

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

ANDERSON CESAR FERREIRA

**PROJETO PARA AUTOMAÇÃO DE TANQUE DE FORMULAÇÃO
DE VACINAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2014

ANDERSON CESAR FERREIRA

**PROJETO PARA AUTOMAÇÃO DE TANQUE DE FORMULAÇÃO
DE VACINAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização, apresentado ao curso de Especialização em Automação Industrial do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Automação Industrial.
Orientador (a): Prof. Eng. Dr. Valmir de Oliveira.

CURITIBA

2014

RESUMO

FERREIRA, Anderson Cesar. **Projeto de Automação de Tanque de Formulação de Vacina**, 2014, 65f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de especialização em Automação Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Este trabalho apresenta o projeto de automação de um tanque de formulação de vacinas que atenda os requisitos de qualidade para utilização em uma indústria farmacêutica. A aplicação da automação neste tanque garantirá o funcionamento seqüencial correto de cada etapa do sistema, sem a necessidade que um operador execute manualmente as tarefas do processo de esterilização vazio e cheio, além da transferência automática de produto para um tanque pulmão ligado à máquina de envase. Essa automação visa proporcionar uma maior confiabilidade das necessidades estabelecidas para as diversas aplicações no processo produtivo.

Palavras chave: Tanque, automação e Vacina.

ABSTRACT

FERREIRA, Anderson Cesar. Automation Project Tank Formulation of Vaccine, 2014, 65f. Monograph (Work Completion specialization course in Industrial Automation). Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2014.

This paper presents an automation project of a vaccine formulation tank that meets the quality requirements for utilization in a pharmaceutical company. The automation application in this tank will ensure the correct sequential operation of each stage of the system, without requiring an operator to manually perform the tasks of the sterilization process: full and empty, and the automatic product transfer to a buffer tank connected to the filling machine. This automation aims to provide greater reliability of the established requirements for the various applications in the production process.

Keywords: Tank, automation and Vaccine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho esquemático do tanque de formulação	16
Figura 2 – Fotografia do tanque de formulação utilizado no processo de fabricação de vacinas	17
Figura 3 - Automação Industrial em Níveis de Abstração	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - Estrutura básica de um CLP	20
Figura 5 - CLP LOGO! SIEMENS.....	21
Figura 6 - Configuração de uma válvula de fundo de tanque	22
Figura 7 - Eletroválvulas utilizada em tanques.....	22
Figura 8 - Bomba peristáltica.....	23
Figura 9 - Parte interna de uma bomba peristáltica.....	24
Figura 10 – Agitador Magnético MM Ultra Pure Alfa Laval.....	25
Figura 11 – Partes componentes de um sistema Scada	29
Figura 12- Sistema do Tanque de Formulação de Vacinas	30
Figura 13 – Disco de ruptura.....	38
Figura 14 - Diagrama Elétrico.....	38
Figura 15 – CLP Siemens Simatic S7200	45
Figura 16 – Diagrama <i>Ladder</i>	54
Figura 17 - Tela Inicial.....	55
Figura 18 - Janela de Identificação do Usuário	56
Figura 19 – Gerenciamento dos usuários cadastrados	56
Figura 20 - Gerenciamento de Usuários do Sistema.....	57
Figura 21 - Tela Principal	58
Figura 22 - Tela de Alarmes	59
Figura 23 - Tela de Relatórios	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Número de eletroválvulas e seu estado de atuação durante as fases do processo de esterilização do tanque vazio	33
Quadro 2– Número de eletroválvulas e seu estado de atuação durante as fases do processo de esterilização do tanque cheio	35
Quadro 3 - Declaração das Variáveis de Entradas do CLP	42
Quadro 4 - Declaração das Variáveis de Saída do CLP	42
Quadro 5 - Temporizadores do CLP	43
Quadro 6 – Memórias do CLP	43
Quadro 7 – Contadores do CLP	43
Quadro 8– Relação básica de materiais para automação do tanque de formulação de vacinas.	68

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

BC - Bomba Centrífuga (*centrifugal pump*)

CLP - Controlador Lógico programável

CP - Controlador Programável

CT - Contator

DJ - Disjuntor

FM - Filtro Microbiológico

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

RE - Tanque

RLT- Relé Térmico

PLC - Controlador Lógico Programável (*Programmable Logic Controllers*)

SB - Sensor Boia

SCADA - Controle Supervisório e Aquisição de Dados (*Supervisory Control and Data Acquisition*)

VU - Válvula de Retenção

WFI - Água para Injetáveis (*Water for Injection*)

CIP - (*cleaning in place*)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	TEMA	10
1.1.1	Delimitação do Tema	10
1.2	PROBLEMA E PREMISSA	11
1.3	OBJETIVOS	11
1.3.1	Objetivo Geral	11
1.3.2	Objetivos Específicos	12
1.4	JUSTIFICATIVA	12
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
2.1	VACINA ANTIRRÁBICA.....	14
2.2	VAPOR PURO E INDUSTRIAL.....	14
2.3	ÁGUA PURIFICADA	14
2.4	PROCESSOS.....	15
2.5	AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS.....	17
2.5.1	Processos Físicos.....	19
2.5.2	Sensores.....	19
2.5.3	Controladores Lógicos Programáveis – CLPs	19
2.5.4	Eletroválvulas.....	21
2.5.5	Bomba Peristáltica	23
2.5.6	Agitador Magnético	24
2.5.7	Rede de Comunicação	26
2.5.8	Supervisão.....	26
2.6	SISTEMAS SUPERVISÓRIOS.....	26
2.6.1	Drive de Comunicação	29
3	SISTEMA TANQUE DE FORMULAÇÃO DE VACINAS	29
3.1	FUNCIONAMENTO.....	30
3.1.1	Esterilização do Tanque Vazio	30
3.1.2	Esterilização do Tanque Cheio	34
3.1.3	Transferência para o Envase	36
3.2	ESQUEMA ELÉTRICO.....	36
3.2.1	Termostato e Pressostato de Proteção.....	37
3.2.2	Disco de Ruptura	37
3.2.3	Dimensionamento.....	39

3.3 PROGRAMAÇÃO DO CLP	41
3.3.1 Características do Hardware	44
3.3.2 Diagrama Ladder	46
3.4 SUPERVISÓRIO	55
3.4.1 Drive de Comunicação Software / CLP	60
4 CONCLUSÕES	62
4.1 TRABALHOS FUTUROS	63
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE A – Esquema Hidráulico	66
APÊNDICE B – Diagrama Elétrico	67
APÊNDICE C – Lista de Materiais	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A automação industrial está diretamente ligada ao avanço da tecnologia e a sua constante evolução permite que os equipamentos sejam cada vez mais automatizados, o que permite fazer uma variada gama de aplicações na indústria. Esses avanços permitem que cheguem as indústrias equipamento sofisticados que podem ser controlados via computador e trazem enormes ganhos de produtividade e qualidade. Com isso as empresas conseguem reduzir custos e tempo e com qualidade o que é de fundamental importância para a sobrevivência de uma empresa (MORAES 2001).

Nas indústrias farmacêuticas, tais avanços da tecnologia não são diferentes, os processos vêm sendo automatizados cada vez mais. Devido ao fato dessas indústrias trabalharem em ambientes de extrema limpeza, tendo de ser livre de qualquer tipo de contaminação, a automação industrial contribui em muito para que o produto não tenha contato com as pessoas o que permite um maior sobre contaminações.

Sendo assim, visando melhorar o sistema de produção de vacinas e atender as diretrizes das boas práticas de fabricação para a indústria farmacêutica, onde o processo é crítico devido ao alto risco de contaminação e que, para fazer um produto de alta qualidade é necessária a utilização de equipamentos que permita um controle maior do processo, um tanque de formulação que possibilite a esterilização, testes, transferência direta da vacina para a máquina de envase.

Biologicamente avançado, o processo de Cultivo Celular necessita, além de vários equipamentos com alta tecnologia como biorreatores e tanques de preparo de vacinas, de um sistema de purificação de água que atenda as exigências de qualidade para a produção de injetáveis.

1.1.1 Delimitação do Tema

O tanque de formulação para produção de vacinas deverá ser totalmente automatizado. Isso permitirá sua esterilização cheia ou vazia, teste de pressão, formulação da vacina, armazenamento a frio. A transferência para a máquina de

envase será realizada sem contato do operador. O monitoramento e armazenamento de dados serão realizados em sistema supervisorio SCADA.

1.2 PROBLEMA E PREMISA

Nas indústrias farmacêuticas o uso de tanques de formulação pode ser considerado uma das ferramentas mais importantes, pois está envolvida diretamente na produção da grande maioria dos produtos. Nos processos onde são utilizados produtos líquidos, injetáveis, o desenvolvimento e produção ocorrem em sua maior parte nele.

Para se ter um bom tanque de formulação há dependência de uma série de fatores tais como: tipo de sistema de tratamento utilizado, frequência de manutenção, limpeza e esterilização do mesmo, bem como os procedimentos de armazenamento do produto. Estes procedimentos podem afetar as características e comprometer a qualidade do produto final.

Para se garantir um produto de qualidade é de extrema necessidade tentar eliminar qualquer forma de contaminação e garantir o processo, isso requer além de um bom tanque, uma instalação correta, operação e um acompanhamento do processo.

Com o estudo a ser realizado sobre este tema surge a seguinte questão:

Como automatizar um tanque de formulação para produção de vacinas ?

Por meio de um controlador lógico programável, sensores, válvulas controladas e um *software* supervisorio será realizada a proposta de automação deste tanque para garantir o processo para produção de vacinas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral consiste na automação de um tanque de processo de formulação da vacinas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Descrever métodos de como as operações deverão ser realizadas em um tanque de formulação automatizado;
- Levantar dados necessários (necessidade requerida pelo usuário) para a automatização do tanque de formulação;
- Definir os equipamentos para a automação do tanque de formulação;
- Elaborar uma lista de materiais complementares para o projeto (válvulas, sensores, controlador lógico programável e sistema supervisório.);
- Elaborar desenhos e diagramas elétricos e mecânicos para o detalhamento de instalação e uso do tanque;
- Desenvolver programa para o CLP utilizado no tanque;
- Propor *Software* supervisório.

1.4 JUSTIFICATIVA

Visando uma maior confiabilidade e evitar ao máximo uma possível contaminação a automação de um tanque de processo de formulação é estritamente necessário para a produção de vacinas. Por se tratar de produtos que atendem a saúde pública, e sendo que o processo tem que tomar vários cuidados, procedimentos e acima de tudo atender as boas práticas de fabricação de medicamentos e a boas práticas de armazenagem de medicamentos, é de extrema importância um sistema que ajude a garantir todo o processo de fabricação evitando perdas de lotes por contaminação.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho se caracterizará como projeto de pesquisa aplicada de caráter qualitativo. O desenvolvimento da pesquisa se dará com o levantamento de dados, revisão bibliográfica e proposta de projeto para execução de um sistema de automação.

O primeiro passo para o desenvolvimento deste projeto será a verificação das necessidades do usuário, referentes à qualidade do produto. Após definido o tipo de sistema requerida pelo processo de produção, será feita uma revisão bibliográfica para se obter informações de como será desenvolvido a automação e os acessórios que serão utilizados.

Será desenvolvido uma programação de CLP para controle do sistema.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO DE MEDICAMENTOS

A RDC 17 – BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO DE MEDICAMENTOS, exige que os estabelecimentos de produção de medicamentos devem cumprir todas as diretrizes desta resolução, assim atendendo todos os cuidados de fabricação, instalação, rastreabilidade, segurança e qualidade do produto. (SBCC, 2014)

2.2 VAPOR PURO E INDUSTRIAL

O vapor puro padrão WFI (*Water for injection*), é sempre produzido a partir de água destilada ou deionizada livre de pirogêneos, normalmente definida pela sigla WFI. A água com esta característica, poder ser injetada na corrente sanguínea de um ser humano ou animal sem trazer qualquer risco à sua saúde, é utilizado no processo de esterilização interna de tanques de formulação e no processo em biorreatores, onde é uma das utilidades mais importante pois garantem o funcionamento e temperatura dentro do tanque de produção (ISPE, 2004)

O vapor industrial é utilizado em tanques de formulação basicamente para se manter a temperatura do tanque, mas apenas na camisa, o vapor industrial não entra em contato com as partes internas do tanque.

2.3 ÁGUA PURIFICADA

Para a indústria farmacêutica um dos insumos mais importante é a água, é de extrema importância que a água seja de excelente qualidade, pois caso contrario isso prejudicaria muito o processo, impossibilitando a fabricação de vacinas. A água é um excelente solvente e pode ser obtida de quase todos os lugares da Terra. Esta propriedade torna-a propensa a todos os tipos de contaminação (EUROTHERM, 2014).

A água purificada é utilizada como excipiente na produção de preparações comerciais, aplicações farmacêuticas, limpeza de dispositivos semicríticos, áreas e equipamentos também deve ser usada para todos os testes onde o uso de água é indicado e deve obedecer às exigências para a pureza química e orgânica e deve

ser protegida da contaminação microbiana. A qualidade mínima da água de alimentação do sistema para a produção da água purificada é a água potável.

A pureza da água é extremamente importante para a indústria farmacêutica e bioquímica. As partículas suspensas ou dissolvidas, compostos orgânicos, impurezas e outros agentes contaminantes proíbem o uso de água retirada diretamente do ponto de fornecimento da companhia de abastecimento local ou de um poço particular em aplicações laboratoriais e pesquisas científicas. Parâmetros como resistividade, condutividade, questões particulares de tamanho e concentração de microrganismos são utilizados para categorizar a qualidade da água e, assim, especificar as utilizações pretendidas. Algumas aplicações podem tolerar a presença de impurezas específicas da água, porém outras necessitam da remoção da maioria dos contaminantes. (EUROTHERM, 2014).

2.4 PROCESSO DE FORMULAÇÃO DE VACINA

O Ministério da Saúde determinou uma meta de melhoria da vacina antirrábica, o Programa Nacional de Profilaxia da Raiva, onde foi mudado completamente a tecnologia de produção. A vacina PV – vírus Paster é produzida com a tecnologia de cultivo celular, utilizando células de rim de hamster (BHK – Baby Hamster Kidney), que substituiu a tecnologia anterior que era utilizado o método Fuenzalida Palácios, que utilizava como substrato cérebro de camundongos neonatos (PORTAL SORO E VACINAS, 2014)

2.4.1 Tanques para formulação de vacinas

O tanque de formulação de vacinas deve ser fabricado em aço inoxidável AISI 316L, para garantir a sua resistência à corrosão e à abrasão, e ter sua superfície interna eletropolida para eliminar qualquer geração de partículas ou acúmulo de organismos microbiológicos nesta superfície (ISPE, 2004).

Um dos aspectos mais importantes do projeto de um tanque é a sua facilidade de limpeza e esterilização. O seu *design* deve garantir as condições necessárias para que a limpeza CIP (*cleaning in place*) seja facilmente realizado com a qualidade exigida pelas normas aplicáveis a indústria farmacêutica de produtos injetáveis

(ASME, 2009). A Figura 1 apresenta um desenho em corte para um tanque de formulação.



Figura 1 – Desenho esquemático do tanque de formulação
Fonte - Alfa Laval (2014)

O tanque utilizado no processo estudado, segue as normas aplicáveis, sendo fabricado em aço inoxidável AISI 316L. Seu *design* prevê cantos arredondados para que não haja pontos de acúmulo de material ou produto parado, eliminando pontos de contaminação e favorecendo limpeza CIP (ASME, 2009). A Figura 2 mostra a fotografia do tanque de formulação referência para o presente projeto.



Figura 2 – Fotografia do tanque de formulação utilizado no processo de fabricação de vacinas
Fonte – Alfa Laval (2014)

2.5 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

O controle e a automação na indústria são fatores decisivos para a competitividade das empresas visando redução de mão de obra, racionalização de recursos, melhoria na qualidade, agilidade na tomada de decisão e otimização de processos de diversos tipos de ramos. Novas oportunidades tanto ao nível de ganhos para as empresas quanto ao nível de desenvolvimento para os profissionais (SOUZA, 2008).

Uma fase muito importante na área na automação e que antecede a implementação é a análise e projeto do sistema de controle. A primeira trata da

modelagem de sistemas dinâmicos de variáveis contínuas. A segunda linha considera sistemas dinâmicos a eventos discretos e não pode ser tratada através de equações diferentes sendo necessários outros modelos. O uso de um *hardware* de controle possibilita o armazenamento de dados do processo e, junto a técnicas de controle atuando sobre ele, se consegue grau de confiabilidade elevado, em seu funcionamento (SOUZA, 2008).

Os sistemas supervisórios atendem a essa necessidade, pois permitem coletar dados do processo, monitorando e atuando sobre ele com controle em nível de supervisão. Para executar essas tarefas o sistema supervisório deve utilizar algum sistema computacional, ou *software* de supervisão, que seja capaz de se comunicar com o processo indiretamente através do *hardware* de controle (ALVEZ, 2005).

