

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

LUCAS GOULARTE CRUZ
LUIZA CAROLINA MACHADO BROTTTO
MARCELIO TOSHIMI DA SILVA GOTO

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO
DE UM TERMONEBULIZADOR AGRÍCOLA PARA CONTROLE DE
GEADAS EM PLANTAÇÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2017

LUCAS GOULARTE CRUZ
LUIZA CAROLINA MACHADO BROTTTO
MARCELIO TOSHIMI DA SILVA GOTO

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO
DE UM TERMONEBULIZADOR AGRÍCOLA PARA CONTROLE DE
GEADAS EM PLANTAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. MEng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha

Coorientador: Prof. MEng. Joel Gonçalves Pereira

CURITIBA
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

LUCAS GOULARTE CRUZ
LUIZA CAROLINA MACHADO BROTTTO
MARCELIO TOSHIMI DA SILVA GOTO

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE CONTROLE DE UM TERMONEBULIZADOR AGRÍCOLA PARA CONTROLE DE GEADAS EM PLANTAÇÕES

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 31 de maio de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof. M.Sc. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. MEng. Joel Gonçalves Pereira
UTFPR

Prof. Dr. Eng. Paulo Antonio Reaes
UTFPR

Prof. MEng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha
Orientador - UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

Dedicamos este trabalho à Deus, criador de todas as coisas e a nossos familiares e amigos, que com todo o carinho e suporte tornaram tudo possível.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às nossas famílias e amigos por sempre estarem presente e por todo apoio incondicional.

Agradecemos aos professores que nos acompanharam durante essa jornada e que tornaram o caminho em busca do conhecimento muito mais fácil.

Agradecemos ao SIMEPAR e ao IAPAR pelo fornecimento dos dados para estudo prévio.

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por toda estrutura fornecida ao longo desses anos.

RESUMO

CRUZ, Lucas G. BROTTTO, Luiza Carolina M. GOTO, Marcelio T. da S. **Desenvolvimento de sistema de controle automático de um termonebulizador agrícola para controle de geadas em plantações.** 2017. 154f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O fenômeno climático conhecido como geada é um dos fatores que causam a perda de inúmeras safras em regiões como sul e sudeste do Brasil. Como se trata de uma condição climática independente da ação do homem, não podem ser evitadas, mas existem diversas maneiras de se minimizar os efeitos que causam em plantações e cultivos. O presente trabalho tem como finalidade automatizar um dos processos já existentes na prevenção de perda do cultivo por geadas, conhecido como termonebulização. Primeiramente, foram identificadas as motivações e justificativas para a elaboração de um sistema automatizado nesse processo, que se comprovou como um sistema válido, devido ao processo estritamente manual e trabalhoso para o operador que deve fazer toda a verificação climática por si só e ainda ativar o equipamento de termonebulização nas madrugadas de inverno, quando geralmente ocorrem as geadas. Em seguida foi desenvolvido um sistema responsável por monitorar as variáveis envolvidas no processo da ocorrência de uma geada e também no acionamento do equipamento, bem como, um sistema supervisor para o monitoramento de todo o processo. Os resultados obtidos nesse trabalho podem contribuir com a popularização dessa técnica de proteção contra geadas, bem como aprimorar as condições de uso da mesma, fazendo com que o prejuízo causado por perda de alimentos em tais condições climáticas seja minimizado.

Palavras chave: Geada. Termonebulizador. Automação. Plantação.

ABSTRACT

CRUZ, Lucas G. BROTTTO, Luiza Carolina M. GOTO, Marcelio T. da S. **Development of an automatic control system for an agricultural stationary thermal fogger to control frost in plantations.** 2017. 154f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

The climatic phenomenon known as frost causes losses in many plantations in Brazil's south and southern regions. As it is a climatic condition it cannot be avoided, but there are many ways to minimize the effects that it causes in plantations. The current project is about the thermal fogger control, an automation method to avoid the effects caused by frost. At first, the motivation for this automation system was studied. This study has been proven as a good project because all the process is done by the operator who has to do the weather analyses and activate the thermal fogger equipment at winter nights when generally the frosts happen. After that, a system was developed to monitor the weather conditions that cause frost and trigger the machine. Also a supervisor system was developed to monitor the entire process. The study results could help to familiarize people with this equipment and this technique to avoid frost in the winter. Also it could improve the way that the machine is used, so the losses in plantations caused by frost can be minimized by this process.

Keywords: Frost. Automation. Thermal fogger. Plantation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Geada em plantação no Paraná	22
Figura 2 - Gráfico de Belfort de Matos	23
Figura 3 - Termonebulizador estacionário K-3 G.....	28
Figura 4 - Termonebulizador em processo de nebulização.....	28
Figura 5 - Termonebulizador K-2 UBV-T Veicular	29
Figura 6 - Estrutura básica de um CLP	29
Figura 7 - Ciclo de processamento dos CLPs	30
Figura 8 - Sistema de supervisão e controle	31
Figura 9 - Fonte de corrente contínua	33
Figura 10 - Composição do Grafcet	35
Figura 11 - Sensor de Temperatura e Umidade S-THB-M008 Sigma Sensors.....	38
Figura 12 - Sensor de Velocidade do Vento S-WSA-M003 Sigma Sensors.....	38
Figura 13 - Termopar para Alta Temperatura OMEGA	39
Figura 14 - Siemens SIMATIC S7-200	39
Figura 15 - Relé Acoplador Série AA1RF 24V	40
Figura 16 - Bateria Automotiva 12V	41
Figura 17 – Circuito de variáveis climáticas montado	43
Figura 18 – Esquemático do circuito de variáveis climáticas	44
Figura 19 – Circuito de simulação do acionamento do motor	45
Figura 20 - Circuito de controle de acionamentos	45
Figura 21 – Esquemático do circuito de controle de acionamentos	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ocorrência de geadas 2011 a 2016	13
Quadro 2: Temperatura letal de culturas anuais	26
Quadro 3: Temperatura letal de culturas perenes	26
Quadro 4: Relação das tensões com as variáveis monitoradas.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

AMP OP	Amplificador Operacional
CI	Circuito Integrado
CLP	Controlador Lógico Programável
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
G1	Portal de Notícias da Globo
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
LED	Diodo Emissor de Luz (Light Emitting Diode)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento da Europa
PIB	Produto Interno Bruto
RTU	Unidade Terminal Remota (Remote Terminal Units)
SCADA	Controle Supervisório e Aquisição de Dados (Supervisory Control and Data Acquisition)
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivos específicos.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	19
2.2	TERMONEBULIZADOR AGRÍCOLA.....	27
2.2.1	Termonebulizador estacionário K-3 G	27
2.2.2	Termonebulizador e gerador de aerossol veicular K-2 UBV-T	28
2.3	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	29
2.4	SISTEMA SUPERVISÓRIO.....	30
2.5	CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	32
2.5.1	Elementos de circuito	32
2.5.1.1	Fonte de corrente contínua.....	32
2.5.1.2	Resistores e potenciômetros	33
2.5.1.3	Diodos emissores de luz.....	33
2.5.1.4	Amplificadores Operacionais	34
2.5.1.5	Circuito integrado.....	34
2.6	GRAFCET	35
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
3.1	HARDWARE.....	37
3.1.1	Sensor de Temperatura e Umidade S-THB-M008.....	37
3.1.2	Sensor de Velocidade do Vento S-WSA-M003	38
3.1.3	Termopar com Isolamento em Fibra Cerâmica para Alta Temperatura.....	38
3.1.4	CLP Siemens SIMATIC S7-200.....	39
3.1.5	Máquina Termonebulizadora PulsFOG	40
3.1.6	Relés 24V	40
3.1.7	Bateria Automotiva 12V	41
3.2	SOFTWARE	41
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
	APÊNDICE A – MANUAL PARA USO DO SUPERVISÓRIO	57
	APÊNDICE B – SCRIPT SUPERVISÓRIO	68
	APÊNDICE C – GRAFCET	73
	APÊNDICE D - SYMBOL TABLE CLP.....	74
	APÊNDICE E – PROGRAMA CLP	75
	ANEXO A – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO E RELAÇÃO DE COMPONENTES CIRCUITO SIMULAÇÃO ACIONAMENTO DO MOTOR.....	114
	ANEXO B – DADOS TÉCNICOS TERMONEBULIZADOR K-3 G	115
	ANEXO C – MANUAL DE INSTRUÇÕES TERMONEBULIZADOR K-3 G.....	116
	ANEXO D – DADOS TÉCNICOS TERMONEBULIZADOR PULSFOG K-2 UBV-T VEICULAR	135
	ANEXO E – MANUAL DE INSTRUÇÕES PARA TERMONEBULIZADOR K-2 UBV- T VEICULAR.....	136
	ANEXO F – MANUAL PULSFOG PREPARAÇÃO DE CALDAS PARA COMBATE A GEADA.....	153

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é considerada como uma das atividades mais antigas realizadas pelo homem. Estima-se que seu surgimento ocorreu há cerca de 12 mil anos nas comunidades neolíticas e foi responsável por grandes mudanças no estilo de vida dos homens pré-históricos. Grupos nômades passaram então a se estabelecer em locais de terras férteis devido às disponibilidades regulares de alimentos. Gradativamente a agricultura foi disseminada por todo o mundo, surgiram novas técnicas de plantio e colheita, novos maquinários e uma vasta gama de produtos, evoluindo da agricultura familiar a uma importante atividade econômica (MAZOYER; ROUDART, 2009).

