implementar a automação de processos reduz os custos e mantém a qualidade do produto em um patamar mais desejável (REINOLD, 2011).

1.1 TEMA



Figura 1: Tanques do processo de brassagem, filtragem e fervura.

Fonte: Autoria Própria.

Para este trabalho de conclusão de curso, será realizado um estudo em conjunto com a cervejaria Floresta, que recentemente iniciou sua operação. Dentre os equipamentos que compõem a produção estão: três tanques de 250 litros interligados por tubos, como visto na Figura 1, válvulas e bombas para o processo de brassagem, sendo que no primeiro tanque ocorre o processo de mosturação, no segundo a filtragem e no terceiro a fervura, cujo esquema pode ser visto na Figura 2. Além disto a cervejaria está equipada também com dois tanques fermentadores de parede dupla com capacidade de 500 litros resfriados à etilenoglicol, os quais podem ser vistos na Figura 3.

Ainda existem outros equipamentos como por exemplo rotuladores, mas que estão fora do escopo deste trabalho. A maioria dos equipamentos para a produção da cerveja Floresta são atualmente acionados e controlados manualmente, como pode ser visualizado

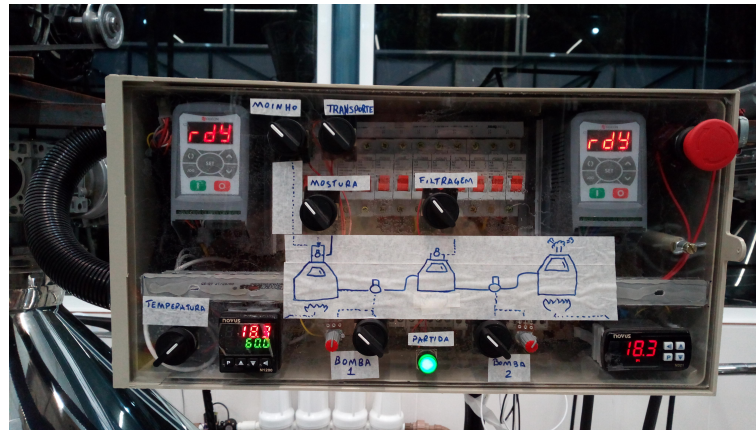


Figura 2: Comandos manuais para controle do processo
 Fonte: Autoria Própria.

na Figura 2, o usuário necessita manualmente ativar chaves para acionar processos de mostura e filtragem, inserir a temperatura nos controladores de temperatura e alterar as velocidades das bombas.

A cervejaria tem uma capacidade de produção de 1000 litros por lote, e devido à limitação da capacidade dos fermentadores, o processo de produção de cada lote dura aproximadamente 20 dias, com variações dependendo da receita.

O processo de produção implementado na cervejaria inicia-se com a quebra dos grãos utilizados na receita. Os grãos fracionados são levados ao equipamento de brassagem, que basicamente consiste na inserção de água filtrada e malte no primeiro tanque (mosturação) sendo aquecido por determinadas temperaturas e tempos, por meio de um fogareiro instalado na parte inferior do tanque. O fogareiro é alimentado por gás liquefeito de petróleo (GLP). O primeiro motorreductor aciona uma pá de aço inox que faz a circulação do mosto dentro do tanque, mantendo a mistura homogênea.

Após a mosturação, o mosto passa para o segundo tanque, onde será filtrado pelas duas bombas atuando em conjunto, em baixa velocidade, fazendo a recirculação do mosto, até que o líquido esteja limpo e claro. Do segundo tanque, o lúpulo é adicionado ao líquido e transferido para o terceiro tanque, acionando outro fogareiro e a segunda bomba de circulação. Após finalizado o processo de fervura, encerra-se o processo da brassagem.

O caldo é resfriado, ocorre a adição da levedura e a mistura é transferida aos tanques de fermentação, onde ficará em temperatura controlada por aproximadamente 20 dias. Finalizada a fermentação, a cerveja é engarrafada e transferida para uma sala com temperatura controlada para finalizar o processo de carbonatação da cerveja.



Figura 3: Tanques de Fermentação.
Fonte: Autoria Própria.

1.1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O principal processo da produção de cerveja é o processo da brassagem. A brassagem consiste no aquecimento dos grãos malteados moídos em água filtrada por faixas distintas de temperaturas em tempos específicos. Este processo promove a conversão dos amidos existentes nos grãos em açúcares fermentáveis que definirão as principais características da bebida, como percentual de álcool e gosto (PELLEGRIM C. C.; PROENÇA, 2016).

O processo convencional é realizado utilizando um fogareiro ou resistência elétrica associado a um termômetro analógico ou digital que é inserido junto ao mosto para controle de temperatura. O controle de tempo é realizado por relógio convencional. Após a brassagem, é realizada a filtragem, que elimina os grãos de malte e outras proteínas e

sedimentos em suspensão, reduzindo turvações e formando um líquido de melhor aparência e estabilidade.

Ao atingir o nível desejado pela receita, adiciona-se os lúpulos e leva-se a ferver. Durante este processo o aroma e sabor dos lúpulos são agregados as características da cerveja. Além disto, são eliminadas proteínas geradas no processo de brassagem que são indesejáveis durante o processo. Estes processos são realizados manualmente, abrindo cada válvula no caminho para onde o líquido deverá passar, e ligando-se as bombas, para assim empurrar o líquido de uma tina à outra. Um esquema simplificado da planta é mostrado na Figura 4, onde se observa os caminhos por onde o líquido pode passar, as válvulas (e.g. A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N e O) que bloqueiam os caminhos e as duas bombas utilizadas no processo.

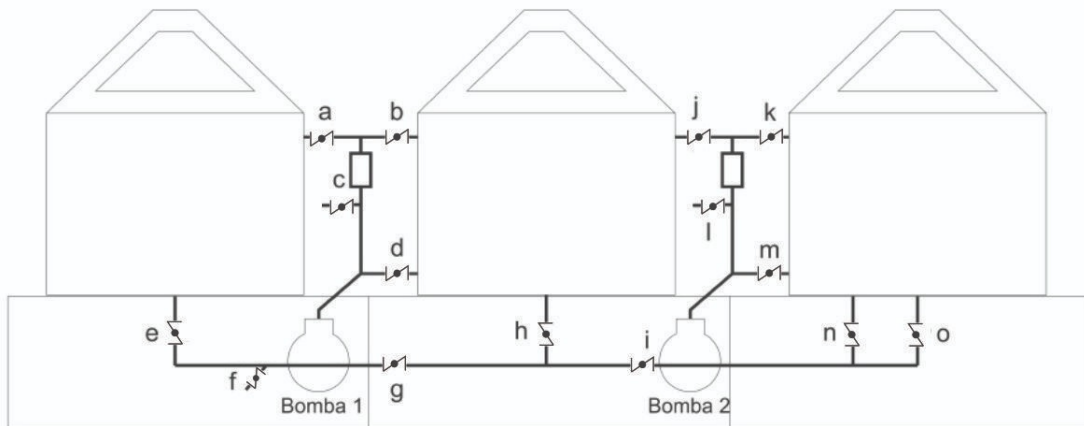


Figura 4: Esquema simplificado das conexões dos tanques do processo.

Fonte: Autoria Própria.

A automação e controle deste processo contribui para uma produção de maior qualidade, maior eficiência e padronização das cervejas produzidas. Na indústria existem diferentes soluções que podem ser implementadas para uso neste processo. Um exemplo seriam microcontroladores, que demandam muito tempo de desenvolvimento e pesquisa. Outro exemplo são os controladores lógicos programáveis (CLPs), que possuem grande variedade de fornecedores e modelos, são mais custosos em relação aos microcontroladores e, neste caso, necessitam da implementação de um sistema de supervisão.

Para atender as demandas de custo benefício, em um primeiro momento, foi optado a utilização do *Software Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench* (LabVIEW), da empresa *National Instruments*. O *LabVIEW* é um *Software* que permite desenvolver aplicações para testes, medição e controle, além de apresentar vantagens

como ambiente de programação simplificada, integração de *Hardware* obtendo leitura de dados consistentes, visualizações de resultados em tempo real em interfaces configuráveis, permitindo ainda desenvolvimento de algoritmos e análise de dados e processamentos de sinais (REGAZZI, 2005).

Em teoria a solução oferecida pelo *Software* atende as demandas necessárias para a operação de pequenas cervejarias, sem a necessidade de grandes investimentos em *Hardware*, havendo a necessidade apenas de um computador para fazer o controle do processo com flexibilidade de alterações no processo de produção e módulos de *input/output* (I/O) adaptados para uso com o *LabVIEW*.

1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

Visando melhorar a competitividade e a qualidade de seus produtos em relação a outras cervejarias, a cervejaria Floresta busca melhorar seu processo de produção, sem comprometer seu orçamento com grandes investimentos financeiros em sistemas supervisórios ou *Hardware*, entretanto é obrigatório atender os rígidos parâmetros de qualidade e controle sanitário que serão estabelecidos para seus produtos.

Para manter o nível de qualidade da cerveja, o processo de brassagem deve ser preciso, sem grandes oscilações na temperatura durante as rampas e não se deve extrapolar o limite de tempo de cada rampa. Alterações de poucos graus podem acarretar em características totalmente indesejáveis ao produto final e até mesmo comprometer todo o lote.

A automação do processo reduz a necessidade de supervisão, interação e tomada de decisão humana, evitando erros, contaminações do produto, aumentando a segurança do operador e garantindo a padronização de uma receita, garantindo assim que não importa quantas vezes a receita seja reproduzida, o processo de brassagem será o mesmo (REINOLD, 2007). Além disto, outra vantagem é a possibilidade de coleta e análise de dados da produção para controle de produção, gerando relatórios que garantem a qualidade e padrão das receitas produzidas.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal do presente documento é levantar a viabilidade para automação dos processos de Brassagem, filtragem e fervura para a planta existente na cervejaria Floresta.

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a viabilidade técnica da implementação de um sistema de automação utilizando as ferramentas como o CLP ou *Software LabVIEW*, integrado aos equipamentos já existentes, para os processos de brassagem, filtragem e fervura na cervejaria Floresta, sendo que estes processos são os mais importantes e mais susceptíveis a falhas e erros durante a fabricação de cerveja.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Objetivo 1. Realizar levantamento técnico dos equipamentos que compõem os processos que serão automatizados.
- Objetivo 2. Confirmar a compatibilidade dos equipamentos e o sistema de automação.
- Objetivo 3. Montar diagrama lógico do processo de fabricação da cervejaria Floresta.
- Objetivo 4. Construir um algoritmo que simula o processo de produção dos tanques que serão automatizados.
- Objetivo 5. Desenvolver a automação do processo de brassagem.
- Objetivo 6. Desenvolver a automação do processo de filtragem.
- Objetivo 7. Desenvolver a automação do processo de fervura.
- Objetivo 8. Construir um sistema de memória que permita salvar os parâmetros para a produção de cada estilo de cerveja produzido.

1.4 JUSTIFICATIVA

A automação de processos comprovadamente traz inúmeros benefícios para a maioria das empresas nos mais diversos segmentos. O foco deste trabalho de conclusão de curso é analisar a viabilidade de automação do sistema com as funcionalidades que ferramentas como os CLPs ou *Software LabVIEW* trazem para soluções em automação de processos sem necessidade de grandes investimentos, sendo o parceiro ideal para realizar a automação de linhas de produção em pequenas e médias empresas, trazendo maior competitividade, qualidade, flexibilidade, confiabilidade e redução de custos (REINOLD, 2007). Além disto, na indústria encontramos diversos equipamentos de fabricantes com

tecnologias diferentes, sendo que nem sempre estes equipamentos são compatíveis, deste modo os CLPs e o *Software LabVIEW* inserem mais opções para soluções de problemas no mundo profissional.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para um desenvolvimento adequado, é imprescindível conhecer todo o processo de fabricação da cervejaria. Entretanto, como a cervejaria Floresta iniciou sua operação recentemente, ainda podem ocorrer alterações em alguns dos passos da operação. Para maximizar o tempo, há uma participação ativa da equipe junto ao início da produção.

Em paralelo, serão estudadas novas soluções empregadas em automação, como pesquisa junto a fornecedores de equipamentos para garantir a compatibilidade, livros, páginas da web e visitas técnicas as outras cervejarias da região.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho de conclusão de curso será dividido em 9 capítulos e referências, sendo o primeiro a introdução e descrição do tema. O capítulo 2, será composto pelo desenvolvimento teórico em relação ao funcionamento do processo de automação que será aplicado. O terceiro capítulo compreenderá as considerações de projeto. O quarto capítulo será dedicado ao desenvolvimento, modelagem e simulação. O capítulo 5 conta com a conclusão, considerações finais e sugestões de futuros projetos. Os demais capítulos são destinados a apêndices e referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção do trabalho apresenta-se um panorama sobre como será feito o desenvolvimento do projeto, baseando-se especificamente na construção de um referencial teórico, que cobre os materiais de pesquisa necessários para aferir a situação da cervejaria.

2.1 INSTRUMENTAÇÃO

Instrumentação está relacionada ao processo desempenhado por instrumentos, ou seja, dispositivos que coletam determinados dados e os convertem em uma forma que pode ser exibida ao usuário. A automação do sistema depende da programação, mas não exclusivamente, pois é necessária a interação entre o meio físico e o virtual. Esta interação é necessária para trazer as informações do meio físico. O *Software* não pertence ao meio físico, não pode ser tocado, mas é armazenado em equipamentos físicos chamados de *Hardware*. O *Software* de modo geral é um programa de computador que recebe dados, processa a informação e retorna uma informação de saída. O termo *Hardware* será utilizado para fazer referência a todos os dispositivos físicos usados no processamento da informação. Estenderemos este termo também como referência aos equipamentos usados para fazer a coleta das informações. Alguns exemplos de equipamentos que estão dentro desta definição são microcomputadores, periféricos, memórias, dispositivos de entradas e saídas e sensores.

2.1.1 AQUISIÇÃO DE DADOS

A aquisição de dados (*DAQ*) é a leitura de um fenômeno físico interpretado por um *Hardware* e transformado em um sinal elétrico, que é convertido de modo que possa ser interpretado, processado, analisado e armazenado em um dispositivo (GRANDO, 2013). Um diagrama de um sistema *DAQ* é visualizado na Figura 5, em que um fenômeno físico é verificado e os transdutores o fornecem um sinal elétrico de acordo com o fenômeno. O condicionamento de sinal permite que este sinal seja medido pelo equipamento de medição e após a medição, ocorra o processamento, análise e armazenamento da informação no computador.

Sensores e transdutores são equipamentos que fazem a leitura do fenômeno físico, o elo de ligação entre o mundo físico e o virtual. Estes dispositivos fazem a leitura de fenômenos físicos como temperatura, vazão, pressão, entre outros, e convertem a leitura



Figura 5: Diagrama funcional de um sistema de aquisição genérico.

Fonte: (SERRANO, 2004).

destas informações em grandezas elétricas, como tensões e correntes, de modo que seja possível a medição destas informações pelo sistema (GRANDO, 2013).

Mesmo após as informações serem emitidas pelos sensores, elas ainda não estão prontas para serem utilizadas. Estas informações precisam ser lapidadas, condicionando para a correta interpretação das informações. Uma das formas de realizar o condicionamento de sinais é com a utilização de conversores analógicos-digitais (AD).

Sinais analógicos são as leituras de grandezas reais que variam continuamente em amplitude no tempo. Um sinal analógico possui infinitos valores em um intervalo. Já os sinais digitais possuem um número limitado de valores na amplitude, sendo geralmente apenas dois valores, por exemplo 0 e 1. Sinais digitais são discretos no tempo e na amplitude, sendo que correspondem apenas a parte da informação do sinal analógico (BEZERRA, 2008).

Mais importante do que fazer a correta leitura dos sinais é a correta medição deles. Para fazer uma correta leitura e interpretação do sinal, existem equipamentos de medição que atuam como interface entre o computador e os sinais externos, tornando possível a análise e manipulação destas informações. Este equipamento pode ser uma placa de inserção interna do computador ou algum módulo de conectividade externo. As placas possuem diversas portas I/O's, de entradas digitais (ED), saídas digitais (SD), entradas analógicas (EA) e saídas analógicas (SA). Já o *Software* controla todas as operações, permite a visualização e manipulação de informações, realiza seu processamento, além de permitir o armazenamento de dados.

2.1.1.1 SENSOR PT100

Os sensores PT100 são termoresistências cujo o princípio de funcionamento ocorre na alteração da resistência elétrica de acordo com a variação da temperatura. De acordo com a norma IEC 60751, a variação média da resistência entre 0 e 100 °C tem coeficiente de 0,385/°C. Em 0° C a resistência do sensor é de 100 Ω e em 100° C é de 138,5 Ω (NOVUS, 2008).

2.1.1.2 TERMOSTATO *NOVUS* N321

Este termostato possui uma saída de controle do tipo relé com contatos do tipo normalmente aberto (NA), normalmente fechado (NF) e comum, sendo a suportabilidade dos relés de saída 250 volts-corrente alternada (VCA) e 10 ampères (A). Além disto o N321 possui interface RS485. Para um diagrama de conexões mais detalhado observe a Figura 6, que mostra as portas 1, 2 e 3 são dedicadas a saída de controle de temperatura, as portas 5 e 6 são utilizadas para alimentação do equipamento, as portas 6, 7 e 8 são destinadas para interface RS485 e as portas 12 e 13 são conectadas ao sensor de temperatura presente no tanque.

A norma TIA/EIA-485, mais conhecida como RS485, define um esquema de transmissão serial de dados em longas distâncias em ambientes ruidosos. Esta norma não define qual o protocolo de enlace a ser utilizado para a comunicação dos dados, sendo que os protocolos de enlace mais utilizados são o *Modbus* e o *Profibus*, mas pode ser utilizado para transmissão de diversos outros protocolos.

O RS485 utiliza linhas diferenciais para comunicação com 32 “unidades de carga”. Um dispositivo transmissor/receptor, normalmente corresponde a uma “unidade de carga”, o que faz com que seja possível comunicar com até 32 dispositivos. Entretanto, existem dispositivos que consomem frações de unidade de carga, o que aumenta o máximo número de dispositivos a serem interligados. Através de um par de fios trançados, cada dispositivo transmite e recebe dados, sendo que apenas um dispositivo pode transmitir informação por vez, por isto a transmissão ocorre apenas nos momentos em que há a necessidade de comunicação, no resto do tempo permanece sem comunicação de modo a permitir que outros dispositivos transmitam dados.

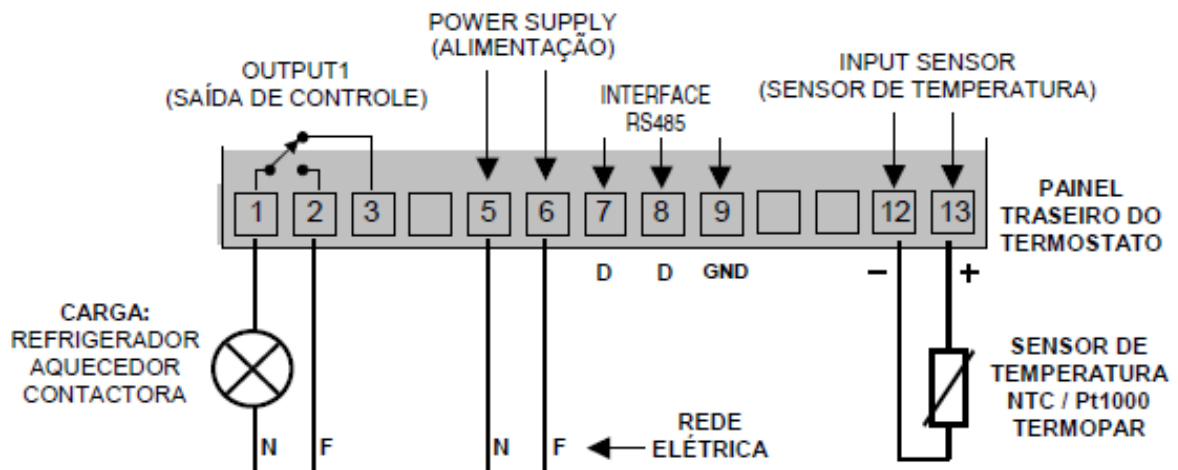


Figura 6: Portas de comunicação Termostato Digital Novus N321.

Fonte: (NOVUS, 2009).

É possível ajustar informações como ajuste de *setpoint*, programação de parâmetros e realizar a calibração. Estas informações estão no catálogo do N321 e podem ser encontradas no site (NOVUS, 2009).

2.1.1.3 SENSOR DE NÍVEL

Sensores de nível são dispositivos de medição líquidos e sólidos dentro de um recipiente. Os sensores podem ser divididos em sensores discretos e contínuos. Sensores de nível discretos possuem dois estágios, inferior ao nível e igual ou superior ao nível. Um exemplo deste sensor de nível é a chave-bóia. Quando o nível de água está abaixo da chave-bóia, a chave libera a entrada de líquido; Quando a chave, o sistema para de ser alimentado. Mesmo que por algum motivo externo o líquido esteja a um nível superior da chave, ele irá liberar a entrada de água até que o nível esteja novamente abaixo dele.

Sensores de nível contínuos são usualmente sensores ultrassônicos ou tipo radar, que emitem pulsos de ultrassom e o sensor capta o retorno do pulso. Deste modo o sensor não entra em contato com o material medido, mas consegue excelente precisão e controle de nível variado. Geralmente para a saída deste sensor é utilizada uma saída analógica proporcional de 4 a 20 mA. Outro tipo de sensor contínuo é o sensor de pressão hidrostático. Este sensor é inserido em um líquido até determinada profundidade. A pressão que o líquido exerce sobre ele, gera uma pressão interna que é convertido na distância do nível até o sensor (NIVETEC, 2017). Também é possível utilizar o sensor

tipo fita *eTape*, sendo este um sensor de nível de estado sólido contínuo multinível. Este sensor é inserido na parte interna do reservatório e fixado na superfície lateral. O líquido fornece uma pressão na fita que altera sua resistência. Esta resistência é a saída do sensor, em que a resistividade é inversamente proporcional ao nível do líquido. Quanto maior a resistência de saída, menor o nível do líquido (MILONE, 2017).

2.1.1.4 SENSOR DE TURBIDEZ

Sensores de turbidez ou sensores de sólidos em suspensão são sensores capazes de coletar dados referentes aos sedimentos presentes no meio e transmitem um sinal elétrico analógico, podendo ser de 0 a 10 V, ou de 4 a 20 mA. Os sensores de sólidos em suspensão utilizam método da luz difusa com um LED e dois detectores de luz posicionados a 90° e 135° . A luz incide nas partículas suspensas e reflete nos detectores, que calcula a quantidade de sólidos estão presentes no meio. A Figura 7 exemplifica graficamente como o sensor funciona com a representação do LED, a reflexão da luz nos sólidos suspensos e a recepção da luz refletida nos detectores de luz.

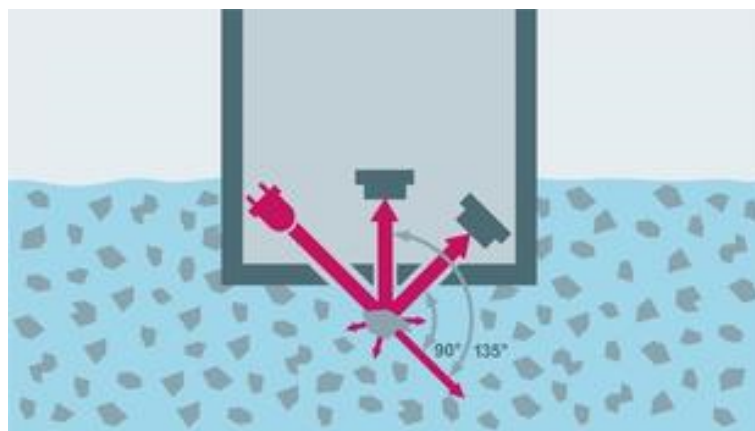


Figura 7: Sensor de sólidos em suspensão.

Fonte: (ENDRESS HAUSER CONTROLE E AUTOMAÇÃO LTDA, 2003).

Os sensores de turbidez nefelométricos possuem um LED emissor de luz com ângulo de 90° do detector de luz. Quando a luz difusa no meio é recebido pelo detector, é convertido em um sinal elétrico. A Figura 8 exemplifica graficamente como o sensor funciona, com a representação do LED, a reflexão da luz nos sólidos suspensos e a recepção da luz refletida nos detectores de luz.

Os sensores de turbidez também podem ser do tipo absorção, cujo desenho é exemplificado na Figura 9, com a representação do LED, a reflexão da luz nos sólidos suspensos e a recepção da luz refletida nos detectores de luz. Este sensor consiste em que

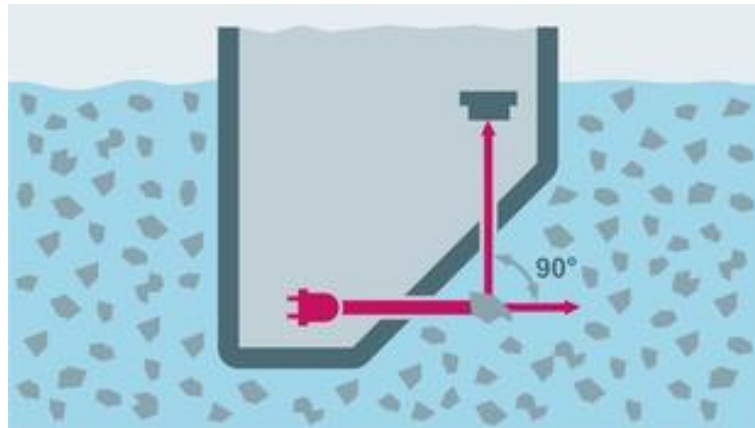


Figura 8: Sensor de turbidez nefelométricos.

Fonte: (ENDRESS HAUSER CONTROLE E AUTOMAÇÃO LTDA, 2003).

o emissor de luz está em 180° com o detector e entre ambos há a presença do meio.

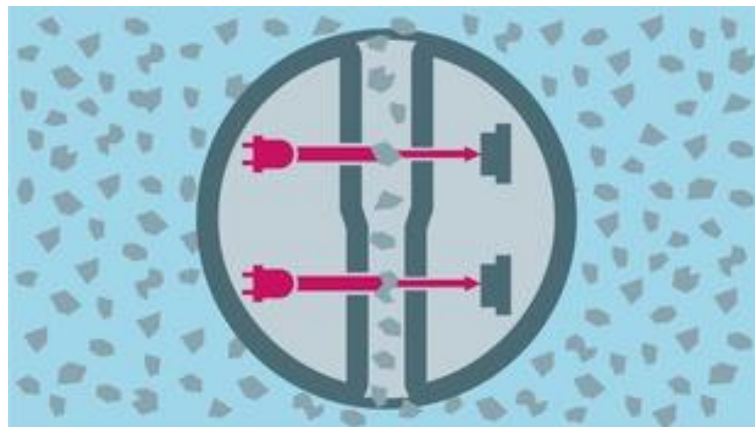


Figura 9: Sensor de turbidez absorção.

Fonte: (ENDRESS HAUSER CONTROLE E AUTOMAÇÃO LTDA, 2003).

2.2 INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL

No início, o processo de instrumentação era limitado essencialmente ao uso de *Hardware* de coleta de dados, e portanto tinham aplicação limitada por suas características físicas. Com o advento da instrumentação virtual, que abrange um campo altamente interdisciplinar, uma vez que combina o uso de *Hardware* de coleta de dados, tecnologias comerciais de amplo uso, como o computador pessoal, e tecnologias flexíveis de programação de *Softwares* visando criar instrumentos sofisticados para aquisição, controle e monitoramento de diversas aplicações (SUREKHA, 2007), tornou-se possível a criação de sistemas personalizados para atender uma demanda específica de medições próprias, representando uma verdadeira revolução no campo da instrumentação.

Os novos sistemas usam os *Hardware* de coleta de dados para incorporar elementos sensíveis à detecção de mudanças nas condições dos elementos sob teste. Tais sensores são controlados e operados por *Softwares*, pelos computadores. Deste modo, uma grande variedade de instrumentos, desenhados especificamente como controles computadorizados, foram desenvolvidas (SUREKHA, 2007). Uma das vantagens de ter um programa executado por computador é que o operador terá acesso ao controlador por meio de uma interface gráfica, que pode possuir botões, painéis, chaves e mostradores, e podem ser controlados diretamente pelo mouse do operador, sem a necessidade de se deslocar até os diversos locais onde estes equipamentos estão fisicamente posicionados. Segundo Sumathi e Surekha, 2007, a arquitetura da instrumentação virtual pode ser ilustrada pelos seguintes elementos como mostrado na Figura 10.

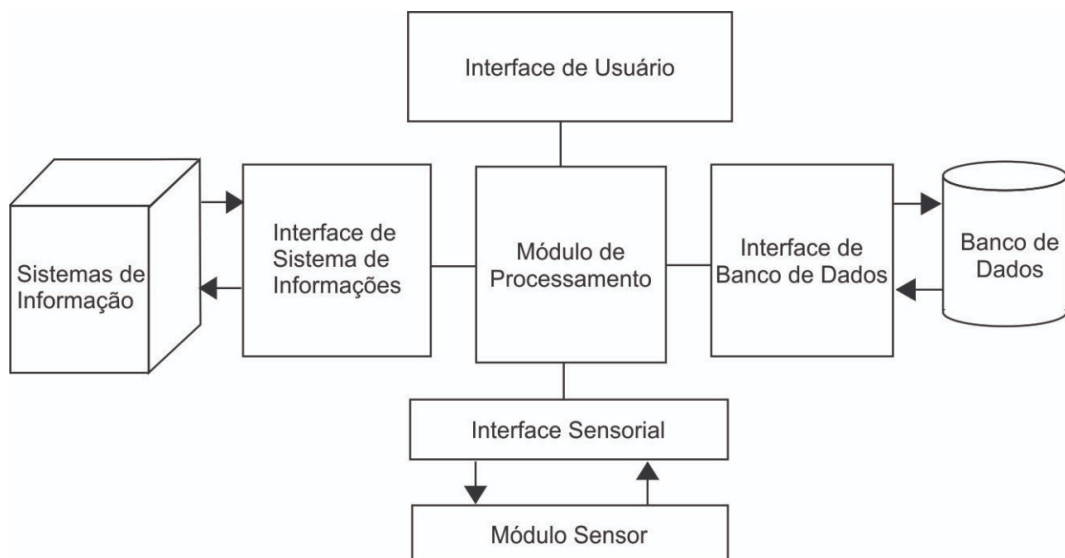


Figura 10: Arquitetura de um instrumento virtual.
 Fonte: (SUREKHA, 2007) - Adaptado para o português.

- Módulo de sensores: Responsável pela captura de dados e subsequente transformação de tais dados para um sinal que pode ser captado pela interface;
- Interface sensorial: Responsável pela captura do sinal emitido pelo módulo de sensor e aplicação de um protocolo de comunicação para envio ao dispositivo computacional;
- Módulo de processamento: Responsável por executar as funções de processamento, essencialmente analítico (ou seja, dentro de parâmetros predefinidos para que o resultado esteja em conformidade com tais parâmetros);
- Módulo/Interface de banco de dados: Responsável pelo armazenamento de informações coletadas e calculadas, permitindo, por exemplo, processamento *off-line* dentre outras funcionalidades;
- Interface de Sistema de informações: Permite a criação de painéis informativos, alarmes em tempo real e avisos preventivos quanto aos eventos ocorrendo no sistema. Comumente, essas interfaces permitem a comunicação cruzada entre diversos equipamentos, permitindo assim que um sistema seja acessado de diversos locais simultaneamente; e

- Interface de usuário: Responsável pela exibição de informações e controle pelo usuário do instrumento. Tais interfaces podem ser:
 - Terminais: Interface Homem-Máquina (IHM) puramente textual, a qual é vantajoso por exigir menos recurso de processamento;
 - Gráficos: IHM mais intuitiva, vantajosa por ser mais acessível;
 - Multimodais: Combinação de modalidades de IHM, como a gráfica e a sonora;
 - Ambientes virtuais/realidade aumentada: IHM idealizada pelas tecnologias atualmente em desenvolvimento.

2.2.1 LABVIEW

O *LabVIEW*, cuja primeira versão foi criada em 1986 e continua sendo desenvolvida pela *National Instruments*, oferece um ambiente gráfico de desenvolvimento por meio de uma linguagem gráfica de programação conhecida como “G”. A linguagem G é uma ferramenta de programação gráfica, altamente produtiva para a construção de sistemas de aquisição de dados, instrumentação e controle, entre outras aplicações (REGAZZI ROGÉRIO DIAS; PREIRA, 2005).

A partir deste ambiente gráfico de programação, instrumentos virtuais (VIs) podem ser criados com recursos semelhantes aos instrumentos físicos. O uso da linguagem G compreende recursos como gráficos e diagramas de forma que os códigos de programação se encontram em blocos, que podem ser aproveitados em outros aplicativos (TRAUTMANN, 2011). Este processo facilita a interpretação de dados. Cada interface VI possui funções que manipulam os dados de entrada pela interface do usuário. As VIs possuem três principais componentes, que podem ser vistas na Figura 11.

- O painel frontal, que possui interface interativa de usuário, com aspectos visuais que imitam instrumentos físicos como osciloscópios e multímetros;
- O diagrama de blocos, com descrição ou representação pictórica de um programa ou algoritmo, consistindo de ícones executáveis chamados de “nós” e conectores que transferem dados entre os nós; e
- O painel de ícones e conectores, que permitem o uso de um VI em outro VI. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2018).

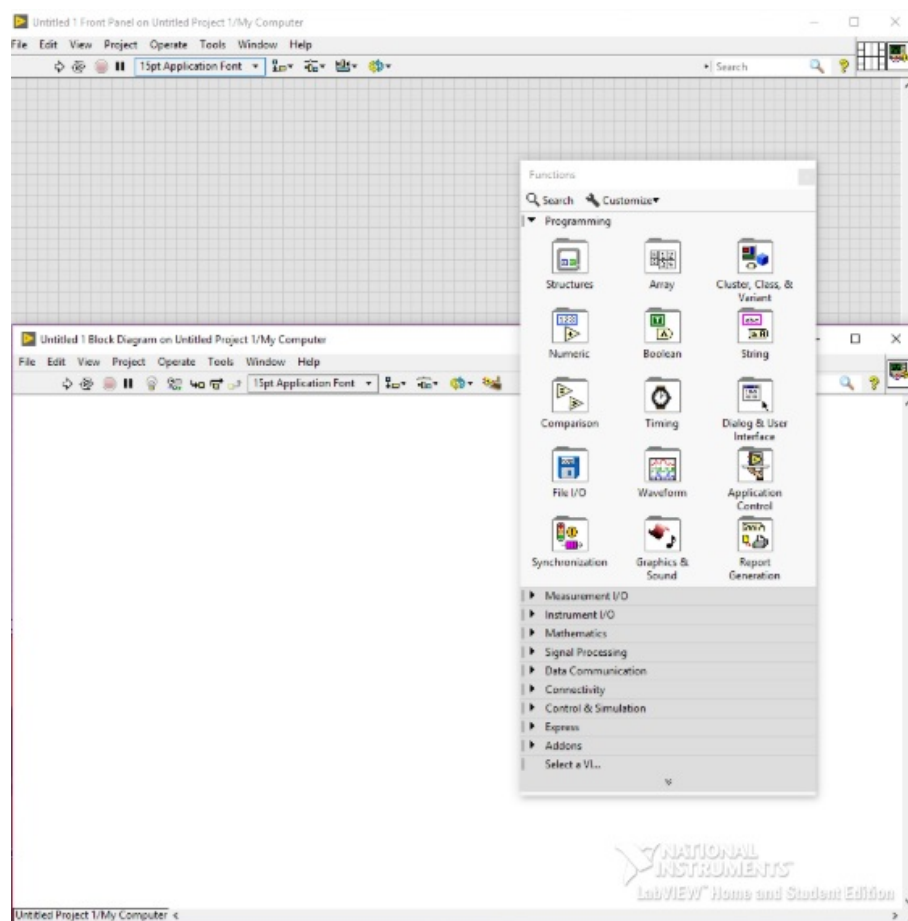


Figura 11: Janelas *LabVIEW*.

Fonte: Autoria Própria.

2.2.2 SISTEMA SUPERVISÓRIO SCADA

Sistemas supervisórios, são sistemas que realizam o monitoramento e rastreamento em tempo real das informações do processo. As informações podem ser analisadas, manipuladas e armazenadas no supervisório. Estes sistemas são denominados *Supervisory Control and Data Acquisition*, são conhecidos como SCADA (SCHERER, 2014). O desenvolvimento da solução SCADA surgiu da necessidade de uma interface amigável para o usuário executar tarefas simples como receber informações do processo como leitura de variáveis de temperatura, visualizar falhas através de alarmes, ajustar parâmetros e realizar a tomada de decisão através de botões e ícones. Todas estas informações podem ser apresentadas por meio de uma IHM gráfica como um celular, *tablet* ou microcomputador (SILVA, 2016).

Um sistema SCADA mantém comunicação com o CLP através de uma interface de comunicação, as interfaces também são conhecidas como *drivers* de comunicação, possuem a capacidade de leitura e gravação na memória de um CLP. Enquanto o SCADA tem

a capacidade de gravação e leitura de mensagens, o CLP tem a capacidade de leitura e processamento das informações e envio de dados requeridos pelo supervisor (AZEVEDO, 2011).

2.3 PROCESSAMENTO DIGITAL E CONTROLE DE SINAIS

O mundo real que habitamos consiste essencialmente em sinais analógicos, contudo o processamento em sistemas eletrônicos é baseado em processamentos digitais, sendo assim existe a necessidade de um dispositivo de conversão dos sinais do mundo real para o domínio digital.

Para converter de sinais é oferecida uma vasta opção de Conversores Analógico-Digital (AD) e Conversores Digital-Analógico (DA), entretanto é necessário observar se o sinal é compatível com o conversor, se existe a necessidade de incluir um filtro *anti-aliasing* para retirada de componentes fora da razão de Nyquist, em que a frequência de amostragem do sistema necessita possuir o dobro do valor máximo da frequência do sinal de entrada, efetuar a amostragem do sinal para conversão de um sistema contínuo para um sistema quantizado, entre outros pontos a serem observados ao longo do desenvolvimento (REGAZZI ROGÉRIO DIAS; PREIRA, 2005).

2.3.1 CONTROLADOR PID

Controladores industriais podem ser classificados conforme suas respectivas ações de controle, podendo ser: de duas posições (on-off); proporcionais (P); proporcionais integrais (PI); proporcionais derivativos (PD); e proporcionais integrais derivativos (PID) (KATSUHIKO, 2011).

A escolha do controlador para um uso mais efetivo deve preferencialmente considerar qual atenderá às necessidades do processo da forma mais simples. Sendo assim, nem sempre o controlador PID é o mais satisfatório considerando sua complexidade. Contudo, em relação aos demais, os controladores PID se caracterizam por terem maior aplicabilidade a sistemas de controles, abrangendo mais ações de controle, desse modo minimizando o sinal de erro.

Ao identificar erros, o controlador PID executa uma de suas ações de controle para ajustar a variável. O controle proporcional ao erro, ou Proporcional (P); o controle proporcional ao erro vezes o tempo, ou Integral (I) e o controle proporcional a taxa de variação do erro, ou Derivativo (D) (KATSUHIKO, 2011) (DORF R. C.; BISHOP, 2009).

2.3.1.1 CONTROLADOR PID *NOVUS* N1200

Este controlador proporcional integral derivativo (PID) tem como principal diferencial uma porta *Universal Serial Bus* (USB) com protocolo *Modbus Remote Terminal Unit* (RTU), que possibilita a configuração ser realizada diretamente no controlador. Além disto o termostato possui duas saídas de controle do tipo relé de um polo com acionamento único SPST com contatos do tipo NA, sendo a suportabilidade dos relés de saída 240 VCA e 1,5 A. Além disto o N1200 possui interface RS485 *Modbus protocol*. A figura 12 mostra as portas 1 e 2 utilizadas para a conexão com a fonte de alimentação. As portas 3, 4, 5 e 6 são saídas relés e as saídas 7, 8 e 9 são portas para saída analógica. As portas 10, 11 e 12 são dedicadas para entrada analógica. As portas 16, 17 e 18 são utilizadas para comunicação com interface RS485.

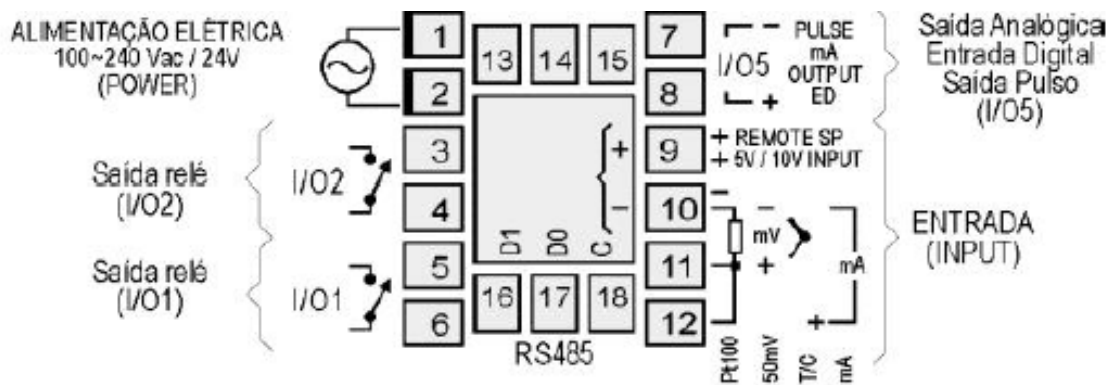


Figura 12: Portas de comunicação do controlador PID *Novus* N1200

Fonte: (NOVUS, 2007).

É possível ajustar informações como ajuste de *setpoint*, programação de parâmetros e realizar a calibração. Estas informações estão no catálogo do N1200 e podem ser encontradas no site.

2.3.2 CLP – CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Um controlador lógico programável é um equipamento eletrônico construído especificamente para automação, utilizando ferramentas como funções lógicas, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética (MOURA, 2011), que o torna flexível e atendendo a diversas soluções de automação. O desenvolvimento da programação do CLP é padronizado de acordo com IEC 61131, sendo uma delas a linguagem *Ladder*. Também existem sistemas de controle mais modernos como controle robusto, controle inteligente e controle adaptativos que não fazem parte do escopo deste trabalho.

O CLP, em geral é constituído de uma *Central Processing Unit* (CPU), disponibilizando portas lógicas e entradas de comunicação, como *Ethernet*, RS484 e RS482 e utiliza protocolos de comunicação como *Modbus*, *Profibus*, *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP), etc. Além disto, a maior parte dos produtos possui interfaces que possibilitam a inserção de módulos de expansão de I/O's, que aumentam a quantidade de entradas e saídas, analógicas ou digitais, e interfaces de comunicação. A maior parte dos CLP's permitem a utilização de telas de comunicação *Hardware* IHM(interface homem máquina) que oferecem a possibilidade para que o usuário possa inserir informações, comandar o funcionamento e receber informações do processo. As IHMs mais modernas oferecem tela *touchscreen*. A figura 13 mostra alguns modelos de IHM.

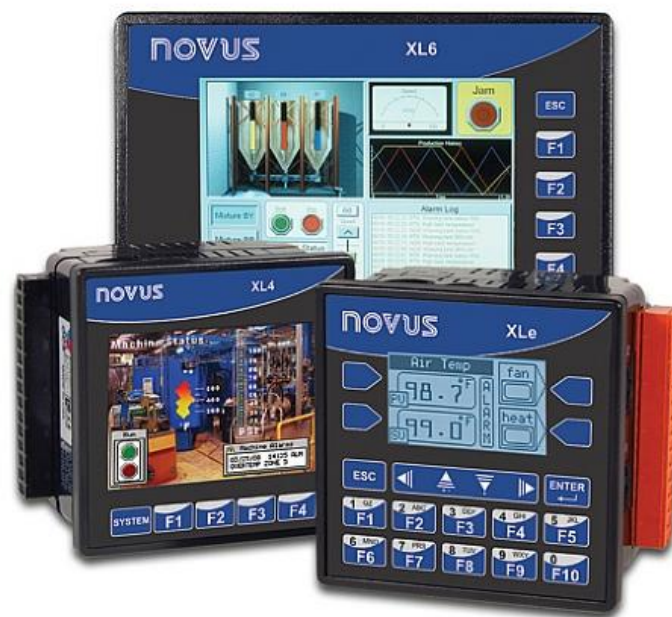


Figura 13: IHM Novus

Fonte: (NOVUS, 2012).

Os CLPs são normatizados pela IEC através da IEC61131 que define a terminologia, os conceitos básicos em seu primeiro capítulo. A parte 2 é dedicada aos requisitos dos equipamento como construção mecânica, eletrônica e testes de verificação. O terceiro capítulo normatiza a estrutura do *Software* do CLP, linguagens e execução. A quarta parte é titulada como “Linhas mestras para usuários” e trata de orientações para seleção, instalação e manutenção de CLPs. O capítulo 5, aborda especificações de serviços

de mensagens, facilidades de comunicação com outros dispositivos. A parte 6 trata da comunicação via *Fieldbus* e específica e os requisitos do CLP e seus periféricos. O capítulo 7 aborda a programação e controle com lógica *Fuzzy*. A última parte, 8, complementa a terceira parte e estabelece critérios de programação em linguagens gráficas e textuais.

2.4 FERRAMENTAS DE MODELAGEM - *GRAFCET*

Grphe Fonctionnel de Commande, Étapes Transitions (GRAFCET) é um modelo pelo qual uma programação pode ser representada graficamente por etapas em um diagrama lógico. Surgiu na década de 1970 como alternativa de método de sistema de controle sequencial para facilitar o desenvolvimento, representação ou compreensão de sistemas complexos (CHAMOUN, 2012). Foi denominado *GRAFCET*, uma vez que se trata de representação por elementos gráficos (“*graph*”) e por ter sido desenvolvido por grande apoio da “*afcet*” (*Association Française Pour La Cybernétique Économique et Technique*) (GEORGINI apud CANATO, 2012). Desde 1988, o *GRAFCET* foi normatizado pela Comissão de Eletrotécnica Internacional (IEC) sob o nome *Sequential Function Chart* (SFC), e sob referência atual IEC 60848, referência antiga IEC 848 (GEORGINI, 2000).

O *GRAFCET* é compreendido pelos conceitos iniciais de etapa e transição. A etapa representa o estado do sistema em que uma ação será realizada. A etapa, representada por um quadrado ou retângulo, pode estar inativa ou ativa, sendo que a ação associada será realizada se a etapa estiver ativa. A transição é compreendida por uma ou mais condições, e permite a passagem para a próxima etapa apenas quando as condições são cumpridas e a etapa anterior está ativa.

Uma representação *GRAFCET* possui as seguintes características: O fluxo é vertical, de cima para baixo, e as etapas são representadas por quadrados ou retângulos conectados um ao outro por linhas verticais de conexão, e tais linhas possuem necessariamente uma transição representada por uma linha horizontal, associada à condição que, quando cumprida, desativará a etapa anterior e ativará a etapa seguinte, podendo ser programada nas linguagens previstas em norma (GUIMARÃES, 2005). A etapa inicial é representada por um quadrado ou retângulo com um *Offset* em sua borda, e pode ser visualizada na Figura 14.

As condições das transições podem ser representadas no gráfico como sendo *OR/AND* conforma a imagem 15. As condições *OR*, que dependem do cumprimento de

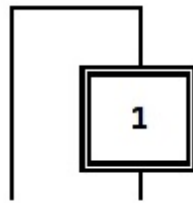


Figura 14: Etapa Inicial

Fonte: Autoria Própria

apenas uma das condições para seguir à próxima etapa, é representada como uma quebra da linha de conexão em mais de um braço, cada um possuindo suas próprias etapas e condições. As condições *AND*, que devem ser todas concomitantemente cumpridas para seguir à próxima etapa, são representadas por uma barra dupla na linha de conexão logo após uma transição, levando a dois ou mais braços que devem terminar em outra barra dupla antes de terminar o processo.

A grande vantagem desta linguagem é que apenas o código relativo a cada etapa é executado, facilitando assim a detecção de falhas e aumentando o desempenho (GUIMARÃES apud CANATO, 2012).