As tecnologias que utilizam sistemas mecânicos, eletromecânicos e computacionais para atuar no controle de processos podem ser definidas, na indústria, como automação (SOUZA, 2008).

Na Figura 3, podemos verificar a estrutura topológica que representa a distribuição dos principais elementos envolvidos na automação de um processo industrial.



Figura 3 - Automação Industrial em Níveis de Abstração
Fonte - SOUZA, L. E.; Arquiteturas de Sistemas de Automação

2.5.1 Processos Físicos

Os processos físicos representam o objeto da automação, sendo supervisionados e monitorados, fornecendo informações que são utilizadas tanto no controle dos processos quanto na gerência dos dados (SOUZA, 2008).

2.5.2 Sensores

Os sensores são dispositivos que mudam seu comportamento sob a ação de uma grandeza física, podendo fornecer diretamente ou indiretamente um sinal que indica esta grandeza. Quando operam diretamente, convertendo uma forma de energia neutra, são chamados transdutores. Os de operação indireta alteram suas propriedades, como a resistência, a capacitância ou a indutância, sob ação de uma grandeza, de forma mais ou menos proporcional. O sinal de um sensor pode ser usado para detectar e corrigir desvios em sistemas de controle, e nos instrumentos de medição (SOUZA, 2008).

2.5.3 Controladores Lógicos Programáveis – CLPs

O controlador lógico programável, o CLP é um dos equipamentos industriais mais versáteis que já apareceram. O CLP é um equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com aplicações industriais. O CLP é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos (ALVES, 2005).

Baseado num microprocessador que desempenha funções de controle de diversos tipos de níveis e complexibilidade, utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos (ALVEZ, 2005). A Figura 4 mostra a estrutura básica de um CLP.

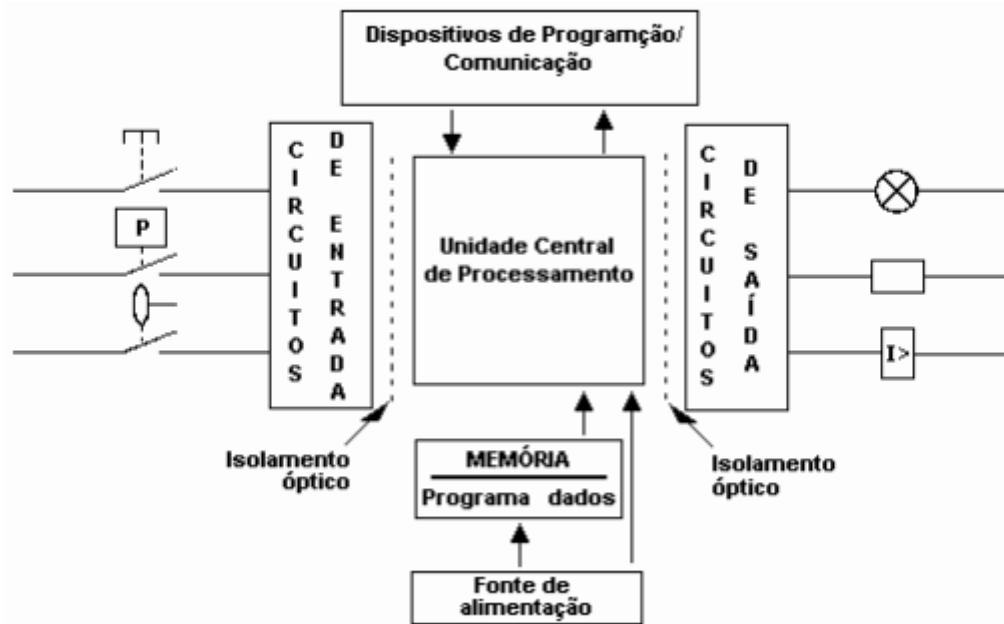


Figura 4 - Estrutura básica de um CLP

Fonte – Site <<http://pt.slideshare.net/ADELSON2013/clp-basico>>

A constituição básica de um CLP é dada pelas seguintes unidades (SOUZA, 2008 e MORAES, 2001):

- Terminal de programação, onde normalmente esta função é executada por um microcomputador.
- Microprocessador central, que é responsável pela execução da lógica de controle.
- Memória de programas e memória de dados, onde a memória de programa é destinada a armazenar o código do programa que define a lógica de controle e a memória de dados armazena os estados das entradas e saídas bem como de dados internos do CLP.
- Fonte de alimentação, que é destinada a alimentar o circuito eletrônico do CLP incluindo a CPU e a parte lógica dos módulos de entradas e saídas.
- Subsistemas de entradas e saídas, é a interface entre o CLP e os dispositivos de campo, basicamente é composta de vários módulos

que realizam o condicionamento dos sinais de campo para que os mesmos possam ser lidos e enviados para os dispositivos.

Na indústria o CLP é muito utilizado, dando a opção de ser configurado em várias opções dependendo da utilização do usuário. O CLP é basicamente utilizado nas indústrias pelas seguintes características (SOUZA, 2008):

- interfaces de operação e programação facilitadas ao usuário;
- instruções de aritmética e manipulação de dados poderosas;
- recursos de comunicação em redes de CLPs;
- confiabilidade;
- flexibilidade;
- velocidade.



Figura 5 - CLP LOGO! SIEMENS
Fonte - Siemens

A Figura 5, apresenta um modelo de um controlador lógico programável, utilizado para automatizar sistemas de pequeno porte.

2.5.4 Eletroválvulas

As válvulas sanitárias possuem diafragmas apropriados para áreas ultra puros, contaminados e inertes. Na indústria farmacêutica, pelo grande risco que contaminação, é necessário que as válvulas presentes no processo sejam produzidas em aço inoxidável padrão sanitário. Tais válvulas possuem adequadas propriedades para controle, principalmente para meios contaminados e que contem partículas. A principal característica para as válvulas utilizadas no processo de fabricação de vacinas é o modulo circular de vedação que está integrado ao corpo da válvula, ela garante uma maior precisão na superfície de vedação e baixo efeito de rachadura entre o diafragma e o corpo da válvula, isto reduz a respectiva zona morta entre eles dificultando a contaminação (ALFA-LAVAL, 2014).

Válvulas de tanque são soldadas como uma válvula padrão de saída no ponto mais baixo, isso ocorre para facilitar o esvaziamento, excelente limpeza e esterilização no tanque, e é importante que a vedação da válvula fundo de tanque seja tão próxima quanto possível do contorno interno do tanque (GEMU, 2014). Na Figura 6 está representada a configuração para uma válvula de fundo de tanque.

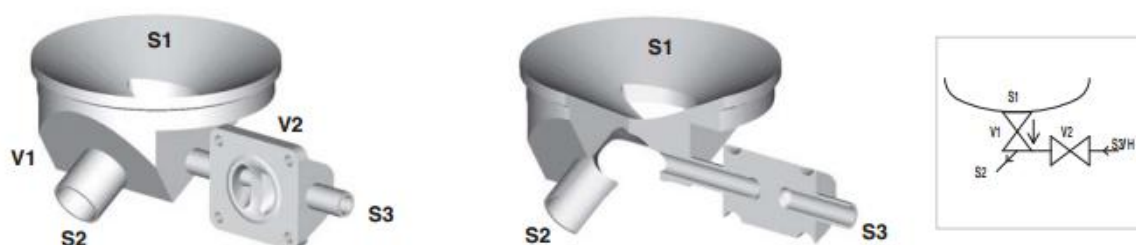


Figura 6 - Configuração de uma válvula de fundo de tanque
Fonte - Catálogo Gemü

A Figura 7, mostra um exemplo de válvula T *Zero Deadleg* para tanques.

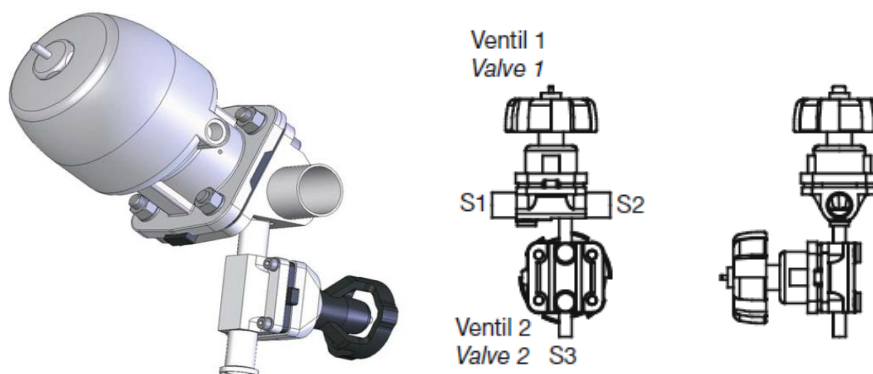


Figura 7 - Eletroválvulas utilizadas em tanques
Fonte – Catálogo Gemü

2.5.5 Bomba Peristáltica

As bombas peristálticas, Figura 8, é muito utilizada na indústria farmacêutica. Por não possuir válvulas, selos mecânicos ou gaxetas ela proporciona uma grande confiabilidade no processo onde o produto depois de sair do tanque não entrará em contato com nenhuma parte que possa vir contaminar o produto. A bomba é constituída de um cabeçote em forma de ferradura para guiar a mangueira do cartucho hidráulico, o próprio cartucho hidráulico, que é a mangueira na qual corre o produto a ser dosado, os roletes, montados no braço porta-rolete, que pressionam a mangueira do cartucho hidráulico contra o cabeçote, o eixo central da bomba, que gira o braço porta-rolete. Na bomba peristáltica o fluido entra em contato apenas com a parte interna de uma mangueira, especialmente utilizada em áreas limpas, e por esse motivo é muito utilizada no processo produtivo (WATSON-MARLOW, 2014).



Figura 8 - Bomba peristáltica

Fonte – Site <<http://www.bombascentrifugas.com.br/bombas-peristalticas> >

O funcionamento da bomba peristáltica, parte interna mostrada na Figura 9, acontece da seguinte maneira (bombascentrifugas, 2014):

- Do lado esquerdo da bomba ocorre a aspiração de produto. Então o rolete, pressionando a mangueira contra o cabeçote, cria um "vácuo" no lado de

aspiração. Isto faz com que o produto a ser dosado seja conduzido para dentro da bomba.

- Do lado direito da bomba ocorre a pressurização e injeção do produto. Aí os roletes “empurram” o ar ou produto que se encontra no cartucho, movimentando o conteúdo da mangueira de injeção.

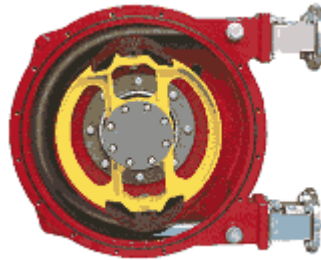


Figura 9 - Parte interna de uma bomba peristáltica
Fonte – Watson-Marlow

Algumas vantagens da bomba peristáltica (bombascentrifugas, 2014):

- Não há contaminação da bomba ou do fluido;
- Ideal para pastas, fluidos viscosos, sensíveis ou agressivos;
- Fácil de instalar, simples de operar e baixo custo de manutenção;
- Projetada para evitar o contra fluxo sem a precisar de válvulas.

2.5.6 Agitador Magnético

O misturador mais adequado para utilização no processo produtivo de vacinas é do tipo magnético devido à sua alta eficácia no processo de mistura, além de ser indicado para aplicações com elevadas exigências de higiene e design asséptico. Este misturador consiste basicamente em uma placa, uma unidade de mistura (rolamento magnético) e um motor. O rolamento magnético é levitado por magnetismo, o que torna o misturador completamente drenável e capaz de funcionar a seco sem desgaste ou geração de partículas (ALFA-LAVAL, 2014).

O misturador magnético utilizado para produção de vacinas injetáveis deve ser fabricado em aço inox AISI 316L, para garantir a sua resistência à corrosão e à

abrasão. Além disto deve ter sua superfície interna eletropolida eliminar a geração de partículas devido à abrasão. O rolamento magnético deve conter um material metálico com boas propriedades magnéticas e ser revestido de zircônia, material cerâmico totalmente inerte e de alta resistência à abrasão (ALFA-LAVAL, 2014).

A temperatura de trabalho máxima deste agitador é 90°C considerando velocidades de até 600 rpm. Para realização de limpeza CIP (*cleaning in place*) e esterilização com velocidade de até 50rpm, a temperatura máxima passa a ser 150°C (ALFA-LAVAL, 2014).

O misturador magnético utilizado no presente estudo é da marca Alfa Laval, Figura 10, modelo MM Ultra Pure Magnetic Mixer 434. O desempenho deste misturador varia entre 10 rpm para processos de mistura de baixo cisalhamento até 600 rpm para processo de mistura de alta intensidade com vórtice. Seu peso drenado é de 30kg, sua a pressão de trabalho pode variar de -1 a 7 bar e sua capacidade volumétrica nominal pode variar entre 30 a 25.000L, de acordo com o processo no qual é utilizado (ALFA-LAVAL, 2014).

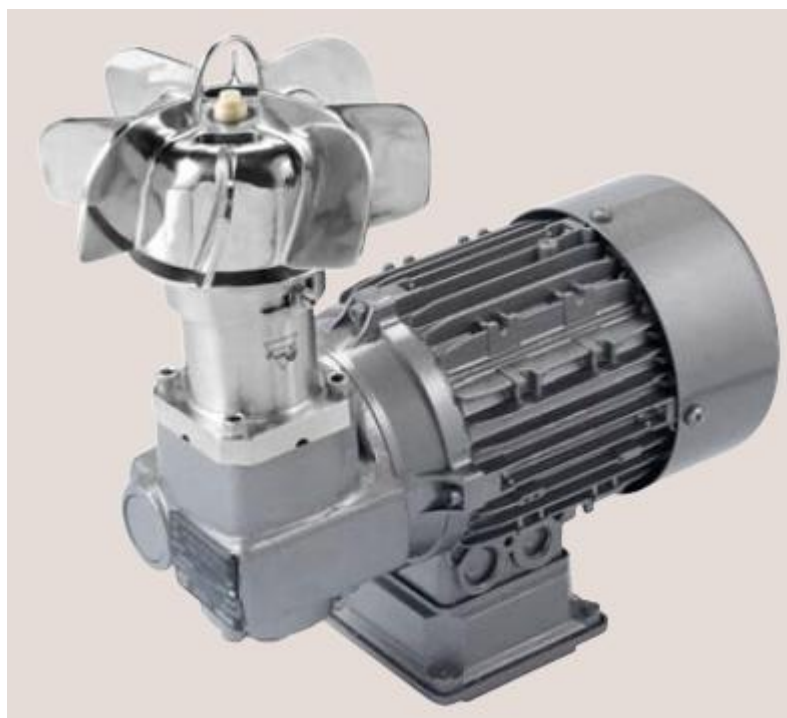


Figura 10 – Agitador Magnético MM Ultra Pure Alfa Laval
Fonte –Alfa Laval (2014)

2.5.7 Rede de Comunicação

Uma rede de comunicação é um sistema de dispositivos eletrônicos que estão conectados com o propósito de compartilhar informações. Cada dispositivo na rede é chamado de nó. O meio físico usado para interconectar os dispositivos numa rede é chamado de meio de transmissão. Diferentes tipos de rede vem sendo desenvolvidos para atender necessidades específicas. Elas foram desenvolvidas para atenderem eficientemente a grande quantidade de tipos de dados encontrados num sistema de controle. Cada protocolo de rede possui uma estrutura de dados diferente e incorpora diferentes conjuntos de características. Ao estabelecer a integração dos dados digitalmente por meio de uma rede de comunicação entre os mais diferentes níveis hierárquicos dentro de uma indústria, reduz-se o custo de fabricação, pela eficiência da manipulação do produto, aumenta-se a produtividade e se estabelece um novo conceito em automação industrial: a integrabilidade de seus componentes nos mais diferentes níveis (FRANCO ; VERMAAS, 2008).

2.5.8 Supervisão

A supervisão é a criação de uma interface para que os operadores possam visualizar todas as informações do processo. Para isso, ocorre a centralização de todas as informações em um sistema baseado em microcomputadores com acessórios, tais como, monitores de vídeo, impressoras e grande capacidade de armazenamento de informações. Essa interface é constituída por telas gráficas que representam o fluxo de informações a respeito da produção permitindo ao usuário verificar em tempo real o comportamento de todas as partes importantes do processo. É uma atividade fortemente baseada em informática (SOUZA, 2008).

2.6 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

Os sistemas de supervisão de processos industriais, também chamados de SCADA – *survisory control and data acquisition*, são programas especialmente desenvolvidos para operar em tempo real e fornecer uma interface amigável entre o operador e o processo. Possui ferramentas para que o projetista possa criar sistemas supervisórios, que permitem a monitoração e controle de um processo,

através de uma interface gráfica, amigável e intuitiva. Quando se trabalha com sistemas automatizados complexos, surge a necessidade de se estabelecer uma interface de maneira a facilitar o trabalho da equipe encarregada da operação do sistema, conhecida como interface homem – máquina. Seu objetivo é permitir a supervisão e muitas vezes o comando de determinados pontos da planta automatizada (SILVA , SALVADOR, 2005).

Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas as informações de um processo produtivo ou de uma instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário. Além das animações gráficas do processo, os sistemas supervisórios podem executar operações como: verificação, sinalização, arquivamento, impressão de alarmes e exibir tendências em gráficos (SILVA , SALVADOR, 2005).

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, efetuando coleta de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e a respectiva apresentação de modo amigável para o operador, com recursos gráficos elaborados (interfaces homem-máquina) e conteúdo multimídia (MORAES, 2001).

Os supervisórios podem também verificar condições de alarmes, identificados quando um valor ultrapassa uma faixa ou condição preestabelecida, sendo possível programar a gravação de registros em bancos de dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagens por *pager*, *e-mail*, celular, etc (MORAES, 2001).

Em geral os sistemas de supervisão permitem que sejam criadas tarefas específicas pelo usuário, em uma linguagem de alto nível como por exemplo, o C ou VB, esses casos são para atender às particularidades de cada processo. Um sistema supervisório em um ambiente industrial automatizado, é essencialmente composto por 4 elementos: processo físico, *hardware* de controle, *software* de supervisão e rede de comunicação (SOUZA, 2008).

Os sistemas supervisórios comunicam-se diretamente com dispositivos eletrônicos que realizam funções de controle ou simplesmente uma interface de entrada e saídas. Uma entrada é considerado uma função variável no processo e uma saída é considerada como sendo um comando para um elemento atuador. Uma

entrada de um dispositivo como, localização de um produto, velocidade de uma máquina, o estado de acionamento ou a temperatura de determinado equipamento. Os dispositivos de saída geralmente são utilizados para executarem o controle de velocidade, abrir, fechar válvulas e sinalizações do processo. Um exemplo de um dispositivo de entrada e saída é o CLP, que é um dos equipamentos mais utilizados para essas funções, onde o programa armazenado no equipamento controla as saídas (SOUZA, 2008).

O *hardware* responsável pelo controle do processo é composto basicamente por sensores, atuadores e controladores. Um controlador tem a importante função de manter o sistema em funcionamento e estável. Além disso, deve também fornecer, como um aparelho digital que utiliza memória programável, uma interface física para acessar os dados do processo (SILVA , SALVADOR, 2005).

O *software* de supervisão, muitas vezes chamado simplesmente de supervisório, deve acessar os dispositivos de campo a fim de obter acesso aos dados do processo. Outra atividade importante exercida pelo *software* supervisório é o fornecimento de dados para os *softwares* de informações gerenciais das indústrias (SILVA , SALVADOR, 2005).

A rede de comunicação é responsável pelo tráfego de informações e é utilizada pelo *software* de supervisão durante a aquisição dos dados do processo. Geralmente, constitui-se de duas sub-redes denominadas rede de campo e rede local de supervisão (MORAES, 2001).

Os sistemas supervisórios têm se mostrado de fundamental importância na estrutura de gestão das empresas, fato pelo qual deixaram de ser vistos como meras ferramentas operacionais, ou de engenharia, e passaram a ser vistos como uma relevante fonte de informação (SOUZA, 2008).

A Figura 11 apresenta um diagrama que ilustra as partes componentes de um sistema SCADA (SOUZA, 2008).

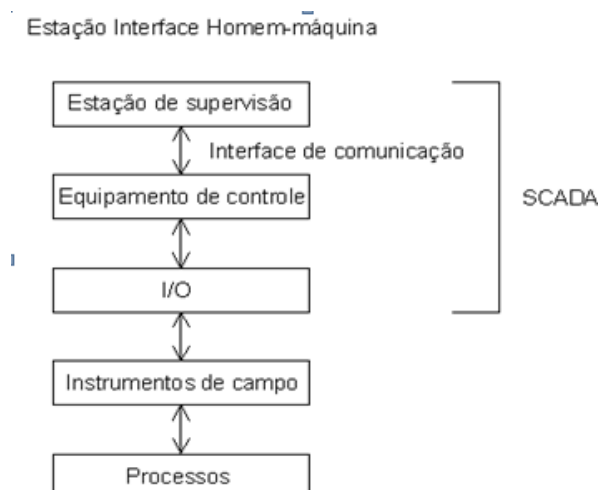


Figura 11 – Partes componentes de um sistema Scada
 Fonte - SOUZA, (2014)

2.6.1 *Drive de Comunicação*

Para que o supervisor possa atualizar as variáveis (tag's) é preciso estabelecer uma comunicação com o dispositivo e trocar informações seguindo algumas regras que são estabelecida no protocolo de comunicação. Este protocolo determina entre outras coisas, o formato de dados, tamanho dos campos, tipos, *check* de erro de comunicação entre outros. Quando se utiliza um sistema supervisorio, o mesmo deve possuir a biblioteca de funções para que a comunicação com o dispositivo possa ser realizada, sendo a forma usual para essa comunicação é o drive. A responsabilidade de fornecer um drive de comunicação deve-se ser acertado com o fabricante do dispositivo, o usuário final deverá ter apenas que configurar o sistema de acordo com sua aplicação (SOUZA, 2008 e SILVA e SALVADOR, 2005).

3 SISTEMA TANQUE DE FORMULAÇÃO DE VACINAS

O Sistema do Tanque de Formulação de vacinas, proposto neste trabalho, pode ser observado na Figura 12. O Sistema é dividido nos seguintes estágios: esterilização vazio, esterilização cheio e transferência de meio de cultura.

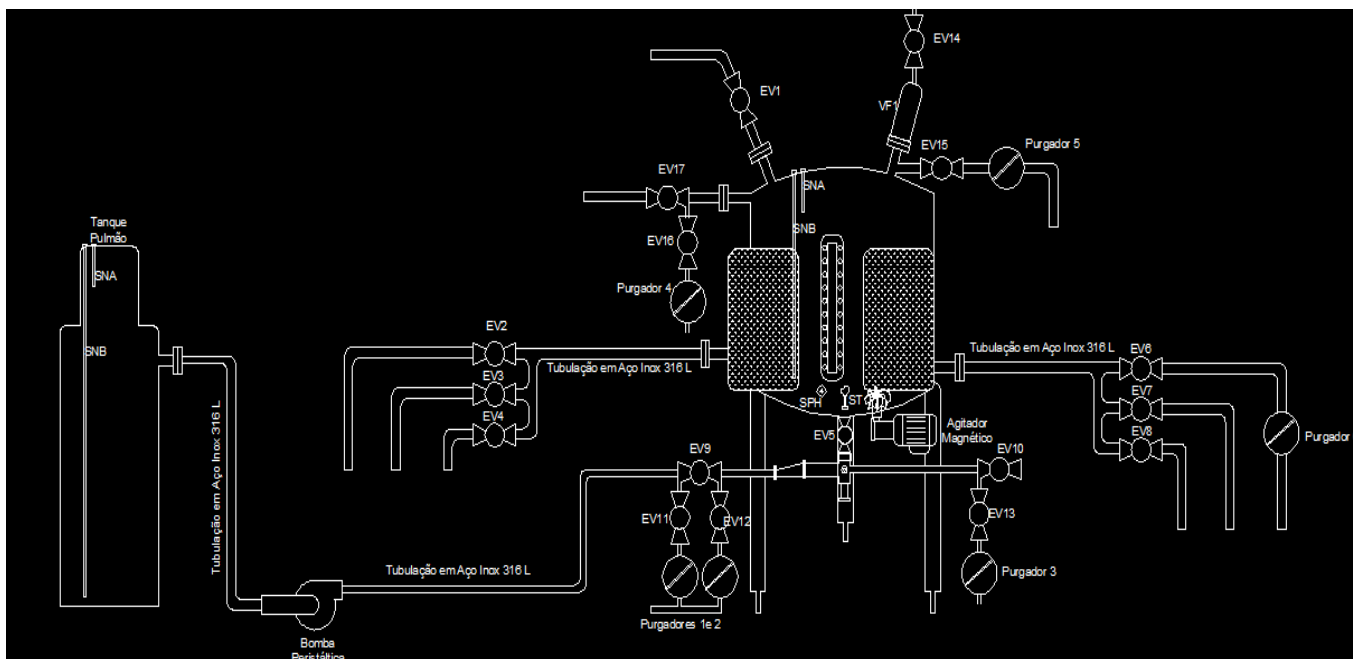


Figura 12- Sistema do Tanque de Formulação de Vacinas
Fonte – Autoria Própria

3.1 FUNCIONAMENTO

O Tanque de formulação de vacinas, deverá operar de maneira totalmente automática controlado pelo CLP em função de comandos recebidos através de sensores instalados em cada etapa do processo.

3.1.1 Esterilização do Tanque Vazio

Na etapa de esterilização do tanque vazio o tanque passará por 5 fases, mostradas no Quadro 1 :

- **Aquecimento I**

No aquecimento I o tanque recebe vapor puro através da abertura da eletroválvula 1, onde deverá atingir a temperatura de 90°C. Enquanto é injetado vapor puro no tanque e com a abertura da eletroválvula 1, nessa etapa as eletroválvulas 2, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 16 deverão estarem abertas. A eletroválvula 2 irá receber vapor industrial na camisa do tanque, esse procedimento é realizado para que nos procedimentos posteriores se consiga obter um exato controle na temperatura. A eletroválvula 5 deverá estar aberta para que sejam esterilizadas as

conexões do fundo do tanque e conexões que depois serão utilizada na transferência de meio de cultivo para a máquina de envase. A eletroválvula 6, deverá permanecer aberta para que o purgador que está logo a seguir conectado retire parte do condensado que vai acumulando no tanque. A eletroválvula 12 também deverá permanecer aberta, para que seja esterilizado a conexão de transferência e que também possa atuar o purgador nela conectado, assim também eliminando o condensado ali acumulado. A eletroválvula 13 tem a mesma função da eletroválvula 12, mas esteriliza a parte direita nas conexões de saída do fundo do tanque. A eletroválvula 14 abre para que o vapor puro passe pelo filtro que se encontra na parte superior do tanque, esse filtro é chamado de Venti-Filter, é um filtro bacteriológico que é utilizado no tanque para equalizar a pressão deixando sair o ar, é necessário esterilizar para evitar a contaminação devido ser um ponto de fácil contaminação. A eletroválvula 15 abre para que o condensado que passa acumular no fundo do filtro possa sair através do purgador. A eletroválvula 16 tem que ser esterilizada por que é a entrada do meio que vem do biorreator, nesse ponto se toma o máximo de cuidado possível esterilizando as conexões de entrada, na saída dessa eletroválvula existe um purgador para garantir que não restará nada de condensado nessa parte da tubulação, caso fique algum condensado, o produto que passar por esse ponto seria perdido, água parada é um ponto muito forte de contaminação.

As eletroválvula 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11 e 17 nessa fase do processo permanecem fechadas.

- Aquecimento II

No aquecimento II, a temperatura do tanque sobe até atingir 120°C. Nessa fase algumas posições das eletroválvulas mudam. A eletroválvula 6, 12, 13, 15 e 16 elas começam a pulsar, abrir e fechar em poucos mas exatamente a cada 3 segundos elas abrem e cada 3 segundos elas fecham. Elas fazem esse processo para garantir que a pressão é a ideal e que saia todo o condensado do tanque.

O restante das eletroválvulas ficam na mesma posição do aquecimento I.

- Esterilização

Quando a temperatura já estiver em 120°C deverá começar a contar o tempo de 60 minutos, tempo de demora o processo, à partir desta etapa a temperatura é controlada pela válvula 1 quando ela começa a abrir e fechar a cada 3 segundos. A temperatura é controlada pelo sensor de temperatura que fica interno no tanque se a temperatura estiver acima de 120°C por mais de 60 segundos o processo necessariamente deverá abortar e soar um alarme.

Nessa fase as eletroválvulas 2 e a 14 deverão fechar, apenas a eletroválvulas ficará abrindo e fechando a cada 3 segundos.

- Resfriamento I

Na fase do resfriamento I o tanque já passou por todo o processo de aquecimento para esterilizar então sua temperatura deve cair até atingir a temperatura de 40°C. Para que isso ocorra é necessário a abertura da eletroválvula 3 a qual deverá deixar passar água potável. Deverá abrir junto a eletroválvula 7, pois ela circulará no tanque e será descartada no esgoto. As demais eletroválvulas deveram permanecer todos fechadas.

- Resfriamento II

Na ultima fase da esterilização o resfriamento II a eletroválvula 4 irá abrir e fechar a cada 10 segundos deixando passar água gelada e a eletroválvula 8 deverá ficar aberta deixando a água gelada retornar ao Chiller. As demais válvulas irão permanecer fechadas.

FASES PARA ESTERILIZAÇÃO DO TANQUE VAZIO

Válvulas	Aquecimento I	Aquecimento II	Esterilização	Resfriamento I	Resfriamento II
1	A	A	P	F	F
2	A	A	F	F	F
3	F	F	F	A	F
4	F	F	F	F	P
5	A	A	A	F	F
6	A	P	P	F	F
7	F	F	F	A	F
8	F	F	F	F	A
9	F	F	F	F	F
10	F	F	F	F	F
11	F	F	F	F	F
12	A	P	P	F	F
13	A	P	P	F	F
14	A	A	F	F	F
15	A	P	P	F	F
16	A	P	P	F	F
17	F	F	F	F	F

Quadro 1– Número de eletroválvulas e seu estado de atuação durante as fases do processo
 Fonte – Autoria Própria

3.1.2 Esterilização do Tanque Cheio

A Esterilização do tanque cheio – Quadro 2 mudam alguns parâmetros e temos o funcionamento do agitador. As fases do processo são as mesmas que na esterilização do tanque vazio.

- Aquecimento I

No aquecimento I a temperatura para esterilização continua sendo 90°C, mas apenas as eletroválvulas 2, 6, 15 e 16 estarão abertas. O vapor industrial deverá ser injetado no tanque apenas na camisa pela eletroválvula 2 as outras serão para manter a pressão. As demais válvulas ficarão todas fechadas.

A eletroválvula 17 irá abrir quando o biorreator estiver mandando a vacina para o tanque e será fechada quando o líquido atingir o sensor de nível alto instalado no tanque. Assim que essa eletroválvula for fechada inicia-se a agitação, através do agitador magnético que irá trabalhar em uma frequência de 50 rpm.

O agitador magnético está ligado a um inversor de frequência, mas como a frequência nesse processo não varia, ficou estabelecido que sua frequência é de 50 rpm. No painel onde estão os instrumentos ficará a mostra o IHM do inversor e ligado em sua entrada um potenciômetro que se houver um caso excepcional poderá alterar a frequência.

- Aquecimento II

Nessa fase é muito importante que a temperatura na camisa do tanque atinja 120°C, pois é a temperatura exigida para a esterilização do tanque e após formulação da vacina. No aquecimento II, as válvulas 6, 15 e 16 começaram a contar 3 segundos para abrir e fechar assim mantendo a pressão estável durante essa fase. Com exceção da eletroválvula 2 que irá continuar aberta deixando passar vapor industrial passar as outras todas permanecem fechadas.

- Esterilização

Nessa fase é muito importante que a temperatura na camisa se mantenha à 120°C, portanto a eletroválvula 2 começará a abrir e fechar a cada 3 segundos. As demais eletroválvulas continuam da mesma forma que na fase anterior.

- No Resfriamento I e Resfriamento II

Nessas fases o procedimento é o mesmo que na esterilização do tanque vazio, sendo que o tanque deverá alcançar uma temperatura de 40°C no resfriamento I e no resfriamento II irá circular água gelada até o fim do processo.

FASES PARA ESTERILIZAÇÃO DO TANQUE CHEIO

Válvulas	Aquecimento I	Aquecimento II	Esterilização	Resfriamento I	Resfriamento II
1	F	F	F	F	F
2	A	A	P	F	F
3	F	F	F	A	F
4	F	F	F	F	P
5	F	F	A	F	F
6	A	P	P	F	F
7	F	F	F	A	F
8	F	F	F	F	A
9	F	F	F	F	F
10	F	F	F	F	F
11	F	F	F	F	F
12	F	P	F	F	F
13	F	P	F	F	F
14	F	F	F	F	F
15	A	P	P	F	F
16	A	P	P	F	F
17	A	F	F	F	F

Quadro 2– Número de eletroválvulas e seu estado de atuação durante as fases do processo
Fonte – Autoria Própria

3.1.3 Transferência para o Envase

Para a transferência da vacina para o tanque pulmão da máquina de envase as eletroválvulas 5 e 9 deverão ficar abertas, então ligará a bomba peristáltica que encherá o tanque. Quando o líquido atingir o nível alto do sensor instalado no tanque pulmão a bomba irá parar, somente irá ligar novamente quando o sensor de nível baixo acionar.

Quando o líquido atingir o nível baixo do tanque de formulação a agitador magnético para fecham as eletroválvulas 5 e 9 e a bomba peristáltica também é desacionada.