Economicamente, as atividades desempenhadas pelo homem são divididas em três grandes setores, são eles: o setor primário que conta com atividades como agricultura, pecuária e extrativismo; o setor secundário que é ligado à indústria e o setor terciário, associado ao comércio e a prestação de serviços.

A agricultura é uma das atividades econômicas mais importantes do Brasil. Sua representação divide-se em dois sistemas agrícolas: a agricultura familiar e a agricultura empresarial. A agricultura familiar, direcionada mais para o mercado interno, é responsável por 70% do feijão, 58% do leite e 38% do café consumido no país. Já a agricultura empresarial, ou agronegócio, é mais concentrada em culturas voltadas à exportação, ocupando cerca de 75,7% das áreas agrícolas. As principais culturas da produção agrícola brasileira são a soja, a cana-de-açúcar e o milho, os quais, juntos, representaram, em 2007, 50,7% do valor total de produção agrícola no Brasil, ocupando 67% da área plantada no país (IBGE, 2006).

Segundo divulgado pelo G1 – Portal de Notícias da Globo (2015), as projeções realizadas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento da Europa (OCDE) e pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) apontam o Brasil como o maior exportador agrícola mundial em 2024.

O agronegócio, foi estimado como sendo o responsável por 22% do Produto Interno Bruto (PIB) total da economia brasileira, cerca de R\$ 1,1 trilhão, conforme projeção divulgada pelo Ministério da Agricultura (2014). Neste montante, as

atividades agrícolas são responsáveis por 70% do valor produzido no ano, enquanto as pecuárias são responsáveis por 30%.

Os estados localizados no sul e sudeste do país, destacando-se Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, enfrentam grandes dificuldades no desenvolvimento de atividades agrícolas, por conta da variação climática típica da região, onde é comum a presença de invernos rigorosos e geadas. Tal variação é um grande problema quando se trata do cultivo, pois as plantações são sensíveis a baixas temperaturas. Os principais cultivos encontrados nas regiões sul e sudeste são o de soja, milho, trigo, feijão, arroz e café (SCHNEEBERGER; FARAGO, 2003).

A ocorrência de geada no Brasil é um fenômeno frequente nas latitudes acima do paralelo 19°S, atingindo os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

A Agência de Notícias do Paraná (2016) divulgou que as geadas são apontadas como grandes responsáveis pela perda de safras. Por se tratarem de condições climáticas alheias ao envolvimento do homem não podem ser evitadas, mas com o correto monitoramento de sua ocorrência é possível utilizar meios que minimizem e amenizem os danos que causam as plantações.

Ao longo do tempo foram desenvolvidas inúmeras técnicas de controle aos danos às culturas agrícolas, entre essas técnicas esta a utilização de estufas que envolvem a plantação, o que acaba sendo inviável no caso de grandes plantações.

Grimm (1999) afirma que um dos métodos de prever a ocorrência das geadas é observar a ausência de nuvens no céu em dias frios. As nuvens servem como uma camada de proteção e na sua presença ocorre à retenção do calor na superfície terrestre. Já em um dia sem nuvens o efeito estufa é mínimo e o calor proveniente do sol “escapa” para a atmosfera rapidamente ao final do dia, causando uma mudança brusca de temperatura e conseqüentemente as geadas.

Com base neste princípio criou-se o termonebulizador agrícola. O aparelho é responsável por liberar uma neblina artificial composta de água e óleo mineral, proporcionalmente com valores equivalentes a 30% de água e 70% de óleo mineral, que se espalha sobre a plantação atingindo áreas de até 160 ha em 4 horas. O método em si mostrou-se muito eficiente como um meio direto de combate aos

efeitos da geada, porém, seu uso requer monitoramento constante de temperatura e umidade do ar por parte de um operador. Tal monitoramento, no entanto, requer horas de observação (PULSFOG, 1985).

Para exemplificar a dificuldade de monitoramento por parte de um operador foi feita a análise do Quadro 1.

ANO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAIS
Nº DE CASOS	27	17	10	14	2	19	89
MÊS							
Março		2					2
Abril						2	2
Maio	6	1	3			1	11
Junho	9	5		3	2	6	25
Julho	6	7	4	6		4	27
Agosto	5		3	5		4	17
Setembro	1	2				2	5

Quadro 1: Ocorrência de geadas 2011 a 2016

FONTE: IAPAR (2017).

É possível observar através da análise que a ocorrência das geadas não segue um padrão específico. Embora os meses de junho e julho sejam os meses com maior número de ocorrências, isso não significa que haverá geada. É notável que nos anos de 2013 para o mês de junho e 2015 para o mês de julho não foram registrados casos. Tal dificuldade na obtenção de um padrão temporal de ocorrências implicaria com que o operador tivesse que ficar em campo no período das 18h as 6h, que é quando costumam acontecer as geadas, todos os dias entre os meses de Março a Setembro, sem a garantia de que ocorreria algum evento.

1.1 PROBLEMA

No Brasil, as baixas temperaturas afetam a produção agrícola, principalmente nas regiões sul e sudeste do país, regiões estas que, tendem a ter temperaturas mais baixas no inverno que os demais estados. Apesar de existirem diversas técnicas e métodos para assegurar o cultivo em temperaturas baixas, a garantia de êxito do processo não é certa. Fatores como a queda repentina de temperatura e a execução manual do trabalho para o combate à geada, muitas vezes as tornam ineficazes.

Um dos métodos de combate à morte das plantações pela geada é o uso do termonebulizador agrícola, que cria uma neblina artificial composta de água e óleo mineral e impede o calor da terra de se propagar para a atmosfera em dias em que não há nuvens no céu. Contudo, a monitoração constante da temperatura ambiente e da umidade do ar na região faz com que o próprio operador tenha que decidir o momento certo para ativar o equipamento.

Devido as condições manuais e visuais do processo, a probabilidade de assegurar as condições ideais do cultivo diante de um fenômeno climático deste porte torna-se muito pequena, podendo causar severos danos na economia, uma vez que nosso país é essencialmente um país do tipo agrário exportador.

As dificuldades encontradas quanto à automação do Termonebulizador, para uma melhor compreensão, foram divididas em três etapas a serem explanadas a seguir.

A primeira apresenta-se como o desenvolvimento de um controle automático por meio de CLP (Controlador Lógico Programável) que receba e monitore os dados lidos através dos sensores de temperatura, velocidade do vento e umidade instalados em campo e que quando detectar as condições ideais para que ocorra a geada, forneça ao termonebulizador o comando necessário para iniciar o processo de nebulização da plantação.

A segunda etapa caracteriza-se como o desenvolvimento de um sistema supervisorio de fácil compreensão do usuário que além de indicar as variáveis monitoradas, a condição da máquina e o processo a ser executado na tela do computador, ainda receba o valor de variáveis específicas a serem fornecidas pelo

utilizador, como tamanho da plantação em hectares e a temperatura letal do cultivo a ser protegido.

Já a terceira etapa refere-se à automação da máquina termonebulizadora onde o modo de partida deverá ser modificado e/ou adaptado. No caso da máquina K-3 G a partida é feita de modo manual e deverá ser adaptada à partida através de compressor, já no caso da máquina K-2 UBV-T a partida automática por controle remoto deve ser adaptada para que possa ser acionada pelo CLP.

1.2 JUSTIFICATIVA

São inúmeros os motivos que evidenciam a oportunidade de desenvolver este tipo de automação, principalmente pensando no fato de que as geadas acarretam grandes perdas e o método de prevenção através do termonebulizador é eficaz, porém pouco difundido e utilizado, por sua dificuldade de execução.

É importante salientar que a ocorrência do fenômeno climático denominado geada não acarreta perdas somente no cultivo de grãos, objeto de estudo do presente trabalho por serem as principais culturas desenvolvidas nas regiões sul e sudeste, mas gera também perdas significativas nas áreas de hortifruti e na produção de bebidas alcoólicas, devido às baixas sofridas nas lavouras de uva e cana de açúcar, em razão da morte das plantas expostas ao frio excessivo. Sendo assim, o projeto a ser desenvolvido beneficiará não só os principais itens produzidos nas regiões sul e sudeste, mas sim atenderá aos requisitos de desenvolvimento de uma vasta gama de produtos do ramo agrícola.

As perdas de safras relacionadas à ocorrência de geadas geram um significativo prejuízo todos os anos. Além do valor financeiro perdido há também um grande desperdício de alimentos, o que deve ao máximo ser evitado nos dias de hoje. Grande parte dos grãos produzidos é utilizado para a alimentação do gado no ramo pecuário, ou seja, as perdas decorrentes deste fenômeno atmosférico acarretam em danos para o agronegócio como um todo.