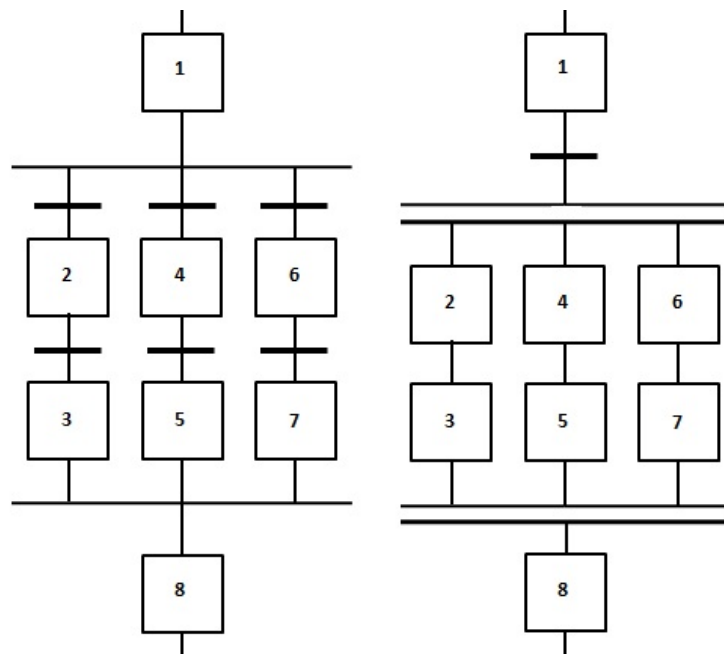


Figura 15: Condições *OR* / *AND*.

Fonte: Autoria Própria.

2.4.1 CONVERSÃO DO *GRAF CET* PARA O *LADDER*

Muitos CLPs não possuem a capacidade de programação direta em SFC, e para tais, deve-se fazer uma conversão do grafcet para o *ladder*:

- Dividir o *GRAF CET* em três partes: transições, etapas e ações operativas, nesta ordem;
- O primeiro passo é definir quais são todas as entradas e quais são todas as saídas do *GRAF CET* no CLP;
- Designar variáveis internas booleanas para todas as etapas e transições;
- Criar uma linha para cada transição, representando tanto a etapa anterior quanto as condições de sua transição como contatos, e a variável designada para a transição atual como a bobina, em cada linha. Todas as transições devem ser representadas, uma em cada linha;
- Criar uma linha para cada etapa. Nos contatos serão colocadas a transição anterior à etapa em questão. A bobina da etapa atual deve ter seu *Latch* no estado *SET* e a etapa anterior deverá ter seu *Latch* no estado *RESET*; e
- Criar uma linha para cada etapa, novamente, mas desta vez para especificar as ações. Nos contatos, se define a etapa em que se está, e na bobina, todas as ações que acontecem nesta etapa.

2.4.2 CONVERSÃO DO *GRAF CET* PARA O *LABVIEW*

Não existem VIs ou bibliotecas no *LabVIEW* para se fazer implementações de sequenciamentos mais modelados como o SFC da norma IEC 61131. Existe uma biblioteca para máquinas de variáveis de estado que montam uma série de *whiles* alinhados fazendo com que os estados se alterem entre si, mas é uma modelagem diferente do SFC. A implementação do SFC em *LabVIEW* pode ser feita conforme descrita abaixo: (SANTOS, 2018).

- Inclua um vetor de transições e um vetor de etapas (ativando as etapas iniciais);
- Dentro do arquivo extensão com código-fonte do *LabVIEW* (.vi) altere a lógica para as transições dentro de transições:

- a. Montar um vetor inicial de controle como sensibilidade das transições;
 - b. Alterar *Cluster Size* para o número de etapas; e
 - c. Alterar as conexões como indicado no diagrama.
- No arquivo (.vi) alterar a lógica para ligar e desligar as etapas;
 - a. Alterar *Cluster Size* para o número de etapas;
 - b. Alterar a lógica para desativar etapas;
 - c. Alterar a lógica para ativar etapas; e
 - d. Testar o funcionamento sequencial através do vetor inicial de controles.
 - Conectar as etapas às diversas ações (use as (.vi's) disponíveis sempre que for necessário); e
 - Após comprovar o correto funcionamento sequencial das ações substituir o vetor de inicial de controles pelos elementos lógicos que irão compor as sensibilidades.

2.5 CONVERSOR DE FREQUÊNCIA

Existem algumas divergências entre diversos autores quanto a utilização do nome conversor de frequências e inversor de frequências, mas, costumeiramente, o mesmo equipamento é tratado por ambos os nomes.

O conversor de frequências, é um equipamento elétrico de controle de velocidade de motores trifásicos de corrente alternada, através de variação na frequência elétrica que alimenta o motor (TSUTIYA, 2006). Para o conversor de frequências existente na planta da cervejaria Floresta, como mostra a figura 16, está à disposição uma entrada analógica 0-10 VCC, onde atualmente está conectado um potenciômetro ($>10\text{ k}\Omega$) para ajustar a frequência desejada de alimentação do motor. Existem ainda quatro entradas digitais opto-isoladas (nível alto 10 V e nível baixo 0V), que podem ser utilizadas para comandos de ligar, desligar, sentido de rotação do motor ou ajuste de velocidade do motor através de ajuste de frequência. também estão disponíveis duas saídas à relé sendo uma NA, uma NF e o pino comum, com suportabilidade até 10 A com tensão 110 Vca ou 7 A com tensão 220 V. Também é notado que estes conversores não possuem portas de comunicação USB ou RS485.

É possível ajustar as informações de programação de parâmetros. Estas informações estão no catálogo do conversor de Frequência Série XF *Standard* (AGEON

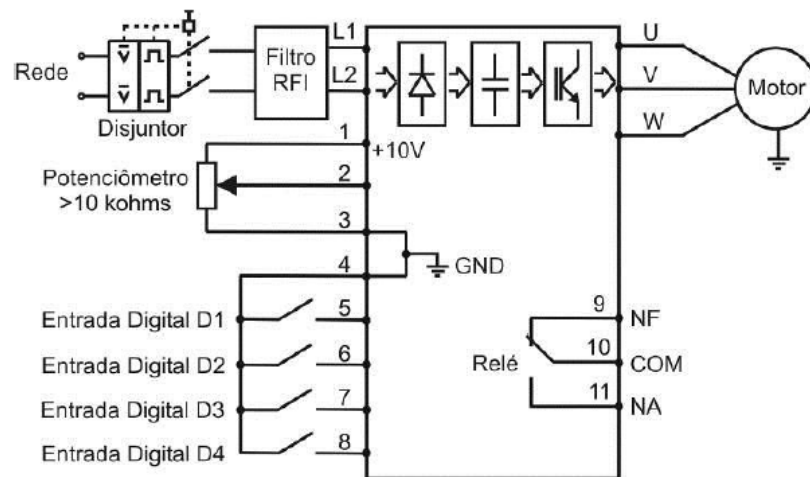


Figura 16: Esquema de ligação resumido.

Fonte: (AGEON ELECTRONIC CONTROLS, 2010)

ELECTRONIC CONTROLS, 2010).

2.6 VÁLVULAS

Válvulas são dispositivos mecânicos utilizados para controlar o escoamento de fluidos (líquidos, gases ou vapores) em tubulações ou outros recipientes. O controle é feito através de elemento móvel que abre, fecha ou obstrui parcialmente a abertura na passagem do fluido (FORSMAN CAMILLA; MORIN, 2005). Segundo Cardozo (2008), as válvulas são acessórios importantes de um sistema de tubulação, sendo que, dependendo de suas características construtivas, podem executar algumas atividades, dentre elas:

- Regulagem da vazão de um produto, adequando-a a uma determinada condição de processo solicitada;
- Bloqueio da passagem de um produto, permitindo a remoção de equipamentos para atividades de manutenção;
- Alívio, a partir de um valor predefinido, da pressão de um sistema industrial, permitindo o restabelecimento de condições seguras num processo;
- Alinhamento de um fluido, de um equipamento a outro, permitindo apenas um sentido de escoamento, isto é, impedindo o seu retorno; e
- Podem ser utilizadas com fluidos gasosos e líquidos viscosos, abrasivos e corrosivos).

As válvulas são imprescindíveis para as indústrias de processo e representam um pequeno valor no custo da planta. Apresentam diversos tipos de conexões (flangeadas, roscadas, soldadas) e corpo, portanto há diversas opções para escolha, a qual depende da necessidade da aplicação, como o tipo de fluido, a vazão e a pressão desejada (CARDOZO, 2008).

As válvulas podem ser divididas em quatro grupos (CARDOZO, 2008):

- Bloqueio: destinadas a realizar a restrição completa ao escoamento do fluido;
- Retenção: permite o escoamento do fluido num único sentido, Quando houver a reversão do sentido do fluxo, esta fechará automaticamente;
- Alívio de pressão: são válvulas de atuação mecânica, autossuficientes e usadas para o alívio de pressão do equipamento. Tem função de protegê-lo de uma condição perigosa de aumento de pressão que possa danificar sua integridade; e
- Controle: são válvulas que permitem uma restrição variável a passagem do fluido, de acordo com taxa requerida para controle da variável de processo. Proporcionam elevada queda de pressão e podem ser manuais ou automáticas.

Na cervejaria Floresta, são utilizadas válvulas borboleta, as quais são válvulas de controle, porém estas são utilizadas na cervejaria com a função de bloqueio.

2.6.1 VÁLVULAS DE CONTROLE

Válvula de controle é um dispositivo usado para regular a vazão de fluidos em tubulações e máquinas, o controle desse tipo de válvula pode ser automático ou manual, agindo em conformidade com um sinal de controle. Quando o sinal de controle é proveniente de um controlador, tem-se o controle automático da válvula. Quando o sinal de controle é gerado manualmente pelo operador de processo, através de uma estação manual de controle, tem-se o controle manual remoto (PEREIRA, 2012). Essas válvulas são divididas em duas categorias, considerando o movimento do obturador, linear e rotativo. As válvulas do tipo globo apresentam movimento linear, enquanto válvulas borboletas e esfera utilizam movimento rotativo (NOGUEIRA, 2013).

2.6.1.1 VÁLVULA DE MOVIMENTO LINEAR

A figura 17 mostra o corte lateral de uma válvula globo e seus elementos constituintes. Esta é uma dos tipos de válvulas de movimento linear muito utilizadas para controle de processo. Nela, um obturador, também chamado plugue) acoplado numa haste se move linearmente em relação a sede vedação. Neste tipo de válvula, na maioria das vezes, o fluxo entra pela parte inferior do obturador, o que torna mais fácil a abertura e mais difícil o fechamento. Elas possuem como característica um bom controle de fluxo e boa estanqueidade, dependendo de sua classe de vedação (NOGUEIRA, 2013).

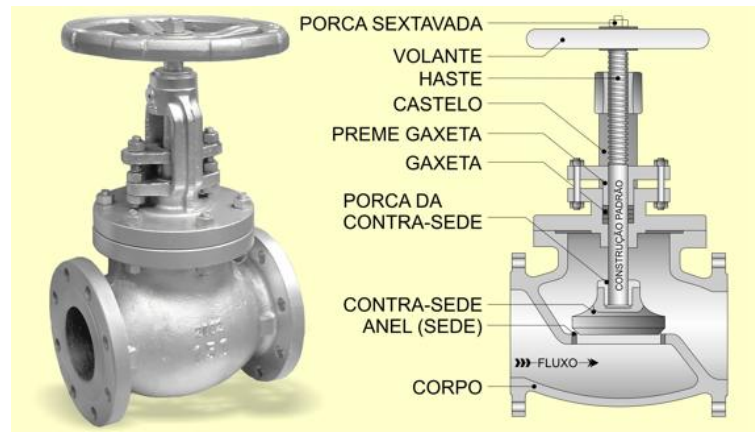


Figura 17: Válvula globo com haste e volante ascendente.

Fonte: (VAL AÇO, 2016).

As válvulas globo gaiola possuem uma bucha que orienta o obturador de forma axial em relação à sede no curso de acionamento. Ela proporciona estabilidade e diminui movimentos laterais do obturador, vibrações e ruídos, sobretudo em altas pressões. Quanto ao corpo de uma válvula globo ela pode ser de passagem reta ou angular. A configuração do corpo proporciona um escoamento turbulento, com baixa recuperação de pressão (CARDOZO, 2008).

2.6.1.2 VÁLVULA DE MOVIMENTO ROTATIVO

Neste tipo de válvula, o elemento móvel de vedação e controle gira sobre o seu próprio eixo, em referência a sede, e também ao sentido de escoamento do fluido. As mais conhecidas são as do tipo: esfera, borboleta, segmento esférico e obturador excêntrico. As válvulas rotativas possuem como principais características: a plena passagem do fluido, alta recuperação de pressão, maior capacidade de vazão, além de serem adequadas para fluidos pesados e abrasivos. Nas válvulas esfera o fluido passa por dentro do obturador, que é a própria esfera. Já nas válvulas borboleta, o fluido passa através do obturador, também chamado de disco da borboleta, formando dois orifícios para a passagem do fluido, sendo essa a primeira válvula rotativa a ser comercializada (CARDOZO, 2008).

As válvulas borboleta são de construção compacta ocupando menor espaço e apresentando um custo mais atraente em relação às outras válvulas. Elas são constituídas de corpo monobloco, com um disco central transpassado por uma haste ou com uma haste ligada ao disco. A Figura 18 mostra uma válvula borboleta.

A válvula esfera possui esse nome devido ao seu obturador ser em forma de esfera, portanto o fluido só passa quando está devidamente alinhada à tubulação. Quando está



Figura 18: Válvula borboleta com corpo, disco e haste.
Fonte: (DETRON, 2015).

fechada, seu furo fica perpendicular ao sentido do fluxo, bloqueando assim a passagem. Essa é uma das melhores opções quando é necessário o bloqueio ou de uma abertura muito rápida. Outro ponto onde essa válvula se destaca é sua ótima estanqueidade, mesmo em alta pressão.

A esfera na válvula dispõe de um orifício, cujo o alinhamento rotativo, através de uma haste, determina a abertura ou o fechamento do dispositivo. Quando o furo é alinhado com as extremidades da tubulação, ocorre a passagem do líquido. Quando fica perpendicular ao sentido do fluxo, acontece o bloqueio do escoamento. A Figura 19 representa uma válvula esfera.

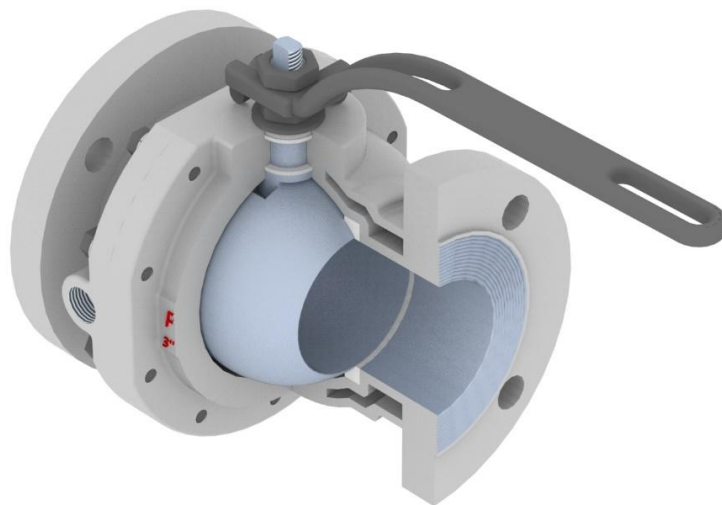


Figura 19: Válvula esfera, com corpo, esfera e haste.
Fonte: (HIDRÁULICA PAULISTA, 2015).

Devido a sua eficiência é bastante utilizada em indústrias, principalmente em óleo e gás. Sendo bastante utilizada em ambientes corrosivos, com altas temperaturas e pressão elevada. No entanto, elas não recomendadas para serviços de regulação de fluxo, devido à forma esférica de seu obturador.

2.6.2 ATUADORES

São dispositivos com capacidade e força motriz suficiente para alterar o estado do obturador da válvula, devido ao um sinal de controle. Essa ação deve possuir força necessária para vencer a pressão exercida pelo fluido, assim como deve manter a estanqueidade da válvula (NOGUEIRA, 2013). Os atuadores são classificados como pneumáticos, elétricos, hidráulicos e manuais.

2.6.2.1 VÁLVULA SOLENOIDE

As válvulas solenoide são a combinação de dois diferentes dispositivos: o próprio corpo da válvula e um pacote eletromagnético, ou seja, é uma válvula eletromecânica controlada. Sua função é igual a de qualquer outra válvula, porém seu acionamento é elétrico. Possui esse nome devido ao componente principal ser uma bobina elétrica. O pacote eletromagnético é constituído por um solenoide e seu correspondente núcleo móvel. Quando a bobina está energizada, esta cria um campo magnético que atrai o êmbolo da válvula, abrindo a válvula, e quando a bobina é desenergizada o êmbolo volta à posição original devido a força de uma mola. A figura 20 mostra a vista em corte lateral de uma válvula solenoide e seus elementos constituintes, bobina, armadura, anel de vedação, mola, êmbolo, selo e o corpo da válvula.

As válvulas solenoide são componentes bastantes utilizados em circuitos de gás e de líquidos em indústrias. Alguns exemplos do uso de válvula solenoide incluem sistemas de aquecimento, tecnologia de ar comprimido, automação industrial, piscinas, sistemas de aspersão, máquinas de lavar roupa, equipamentos odontológicos, sistemas de lavagem de carros e sistemas de irrigação.

Os tipos mais comuns de válvulas solenoides são (PEREIRA, 2012):

- Duas Vias: possuem uma conexão de entrada e uma de saída; Possuem duas versões:
 - Normalmente fechada: a válvula permanece fechada quando desenergizada e se abre quando energizada; e

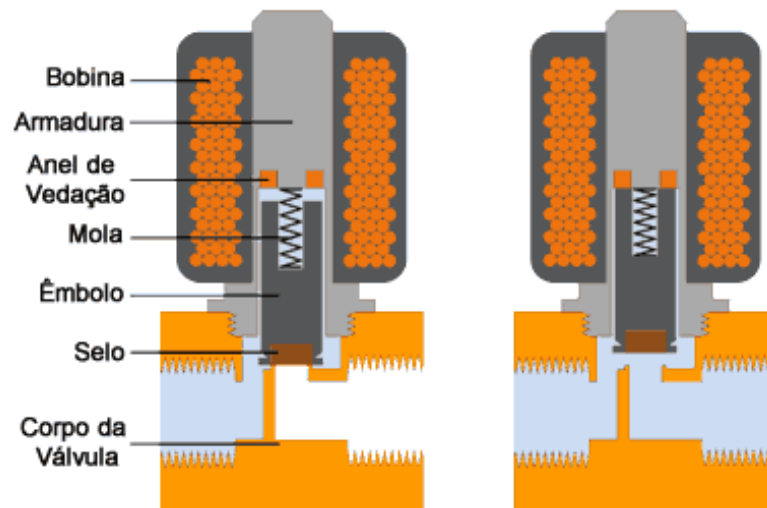


Figura 20: Válvula solenoide.

Fonte: (TAMESON, 2017).

- Normalmente aberta: a válvula permanece fechada quando energizada e se abre quando desenergizada.
- Três vias: possui três conexões e dois orifícios. Um dos orifícios sempre estará fechado enquanto o outro estiver aberto. Elas são comumente usadas para aplicar pressão ou dar escape de pressão a outra válvula. Possuem três versões, assim como as válvulas duas vias possuem os tipos normalmente aberta e normalmente fechada, porém possuem uma outra versão, conhecida como universal, a qual pode se comportar tanto como normalmente fechada como normalmente aberta ou até como desviadora de fluxo. dependendo do local onde se aplica a pressão de entrada.

3 CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

Durante a proposta do projeto, a ideia inicial era a utilização de um motor de passo para o controle e acionamento da válvula. Contudo, após a realização de um estudo teórico para a fabricação da mesma, observou-se que muito tempo seria despendido em um projeto que não fazia parte do objetivo central, fugindo assim do escopo desse trabalho. Dessa forma, após uma análise das alternativas para a solução desse impasse, decidiu-se pela utilização de uma válvula com um atuador automatizado - especificamente uma válvula com atuador elétrico, também conhecida como válvula solenóide.

3.1 *HARDWARES* ATUAIS

A planta da cervejaria já possui alguns equipamentos que serão incorporados na automação.

- 2 Sensores PT100 utilizados para medição de temperatura nos tanques 1 e 3;
- 1 Controlador Proporcional Integral Derivativo (PID) NOVUS N1200, controla a temperatura no tanque 1;
- 1 Termostato NOVUS N321, controla a temperatura no tanque 3;
- 2 Bombas em aço inox de baixa potência. Estas bombas tem como função a movimentação do conteúdo de um tanque para outro de acordo com as válvulas abertas e fechadas;
- 15 Válvulas borboletas;
- 2 Conversores de frequência XF *Standard* Ageon, que controlam a velocidade das bombas.

Os conversores de frequência, estão conectados individualmente em uma das bombas. Estes equipamentos possuem na parte frontal uma IHM possibilitando o usuário alterar os parâmetros de velocidade. Na parte traseira, há um conjunto de bornes de controle, que possibilita o controle de velocidade remoto utilizando sinais digitais. Também há um conjunto de bornes de potência para conexão com as bombas e parafusos de aterramento.

3.2 HARDWARES FUTUROS

Foram classificados como *hardware* futuro todos os *hardware* que será necessário a inclusão para completar a automação na forma contemplada no presente documento.

3.2.1 VÁLVULAS SOLENÓIDES

As válvulas solenóides, cujo funcionamento já foi abordado anteriormente neste documento, compreendem o espectro da automação pretendida. Sem a utilização deste equipamento a automação não terá a eficácia pretendida pois será necessária a presença do usuário realizando abertura e fechamento manual de válvulas.

3.2.1.1 ATUADOR ELÉTRICO

Para que não seja necessária a substituição da válvula inteira, será utilizado atuadores acoplados às válvulas. Estes atuadores receberem um sinal de nível alto do CLP e realiza a abertura total da válvula. Quando este sinal de entrada vai ao nível baixo, ocorre o fechamento total da válvula.

As especificações do atuador escolhido são:

- O atuador realiza 1/4 de volta com função *ON-OFF*;
- Sinal de tensão 220/127 Vac ou 24 Vcc;
- Retorno de sinal com fase para lâmpada através de um *micro switch*, base ISO 5211;
- Carcaça em alumínio, com indicador de posição visual no produto e acompanha chave de acionamento manual.
- Grau de Proteção IP 67;

Este equipamento foi orçado por um fabricante de Curitiba no valor unitário de R\$ 785,00.

Apesar de haver 15 válvulas será necessário a utilização de 12 atuadores, pois 3 válvulas serão mantidos manuais, economizando na aquisição destes equipamentos. Além da economia, as válvulas que serão mantidas manuais são duas válvulas de conexão à saída para o esgoto, utilizado na lavagem da planta, foi decidido manter estas válvulas manuais, para evitar que um eventual defeito abra as válvulas e o produto seja perdido.

A válvula de conexão aos tanques fermentadores também foi mantida manual pois é necessário que usuário realize a conexão temporária com mangueiras desta saída aos tanques fermentadores quando o processo é concluído.

3.2.2 CHAVE DE NÍVEL TIPO CHAVE BOIA

Para controle do nível nos tanques 2 e 3, será utilizado chaves de nível do tipo bóia, de custo menor em relação ao controlador de nível do tipo radar. Uma das chaves bóia será instalada na parte superior do tanque 3. Quando o líquido no tanque 3 atingir nível desejado o contato NA da chave muda de estado enviando o sinal ao CLP para que a válvula de entrada de água seja fechada. A chave bóia do tanque 2 será instalada na parte inferior do tanque. Quando o nível do tanque atingir o mínimo, o contato NA da chave muda de estado, enviando ao CLP o sinal de que o tanque 2 está vazio e a transferência do líquido está concluída. Esta chave bóia foi orçada no valor unitário de R\$ 860,00 com o representante Wika da região.

As especificações da chave bóia escolhida são:

- Fornecedor Wika HLS-M23 - 118332;
- Temperatura: $-10^{\circ}\text{C} \dots +120^{\circ}\text{C}$;
- Grau de proteção: IP65;

(WIKI ALEXANDER WIEGAND SE & CO. KG, 2015)

3.3 *SOFTWARE* FUTURO

Para controle, supervisão e monitoramento do processo de produção, é necessário a utilização de um *Software* específico, este *Software* é denominado sistema supervisório.

3.3.1 SISTEMA SUPERVISÓRIO

Sistemas supervisórios, também conhecidos como SCADA, são *Softwares* que permitem o monitoramento de um processo produtivo pelo usuário. Por meio de uma IHM, exibem dados da planta, atualização de variáveis e permitem a tomada de ações do operador como acionamentos de atuadores ou parada de um processo. Existem diversas opções de sistemas supervisórios disponíveis, sendo alguns deles:

3.3.1.1 SCADABR

O *Software* ScadaBR é uma aplicação multiplataforma baseada em Java, que possui diversos protocolos para comunicação entre o supervisor e os equipamentos do processo. Foi desenvolvido para desenvolvimento de aplicações de Automação, Aquisição de Dados e Controle Supervisor com sistema SCADA e interfaces gráfica (SILVA, 2016). O *Software* é de uso livre, gratuito e de código-fonte aberto, funcional em sistemas operacionais Windows, Linux e Mac. Possui interface web, que permite acessar e controlar dispositivos e processos através de computadores, tablets e smartphones. A grande vantagem da dos sistema ScadaBR é que o grupo oferece fórum para desenvolvedores compartilharem soluções de desenvolvimento além do suporte técnico. O grupo ainda oferece cursos e treinamentos (SCADABR, 2007).

3.3.1.2 HISCADA PRO

O *Software* HIscada PRO foi desenvolvido pelo HI Tecnologia para oferecer soluções de desenvolvimento de supervisórios e utiliza linguagem de programação LUA, que é uma linguagem script. O *Software* não é oferecido gratuitamente, porém a HI Tecnologia disponibiliza as licenças que podem ser utilizadas gratuitamente de acordo com a quantidade de variáveis adquiridas no processo (HI TECNOLOGIA, 2017).

3.3.1.3 LAQUIS 4.1

O sistema LAquis oferece a possibilidade de se programar através de uma linguagem visual estruturada para supervisão e automação. Possui interface *web* e comunicação através de meios RS232, RS485, ethernet, wireless, etc e utiliza protocolos *Modbus RTU/TCP*. O *Software* desenvolvedor é distribuído gratuitamente, porém o suporte técnico é cobrado (LCDS, 2001).

3.3.1.4 ELIPSE E3

Elipse é um supervisor conceituado e amplamente utilizado em indústrias. É baseado no sistema SCADA com licença no valor de R\$ 3.450,00 para usuário. A Elipse disponibiliza uma versão demo gratuita com limitação de 20 *TAGs* e tempo de funcionamento limitado em duas horas, sendo assim, atende a necessidade para a apresentação do modelo, porém na implementação a planta da cervejaria será necessária a aquisição da licença *viewer* devido a limitação de tempo.

3.3.1.5 LABVIEW

O *LabVIEW* NI, já abordado anteriormente neste documento, é baseado em linguagem de programação gráfica G e possui o desenvolvimento em duas janelas, sendo uma exclusiva para a programação e outra exclusiva para comunicação com o usuário. Para o desenvolvedor é necessário o pagamento de licença de uso, ou utilização nos prazos de testes estipulados pela NI. Após o desenvolvimento é possível gerar um executável de modo que não será mais necessária uma licença para o usuário.

3.4 I/O'S

Para a automação do equipamento serão necessárias interfaces de comunicação.

3.4.1 APLICAÇÃO IMEDIATA

Para implementação da automação no primeiro momento será necessário a utilização de:

- 4 saídas digitais: Dedicados para comunicação com os controladores NOVUS;
- 4 saídas digitais: Dedicados para os conversores de frequência;
- 12 saídas digitais 24 V: Dedicado para acionamento das válvulas solenóides;
- 2 entradas digitais: Dedicado para os sensores de nível;
- 2 entradas analógicas: Dedicado para os sensores de temperatura PT100.

3.4.2 EXPANSÕES FUTURAS

Para implementações futuras de melhorias, está previsto a inclusão de sensores específicos que permitem melhor controle, porém estes sensores possuem um custo elevado em relação aos demais e podem ser implementados no futuro, desde que a escolha do *hardware I/O* esteja preparado para estas inclusões.

Está previsto

- 1 entrada analógica 4-20 mA: Dedicado para sensores de nível tipo radar;

O sensor do tipo radar pode ser implementado no tanque 2, substituindo um dos sensores do tipo bóia, para que seja possível uma medição com maior precisão de quantidade de líquido e a quantidade de grãos presente no tanque, reduzindo perdas no processo.

- 1 entrada analógica 4-20 mA: Dedicado para sensor de turbidez.

O processo de filtragem ocorre de modo que o líquido e os grãos são bombeados da parte inferior do tanque 2, até a parte superior do tanque. Quando este material entra na parte superior do tanque, ele passa por diversas peneiras, que retêm os corpos sólidos. O material é recirculado diversas vezes até que a quantidade de sólidos suspensos seja estabilizado com o tempo.

Na automação inicial, a filtragem é considerado finalizada após decorrido um longo período de tempo suficiente com sobra para reduzir a quantidade de partículas em suspensão. O sensor de turbidez pode ser implementado no tanque 2, fornecendo com precisão a quantidade de partículas. Quando esta quantidade for estabilizada, será possível reduzir o tempo do processo de filtragem.

3.4.3 PLACAS DE AQUISIÇÃO PARA O *LABVIEW*

A solução *LabVIEW* para atender as necessidades da planta é necessária a utilização dos seguintes: *Hardware*

- NI PXI-6236:
 - 4 canais disponíveis para medições analógicas *single-ended*.
 - 2 canais disponíveis para medições analógicas diferenciais.
 - 2 contadores/temporizadores.
 - Leitura de sinal de corrente.
 - Sem canais de saída digital.
 - Sem comunicação canal RS485.
 - **Valor atual: R\$6.025,00**
- NI PCIe-6320:
 - 16 canais disponíveis para medições analógicas *single-ended*.

- 8 canais disponíveis para medições analógicas diferenciais. Sem canais disponíveis para saídas analógicas.
- 4 contadores/temporizadores.
- Leitura de sinal de tensão.
- **Valor atual: R\$2.470,00.**

Os custos para a solução *LabVIEW*, sem considerar o custo da licença, são:

Tabela 1: Cotação Valores *LabVIEW*.

	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Atuador elétrico:	12	R\$ 785,00	R\$ 9.420,00
Chave de nível tipo bóia	2	R\$ 860,00	R\$ 1.720,00
NI PXI-6236	1	R\$ 6.025,00	R\$ 6.025,00
NI PCIe-6320	1	R\$ 2.470,00	R\$ 2.470,00
		Total:	R\$ 19.635,00

Fonte: (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

3.4.4 COTAÇÃO CLPS

Os custos para a solução do fabricante NOVUS, são:

- NOVUS CLP+IHM XLE HE-XE100: SEM I/O R\$2.096,05;
 - MODULO 08ED / 08SR: R\$573,37;
 - MODULO 08ED / 08SR: R\$573,37;
 - MODULO 04EA / 02SA: R\$1.088,70.

O valor total com aplicação da solução NOVUS, é:

Tabela 2: Cotação Valores NOVUS.

	Quantidade	"Valor unitário"	"Valor total"
Atuador elétrico:	12	R\$ 785,00	R\$ 9.420,00
Chave de nível tipo bóia	2	R\$ 860,00	R\$ 1.720,00
CLP+IHM XLE HE-XE100: SEM I/O	1	R\$ 2.096,05	R\$ 2.096,05
MODULO 08ED / 08SR	2	R\$ 573,37	R\$ 1.146,74
MODULO 04EA / 02SA	1	R\$ 1.088,70	R\$ 1.088,70
LICENÇA ELIPSE	1	R\$ 3.450,00	R\$ 3.450,00
		Total:	R\$ 18.921,49

Fonte: (NOVUS, 2007)

Os custos para a solução do fabricante Schneider, são:

- *Schneider* - PLC 24 Entradas CC, 16 Saídas A Relé, Comunicação *Ethernet* R\$ 1.099,20
 - MODULO 02 EA / 01 SA R\$ 485,71
 - MODULO 02 EA / 01 AA R\$ 485,71
 - MODULO TEMPERATURA 02 EA R\$ 227,58

O valor total com aplicação da solução Schneider, é:

Tabela 3: Cotação Valores *Schneider*.

	Quantidade	"Valor unitário"	"Valor total"
Atuador elétrico:	12	R\$ 785,00	R\$ 9.420,00
Chave de nível tipo bóia	2	R\$ 860,00	R\$ 1.720,00
PLC 24 Entradas, 16 Saídas, Comunicação Ethernet	1	R\$ 1.099,20	R\$ 1.099,20
MODULO 02 EA / 01 SA	2	R\$ 485,71	R\$ 971,42
MODULO TEMPERATURA 02 EA	1	R\$ 227,58	R\$ 227,58
LICENÇA ELIPSE	1	R\$ 3.450,00	R\$ 3.450,00
		Total:	R\$ 16.888,20

Fonte: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2018)

Os custos para a solução do fabricante Siemens, são:

- Siemens - PLC 14 Entradas DI, 10 Saídas DO, 2 Entradas AN, Comunicação Ethernet R\$ 2.205,24
 - SM 1222, 8 DO, RELE R\$ 636,02

O valor total com aplicação da solução Siemens, é:

Tabela 4: Cotação Valores *Siemens*.

	Quantidade	"Valor unitário"	"Valor total"
Atuador elétrico:	12	R\$ 785,00	R\$ 9.420,00
Chave de nível tipo bóia	2	R\$ 860,00	R\$ 1.720,00
CPU 1214C, DC/DC/RL	1	R\$ 2.205,24	R\$ 2.205,24
S7-1200: SM 1222, 8 DO	1	R\$ 636,02	R\$ 636,02
LICENÇA ELIPSE	1	R\$ 3.450,00	R\$ 3.450,00
		Total:	R\$ 17.431,26

Fonte: Cotação Realizada por TRIX Engenharia.

3.5 FILOSOFIA DE PROJETO

Devido ao custo da implantação do projeto, e do contratante não necessitar atualmente da automatização de forma imediata, o desenvolvimento desse trabalho será feito de modo que, quando o contratante optar por fazê-lo, poderá adicionar novos equipamentos sem a necessidade da realização de um novo projeto.

O ponto principal para a automação da cervejaria se resume na abertura e fechamento das válvulas do processo, portanto torna-se imprescindível que as válvulas sejam acionadas corretamente, seguindo sem erros a receita da cerveja. Uma vez que a abertura de uma válvula errada pode resultar na perda de todo um lote.

Os sensores de nível dos tanques 2 e 3 são importantes para informar o nível de água nos tanques, porém acreditamos que este processo pode ser realizado sem a utilização destes dispositivos. O controle pode ser realizado pelo operador com auxílio do supervisor. Como o fluxo de entrada de água é constante, sem variações ou alterações devido ao filtro de água, pode-se medir o tempo médio para atingir o nível desejado. Sendo assim, quando este tempo for atingido o usuário deve ser informado para fazer a leitura visual do nível. Caso o nível esteja correto, o usuário confirma a continuidade do processo e o seguimento para a próxima etapa.

Dentre as soluções debatidas para constatar quando o líquido é totalmente transferido para outro tanque, analisamos a possibilidade de utilizar a variação de corrente elétrica no motor quando ele passar a trabalhar em vazio. Na medição utilizando um alicate amperímetro, verificamos que a diferença de corrente foi de 0,86 A para 0,84 A, inviabilizando a utilização deste método.

O sensor de turbidez é de grande importância no processo da filtragem, porém a filtragem só ocorre até certo limite. Ao atingir este nível, por mais que o processo prossiga, não haverá mudança significativa na quantidade de sólidos em suspensão na cerveja. Sendo assim, pode-se utilizar do mesmo artifício anterior para que não seja necessário a aquisição deste sensor de imediato.

Também foi decidido que após a instalação dos sensores, o controle utilizando o tempo de cada etapa seria necessário como forma de garantir a segurança do processo caso ocorra uma falha, o processo não continue por tempo indeterminado, mas que após atingir o tempo limite, o processo seja interrompido e o usuário informe se o processo foi concluído corretamente.

4 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

4.1 A PLANTA MODELO

Este capítulo abordará primariamente as etapas de elaboração da planta-modelo e do sistema supervisório. Para o desenvolvimento do projeto, foi elaborado um modelo de planta que compreende os equipamentos que se pretende utilizar, com o intuito de simular a implementação da tecnologia em uma planta real. Concomitantemente, também foi desenvolvido um sistema supervisório a partir do *software* Elipse E3 para coleta de dados e gerenciamento do sistema. A planta modelo proposta compreende:

- Um *notebook* operante com o *software* Elipse E3 (que permite a supervisão do processo da cervejaria e o monitoramento remoto da planta);
- Um CLP *Siemens s7-1200*;
- Um cartão de expansão de saídas digitais;
- Seis relés de contato; dois contadores de pulso (que simulam as saídas digitais para os inversores de frequência);
- Um painel simbólico, demonstrado pela Figura 21, compreendendo sinaleiros (LED) 24V que simulam as aberturas e fechamentos digitais das válvulas, e indicam ativação dos queimadores; e
- Dois fins de curso com contato do tipo NA, simulando os sensores de profundidade.

A planta também possui um pequeno painel de acionamento para testes (Figura 22), equipada com um sinaleiro que indica a necessidade de inserir ingredientes, e com várias botoeiras de diversas funções.

Há botoeiras que simulam a passagem de períodos específicos de tempo do processo, com a finalidade de acelerar o processo de demonstração e teste. Uma botoeira representa a entrada do sensor de turbidez. Outras botoeiras representam aquelas que seriam encontradas na planta real, tais como: a botoeira dupla de comando liga/desliga; o botão de emergência com retenção; a botoeira de acionamento do processo e a botoeira que o desativa; e finalmente os botões que indicam a correta inserção dos ingredientes, como os lúpulos e o malte.

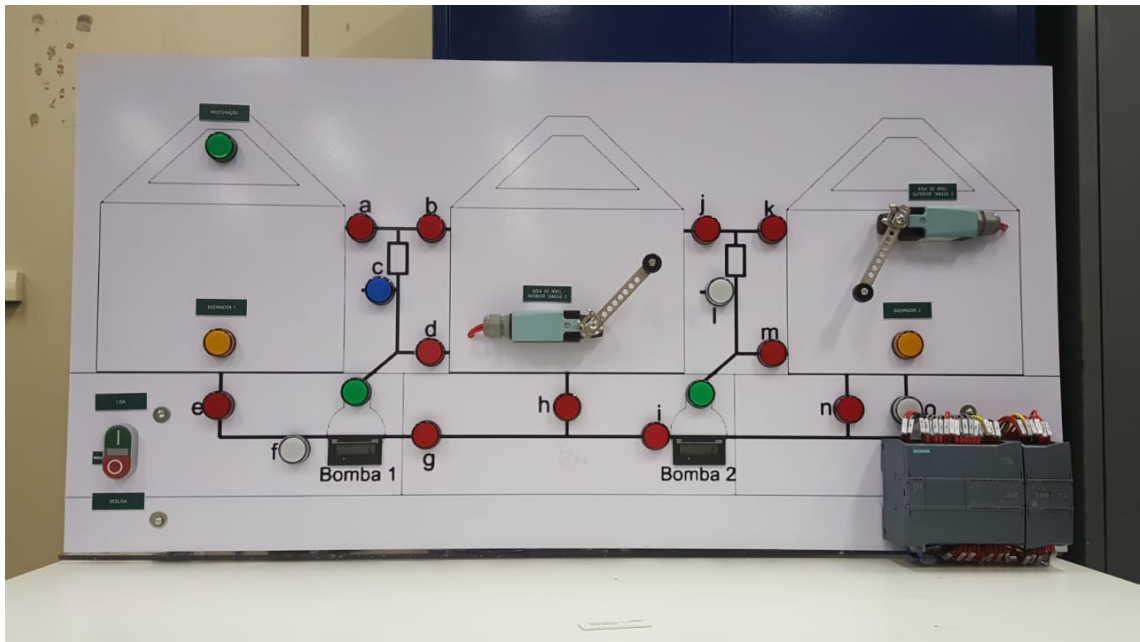


Figura 21: Planta modelo da cervejaria.
Fonte: Autoria Própria.



Figura 22: Painel de Comando.
Fonte: Autoria Própria.

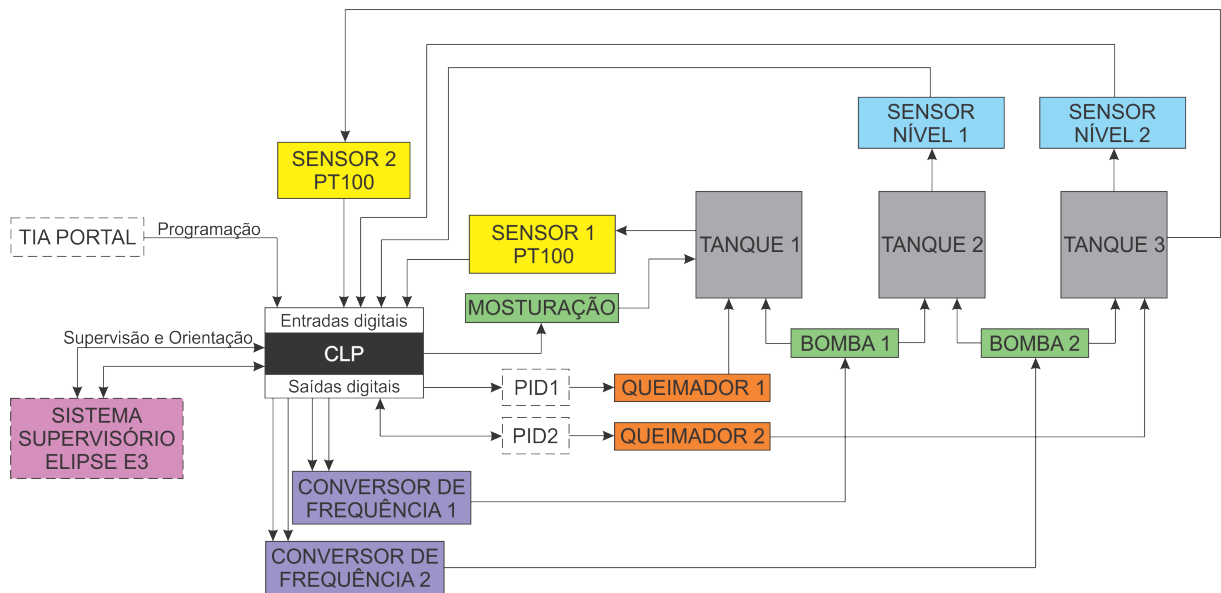


Figura 23: Fluxograma exemplificando as conexões dos equipamentos.
Fonte: Autoria Própria.

O CLP está interligado ao computador pela rede *profinet*, via cabo *ethernet*, e se comunica com o *software* elipse através do *Driver MPROT*, cujo funcionamento será abordado neste capítulo. Através desta comunicação, o CLP e o sistema supervisório trocam informações tais como o pressionamento de botões remotos, etapas de funcionamento, estado de variáveis, etc.

A Figura 23 mostra a interligação dos equipamentos, em que o sistema supervisório está conectado ao CLP e tem como função a supervisão e orientação do processo. O CLP recebe os sinais dos sensores de temperatura nos tanques 1 e 3. Também recebe o sinal dos sensores de nível dos tanques 2 e 3. O CLP envia sinais acionando ou desligando o processo de mosturação, regula a temperatura dos PIDs e os parâmetros de velocidade dos conversores de frequência. Os PIDs, com temperatura ajustada pelo CLP, controla o acionamento ou desligamento dos queimadores das bombas 1 e 3. Os conversores de frequência, recebem os parâmetros de velocidade do CLP e comandam o funcionamento das bombas 1 e 2.

4.2 PROJETO ELÉTRICO

Para este trabalho, foi realizado dois projetos elétricos, sendo um projeto para a planta real (APÊNDICE A) e outro para o modelo de demonstração (APÊNDICE B).

O projeto elétrico da planta real para o equipamento da cervejaria, foi iniciado

durante uma visita presencial realizada à fábrica. Primeiramente, a instalação elétrica pré-existente foi analisada, e concluiu-se que ela apresenta boa conservação, espaço disponível no quadro de disjuntores e que não há necessidade de readequação na infra estrutura atual, apenas a inclusão dos dispositivos necessários para a automação do processo. Foi dimensionado um disjuntor trifásico de 20 A para todo o sistema e condutores de cobre 2,5 mm² isolação 1 kV de acordo com a norma NBR 5110. Além disso, foi prevista a utilização de DPS, por ser uma região propícia às descargas atmosféricas.

Para alimentação do CLP, foi necessária a utilização de uma fonte 24 V, energizada por botoeira, contator e selo mecânico. Foi incluído também um sinaleiro LED que indica se houve a energização. Os motores são trifásicos e operam em corrente alternada (CA). Para proteção, foi inserido um disjuntor tripolar 10 A de proteção antes dos inversores de frequência.

4.3 MONTAGEM

Foram necessárias algumas mudanças na montagem do modelo em relação ao projeto da planta física. Foi dispensado o uso de disjuntores e DPS no modelo, uma vez que as cargas são baixas e o modelo não é utilizado por longos períodos de tempo.

A principal adaptação foi a utilização de contadores de pulso para simular a alteração da velocidade das bombas. Cada pulso de 24 V enviado do CLP ao inversor, incrementa a velocidade em 1 Hz. Já o contador de pulsos do modelo possui um funcionamento diferente. Para realizar a contagem de pulso, este contador precisa de uma conexão à seco entre os terminais de entrada positivo e negativo. Para realizar este pulso, foi necessária a inclusão de relés 24 V. Para reduzir a velocidade no inversor é necessário o envio de um pulso 24 V em outra porta de entrada. Devido à escassez de entradas, optamos por utilizar a forma *reset*. Nos contadores de pulso, a opção de *reset* com contato a seco está entre seus terminais positivo e negativo, onde são novamente utilizados relés de contato 24 V para realizar esta conexão. Os relés são novamente utilizados para sinalização de que a bomba 1 e/ou a bomba 2 está acionada.

Para simular o acionamento de chaves de nível nos tanques 2 e 3, foram utilizadas chaves fim de curso, que funcionam como botões com contatos NA ou NF. Para os sensores PT100 dos tanques 1 e 3, foi utilizado um circuito com um resistor de 820 ohms conectado ao pino central de um potenciômetro linear de 1 k ohm, de modo que a variação de resistência é a mesma do sensor. A simulação de abertura e fechamento de válvulas foi realizada utilizando sinaleiros LED 24 V. Quando acionado o LED, ele simula abertura completa da válvula solenoide. Ao ser desenergizado, a válvula retorna para a posição normalmente fechada.

Para identificação dos cabos, foram utilizados fios cinza para comando, fios vermelhos para identificar os circuitos 24 V, fios pretos para terra, azul claro para neutro e verde para aterramento. Todas as conexões foram realizadas com terminais pré-isolados tipo tubular, que fornecem melhor conectividade dos contatos, e todos os pontos de

conexão foram identificados, de modo que reduz a dificuldade de realizar novamente as conexões caso haja a necessidade de substituição de algum elemento.

4.4 LÓGICA DO PROCESSO

Na cervejaria Floresta atualmente existem alguns tipos de receitas, para o desenvolvimento desse trabalho foi realizada uma visita à planta da cervejaria. Nesta visita acompanhamos a fabricação de um lote de cerveja, neste lote foi fabricado a cerveja do tipo *Patersbier* (Serelepe), a qual serviu de base para o processo de automatização desenvolvido nesse trabalho.