O PH deverá ser monitorado através do sensor instalado no tanque, apenas para arquivo da qualidade da vacina.

3.2 ESQUEMA ELÉTRICO

No diagrama elétrico apresentado na Figura 14 verifica-se que o sistema do tanque de formulação deverá ser alimentado por uma rede elétrica trifásica. Seus componentes serão montados em quadro de comando, fixado em uma estrutura de aço, juntamente com todos os componentes do sistema.

O esquema elétrico para a alimentação do tanque de formulação contempla uma alimentação trifásica onde há um disjuntor de proteção 16 Amperes. A rede irá alimentar todo o conjunto os quais fazem parte os motores M1 e M2 que são respectivamente a bomba para transferência de produto e o agitador magnético do tanque, os quais terão para proteção do circuito disjuntores individuais de 6 Amperes. O circuito de alimentação do agitador também contará com um inversor de frequência, o qual tem como função garantir que o agitador magnético tenha uma rotação estável e em eventual necessidade possa permitir uma diminuição ou aumento da rotação do agitador magnético. Os comando dos motores M1 e M2 serão realizadas por partida direta contanto apenas com contatores e relés térmicos.

O CLP estará em um circuito protegido por um disjuntor de 4 Amperes, onde acionará suas entradas e saídas. As entradas contempla os sensores de nível alto e baixo dos tanques de formulação e pulmão e sensor do gerador de vapor puro,

pressostato e termostato. As saídas contempla as eletroválvulas e alarme sonoro do sistemas além das bobinas de K1 e k2 para alimentação do motor de agitação e bomba peristáltica. Na entrada de energia do CLP há uma botoeira de emergência que tem a função de desativar todo o sistema.

3.2.1 Termostato e Pressostato de Proteção

- Termostato – O termostato é um dispositivo eletromecânico que instalado no sistema garante que a temperatura não ultrapasse o limite pré-estabelecido de projeto.

- Pressostato – O Pressostato é dispositivo eletromecânico que tem a função de desligar mecanicamente os contatos do Pressostato, ou seja, ele recebe um sinal de pressão e compara com a escala pré-estabelecida de projeto. Caso o Pressostato receba um sinal de alta pressão ele é capaz de desligar o sistema para que a pressão não ultrapasse o limite.

3.2.2 Disco de Ruptura

O disco de ruptura, mostrado na figura 13 é muito utilizado na indústria farmacêutica por não precisar entrar em contato direto com o produto que está no tanque. Estes dispositivos de alívio de pressão são utilizados geralmente em tanques e sempre que submetidos a uma sobre pressão o disco se rompe sendo necessário substituí-lo.



Figura 13 – Disco de ruptura

Fonte - FIKE

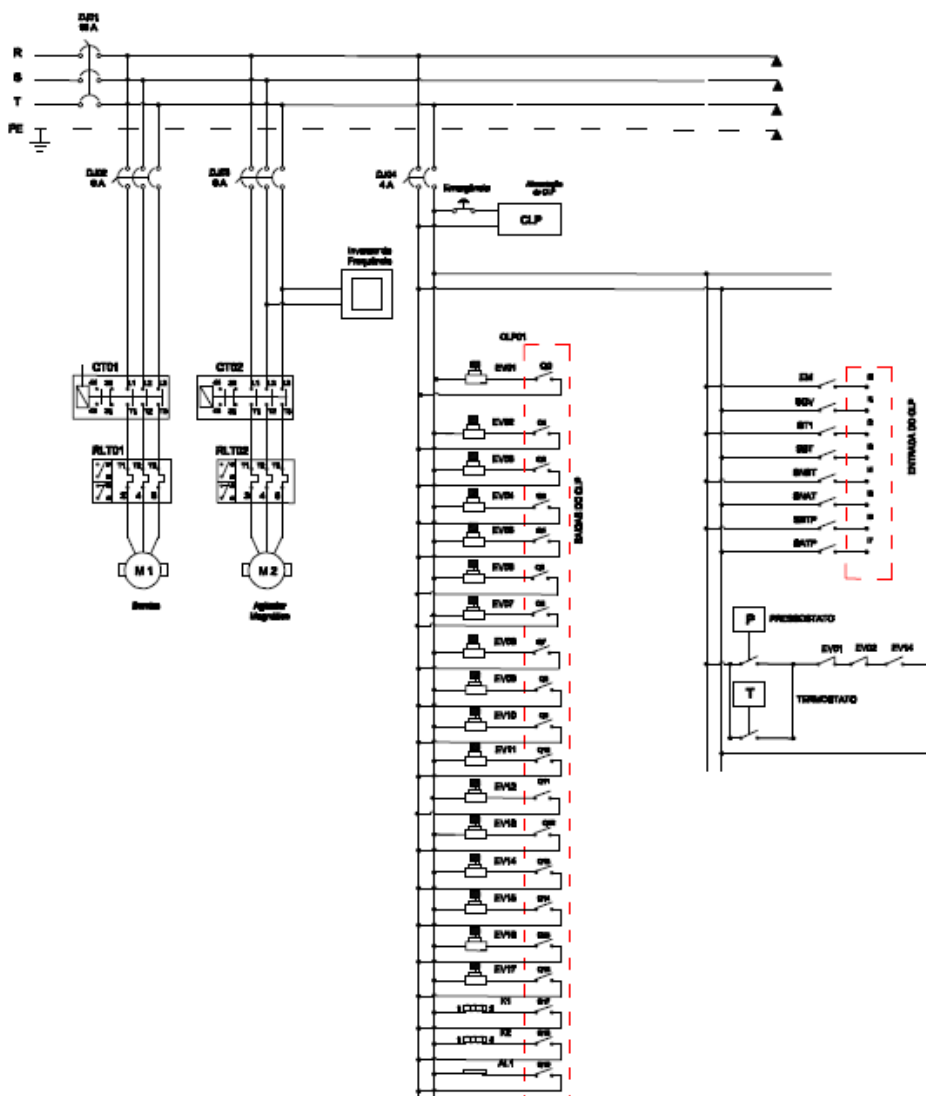


Figura 14 - Diagrama Elétrico
Fonte – Autoria Própria

3.2.3 Dimensionamento

➤ Dimensionamento dos Circuitos Alimentadores da Bomba Peristáltica e Agitador magnético

Motor de Indução Trifásico

- Potência Total: 1,5 CV (1,0 CV = 736W).
- Potência Total: 1,5 X 736W = 1104W.
- Rendimento η : 83,5% (0,835).
- Cosseno φ : 0,70.
- FS: 1,15
- I_p / I_n : 5,3

➤ Cálculo da Corrente Nominal do Motor:

$$I_n = \frac{P_{total}}{U_L \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

$$I_n = \frac{1104}{U_L \cdot \sqrt{3} \cdot 0,70 \cdot 0,835}$$

$$I_n = \frac{1104}{381,051 \cdot 0,5845}$$

$$I_n = \frac{1104}{222,7243}$$

$$I_n = 4,956A$$

Portanto: corrente nominal dos motores será 4,956 A.

➤ Especificação dos Disjuntores Motor:

- $I_n = 4,956 A$
- Faixa de ajuste do Disjuntor Motor: 4,5 – 6,3 A
- Marca: SIEMENS
- Modelo: 3RV10 11 – 1GA 10

➤ **Especificação dos Contatores:**

- Faixa de ajuste: (corrente nominal do motor: 4,956 A).
- Contator marca SIEMENS
- Modelo: 3RT10 15
- Corrente nominal máxima: 7A. 220V / 60Hz

➤ **Dimensionamento do Circuito de Comando**

Estima-se uma potência de 800 W instalada nesse circuito.

➤ **Cálculo da Corrente do Circuito:**

$$I = \frac{P_{total}}{U}$$

$$I = \frac{800}{220}$$

$$I_n = 3,6363A$$

➤ **Dimensionamento dos Condutores:**

Os condutores serão instalados em eletroduto aparente, a instalação classifica-se, de acordo com a tabela 33 da NBR 5410/2004, como tipo B1.

A corrente nominal dos motores é de 4,956 A, pela tabela 36 da NBR 5410/2004 de dimensionamento de cabos, o condutor de seção nominal de 0,5 mm² será suficiente para alimentar essa carga. Portanto adotaremos 03 condutores carregados de seção nominal 2,5mm² em PVC anti-chama 70°C.

➤ **Disjuntores de Proteção.**

Para três condutores carregados o condutor de 2,5 mm² possui suportabilidade de 8 A e para dois condutores carregados, suporta uma corrente de até 9 A para a instalação do tipo B1. Portanto esse condutor necessita, para sua proteção, um disjuntor um disjuntor de no máximo 6A.

Como será utilizado disjuntor motor para proteção das bombas, não será necessário a instalação de disjuntores adicionais, pois o próprio disjuntor motor protegerá os condutores de alimentação das bombas.

➤ **Dimensionamento do Circuito Alimentador Geral:**

Somatória das cargas instaladas:

$$I_{TOTAL} = 2xI_{MOTOR} + I_{COMANDO}$$

$$I_{TOTAL} = 2x4,956 + 3,6363$$

$$I_{TOTAL} = 13,548A$$

Como carga total instalada é de 13,548 A é necessário que o sistema seja alimentado por condutores de seção nominal mínima de 1,5 mm², que para a instalação do tipo B1, tem uma suportabilidade de 15,5 A.

Para o circuito de alimentação geral, será utilizado um Disjuntor tripolar Termomagnético curva C de 16 A norma DIN, da marca Siemens.

3.3 PROGRAMAÇÃO DO CLP

O Tanque de formulação de vacinas deverá funcionar de modo totalmente automático. Para isso, será utilizado um controlador lógico programável que receberá sinais de sensores presentes em diversas etapas do sistema e executará, de acordo com a lógica desenvolvida.

Nos Quadros de 2 - 6 são declaradas as variáveis de entradas e saídas, respectivamente, do controlador.

Declaração das Variáveis

<u>ENTRADAS</u>		
SIMBOLOGIA	NOMENCLATURA	ENTRADA PLC
EM	BOTOEIRA EMERGÊNCIA	I0
SGV	SENSOR GERADOR DE VAPOR PURO	I1
ST1	SENSOR DE TEMPERATURA 1	I2
SBT	SENSOR BIORREATOR	I3
SNBT	SENSOR NÍVEL BAIXO TANQUE FORMULAÇÃO	I4
SNAT	SENSOR NÍVEL ALTO TANQUE FORMULAÇÃO	I5
SBTP	SENSOR NÍVEL BAIXO TANQUE PULMÃO	I6
SATP	SENSOR NÍVEL ALTO TANQUE PULMÃO	I7

Quadro 3 - Declaração das Variáveis de Entradas do CLP

Fonte: Autoria Própria

<u>SAÍDAS</u>		
SIMBOLOGIA	NOMENCLATURA	SAÍDAS PLC
EV1	ELETROVÁLVULA 1	Q0
EV2	ELETROVÁLVULA 2	Q1
EV3	ELETROVÁLVULA 3	Q2
EV4	ELETROVÁLVULA 4	Q3
EV5	ELETROVÁLVULA 5	Q4
EV6	ELETROVÁLVULA 6	Q5
EV7	ELETROVÁLVULA 7	Q6
EV8	ELETROVÁLVULA 8	Q7
EV9	ELETROVÁLVULA 9	Q8
EV10	ELETROVÁLVULA 10	Q9
EV11	ELETROVÁLVULA 11	Q10
EV12	ELETROVÁLVULA 12	Q11
EV13	ELETROVÁLVULA 13	Q12
EV14	ELETROVÁLVULA 14	Q13
EV15	ELETROVÁLVULA 15	Q14
EV16	ELETROVÁLVULA 16	Q15
EV17	ELETROVÁLVULA 17	Q16
K1	CONTATOR MOTOR AGITAÇÃO TANQUE FORMULAÇÃO	Q17
K2	CONTATOR BOMBA PERISTÁLTICA	Q18
AL	ALARME SONORO SISTEMA	Q19

Quadro 4 - Declaração das Variáveis de Saída do CLP

Fonte: Autoria Própria

<u>TEMPORIZADORES</u>	
T1	TEMPORIZADOR 1
T2	TEMPORIZADOR 2
T3	TEMPORIZADOR 3
T4	TEMPORIZADOR 4
T5	TEMPORIZADOR 5
T6	TEMPORIZADOR 6
T7	TEMPORIZADOR 7

Quadro 5 - Temporizadores do CLP

Fonte: Autoria Própria

<u>MEMÓRIAS PLC</u>	
F1	FLAG 1
F2	FLAG 2
F3	FLAG 3
F4	FLAG 4
F5	FLAG 5
F6	FLAG 6
F7	FLAG 7
F8	FLAG 8
F9	FLAG 9
F10	FLAG 10
F11	FLAG 11
F12	FLAG 12
F13	FLAG 13
F14	FLAG 14
F15	FLAG 15
F16	FLAG 16
F17	FLAG 17
F18	FLAG 18

Quadro 6 – Memórias do CLP

Fonte: Autoria Própria

<u>CONTADORES</u>	
C1	CONTADOR 1
C2	CONTADOR 2

Quadro 7 – Contadores do CLP

Fonte: Autoria Própria

3.3.1 Características do *Hardware*

A Siemens, tem o CLP SIMATIC S7-200 (Figura 15), que oferece uma muito extensa gama de aplicações na área de automação de pequeno porte. Para o operador, o controle e monitoração é extremamente amigável graças a uma linha de painéis desenvolvidos especialmente para operar o S7-200, o qual permite a possibilidade da escolha pelo painel TD 200 o qual possui *display* de texto de duas linhas com teclas programáveis ou o painel TP070 o qual constitui um painel gráfico com tela de 5,7” do tipo “*touch - screen*” com elevado contraste. O S7-200 caracteriza-se pelas seguintes qualidades:

- 4 Elevado desempenho
- 5 Excelente modularidade
- 6 Elevada conectividade

Ao todo são cinco modelos de CPU que a Siemens põe à disposição, independentemente do número de módulos ligados, as seguintes ligações para a criação do programa, elas vem equipadas com diversos recursos, como:

- 7 Entradas e saídas digitais integradas
- 8 Interface RS 485 integrada
- 9 Protocolos (mestre/escravo)
- 10 Contadores rápidos
- 11 Memória retentiva
- 12 Entradas de interrupção
- 13 Potenciômetro

Com os módulos de expansão permitem a adaptação para diversas aplicações. É possível usar módulos :

- 14 Entradas e saídas
- 15 Digitais
- 16 Analógicos
- 17 Específicos para medição de temperatura

18 Módulos de comunicação

Para o sistema proposto de automação do tanque de formulação são necessários os seguintes equipamentos: Módulo Lógico e Bloco Expansor:

- 1 SIMATIC S7200
 - Alimentação 110 ... 240V VCA
 - 8 Entradas Digitais
 - 6 Saídas a Relé 2A

- 2 Módulos de saídas digitais
 - Alimentação 110 ... 240V VCA
 - 8 Saídas a Relé 2^a + 8 Saídas a Relé 2A = 16 Saídas a Relé 2A



Figura 15 – CLP Siemens Simatic S7200
Fonte - Siemens

3.3.2 Diagrama *Ladder*

Para entendermos o diagrama *Ladder*, necessitamos é necessário explicar o processo do tanque de esterilização:

ESTERILIZAÇÃO COM TANQUE VAZIO

Para o processo de esterilização a vazio o sensor do gerador de vapor puro (SGV) deverá estar atuado indicando que o tanque estará recebendo vapor puro através da abertura da eletroválvula EV1.

Com o SGV atuado o diagrama *Ladder* do CLP irá realizar o procedimento de abertura das eletroválvulas EV1, EV2, EV5, EV6, EV12, EV13, EV14, EV15 e EV16. Com todas essas eletroválvulas abertas, inicia-se o processo de esterilização do tanque a vazio. Assim que a temperatura do tanque atingir um Set point de 90°C é ativado o temporizador T1 por 3 segundos que irá sensibilizar a memória F1. Esta memória F1 ativará a memória F2. Estas linhas foram previstas no sentido de realizar a abertura e desligamento das eletroválvulas EV6, EV12, EV13, EV15 e EV16. Estas eletroválvulas fazem este ciclo de fechamento e abertura para entrada de vapor até que o sistema atinja a temperatura de 120°C.

Quando o Set Point atingir a temperatura de 120°C ativará um contador C1 de 60 minutos. Neste momento também a memória F3 irá ligar e desligar a eletroválvula EV1. Esse processo será realizado para que a eletroválvula EV1 controle a esterilização do tanque no tempo que o contador C1 estiver trabalhando.

O set point de 120°C ativará também a memória F4 que é responsável por desligar a eletroválvula EV2, além disso um temporizador T2 de 60 segundos será acionado a todo instante que a temperatura esteja em 120°C ou mais. Se a temperatura permanecer acima dos 120°C por mais de 60 segundos o sistema ativará um alarme AL que setará a memória F5. Esta memória, por sua vez, interromperá a esterilização desligando as eletroválvulas EV1, EV2, EV5, EV6, EV12, EV13, EV14, EV15 e EV16. Além disso, a memória F5 realizará a abertura das eletroválvulas EV3 e EV7 que drenam o sistema com a entrada de água potável por EV3 e escoará para o dreno pela EV7.