Algumas notícias apresentam as perdas em valor comercial, o G1 (2016) divulga que devido às geadas em junho deste ano a produção de couve equivalente

a 50 mil pés de verduras em Jundiaí, interior de São Paulo, foi toda comprometida e o prejuízo foi estimado em R\$ 30 mil. Para os hortifrutigranjeiros as perdas foram ainda maiores, o Jornal da Manhã (2016) afirma que as perdas em 60 dias são de até R\$50 mil. Para Romualdo Siuta, produtor de hortaliças e presidente da Associação dos Produtores Hortifrutigranjeiros de Ponta Grossa, a preocupação vai além do prejuízo financeiro. “O que nos preocupa é a alimentação escolar, já que, toda segunda, há a exigência da entrega e as crianças não podem ficar descobertas. Vamos direcionar preferencialmente à alimentação escolar”, diz o produtor. Ainda no ano de 2016 o estado do Paraná apresentou uma perda de quase 50% da sua produção total de feijão, o que fez com que o preço das sacas sofresse grande alta.

No estado de Minas Gerais, em junho de 2015, uma saca de 60 kg de feijão carioca era comercializada a R\$ 160,00, já em junho de 2016 a saca era vendida a um preço de R\$480,00 devido às adversidades climáticas enfrentadas. Além do prejuízo econômico há também o desconforto que os cidadãos passam ao terem que restringir o alimento do prato em consequência dos altos preços que são comercializados (BIGHETTI, 2016).

Como citado anteriormente, o maquinário específico para a proteção da plantação (termonebulizador) já existe, mas seu uso é extremamente incômodo e trabalhoso. As geadas normalmente ocorrem pela madrugada, onde a temperatura é mais baixa, por isso é necessário um elevado número de horas de monitoração da temperatura por um operador. Além disso, a temperatura pode variar em diferentes pontos de uma mesma plantação, o termômetro instalado no ponto mais baixo do terreno garante uma maior segurança na medição e coleta de dados, mas exige que o operador esteja presente no campo em dias de temperaturas muito baixas.

Os resultados provenientes desta pesquisa podem ajudar a popularizar o uso do aparelho ao facilitar sua utilização, alcançando assim um vasto mercado e contribuindo positivamente para a redução no desperdício de alimentos decorrente das interferências climáticas.

A mecatrônica industrial se apresenta como uma forma de melhorar as condições de trabalho, através de soluções inteligentes que substituam parcial ou integralmente o trabalho humano repetitivo e perigoso. Através deste trabalho espera-se demonstrar que a mecatrônica industrial não deve ser restrita a indústria, mas sim pode implantar melhorias em todas as áreas que demandem

aperfeiçoamento, como a agricultura neste caso. A automatização do termonebulizador pode abrir portas para a automatização e desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas empregadas nas áreas agrícolas, pecuárias ou granjeiras.

O presente trabalho caracteriza-se como apropriado para o desenvolvimento do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) pela sua relevância e garantia de uso e aprimoramento dos conhecimentos específicos, tal qual a programação do CLP, o desenvolvimento de sistema supervisorio, automatização da máquina e integração de processos, adquiridos ao longo do curso de Mecatrônica.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho apresenta-se como o desenvolvimento de um sistema de controle automático para o termonebulizador. Esse sistema será responsável pelo monitoramento das variáveis de temperatura, umidade e velocidade do vento e o acionamento do dispositivo, através de um CLP, no momento adequado. Será desenvolvido também um sistema supervisorio para acompanhamento do processo.

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema de controle automático de um termonebulizador agrícola para combate às geadas em plantações, contribuindo positivamente para o cultivo ideal de diferentes culturas agrícolas.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Implementar um controlador do tipo ON-OFF ou Liga/Desliga para uma máquina termonebulizadora;

- b) Realizar a programação do CLP utilizando linguagem Ladder e SFC para o sistema de controle; e
- c) Desenvolver um sistema supervisor para controle, supervisão e inspeção do equipamento em funcionamento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este Capítulo visa estabelecer a fundamentação teórica relacionada aos principais conceitos abordados na presente pesquisa. Para tal finalidade julgou-se necessário tratar os seguintes temas: Condições Climáticas (Seção 2.1), Termonebulizador Agrícola (Seção 2.2), Controlador Lógico Programável (Seção 2.3), Sistema Supervisório (Seção 2.4), Circuitos Elétricos (Seção 2.5) e Grafcet (Seção 2.6).

2.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A geada é um acidente meteorológico (fenômeno atmosférico), que pode provocar a morte de plantas ou de suas partes (folhas, ramos e frutos) pela ocorrência de baixas temperaturas, que ocasionam o congelamento dos tecidos vegetais, podendo ou não haver a formação de gelo sobre as plantas (ERICKSON, 1968).

Para Molion, Ferreira e Meira Filho (1981) o fenômeno climático denominado geada ocorre devido a incidência de temperaturas do ar abaixo de 0°C, causando por vezes a formação de uma fina camada de gelo, nas superfícies expostas. A intensidade da geada é variável, depende basicamente da ocorrência de um, ou dois outros fenômenos: a irrupção de uma massa de ar polar sobre o continente e a perda noturna de energia devido à emissão de radiação infravermelha para o espaço.

Grimm (1999) afirma que o orvalho e a geada são consequências diretas do resfriamento radioativo noturno.

À noite, um objeto sobre a superfície da Terra emite radiação terrestre (infravermelha) para a atmosfera e eventualmente para o espaço, e portanto o objeto se resfria. Ao mesmo tempo, a atmosfera emite radiação terrestre de volta para a Terra, onde uma parte é absorvida pelo objeto, que então se aquece. Numa noite com céu limpo (mínimo “efeito estufa”) e calmo (sem convecção), o objeto emite mais radiação que recebe da atmosfera. Consequentemente, a superfície do objeto torna-se mais fria que o ar adjacente e resfria este ar. Com resfriamento suficiente, o ar adjacente torna-se saturado. Se o ar está acima do ponto de congelamento, o vapor d’água pode condensar-se sobre o objeto como orvalho; se a temperatura

do ar está abaixo da temperatura de congelamento, o vapor d'água pode depositar-se como geada. Note-se que orvalho e geada não são formas de precipitação, porque eles não “caem” das nuvens, mas se desenvolvem no lugar, sobre superfícies expostas. Um fenômeno similar ocorre quando gotículas de água aparecem no lado externo de um copo com água gelada (GRIMM, 1999).

Segundo Molion, Ferreira e Meira Filho (1981) as geadas, quanto às condições de formação, são classificadas em:

- **Geada de radiação:** ocorre em noites sem nuvens, na ausência de vento, quando a temperatura do ar se reduz ao longo da madrugada a valores abaixo de 0 °C, à medida que as plantas e o solo perdem calor e se resfriam, gerando mais ar frio, que, por ser mais denso, acumula-se nas partes baixas do terreno.
- **Geada de massa de ar frio:** também chamada de geada de advecção ou de vento frio. Nesse tipo de geada, as temperaturas caem rapidamente para valores negativos em função da chegada de massa de ar frio proveniente dos pólos. Os ventos frios e constantes ressecam a parte aérea das plantas do lado que recebe esses ventos. Esta geada ocorre mesmo na presença de nuvens, sendo mais rara, porém mais danosa que a geada de radiação.
- **Geada mista:** ocorre quando se verifica a entrada de uma massa de ar polar e há, de forma conjunta, perda de calor do solo e das plantas por radiação. Trata-se de evento raro, porém de efeitos mais danosos que os das geadas de radiação e de massa de ar frio quando de ocorrência isolada.

As geadas também podem ser classificadas quanto ao aspecto visual em geada branca ou geada negra.

- **Geada branca:** na presença de umidade, tanto nas geadas por radiação quanto nas decorrentes de massa de ar frio, quando a temperatura fica abaixo de 0 °C, há a formação de cristais de gelo sobre o solo, plantas e demais superfícies, decorrente da condensação do vapor d'água do ar, seguida de congelamento

- **Geadas negras:** na presença de ar excessivamente seco, sob temperaturas abaixo de 0 °C, ocorre rápida perda de calor pelas folhas, não havendo a formação de cristais de gelo em função de quantidade insuficiente de vapor d'água. Após a elevação da temperatura, manifesta-se a morte dos tecidos, que apresentam coloração negra.

Segundo Pegorim (2016), a geada branca é a mais comum e é a responsável pelo visual embranquecido encontrado sobre a vegetação ou capôs dos carros. É típica de noites calmas, com vento fraco e pouca ou nenhuma nebulosidade no céu. Já as geadas negras são provenientes da queima da vegetação por ação de ventos frios muito fortes, podendo ocorrer até mesmo durante o dia.

As geadas são classificadas quanto à intensidade (JOÃO, 2002) em:

- **Geadas fracas:** ocorre sob temperaturas do ar entre -2 °C e 0 °C.
- **Geadas moderadas:** ocorre sob temperaturas do ar entre -4 °C e -2 °C.
- **Geadas severas:** ocorre sob temperaturas do ar abaixo de -4 °C.