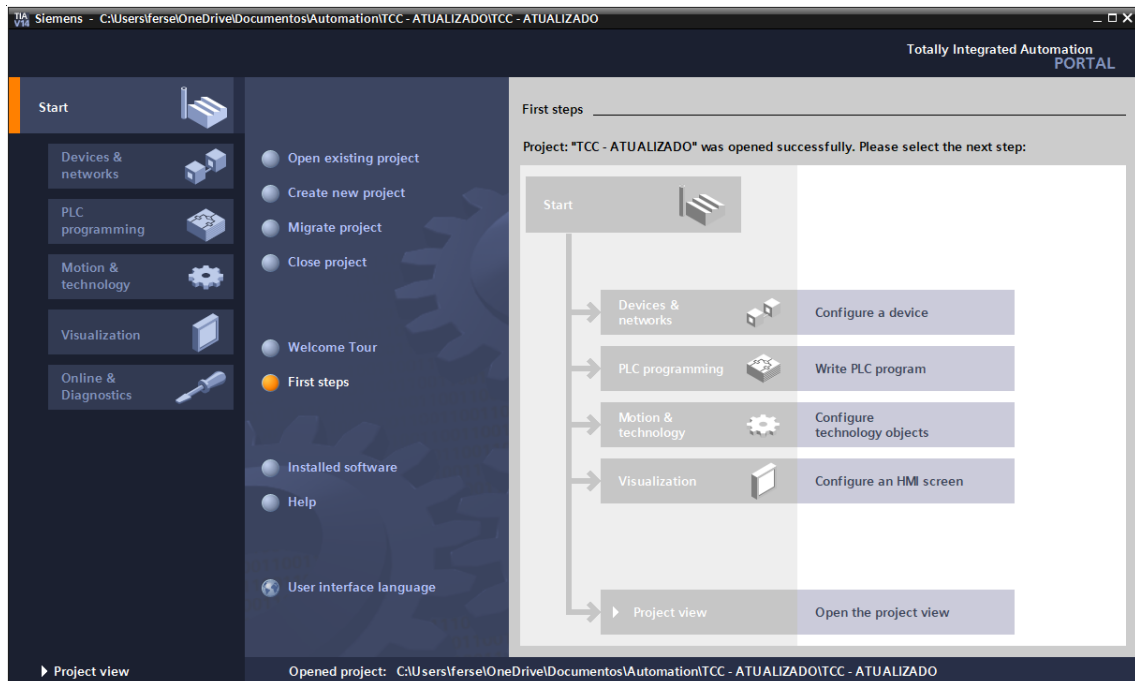


Figura 24: *Portal View* – Tela inicial do *TIA Portal V14*.

Fonte: Autoria Própria.

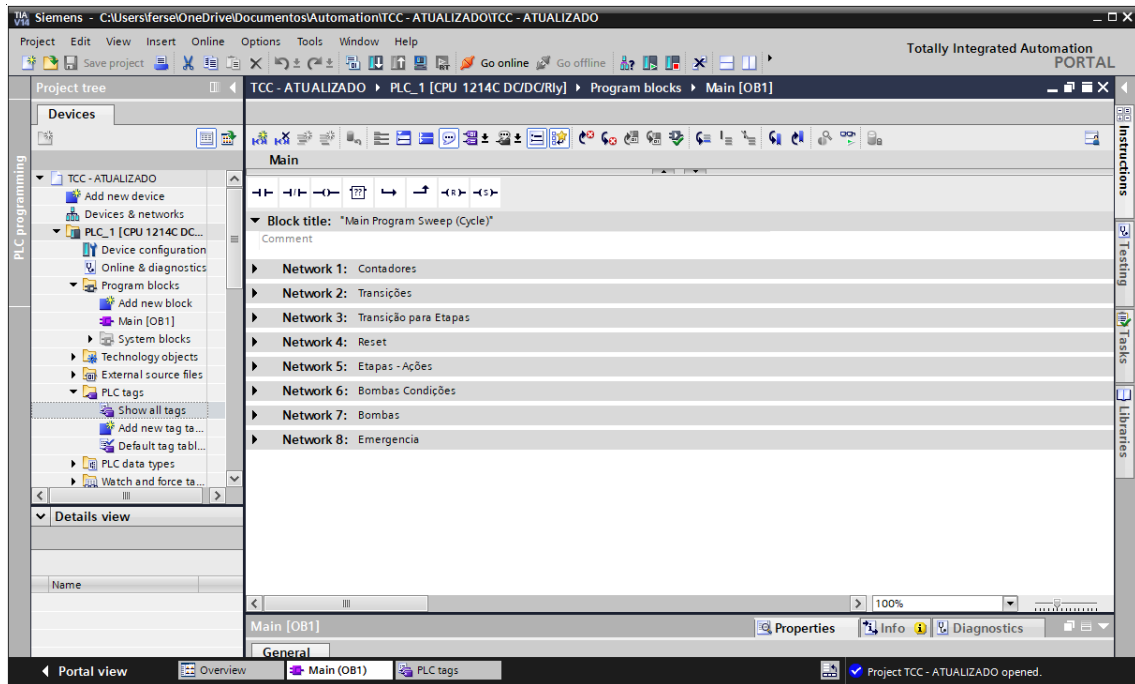


Figura 25: Project View.

Fonte: Autoria Própria.

O CLP é utilizado para gerenciar um sistema automatizado, conforme lógica desenvolvida. Essa lógica deve ser desenvolvida através de um computador e de um *software*, nesse caso foi utilizado o *software* da própria fabricante, o *Totally Integrated Automation portal V14 (TIA Portal)* da *Siemens*. Esse *software* aceita algumas linguagens de programação, no entanto devido a uma limitação do *hardware* utilizado, foi utilizada a linguagem de programação *Ladder*. O “*Portal View*” é mostrado na Figura 24.

O TIA Portal V14 possui duas formas de visualização do projeto, o “*Portal View*” e o “*Project View*”. Na tela inicial do *TIA portal V14* é possível realizar os primeiros passos, como escolha e configuração dos componentes, ter acesso a lógica de programação ou configurar interfaces IHM. Na tela do “*Project View*”, Figura 25, é possível realizar a programação e os ajustes necessários nesta, utilizando das linguagens de programação aceitas pelo programa como *Ladder*, Diagramas de Blocos ou *SCL*. Também é possível realizar alterações do hardware incluído e o monitoramento do programa em tempo real.

A lógica de programação nos CLPs *Siemens* utiliza de endereçadores chamados de *tags*. Os quais são variáveis do programa que representam bits e valores, e devem ser declarados na lista de *tags*, como na Figura 26, inserindo o nome da variável, o tipo de variável e o endereço. O controlador lógico programável utilizado foi o SIMATIC S7-1200, com um módulo de expansão SM 1222 RLY, ambos da *Siemens*, os quais foram cedidos pela empresa Trix Engenharia. A utilização desses foi devido a capacidade

Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	Ligar_Processo	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Desligar_Processo	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Emergencia	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Malte_OK	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Sensor_prof_T2	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Sensor_prof_T3	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Lupulo_OK	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Filtragem_OK	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Tempo_transferencia	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Tempo_10min	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Tempo_5min	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Sparging	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Valvula_A	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Valvula_B_J	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Valvula_C	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Valvula_D	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Valvula_E	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Valvula_G	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Valvula_H	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Valvula_J	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Valvula_K	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Valvula_M	Bool	%Q1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Valvula_N	Bool	%Q8.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 26: Lista de *tags*.

Fonte: Autoria Própria.

de processamento do mesmo, assim como a quantidade de entradas e saídas serem compatíveis com o processo de fabricação da cervejaria.

A CPU utilizada, 1214C DC/DC/RLY, possui alimentação em corrente contínua de 24Vcc, quatorze entradas digitais, dez saídas digitais, duas entradas analógicas e uma porta RJ-45 de comunicação *ethernet*. O CLP utilizado é modular permitindo a expansão de entradas e saídas. Nesse caso foi utilizado o módulo de expansão SM 1222, que possui oito saídas digitais.

Após a montagem e organização do *hardware* do modelo de planta, foi feita a programação do equipamento, seguindo o passo-a-passo anotado em visita à cervejaria. Primeiramente foi montado todo o processo em linguagem GRAFCET (APÊNDICE C), o qual posteriormente foi transformado em *Ladder* (APÊNDICE D) e por seguinte programado no CLP, por meio do programa TIA Portal V14. Toda a programação dentro do programa foi feita em *Ladder*, como na Figura 27, que mostra um trecho da programação.

Para facilitar a programação do CLP, foram nomeadas as entradas, saídas e memórias utilizadas, através da lista de *tags*, usando palavras-chave para identificar com facilidade a função de cada *tag*. Na Figura 28 estão representadas as *tags* de entradas e saídas digitais usadas no programa da cervejaria com o tipo de variável de cada *tag* e

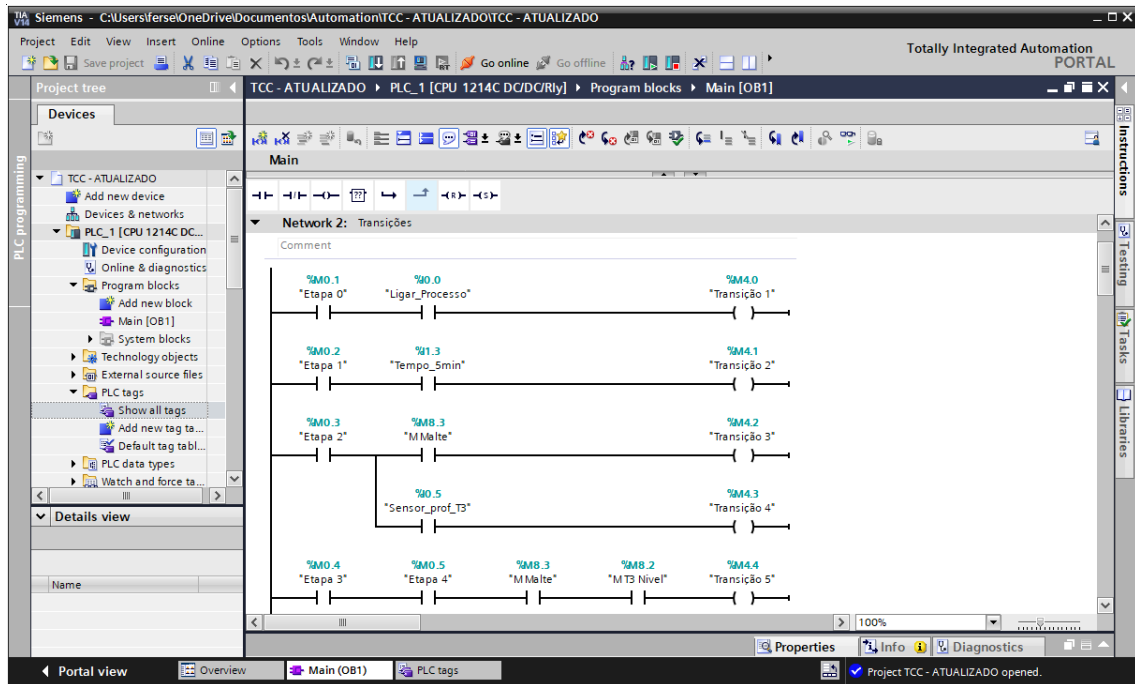


Figura 27: Parte do programa.

Fonte: Autoria Própria.

Nome da TAG	Tipo de Variável	Endereço	Nome da TAG	Tipo de Variável	Endereço
Ligar_Processo	Bool	%I0.0	Valvula C	Bool	%Q0.2
Desligar_Processo	Bool	%I0.1	Valvula D	Bool	%Q0.3
Emergencia	Bool	%I0.2	Valvula E	Bool	%Q0.4
Malte_OK	Bool	%I0.3	Valvula G	Bool	%Q0.5
Sensor_prof_T2	Bool	%I0.4	Valvula H	Bool	%Q0.6
Sensor_prof_T3	Bool	%I0.5	Valvula I	Bool	%Q0.7
Lupulo_OK	Bool	%I0.7	Valvula K	Bool	%Q1.0
Filtragem_OK	Bool	%I1.0	Valvula M	Bool	%Q1.1
Tempo_transferencia	Bool	%I1.1	Valvula N	Bool	%Q8.0
Tempo_10min	Bool	%I1.2	Queimador_1	Bool	%Q8.1
Tempo_5min	Bool	%I1.3	Queimador_2	Bool	%Q8.2
Sparging	Bool	%I1.4	Misturador	Bool	%Q8.3
Valvula A	Bool	%Q0.0	Bomba 1	Bool	%Q8.4
Valvula B J	Bool	%Q0.1	Bomba 2	Bool	%Q8.5
			Reset B1 e B2	Bool	%Q8.6
			Inserir ingrediente	Bool	%Q8.7

Figura 28: Lista de *tags* de entradas e saídas.

Fonte: Autoria Própria.

seus respectivos endereços. A programação do CLP é realizada por meio de linhas de comando, conhecidas como *networks*.

4.4.1 ENTRADAS ANALÓGICAS

As entradas analógicas do CLP S7-1200 apresentam valores de leitura de 0 a 27648, portanto primeiro é preciso converter os dados lidos para uma escala conhecida, nesse caso utilizamos uma escala que variava de 0 a 100° Celsius. Para essa conversão são utilizados dois blocos no TIA Portal, os blocos NORM_X e o bloco SCALE_X. Os limites máximo e mínimo serão definidos através do bloco NORM_X e serão convertidos através do bloco SCALE_X, conforme Figura 29. Uma vez que os valores lidos pelo CLP são do tipo Inteiro eles devem ser convertidos para Real, o que é feito através do bloco NORM_X, por exemplo quando o valor inteiro do CLP for 27648 nesse caso a temperatura será equivalente a 100°C.



Figura 29: Teste das entradas analógicas do CLP Siemens S7-1200

Fonte: Autoria Própria.

Para simular a variação da temperatura nos tanques foram utilizados dois potenciômetros, um para cada tanque, porém durante a programação e configuração dos controles PID foram encontrados alguns problemas em relação as entradas analógicas. Por isso realizamos testes nas entradas analógicas, como por exemplo um simples programa de leitura das entradas, pois estas não apresentavam variação no sinal conforme variação dos potenciômetros. Como resposta ao teste, não obtivemos qualquer alteração nos sinais de entrada, devido a isso concluímos que as entradas analógicas do CLP estavam queimadas. Como alternativa para o problema existem placas de sinais fabricadas pela Siemens com entradas analógicas extras, estas placas ficam anexas a CPU, podendo ser manejadas conforme a necessidade. Para termopares, existe o modelo de placa SB 1231 TC e para termoresistências, existe o modelo SB 1231 RTD, que é conectado na na parte frontal do CLP, conforme mostra a figura 30. Porém o preço dessas placas inviabilizou a aquisição das mesmas. Portanto decidimos apenas simular os controles PIDs através do Elipse.

4.4.2 PROGRAMAÇÃO DAS BOMBAS

Durante o processo de fabricação, as duas bombas são controladas por meio de diferentes frequências. Para simular a mudança de frequência foram utilizados dois



Figura 30: Placa de sinal SB 1231
 Fonte: <https://mall.industry.siemens.com>

contadores de pulsos, um para cada uma das bombas. Portanto era necessário um gerador de pulsos, O CLP *Siemens* s7-1200 possui um gerador de pulsos, no entanto devido a problemas encontrados este se demonstrou inviável na aplicação requerida. Devido a esse empecilho foi necessário a criação de um gerador de pulsos “manual”, através de linguagem *Ladder*. O gerador criado consiste de dois temporizadores e duas bobinas. A figura 31 mostra a realização da programação na programação em *Ladder*. O tempo setado nos temporizadores controlam a largura de pulso do gerador e devem ser iguais, para que não ocorram diferenças nas larguras de pulso entre o *timer* 1 e *timer* 2.

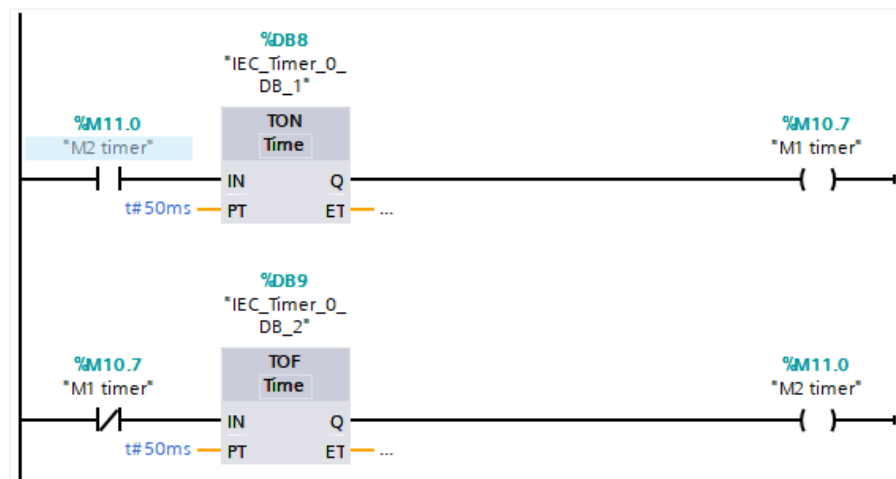


Figura 31: Gerador de Pulsos.

Fonte: Autoria Própria.

4.4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTÁGIOS DA AUTOMAÇÃO

4.4.3.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Primeiramente para conhecimento e familiarização do processo de fabricação da cervejaria, foi realizada uma visita técnica durante a fabricação de uma das receitas da Cervejaria Floresta. Durante essa visita acompanhamos e anotamos o passo-a-passo para a produção da cerveja, que está disposto a seguir, o processo consiste de 12 passos, que devem ser seguidos exatamente, pois o menor erro pode ocasionar na perda de um lote inteiro.

- 1º passo: Enchimento do tanque 3 com água filtrada. O usuário liga o processo pressionando o botão “LIGAR” manualmente ou pelo sistema supervisor. Ao ligar o processo, são abertas a válvula C (válvula de entrada de água filtrada), assim como as válvulas G, I e K, estas válvulas representam o caminho para o tanque 3, ao mesmo tempo a bomba 2 é acionada, empurrando a água e forçando a entrada no tanque pela válvula K. Enquanto o tanque 3 está enchendo de água é necessário que o usuário insira o malte moído no tanque 1.
- 2º passo: Ligar queimador 2. Para se garantir o queimador não queime o fundo do tanque, devido a ausência de água é necessário esperar cinco minutos para que este seja ligado.
- 3ª passo: Tanque 3 cheio. Quando a água aciona o sensor de nível no tanque 3, as válvulas C, G, I, K são fechadas e a bomba 2 é desligada.
- 4º passo: Início do processo de mosturação. Após a água no tanque 3 atingir a temperatura de 84°C, são abertas as válvulas O, I, G, A e ligado a bomba 1. Transferindo a água aquecida para o tanque 1, junto ao malte moído anteriormente adicionado.
- 5º passo: Mosturação. O tempo para que ocorra a transferência completa entre os tanques foi medido e após decorrido este tempo, a válvula O é fechada, a bomba 1 desligada e o queimador 1 é ligado. Ao mesmo tempo as válvulas C, G, I e M são acionadas e a bomba 2 ligada, para que seja aquecida mais água que posteriormente será adicionada ao tanque 1. Assim como no 3º passo, quando o sensor de nível no tanque 3 é acionado as válvulas C, G, I e M são fechadas, a bomba 2 é desligada e o queimador 2 é ligado.

- 6º passo: Rampas de temperatura. Após o queimador 1 ser ligado é realizado o controle de temperatura (rampas de temperatura) desse tanque seguindo a receita. Ao mesmo tempo a temperatura da água no tanque 3 é controlada e precisa permanecer a 75°C.
- 7º passo: Continuação do processo de mosturação. Quando as temperaturas e tempos no tanque 1 e 3 são atingidos, as válvulas O, I, G, A e bomba 1 são acionadas, transferindo a água aquecida do tanque 3 para o tanque 1, dado o tempo para que ocorra a transferência são resetadas todas as válvulas, como forma de precaução.
- 8º passo: Lavagem do mostro. Nesse passo, o tanque 1 está com uma mistura de grãos e água, porém não é uma mistura homogênea. É necessária uma lavagem das sementes de malte, isso é realizado a recirculação utilizando o tanque 1 e 2. Ou seja, o mostro é transferido do tanque 1 para o tanque 2, depois de novo para o tanque 1, esse processo é feito por 3 vezes. Para que o mostro seja transferido para o tanque 2 são ligadas as válvulas E, D e a bomba 1. E para que seja transferida para o tanque 1 são fechadas as E, D e são abertas as válvulas H, G e A, depois da recirculação e lavagem do malte, o líquido fica no tanque 2 e se inicia a filtração.
- 9º passo: Filtração. É necessário que seja feita a filtração do líquido, separando as sementes de malte. Para isso é necessário garantir que todas as válvulas estejam fechadas, após esta confirmação, as duas bombas são acionadas e são abertas as válvulas H, G, I, J e B. Desta forma o líquido com as sementes é forçado a sair pela válvula H e entrar pelas válvulas B e J, realizando aos poucos a filtração, que estará completa quando os sensores de turbidez forem acionados, ou após decorrido um longo período de tempo determinado, fechando todas as válvulas e desligando as bombas.
- 10º passo: Transferência e fervura no tanque 3. Quando a filtração estiver completa o mostro deverá ser transferido para o tanque 3, portanto são acionadas as válvulas H, I, M e a bomba 2, quando o sensor de profundidade 2 for acionado representa que a transferência está completa e se inicia a fervura, sendo resetado todas as válvulas, a bomba 2 e acionando o queimador 2. Quando o mostro atinge a temperatura estabelecida pela receita, é necessário a adição, pelo operador, dos lúpulos especificados na receita.
- 11º passo: Recirculação. Depois da adição dos lúpulos o queimador 2 é desligado e as válvulas O, M e bomba 2 são acionadas, isso é feito para criar um “redemoinho” no

tanque 3, forçando a circulação do mostro por alguns minutos (tempo de sparding), dentro do próprio tanque 3.

- 12º passo: Finalização e transferência para tanques de fermentação. Depois do tempo de sparding, a bomba 2 é desligada e então é aguardado alguns minutos para o resfriamento do mostro, dado esse tempo as válvulas O e M são resetadas e a válvula N é aberta para o líquido seja transferido para os tanques de fermentação, finalizando o processo de automatização.

4.5 SISTEMA SUPERVISÓRIO

O Elipse E3 foi o *software* supervisório escolhido, o qual provém muitos recursos para a criação de um processo. A comunicação entre o *software* supervisório e o equipamento utilizado é feito por *drivers*, que são disponibilizados no endereço eletrônico da Elipse. A gama de *drivers* fornecidos pela empresa faz com que o E3 seja compatível com diversos equipamentos. No presente projeto, foi utilizado o *driver Siemens* multiprotocolo (mprot.dll), por sua compatibilidade com o CLP *Siemens* modelo S7-1200. O *driver* Mprot permite comunicações por meio dos protocolos PPI, MPI, ISOTCP e MPI encapsulados em *ethernet* (IBHLink). A partir do menu *organizer* do E3, os elementos do processo podem receber propriedades específicas, tais como as *tags* a serem vinculadas com as variáveis utilizadas no programa do equipamento, que no caso é o CLP.

As Figuras 32 e 33 exibem a configuração utilizada no Elipse E3 para o presente projeto, sendo que a Figura 32 mostra as configurações gerais do *driver* MProt.dll, no qual é evidenciado o uso da rede ISOTCP, enquanto que a Figura 33 mostra as configurações para a aba *ethernet*.

Os parâmetros numéricos deverão ser configurados de acordo com a Figura 34, sendo que o presente projeto utilizará a configuração a seguir descrita.

4.5.1 LAYOUT DO SISTEMA SUPERVISÓRIO E VIEWER.

No programa montado pelo *software* Elipse, demonstrado pela Figura 35, é possível visualizar uma imagem da planta proposta, visualmente parecida com o modelo real. A abertura das válvulas é sinalizada por meio da mudança de cor da válvula, assim como os queimadores e bombas. Há um painel que mostra a frequência pela qual as bombas estão ligadas.

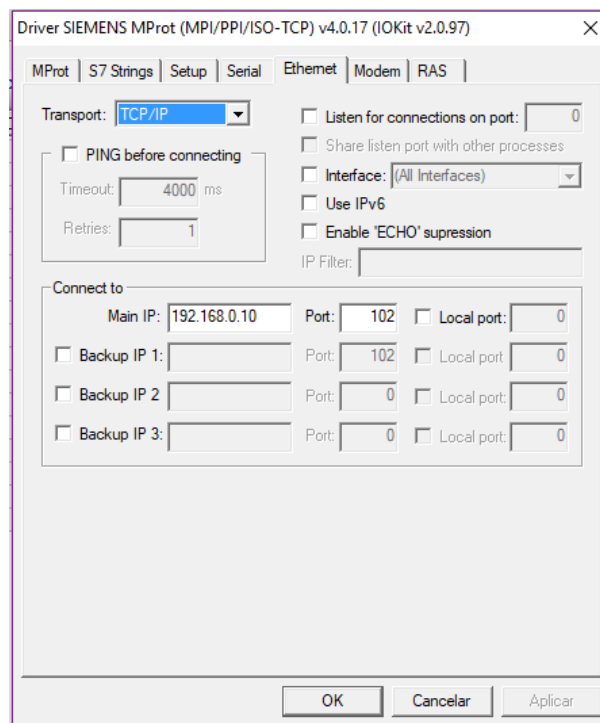


Figura 32: Configuração da aba *ethernet*.
Fonte: Autoria Própria.

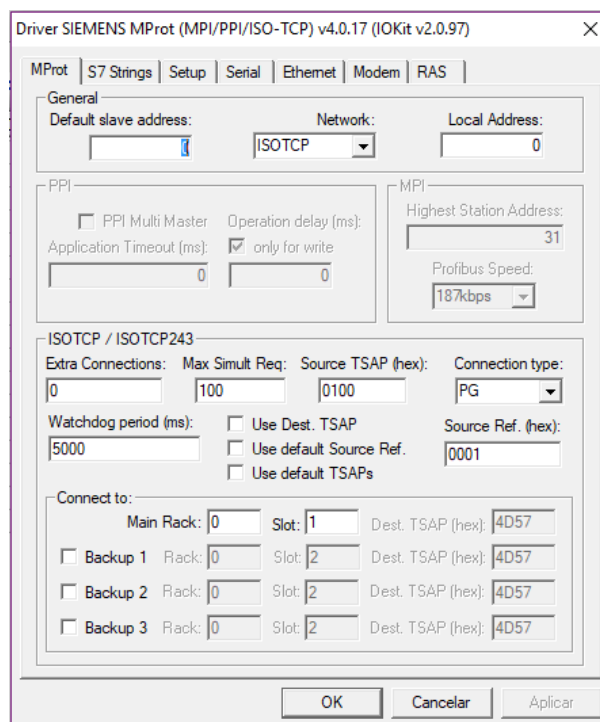


Figura 33: Configuração do *Driver MPROT.dll*.
Fonte: Autoria Própria.

Na área superior da tela, são exibidos a logomarca da Cervejaria Floresta, informações com horário e login de usuários. Na área inferior, são exibidas outras

Nome	Dispo...	Item	P1/N1...	P2/N2...	P3/N3...	P4/N4...	Ta...	Var...
[-] Driver1			0	0	0	0		
• Entradas			1	206	0	0		100
• Saidas			1	207	0	0		100
• Memorias			1	208	0	0		100
• Entradas1			1	206	0	1		100
• Saidas1			1	207	0	1		100
• Memorias1			1	208	0	1		100
• Memorias2			1	208	0	2		100
• Memorias3			1	208	0	3		100
• Memorias4			1	208	0	4		100
• Memorias5			1	208	0	5		100
• Memorias6			1	208	0	6		100
• Memorias7			1	208	0	7		100
• Memorias8			1	208	0	8		100
• Memorias9			1	208	0	9		100
• Memorias10			1	208	0	10		100
• Saidas2			1	207	0	8		100

Figura 34: Endereçamento dos Parâmetros.

Fonte: Autoria Própria.

informações relevantes, como o estágio do processo e o tempo estimado para cada item, e também informação sobre a temperatura da planta, e botões de atalho do PID.

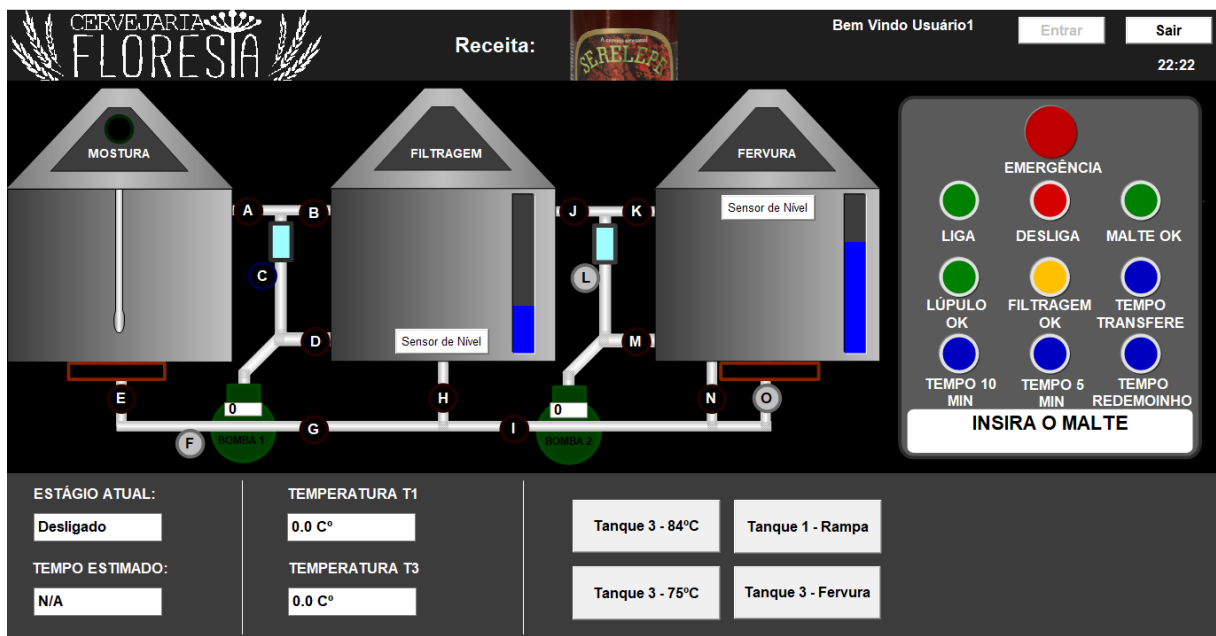


Figura 35: Tela Elipse.

Fonte: Autoria Própria.

Quando o sinal de mostura é exibido, uma animação em tela gira as pás do

primeiro tanque, para fácil compreensão do processo. Também há indicadores de nível nos outros tanques, que tem animações similares, para demonstrar visualmente quando os tanques estão enchendo ou esvaziando. Na lateral direita há um painel de botões disposto da mesma maneira que no modelo, como pode ser verificado na Figura 35. Todos os botões são completamente controláveis pelo painel, que são ligados ao *driver* de comunicação e consegue alterar as *tags* via *ethernet*. Neste mesmo painel, há um *display* de texto que informa qual ingrediente deve ser inserido, diferentemente da planta modelo que possui apenas um sinaleiro de luz que indica quando deve ser inserido algum ingrediente.

4.5.2 INTEGRAÇÃO COM O CLP

Toda a animação do sistema supervisório só é possível por meio da comunicação dos *tags* vindos do CLP. O MPROT envia os dados no formato de *bytes*, adquirindo, portanto, o octeto de todas as memórias, entradas e saídas do CLP. Logo, para acessar no Eclipse a informação do botão de emergência que tem como endereço %I0.2, por exemplo, seleciona-se o *tag* de entrada representando o primeiro octeto de entradas, e então o *bit* 2 (Driver1.Entradas.Bit02), como na Figura 34. O mesmo segue para todas as memórias utilizadas no programa e acompanhamento de etapas.

Existem 4 situações distintas em que controle PID é necessário. Como o processo de rampas de temperatura e estabilização de temperatura são lentos, os botões de ação PID podem ser inseridos em tela para facilitar o processo de teste e demonstração, mas eles ativam as mesmas memórias que os processos de PID fariam.

O principal desafio encontrado na integração do CLP com o sistema supervisório Eclipse E3 foi a comunicação entre o meio físico e o *software* em si. Houve grande dificuldade para encontrar a razão do problema. Após muitos testes e análises, concluiu-se que algumas ações deveriam ser tomadas:

- 1. O *driver* MPROT deve ser configurado de uma maneira exata que não é especificamente descrita no manual. Quanto a configuração dos parâmetros: O parâmetro N1/B1, referente ao endereço do CLP, será igual a 1, devido à compatibilidade do CLP 1200 utilizado no projeto.

O parâmetro N2/B2, referente ao tipo e área de dados, será preenchido em conformidade com a fórmula explicitada na formula: $N2/B2 = \text{TipoData} \cdot 100 + \text{Área}$

O parâmetro N3/B3 será preenchido com 0 (zero), uma vez que o projeto não contém

bloco DB.

Por fim, o parâmetro N4/B4 indica o endereço na área de dados, qual seja, o *byte* a que se refere. Ver Figura 36 (ELIPSE, 2016)

Configuração por Parâmetros Numéricos (N/B)

Use a sintaxe padrão descrita na tabela a seguir para todos os Tags e Blocos.

Sintaxe padrão para Tags e Blocos

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO
N1/B1	Endereço do CLP. Se igual a 0 (zero) e protocolo diferente de ISOTCP ou ISOTCP243 , é substituído pelo Default Slave Address . Se o protocolo é ISOTCP ou ISOTCP243 , este valor deve ser deixado em 0 (zero)
N2/B2	Tipo de dados e área de dados (veja as tabelas a seguir). O valor deve ser composto pelo tipo de dados multiplicado por 100 mais a área de dados (a fórmula é $N2/B2 = TipoDados \times 100 + Área$)
N3/B3	Se a área de dados selecionada é V (DB) , preencha com o número do bloco DB. Caso contrário, deixe em 0 (zero). Caso a memória contenha um bloco DB único ou não especificado, preencha com o valor 1 (um)
N4/B4	Endereço na área de dados ou <i>offset</i> do bloco DB. Para usar tipos de dados que ocupam mais de um byte, devem ser colocados endereços múltiplos de dois para tipos de dados de dois bytes (16 bits com e sem sinal) e múltiplos de quatro para tipos de dados de quatro bytes (32 bits com e sem sinal e ponto flutuante de 32 bits)

Figura 36: Configurações dos parâmetros do *Driver*
(ELIPSE, 2016)

- 2. Uma topologia deve ser explicitada no programa Tia Portal, como na Figura 41, para que o CLP provisione as enviar as informações de *tags* de entradas, saídas e memórias ao computador em que serão monitoradas pelo sistema supervisorio. Ver Figura 37.
- 3. No item “*Protection*” dentro das propriedades do CPU 1214 do CLP, o *access level* deve estar em “*full access (no protection)*” e a caixa “*permit access with PUT/GET communication from remote partner*” (PLC, HIM, OPC, ...) dentro do item “*Connection mechanisms*” deve ser selecionada.
- 4. Em todos os DB’s do programa, dentro de propriedades e no item “*Attributes*”, a caixa “*optimized block access*” deve ser desselecionada. Esta propriedade faz com que o sistema automaticamente otimize e maneje os endereços, e o *driver* MProt perde a capacidade de interpretar as informações enviadas pelo CLP.

Um dos grandes impasses do projeto foi como executar este ultimo item, já que o bloco de controle PID têm tal informação bloqueada pelo sistema por padrão. Foi executada então uma pesquisa intensa nos fóruns Elipse, e junto de um consultor da

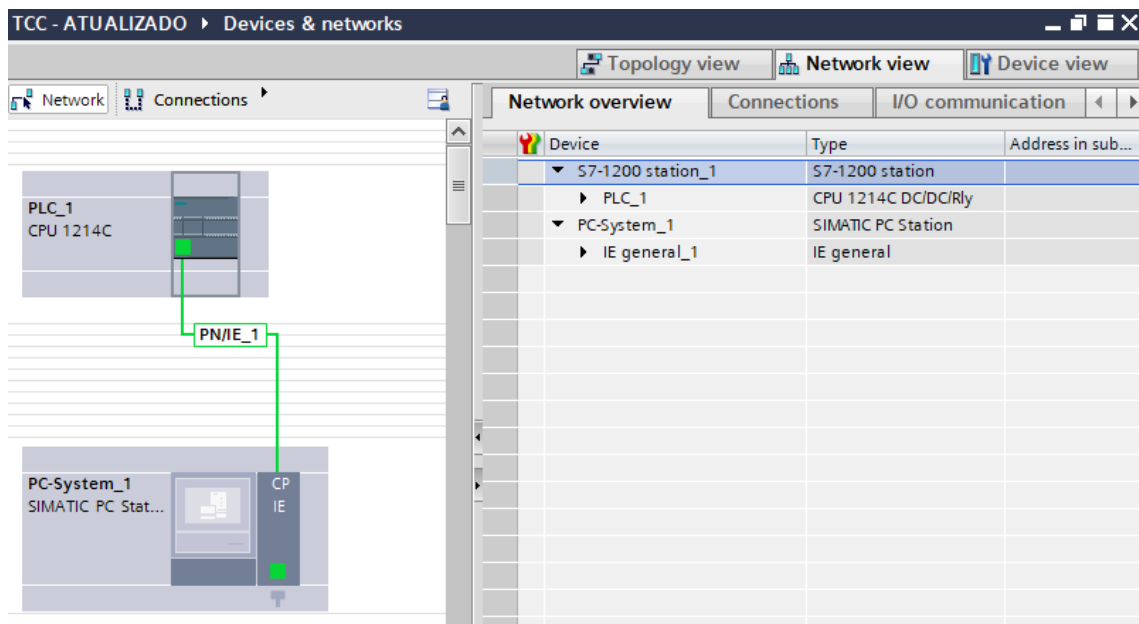


Figura 37: Topologia do CLP.

Fonte: Autoria Própria.

Siemens, foi descoberto que seria necessária a atualização do *Driver MPROT.dll* para a última versão disponível no site, e modificar alguma configuração já feita no DB. O TIA Portal então a considera como não compilada e será possível desmarcar a propriedade, salvá-la e compilá-la novamente. (ELIPSE KB, 2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstra que o projeto de automação proposto é viável tecnicamente, e apresenta bons resultados. O emprego do CLP demonstrou ser preferível em relação à solução *LabVIEW*, em consideração aos custos de implementação e a limitação de tensão desta em saídas digitais. O CLP comprovou ser uma ferramenta extremamente eficiente e robusta, com grande quantidade de material disponível na rede para suporte de problemas que podem ocorrer durante o desenvolvimento. Estes atributos contribuem para uma maior confiabilidade e qualidade do processo, tornando-se vantajoso ao usuário.

Outra característica importante é que o uso do sistema dispensa a necessidade de profissional com qualificação especializada, uma vez que o processo simplifica consideravelmente a mão-de-obra despendida, que pode ser resumida em três etapas: uma fase inicial de acionamento do sistema e inserção do malte moído, uma fase intermediária de inserção dos lúpulos, e uma fase final de inserção de uma mangueira para transferir o mosto lupulado ao tanque de fermentação.

Deve-se salientar que o sistema permite o monitoramento remoto de seu funcionamento, o que reduz ainda mais a necessidade de mão-de-obra durante o processo.

Verifica-se que o principal custo da automação deste processo não está na aquisição do CLP, mas sim das válvulas solenóides, sendo que para implementação deste caso, o custo das 15 válvulas necessárias é cinco vezes maior que o custo com aquisição de CLP. Tal fator pode ser um impeditivo para implementação imediata.

Alguns impeditivos encontrados neste trabalho podem ser foco de artigos complementares futuros, como a utilização de sistemas supervisórios gratuitos e a construção de acionadores de válvulas de baixo custo.

Contudo, a simplificação do processo fornecido pelo sistema gera grande vantagem financeira que, a longo prazo, supera a dificuldade inicial de custo de implementação. Não obstante, o emprego de equipamentos e sistemas eficientes garantem maior qualidade do produto final, tornando o uso do sistema bastante atraente e dando uma boa competitividade de mercado.

6 APÊNDICE A

O apêndice A compreende do projeto elétrico completo que foi desenhado para a automação da planta real da cervejaria Floresta, seguindo as normas.

A
B
C
D
E
F

Empresa / Cliente	CERVEJARIA FLORESTA
Descrição do projeto	BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA
Número de desenho	-
Comissão	-
Fabricante (Empresa)	-
Caminho	-
Nome do projeto	CERVEJARIA FLORESTA
Tipo	PAINEL DE COMANDO BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA
Local de instalação	CERVEJARIA FLORESTA
Responsável pelo projeto	ALINE MARTINS, EGON LAERTES SCHURT E FERNANDO SELENKO RAMOS

Título CCM-01

Criado em	01/09/2018	Revisão	0	Vide folhas, -	Quantidade de páginas	43
Revisado em	10/09/2018	Por	-			

		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 1/16
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	ÁREA PROJ.: SUB-ÁREA PROJ.:		N° CONTRATADA	
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18			ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18				

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

A

B

C

D

E

F

PAINEL DE COMANDO DE MOTOR 01

CCM-01

CEVEJARIA FLORESTA

COLOMBO - PR

220V/60HZ

		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 2/16
ANALISADO:		/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18			N° CONTRATADA
ACEITO:		/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18	ÁREA PROJ.:		ESCALA:
VISTO:		/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18	SUB-ÁREA PROJ.:		S/ ESCALA

A
B
C
D
E
F

PÁGINA	DESCRIÇÃO	DATA	REVISÃO
1	CAPA	06/09/2018	0
2	FOLHA DE ROSTO	06/09/2018	0
3	ÍNDICE	06/09/2018	0
4	FOLHA DE DADOS	06/09/2018	0
5	TOPOLOGIA	06/09/2018	0
6	DIAGRAMA DE FORÇA	06/09/2018	0
7	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	06/09/2018	0
8	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	06/09/2018	0
9	CLP SIEMENS	06/09/2018	0
10	ENTRADAS DIGITAIS	06/09/2018	0
11	ENTRADAS DIGITAIS	06/09/2018	0
12	ENTRADAS ANALÓGICAS	06/09/2018	0
13	SAÍDAS DIGITAIS	06/09/2018	0
14	SAÍDAS DIGITAIS	06/09/2018	0
15	SAÍDAS DIGITAIS EXPANSÃO	06/09/2018	0
16	SIMBOLOGIA	06/09/2018	0

PÁGINA	DESCRIÇÃO	DATA	REVISÃO

ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ÁLINE MARTINS	SET/18

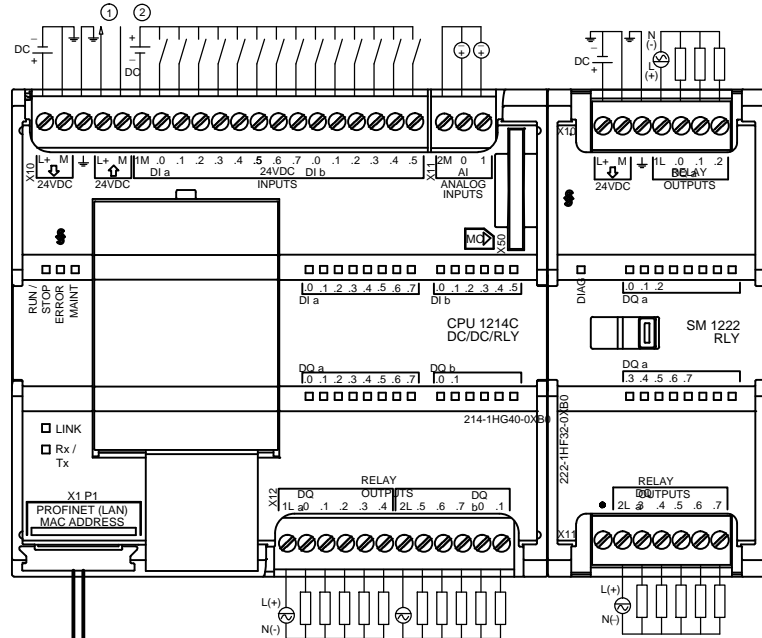
DIAGRAMA ELÉTRICO	
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N°.	
REV.: 1	FL.: 3/16
N° CONTRATADA	∞
ESCALA:	S/ ESCALA

<p>1. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS</p> <p>1.1 TENSÃO ISOLAÇÃO NOMINAL: 1KVA Vca 1.2 TENSÃO DE OPERAÇÃO: 220V Vca 1.3 FREQUENCIA NOMINAL: 60 Hz 1.4 TENSÃO APLICADA 1 Min: kV 1.5 NÍVEL BÁSICO DE IMPULSO: kV 1.6 CORRENTE NOMINAL: 6 A 1.7 CORRENTE CURTO CIRCUITO: kA 1.8 SISTEMA: <input type="checkbox"/> 3Ø+T <input type="checkbox"/> 3Ø+N <input checked="" type="checkbox"/> 3Ø+N+T 1.9 NEUTRO: <input type="checkbox"/> ATERRADO POR IMPEDÂNCIA <input checked="" type="checkbox"/> SOLIDAMENTE ATERRADO</p> <p>OBSERVAÇÕES:</p>	<p>4. DETALHES CONSTRUTIVOS</p> <p>4.1 FRONTAL: <input type="checkbox"/> PORTA <input type="checkbox"/> TAMPA PARAFUSADA 4.2 TRASEIRA: <input type="checkbox"/> PORTA <input type="checkbox"/> TAMPA PARAFUSADA 4.3 FECHO: <input type="checkbox"/> RÁPIDO <input type="checkbox"/> CREMONA C/ YALE <input type="checkbox"/> FENDA <input type="checkbox"/> MAÇANETA C/ YALE <input type="checkbox"/> LACRE P/ PAINEL 4.4 VENEZIANA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO TELA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO FILTRO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO 4.5 VENTILADOR: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO TELA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO FILTRO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO 4.6 CONEXÕES EXTERNAS: 4.6.1 FORÇA: ENTRADA: <input type="checkbox"/> DUTO <input checked="" type="checkbox"/> CABOS <input type="checkbox"/> POR CIMA <input type="checkbox"/> POR BAIXO <input type="checkbox"/> LATERAL <input type="checkbox"/> TRASEIRA SAÍDA: <input type="checkbox"/> BARRAS <input checked="" type="checkbox"/> CABOS <input type="checkbox"/> POR CIMA <input type="checkbox"/> POR BAIXO <input type="checkbox"/> LATERAL <input type="checkbox"/> TRASEIRA 4.6.2 CIRCUITOS AUXILIARES: <input type="checkbox"/> POR CIMA <input type="checkbox"/> POR BAIXO 4.7 BITOLA DAS CHAPAS: ESTRUTURA: 14 MSG FECHAMENTO: 14 MSG 4.8 FUNDO FECHADO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO 4.9 FIXAÇÃO: <input type="checkbox"/> PISO <input type="checkbox"/> PAREDE 4.10 POSIÇÃO: <input type="checkbox"/> AFASTADO DA PAREDE <input type="checkbox"/> ENCOSTADO À PAREDE</p> <p>OBSERVAÇÕES:</p>	<p>6. BARRAMENTO</p> <p>6.1 MATERIAL: <input type="checkbox"/> COBRE <input type="checkbox"/> ALUMÍNIO 6.2 BARRAMENTOS <input type="checkbox"/> FASES <input type="checkbox"/> TERRA <input type="checkbox"/> NEUTRO 6.3 TRATAMENTO DAS JUNÇÕES: <input type="checkbox"/> NATURAL <input type="checkbox"/> ESTANHADA <input type="checkbox"/> PRATEADA 6.4 ISOLAÇÃO DAS BARRAS <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> PÓ EPOXI <input type="checkbox"/> TERMOCONTRÁTIL 6.5 IDENTIFICAÇÃO <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/> FITA COLORIDA <input type="checkbox"/> TOTALMENTE PINTADO <input type="checkbox"/> 6.6 CORES: FASE R: <input checked="" type="checkbox"/> AMARELO FASE S: <input checked="" type="checkbox"/> BRANCO FASE T: <input checked="" type="checkbox"/> VERMELHO TERRA: <input checked="" type="checkbox"/> VERDE NEUTRO: <input checked="" type="checkbox"/> AZUL CLARO POSITIVO: <input checked="" type="checkbox"/> VERMELHO NEGATIVO: <input checked="" type="checkbox"/> PRETO 6.7 DIMENSÃO BARRAMENTO PRINCIPAL:</p> <p>OBSERVAÇÕES: QUANDO HOUVER BARRAMENTO, É COLOCADO PLACA DE ACRÍLICO SOB O BARRAMENTO.</p>	<p>8. FIAÇÃO</p> <p>8.1 CLASSE DE ISOLAÇÃO FORÇA: <input checked="" type="checkbox"/> 750V <input type="checkbox"/> 0.6/1 kV CONTROLE: <input checked="" type="checkbox"/> 750V <input type="checkbox"/> 8.2 TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVIÇO: <input checked="" type="checkbox"/> 70 °C <input type="checkbox"/> 100 °C <input type="checkbox"/> 8.3 IDENTIFICAÇÃO: <input type="checkbox"/> ANILHA <input checked="" type="checkbox"/> LUVAS PLÁSTICA <input type="checkbox"/> ANILHA + LUVAS SUPORTE <input type="checkbox"/> 8.4 CORES:</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CIRCUITO</th> <th>COR</th> <th>BITOLA (mm2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FORÇA < 1000 VCA</td> <td>PRETO</td> <td>CONF. ABNT</td> </tr> <tr> <td>POLO POSITIVO</td> <td>VERMELHO</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>POLO NEGATIVO</td> <td>PRETO</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>CONTROLE (FASE)</td> <td>CINZA</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>CONTROLE (COMUM)</td> <td>CINZA</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>TERRA</td> <td>VERDE</td> <td>CONF. ABNT</td> </tr> <tr> <td>NEUTRO</td> <td>AZUL</td> <td>CONF. ABNT</td> </tr> <tr> <td>CIRCUITO DE TENSÃO</td> <td>AMARELO</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>CIRCUITO DE CORRENTE</td> <td>AMARELO</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>CIRCUITOS AUXILIARES</td> <td>PRETO</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>CONTROLE (PCE)</td> <td>CINZA</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>8.5 BORNES <input type="checkbox"/> ENTRE COLUNAS E PORTA <input type="checkbox"/> LIGAÇÕES EXTERNAS AO PAINEL <input type="checkbox"/> RESERVA 20% DO TOTAL</p> <p>OBSERVAÇÕES:</p>	CIRCUITO	COR	BITOLA (mm2)	FORÇA < 1000 VCA	PRETO	CONF. ABNT	POLO POSITIVO	VERMELHO	1,0	POLO NEGATIVO	PRETO	1,0	CONTROLE (FASE)	CINZA	1,5	CONTROLE (COMUM)	CINZA	1,5	TERRA	VERDE	CONF. ABNT	NEUTRO	AZUL	CONF. ABNT	CIRCUITO DE TENSÃO	AMARELO	1,5	CIRCUITO DE CORRENTE	AMARELO	2,5	CIRCUITOS AUXILIARES	PRETO	1,5	CONTROLE (PCE)	CINZA	1,0
CIRCUITO	COR	BITOLA (mm2)																																					
FORÇA < 1000 VCA	PRETO	CONF. ABNT																																					
POLO POSITIVO	VERMELHO	1,0																																					
POLO NEGATIVO	PRETO	1,0																																					
CONTROLE (FASE)	CINZA	1,5																																					
CONTROLE (COMUM)	CINZA	1,5																																					
TERRA	VERDE	CONF. ABNT																																					
NEUTRO	AZUL	CONF. ABNT																																					
CIRCUITO DE TENSÃO	AMARELO	1,5																																					
CIRCUITO DE CORRENTE	AMARELO	2,5																																					
CIRCUITOS AUXILIARES	PRETO	1,5																																					
CONTROLE (PCE)	CINZA	1,0																																					
<p>2. CIRCUITOS AUXILIARES</p> <p>2.1 TENSÃO DE COMANDO: 220/24 Vca FONTE: <input checked="" type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA 2.2 AQUECIMENTO: 100 W 220 Vca FONTE: <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA 2.3 ILUMINAÇÃO: 25 W 220 Vca TIPO: <input type="checkbox"/> INCANDESC. <input type="checkbox"/> FLUORESCENTE FONTE: <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA 2.4 TOMADA: 2P+T 10 A 220 Vca FONTE: <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA</p> <p>OBSERVAÇÕES:</p>	<p>5. TRATAMENTO E PINTURA</p> <p>5.1 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE: <input type="checkbox"/> JATEAMENTO <input type="checkbox"/> QUÍMICO 5.2 PINTURA: <input type="checkbox"/> PÓ <input type="checkbox"/> LÍQUIDA 5.3 ESPESSURA: 50 a 100 MICRONS 5.4 COR DE ACABAMENTO: <input type="checkbox"/> BEGE RAL 7032 <input type="checkbox"/> INTERNO <input type="checkbox"/> EXTERNO <input type="checkbox"/> CINZA MUNSEL 6,5 <input type="checkbox"/> INTERNO <input type="checkbox"/> EXTERNO <input type="checkbox"/> 5.5 COR DA PLACA DE MONTAGEM: <input type="checkbox"/> LARANJA RAL 2004 <input type="checkbox"/> OUTRO 5.6 FERRAGENS INTERNAS:</p>	<p>7. PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO</p> <p>7.1 PLAQUETAS EXTERNAS (MATERIAL): <input checked="" type="checkbox"/> ACRÍLICO <input type="checkbox"/> ALUMÍNIO <input type="checkbox"/> AUTO ADESIVA <input type="checkbox"/> 7.2 PLAQUETAS EXTERNAS (FIXAÇÃO): <input type="checkbox"/> PARAFUSADA <input checked="" type="checkbox"/> AUTO ADESIVO <input type="checkbox"/> REBITE DE NYLON <input type="checkbox"/> 7.3 PLAQUETAS INTERNAS (MATERIAL): <input checked="" type="checkbox"/> ACRÍLICO <input type="checkbox"/> FITA ADESIVA <input type="checkbox"/> PAPEL AUTO ADESIVO <input type="checkbox"/> 7.4 PLAQUETAS INTERNAS (FIXAÇÃO): <input type="checkbox"/> PARAFUSADA <input checked="" type="checkbox"/> AUTO ADESIVO</p>	<p>9. CONDIÇÕES DE SERVIÇO</p> <p>9.1 TEMPERATURA AMBIENTE MÉDIA: 35 °C 9.2 TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA: 40 °C 9.3 ALTITUDE: <1000 m 9.4 UMIDADE: 70 % 9.5 AMBIENTE: CONFORME ESPECIFICAÇÃO EM ANEXO. <input checked="" type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> SEMI-AGRESSIVO <input type="checkbox"/> AGRESSIVO <input type="checkbox"/> MARÍTIMO</p>																																				