Com o sistema interrompido, assim que a temperatura atingir 40°C o sistema inicia o processo de resfriamento ligando a memória F6. Este, por sua vez, aciona o

temporizador T3 de 3 segundos que setará, com seu contato normalmente aberto, a memória F7 que aciona a memória F8.

A memória F8 realizará a abertura da eletroválvula EV4 e a memória F6 aciona EV8. A eletroválvula EV4 irá deixar a água gelada entrar na camisa do tanque para concluir o resfriamento e a EV8 é o ponto de escoamento desta água.

No diagrama foi previsto a inclusão de uma botoeira de emergência EM, para interromper totalmente o sistema em caso de necessidade.

ESTERILIZAÇÃO COM TANQUE CHEIO

O sistema de esterilização com tanque cheio tem seu início assim que o sensor do biorreator de produção de vacina avisa o CLP que está no momento de transferir a vacina para o tanque. Isso é realizado abrindo-se a EV17, assim que o sensor de nível alto do tanque (SNAT) for sensibilizado indicando nível máximo de vacina no tanque, a EV17 é fechada e energizada a bobina do contator auxiliar K1. Este contator K1, aciona o motor de agitação do tanque e também irá acionar as eletroválvulas EV2 e EV6, EV15 e EV16 que iniciam o processo de esterilização.

Assim que a temperatura atingir 90°C o temporizador T4 de 3 segundos é ativado. Este temporizador irá acionar a memória F9 que por sua vez irá acionar a memória F10. Quando atingir-se a temperatura de 120°C, o temporizador T5 de 3 segundos é energizado e este, após o tempo, acionará a memória F11 que ativará F12.

Esses dois temporizadores anteriores serão energizados pelas respectivas memórias F10 para o T4 e F12 para T5, assim irão garantir que as eletroválvulas EV2, EV5, EV15 e EV16 fiquem pulsando, abrindo e fechando, para manter a pressão e a esterilização possa ser realizada.

Com o set point em 120°C o temporizador T6 de 60 segundos é ativado e o contador C2 de 60 segundos também. Este temporizador T6 possui função semelhante ao T2 pois ele irá permanecer energizado sempre que a temperatura for maior que 120°C. Essa função é uma segurança ao sistema. Passados 60 segundos e o sistema não baixar a temperatura, o contato normalmente aberto de T6 aciona o alarme AL que por sua vez aciona a memória F13 desligando todas as linhas do diagrama referente a esterilização com o tanque cheio.

Esta memória F13 aciona também as eletroválvulas EV3 e EV7. A eletroválvula EV3 abre a entrada de água potável para resfriamento e a EV7 abre para que a água seja escoada para o dreno.

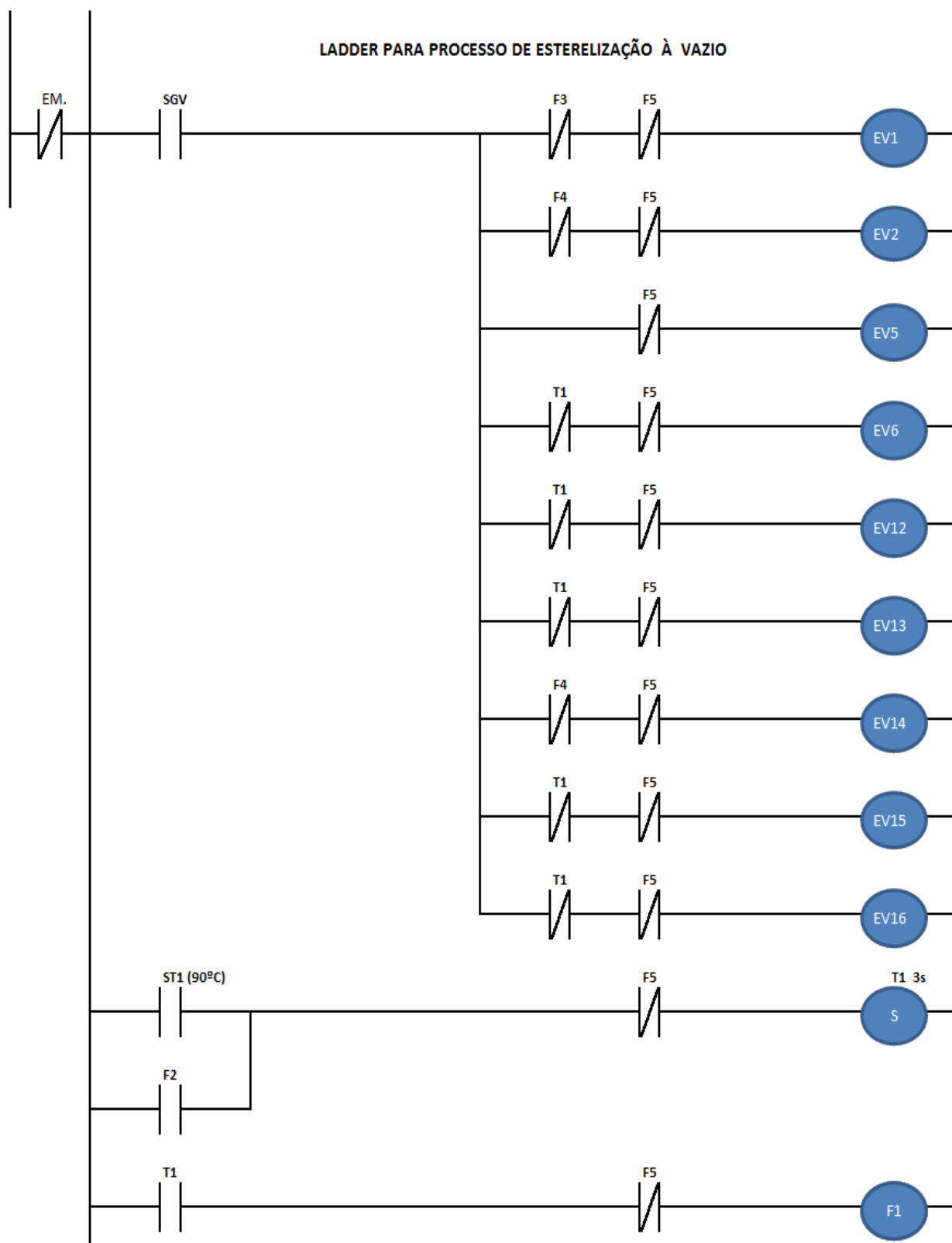
O procedimento de resfriamento é igual ao processo para o tanque vazio. Assim que o set point marcar 40°C a memória F14 é acionada e liga-se o temporizador T7 de 3 segundos. O contato aberto de T7, após o tempo, sensibiliza a memória F15 que irá acionar F16. A memória F16 terá a função de abrir a eletroválvula EV4, EV14 e EV8, onde estas serão responsáveis por finalizar o resfriamento e assim abrir a EV4 para a passagem de água gelada e a EV8 abrirá deixando a água ir para o dreno.

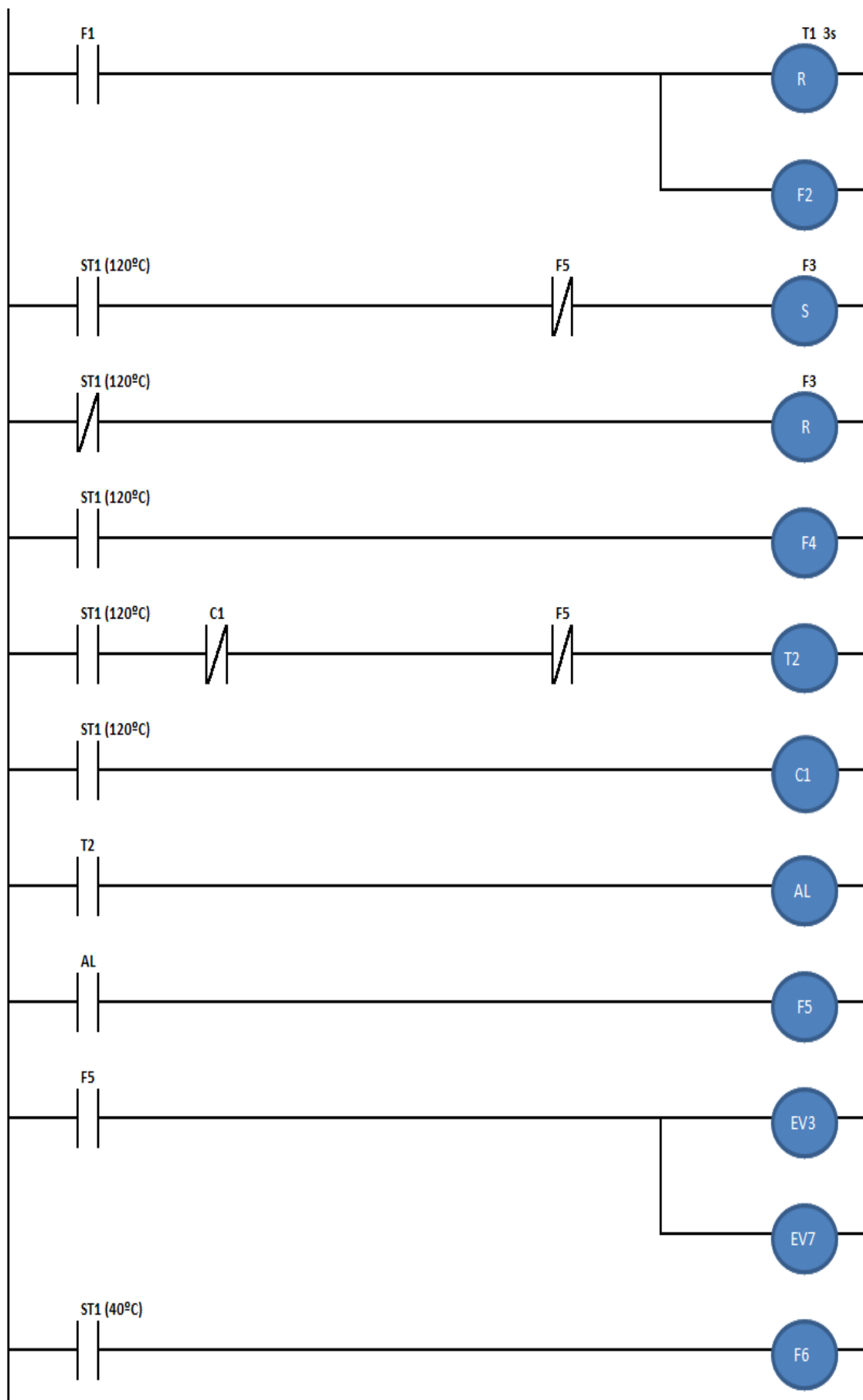
TRANSFERÊNCIA PARA O ENVASE

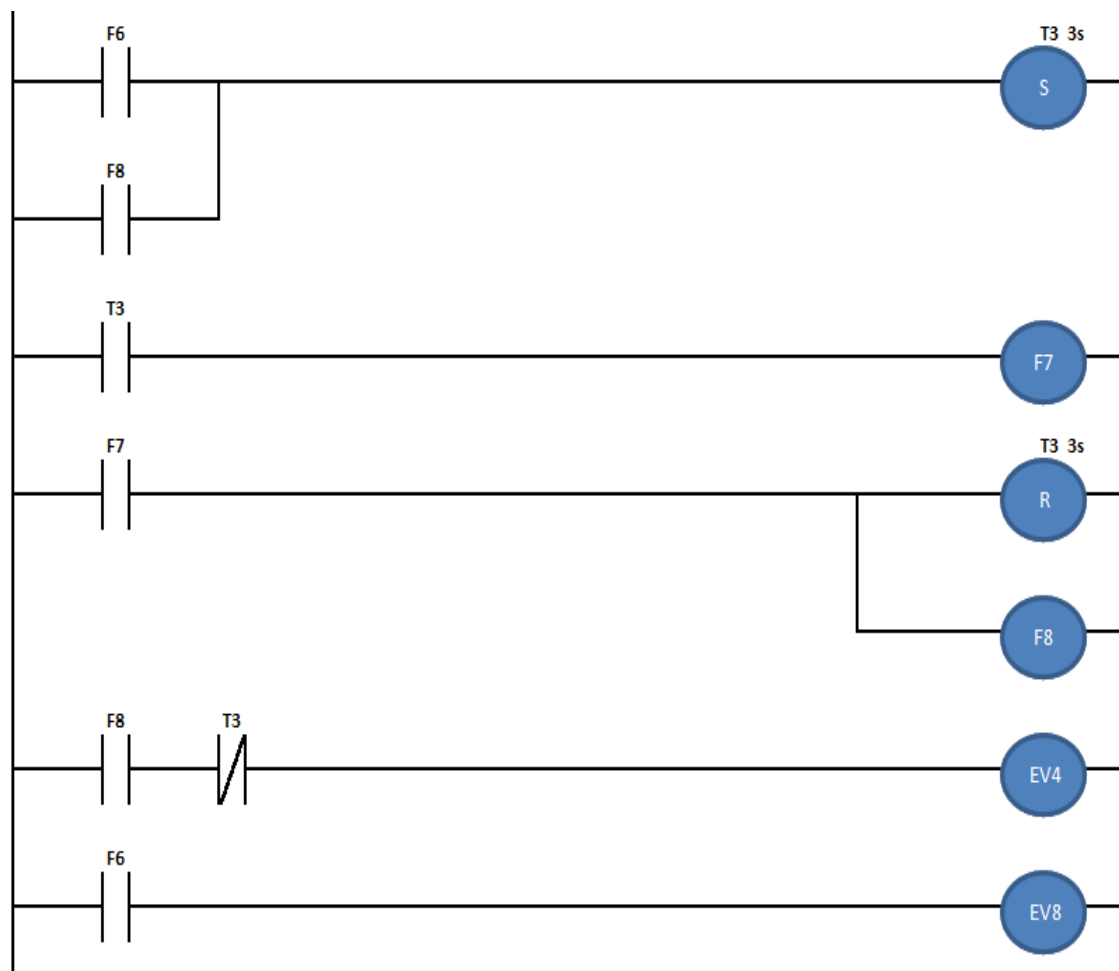
Com o sensor de nível alto (SNAT) do tanque de formulação e o sensor de nível baixo do tanque pulmão (SBTP) acionados é sensibilizado a memória F17 que será responsável por abrir as eletroválvulas EV5 e EV9 e energizar a bobina do K2 que acionará a bomba peristáltica que realizará a transferência da vacina para o tanque pulmão.

Assim que o sensor de nível alto do tanque pulmão (SATP) for sensibilizado indicando que o tanque está cheio, a memória F18 será acionada e esta fechará as eletroválvulas EV5, EV9 e K2 da bomba peristáltica finalizando o processo.