Curiosamente, as temperaturas nas folhas mais expostas das plantas podem atingir temperaturas cerca de 5 °C mais baixas do que a do ar (JOÃO, 2002).

As estações com maior chance de ocorrência de geadas são o outono e o inverno, entre estas a mais estudada pela literatura é o período de inverno, mais especificamente o mês de julho, apontado como o mais significativo (NIMER, 1979).

Por definição, segundo o ponto de vista meteorológico, geada é quando há deposição de gelo sobre as superfícies em noites frias e neste caso uma temperatura de 0°C é suficiente para causá-la. Já do ponto de vista agrônomo é o fenômeno atmosférico de baixas temperaturas que causa a morte das plantas ou de suas partes (folhas, ramos, frutos), devido ao congelamento dos tecidos vegetais, não necessariamente havendo formação de gelo sobre as plantas (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2012).

A Figura 1 mostra o aspecto visual da geada branca em uma plantação no Paraná. É possível notar a fina camada de gelo que se formou devido às condições climáticas favoráveis a ocorrência da geada.



Figura 1 - Geada em plantação no Paraná
FONTE: Gazeta do Povo (2016).

O mecanismo de ação das geadas sobre as plantações é letal, e para Fouquet (2000) pode ser explicado fazendo uma simples referência a uma situação cotidiana:

Pode ser comparado ao que acontece a uma garrafa de cerveja colocada no congelador, imaginando-se que a cerveja é a seiva e que a garrafa são os vasos do vegetal. No caso da cerveja, que assim como a seiva é composta basicamente por água, o congelamento provoca um aumento de seu volume, característica inerente à água. Como o volume da garrafa permanece igual, o vidro se rompe permitindo o vazamento da cerveja. De forma semelhante, os vasos vegetais são rompidos durante o congelamento da seiva, destruindo o tecido e causando o dano (FOUQUET, 2000).

A morte do tecido vegetal decorrente do frio é um processo físico-químico que se inicia quando a temperatura letal na planta é atingida. Ocorre então o congelamento da solução extracelular, resultando em um desequilíbrio do potencial químico da água em relação à solução intracelular. Esse desequilíbrio ocasiona uma desidratação na célula que tenta voltar ao equilíbrio, congelando a solução intracelular. Os primeiros sinais desse processo são: desidratação da célula; perda do potencial de turgescência (aumento de volume de uma célula, por osmose, devido a sua inserção em meio hipotônico); aumento na concentração de solutos; redução do volume celular; e ruptura da membrana plasmática (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Para Biscaro (2007), é possível através de observações e monitoramento de dados prever, com razoável segurança, a ocorrência de geadas. Algumas

verificações devem ser realizadas inicialmente, como a verificação no decorrer do dia dos valores de umidade relativa e se a temperatura do ar apresenta valores baixos e a observação da ausência de nuvens. Em caso positivo para estas observações iniciais inicia-se a segunda etapa, agora com a utilização dos termômetros de um psicrômetro (instrumento que determina o estado higrométrico da atmosfera, ou seja, a quantidade de vapor existente nela). Ao final do dia iniciam-se as leituras dos dois termômetros do psicrômetro, de bulbo seco e de bulbo úmido, a cada hora. Colocam-se os valores obtidos no gráfico de Belfort de Matos (Figura 2) e avalia-se o resultado. O gráfico é dividido em três zonas, são elas: zona livre de geada, zona de geada provável e zona de geada certa.

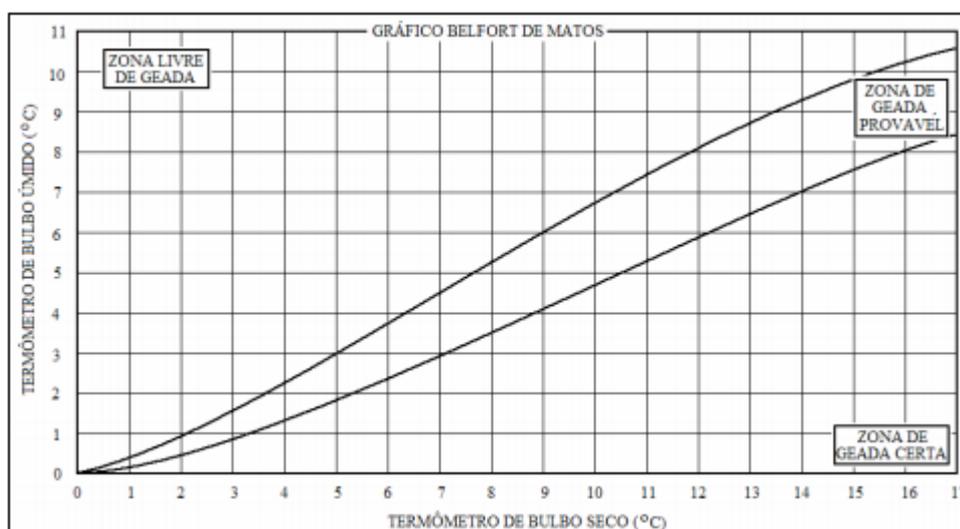


Figura 2 - Gráfico de Belfort de Matos
FONTE: Tubelis e Nascimento (1980).

Com tantos problemas ocasionados pelo fenômeno nas plantações surgem inúmeras formas de prevenção e combate aos efeitos negativos. Os métodos de combate a geadas podem ser divididos de duas maneiras: indiretos (ou passivos) e diretos (ou ativos).

Os métodos passivos são aqueles que atuam preventivamente, normalmente são estabelecidos por um longo período de tempo na lavoura em questão, onde tal ação se torna benéfica quando ocorrem condições que poderiam levar (ou levam) à ocorrência de geada, são aqueles que atuam na escolha das culturas e locais adequados do terreno ao plantio de modo a evitar lugares suscetíveis a ocorrência

das geadas . Já os métodos de combates diretos, referem-se a métodos de caráter protetor, geralmente de implementação temporária; instaladas sob previsão de ocorrência de geada (ABREU; MONTEIRO; RIBEIRO, 2016).

Como medida de combate direto aos efeitos causados pelas geadas nas plantações, podem ser utilizados coberturas de diversos materiais, com ou sem suporte. As coberturas diminuem a radiação efetiva da superfície do solo e das plantas e as perdas de calor por convecção do ar. Devem ter um coeficiente de condução baixo e serem praticamente opacas às radiações de grande comprimento de onda. As estufas de vidro evitam quase totalmente as geadas, porém, são caras e podem ser destruídas facilmente pelo granizo. Já a proteção em forma de túnel é considerada como umas das mais eficientes coberturas temporárias, pois apresenta boa estabilidade e resistência (FOUQUET, 2000).

Segundo o mesmo autor, outros dois meios de combate direto a geadas muito utilizados são a irrigação e a nebulização. O processo de irrigação visa adicionar calor e ao mesmo tempo impedir a queda da temperatura abaixo dos 0°C e deve ser iniciada assim que for constatado o risco de queda da temperatura a níveis que possam ser letais a plantação, que varia de acordo com o tipo de cultivo em questão. Assim que iniciado o processo de irrigação, este não pode ser interrompido até o nascer do sol, sob pena de ocorrerem danos mais intensos.

Já o processo de nebulização visa interromper a radiação de calor do solo e do ar para a atmosfera, impedindo a propagação do calor por radiação. Os métodos de nebulização mais utilizados são as queimas de serragem salitrada e o uso dos aparelhos termonebulizadores. O método de serragem salitrada hoje em dia está praticamente abandonado devido à dificuldade de operação do processo e ao grande número de trabalhadores que se requer para realizar este trabalho. Já os aparelhos termonebulizadores apresentam um desempenho muito superior, onde é utilizado uma máquina de grande capacidade de nebulização. Esta máquina possui um motor a gasolina do tipo “pulso-jato”, um tipo de motor de propulsão a jato, semelhante aos dos foguetes, que apresenta elevada potência, baixo peso e baixa manutenção. O calor dos gases de escape deste motor é utilizado para vaporizar uma mistura de óleo mineral (geralmente óleo diesel) e água (FOUQUET, 2000).

Ao serem lançados na atmosfera, estes vapores condensam-se formando minúsculas gotas, que formam uma densa névoa branca que se assemelha a fumaça. Esta névoa, quando aplicada no momento e local adequado, reduz o efeito de propagação do calor para a atmosfera, podendo manter a temperatura das plantas alguns graus acima do ponto letal, fazendo com que os efeitos das geadas sejam minimizados ou evitados. Um detalhe importante na aplicação dos métodos diretos de combate à geada é o momento correto para o início de aplicação. No caso da nebulização com máquina termonebulizadora para combate à geada no café, o tratamento deve ser iniciado quando a temperatura atingir entre 3° e 2°C (PINTO; ZULLO, 2016).