	EXECUTADO POR	DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
	AUTOR DO PROJETO		N.º
			REV.: 1 FL.: 4/16
			N.º CONTRATADA 01
			ESCALA: S/ ESCALA

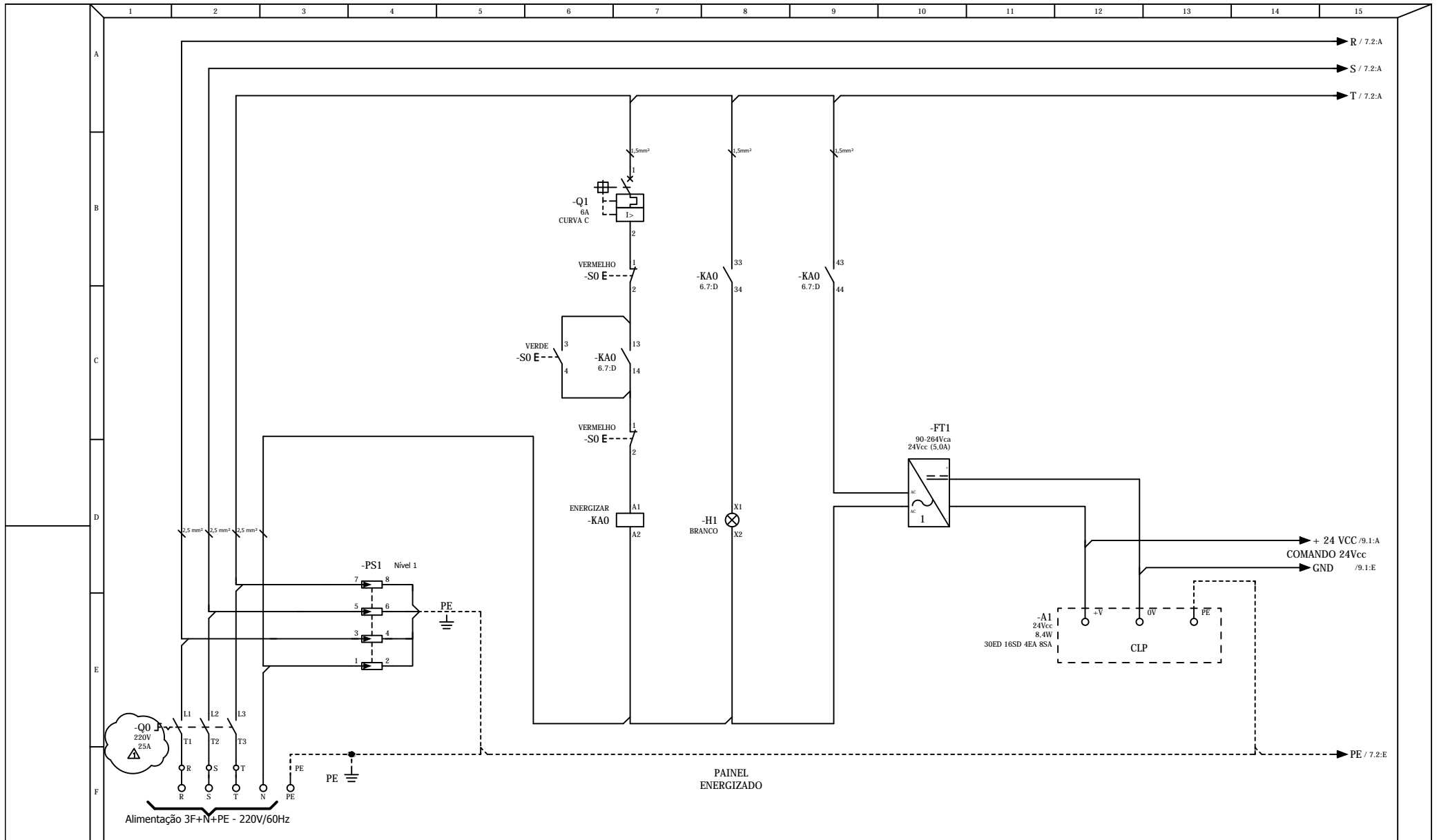
- ① 24 VDC Sensor Power Out
- ② For Sinking Inputs, connect "-" to "M" (shown). For Sourcing Inputs, connect "+" to "M".

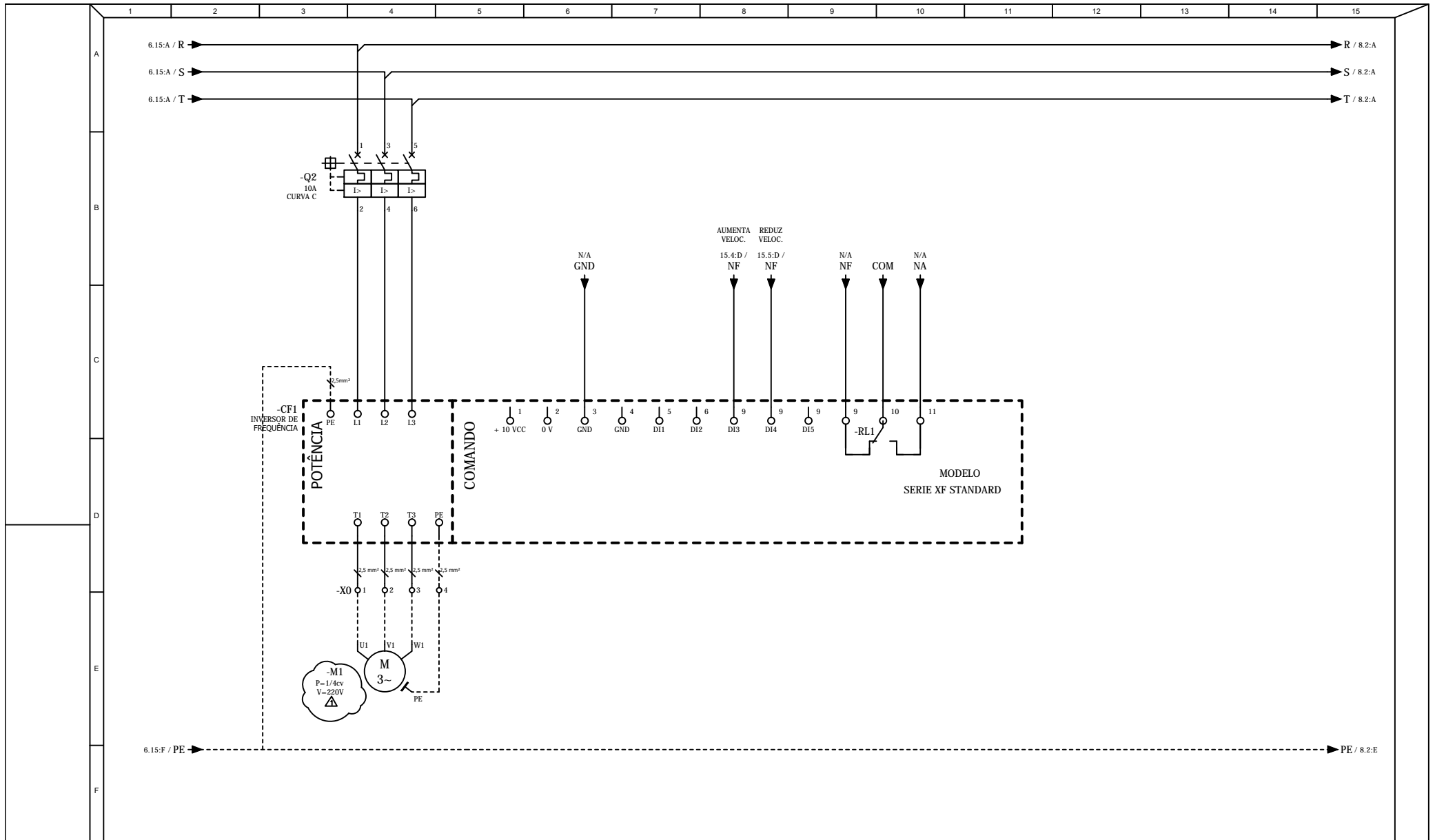


COMPUTADOR

ETHERNET

		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N.º	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 5/16
ANALISADO: / /		ALINE MARTINS			DESENHISTA EGON SCHURT		N.º CONTRATADA 00	
ACEITO: / /		EGON LAERTES SCHURT			PROJETISTA FERNANDO SELENKO		ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO: / /		FERNANDO SELENKO RAMOS			VERIFICADOR ALINE MARTINS		ÁREA PROJ.:	
					SUB-ÁREA PROJ.:			



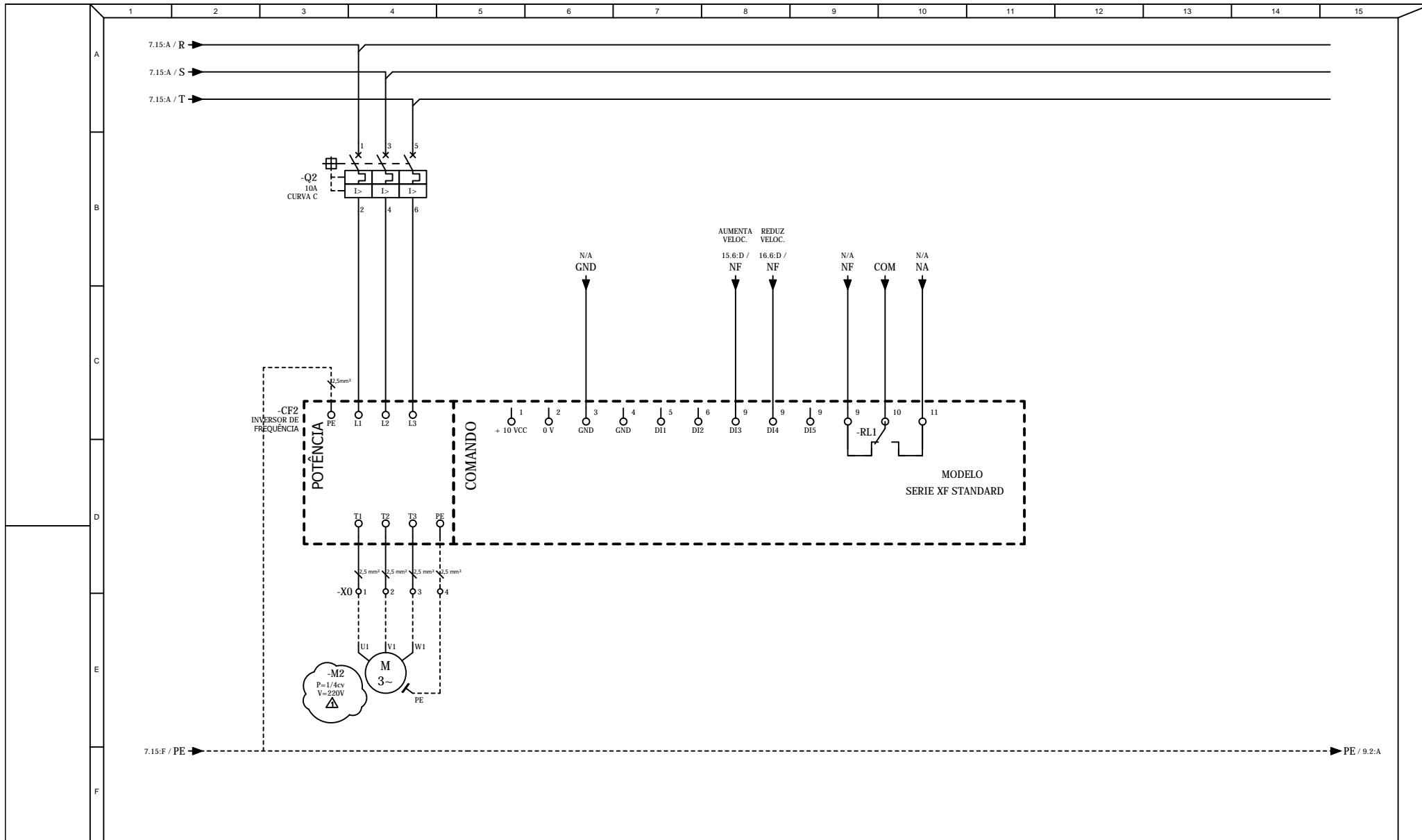


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N.º	
REV.:	FL.:
1	7/16
N.º. CONTRATADA	
ESCALA:	
S/ ESCALA	



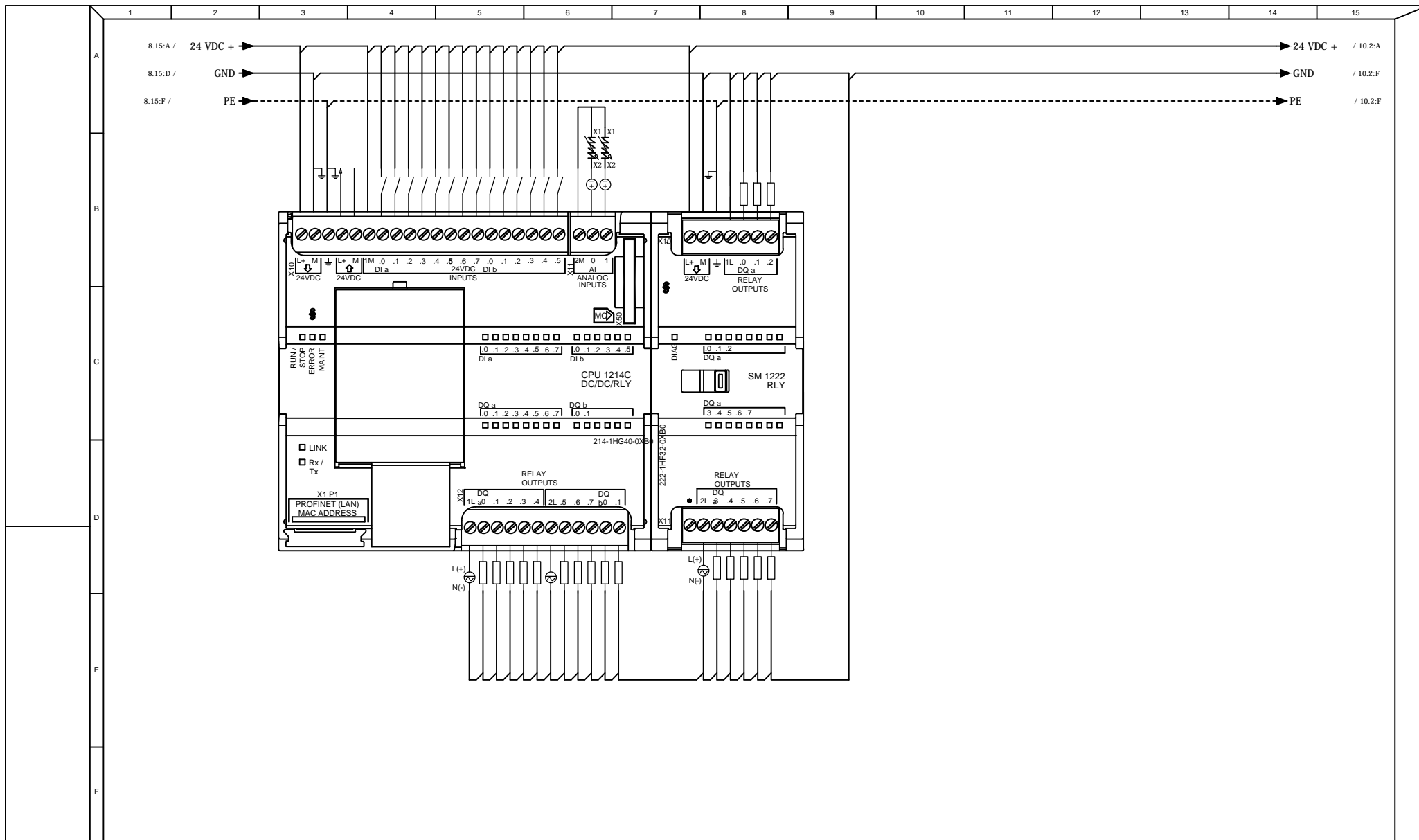
ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:
SUB-ÁREA PROJ.:

N.º	
REV.: 1	FL.: 8/16
N.º CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	



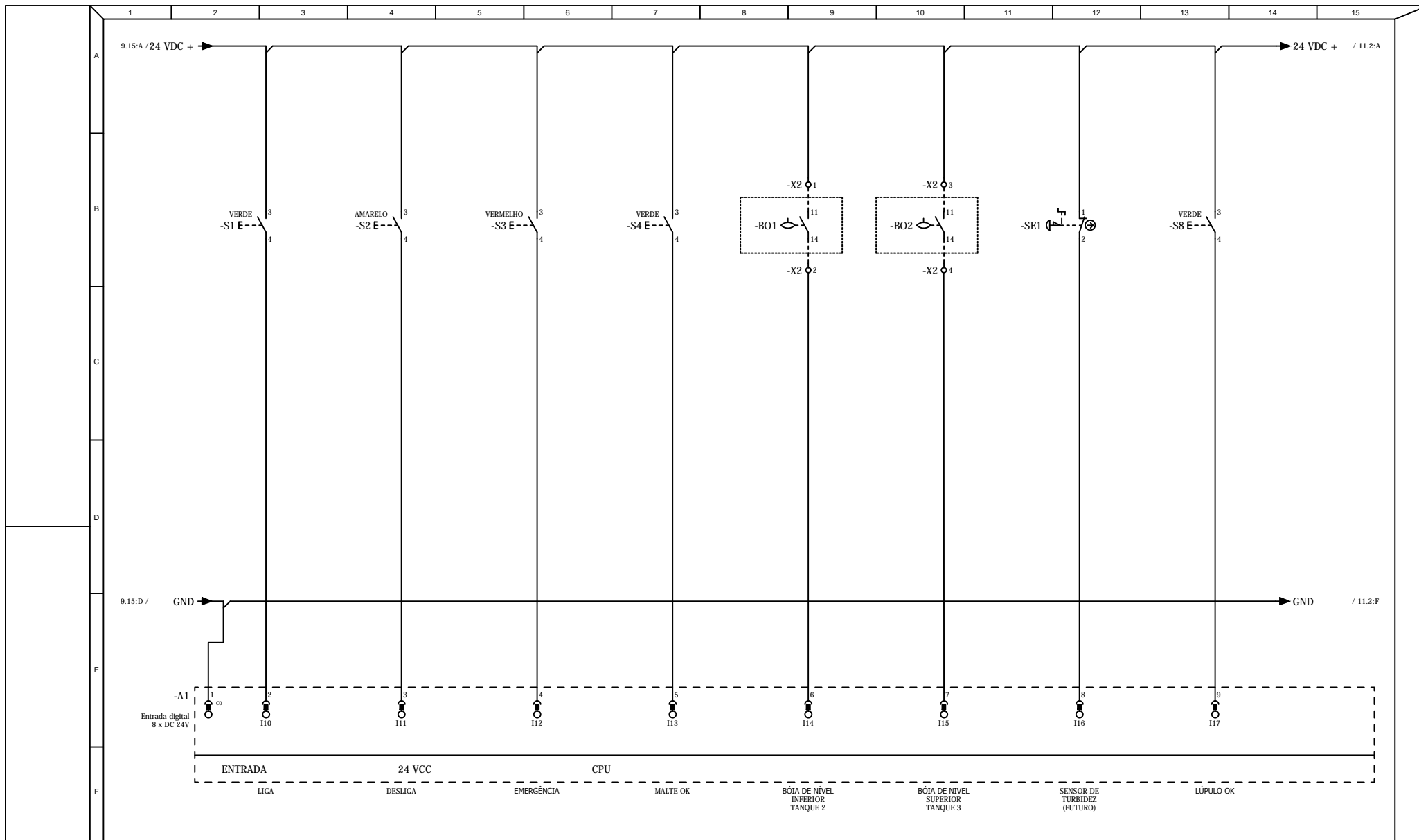
ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

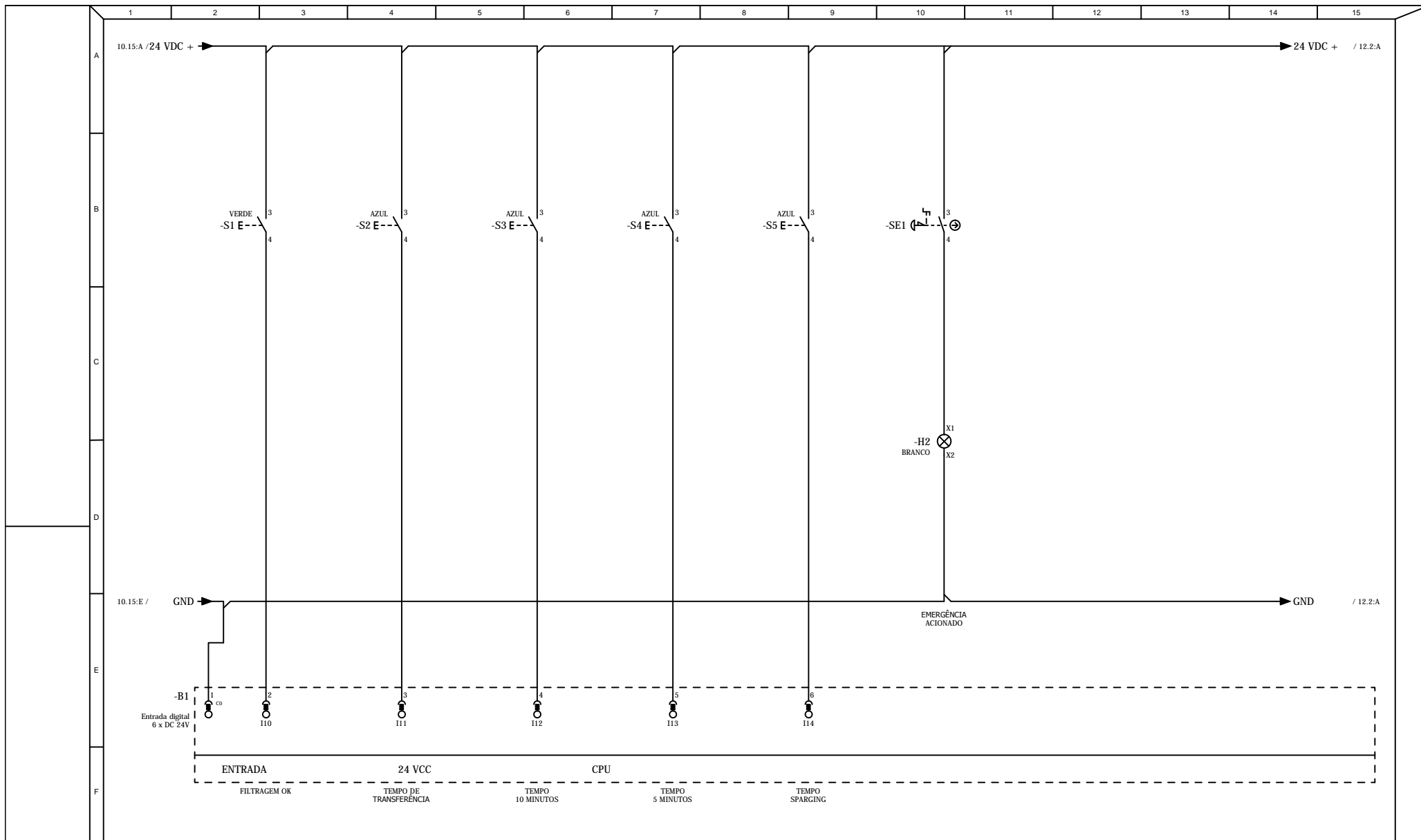
DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.: _____
SUB-ÁREA PROJ.: _____

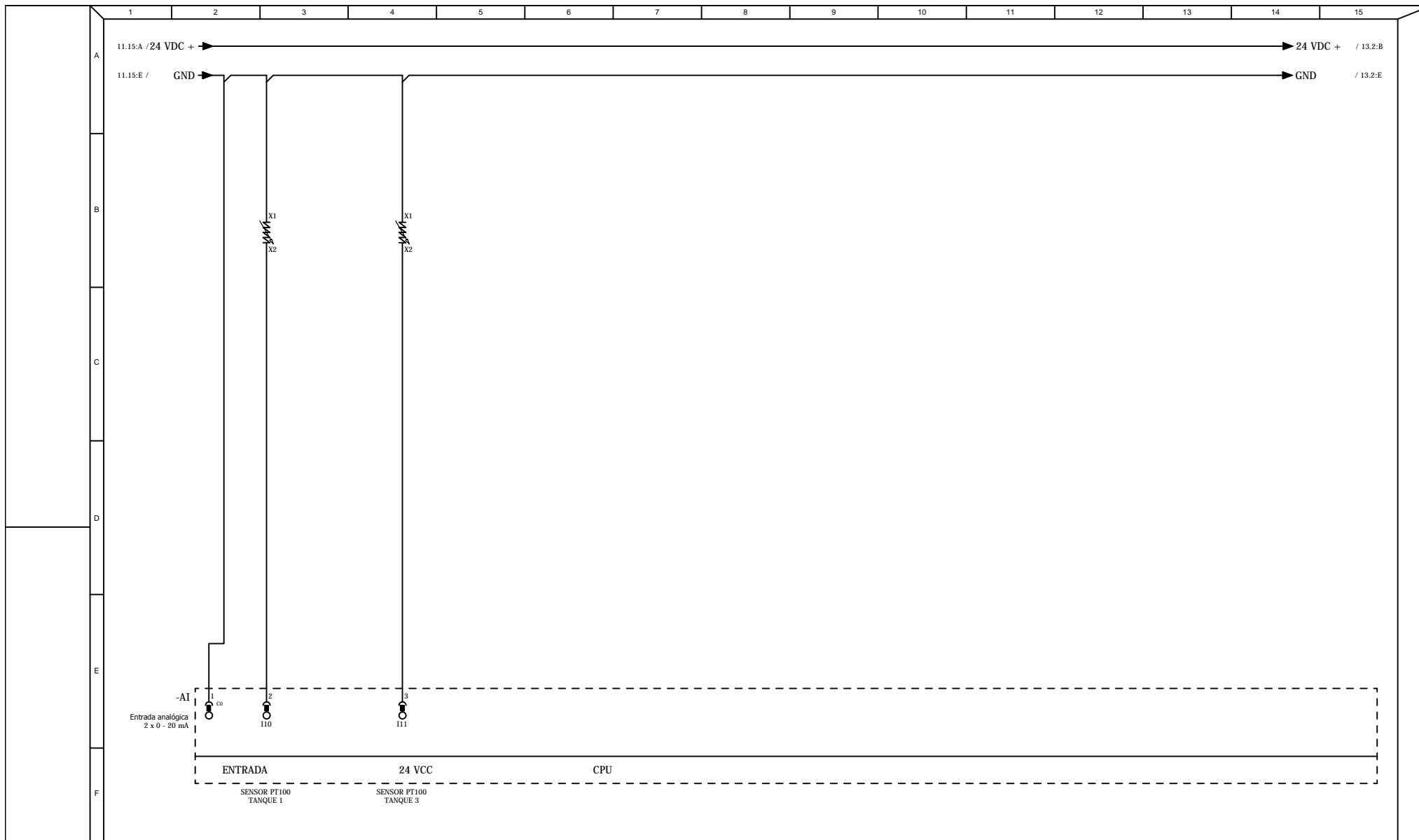
N°.	
REV.: 1	FL.: 9/16
N° CONTRATADA: _____	
ESCALA: S/ ESCALA	



		EXECUTADO POR		DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
		AUTOR DO PROJETO				REV.: 1	FL.: 10/16
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	ESCALA: S/ ESCALA		
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18			
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18	ÁREA PROJ.: SUB-ÁREA PROJ.:		



		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 11/16
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	ÁREA PROJ.: SUB-ÁREA PROJ.:		ESCALA: S/ ESCALA	
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18			ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18				

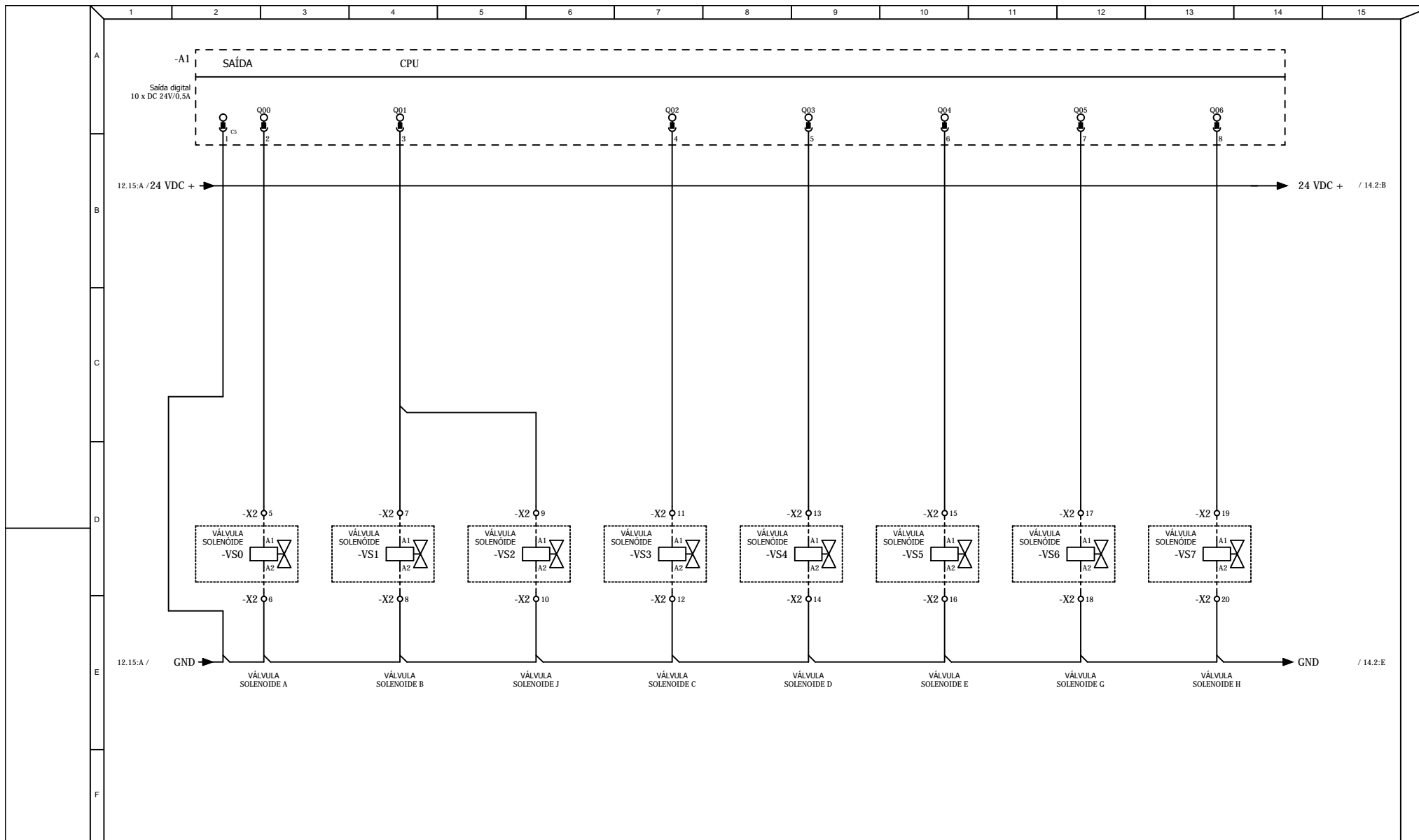


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO		
ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18
FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N.º	
REV.: 1	FL.: 12/16
N.º. CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	



ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

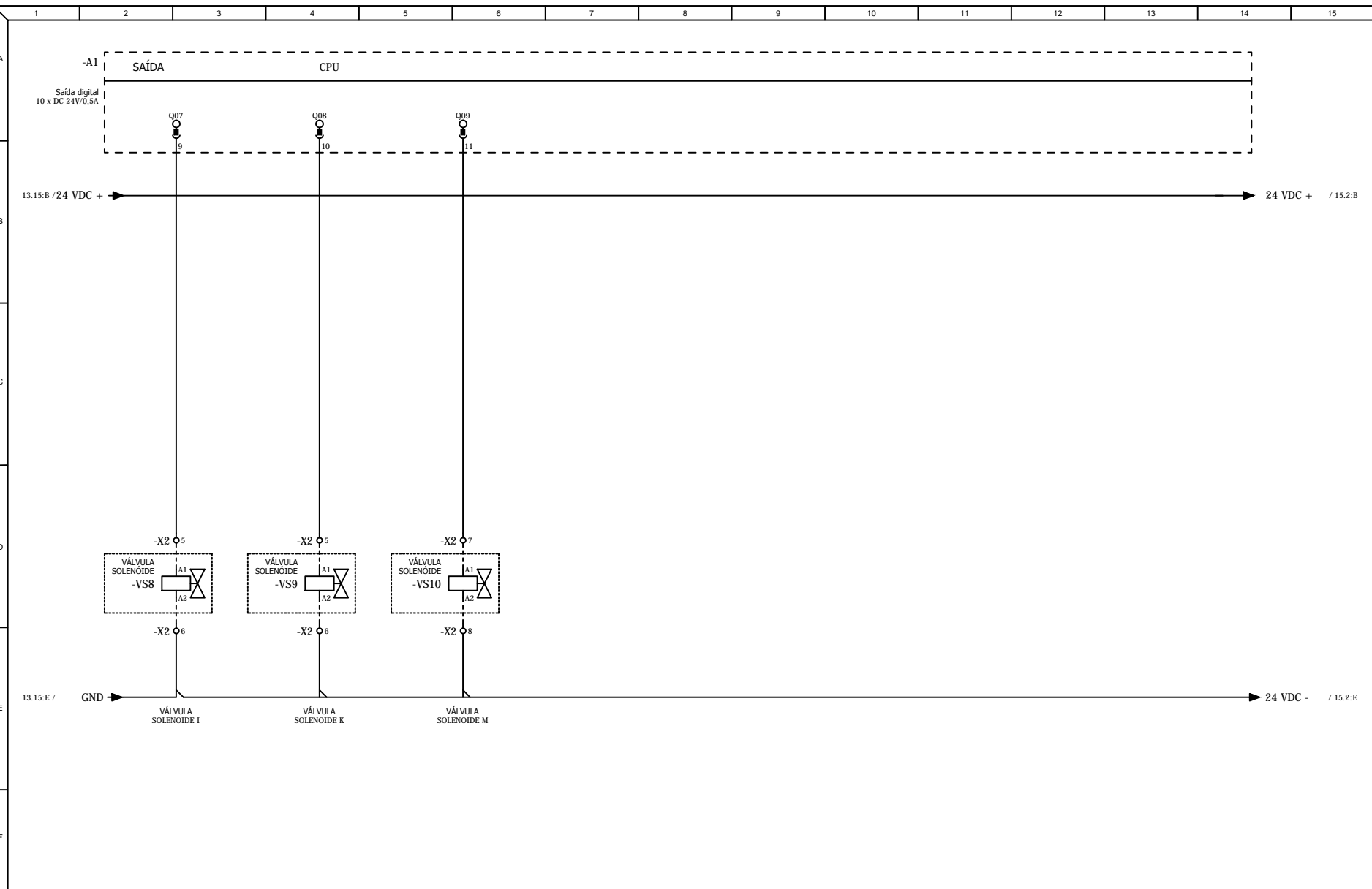
EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:

SUB-ÁREA PROJ.:

N°.	
REV.: 1	FL.: 13/16
N° CONTRATADA ∞	
ESCALA: S/ ESCALA	



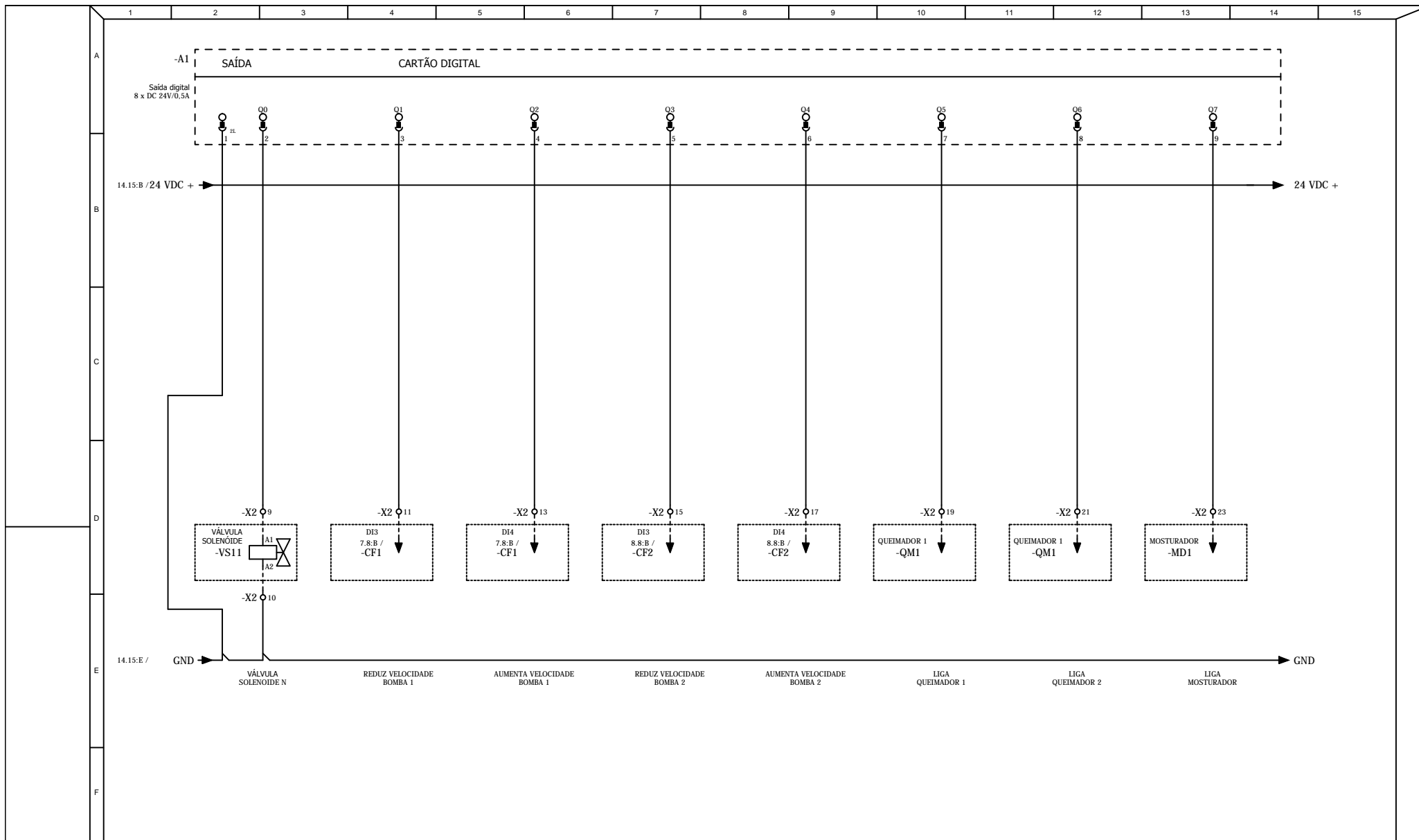
ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:
SUB-ÁREA PROJ.:

N°.	
REV.: 1	FL.: 14/16
N° CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	



		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 15/16
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	N° CONTRATADA			
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18	ESCALA:			
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18	ÁREA PROJ.:		S/ ESCALA	
					SUB-ÁREA PROJ.:			

A
B
C
D
E
F

01		DISJUNTOR TERMOMAGNETICO	26			51				76	
02		DPS NIVEL 2	27			52				77	
03		DPS NIVEL 1	28			53				78	
04		FONTE CHAVEADA	29			54				79	
05		CONTATO NORMALMENTE ABERTO	30			55				80	
06		CONTATO NORMALMENTE FECHADO	31			56				81	
07		BOTÃO PULSADOR COM CONTATO NORMALMENTE FECHADO	32			57				82	
08		BOTÃO PULSADOR COM CONTATO NORMALMENTE FECHADO	33			58				83	
09		BOBINA DE CONTATOR	34			59				84	
10		BORNE DE CONEXÃO	35			60				85	
11		BOTÃO DE EMERGENCIA	36			61				86	
12		CHAVE FIM DE CURSO	37			62				87	
13		HORÍMETRO	38			63				88	
14		SINALEIRO	39			64				89	
15		RESISTÊNCIA VARIÁVEL	40			65				90	
16		VÁLVULA SOLENOIDE	41			66				91	
17			42			67				92	
18			43			68				93	
19			44			69				94	
20			45			70				95	
21			46			71				96	
22			47			72				97	
23			48			73				98	
24			49			74				99	
25			50			75					

		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM			N°.	
								REV.: 1	FL.: 16/16
ANALISADO:	/ /	AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA	ÁREA PROJ.: SUB-ÁREA PROJ.:			ESCALA:	
ACEITO:	/ /	ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18				S/ ESCALA	
VISTO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	FERNANDO SELENKO	SET/18					
		FERNANDO SELENKO RAMOS	ALINE MARTINS	SET/18					

7 APÊNDICE B

O apêndice B compreende do projeto elétrico completo que foi desenhado para a automação da planta modelo de testes da cervejaria Floresta, seguindo as normas.