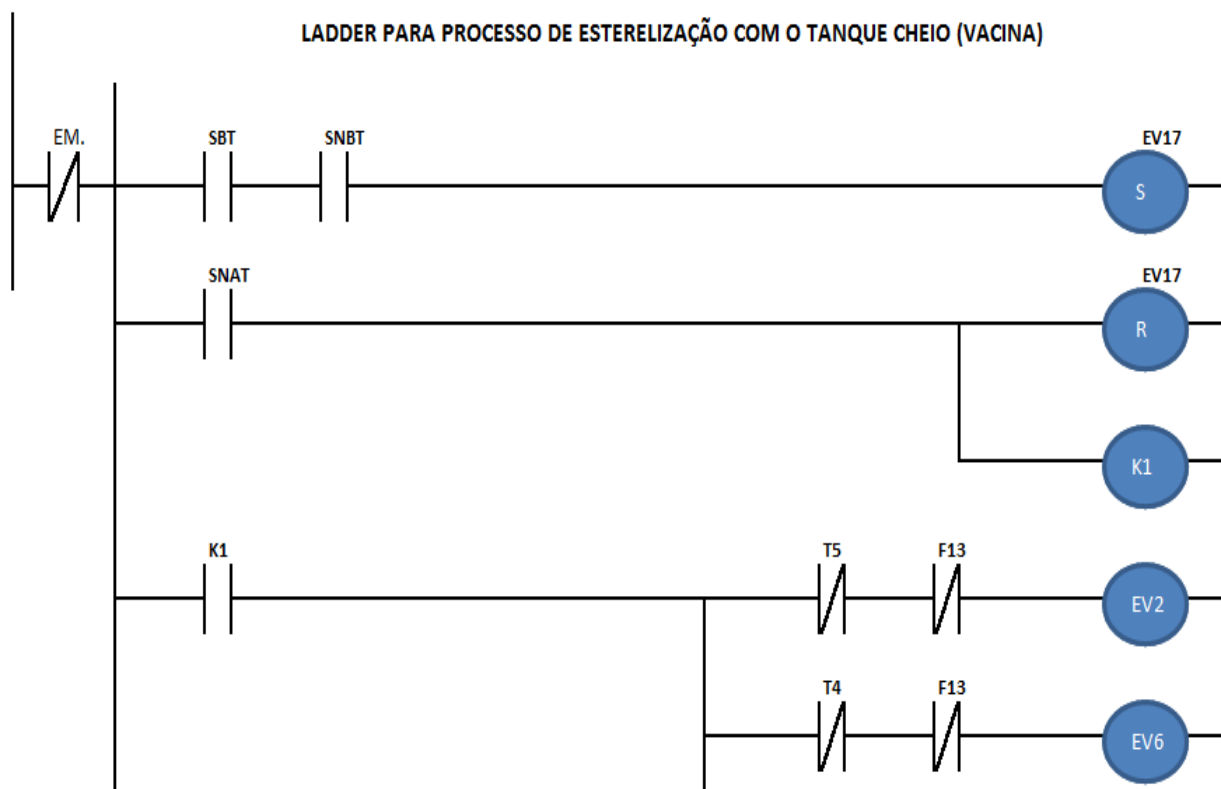
LADDER PARA PROCESSO DE ESTERELIZAÇÃO À VAZIO

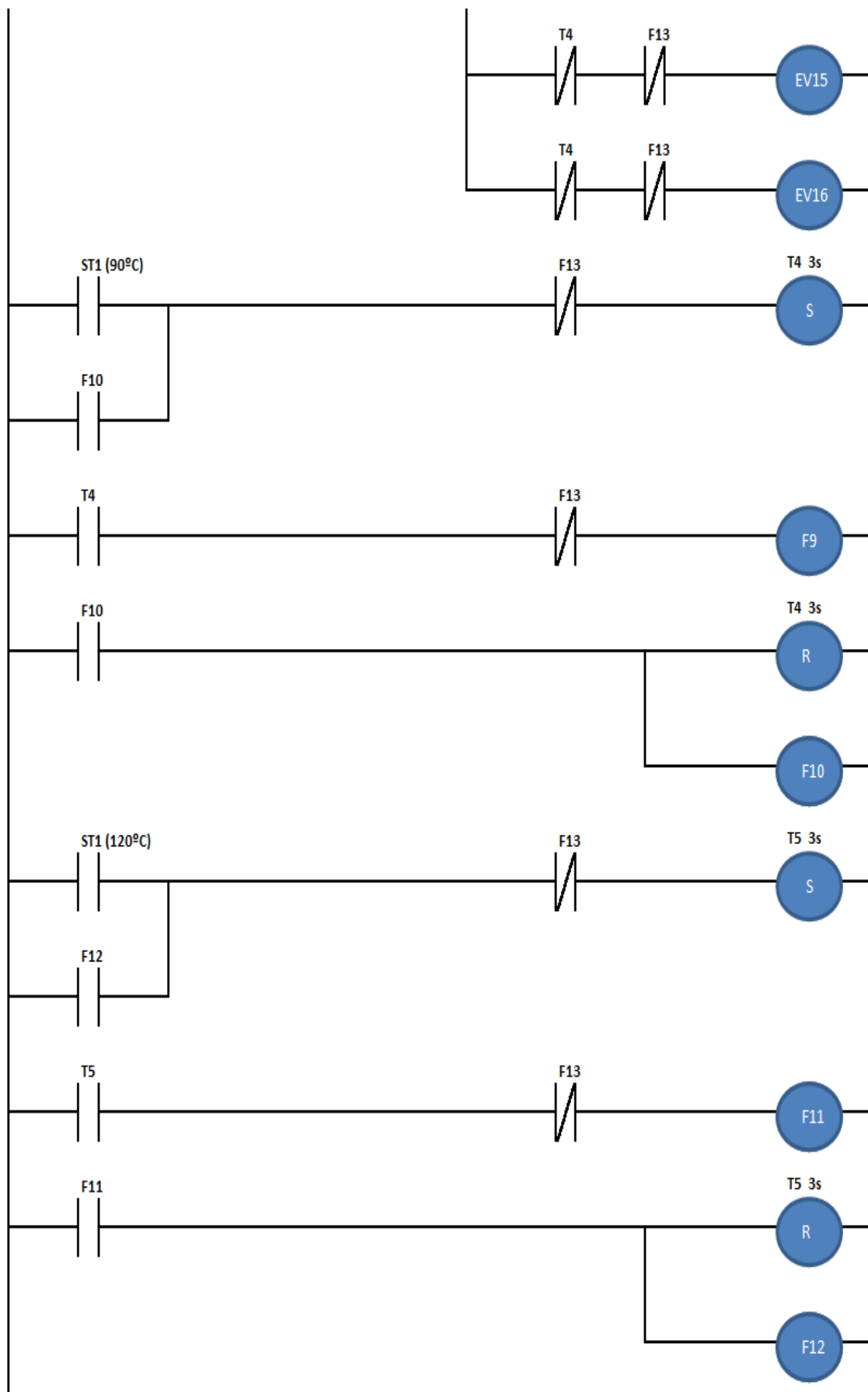


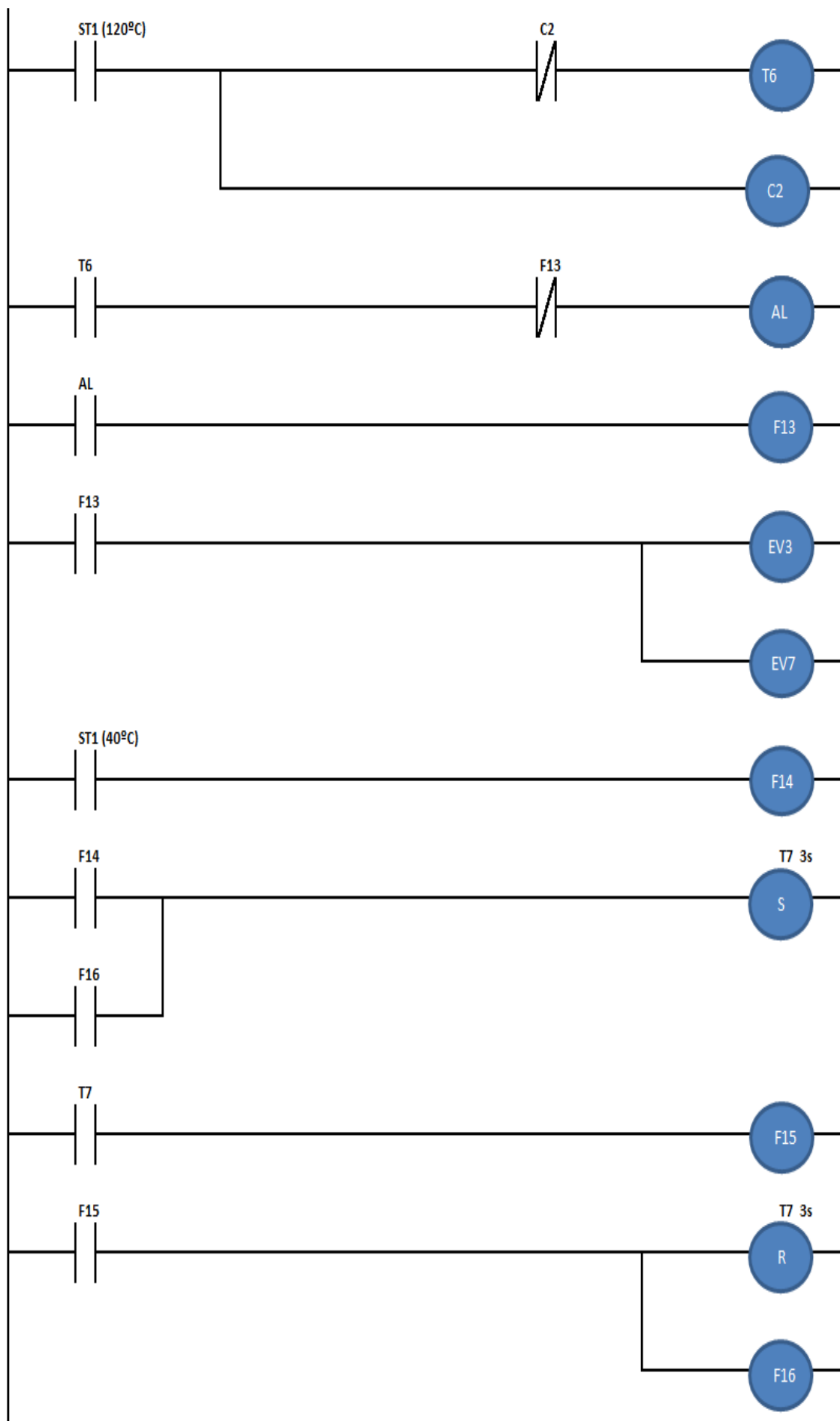




LADDER PARA PROCESSO DE ESTERELIZAÇÃO COM O TANQUE CHEIO (VACINA)







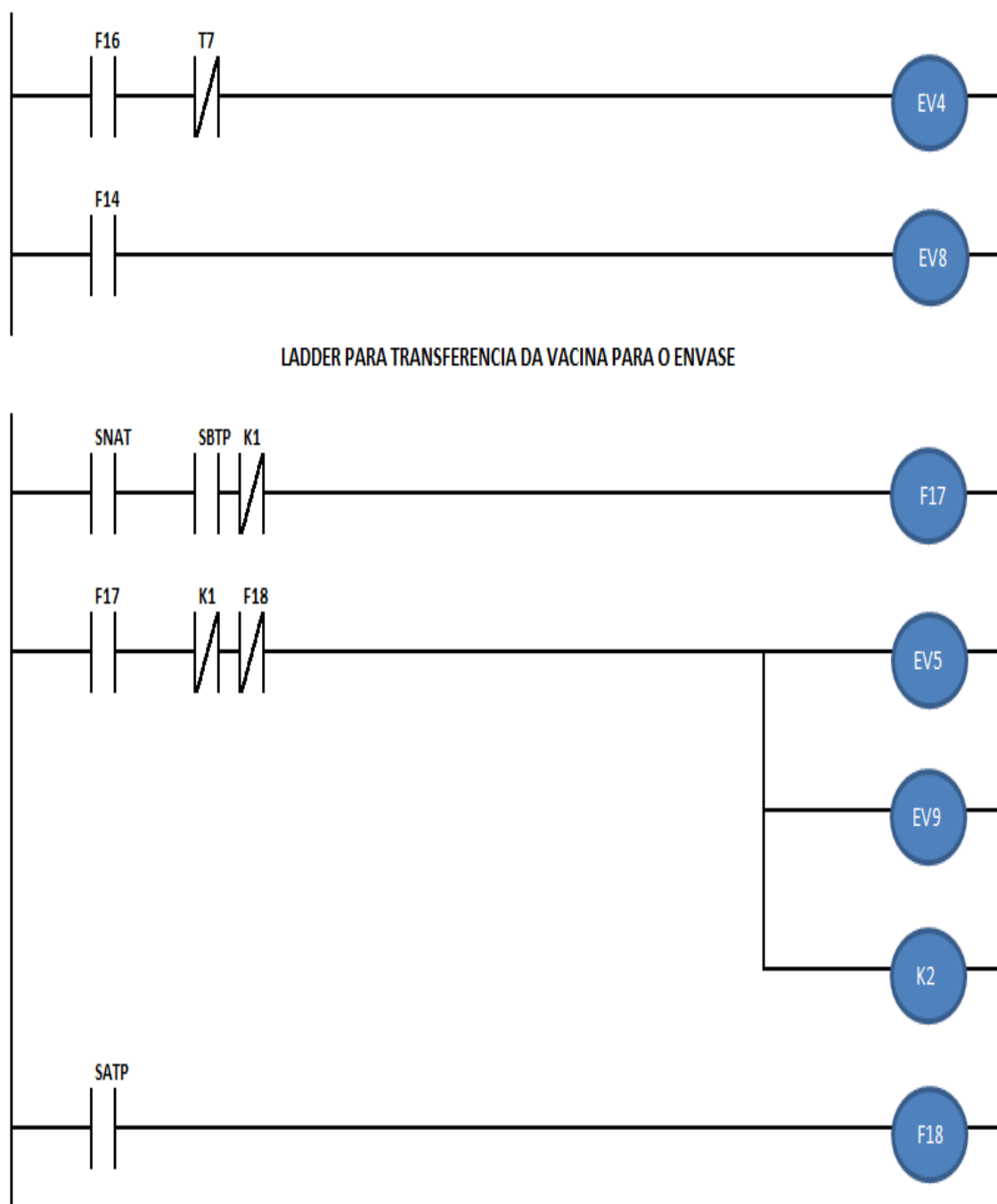


Figura 16 – Diagrama *Ladder*
Fonte – Autoria Própria

3.4 PROGRAMA SUPERVISÓRIO

Para desenvolvimento do programa supervisório foi utilizado o *software* “Eclipse SCADA” em versão de demonstração. Ao iniciar o supervisório, aparecerá uma tela inicial, vista na Figura 17, onde são encontrados os seguintes botões: Login, Manut (Manutenção) e Entrar no Sistema.

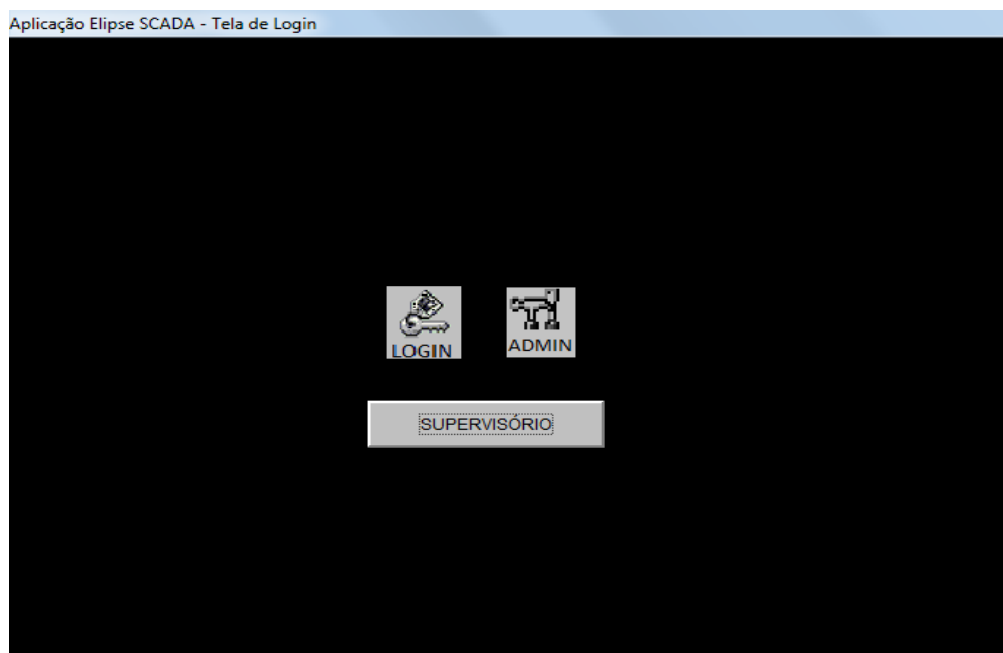


Figura 17 - Tela Inicial
Fonte – Autoria Própria

Na tela de entrada do supervisório só é possível entrar no ícone “Login”, pois as outras duas opções só serão habilitadas a partir da senha e usuário corretos, logado pelo operador ou a pessoa que tiver acesso.

Clicando no botão “Login”, abrirá uma janela, observada na Figura 18, onde será solicitado o nome do usuário e a senha.

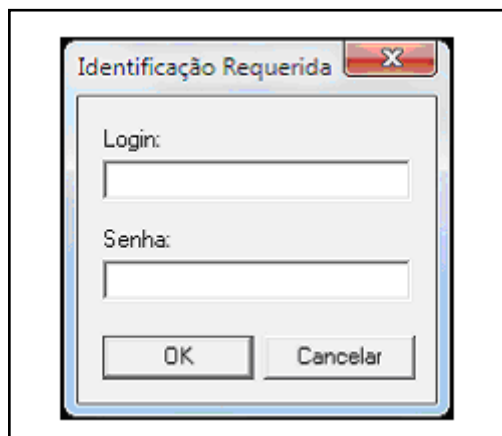


Figura 18 - Janela de Identificação do Usuário
Fonte – Autoria Própria

O ícone “Manut”, só senha administrador terá acesso, senhas padrões de acesso não tem essa possibilidade. Ao selecionar o botão “Manut”, aparecerá uma janela onde é possível incluir novos usuários e definir níveis de acesso ao sistema, isso pode ser verificado na Figura 19.