Porém, a melhor forma de evitar as consequências causadas pela geada é a aplicação de medidas preventivas, que na maioria das vezes são mais eficazes do que os métodos diretos. Como por exemplo:

- Medidas Topoclimáticas que visam evitar o cultivo em baixadas e encostas baixas, em terrenos muito planos e extensos ou em bacias com gargantas estreitas à jusante da lavoura;
- Não deixar vegetação alta e densa abaixo da lavoura;
- Plantar árvores nas áreas mais sujeitas à acumulação de ar frio;
- Manter a lavoura adubada, principalmente com potássio;
- Manter vales acima da lavoura, o mais fechados possível, com matas densas e altas, para evitar a invasão do ar frio;
- Evitar vegetação rasteira acima da lavoura, como pastos com capim alto, que funcionam como radiadores naturais, gerando grande quantidade de ar frio (ABREU; MONTEIRO; RIBEIRO, 2016).

Os quadros a seguir mostram alguns dos principais cultivos em suas fases de desenvolvimento e seus graus de resistência às temperaturas baixas.

Resistencia	Cultura	Germinação	Florescimento	Frutificação
Muito alta	Trigo	-9	-2	-4
	Aveia	-8	-2	-4
Alta	Feijão	-5	-3	-4
	Girassol	-5	-3	-3
Média	Soja	-3	-3	-3
Baixa	Milho	-2	-2	-3
	Sorgo	-2	-2	-3
Muito Baixa	Algodão	-1	-2	-3
	Arroz	-0,5	-1	-1

Quadro 2: Temperatura letal de culturas anuais
FONTE: ANGELOCCI, SENTELHAS (2012).

O ponto letal dos vegetais varia de espécie para espécie, fazendo assim com que diferentes plantas tenham uma sensibilidade e uma resposta ao frio de maneiras diferentes. O Quadro 2 mostra outro fator que influencia no ponto letal de cada espécie, que é a fase de desenvolvimento em que ela se encontra; outros fatores que também influenciam nessa sensibilidade, são: o estado nutricional e o estado fitossanitário, que diz respeito a uma série de medidas adotadas na agricultura para evitar a propagação de pragas e doenças (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2012).

Cultura	TLetal (°C)
Macieira	-2,5
Bananeira	-1,0
Mangueira	-2,0
Cafeeiro	-4,0
Laranjeira	-5,0

Quadro 3: Temperatura letal de culturas perenes
FONTE: ANGELOCCI, SENTELHAS (2012).

O Quadro 3 apresenta as temperaturas letais para culturas perenes. Culturas perenes são as culturas permanentes, que duram muitos anos e que após seu ciclo produtivo completo não precisam ser replantadas. Em sua maioria são compostas por árvores que produzem frutas, como colhem-se apenas os frutos, não há necessidade de um novo plantio (BRITO; PRUDENTE, 2005).

2.2 TERMONEBULIZADOR AGRÍCOLA

Os termonebulizadores são máquinas agrícolas que geram, através de energia termo pneumática, uma manta de neblina formada por gotículas ultrafinas a serem projetadas sobre a plantação, protegendo a lavoura. Com a variação da “calda” (líquido a ser nebulizado) colocada nos tanques o termonebulizador pode assumir diversas funções, como a proteção contra geadas, o controle de formigas, mosquitos, insetos voadores, baratas, escorpiões, desinsetização em geral e controle de demais endemias (PULSFOG, 2017).

2.2.1 Termonebulizador estacionário K-3 G

O termonebulizador estacionário K-3 G da marca PulsFOG, representado na Figura 3, conta com motor pulso-jato de 101 HP com quatro bicos injetores de formulação, capaz de nebulizar até 120 litros de “calda” por hora, conforme mostrado na Figura 4 do equipamento em funcionamento, o suficiente para cobrir até 40 hectares de lavoura. A capacidade de funcionamento contínuo do equipamento é de 4 horas, chegando à cobertura total de 160 hectares. Possui dois tanques de 50 litros para armazenamento da formulação a ser nebulizada e um tanque de 10 litros para o combustível (gasolina), de partida manual (SANIGRAN, 2016).



Figura 3 - Termonebulizador estacionário K-3 G
FONTE: PULSFOG (2017).



Figura 4 - Termonebulizador em processo de nebulização
FONTE: PULSFOG (2017).

2.2.2 Termonebulizador e gerador de aerossol veicular K-2 UBV-T

O Termonebulizador K-2 UBV-T, representado na Figura 5, possui dois modos de operação, o modo FOG, para formulações à base de óleo, com formação de partículas menores e aspecto típico “fumacê” e o modo UBV, para aplicação de formulações à base de água pelo método ultra baixo volume, com partículas maiores. É composto por canhão inclinado, partida elétrica e controle remoto, dois

tanques de 50 litros para armazenamento da formulação a ser nebulizada e um tanque de 10 litros para o combustível (gasolina) (SANIGRAN, 2017).



Figura 5 - Termonebulizador K-2 UBV-T Veicular
FONTE: PULSFOG (2017).

2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Segundo a UFRJ (2013) os CLPs são equipamentos eletrônicos de controle que funcionam a partir de uma lógica de acionamento, desenvolvida através de software que determina ao controlador a sequência de acionamento a ser desenvolvida. Nasceu dentro da General Motors em 1968 devido a dificuldade na mudança da lógica de controle dos painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. A estrutura dos CLPs pode ser representada de maneira bastante simplificada, sendo dividida em três partes, entrada, processamento e saída como mostrado na Figura 6. Os sinais de entrada podem ser digitais ou analógicos e os módulos de entrada e saída são compostos de grupos de bits, associados em conjuntos de 8 bits (1 byte) ou conjunto de 16 bits, de acordo com o tipo da CPU.



Figura 6 - Estrutura básica de um CLP
FONTE: UFRJ (2013).

As entradas analógicas são módulos conversores A/D (Analógico/Digital), que convertem um sinal de entrada em um valor digital, normalmente 12 bits (4096 combinações). As saídas analógicas são módulos conversores D/A (Digital/Analógico), em que um valor binário é transformado em sinal analógico.

Os sinais dos sensores são aplicados às entradas do controlador e a cada ciclo (varredura) todos esses sinais são lidos e transferidos para a unidade de memória interna denominada memória imagem de entrada. Estes sinais são associados entre si e aos sinais internos. Ao término do ciclo de varredura, os resultados são transferidos à memória imagem de saída e então aplicados aos terminais de saída. Este ciclo representado na Figura 7.



Figura 7 - Ciclo de processamento dos CLPs
FONTE: UFRJ (2013).

2.4 SISTEMA SUPERVISÓRIO

Segundo Silva e Salvador (2005) os sistemas supervisórios são softwares que permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física, coletadas através de equipamentos de aquisição de dados, em seguida sendo manipulados, analisados, armazenados e apresentados

ao usuário. Estes sistemas também são conhecidos como SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition* - Controle Supervisório e Aquisição de Dados).

Os sistemas SCADA identificam os *tags*, que são todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, podendo executar funções computacionais (operações matemáticas, lógicas, com vetores ou *strings*, etc.) ou representar pontos de entrada/saída de dados do processo que está sendo controlado.

Seus componentes físicos podem ser resumidos em sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas (aquisição/controle) e de monitoração central (sistema operacional SCADA), conforme representado na Figura 8.

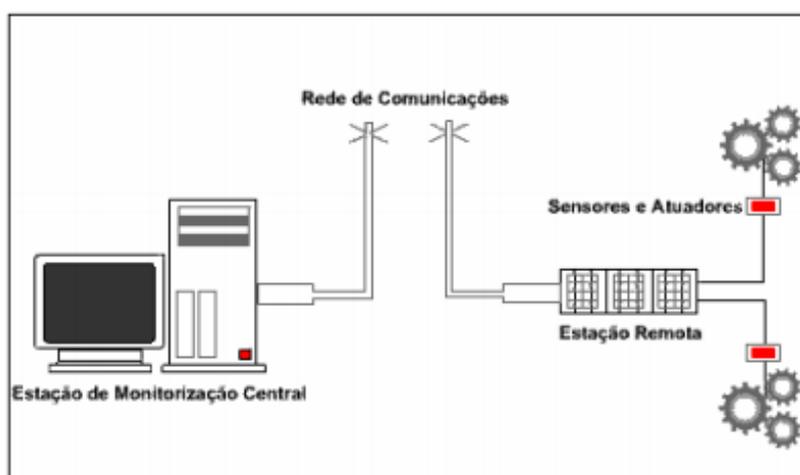


Figura 8 - Sistema de supervisão e controle
FONTE: SILVA E SALVADOR (2005).

Os sensores são dispositivos conectados aos equipamentos e monitorados pelo supervisor, que convertem parâmetros físicos tais como velocidade, nível de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais legíveis pela estação remota. Os atuadores são utilizados para atuar sobre o sistema, ligando ou desligando determinados equipamentos.

O processo de controle e aquisição de dados se inicia nas estações remotas, CLPs e RTUs (*Remote Terminal Units* - Unidade Terminal Remota), com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que a ele estão associados e seu respectivo controle.

2.5 CIRCUITOS ELÉTRICOS

Para a realização dos testes provou-se necessário o uso de alguns circuitos elétricos simuladores e seus componentes, os quais serão detalhados nesta seção.