A
B
C
D
E
F

Empresa / Cliente	CERVEJARIA FLORESTA
Descrição do projeto	BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA
Número de desenho	-
Comissão	-
Fabricante (Empresa)	-
Caminho	-
Nome do projeto	CERVEJARIA FLORESTA
Tipo	PAINEL DE COMANDO BRASSAGEM, FILTRAGEM E FERVURA
Local de instalação	CERVEJARIA FLORESTA
Responsável pelo projeto	ALINE MARTINS, EGON LAERTES SCHURT E FERNANDO SELENKO RAMOS

Título MODELO

Criado em 01/09/2018
 Revisado em 10/09/2018 Por - Revisão 0 Vide folhas, -. Quantidade de páginas 43

		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
							REV.: 1	FL.: 1/16
ANALISADO: / /		AUTOR DO PROJETO			ÁREA PROJ.:		N°. CONTRATADA 03	
ACEITO: / /		ALINE MARTINS			FERNANDO SELENKO		ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO: / /		EGON LAERTES SCHURT			ALINE MARTINS			
		FERNANDO SELENKO RAMOS			SUB-ÁREA PROJ.:			

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

A

B

C

D

E

F

PAINEL DE COMANDO DE MOTOR 01

MODELO

CEVEJARIA FLORESTA

COLOMBO - PR

220V/60HZ

		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
							REV.: 1	FL.: 2/16
ANALISADO: / /		AUTOR DO PROJETO			ÁREA PROJ.:		N° CONTRATADA 04	
ACEITO: / /		ALINE MARTINS			SUB-ÁREA PROJ.:		ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO: / /		EGON LAERTES SCHURT						
		FERNANDO SELENKO RAMOS						
		ALINE MARTINS						
		EGON LAERTES SCHURT						
		FERNANDO SELENKO RAMOS						
		ALINE MARTINS						

A
B
C
D
E
F

PÁGINA	DESCRIÇÃO	DATA	REVISÃO
1	CAPA	06/09/2018	0
2	FOLHA DE ROSTO	06/09/2018	0
3	ÍNDICE	06/09/2018	0
4	FOLHA DE DADOS	06/09/2018	0
5	TOPOLOGIA	06/09/2018	0
6	DIAGRAMA DE FORÇA	06/09/2018	0
7	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	06/09/2018	0
8	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	06/09/2018	0
9	CLP SIEMENS	06/09/2018	0
10	ENTRADAS DIGITAIS	06/09/2018	0
11	ENTRADAS DIGITAIS	06/09/2018	0
12	ETRADAS ANALÓGICAS	06/09/2018	0
13	SAÍDAS DIGITAIS	06/09/2018	0
14	SAÍDAS DIGITAIS	06/09/2018	0
15	SAÍDAS DIGITAIS EXPANSÃO	06/09/2018	0
16	SIMBOLOGIA	06/09/2018	0

PÁGINA	DESCRIÇÃO	DATA	REVISÃO

EXECUTADO POR		DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM			N°:
AUTOR DO PROJETO					
ANALISADO: / /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	N° CONTRATADA	
ACEITO: / /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18	ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO: / /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18		
		ÁREA PROJ.:			
		SUB-ÁREA PROJ.:			

1. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

- 1.1 TENSÃO ISOLAÇÃO NOMINAL: 1KVA Vca
- 1.2 TENSÃO DE OPERAÇÃO: 220V Vca
- 1.3 FREQUENCIA NOMINAL: 60 Hz
- 1.4 TENSÃO APLICADA 1 Min: kV
- 1.5 NÍVEL BÁSICO DE IMPULSO: kV
- 1.6 CORRENTE NOMINAL: 6 A
- 1.7 CORRENTE CURTO CIRCUITO: kA
- 1.8 SISTEMA: 3Ø+T 3Ø+N 3Ø+N+T
- 1.9 NEUTRO: ATERRADO POR IMPEDÂNCIA SOLIDAMENTE ATERRADO

OBSERVAÇÕES:

2. CIRCUITOS AUXILIARES

- 2.1 TENSÃO DE COMANDO: 220/24 Vca
 FONTE: INTERNA EXTERNA
- 2.2 AQUECIMENTO: 100 W 220 Vca
 FONTE: INTERNA EXTERNA
- 2.3 ILUMINAÇÃO: 25 W 220 Vca
 TIPO: INCANDESC. FLUORESCENTE
 FONTE: INTERNA EXTERNA
- 2.4 TOMADA: 2P+T 10 A 220 Vca
 FONTE: INTERNA EXTERNA

OBSERVAÇÕES:

3. CONSTRUÇÃO

- 3.1 INSTALAÇÃO: INTERNA EXTERNA
- 3.2 TIPO: CONFORME ESPECIFICAÇÃO EM ANEXO.
- 3.3 PAINEL: PDC BT PDC MT
 PCM BT PCM MT
 PCE
- 3.4 GRAU DE PROTEÇÃO: IP-54
- 3.5 NORMA: NBR 5410

4. DETALHES CONSTRUTIVOS

- 4.1 FRONTAL: PORTA TAMPA PARAFUSADA
- 4.2 TRASEIRA: PORTA TAMPA PARAFUSADA
- 4.3 FECHO: RÁPIDO CREMONA C/ YALE
 FENDA MAÇANETA C/ YALE
 LACRE P/ PAINEL
- 4.4 VENEZIANA: SIM NÃO
 TELA: SIM NÃO
 FILTRO: SIM NÃO
- 4.5 VENTILADOR: SIM NÃO
 TELA: SIM NÃO
 FILTRO: SIM NÃO
- 4.6 CONEXÕES EXTERNAS:
 4.6.1 FORÇA:
 ENTRADA: DUTO CABOS
 POR CIMA POR BAIXO
 LATERAL TRASEIRA
 SAIDA: BARRAS CABOS
 POR CIMA POR BAIXO
 LATERAL TRASEIRA
- 4.6.2 CIRCUITOS AUXILIARES:
 POR CIMA POR BAIXO
- 4.7 BITOLA DAS CHAPAS:
 ESTRUTURA: 14 MSG FECHAMENTO: 14 MSG
- 4.8 FUNDO FECHADO: SIM NÃO
- 4.9 FIXAÇÃO: PISO PAREDE
- 4.10 POSIÇÃO: AFASTADO DA PAREDE
 ENCOSTADO À PAREDE

OBSERVAÇÕES:

5. TRATAMENTO E PINTURA

- 5.1 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE:
 JATEAMENTO QUÍMICO
- 5.2 PINTURA: PÓ LÍQUIDA
- 5.3 ESPESURA: 50 a 100 MICRONS
- 5.4 COR DE ACABAMENTO:
 BEGE RAL 7032 INTERNO EXTERNO
 CINZA MUNSEL 6,5 INTERNO EXTERNO
- 5.5 COR DA PLACA DE MONTAGEM:
 LARANJA RAL 2004
 OUTRO
- 5.6 FERRAGENS INTERNAS:

6. BARRAMENTO

- 6.1 MATERIAL: COBRE ALUMÍNIO
- 6.2 BARRAMENTOS
 FASES TERRA NEUTRO
- 6.3 TRATAMENTO DAS JUNÇÕES:
 NATURAL ESTANHADA PRATEADA
- 6.4 ISOLAÇÃO DAS BARRAS
 NÃO PÓ EPOXI TERMOCONTRÁTIL
- 6.5 IDENTIFICAÇÃO
 NÃO FITA COLORIDA
 TOTALMENTE PINTADO
- 6.6 CORES:
 FASE R: AMARELO
 FASE S: BRANCO
 FASE T: VERMELHO
 TERRA: VERDE
 NEUTRO: AZUL CLARO
 POSITIVO: VERMELHO
 NEGATIVO: PRETO
- 6.7 DIMENSÃO BARRAMENTO PRINCIPAL:

OBSERVAÇÕES:

QUANDO HOUVER BARRAMENTO, É COLOCADO PLACA DE ACRILICO SOB O BARRAMENTO.

7. PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO

- 7.1 PLAQUETAS EXTERNAS (MATERIAL):
 ACRILICO
 ALUMÍNIO
 AUTO ADESIVA
- 7.2 PLAQUETAS EXTERNAS (FIXAÇÃO):
 PARAFUSADA
 AUTO ADESIVO
 REBITE DE NYLON
- 7.3 PLAQUETAS INTERNAS (MATERIAL):
 ACRILICO
 FITA ADESIVA
 PAPEL AUTO ADESIVO
- 7.4 PLAQUETAS INTERNAS (FIXAÇÃO):
 PARAFUSADA
 AUTO ADESIVO

8. FIAÇÃO

- 8.1 CLASSE DE ISOLAÇÃO
 FORÇA: 750V 0,6/1 kV
 CONTROLE: 750V
- 8.2 TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVIÇO:
 70 °C 100 °C
- 8.3 IDENTIFICAÇÃO:
 ANILHA
 LUVAS PLÁSTICA
 ANILHA + LUVAS SUPORTE
- 8.4 CORES:

CIRCUITO	COR	BITOLA (mm2)
FORÇA < 1000 VCA	PRETO	CONF. ABNT
POLO POSITIVO	VERMELHO	1,0
POLO NEGATIVO	PRETO	1,0
CONTROLE (FASE)	CINZA	1,5
CONTROLE (COMUM)	CINZA	1,5
TERRA	VERDE	CONF. ABNT
NEUTRO	AZUL	CONF. ABNT
CIRCUITO DE TENSÃO	AMARELO	1,5
CIRCUITO DE CORRENTE	AMARELO	2,5
CIRCUITOS AUXILIARES	PRETO	1,5
CONTROLE (PCE)	CINZA	1,0

8.5 BORNES

- ENTRE COLUNAS E PORTA
- LIGAÇÕES EXTERNAS AO PAINEL
- RESERVA 20% DO TOTAL

OBSERVAÇÕES:

9. CONDIÇÕES DE SERVIÇO

- 9.1 TEMPERATURA AMBIENTE MÉDIA: 35 °C
- 9.2 TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA: 40 °C
- 9.3 ALTITUDE: <1000 m
- 9.4 UMIDADE: 70 %
- 9.5 AMBIENTE: CONFORME ESPECIFICAÇÃO EM ANEXO.
 NORMAL
 SEMI-AGRESSIVO
 AGRESSIVO
 MARÍTIMO

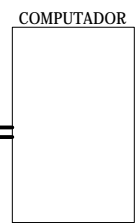
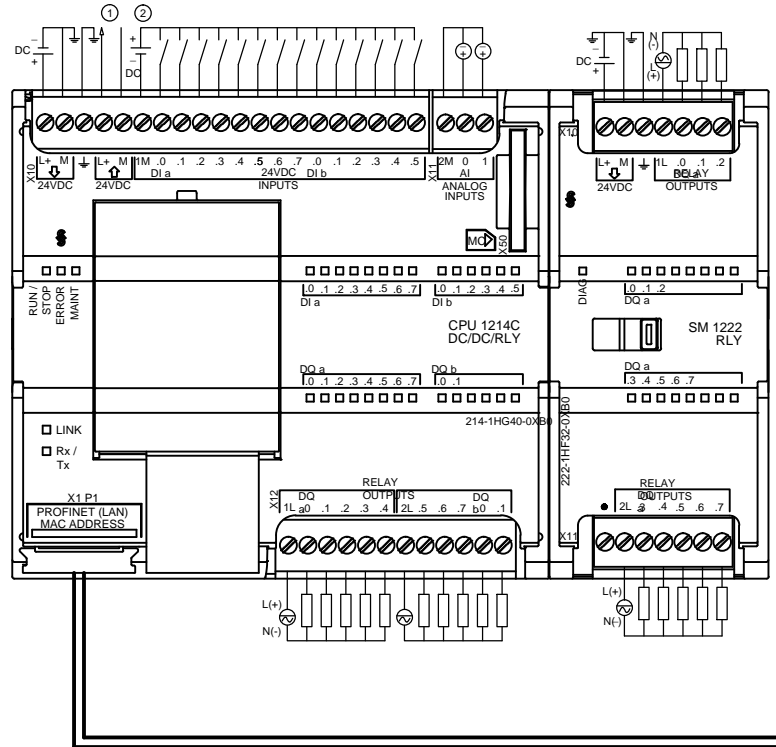
		EXECUTADO POR	
		AUTOR DO PROJETO	
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS
		DATA	DATA
		SET/18	SET/18

**DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM**

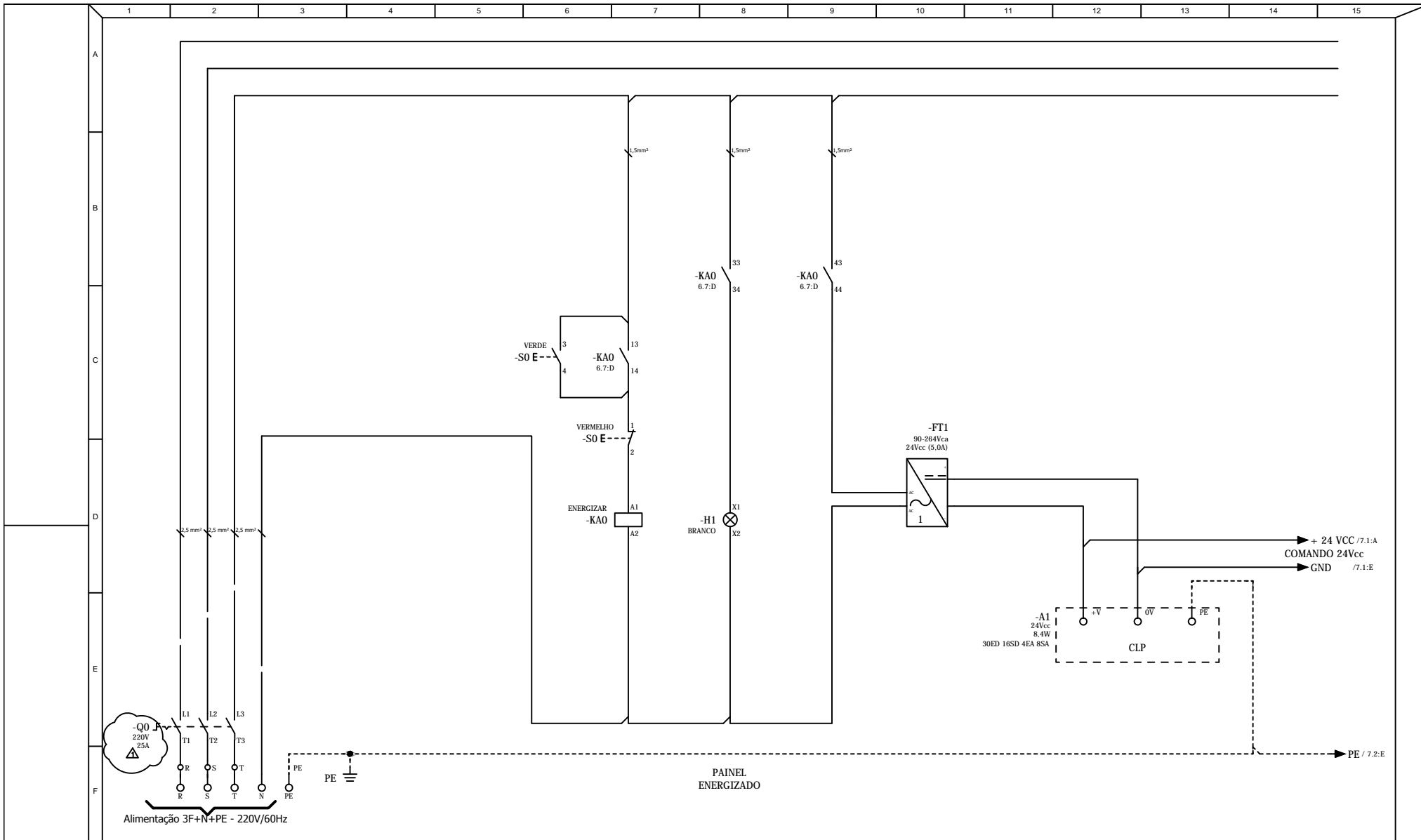
ÁREA PROJ.:
SUB-ÁREA PROJ.:

N°.	
REV.: 1	FL.: 4/16
N°. CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

- ① 24 VDC Sensor Power Out
- ② For Sinking Inputs, connect "-" to "M" (shown). For Sourcing Inputs, connect "+" to "M".



ANALISADO: / / ACEITO: / / VISTO: / /	EXECUTADO POR		DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N.º	
	AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA			DATA	REV.: 1
	ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18	N.º CONTRATADA		
	EGON LAERTES SCHURT	FERNANDO SELENKO	SET/18	ESCALA: S/ ESCALA		
	FERNANDO SELENKO RAMOS	ALINE MARTINS	SET/18	ÁREA PROJ.:		
				SUB-ÁREA PROJ.:		



Alimentação 3F+N+PE - 220V/60Hz

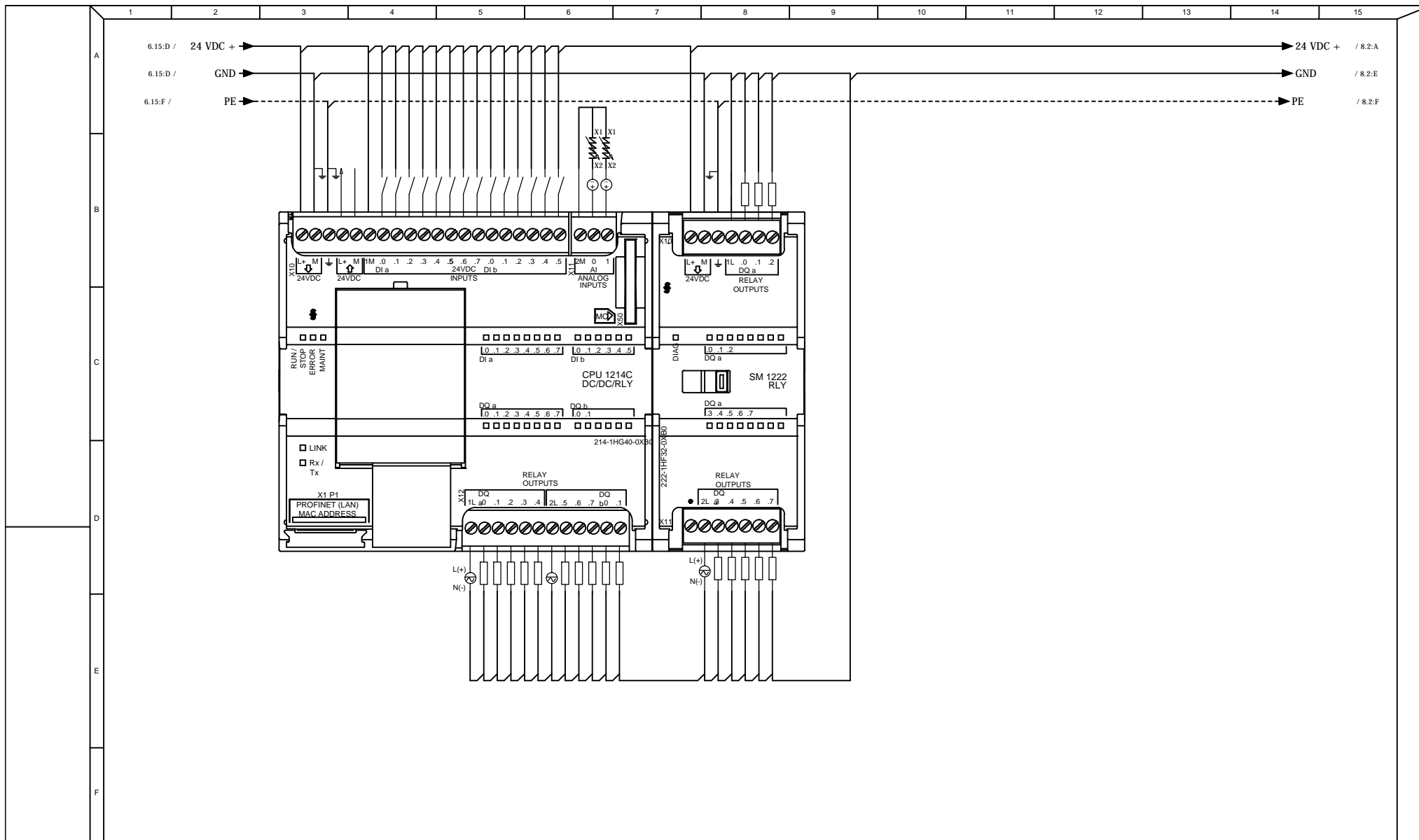
PAINEL
ENERGIZADO

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:
SUB-ÁREA PROJ.:

N.º	
REV.: 1	FL.: 6/16
N.º CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

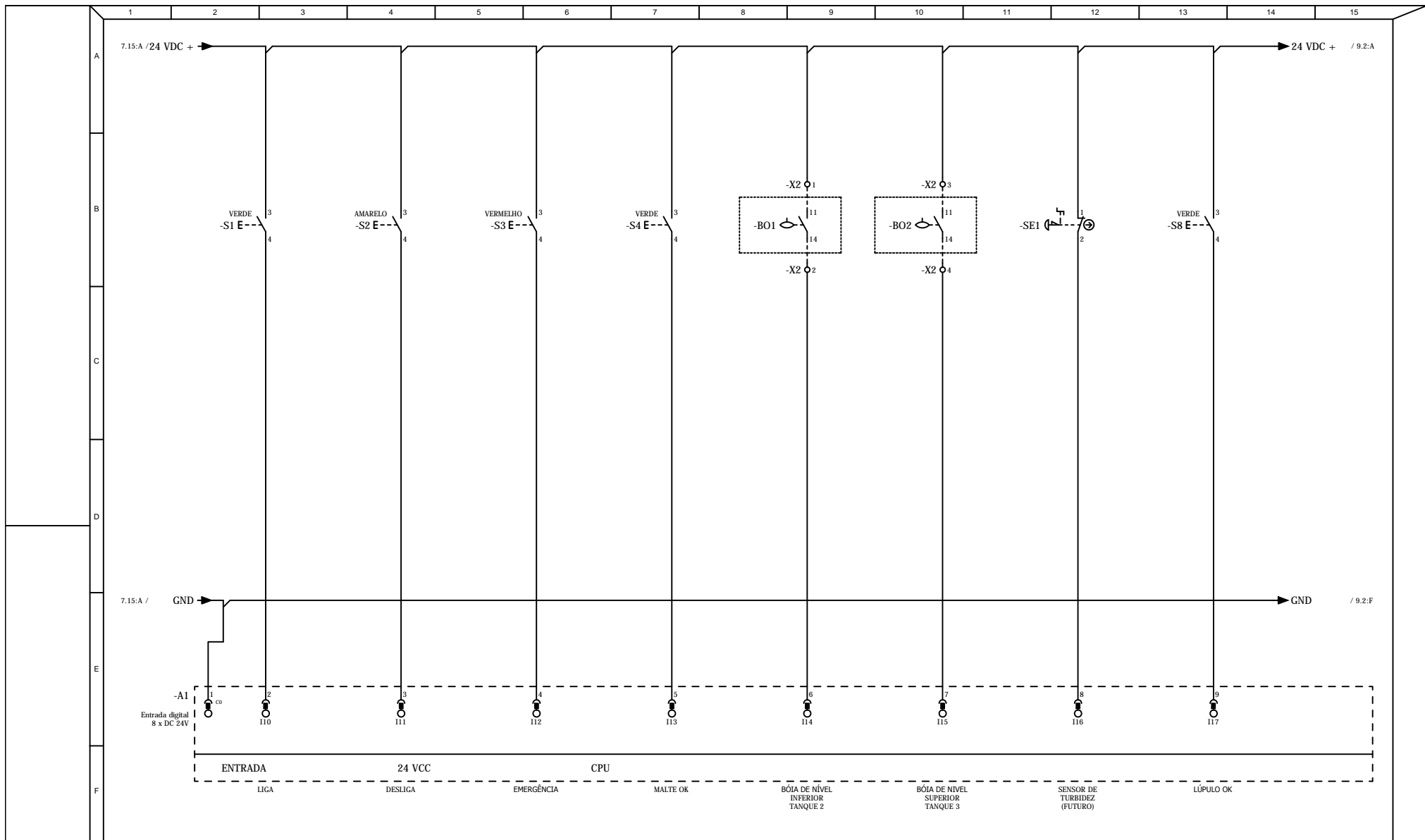


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

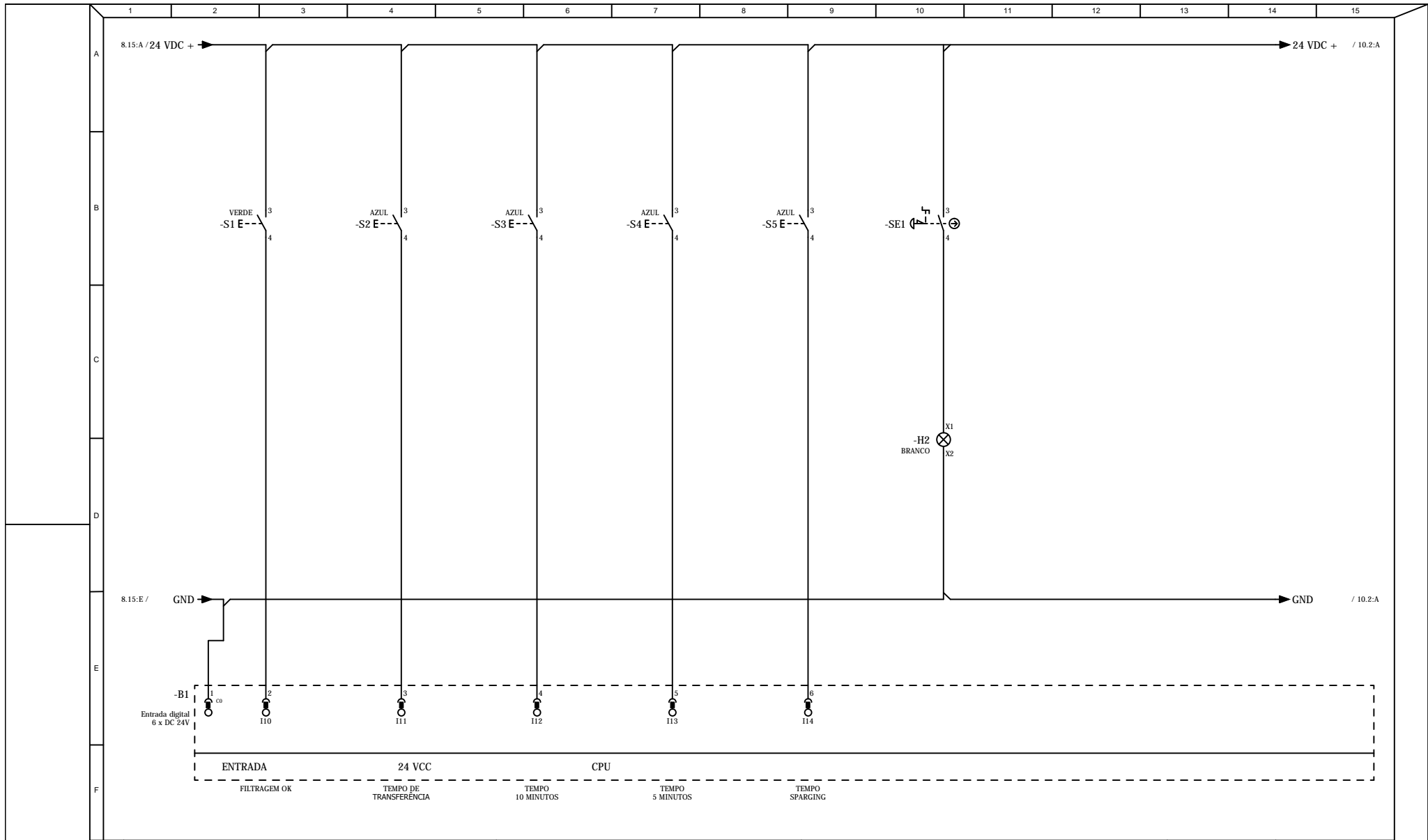
EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

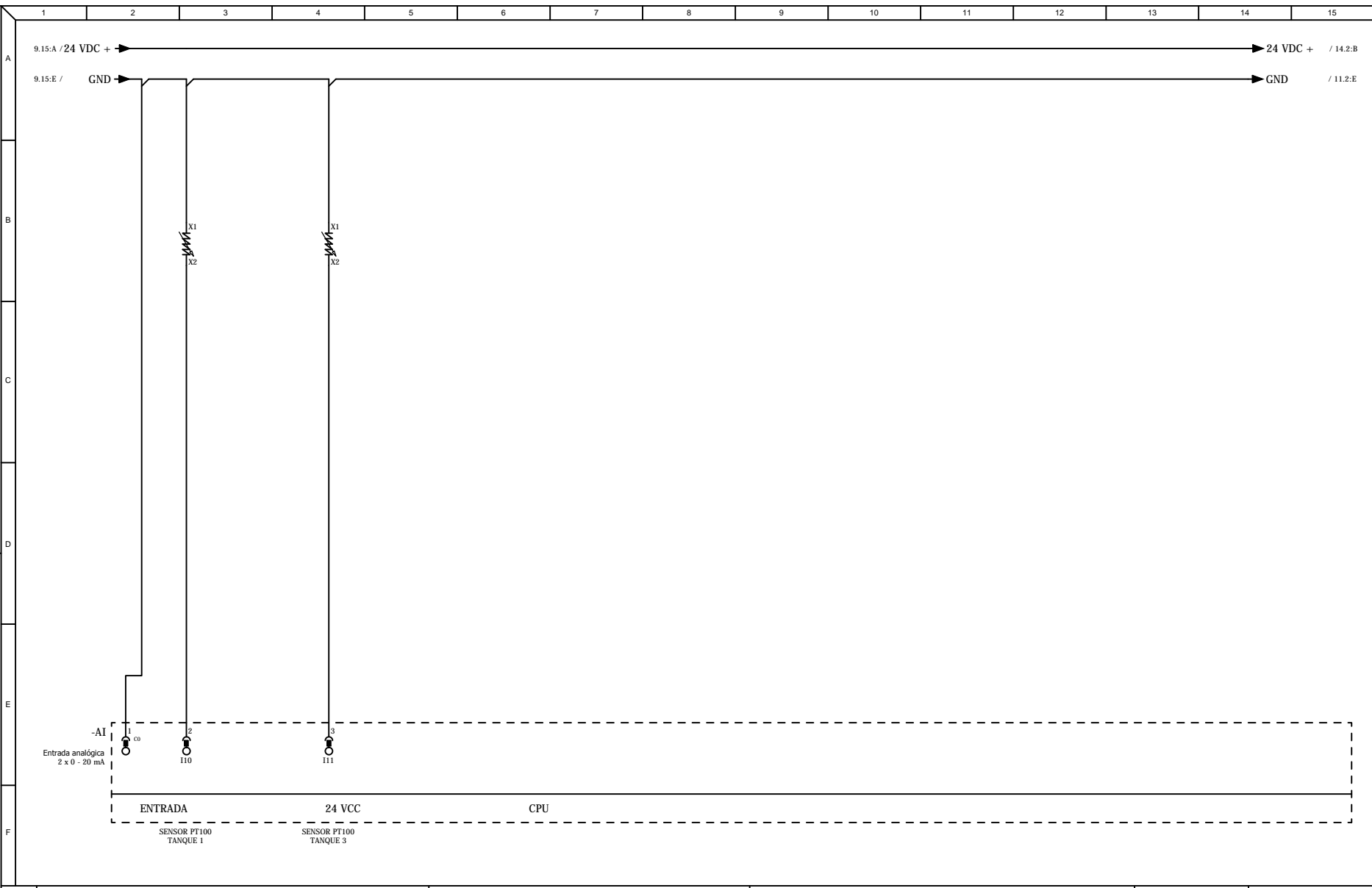
N°.	
REV.: 1	FL.: 7/16
N°. CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	



		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N.º	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 8/16
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	ÁREA PROJ.:		N.º. CONTRATADA	
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18	SUB-ÁREA PROJ.:		ESCALA: S/ ESCALA	
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18				



		EXECUTADO POR			DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM		N°.	
		AUTOR DO PROJETO					REV.: 1	FL.: 9/16
ANALISADO:	/ /	ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18	ÁREA PROJ.:		N° CONTRATADA	
ACEITO:	/ /	EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18			S/ ESCALA	
VISTO:	/ /	FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18	SUB-ÁREA PROJ.:			

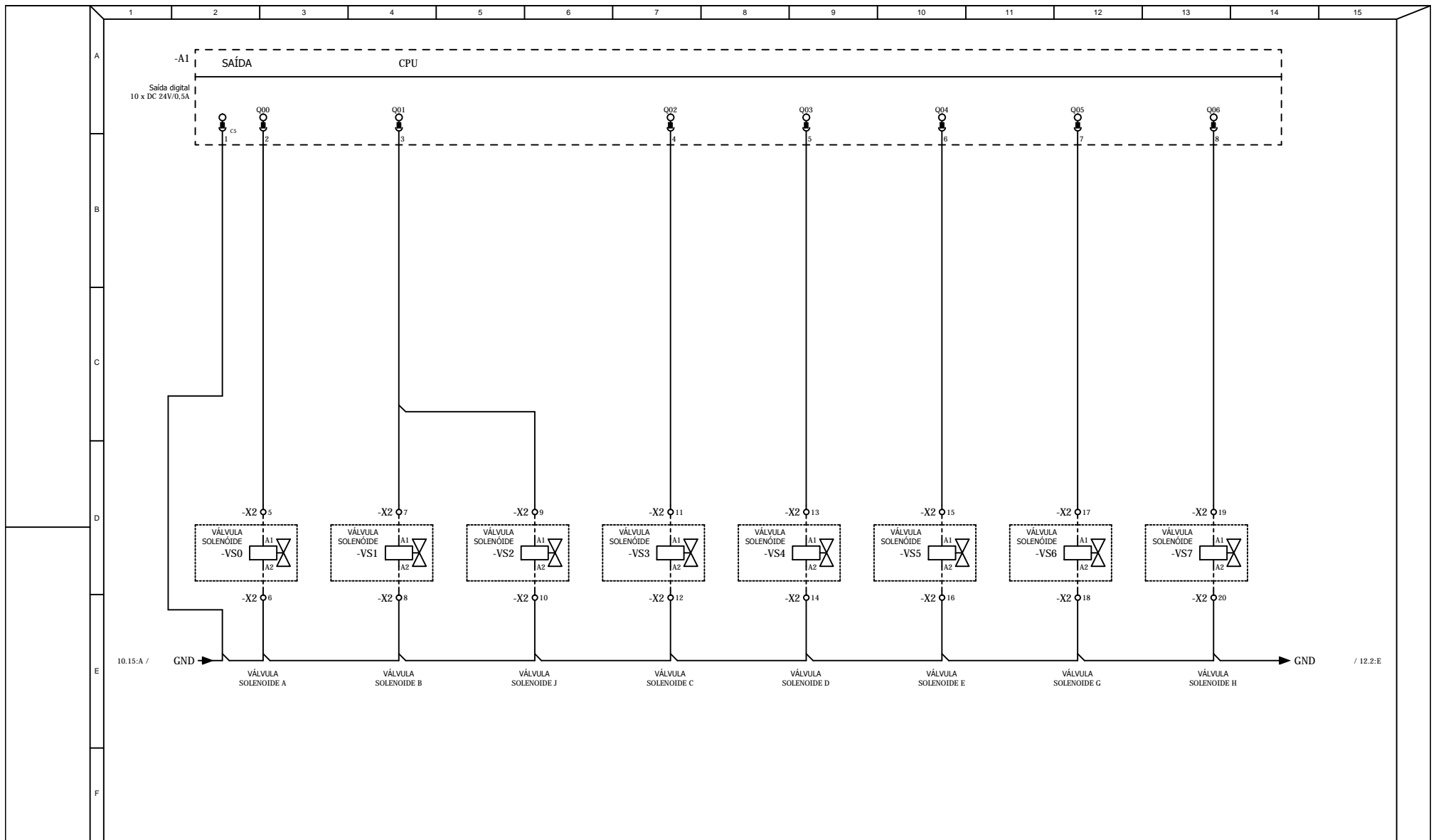


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N.º	
REV.: 1	FL.: 10/16
N.º. CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

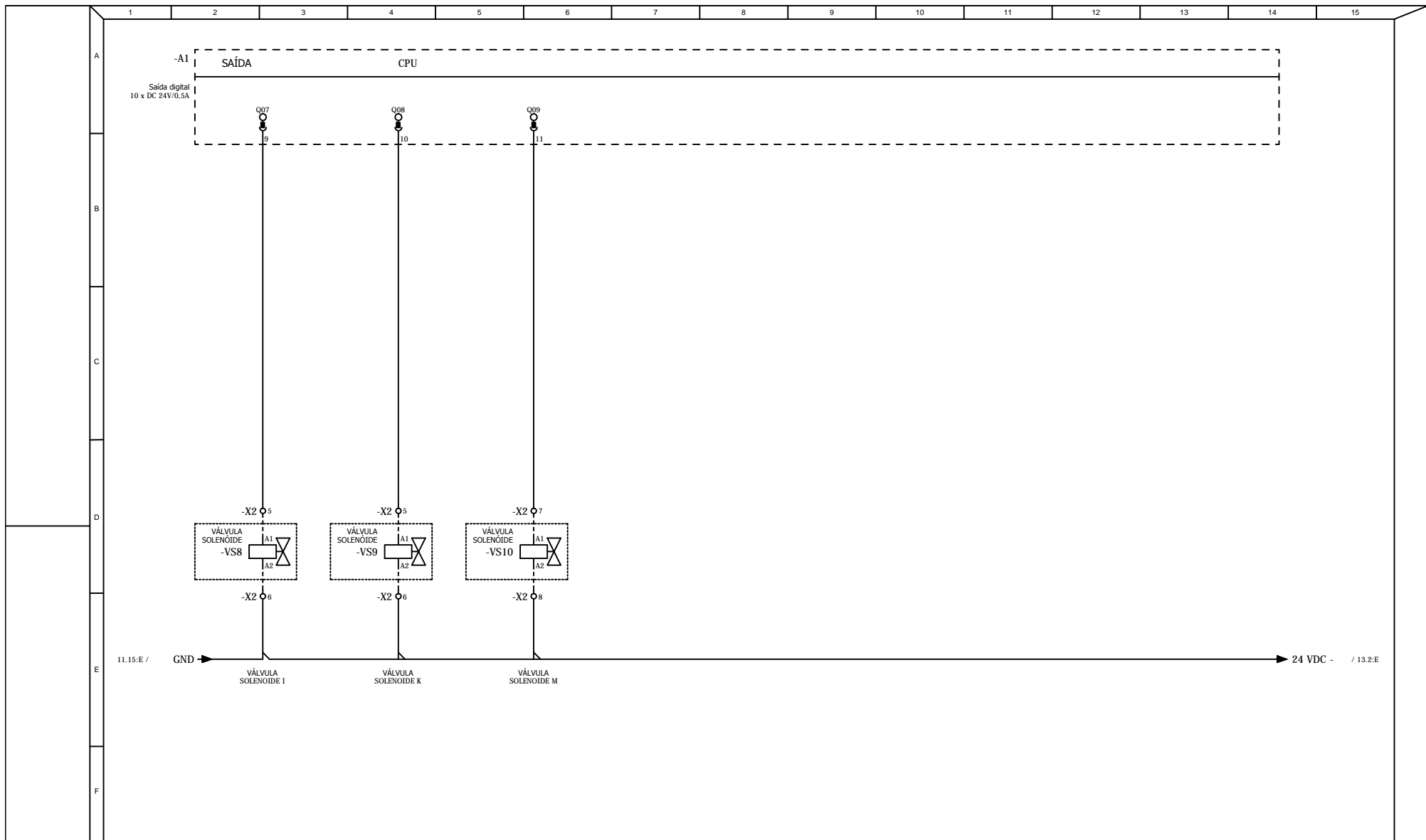


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGÓN SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N.º	
REV.: 1	FL.: 11/16
N.º CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

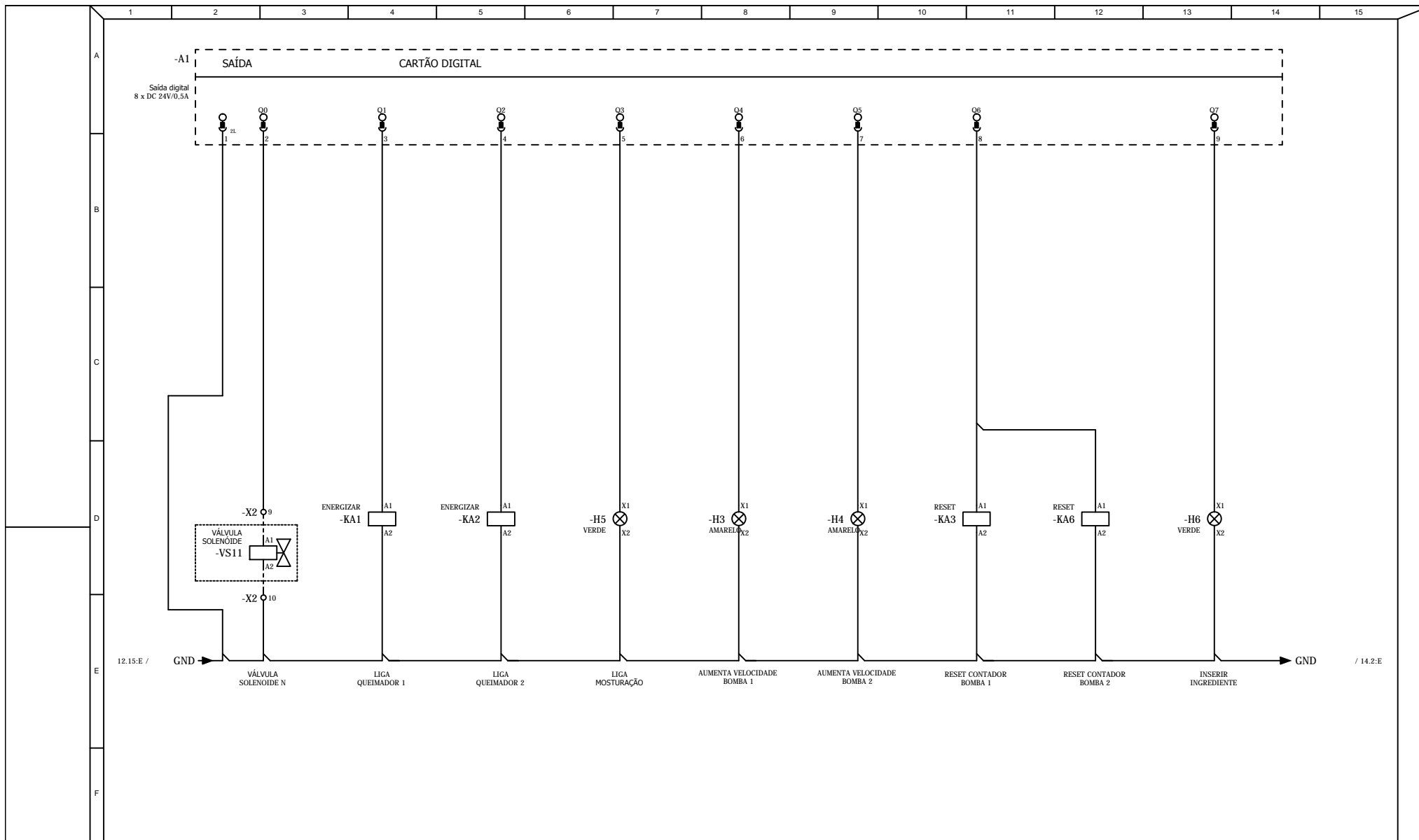


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N.º	
REV.:	FL.:
1	12/16
N.º. CONTRATADA	
ESCALA:	
S/ ESCALA	



12.15: E / GND → VÁLVULA SOLENÓIDE N LIGA QUEIMADOR 1 LIGA QUEIMADOR 2 LIGA MOSTURAÇÃO AUMENTA VELOCIDADE BOMBA 1 AUMENTA VELOCIDADE BOMBA 2 RESET CONTADOR BOMBA 1 RESET CONTADOR BOMBA 2 INSERIR INGREDIENTE → GND / 14.2: E

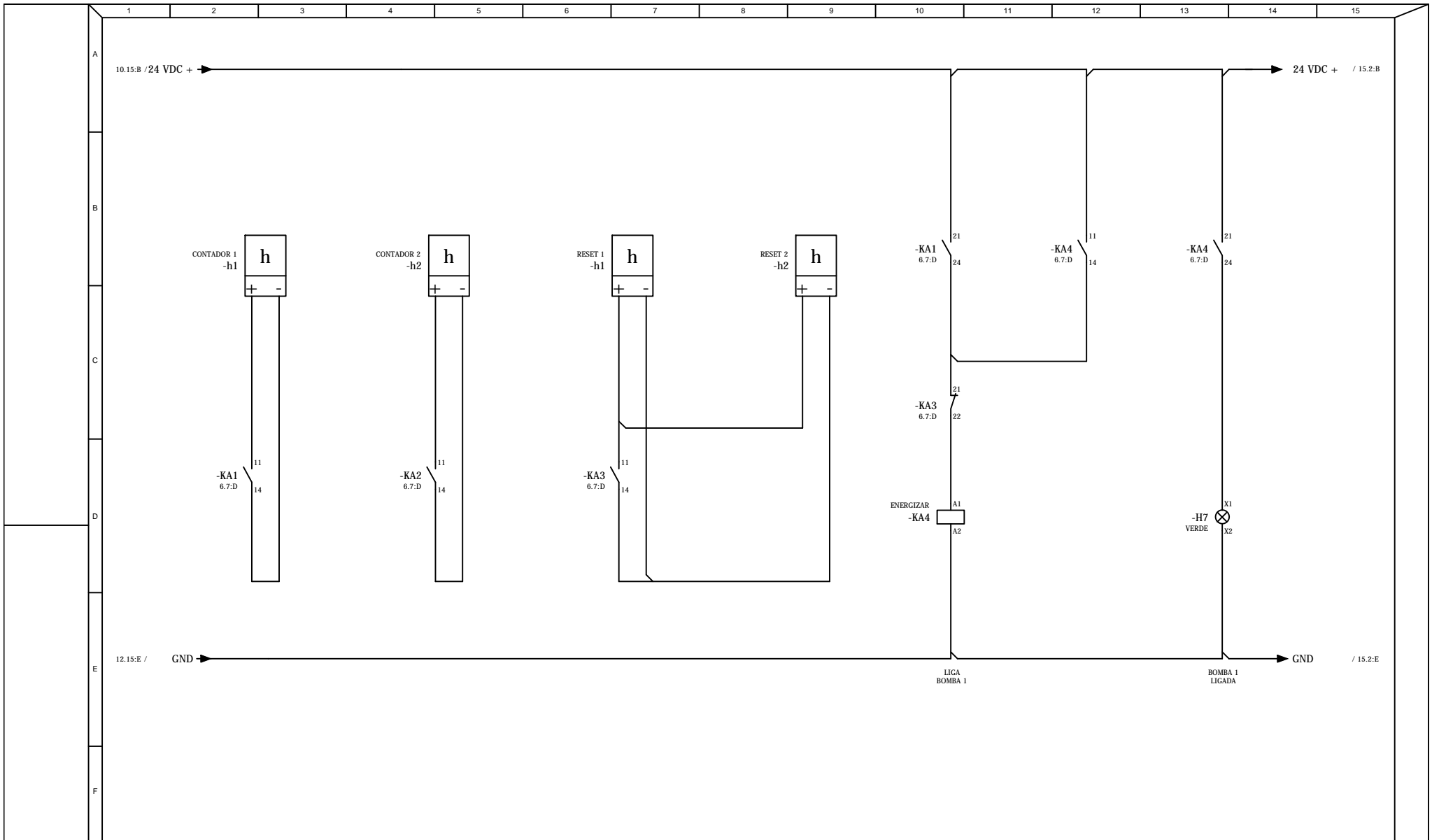
ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO		
ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18
FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:
 SUB-ÁREA PROJ.:

N°:	
REV.: 1	FL.: 13/16
N°. CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

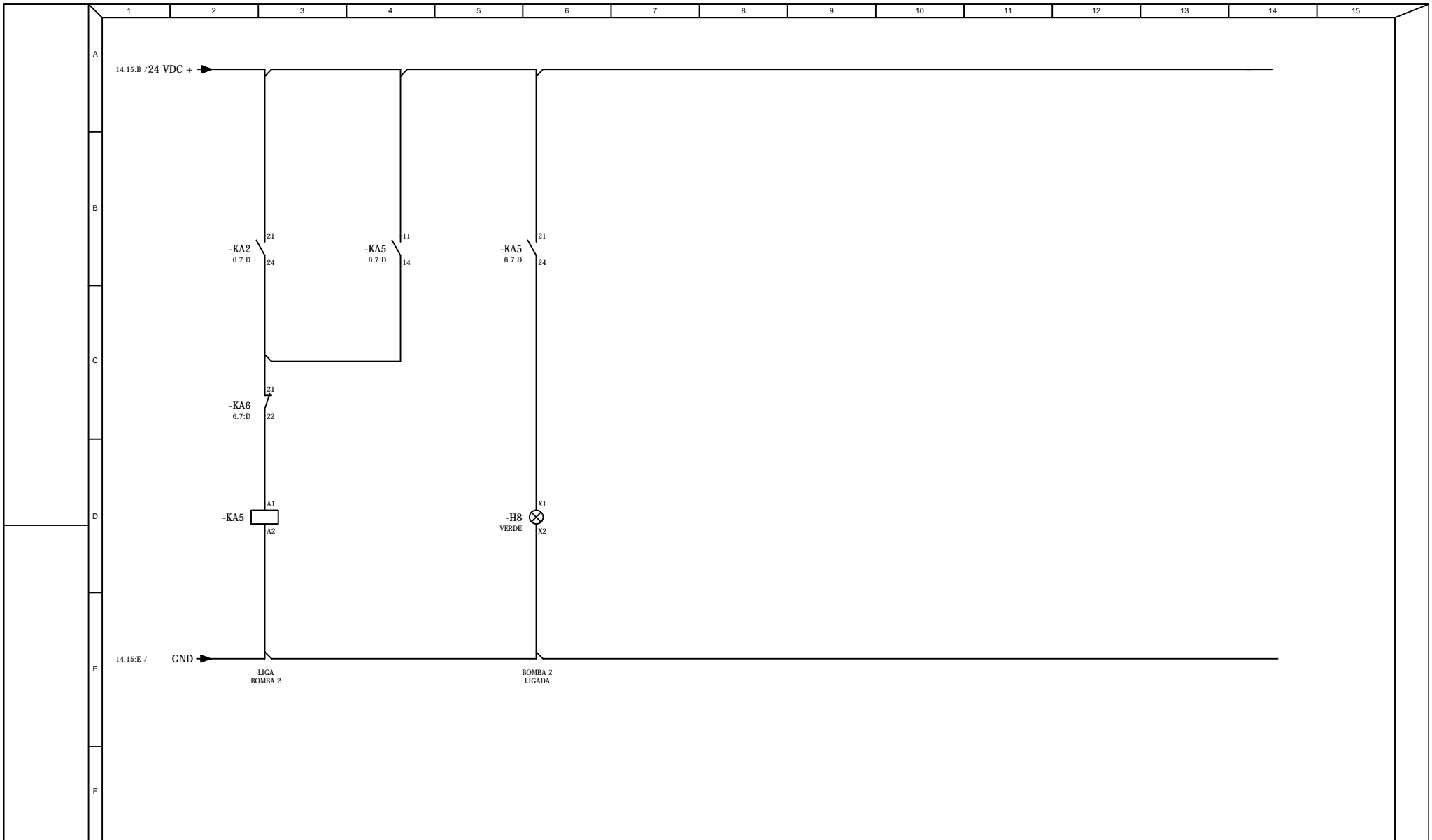


ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM	
ÁREA PROJ.:	
SUB-ÁREA PROJ.:	

N.º	
REV.:	FL.:
1	14/16
N.º. CONTRATADA	
ESCALA:	
S/ ESCALA	



ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO		
ALINE MARTINS	DESENHISTA EGON SCHURT	DATA SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA FERNANDO SELENKO	DATA SET/18
FERNANDO SELENKO RAMOS	VERIFICADOR ALINE MARTINS	DATA SET/18

DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:
SUB-ÁREA PROJ.:

N.º	
REV.: 1	FL.: 15/16
N.º. CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

A
B
C
D
E
F

01		DISJUNTOR TERMOMAGNETICO	26		51		76
02		DPS NIVEL 2	27		52		77
03		DPS NIVEL 1	28		53		78
04		FONTE CHAVEADA	29		54		79
05		CONTATO NORMALMENTE ABERTO	30		55		80
06		CONTATO NORMALMENTE FECHADO	31		56		81
07		BOTÃO PULSADOR COM CONTATO NORMALMENTE FECHADO	32		57		82
08		BOTÃO PULSADOR COM CONTATO NORMALMENTE FECHADO	33		58		83
09		BOBINA DE CONTATOR	34		59		84
10		BORNE DE CONEXÃO	35		60		85
11		BOTÃO DE EMERGÊNCIA	36		61		86
12		CHAVE FIM DE CURSO	37		62		87
13		HORÍMETRO	38		63		88
14		SINALEIRO	39		64		89
15		RESISTÊNCIA VARIÁVEL	40		65		90
16		VÁLVULA SOLENOIDE	41		66		91
17			42		67		92
18			43		68		93
19			44		69		94
20			45		70		95
21			46		71		96
22			47		72		97
23			48		73		98
24			49		74		99
25			50		75		

ANALISADO:	/ /
ACEITO:	/ /
VISTO:	/ /

EXECUTADO POR		
AUTOR DO PROJETO	DESENHISTA	DATA
ALINE MARTINS	EGON SCHURT	SET/18
EGON LAERTES SCHURT	PROJETISTA	DATA
FERNANDO SELENKO RAMOS	FERNANDO SELENKO	SET/18
	VERIFICADOR	DATA
	ALINE MARTINS	SET/18

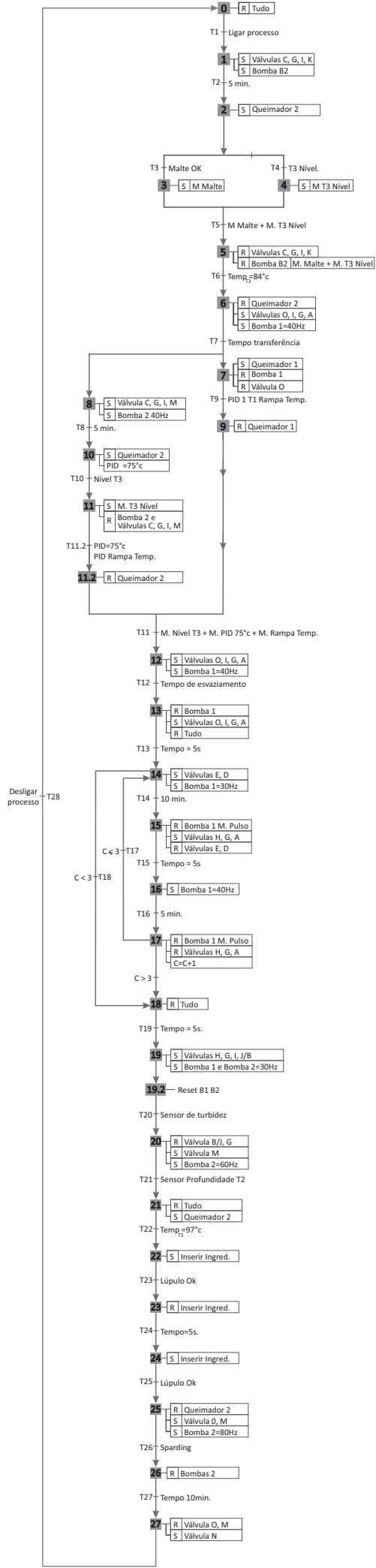
DIAGRAMA ELÉTRICO
SISTEMA DE BRASSAGEM, FERVURA E FILTRAGEM

ÁREA PROJ.:
 SUB-ÁREA PROJ.:

N°:	
REV.: 1	FL.: 16/16
N° CONTRATADA	
ESCALA: S/ ESCALA	

8 APÊNDICE C

O apêndice C compreende o GRAFCET completo que foi desenhado para a automação da planta de testes da cervejaria Floresta.