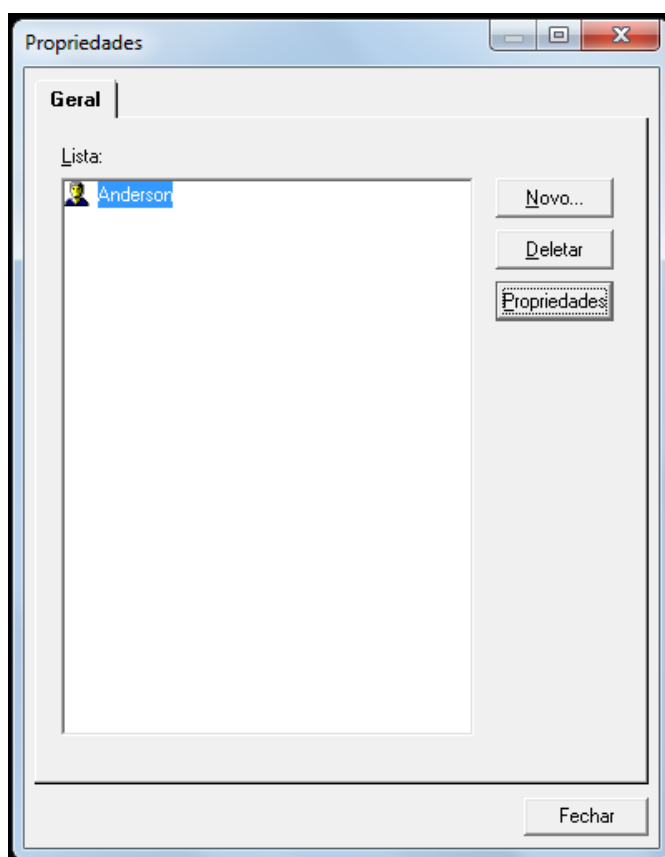
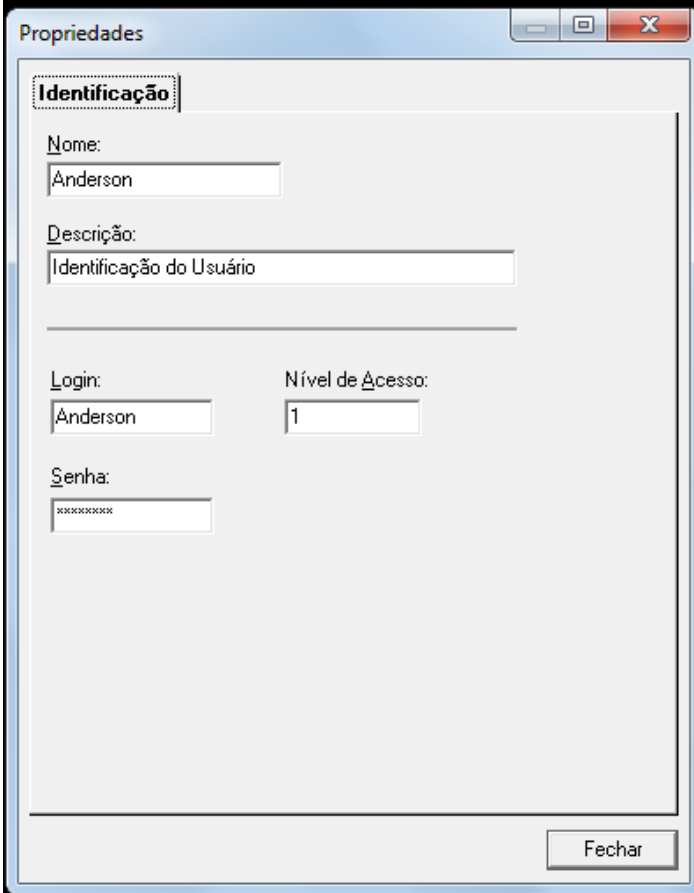


Figura 19 – Gerenciamento dos usuários cadastrados
Fonte – Autoria Própria

No ícone NOVO é possível incluir um novo usuário, no DELETAR é possível excluir um usuário já cadastrado e no ícone PROPRIEDADES é possível definir a senha e nível de acesso ao usuário, conforme mostra a Figura 20.



A imagem mostra uma janela de software intitulada "Propriedades". No topo, há uma aba selecionada com o rótulo "Identificação". Abaixo, há um formulário com os seguintes campos:

- Nome:** Um campo de texto contendo "Anderson".
- Descrição:** Um campo de texto contendo "Identificação do Usuário".
- Login:** Um campo de texto contendo "Anderson".
- Nível de Acesso:** Um campo de texto contendo "1".
- Senha:** Um campo de texto com caracteres mascarados por "XXXXXXXX".

Na parte inferior direita da janela, há um botão rotulado "Fechar".

Figura 20 - Gerenciamento de Usuários do Sistema
Fonte - PRÓPRIA

Após o usuário colocar "Login e senha" é possível entrar na opção "Entrar no Sistema" onde aparecerá a tela principal do supervisor. Nesta tela é possível acompanhar todo o processo que o tanque de formulação passará, podendo ser monitorado as eletroválvulas, entrada de utilidades no tanque e a bomba peristáltica quando estiver em funcionamento.

Ainda dentro da tela principal, encontram-se quatro botões, são eles: "Liga", "Desliga", "Alarmes" e "Relatório".

Os botões "Liga" e "Desliga" são responsáveis, respectivamente, por ligar e desligar remotamente o processo do tanque de formulação, onde é possível desligá-

lo em qualquer parte do processo e ligá-lo a qualquer momento. Ao clicar no botão “Alarmes”, abrirá uma tela vista na Figura 22, onde se verificam os eventos de alarmes do sistema, caso tenha algum dispositivo não funcionando ou erro no processo de esterilização. O último botão, “Relatório”, redirecionará o usuário para uma tela onde é possível selecionar um período desejado e imprimir ou salvar os eventos de alarmes, como pode ser verificado na Figura 23.

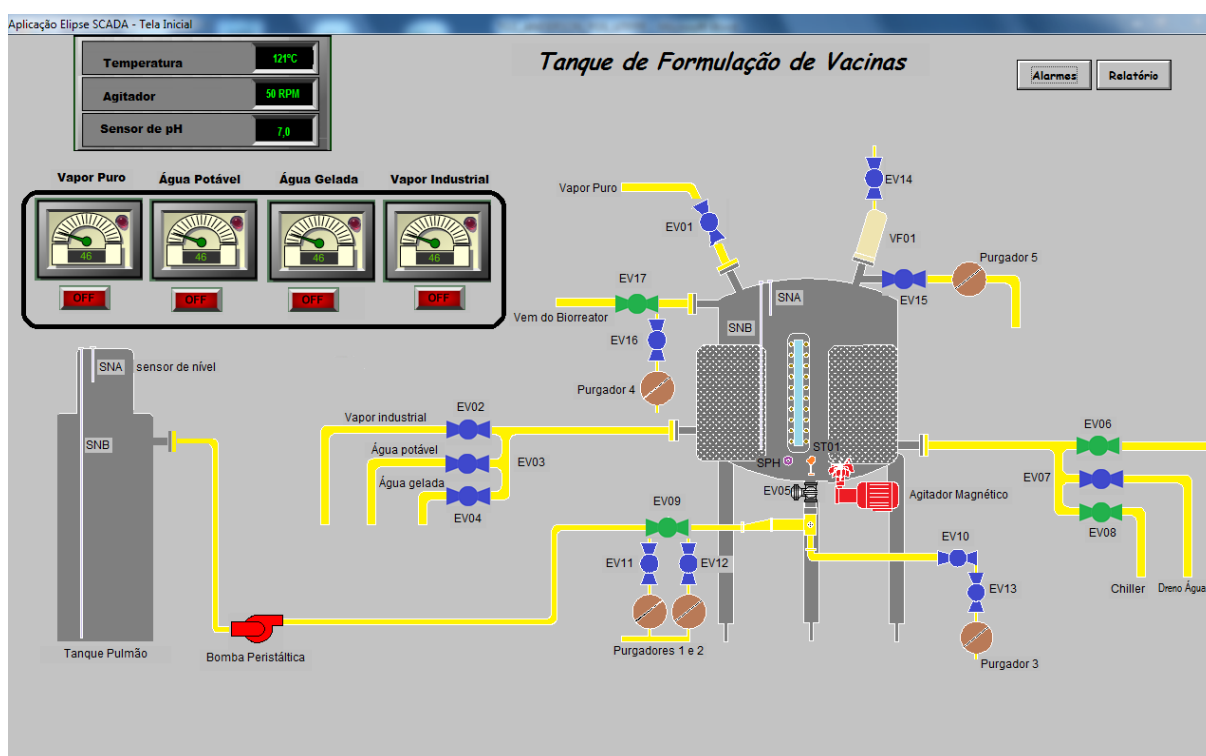


Figura 21 - Tela Principal
Fonte - Autoria Própria

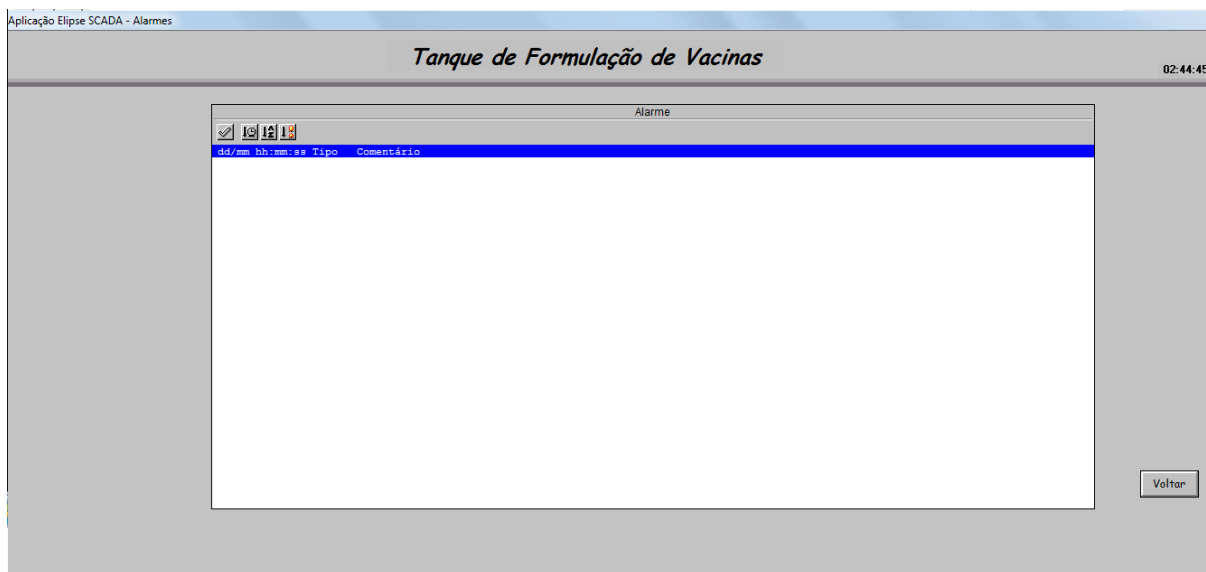


Figura 22 - Tela de Alarmes
Fonte - Autoria Própria

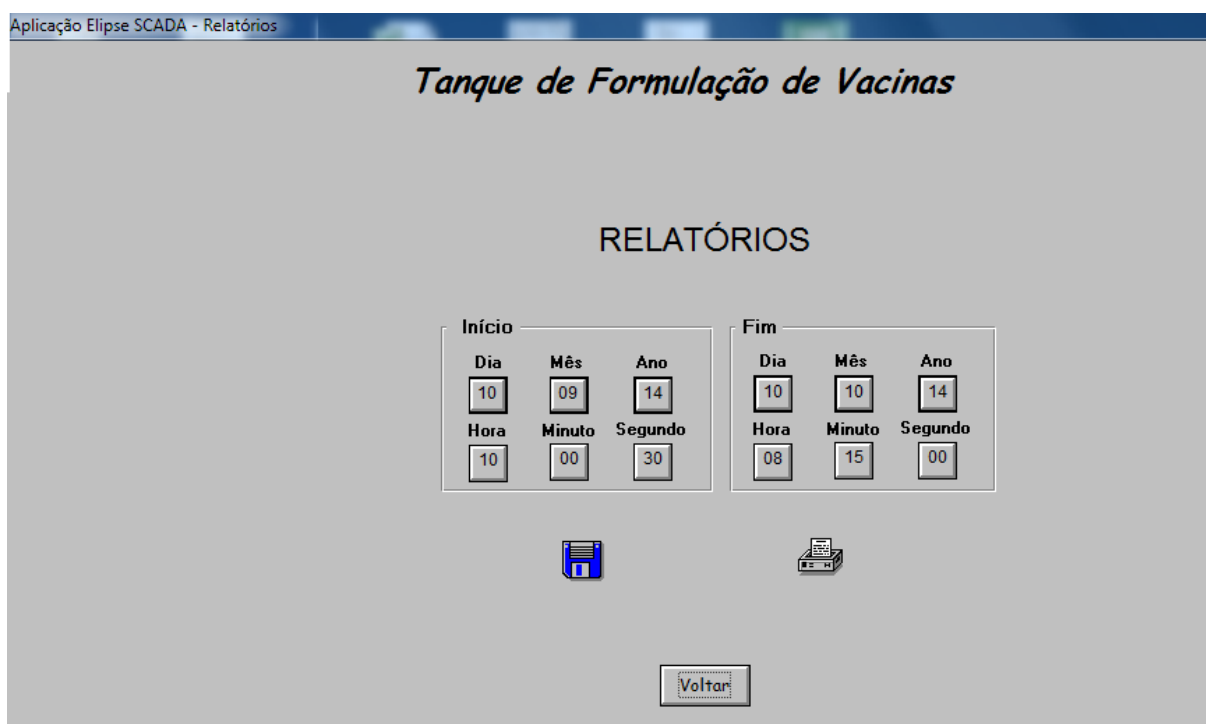


Figura 23 - Tela de Relatórios
Fonte – Autoria Própria

3.4.1 Drive de Comunicação Software / CLP

As Características abaixo são as do *drive* utilizado para fazer a comunicação entre o *software* Elipse Scada com o CLP (ELIPSE/DRIVE COMUNICAÇÃO, 2014).

Profibus DP (ELIPSE/DRIVE COMUNICAÇÃO, 2014)

Arquivo: DP_32.DLL

Fabricante: Siemens, etc.

Equipamentos: Diversos

Release: 18/08/1999

Este driver permite a comunicação entre o *Software* Elipse Windows e qualquer equipamento que use o protocolo Profibus-DP, usando-se para isto a placa CP-5412-A2 fabricada pela Siemens instalada no Computador. O *Software* da placa 5412-A2 deve ser instalado também para que a comunicação funcione (ELIPSE/DRIVE COMUNICAÇÃO, 2014)

Parâmetros (p) de comunicação do Driver (ELIPSE/DRIVE COMUNICAÇÃO, 2014):

p1 - Número da placa 5412-A2 (1,2,3 ou 4)

p2 - ACCESS TYPE (veja tabela)

p3 - Número do primeiro SLAVE (SLAVE-1) (0-125)

p4 - Número do último SLAVE (SLAVE-2) (0-125)

Obs: Somente os SLAVES entre SLAVE-1 e SLAVE-2 serão ativados.

Tabela:

p2=0 DPN_SYS_CENTRAL and DPN_ROLE_CENTRAL

p2=1 DPN_SYS_CENTRAL and DPN_ROLE_NOT_CENTRAL

p2=2 DPN_SYS_NOT_CENTRAL and DPN_ROLE_CENTRAL

p2=3 DPN_SYS_NOT_CENTRAL and DPN_ROLE_NOT_CENTRAL

Parâmetros (n) de endereçamento para Tags tipo BLOCO (ELIPSE/DRIVE COMUNICAÇÃO, 2014):

n1 - Número do SLAVE

n2 - Tipo da variável (WORD=0, BYTE=1)

n3 - Não usado

n4 - Não usado

4 CONCLUSÕES

Abrangendo a área da automação, programação de CLP, *softwares* supervisórios, foram encontrados inúmeras dificuldades em cada etapa deste trabalho. À medida que elas eram superadas proporcionavam aumento no conhecimento, o qual foi indispensável para atingir os objetivos propostos no início do trabalho.

A proposta de automação do tanque de formulação de vacinas projetado, atenderá os requisitos de qualidade na produção de vacinas. O sistema de armazenamento, distribuição e circulação, do tanque deverá ser construído em aço inox AISI 316L, material inerte garantido assim a qualidade, utilizado nas indústrias farmacêuticas.

Os materiais escolhidos, como agitador magnético, eletroválvulas, sensores entre outros, foram escolhidos especialmente para utilização em áreas de classificação limpas com limites de contaminação microbiológica, e baseados no regulamento técnico das Boas Práticas para a Fabricação de Medicamentos.

O CLP por se tratar de uma lógica de controle relativamente simples, foi escolhido o controlador modelo SIMATIC S7200, da fabricante Siemens, onde foi desenvolvido o diagrama *ladder* para o controle do sistema. Este controlador apresenta excelente custo benefício para o sistema proposto, além de proporcionar grande facilidade de comunicação.