Segundo Alexander e Sadiku (2013) para a comunicação ou transmissão de energia de um ponto a outro é necessária uma interconexão de dispositivos elétricos, a qual é conhecida como circuito elétrico e onde cada componente do circuito é denominado elemento. Resumidamente, o circuito elétrico é uma interconexão de elementos elétricos que são utilizados em inúmeros sistemas elétricos para realizar diferentes tarefas.

2.5.1 Elementos de circuito

Existem basicamente dois tipos de elementos encontrados nos circuitos elétricos, são eles os elementos passivos e elementos ativos. Um elemento ativo é capaz de gerar energia, enquanto um passivo não é. São exemplos de elementos passivos os resistores, capacitores e indutores e de elementos ativos os geradores (fontes de tensão ou corrente), baterias e amplificadores operacionais (ALEXANDER; SADIKU, 2013).

2.5.1.1 Fonte de corrente contínua

São elementos que liberam potência aos circuitos conectados a eles, uma fonte independente ideal é um elemento ativo que fornece uma tensão especificada ou corrente que é completamente independente de outros elementos do circuito, ou seja, uma fonte de tensão independente libera para o circuito a corrente que for necessária para manter a tensão em seus terminais (ALEXANDER; SADIKU, 2013).

Uma fonte independente de corrente contínua, como a utilizada nos circuitos simuladores, pode ser vista na Figura 9.



Figura 9 - Fonte de corrente contínua
FONTE: MERCADO LIVRE (2017).

2.5.1.2 Resistores e potenciômetros

Os materiais são conhecidos por possuírem um comportamento característico de resistir ao fluxo de carga elétrica, tal propriedade é comumente conhecida como resistência e o elemento de circuito utilizado para reproduzir o comportamento da resistência é o resistor. Os resistores são feitos de folhas metálicas e compostos de carbono. A resistência R de um elemento é a capacidade que aquele elemento tem de resistir ao fluxo de corrente elétrica e é medido em ohms Ω (ALEXANDER; SADIKU, 2013).

Segundo os mesmos autores, um potenciômetro nada mais é que um resistor de resistência variável. É composto por três terminais e um contato deslizante, ao deslizar este contato a resistência entre os terminais varia.

2.5.1.3 Diodos emissores de luz

O Diodo Emissor de Luz, popularmente conhecido como LED, é aquele que emite luz visível ou invisível (infravermelha) quando energizado. Em qualquer junção $p-n^*$ polarizada diretamente existe uma recombinação de lacunas e elétrons que exige que a energia do elétron livre não ligado seja transferida para outro estado. Em todas as junções $p-n$ semicondutoras, uma parte dessa energia será liberada na

forma de calor e outra parte em forma de fótons (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2013).

***p-n:** materiais do tipo *p-n* são classificados de acordo com a sua camada de valência, onde materiais do tipo n são pentavalentes (cinco elétrons na camada de valência) e os materiais do tipo p são trivalentes (três elétrons na camada de valência) (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2013).

2.5.1.4 Amplificadores Operacionais

Um amplificador operacional, ou amp-op, é um amplificador diferencial de ganho muito alto com impedância de entrada muito alta e baixa impedância de saída. Suas utilizações típicas incluem alterações em valores de tensões (amplitude e polaridade), osciladores, filtros e diversos tipos de circuitos de instrumentação. Uma operação de entrada simples ocorre quando o sinal de entrada é aplicado à entrada positiva e a entrada negativa é aterrada, gerando um sinal de saída com a mesma polaridade do sinal de entrada aplicado (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2013).

2.5.1.5 Circuito integrado

Os Circuitos Integrados, ou CIs, digitais são uma coleção de resistores, diodos e transistores fabricados em um único pedaço de material semicondutor (geralmente silício), comumente conhecido como *chip*. O *chip* é confinado em um encapsulamento protetor plástico ou cerâmico, a partir do qual saem pinos para conexão do CI com outros dispositivos. Nos sistemas digitais modernos, dispositivos com grau médio de integração e com alto grau de integração realizam a maior parte das funções que antes eram implementadas por várias placas de circuito impresso, cheias de dispositivos (TOCCI; WIDMER; MOSS, 2011).

2.6 GRAFCET

De acordo com Levine (1996), o grafcet é um método desenvolvido para auxiliar na concepção de sistemas de controle industriais através da representação de modelos gráficos de estado e comportamentos sequenciais do sistema em análise. Foi desenvolvido na França na década de 70 para auxiliar o desenvolvimento nas lógicas de programação em ladder da época que se tornavam cada vez mais complexas.

A Figura 10 ilustra os componentes que formam o grafcet, onde consiste basicamente em um conjunto de blocos alinhados em uma coluna no qual representam as etapas do processo, e em linhas verticais situadas entre os blocos que representam as transições necessárias que devem ser atingidas para o sistema avançar para a próxima etapa. Junto aos blocos de etapas ficam os blocos de ação que dizem respeito aos efeitos que devem ser obtidos dos equipamentos instalados em campo. As ações são ordens do que deve ser feito e como deve ser feito (LEVINE, 1996).

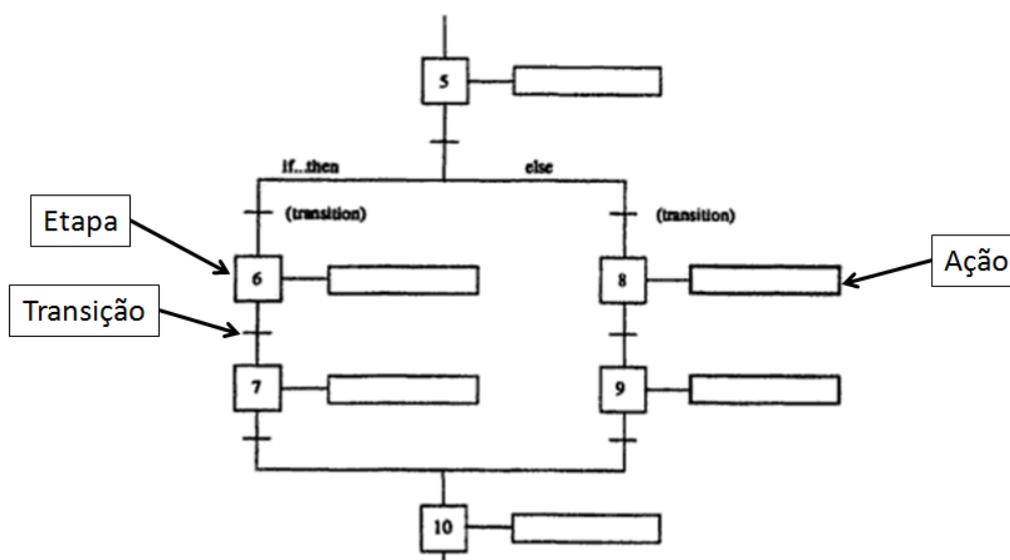


Figura 10 - Composição do Grafcet
FONTE: LEVINE (1996).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é de natureza aplicada, de caráter documental, bibliográfico e experimental, agregando informações obtidas por meio de observação individual sistemática, objetivando gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005).

Do ponto de vista dos objetivos e da abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa explicativa qualitativa, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofundando o conhecimento da realidade, e pelos procedimentos adotados para a coleta das informações, ou seja, pelo uso da pesquisa bibliográfica, documental e experimental (SILVA; MENEZES, 2005).

Para a execução do tema proposto, o trabalho foi dividido em partes menores visando à habilidade de cada integrante do grupo. Partes essas:

1. Pesquisa e coleta de informações a respeito do tema;
2. Pesquisa e coleta de dados meteorológicos do Estado do Paraná;
3. Elaboração da programação do CLP;
4. Desenvolvimento do Sistema Supervisório;
5. Integração e testes dos equipamentos.

A programação do CLP visa coletar dados e informações diretamente do campo ou do sistema supervisório e com isso tomar uma decisão estabelecida pelo programador. Primeiramente será desenvolvido um GRAFCET, que se trata de uma ferramenta para facilitar o desenvolvimento de programas para controle de processos sequenciais, contendo todas as ações e procedimentos que o CLP terá de desenvolver durante sua execução. Com o GRAFCET montado será desenvolvida a programação em linguagem Ladder que desempenhará todas as funções do controlador via CLP. Funções estas como: acionamento e desligamento da máquina termonebulizadora; troca de dados com o sistema supervisório; testes dos sensores instalados em campo; recebimento de dados dos sensores sobre a temperatura e umidade locais.

O sistema supervisório é o software responsável por enviar dados para o CLP ou recebê-los, e assim, mostrar de uma maneira fácil e rápida para o usuário a

situação real. Nesse caso o usuário poderá receber dados em tempo real da temperatura e umidade local, saber se o equipamento está ligado ou desligado, ou mesmo tomar alguma decisão de emergência caso seja necessário. O sistema de supervisão ficará instalado em um computador de posse do usuário em sua residência, facilitando a visualização e trazendo mais comodidade ao utilizador, já que esse, não precisará se deslocar até o campo para saber como está o equipamento ou sua plantação.