9 APÊNDICE D

O apêndice D compreende do programa *Ladder* completo, traduzido do GRAFCET apresentado no apêndice C. este inclui todas as *networks* desenvolvidas e lista de *tags* completa.

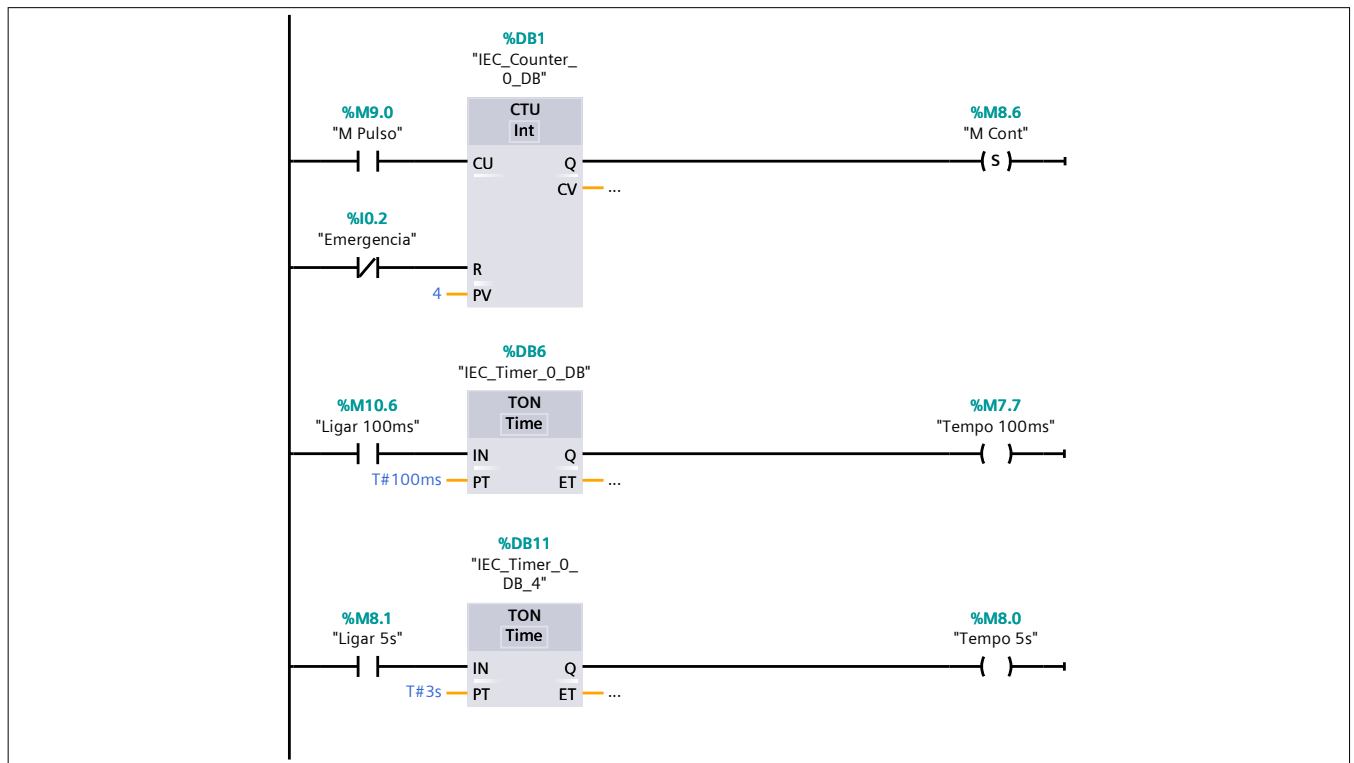
TCC - ATUALIZADO / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/Rly] / Program blocks

Main [OB1]

Main Properties					
General					
Name	Main	Number	1	Type	OB
Language	LAD	Numbering	Automatic		
Information					
Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author		Comment	
Family		Version	0.1	User-defined ID	

Main					
Name	Data type	Default value	Supervision	Comment	
▼ Input					
Initial_Call	Bool			Initial call of this OB	
Remanence	Bool			=True, if remanent data are available	
Temp					
Constant					

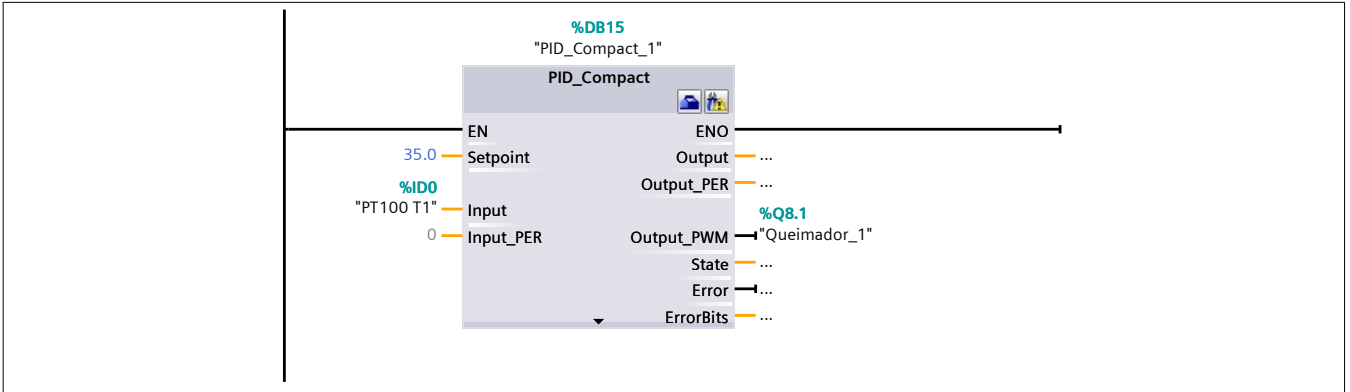
Network 1: Contadores



Symbol	Address	Type	Comment
"Emergencia"	%I0.2	Bool	
"Ligar 5s"	%M8.1	Bool	
"Ligar 100ms"	%M10.6	Bool	
"M Cont"	%M8.6	Bool	
"M Pulso"	%M9.0	Bool	

Symbol	Address	Type	Comment
"Tempo 5s"	%M8.0	Bool	
"Tempo 100ms"	%M7.7	Bool	

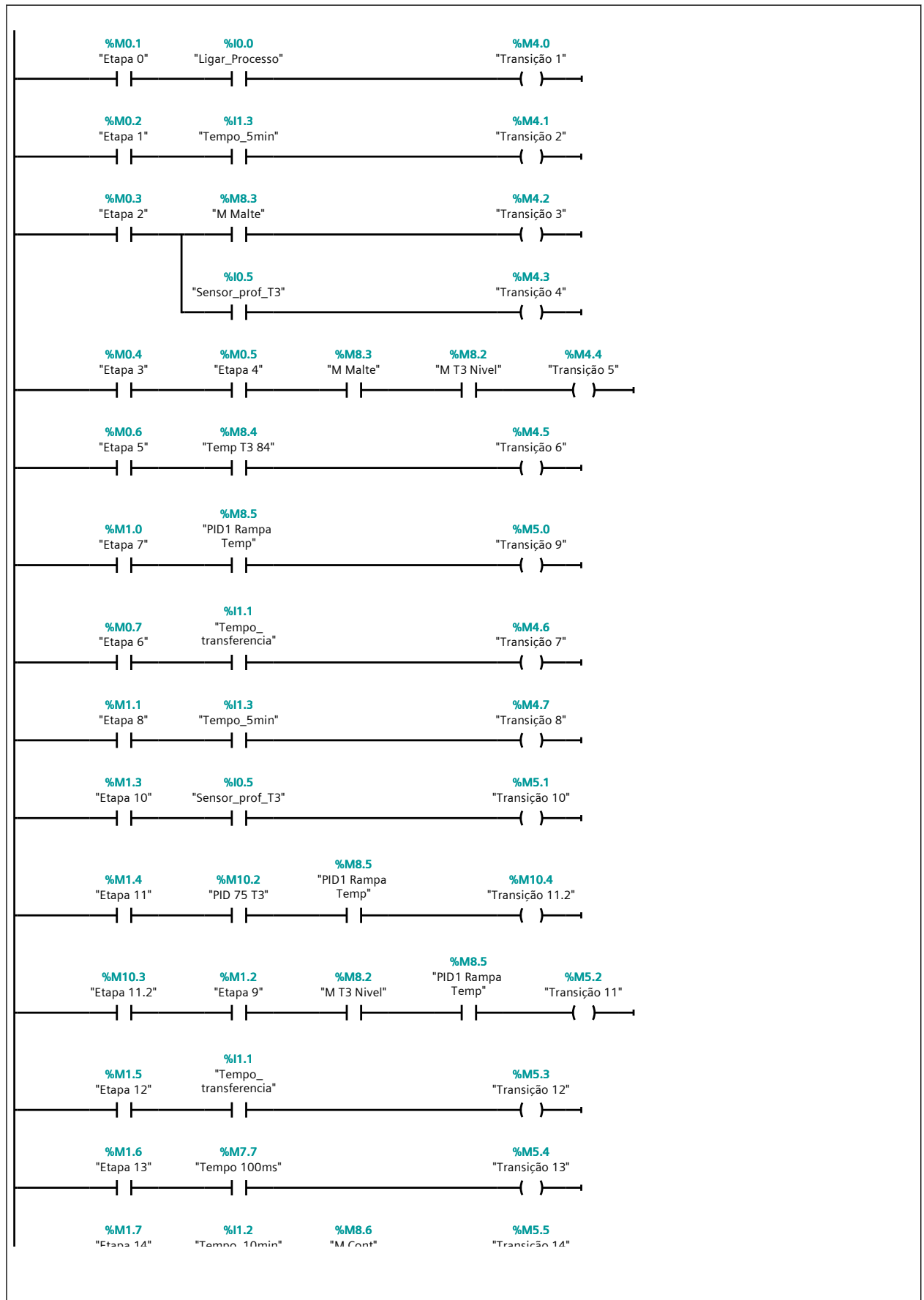
Network 2:



Symbol	Address	Type	Comment
"PT100 T1"	%ID0	DWord	
"Queimador_1"	%Q8.1	Bool	

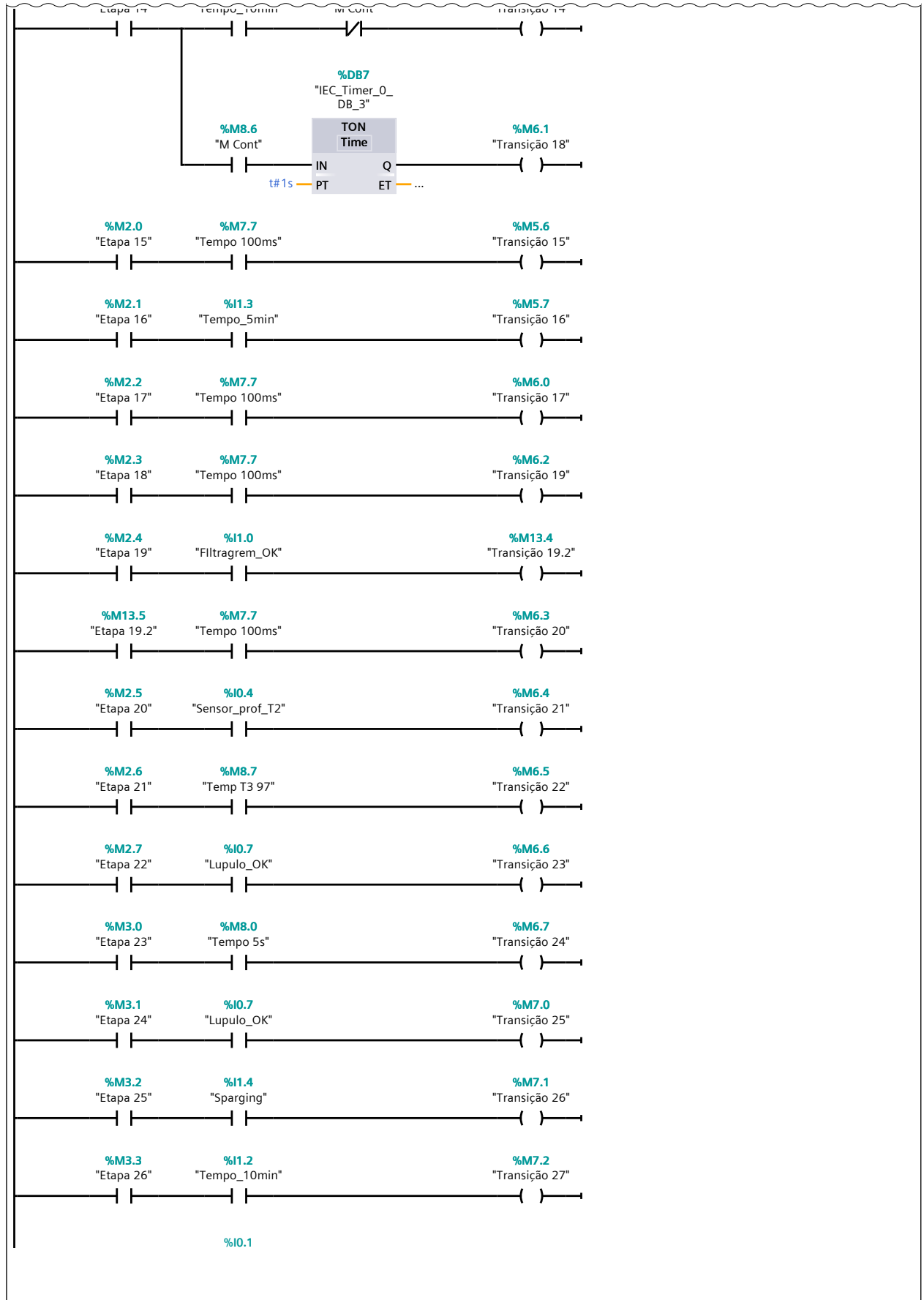
Network 3: Transições

Network 3: Transições (1.1 / 3.1)



Network 3: Transições (2.1 / 3.1)

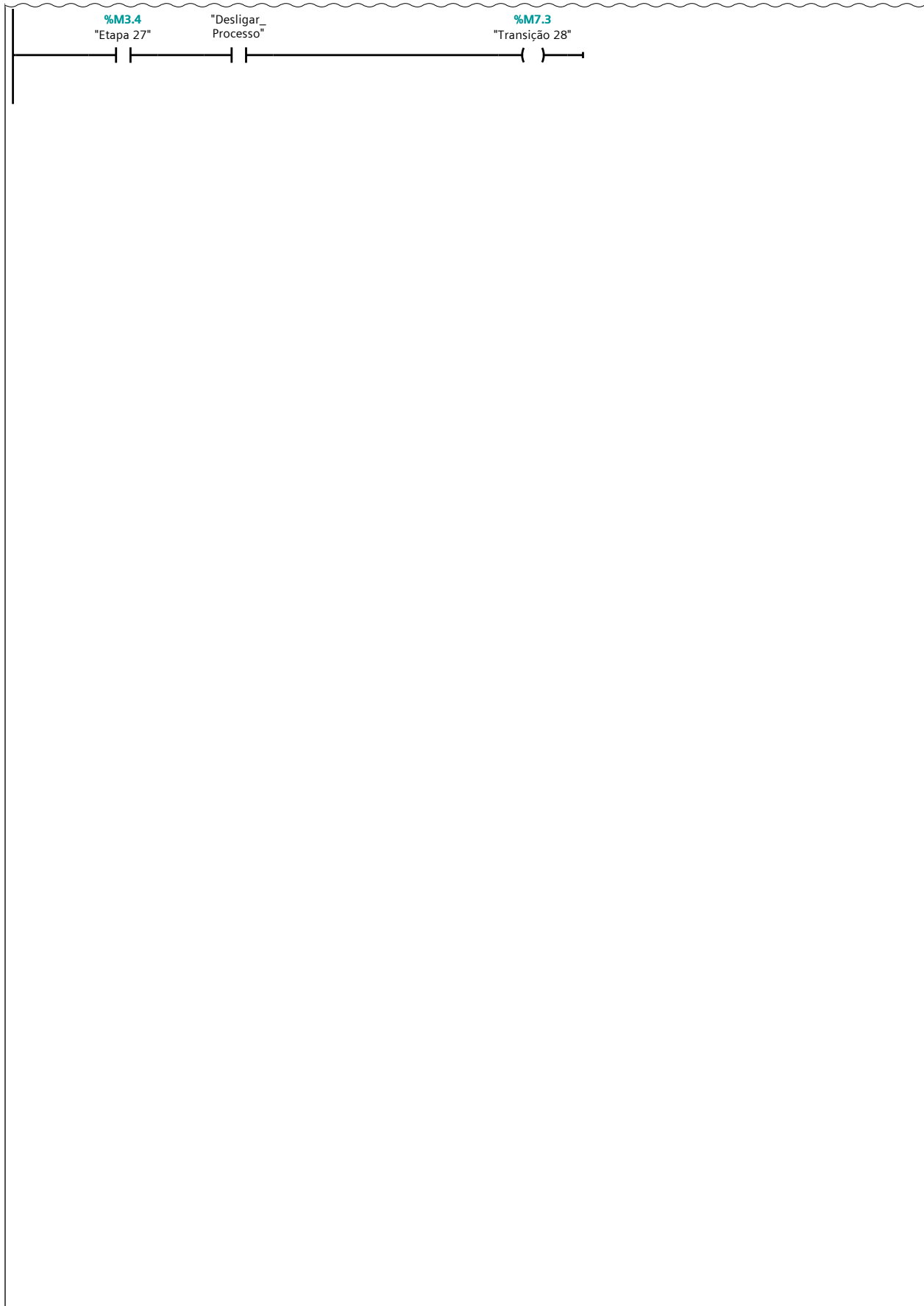
1.1 (Page1 - 3)



3.1 (Page1 - 5)

Network 3: Transições (3.1 / 3.1)

2.1 (Page1 - 4)

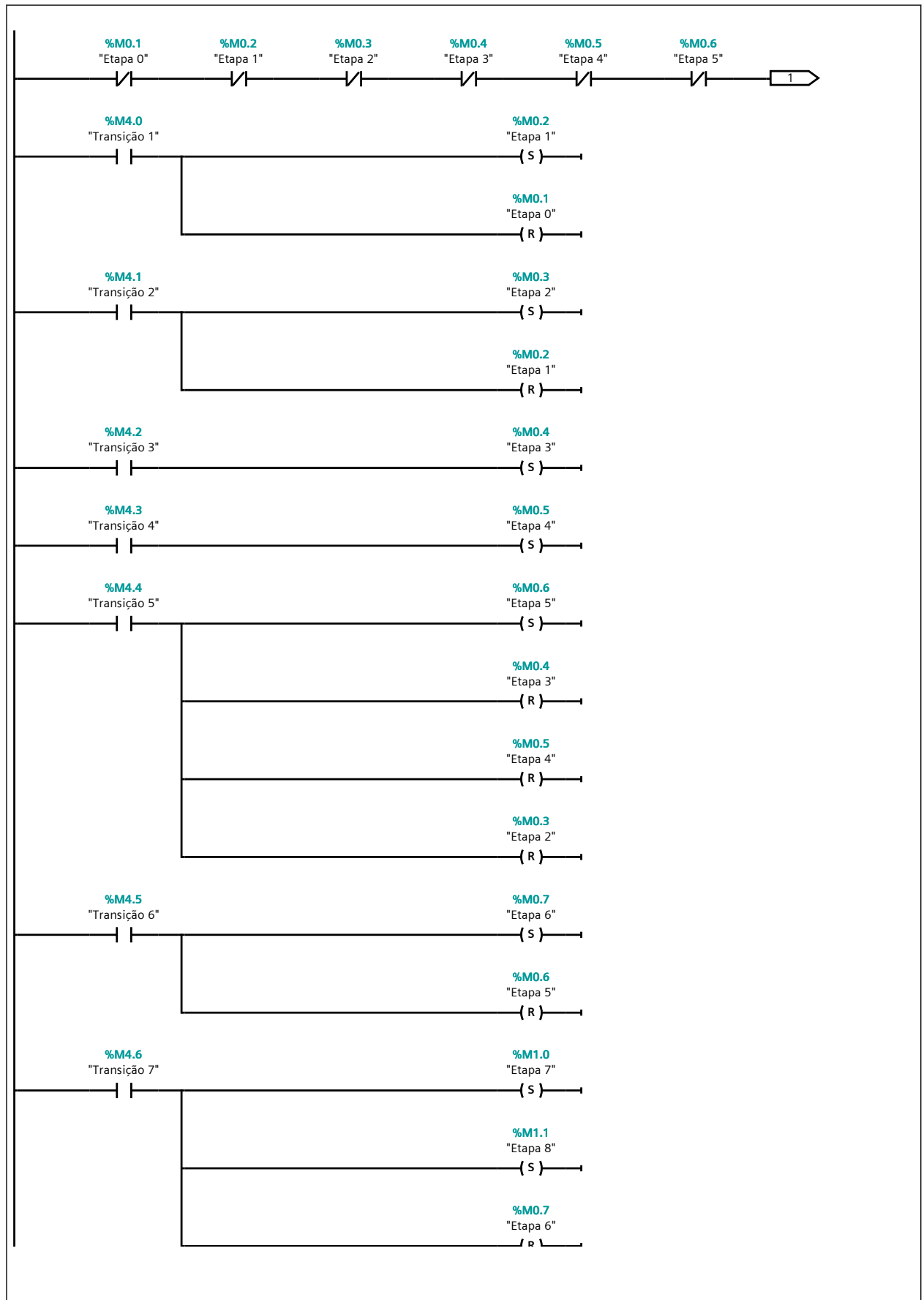


Symbol	Address	Type	Comment
"Desligar_Processo"	%I0.1	Bool	
"Etapa 0"	%M0.1	Bool	
"Etapa 1"	%M0.2	Bool	
"Etapa 2"	%M0.3	Bool	
"Etapa 3"	%M0.4	Bool	
"Etapa 4"	%M0.5	Bool	
"Etapa 5"	%M0.6	Bool	
"Etapa 6"	%M0.7	Bool	
"Etapa 7"	%M1.0	Bool	
"Etapa 8"	%M1.1	Bool	
"Etapa 9"	%M1.2	Bool	
"Etapa 10"	%M1.3	Bool	
"Etapa 11"	%M1.4	Bool	
"Etapa 11.2"	%M10.3	Bool	
"Etapa 12"	%M1.5	Bool	
"Etapa 13"	%M1.6	Bool	
"Etapa 14"	%M1.7	Bool	
"Etapa 15"	%M2.0	Bool	
"Etapa 16"	%M2.1	Bool	
"Etapa 17"	%M2.2	Bool	
"Etapa 18"	%M2.3	Bool	
"Etapa 19"	%M2.4	Bool	
"Etapa 19.2"	%M13.5	Bool	
"Etapa 20"	%M2.5	Bool	
"Etapa 21"	%M2.6	Bool	
"Etapa 22"	%M2.7	Bool	
"Etapa 23"	%M3.0	Bool	
"Etapa 24"	%M3.1	Bool	
"Etapa 25"	%M3.2	Bool	
"Etapa 26"	%M3.3	Bool	
"Etapa 27"	%M3.4	Bool	
"Filtragrem_OK"	%I1.0	Bool	
"Ligar_Processo"	%I0.0	Bool	
"Lupulo_OK"	%I0.7	Bool	
"M Cont"	%M8.6	Bool	
"M Malte"	%M8.3	Bool	
"M T3 Nivel"	%M8.2	Bool	
"PID1 Rampa Temp"	%M8.5	Bool	
"PID 75 T3"	%M10.2	Bool	
"Sensor_prof_T2"	%I0.4	Bool	
"Sensor_prof_T3"	%I0.5	Bool	
"Sparging"	%I1.4	Bool	
"Temp T3 84"	%M8.4	Bool	
"Temp T3 97"	%M8.7	Bool	
"Tempo 5s"	%M8.0	Bool	
"Tempo 100ms"	%M7.7	Bool	
"Tempo_5min"	%I1.3	Bool	
"Tempo_10min"	%I1.2	Bool	
"Tempo_transferencia"	%I1.1	Bool	
"Transição 1"	%M4.0	Bool	
"Transição 2"	%M4.1	Bool	
"Transição 3"	%M4.2	Bool	
"Transição 4"	%M4.3	Bool	
"Transição 5"	%M4.4	Bool	
"Transição 6"	%M4.5	Bool	
"Transição 7"	%M4.6	Bool	
"Transição 8"	%M4.7	Bool	

Symbol	Address	Type	Comment
"Transição 9"	%M5.0	Bool	
"Transição 10"	%M5.1	Bool	
"Transição 11"	%M5.2	Bool	
"Transição 11.2"	%M10.4	Bool	
"Transição 12"	%M5.3	Bool	
"Transição 13"	%M5.4	Bool	
"Transição 14"	%M5.5	Bool	
"Transição 15"	%M5.6	Bool	
"Transição 16"	%M5.7	Bool	
"Transição 17"	%M6.0	Bool	
"Transição 18"	%M6.1	Bool	
"Transição 19"	%M6.2	Bool	
"Transição 19.2"	%M13.4	Bool	
"Transição 20"	%M6.3	Bool	
"Transição 21"	%M6.4	Bool	
"Transição 22"	%M6.5	Bool	
"Transição 23"	%M6.6	Bool	
"Transição 24"	%M6.7	Bool	
"Transição 25"	%M7.0	Bool	
"Transição 26"	%M7.1	Bool	
"Transição 27"	%M7.2	Bool	
"Transição 28"	%M7.3	Bool	

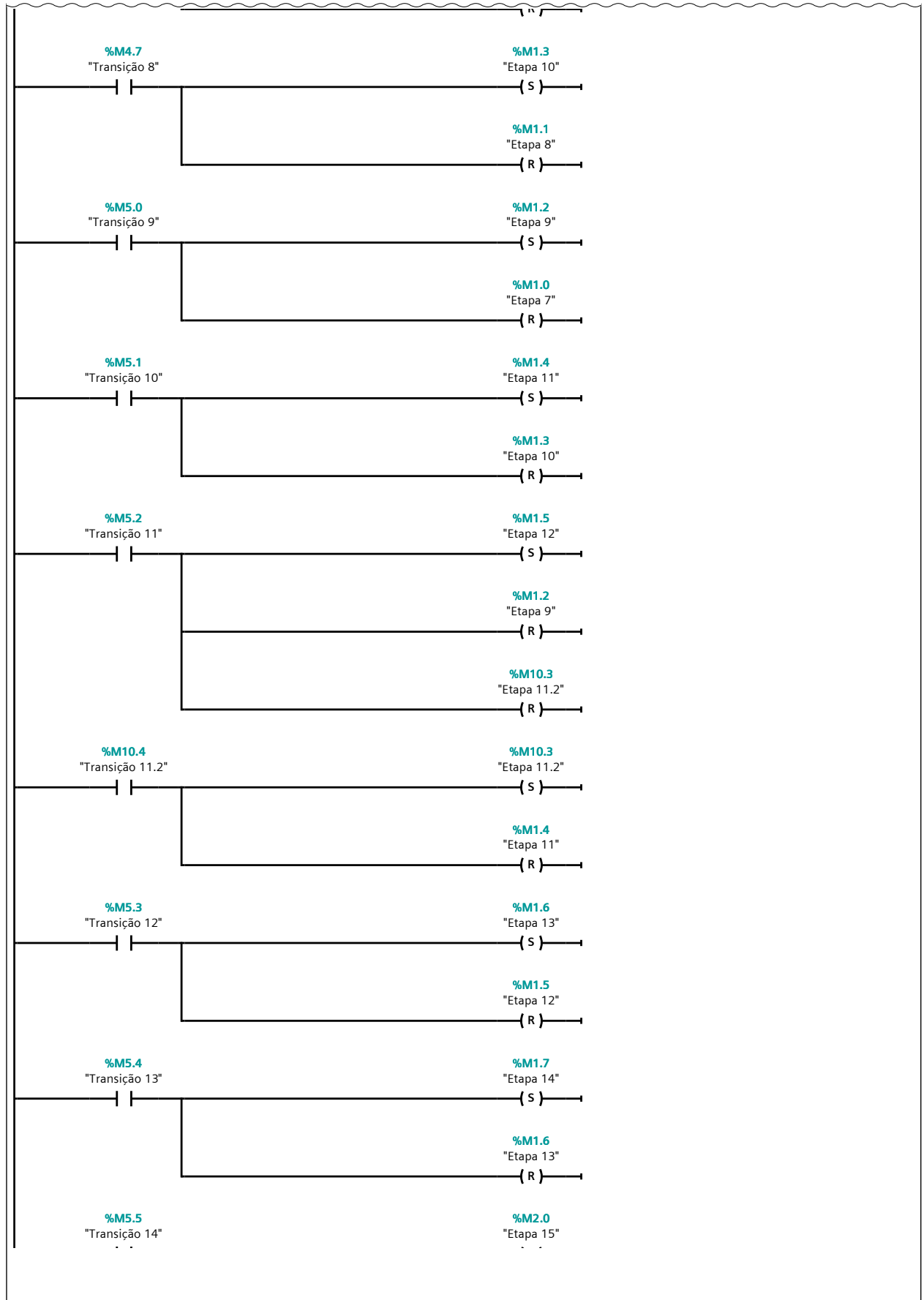
Network 4: Transição para Etapas

Network 4: Transição para Etapas (1.1 / 5.1)



Network 4: Transição para Etapas (2.1 / 5.1)

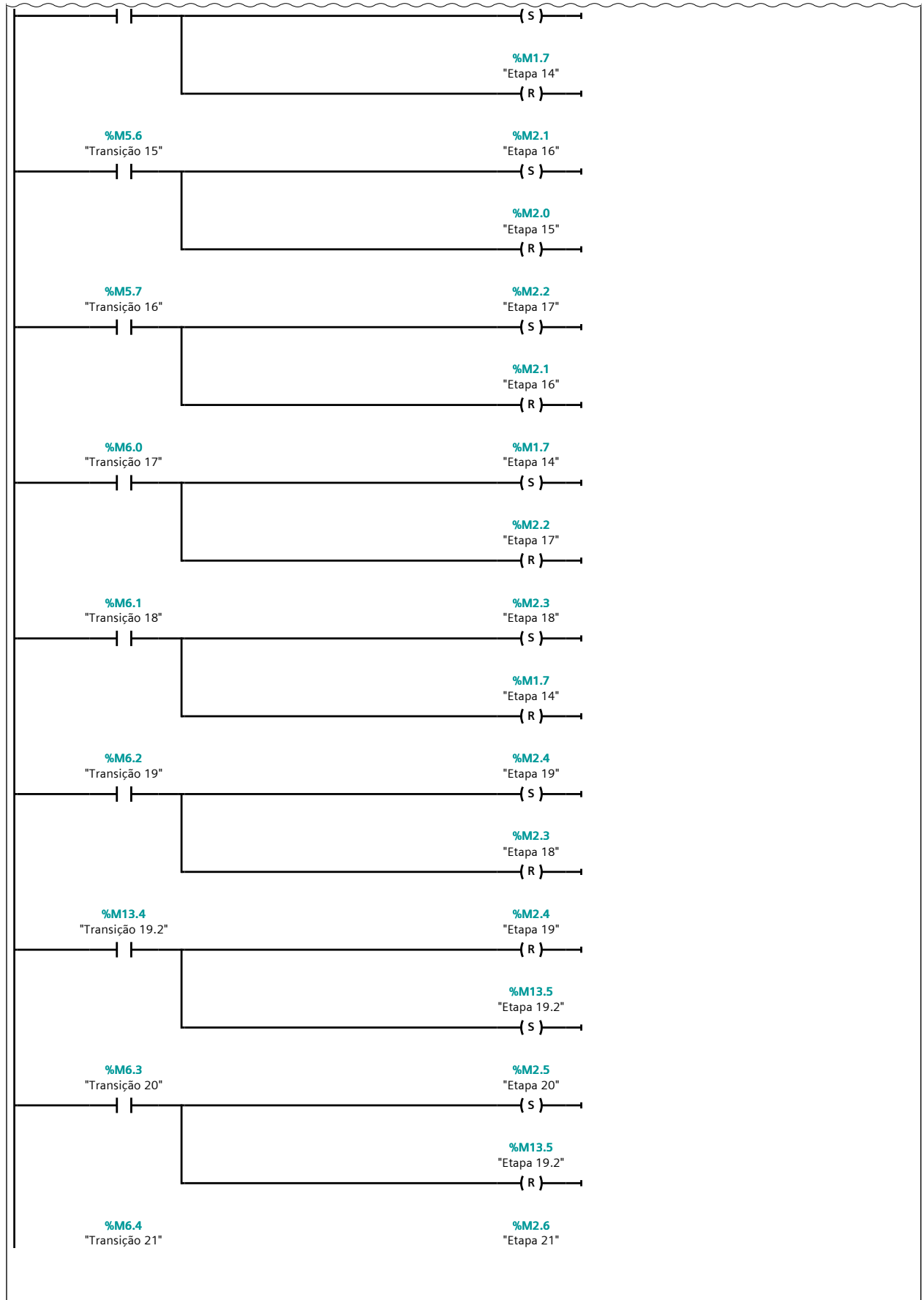
1.1 (Page1 - 8)



3.1 (Page1 - 10)

Network 4: Transição para Etapas (3.1 / 5.1)

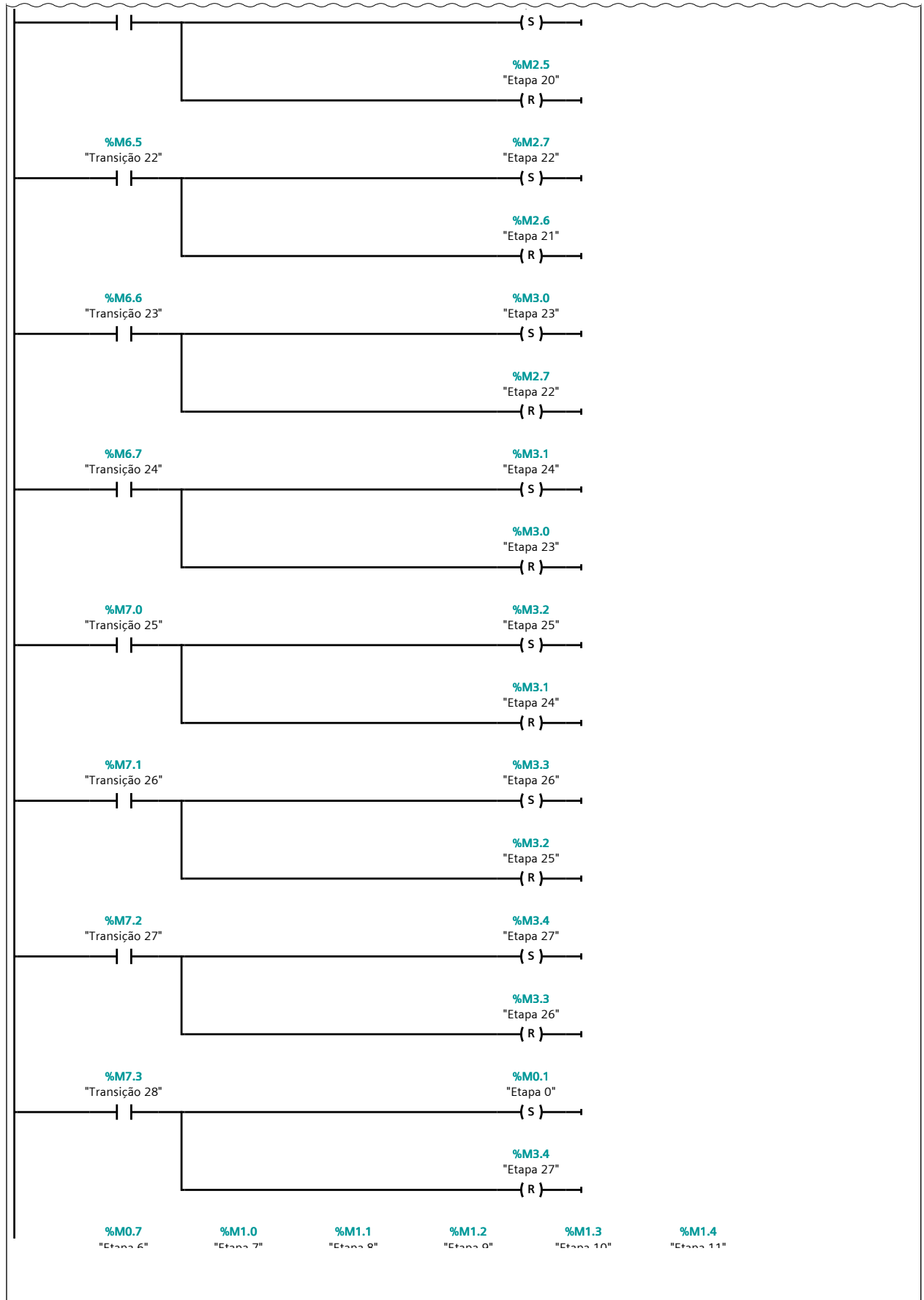
2.1 (Page1 - 9)



4.1 (Page1 - 11)

Network 4: Transição para Etapas (4.1 / 5.1)

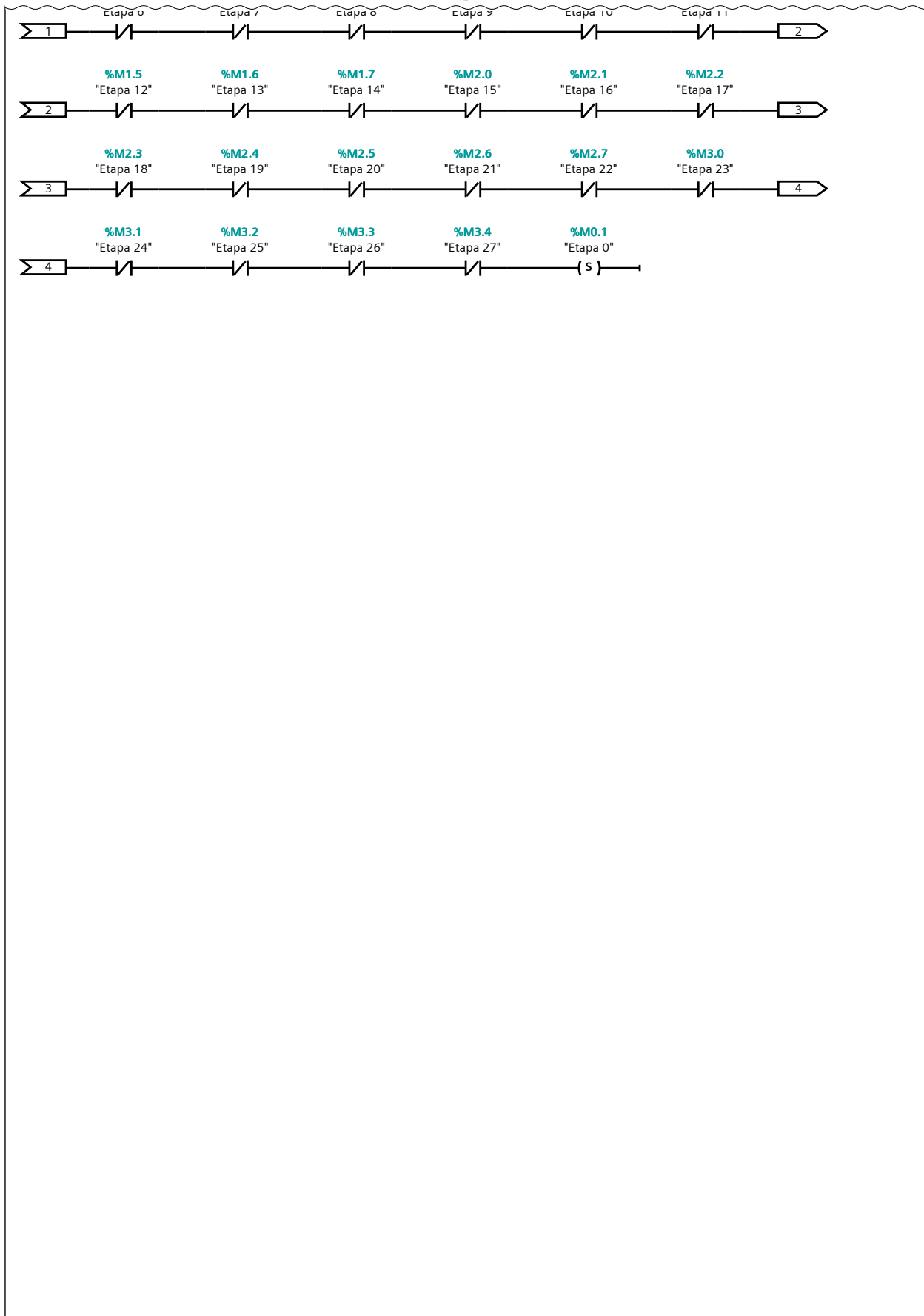
3.1 (Page1 - 10)



5.1 (Page1 - 12)

Network 4: Transição para Etapas (5.1 / 5.1)

4.1 (Page1 - 11)