Para a proposta de um supervisório foi escolhido o Elipse SCADA, por ser um *software* muito utilizado hoje em dia nas empresas para controle de processo. Foram desenvolvidas telas gráficas amigáveis que possibilitam ao usuário do sistema a visualização do funcionamento das eletroválvulas e monitoramento das unidades importantes para o sistema, além da tela de alarmes e a possibilidade impressão de relatório de funcionamento. Com isso o usuário terá a noção exata de como funcionaria o sistema do tanque.

Dentro deste contexto, percebe-se que a área da automação é muito vasta e que existem inúmeras possibilidades para implementações, controle e supervisão de diversos processos e máquinas das indústrias, principalmente na farmacêutica onde os processos geralmente são muitos específicos e o contato com os operadores pode ser prejudicial ao produto final.

Para o tanque de formulação de vacinas percebe-se que há espaço para implementações futuras e que há possibilidade de aumentar o controle. Sobre o *software* supervisor também existe possibilidades de implementações, como por exemplo, criação de animações, indicações para indicar o fluxo das utilidades e da vacina, maior monitoramento, o que daria mais eficácia ao projeto.

Conclui-se, portanto, que o objetivo geral proposto foi alcançado com sucesso. Teoricamente, o Tanque de formulação de vacinas, proposto tem como principais benefícios: garantia de boa qualidade no produto final, redução na instabilidade do processo, supervisão do processo e entrada das utilidades no tanque, economia de mão-de-obra direta entre outros benefícios.

4.1 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros no tanque de formulação de vacinas percebe-se que há espaço para implementações que dariam uma maior eficácia ao processo, tais como:

- Aumentar o controle das utilidades de entrada no tanque;
- Melhorias no *software*, como criação de animações para indicar exatamente a etapa do processo;
- Maior controle, com a implementação de controle operacional toda pelo *software* de supervisão e controle;
- Comunicação do sistema através da internet, facilitando o acesso aos dados e possibilitando acompanhamento do processo de qualquer lugar;
- Implementação de sistema de alarmes em tempo real, sendo os responsáveis avisados no exato momento da ocorrência da falha.

REFERÊNCIAS

ALFA-LAVAL / **Produtos para indústria farmacêutica/** Catálogo agitador magnético

Disponível em: < <http://www.alfalaval.com/solution-finder/products/mm-magnetic-mixer-ultrapure/Pages/>

Acesso em 04 Set. 2014

ALVES, J. L. L.; **Instrumentação, Controle e Automação de Processos:** 1ª ed. LTC. Rio de Janeiro - RJ, 2005.

ASME BPE-2009; THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS – **BIOPROCESSING EQUIPMENT**, 2009.

Bomba Peristáltica

Disponível em: <<http://www.bombascentrifugas.com.br/bombas-peristalticas> >

Acesso em 10 de setembro de 2014

Bombas Peristáltica

Disponível em: <<http://www.watson-marlow.com.br/index-br.html?id=> >

Acesso em 10 de Setembro de 2014

CLP – Controlador Lógico Programável

Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/ADELSON2013/clp-basico> >

Acesso em 09 de setembro de 2014

CLP – Controlador Lógico Programável

Disponível em < <http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/seguranca-de-maquinas/interfaces-de-seguranca/plc-de-seguranca/logo/pages/logo.aspx>>

Acesso: 09 de setembro de 2014

Disco de Ruptura

Disponível em: <<http://www.mersen.com/Produits.html> >

Acesso em 28 de setembro de 2014

EUROTHERM. **Aplicações Água Purificada.** Disponível em:

<http://www.eurothermltda.com.br/lifesciences/aplicacoes_aguapur.htm>. Acesso em: 20 set. 2014.

FRANCO, L. R. H. R.; VERMAAS, L. L. G. **O Fieldbus** Apostila do curso de Automação e Controle Industrial – Uma Visão Gerencial – Módulo 5. 2008. Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria – FUPAI, Itajubá – MG.

ISPE; **BIOPHARMACEUTICAL MANUFACTURING FACILITIES:** First edition / june, 2004.

MORAES, C.C.; **Engenharia de Automação Industrial:** 1ª ed. LTC. Rio de Janeiro - RJ, 2001.

PORTAL SOROS E VACINAS

Disponível em: < <http://www.vacinas.org.br/vacinas07.htm>>

Acesso em 04 de setembro de 2014

Pressostato e Termostato

Disponível em:

<http://www.danfoss.com/Latin_America_portuguese/Products/Categories/>

Acesso em 06 de julho de 2014

SBCC/ Boas Práticas de Fabricação / Disponível em:
<http://www.sbcc.com.br/revistas_pdf/ed47/20-27-RDC17.pdf> Acesso em 04 de setembro de 2014

Sensores

Disponível em: <http://aquarius.ime.eb.br/~aecc/Automacao/Sensores_Parte_1.pdf>

Acesso em 02 de outubro de 2014

SILVA, A. P.; SALVADOR, M. **O que são sistemas supervisórios?** 20/12/2005.
Disponível em: < http://www.wectrus.com.br/artigos/sist_superv.pdf > Acesso em: 20 de julho de 2014.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E.; **Automação e Controle Discreto:** 1ª ed. Editora Érica. São Paulo - SP, 1999.

Sistema Supervisório

Disponível em: <http://www.elipse.com.br/port/download_drivers.aspx>

Acesso em 02 de Outubro de 2014

Soluções para indústria farmacêutica / utilidades e processamento de líquidos

Disponível em: <<http://www.baumer.com.br/Pharma/Portugues/lisLinhas.php>>

Acesso em 04 de Setembro de 2014

SOUZA, L. E. **Arquiteturas de Sistemas de Automação.** Apostila do curso de Automação e Controle Industrial – Uma Visão Gerencial. 2008. Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria – FUPAI, Itajubá – MG.

Válvulas e equipamentos farmacêuticos

Disponível em: <http://download.gemue.de/details.php?image_id=1428>

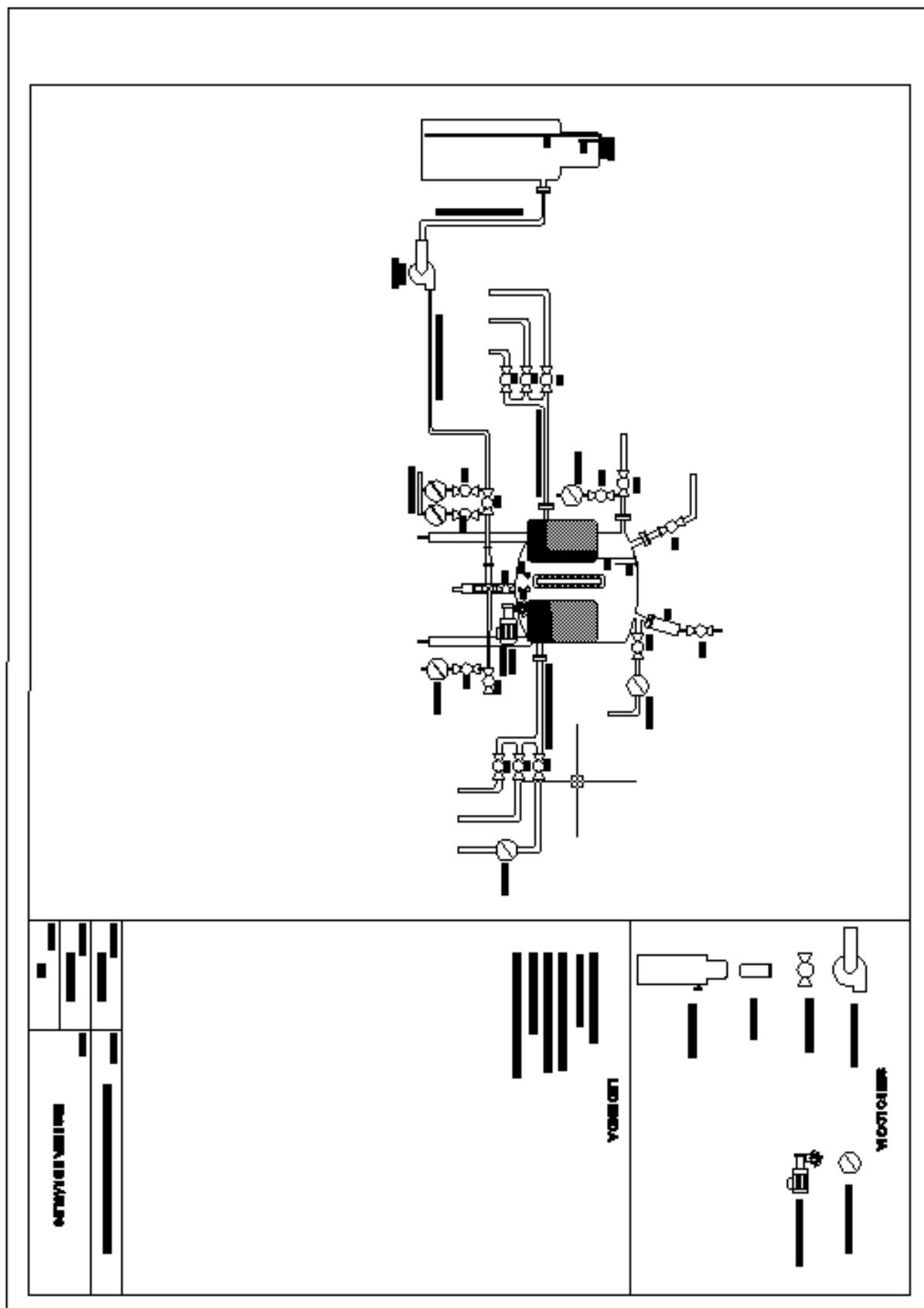
Acesso em 16 de Setembro de 2014

Vapor industrial

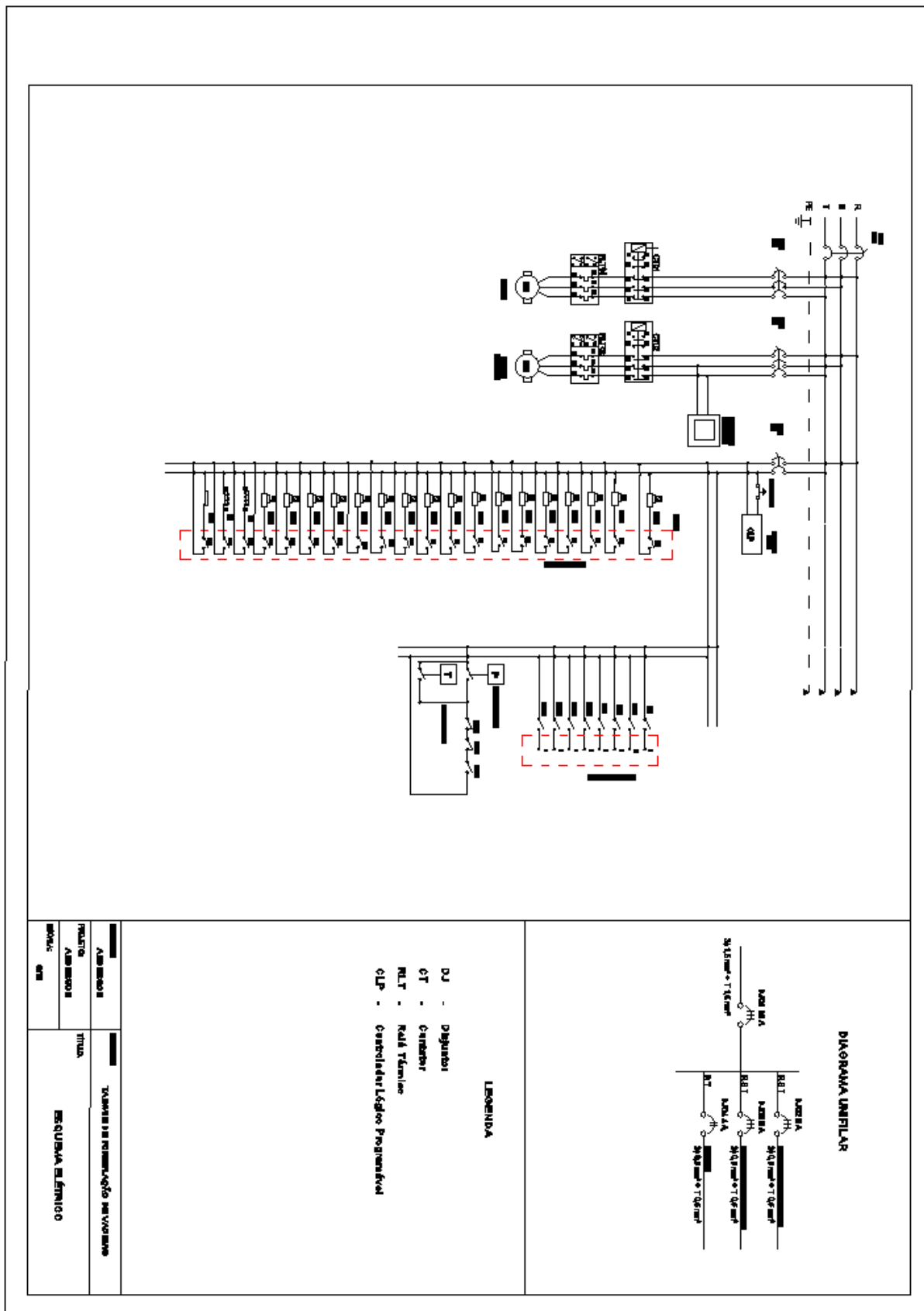
Disponível em: <<http://www.spiraxsarco.com/br/>>

Acesso em 28 de Setembro de 2014

APÊNDICE A – Esquema Hidráulico



APÊNDICE B – Diagrama Elétrico



APÊNDICE C – Lista de Materiais

Lista de Materiais		
Ítem	Quant.	Descrição
01	01	Bomba Peristáltica Padrão Sanitário Marca Watson-Marlow ou similar; Carcaça de proteção da bomba e suportes todos em aço inox AISI 304; Interior da flange de movimentação em aço inox AISI 316L e conexões padrão sanitário tri-clamp; potência de 1,5cv; tensão 220V.
02	07	Eletroválvula Diafragma, Tipo T Diâmetro 25mm, padrão sanitário conexões tri-Clamp, corpo em aço inox AISI 316L com acabamento interno de superfície eletropolido Ra 0,4 µm.
03	10	Eletroválvula tipo 602, marca Gemu Diâmetro 25mm, padrão sanitário, conexões tri-Clamp, corpo em aço inox AISI 316L com acabamento interno de superfície eletropolido Ra 0,4 µm.
04	01	Agitador Magnético marca Alfa-Laval, carcaça de proteção e Certificados de Materiais, EN10204 para todas as partes contato com o produto; potência de 1,5cv modelo MM 434-8/10/12 em aço inoxidável 316L.
05	01	vent-filter com elemento 0,2 micra
06	01	Chave de Nível Multibóia para tanque de 750 litros; 2 pontos de <i>reed-switch</i> ; conexão roscada 2" NPT; corpo em aço inox AISI 316L; capacidade dos contatos: 60W; comprimento da haste: 900mm
07	06	Purgador eletrônico padrão sanitário em aço inoxidável AISI 316.
08	01	Chave de Nível Multibóia para tanque de 750 litros; 2 pontos de <i>reed-switch</i> ; conexão roscada 2" NPT; corpo em aço inox AISI 316L; capacidade dos contatos: 60W; comprimento da haste: 180mm
09	02	Adaptador rosca macho 25x3/4" em CPVC; para conexão soldável.
10	02	Adaptador padrão sanitário em aço inox AISI 316 com rosca macho NPT de 1" e saída para conexão tri-clamp de 1"; com acabamento interno de superfície eletropolido Ra 0,4 µm
11	02	Tanque reservatório construído em aço inox AISI 316L com eletropolimento final com rugosidade (Ra) inferior a 0,6 µm na parte interna; capacidade 750 L; tampa com anel de vedação; conexões e acessórios no padrão sanitário tri-clamp;
12	01	Sensor de temperatura, marca Alfa-Laval modelo TE67G511201630 Span: -20 to 150°C, sensor length: 200 mm, sensor tip ø4 mm.
13	01	Sensor de PH padrão sanitário com cabeçote em aço inoxidável 316L.
14	01	Quadro de comando em aço inoxidável nas dimensões 600x480x230mm e placa de montagem na cor laranja (RAL 2004), montado com todos os componentes descritos no esquema elétrico e CLP.
15	01	Controlador Lógico Programável, SIMATIC S7-200 da marca Siemens.
16	01	Licença de utilização de <i>Software</i> SCADA
17	01	Miscelâneos como cabos, conectores, botoeiras, canaletas plásticas, entre outros
18	01	Termostato tipo UT em aço inoxidável
19	01	Pressostato de segurança tipo RT

Quadro 8– Relação básica de materiais para automação do tanque de formulação de vacinas.
Fonte: Autoria Própria