A integração é a união e funcionamento em conjunto de todos os equipamentos envolvidos no projeto, é a partir dela que se tornará possível fazer com que todas as partes formem um sistema automatizado de controle e supervisão. A proposta de integração foi desenvolvida à medida que foram sendo realizados diversos testes e estudos dos equipamentos, assim, garantindo a máxima eficiência e eficácia de todo o conjunto.

3.1 HARDWARE

Para montagem e correta execução do proposto neste trabalho devem ser utilizados os materiais a seguir descritos, ou similares, desde que atentem as mesmas especificações. No caso dos sensores, especifica-se que em terrenos em desnível devam estar instalados na parte mais baixa do terreno, que representaria o pior caso na medição de temperatura, umidade e velocidade do vento.

3.1.1 Sensor de Temperatura e Umidade S-THB-M008

Responsável por fornecer ao CLP dados de temperatura ambiente e umidade relativa, os sensores modelo S-THB-M008, como o mostrado na Figura 11, atuam na faixa de medição de -40°C a 75°C para temperatura, e 0 a 100% para umidade (SIGMA SENSORS, 2017).



Figura 11 - Sensor de Temperatura e Umidade S-THB-M008 Sigma Sensors
FONTE: SIGMA SENSORS (2017).

3.1.2 Sensor de Velocidade do Vento S-WSA-M003

Responsável por fornecer ao CLP os valores referentes à velocidade do vento atua na faixa de medição de 0 a 45m/s (0 a 162km/h), o sensor esta representado na Figura 12.



Figura 12 - Sensor de Velocidade do Vento S-WSA-M003 Sigma Sensors
FONTE: SIGMA SENSORS (2017).

3.1.3 Termopar com Isolamento em Fibra Cerâmica para Alta Temperatura

Responsável por enviar ao CLP a mensagem de que o motor da máquina termonebulizadora está ligado ao atingir certa temperatura. Uma medida de segurança que evita que a “calda” seja liberada com o motor ainda frio, o que

poderia ocasionar risco de combustão. Este modelo de termopar, como mostrado na Figura 13, foi desenvolvido para ser utilizado em temperaturas de até 980°C em operação contínua ou 1038°C em operações curtas (OMEGA, 2017).



Figura 13 - Termopar para Alta Temperatura OMEGA
FONTE: OMEGA (2017).

3.1.4 CLP Siemens SIMATIC S7-200

O CLP da Siemens, representado na Figura 14, pode ser utilizado nos mais diversos tipos de aplicações de controle e automação, conta com 14 portas de entrada e 10 portas de saída digitais e também 4 portas de entrada analógicas. Compatível com o programa STEP-7 MicroWIN e supervisor Elipse SCADA (UFRJ, 2013).



Figura 14 - Siemens SIMATIC S7-200
FONTE: RAPIDSOFT AUTOMATION (2015)

3.1.5 Máquina Termonebulizadora PulsFOG

Para o desenvolvimento da automação do sistema serão necessárias adaptações nas máquinas termonebulizadoras apresentadas previamente. A configuração a ser utilizada será um híbrido das máquinas K-3 G e K-2 UBV-T veicular. Basicamente, a estrutura será composta pela termonebulizadora K-3 G montada sobre o mesmo suporte e com mesmo acionamento por partida elétrica que a K-2 UBV-T. O tanque de combustível de 10 litros será substituído por um galão de 50 litros de modo a sustentar o tempo de funcionamento de até 4 horas consecutivas de máquina, enquanto os dois tanques de armazenamento de formulação de 50 litros serão substituídos por dois tanques de 100 litros, observando-se as condições ideais de pressurização nos tanques. Ao contrário dos sensores, a máquina deverá ser colocada no ponto mais alto do terreno.

3.1.6 Relés 24V

Os relés de 24V, como o mostrado na Figura 15, serão acionados pelo sinal enviado pelo CLP. Quando o conector se fechar devido ao sinal, a tensão da bateria passará pelo relé e alimentará o compressor e a válvula responsável pela liberação da “calda”. Tal dispositivo é utilizado para que a máquina que é alimentada por uma tensão de 12V possa ser acionada pelo CLP, cuja saída é de 24V. É utilizado um modelo com acoplador, ideal para sistemas automatizados que evitam possíveis problemas ocasionados por vibração.

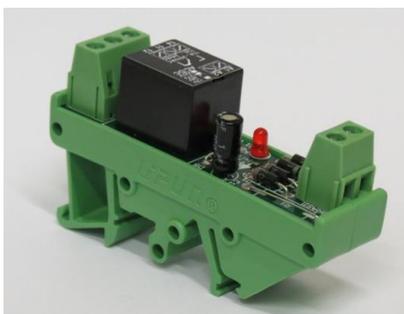


Figura 15 - Relé Acoplador Série AA1RF 24V
FONTE: 3 Pinus (2016).

3.1.7 Bateria Automotiva 12V

A bateria automotiva, como mostrado na Figura 16, será responsável por fornecer a tensão de alimentação compatível com a máquina termonebulizadora (12 V). A tensão alimentará o sistema quando o relé mudar o estado de sua chave pela energização da bobina.



Figura 16 - Bateria Automotiva 12V
FONTE: Moura (2016).

3.2 SOFTWARE

Inicialmente foi realizada coleta de dados sobre as condições climáticas no Estado do Paraná, visando identificar um padrão para a ocorrência de geadas nos meses de inverno, dados esses fornecidos pelo Instituto SIMEPAR e IAPAR. O estudo foi feito com base nas três principais variáveis para ocorrência de geada, que são: Temperatura, Umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Com os dados fornecidos, foram verificados os dias e as regiões em que foram registradas ocorrência de geada no Paraná, e analisando um intervalo de tempo de 12 horas, das 18h00min do dia anterior até as 06h00min da manhã do dia seguinte. Para tal foi estipulado que o CLP receba uma nova medição do sensor de temperatura a cada dez minutos e compare com a temperatura anterior, se houver uma variação de mais de 3°C em um intervalo de uma hora ou 1°C/h em uma faixa de cinco horas e ao mesmo tempo uma temperatura inferior a 5°C; umidade relativa

do ar acima de 60% e uma velocidade do vento abaixo de 5m/s, o CLP ativará o modo automático e ligará o equipamento.

A lógica de programação do CLP foi feita com base no GRAFECT desenvolvido pela equipe, que indica todas as sequências e ações que o CLP deve realizar durante seu funcionamento. O CLP está programado para dois modos de operação: Automático e Manual.

O modo automático só entrará em operação caso as condições de geada sejam atendidas, já o modo manual poderá ser acionado através de um botão localizado na tela do sistema supervisorio. Ambos os modos de operação funcionarão por um tempo determinado pelo usuário, quando esse inserir o valor da área de sua plantação no sistema supervisorio, relação essa estabelecida segundo manual do termonebulizador, onde a cada 60 minutos de funcionamento, a neblina formada atinge uma área de até 40 hectares. Após o processo de nebulização o programa entrará em uma rotina onde a deixará desligada por duas horas até que possa ser ligada novamente.

Através do sistema supervisorio o usuário terá acesso direto ao que está acontecendo em tempo real no campo, desde os valores lidos pelos sensores em campo, bem como dados referentes ao estado do equipamento (Ligado ou Desligado) e níveis de combustível e de calda nos tanques.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a realização dos testes de funcionamento do programa desenvolvido no CLP foi necessário à elaboração de alguns circuitos elétricos, responsáveis por simular as condições climáticas necessárias para ocorrência da geada e de funcionamento do motor. O primeiro circuito, mostrado na Figura 17, simula as condições de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e velocidade do vento. O sistema disponível para cada variável climática é composto por um potenciômetro que regulará a tensão de (0 a 5V) lida pelo CLP, um CI (Circuito Integrado) LM324, composto por vários AMP OPs (Amplificadores Operacionais) responsáveis por acender três LEDs (Diodo Emissor de Luz) nas cores verde, amarela e vermelha que representam visualmente faixas de intensidade de cada variável monitorada.