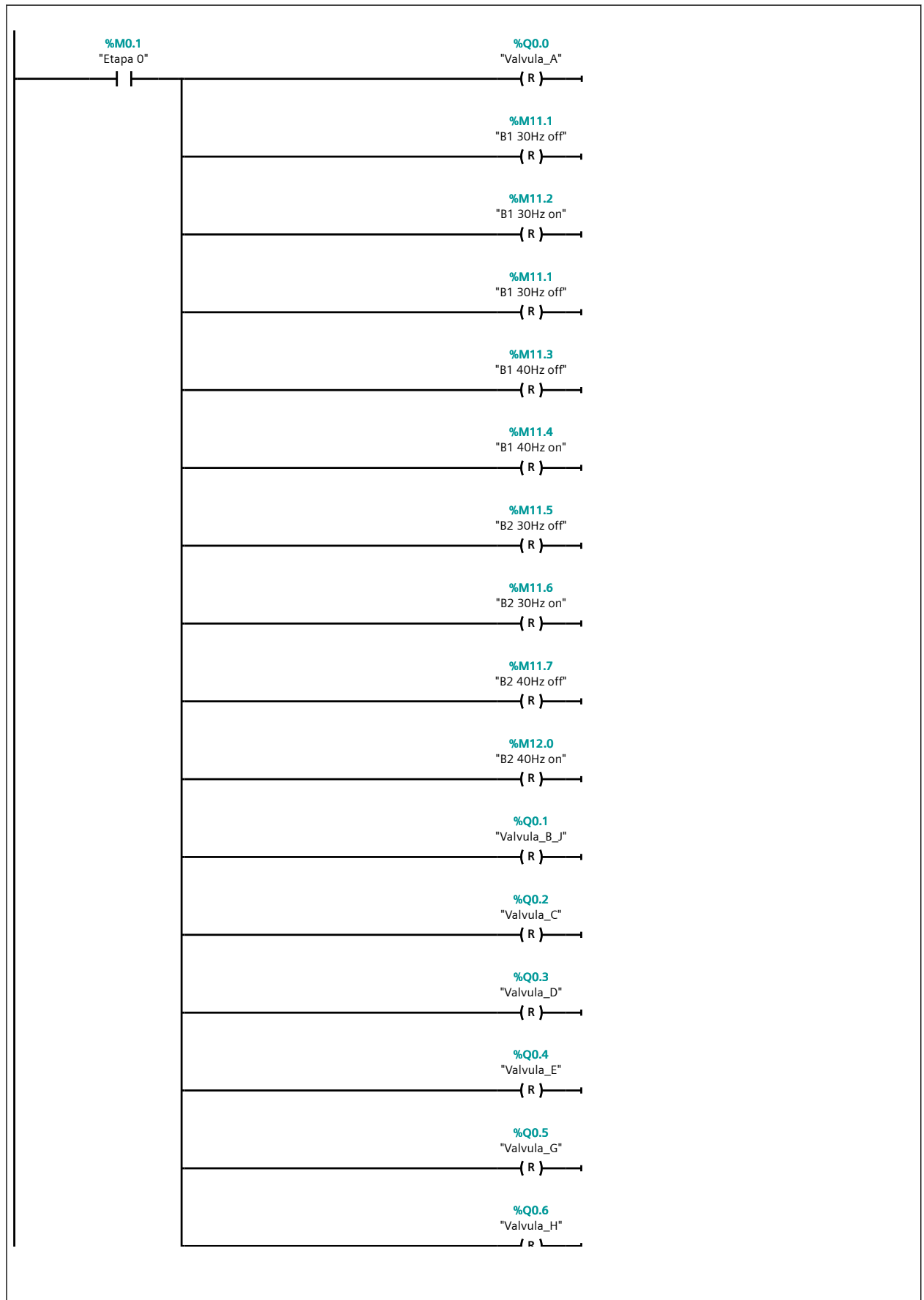


Symbol	Address	Type	Comment
"Etapa 0"	%M0.1	Bool	
"Etapa 1"	%M0.2	Bool	
"Etapa 2"	%M0.3	Bool	
"Etapa 3"	%M0.4	Bool	
"Etapa 4"	%M0.5	Bool	
"Etapa 5"	%M0.6	Bool	
"Etapa 6"	%M0.7	Bool	
"Etapa 7"	%M1.0	Bool	
"Etapa 8"	%M1.1	Bool	
"Etapa 9"	%M1.2	Bool	
"Etapa 10"	%M1.3	Bool	
"Etapa 11"	%M1.4	Bool	
"Etapa 11.2"	%M10.3	Bool	
"Etapa 12"	%M1.5	Bool	
"Etapa 13"	%M1.6	Bool	
"Etapa 14"	%M1.7	Bool	
"Etapa 15"	%M2.0	Bool	
"Etapa 16"	%M2.1	Bool	
"Etapa 17"	%M2.2	Bool	
"Etapa 18"	%M2.3	Bool	
"Etapa 19"	%M2.4	Bool	
"Etapa 19.2"	%M13.5	Bool	
"Etapa 20"	%M2.5	Bool	
"Etapa 21"	%M2.6	Bool	
"Etapa 22"	%M2.7	Bool	
"Etapa 23"	%M3.0	Bool	
"Etapa 24"	%M3.1	Bool	
"Etapa 25"	%M3.2	Bool	
"Etapa 26"	%M3.3	Bool	
"Etapa 27"	%M3.4	Bool	
"Transição 1"	%M4.0	Bool	
"Transição 2"	%M4.1	Bool	
"Transição 3"	%M4.2	Bool	
"Transição 4"	%M4.3	Bool	
"Transição 5"	%M4.4	Bool	
"Transição 6"	%M4.5	Bool	
"Transição 7"	%M4.6	Bool	
"Transição 8"	%M4.7	Bool	
"Transição 9"	%M5.0	Bool	
"Transição 10"	%M5.1	Bool	
"Transição 11"	%M5.2	Bool	
"Transição 11.2"	%M10.4	Bool	
"Transição 12"	%M5.3	Bool	
"Transição 13"	%M5.4	Bool	
"Transição 14"	%M5.5	Bool	
"Transição 15"	%M5.6	Bool	
"Transição 16"	%M5.7	Bool	
"Transição 17"	%M6.0	Bool	
"Transição 18"	%M6.1	Bool	
"Transição 19"	%M6.2	Bool	
"Transição 19.2"	%M13.4	Bool	
"Transição 20"	%M6.3	Bool	
"Transição 21"	%M6.4	Bool	
"Transição 22"	%M6.5	Bool	
"Transição 23"	%M6.6	Bool	
"Transição 24"	%M6.7	Bool	
"Transição 25"	%M7.0	Bool	

Symbol	Address	Type	Comment
"Transição 26"	%M7.1	Bool	
"Transição 27"	%M7.2	Bool	
"Transição 28"	%M7.3	Bool	

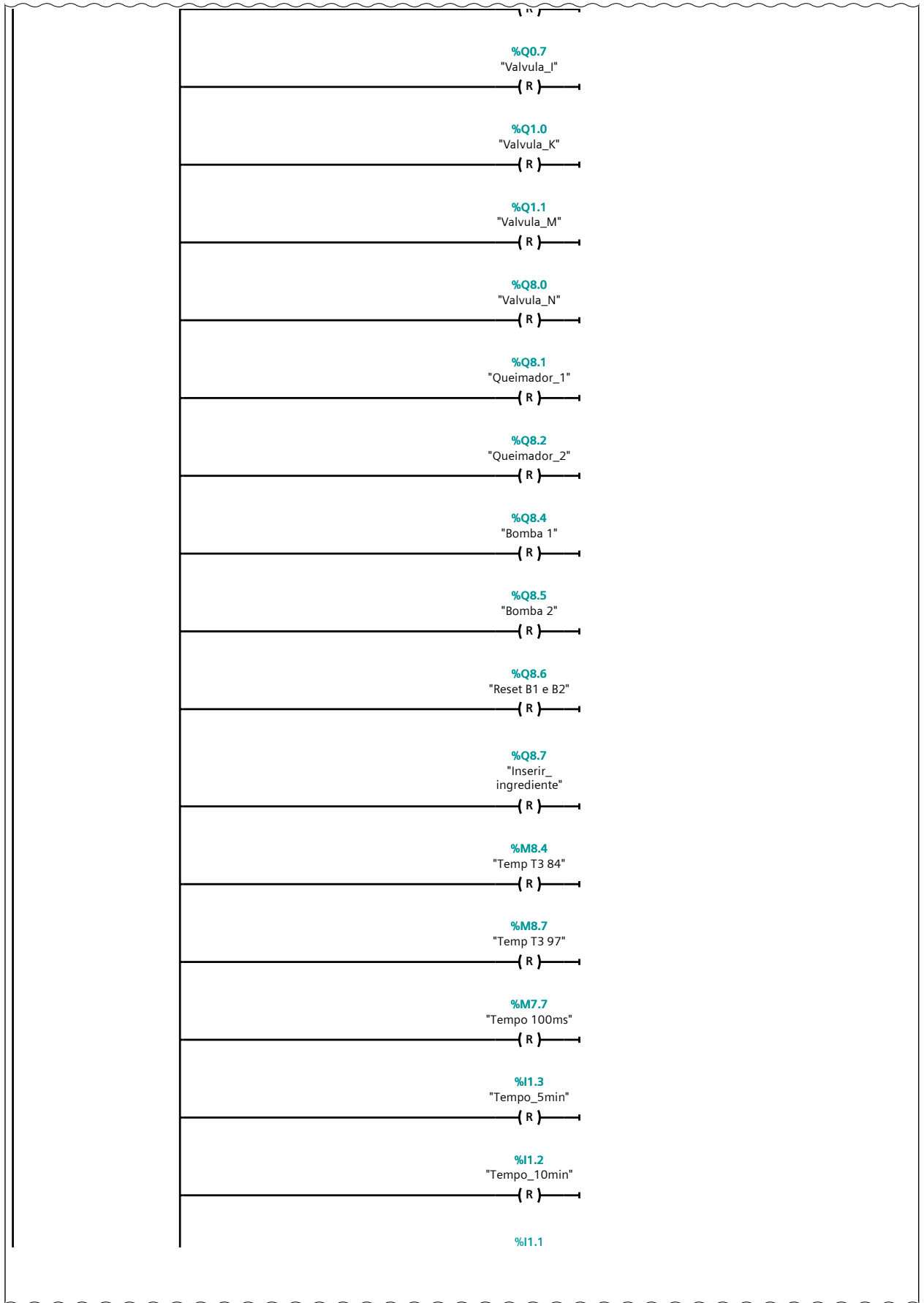
Network 5: Reset

Network 5: Reset (1.1 / 4.1)



Network 5: Reset (2.1 / 4.1)

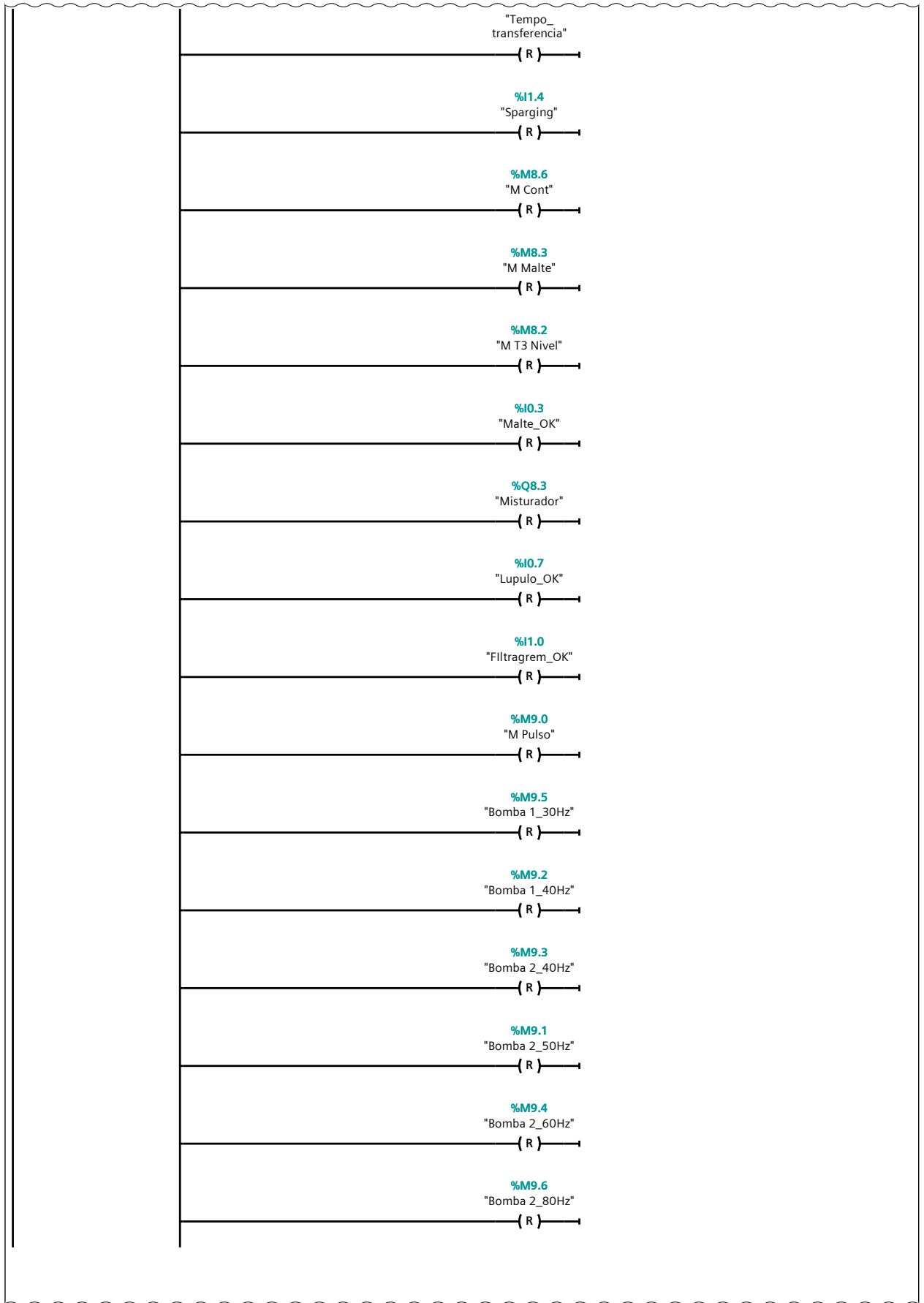
1.1 (Page1 - 15)



3.1 (Page1 - 17)

Network 5: Reset (3.1 / 4.1)

2.1 (Page1 - 16)



4.1 (Page1 - 18)

Network 5: Reset (4.1 / 4.1)

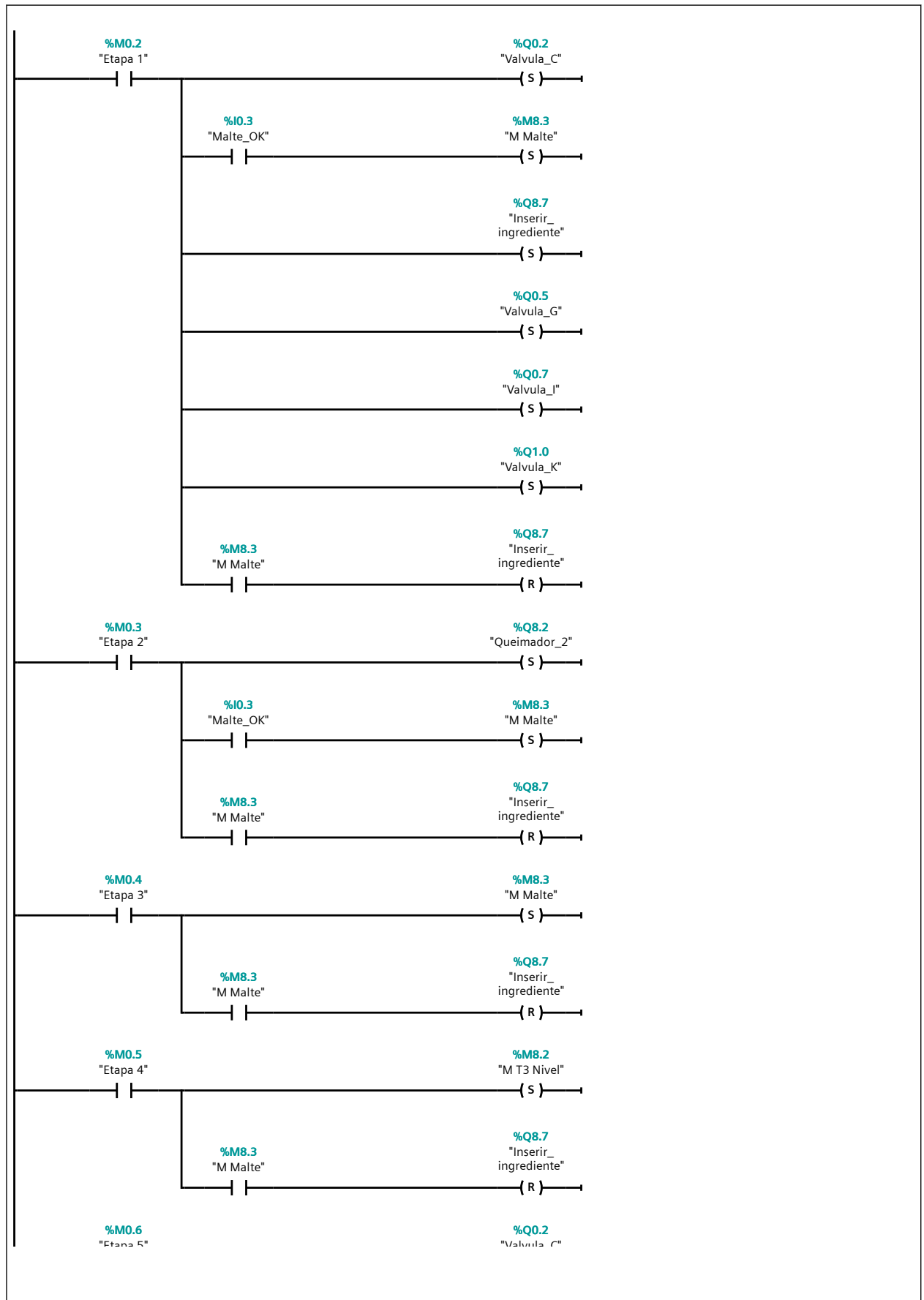
3.1 (Page1 - 17)

%M9.7
"Ligar
comparador"
(R)

Symbol	Address	Type	Comment
"B1 30Hz off"	%M11.1	Bool	
"B1 30Hz on"	%M11.2	Bool	
"B1 40Hz off"	%M11.3	Bool	
"B1 40Hz on"	%M11.4	Bool	
"B2 30Hz off"	%M11.5	Bool	
"B2 30Hz on"	%M11.6	Bool	
"B2 40Hz off"	%M11.7	Bool	
"B2 40Hz on"	%M12.0	Bool	
"Bomba 1"	%Q8.4	Bool	
"Bomba 1_30Hz"	%M9.5	Bool	
"Bomba 1_40Hz"	%M9.2	Bool	
"Bomba 2"	%Q8.5	Bool	
"Bomba 2_40Hz"	%M9.3	Bool	
"Bomba 2_50Hz"	%M9.1	Bool	
"Bomba 2_60Hz"	%M9.4	Bool	
"Bomba 2_80Hz"	%M9.6	Bool	
"Etapa 0"	%M0.1	Bool	
"Filtragrem_OK"	%I1.0	Bool	
"Inserir_ingrediente"	%Q8.7	Bool	
"Ligar comparador"	%M9.7	Bool	
"Lupulo_OK"	%I0.7	Bool	
"M Cont"	%M8.6	Bool	
"M Malte"	%M8.3	Bool	
"M Pulso"	%M9.0	Bool	
"M T3 Nivel"	%M8.2	Bool	
"Malte_OK"	%I0.3	Bool	
"Misturador"	%Q8.3	Bool	
"Queimador_1"	%Q8.1	Bool	
"Queimador_2"	%Q8.2	Bool	
"Reset B1 e B2"	%Q8.6	Bool	
"Sparging"	%I1.4	Bool	
"Temp T3 84"	%M8.4	Bool	
"Temp T3 97"	%M8.7	Bool	
"Tempo 100ms"	%M7.7	Bool	
"Tempo_5min"	%I1.3	Bool	
"Tempo_10min"	%I1.2	Bool	
"Tempo_transferencia"	%I1.1	Bool	
"Valvula_A"	%Q0.0	Bool	
"Valvula_B_J"	%Q0.1	Bool	
"Valvula_C"	%Q0.2	Bool	
"Valvula_D"	%Q0.3	Bool	
"Valvula_E"	%Q0.4	Bool	
"Valvula_G"	%Q0.5	Bool	
"Valvula_H"	%Q0.6	Bool	
"Valvula_I"	%Q0.7	Bool	
"Valvula_K"	%Q1.0	Bool	
"Valvula_M"	%Q1.1	Bool	
"Valvula_N"	%Q8.0	Bool	

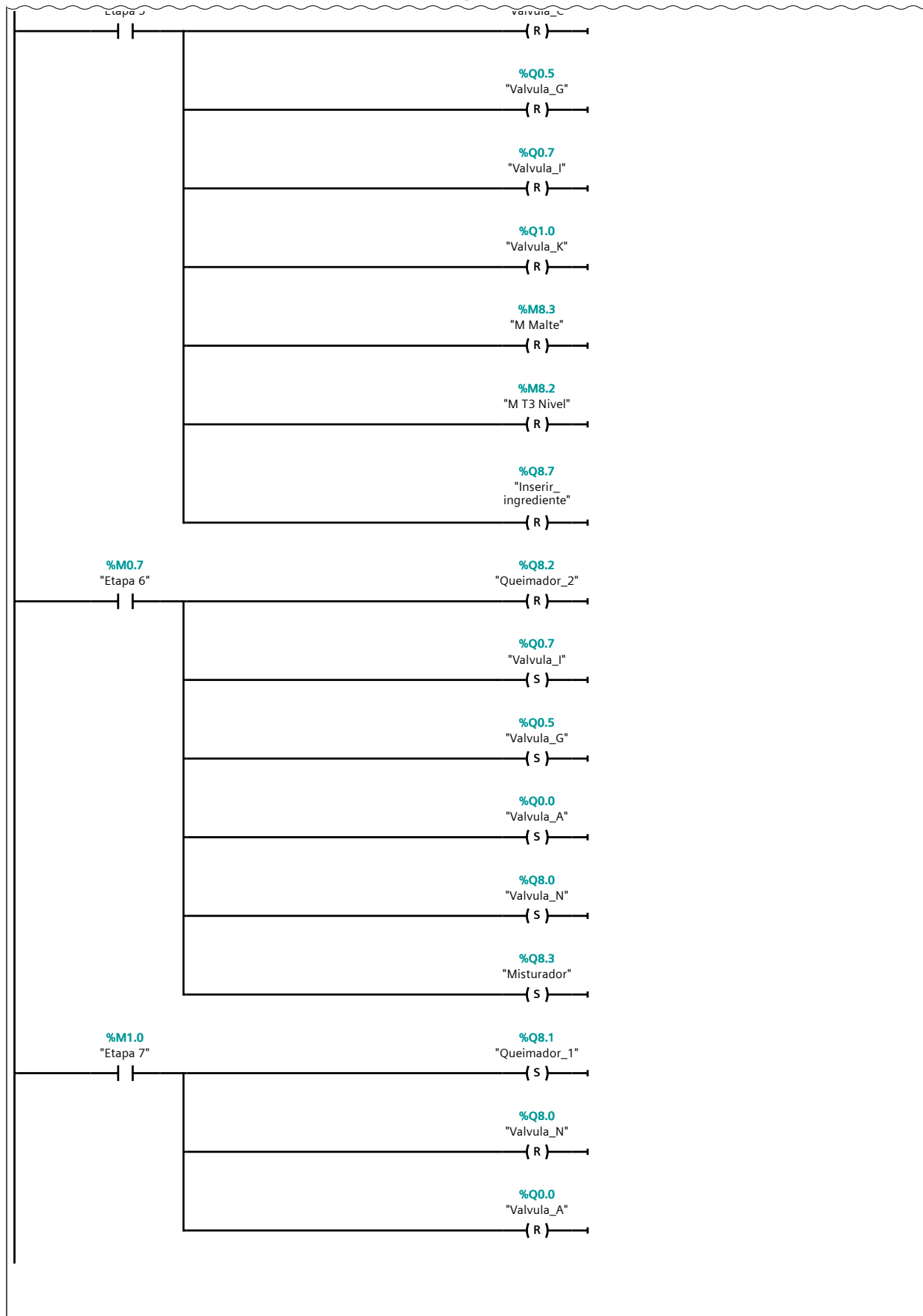
Network 6: Etapas - Ações

Network 6: Etapas - Ações (1.1 / 9.1)



Network 6: Etapas - Ações (2.1 / 9.1)

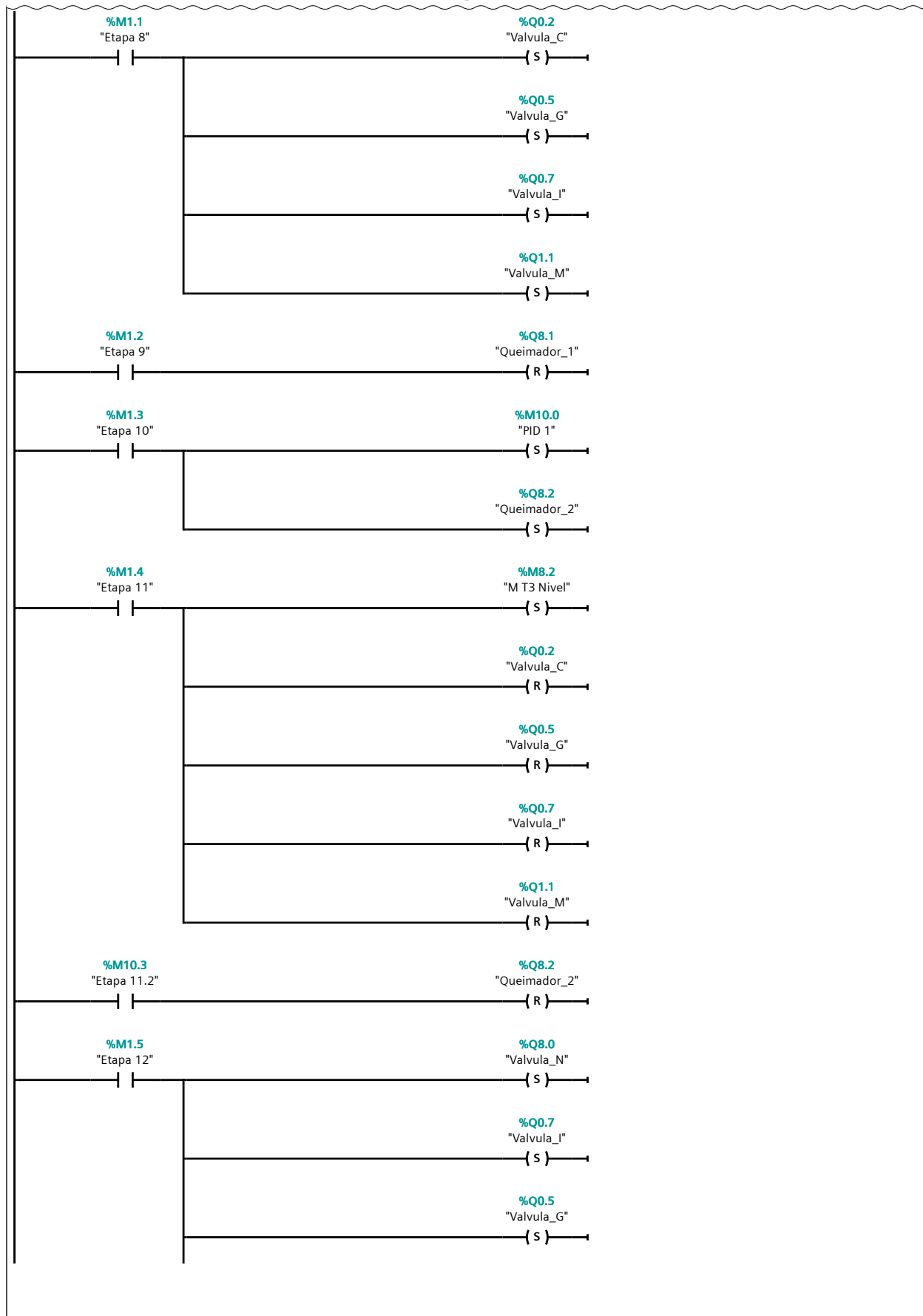
1.1 (Page1 - 20)



3.1 (Page1 - 22)

Network 6: Etapas - Ações (3.1 / 9.1)

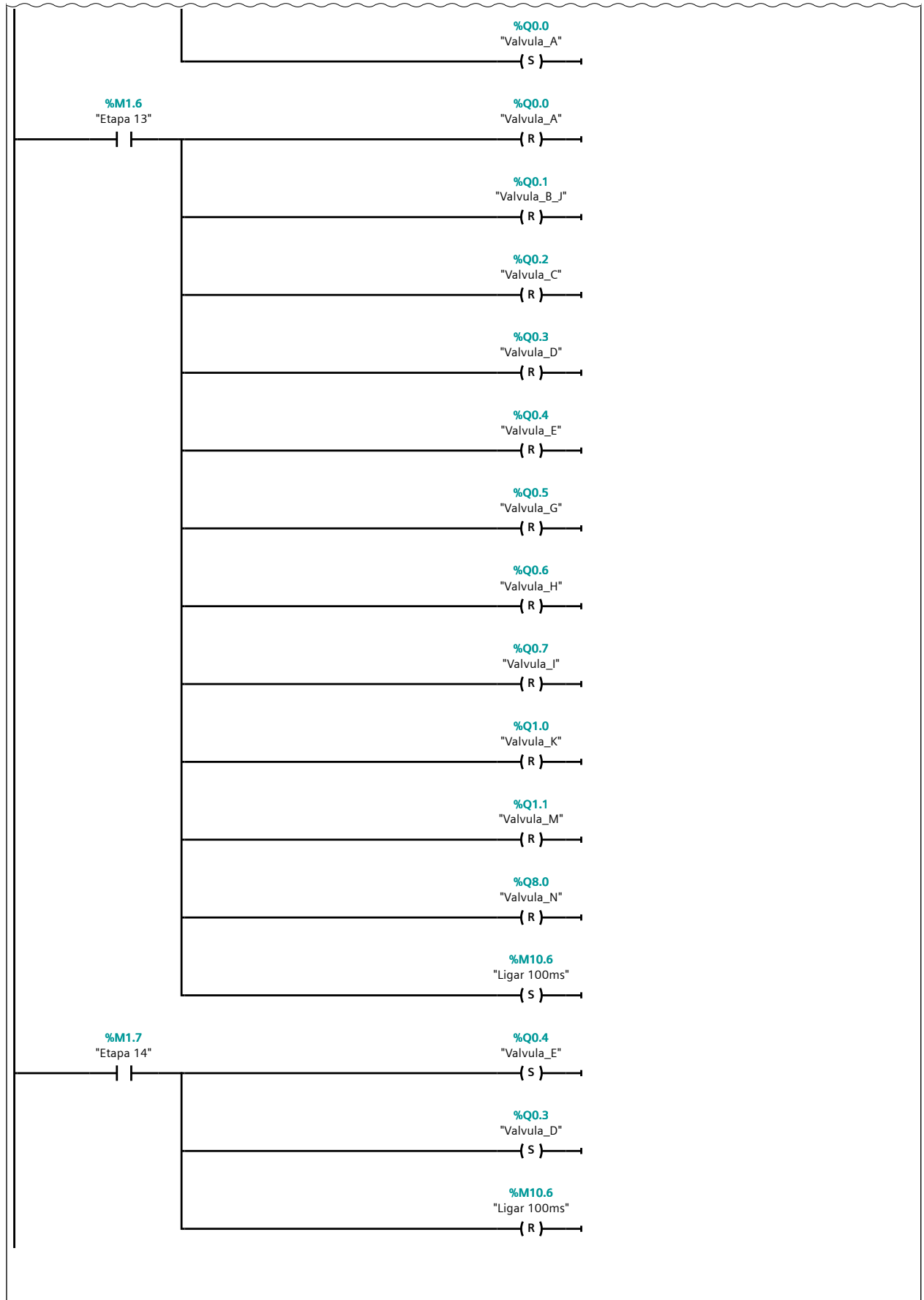
2.1 (Page1 - 21)



4.1 (Page1 - 23)

Network 6: Etapas - Ações (4.1 / 9.1)

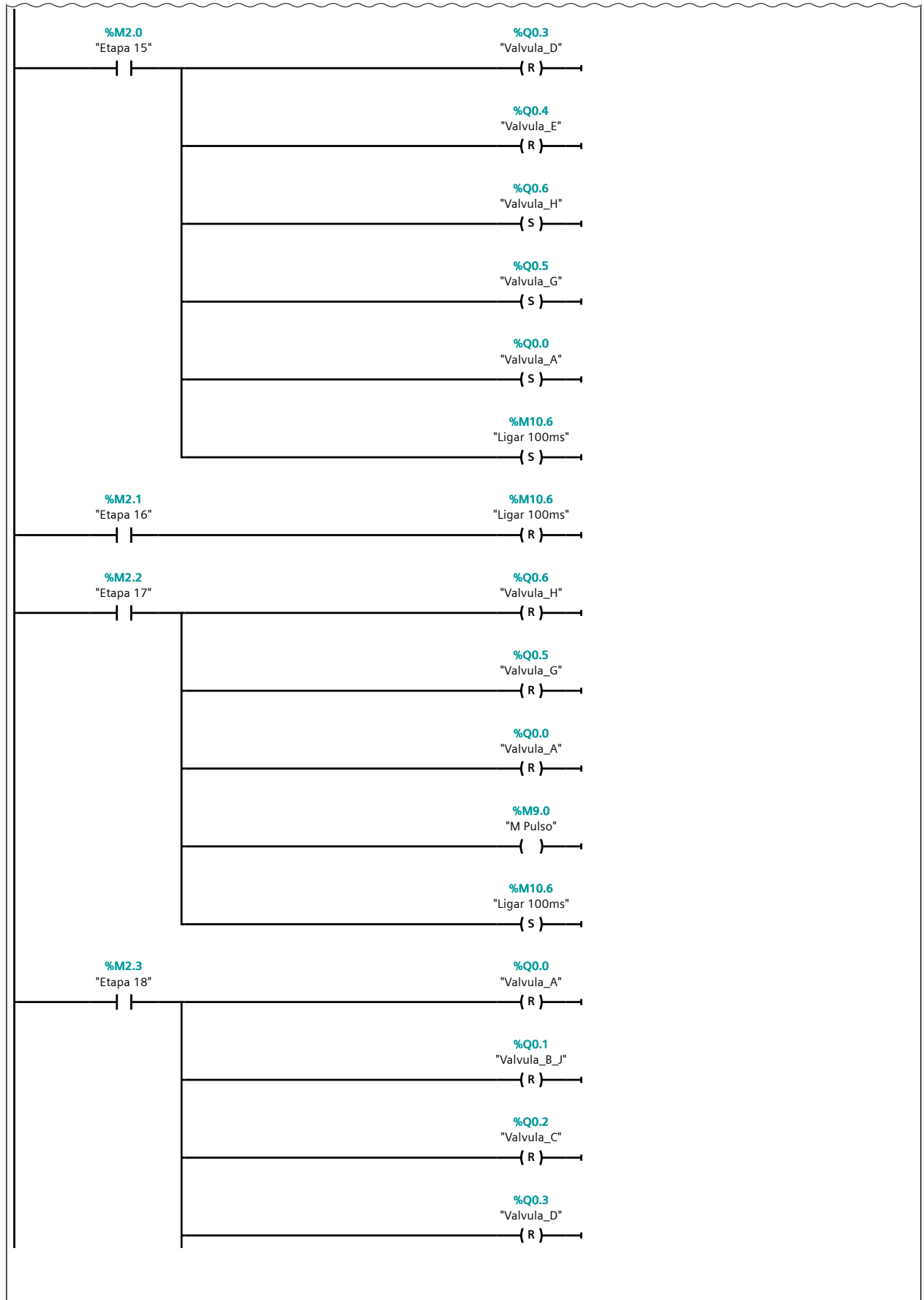
3.1 (Page1 - 22)



5.1 (Page1 - 24)

Network 6: Etapas - Ações (5.1 / 9.1)

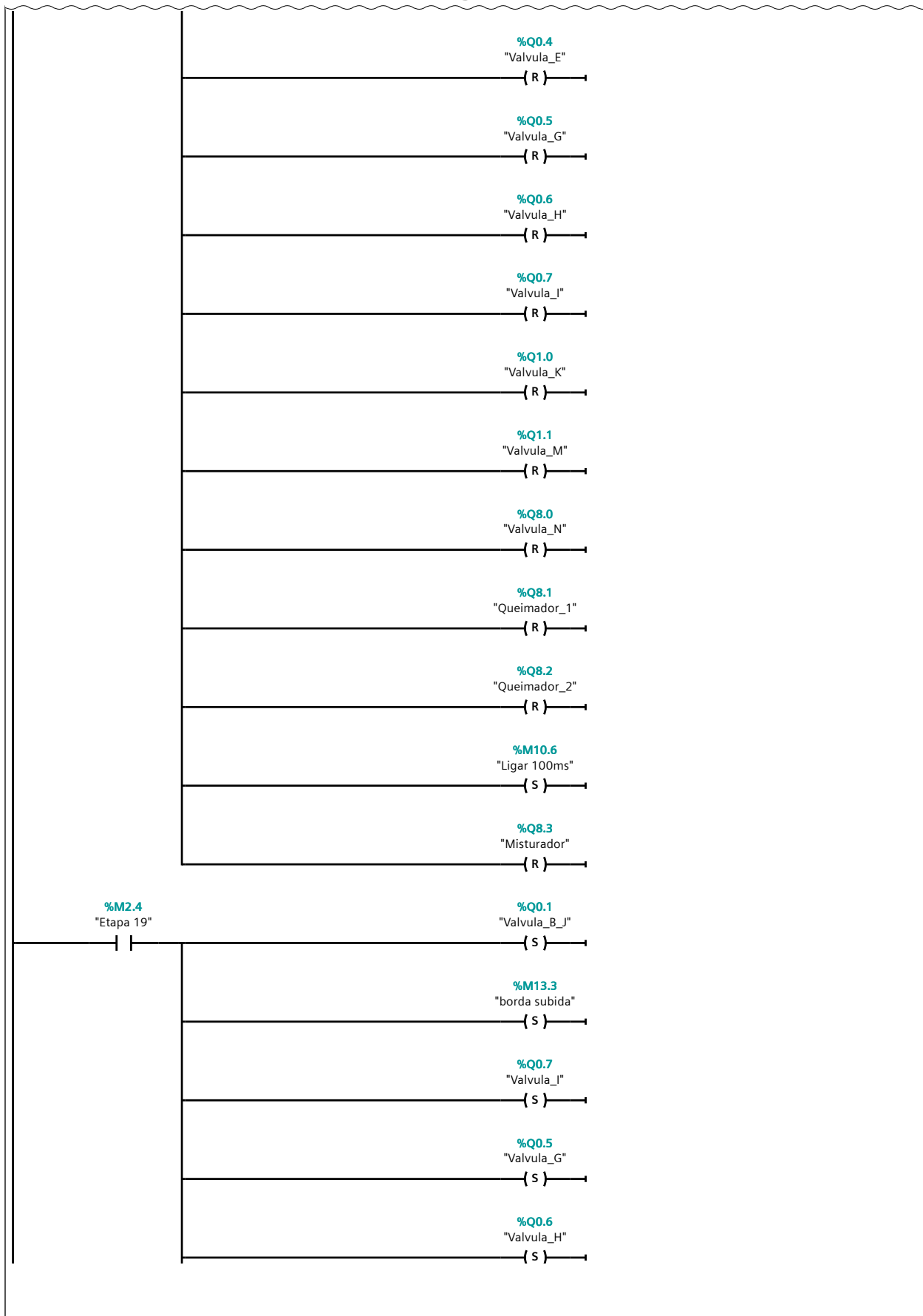
4.1 (Page1 - 23)



6.1 (Page1 - 25)

Network 6: Etapas - Ações (6.1 / 9.1)

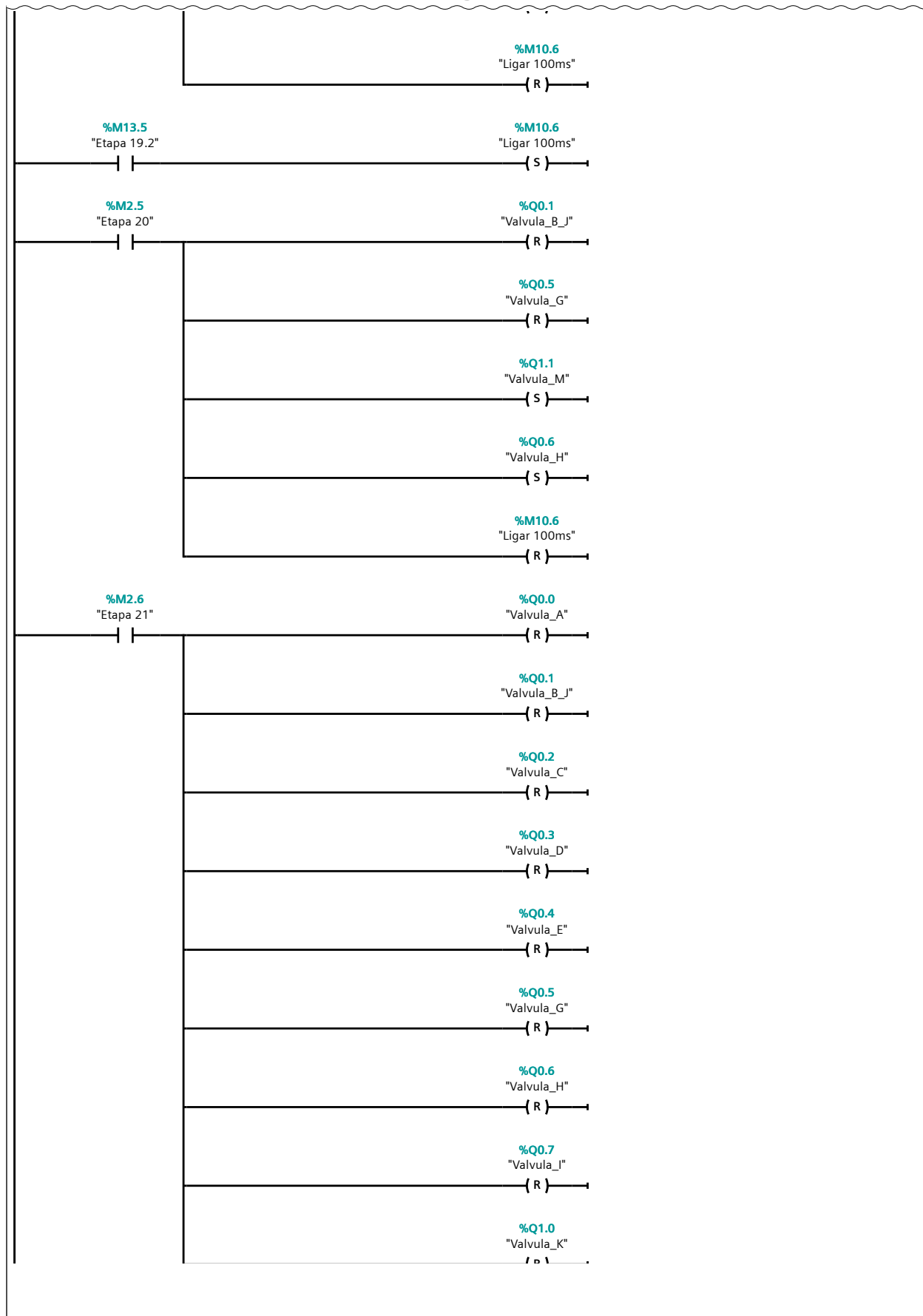
5.1 (Page1 - 24)



7.1 (Page1 - 26)

Network 6: Etapas - Ações (7.1 / 9.1)

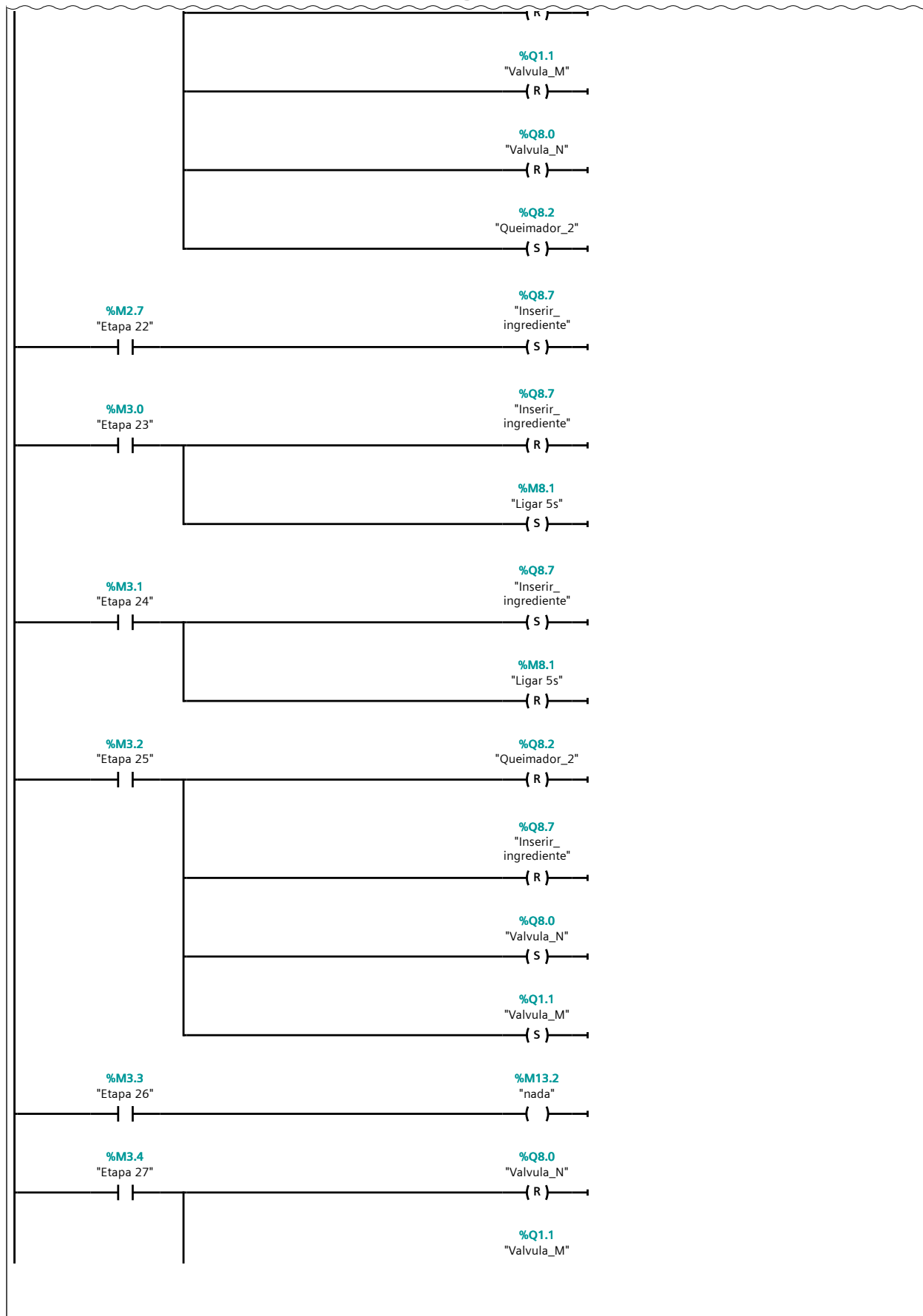
6.1 (Page1 - 25)



8.1 (Page1 - 27)

Network 6: Etapas - Ações (8.1 / 9.1)

7.1 (Page1 - 26)

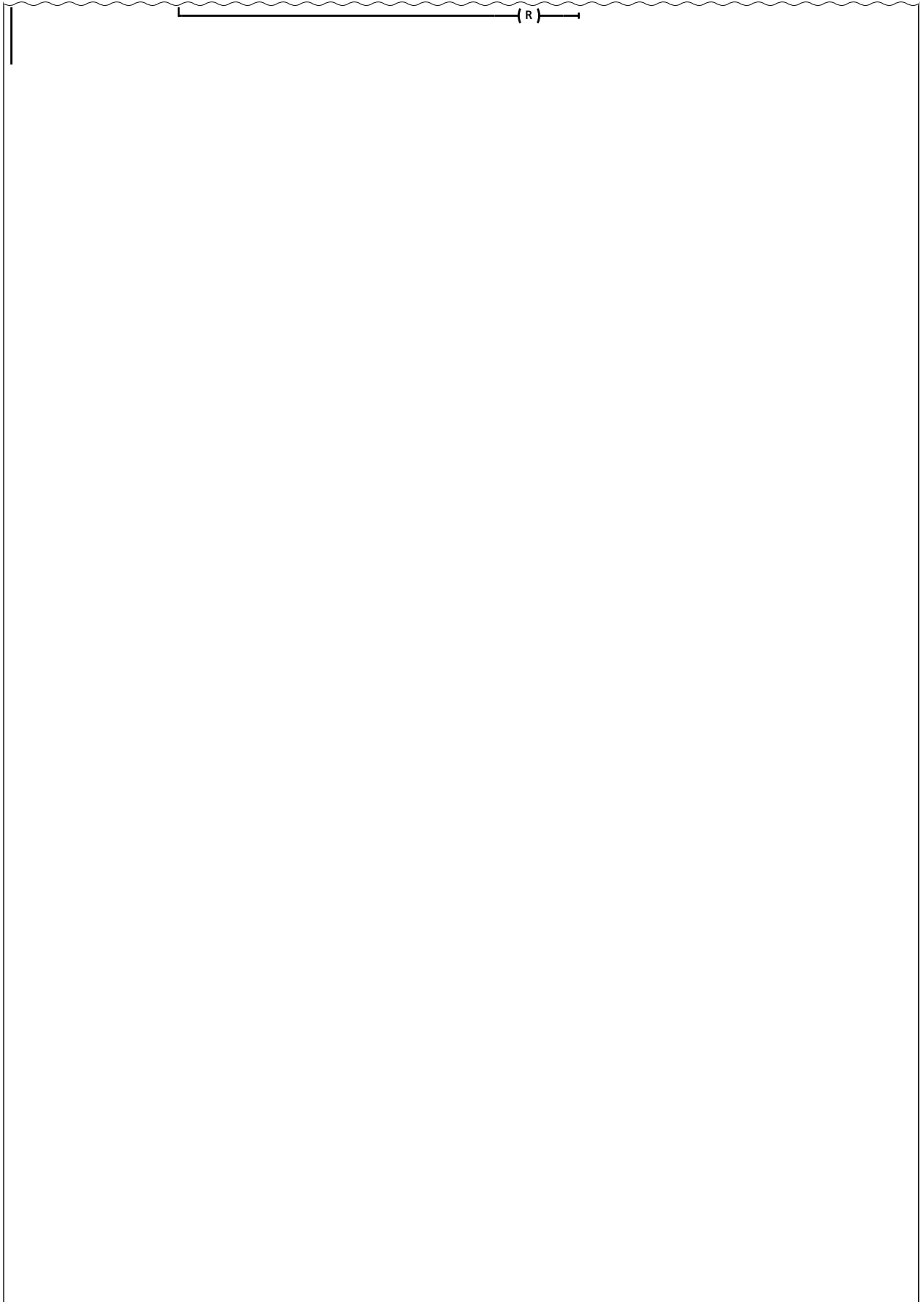


9.1 (Page1 - 28)

Network 6: Etapas - Ações (9.1 / 9.1)

8.1 (Page1 - 27)

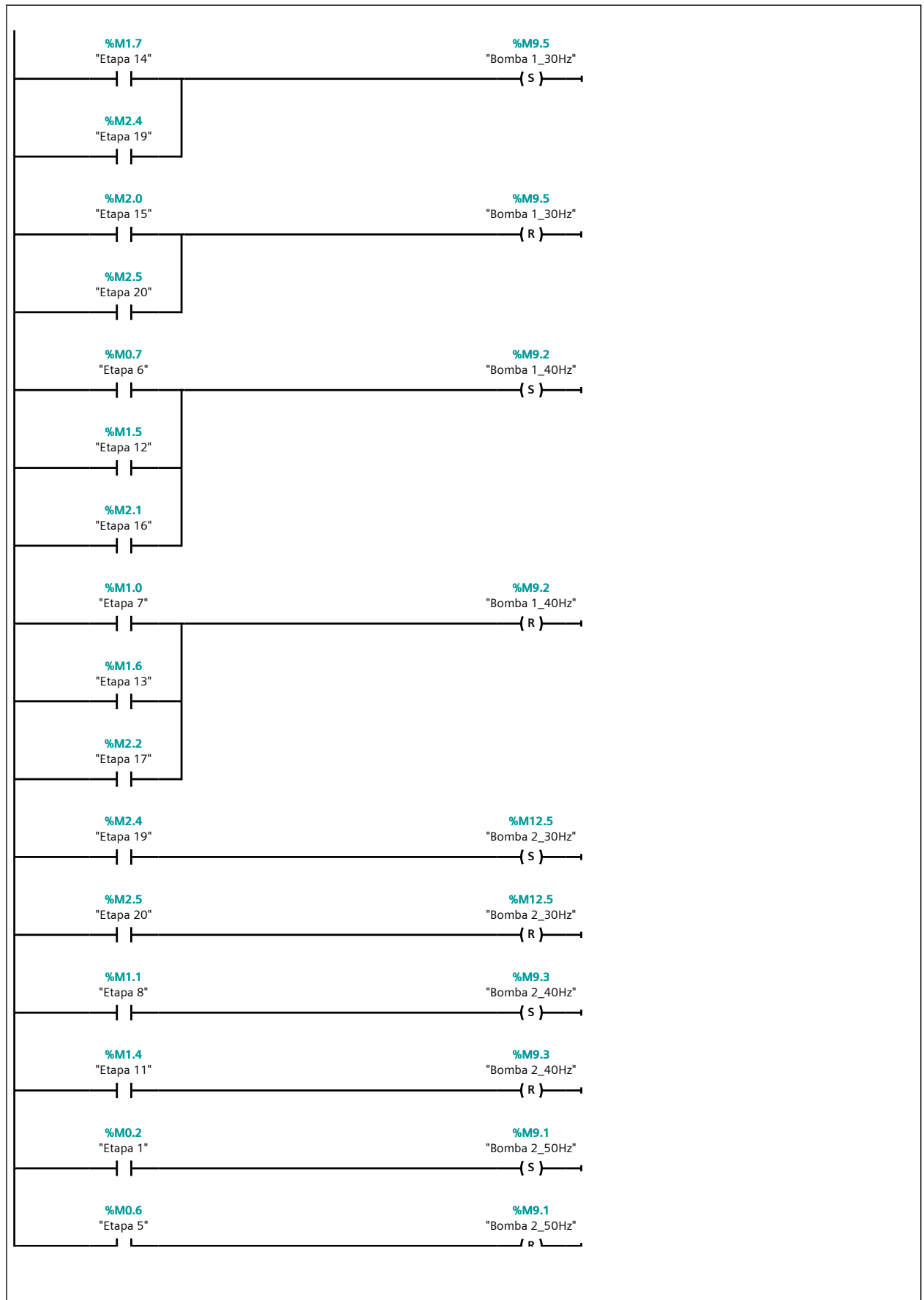
(R)



Symbol	Address	Type	Comment
"borda subida"	%M13.3	Bool	
"Etapa 1"	%M0.2	Bool	
"Etapa 2"	%M0.3	Bool	
"Etapa 3"	%M0.4	Bool	
"Etapa 4"	%M0.5	Bool	
"Etapa 5"	%M0.6	Bool	
"Etapa 6"	%M0.7	Bool	
"Etapa 7"	%M1.0	Bool	
"Etapa 8"	%M1.1	Bool	
"Etapa 9"	%M1.2	Bool	
"Etapa 10"	%M1.3	Bool	
"Etapa 11"	%M1.4	Bool	
"Etapa 11.2"	%M10.3	Bool	
"Etapa 12"	%M1.5	Bool	
"Etapa 13"	%M1.6	Bool	
"Etapa 14"	%M1.7	Bool	
"Etapa 15"	%M2.0	Bool	
"Etapa 16"	%M2.1	Bool	
"Etapa 17"	%M2.2	Bool	
"Etapa 18"	%M2.3	Bool	
"Etapa 19"	%M2.4	Bool	
"Etapa 19.2"	%M13.5	Bool	
"Etapa 20"	%M2.5	Bool	
"Etapa 21"	%M2.6	Bool	
"Etapa 22"	%M2.7	Bool	
"Etapa 23"	%M3.0	Bool	
"Etapa 24"	%M3.1	Bool	
"Etapa 25"	%M3.2	Bool	
"Etapa 26"	%M3.3	Bool	
"Etapa 27"	%M3.4	Bool	
"Inserir_ingrediente"	%Q8.7	Bool	
"Ligar 5s"	%M8.1	Bool	
"Ligar 100ms"	%M10.6	Bool	
"M Malte"	%M8.3	Bool	
"M Pulso"	%M9.0	Bool	
"M T3 Nivel"	%M8.2	Bool	
"Malte_OK"	%I0.3	Bool	
"Misturador"	%Q8.3	Bool	
"nada"	%M13.2	Bool	
"PID 1"	%M10.0	Bool	
"Queimador_1"	%Q8.1	Bool	
"Queimador_2"	%Q8.2	Bool	
"Valvula_A"	%Q0.0	Bool	
"Valvula_B_J"	%Q0.1	Bool	
"Valvula_C"	%Q0.2	Bool	
"Valvula_D"	%Q0.3	Bool	
"Valvula_E"	%Q0.4	Bool	
"Valvula_G"	%Q0.5	Bool	
"Valvula_H"	%Q0.6	Bool	
"Valvula_I"	%Q0.7	Bool	
"Valvula_K"	%Q1.0	Bool	
"Valvula_M"	%Q1.1	Bool	
"Valvula_N"	%Q8.0	Bool	

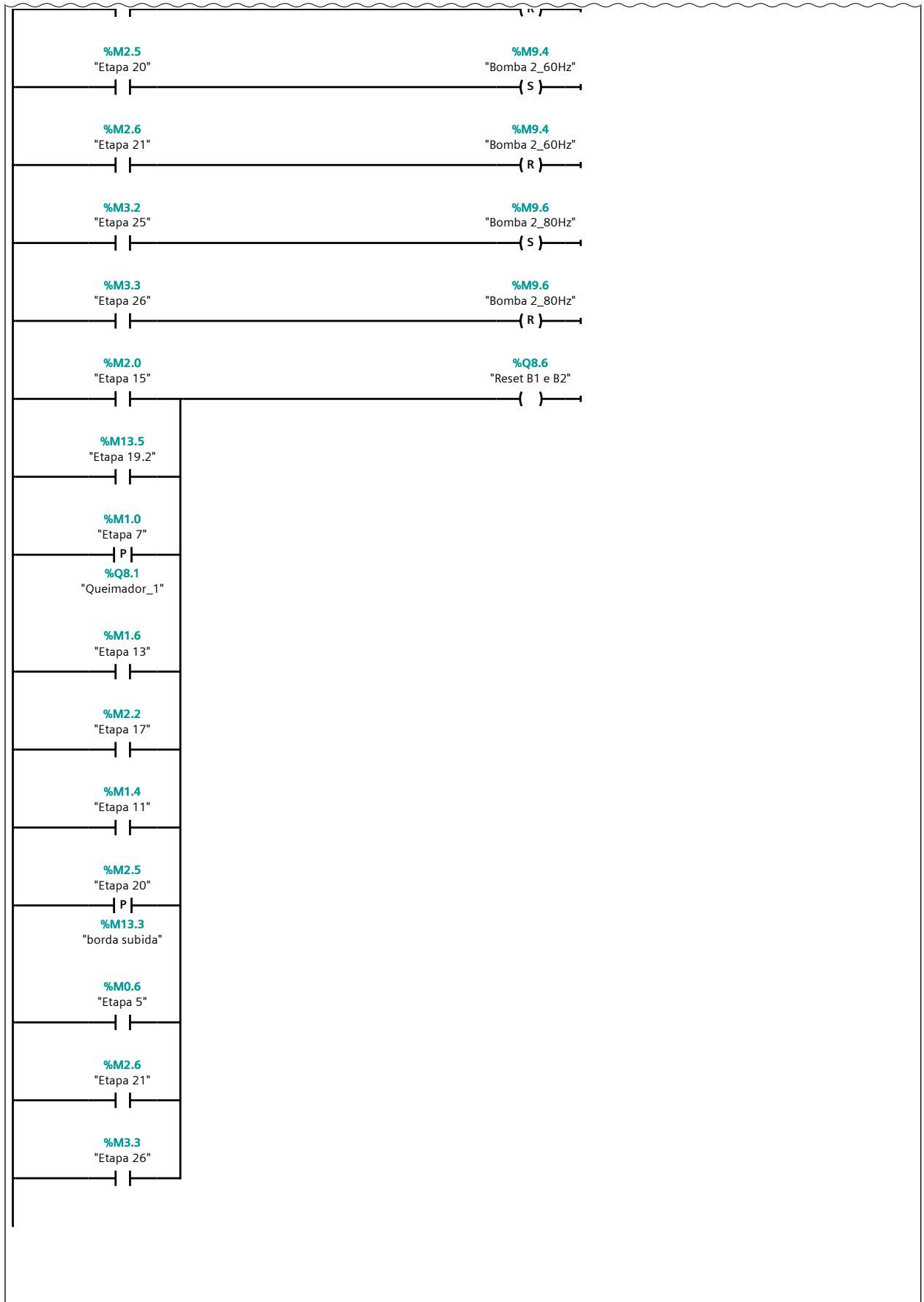
Network 7: Bombas Condições

Network 7: Bombas Condições (1.1 / 2.1)



Network 7: Bombas Condições (2.1 / 2.1)

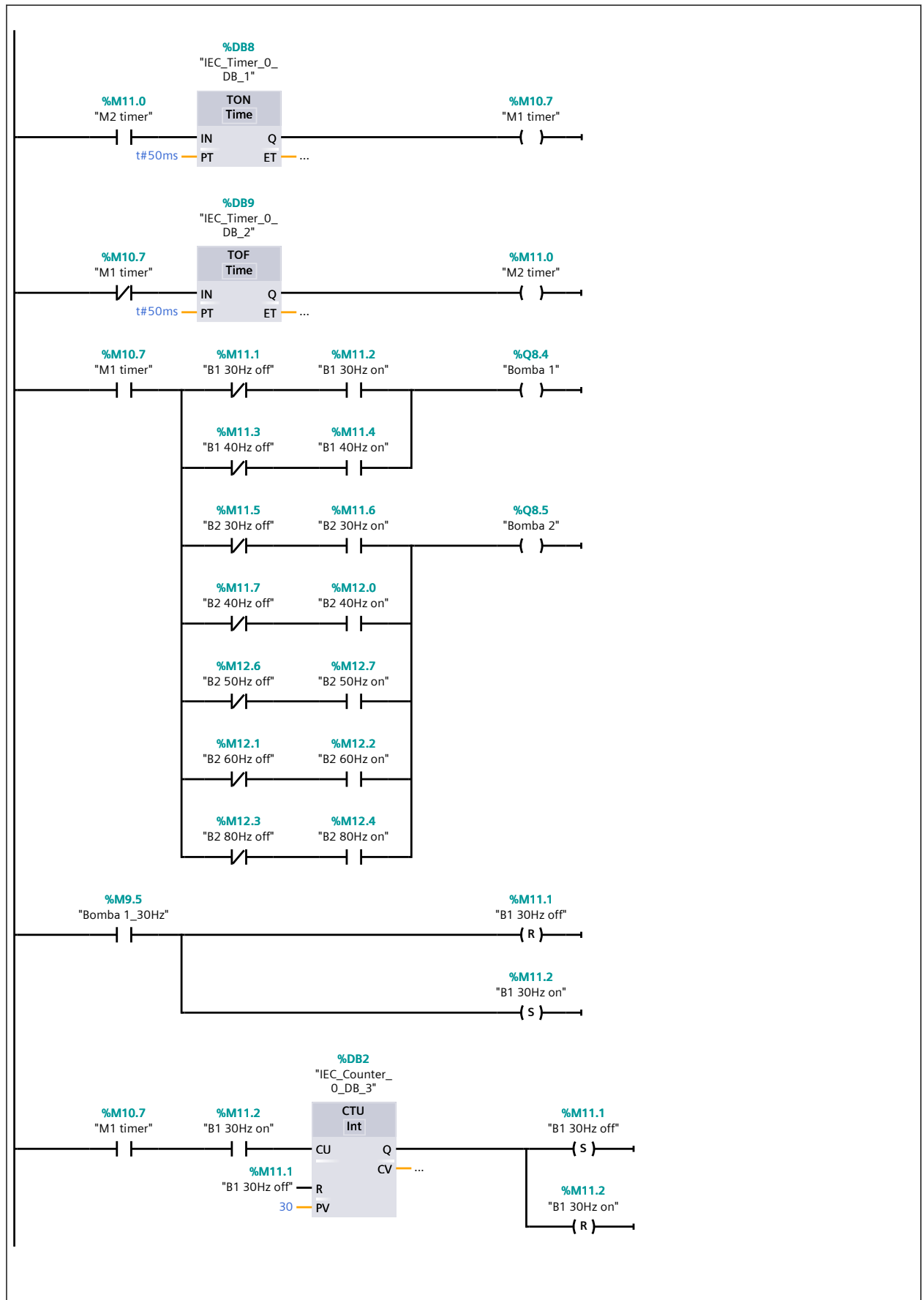
1.1 (Page1 - 30)



Symbol	Address	Type	Comment
"Bomba 1_30Hz"	%M9.5	Bool	
"Bomba 1_40Hz"	%M9.2	Bool	
"Bomba 2_30Hz"	%M12.5	Bool	
"Bomba 2_40Hz"	%M9.3	Bool	
"Bomba 2_50Hz"	%M9.1	Bool	
"Bomba 2_60Hz"	%M9.4	Bool	
"Bomba 2_80Hz"	%M9.6	Bool	
"borda subida"	%M13.3	Bool	
"Etapa 1"	%M0.2	Bool	
"Etapa 5"	%M0.6	Bool	
"Etapa 6"	%M0.7	Bool	
"Etapa 7"	%M1.0	Bool	
"Etapa 8"	%M1.1	Bool	
"Etapa 11"	%M1.4	Bool	
"Etapa 12"	%M1.5	Bool	
"Etapa 13"	%M1.6	Bool	
"Etapa 14"	%M1.7	Bool	
"Etapa 15"	%M2.0	Bool	
"Etapa 16"	%M2.1	Bool	
"Etapa 17"	%M2.2	Bool	
"Etapa 19"	%M2.4	Bool	
"Etapa 19.2"	%M13.5	Bool	
"Etapa 20"	%M2.5	Bool	
"Etapa 21"	%M2.6	Bool	
"Etapa 25"	%M3.2	Bool	
"Etapa 26"	%M3.3	Bool	
"Queimador_1"	%Q8.1	Bool	
"Reset B1 e B2"	%Q8.6	Bool	

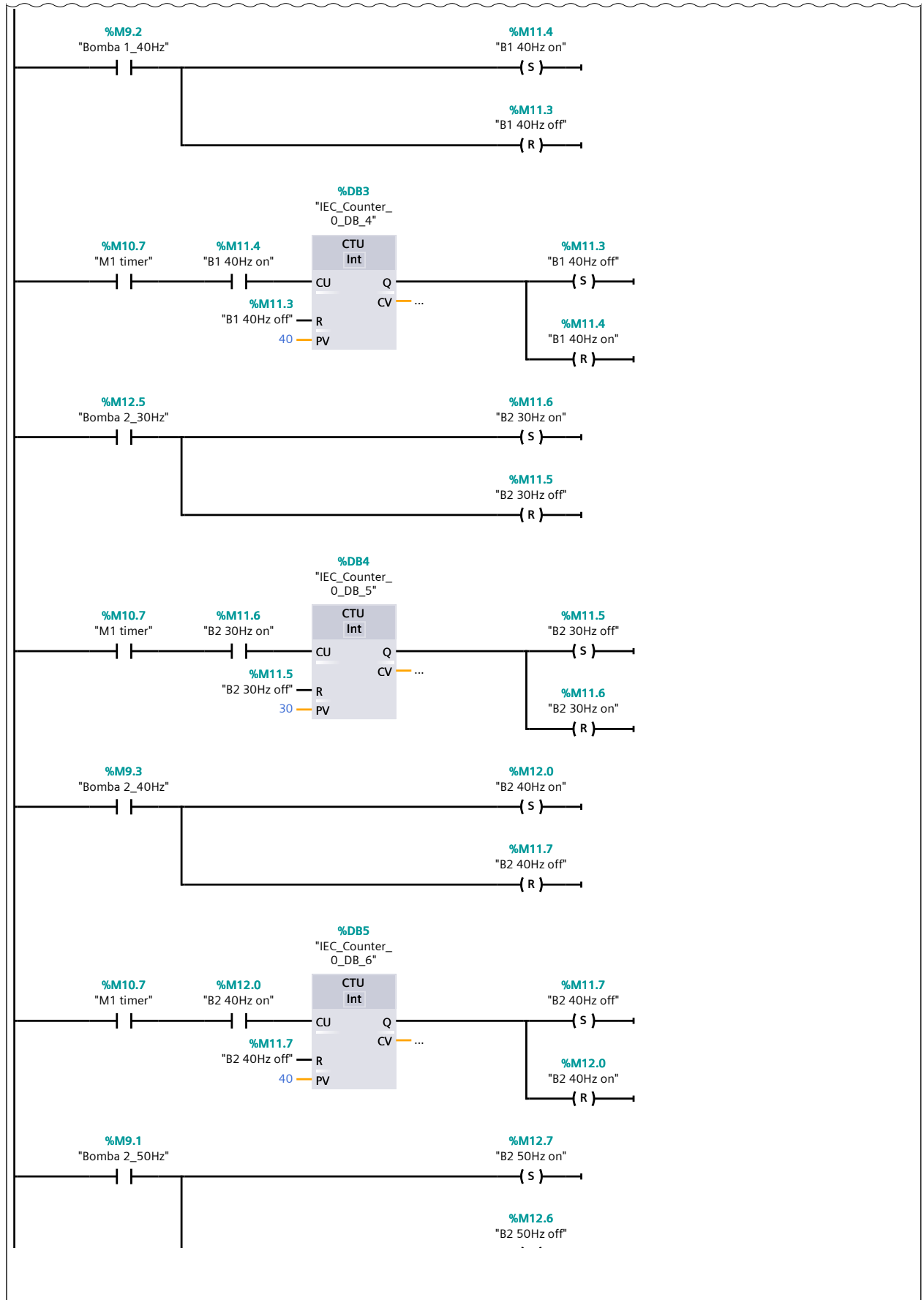
Network 8: Bombas

Network 8: Bombas (1.1 / 3.1)



Network 8: Bombas (2.1 / 3.1)

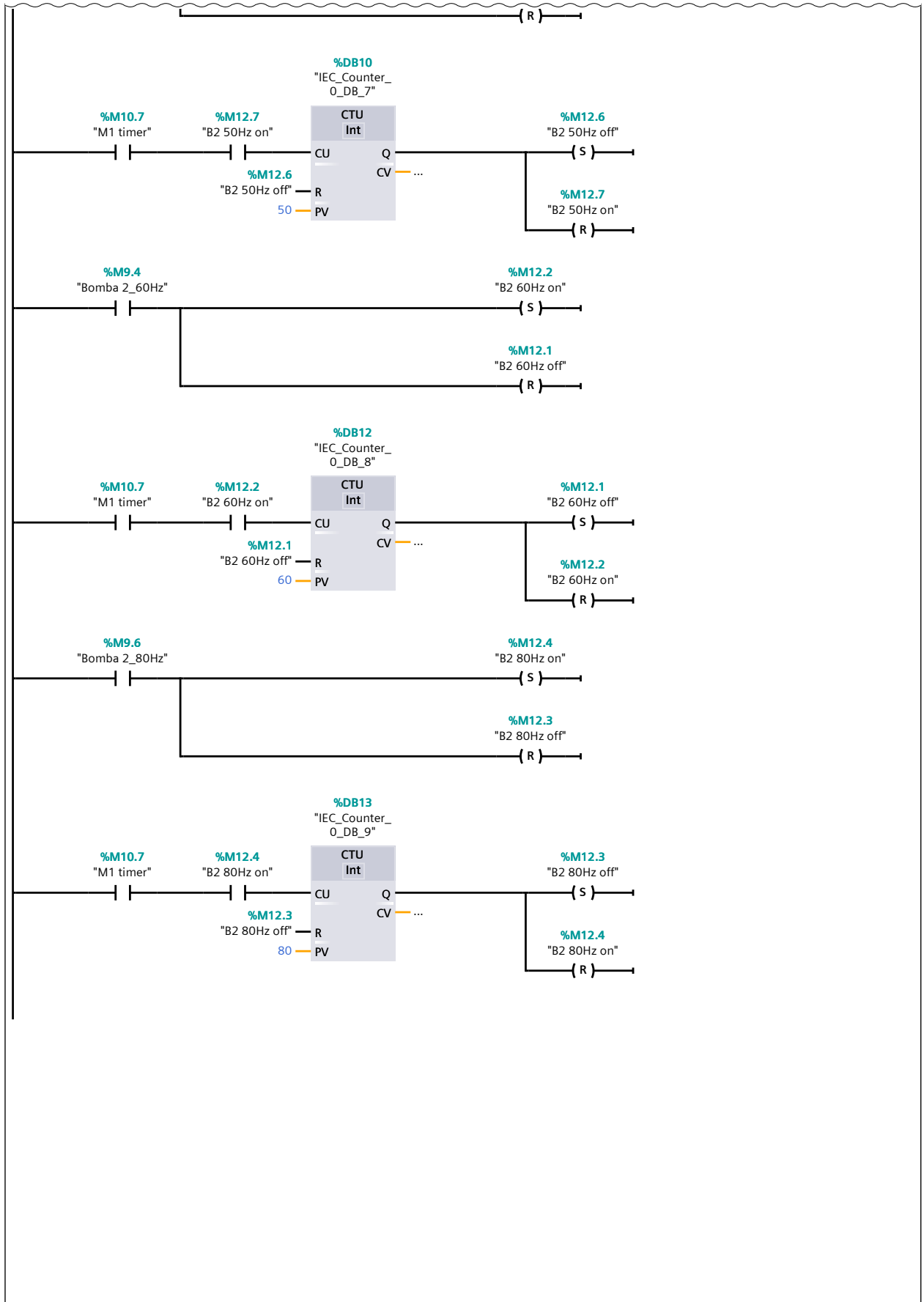
1.1 (Page1 - 33)



3.1 (Page1 - 35)

Network 8: Bombas (3.1 / 3.1)

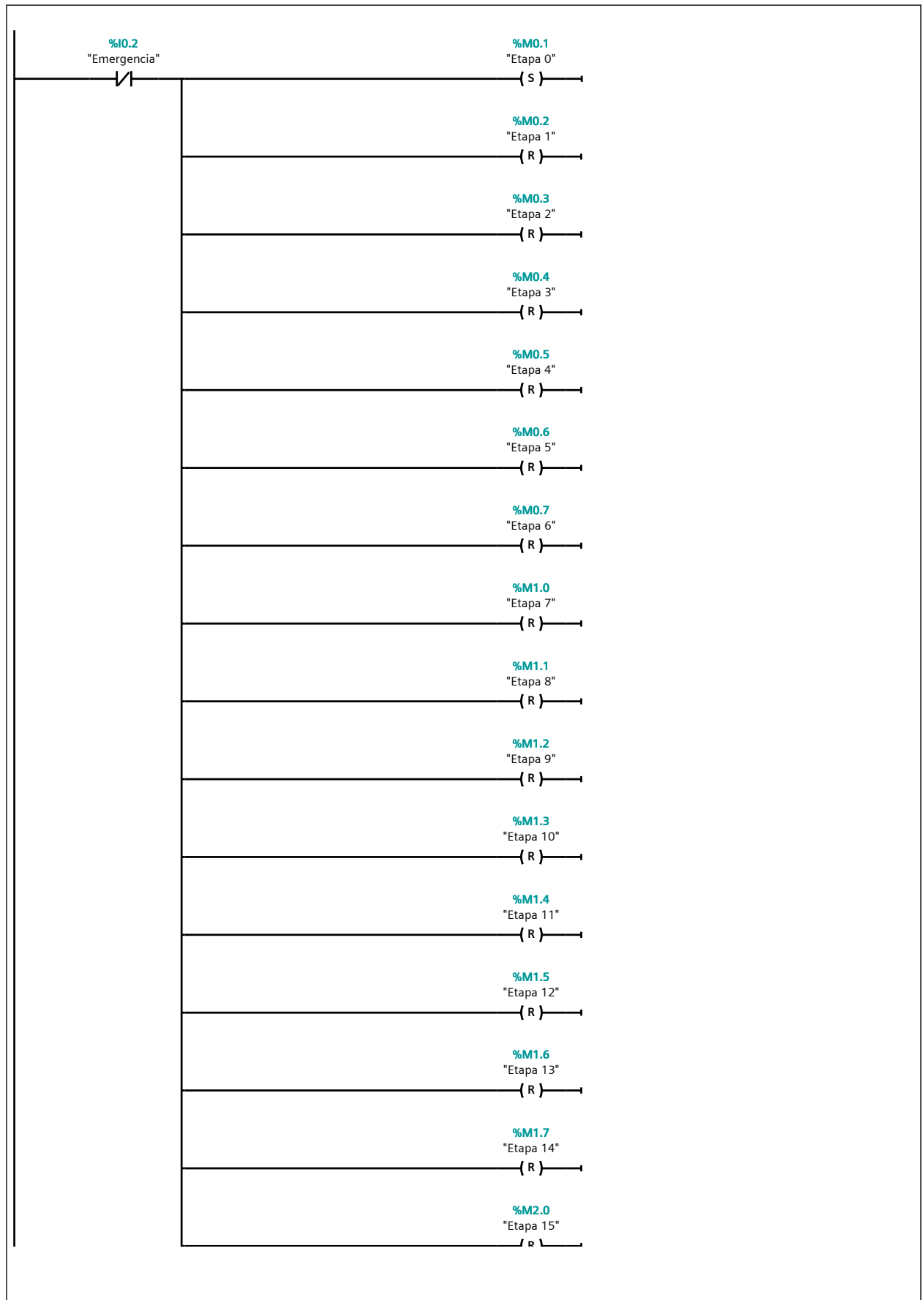
2.1 (Page1 - 34)



Symbol	Address	Type	Comment
"B1 30Hz off"	%M11.1	Bool	
"B1 30Hz on"	%M11.2	Bool	
"B1 40Hz off"	%M11.3	Bool	
"B1 40Hz on"	%M11.4	Bool	
"B2 30Hz off"	%M11.5	Bool	
"B2 30Hz on"	%M11.6	Bool	
"B2 40Hz off"	%M11.7	Bool	
"B2 40Hz on"	%M12.0	Bool	
"B2 50Hz off"	%M12.6	Bool	
"B2 50Hz on"	%M12.7	Bool	
"B2 60Hz off"	%M12.1	Bool	
"B2 60Hz on"	%M12.2	Bool	
"B2 80Hz off"	%M12.3	Bool	
"B2 80Hz on"	%M12.4	Bool	
"Bomba 1"	%Q8.4	Bool	
"Bomba 1_30Hz"	%M9.5	Bool	
"Bomba 1_40Hz"	%M9.2	Bool	
"Bomba 2"	%Q8.5	Bool	
"Bomba 2_30Hz"	%M12.5	Bool	
"Bomba 2_40Hz"	%M9.3	Bool	
"Bomba 2_50Hz"	%M9.1	Bool	
"Bomba 2_60Hz"	%M9.4	Bool	
"Bomba 2_80Hz"	%M9.6	Bool	
"M1 timer"	%M10.7	Bool	
"M2 timer"	%M11.0	Bool	

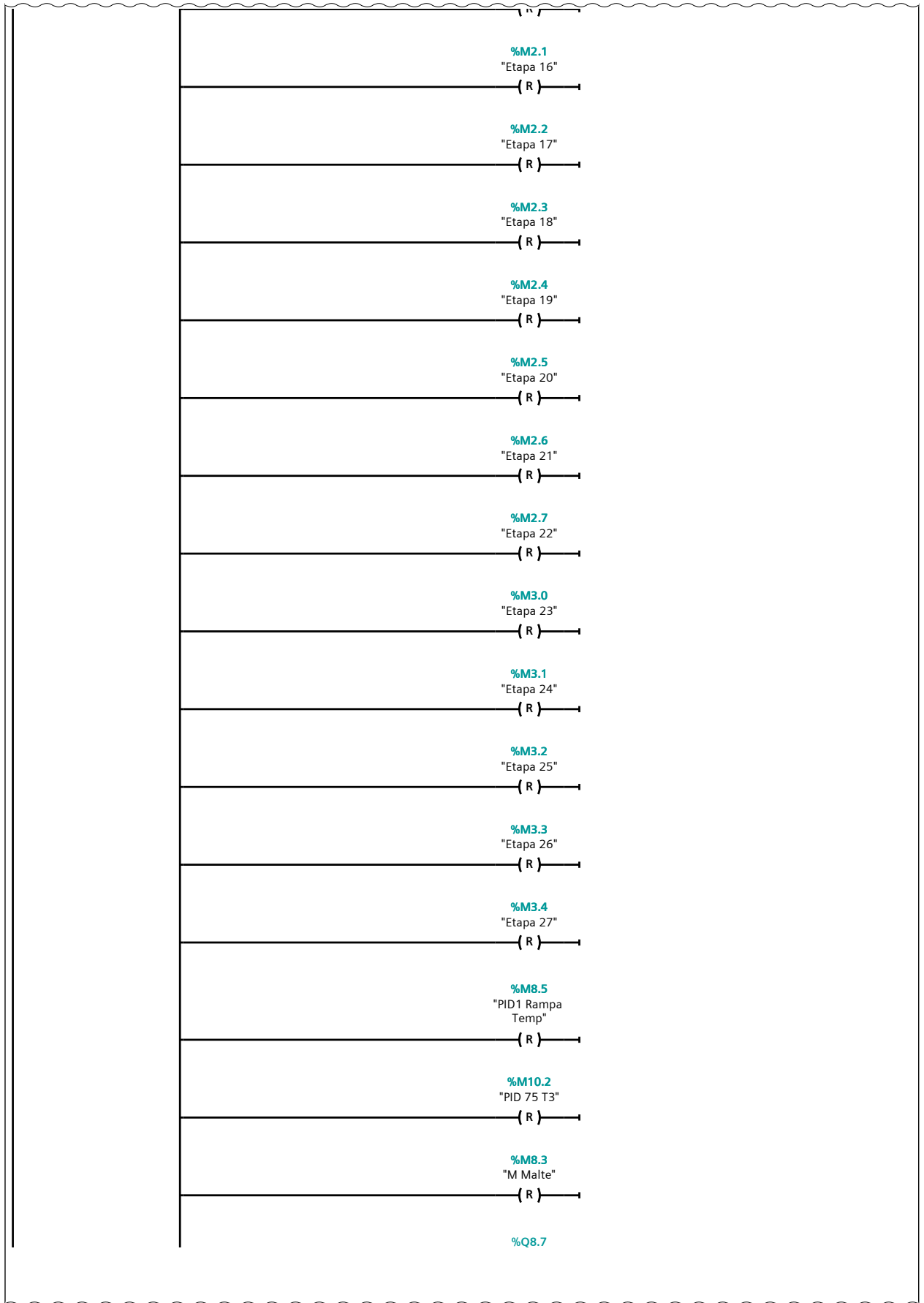
Network 9: Emergencia

Network 9: Emergencia (1.1 / 3.1)



Network 9: Emergencia (2.1 / 3.1)

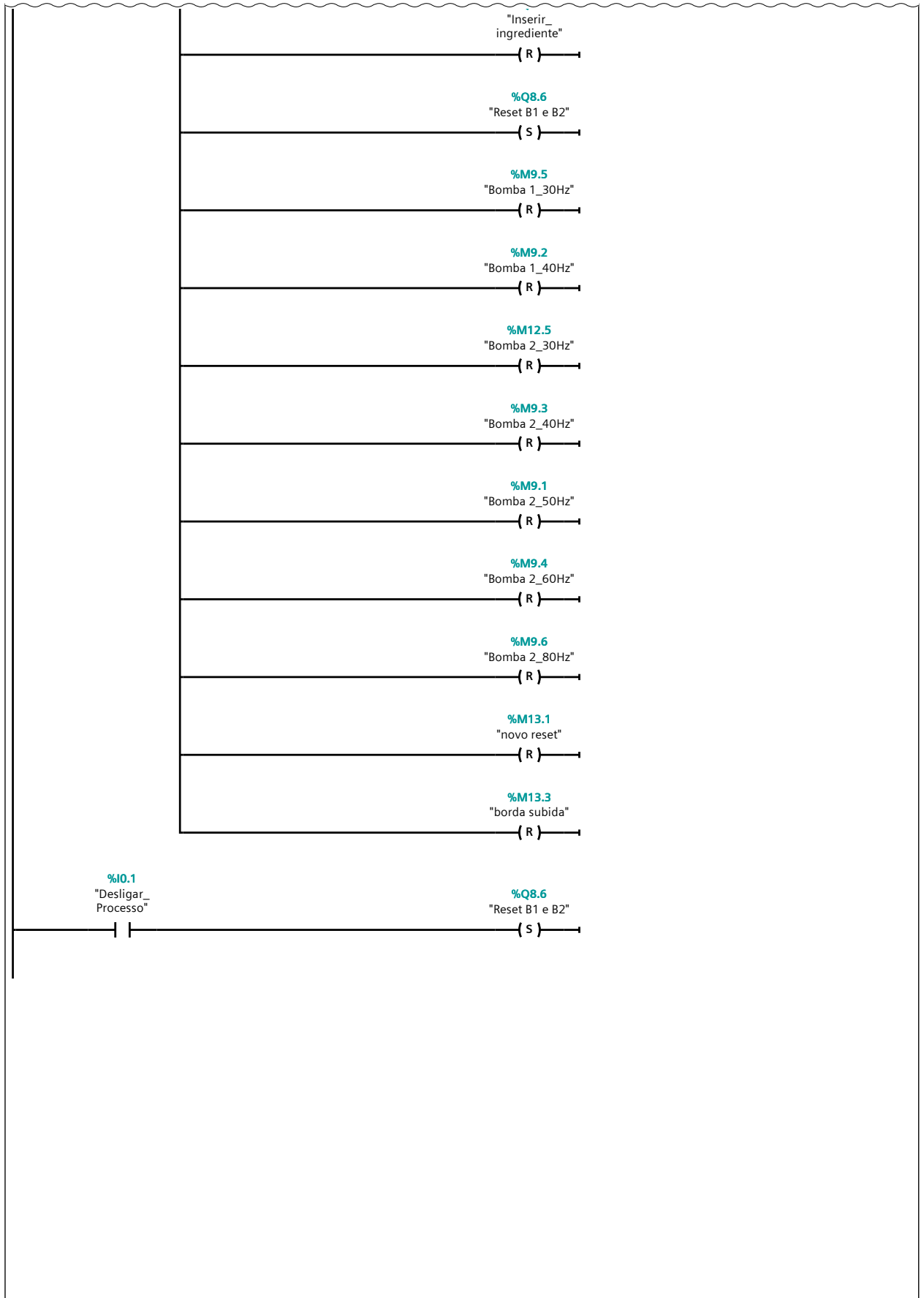
1.1 (Page1 - 37)



3.1 (Page1 - 39)

Network 9: Emergencia (3.1 / 3.1)

2.1 (Page1 - 38)



Symbol	Address	Type	Comment
"Bomba 1_30Hz"	%M9.5	Bool	
"Bomba 1_40Hz"	%M9.2	Bool	
"Bomba 2_30Hz"	%M12.5	Bool	
"Bomba 2_40Hz"	%M9.3	Bool	
"Bomba 2_50Hz"	%M9.1	Bool	
"Bomba 2_60Hz"	%M9.4	Bool	
"Bomba 2_80Hz"	%M9.6	Bool	
"borda subida"	%M13.3	Bool	
"Desligar_Processo"	%I0.1	Bool	
"Emergencia"	%I0.2	Bool	
"Etapa 0"	%M0.1	Bool	
"Etapa 1"	%M0.2	Bool	
"Etapa 2"	%M0.3	Bool	
"Etapa 3"	%M0.4	Bool	
"Etapa 4"	%M0.5	Bool	
"Etapa 5"	%M0.6	Bool	
"Etapa 6"	%M0.7	Bool	
"Etapa 7"	%M1.0	Bool	
"Etapa 8"	%M1.1	Bool	
"Etapa 9"	%M1.2	Bool	
"Etapa 10"	%M1.3	Bool	
"Etapa 11"	%M1.4	Bool	
"Etapa 12"	%M1.5	Bool	
"Etapa 13"	%M1.6	Bool	
"Etapa 14"	%M1.7	Bool	
"Etapa 15"	%M2.0	Bool	
"Etapa 16"	%M2.1	Bool	
"Etapa 17"	%M2.2	Bool	
"Etapa 18"	%M2.3	Bool	
"Etapa 19"	%M2.4	Bool	
"Etapa 20"	%M2.5	Bool	
"Etapa 21"	%M2.6	Bool	
"Etapa 22"	%M2.7	Bool	
"Etapa 23"	%M3.0	Bool	
"Etapa 24"	%M3.1	Bool	
"Etapa 25"	%M3.2	Bool	
"Etapa 26"	%M3.3	Bool	
"Etapa 27"	%M3.4	Bool	
"Inserir_ingrediente"	%Q8.7	Bool	
"M Malte"	%M8.3	Bool	
"novo reset"	%M13.1	Bool	
"PID1 Rampa Temp"	%M8.5	Bool	
"PID 75 T3"	%M10.2	Bool	
"Reset B1 e B2"	%Q8.6	Bool	

REFERÊNCIAS

AGEON ELECTRONIC CONTROLS. **Inversor de Frequência Série XF Standard - Manual de Instruções** . vx.x.5. www.ageon.com.br, 2010.

AZEVEDO, D. K. D. A. C. L. D. **MONITORAMENTO DE MEDIDORES DE ÁGUA VIA SISTEMA SUPERVISÓRIO**. 2011. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

BEZERRA, R. M. Notas de Aula - Sinais. 2008.

CARDOZO, A. M. **Válvulas: Industriais, segurança, controle: tipos, seleção, dimensionamento**. São Paulo: Artliber., 2008.

CHAMOUN, M. C. **PROPOSTA DE MELHORIA PARA UM SISTEMA DE CONTROLE E SUPERVISÃO PARA UMA MÁQUINA DE EMENDAR MADEIRA**. 2012. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DO PARANÁ, 2012.

CUNHA, T. V. D. **COMPETITIVIDADE E SEGMENTAÇÃO NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: Uma Análise da Competitividade das Microcervejarias Catarinenses**. 2011. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC CENTRO SÓCIO ECONÔMICO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, 2011.

DETRON. **VÁLVULAS BORBOLETA**. Disponível em: <<http://www.detron.com.br/valvulas-borboleta>>, 2015. Acessado em 10/06/2018.

DORF R. C.; BISHOP, R. H. **Sistemas de controle modernos**. 11. ed. LTC, 2009.

ELIPSE. **Driver SIEMENS MProt (MPI/PPI/ISO-TCP)**. 4.0.17. ed. <https://www.elipse.com.br/downloads/?key=MPROT&language=ptbr>, 2016.

ELIPSE KB. **KB-68852: Comunicando com CLP Siemens S7-1500 via driver M-Prot**. Disponível em: <<http://kb.elipse.com.br/pt-br/questions/5240/KB-68852%3A+Comunicando+com+CLP+Siemens+S7-1500+via+driver+M-Prot.>>, 2018. Acessado em 10/11/2018.

ENDRESS HAUSER CONTROLE E AUTOMAÇÃO LTDA. **Sensores de turbidez e transmissores**. Disponível em: <<https://www.br.endress.com/pt/produtos/analitica/sensores-turbidez-transmissores>>, 2003. Acessado em 10/06/2018.

FORSMAN CAMILLA; MORIN, J. **World Valve – Development of an Outdated Valve Range**. 2005. Dissertação (Mestrado) — Lulea University of Tecnology – Ergonomic Design e Production Engineering., 2005.

GEORGINI, M. **Automação aplicada – descrição e implementação de sistemas seqüenciais com PLCs.** São Paulo: Ed. Érica, 2000.

GRANDO, F. L. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS EM AMBIENTE LABVIEW PARA AQUECEDORES SOLARE.** 2013. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

GUIMARÃES, H. **Norma IEC 61131-3 para Programação de Controladores Programáveis: Estudo e Aplicação.** 2005. Dissertação (Mestrado) — Dissertação de Graduação em Engenharia Elétrica pelo Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, 2005.

HI TECNOLOGIA. **HISCADA PRO: SOLUÇÃO PARA SISTEMA SUPERVISÓRIO GRATUITO.** Disponível em: <<https://www.hitecnologia.com.br/automacao-industrial/sistema-supervisorio-gratuito>>, 2017. Acessado em 10/06/2018.

HIDRÁULICA PAULISTA. **Aprenda sobre a válvula esfera.** Disponível em: <<http://blog.hidraulicapaulista.com.br/aprenda-sobre-valvula-esfera/>>, 2015. Acessado em 10/06/2018.

HUGHES, G. Cerveja feita em casa. **Publifolha**, 2016.

KATSUHIKO, O. **Engenharia de Controle Moderno. 5. ed.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

LCDS. **Supervisório LAquis 4.1.** Disponível em: <<http://www.lcds.com.br/laquis.asp>>, 2001. Acessado em 10/06/2018.

MADEIRA, J. S. **Perfil do consumidor de cervejas especiais.** 2015. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS, 2015.

MILONE. **Continuous Fluid Level Sensor PN-12110215TC-8.** Disponível em: <http://www.original.milonetech.com/uploads/Standard_eTape_Datasheet.pdf>, 2017. Acessado em 5/11/2018.

MOURA, A. L. D. **AUTOMAÇÃO DA PORTA DA CÂMARA DE CONGELAMENTO.** 2011. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL, 2011.

NATIONAL INSTRUMENTS. **DEVICE SPECIFICATIONS NI 6236.** Disponível em: <<http://www.ni.com/pdf/manuals/371949d.pdf>>, 2016. Acessado em 10/06/2018.

NATIONAL INSTRUMENTS. **O que é o LabVIEW?** Disponível em: <www.ni.com/pt-br/shop/labview.html>, 2018. Acessado em 10/06/2018.

NIVETEC. **TRANSMISSOR DE NÍVEL E VOLUME ULTRASSÔNICO - Série EchoTrek.** Disponível em: <https://nivetec.com.br/wp-content/uploads/2018/01/NT_MNivelcoEchotrekPT.pdf>, 2017. Acessado em 5/11/2018.

NOGUEIRA, A. A. **Critérios para análise de viabilidade para manutenção preditiva em válvulas de controle em indústrias de processo**. 2013. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

NOVUS. **CONTROLADOR N1200 UNIVERSAL - MANUAL DE INSTRUÇÕES**. 2.0x. ed. www.novus.com.br, 2007.

NOVUS. **TERMORRESISTÊNCIAS Pt100**. www.novus.com.br, 2008.

NOVUS. **N321 – TERMOSTATO DIGITAL MANUAL DE INSTRUÇÕES**. 1.6x. ed. www.novus.com.br, 2009.

NOVUS. **Controladores programáveis com IHM incorporada - Família XL**. Disponível em: <https://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=621808&SecaoID=503607&SubsecaoID=0&Template=../catalogos/layout_produto.asp&ProdutoID=706360&Idioma=55>, 2012. Acessado em 10/06/2018.

PELLEGRIM C. C.; PROENÇA, L. B. D. J. V. E. **PANELA COM CONTROLE DE TEMPERATURA PARA ETAPA DE BRASSAGEM DA FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL**. 2016. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

PEREIRA, M. T. P. **Sistema De Automação E Controle De Um Sistema De Irrigação**. 2012. Dissertação (Mestrado) — Centro Universitário de Brasília, 2012.

REGAZZI, R. D. **Soluções Práticas de Instrumentação e Automação**. Gráfica KWG, 2005.

REGAZZI ROGÉRIO DIAS; PREIRA, P. S. S. J. M. F. **Soluções práticas de instrumentação e automação – Utilizando linguagem gráfica LabVIEW**. Impressão Gráfica KWG., 2005.

REINOLD, M. R. Automação na indústria de bebidas. **Revista Indústria de Bebidas**, Ano 06, n. n°31, p. 3, 2007.

REINOLD, M. R. Microcervejarias - observações técnicas relevantes. **Revista Indústria de Bebidas**, Ano 10, n. Especial Cervejas, p. 4, 2011.

SANTOS, W. E. D. **Como implementar SFC em LabView**. Aula de Instrumentação virtual ministrada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

SCADABR. **ScadaBR é um software livre**. Disponível em: <<http://www.scadabr.com.br/>>, 2007. Acessado em 10/06/2018.

SCHERER, H. V. **RECONDICIONAMENTO E CRIAÇÃO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE CONTROLE**. 2014. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Controlador Lógico Programável 24 Entradas CC, 16 Saídas A Relé, Comunicação Ethernet, Alimentação 110/220Vac**. Disponível em: <<https://www.easyline-se.com.br/easy-line/detalheproduto/controlador-logico-programavel-24-entradas-cc-16-saidas-a-rele-comunicacao-ethernet-alimentacao-110220vac/TM200CE40R>>, 2018. Acessado em 10/06/2018.

SERRANO, L. M. V. e. a. Sistemas de aquisição, armazenamento e processamento de dados. In: CAPARICA, P. (Ed.). **1º Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Metrologia**. 2004.

SILVA, W. S. D. **SISTEMA SCADA PARA SUPERVISÃO DE TEMPERATURA E UMIDADE**. 2016. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

SUREKHA, S. S. P. **LabVIEW based Advanced Instrumentation Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2007.

TAMESON. **SOLENOID VALVE TYPES**. Disponível em: <<https://tameson.com/solenoid-valve-types.html>>, 2017. Acessado em 10/06/2018.

TRAUTMANN, J. R. M. F. M. P. V. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA ANÁLISE DE MOTORES ELÉTRICOS ATRAVÉS DA VIBRAÇÃO MECÂNICA**. 2011. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2011.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VAL AÇO. **VÁLVULAS TIPO GLOBO**. Disponível em: <http://www.valaco.com.br/inf_tecnicas/tipo_globo.html>, 2016. Acessado em 10/06/2018.

WIKA ALEXANDER WIEGAND SE & CO. KG. **Magnetic float switch For horizontal installation, miniature design Model HLS-M**. Disponível em: <https://www.wika.com.br/upload/DS_LM3006_en_co_59842.pdf>, 2015. Acessado em 10/06/2018.