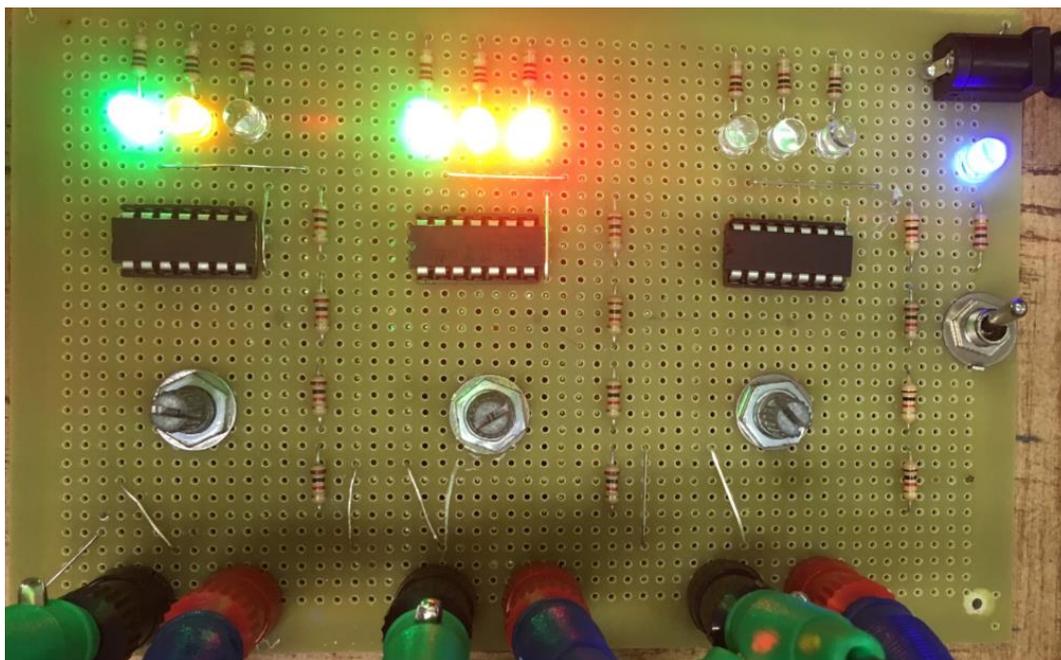


Figura 17 – Circuito de variáveis climáticas montado
FONTE: Autoria Própria (2017).

O circuito, conforme mostrado na Figura 18 corresponde a apenas uma das variáveis, para a obtenção de todos os valores ele foi replicado outras duas vezes. O Vdd representa a tensão de entrada de 5V, os resistores R1, R2 e R3 são de resistência igual a 100Ω , L1, L2 e L3 são os LEDs, U1, U2 e U3 são os AMP OPs

internos do CI LM324, os resistores R4, R5, R7 e R8 são de resistência igual a $1K\Omega$ e J1 e J2 são os bornes para leitura dos dados.

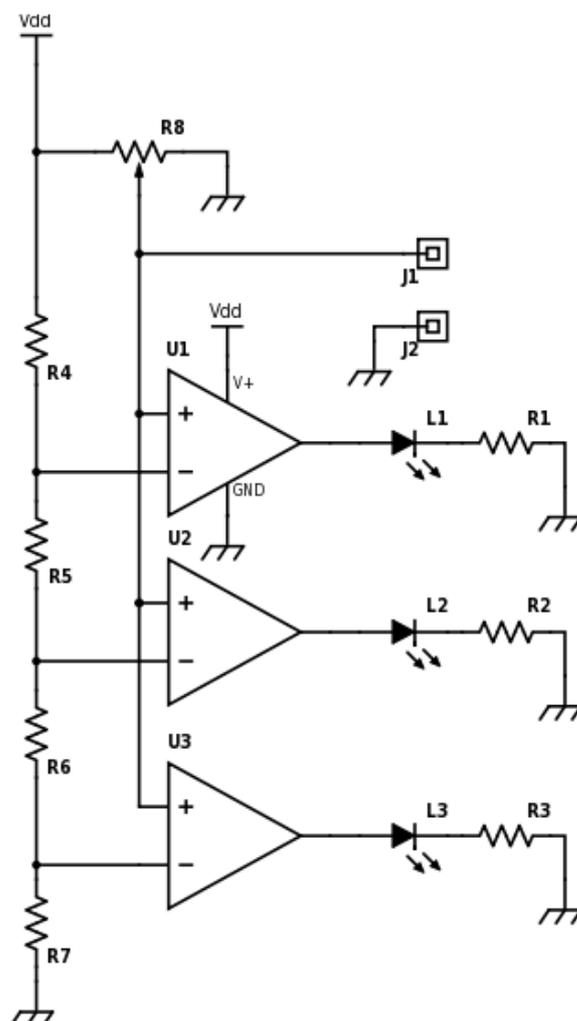


Figura 18 – Esquemático do circuito de variáveis climáticas
FONTE: Autoria Própria (2017).

O segundo circuito é responsável por simular a leitura do sensor de temperatura instalado na máquina com a função de anunciar ao CLP a condição do motor (ligado ou desligado). É composto por um par de resistores de potência associados em paralelo e acionados através da saída analógica de tensão do CLP (V_o) na faixa de 0 a 10V que promoverá o aquecimento do sistema, um cooler FAN responsável por baixar a temperatura do sistema indicando o motor no estado desligado e um sensor eletrônico de temperatura LM35 que transmitirá o valor lido ao CLP. Todo conjunto é alimentado por uma fonte de tensão de 12V e 24V do CLP. O esquemático do circuito fornecido pelo professor da UTFPR Anderson Levati Amoroso está apresentado no Anexo A – Diagrama Esquemático e Relação de

Componentes Circuito Simulação Acionamento do Motor. O circuito montado esta apresentado na Figura 19.

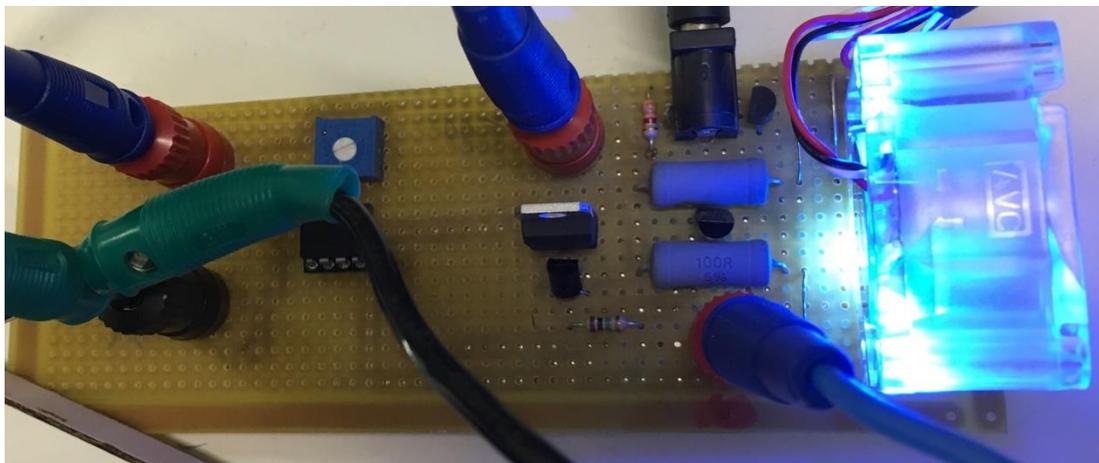


Figura 19 – Circuito de simulação do acionamento do motor
FONTE: Autoria Própria (2017).

O terceiro e último circuito desenvolvido, conforme mostrado na Figura 20, é um circuito simplificado composto por LEDs acionados pelas saídas digitais do CLP que indicam visualmente o funcionamento das etapas do programa, tais como: acionamento do compressor, acionamento do motor e acionamento das válvulas responsáveis por liberar a “calda” no sistema.

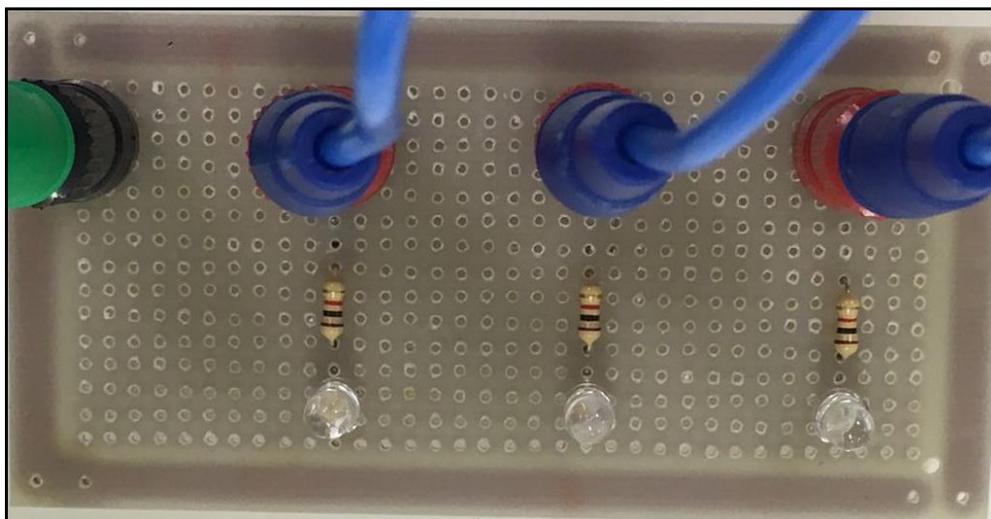


Figura 20 - Circuito de controle de acionamentos
FONTE: Autoria Própria (2017).

A Figura 21 representa o desenho esquemático do circuito de controle de acionamentos, onde os resistores R1, R2 e R3 são de resistência igual a $1K\Omega$ e L1, L2 e L3 representam os três LEDs na cor verde e J1, J2, J3, e J4 são os bornes para leitura dos dados.

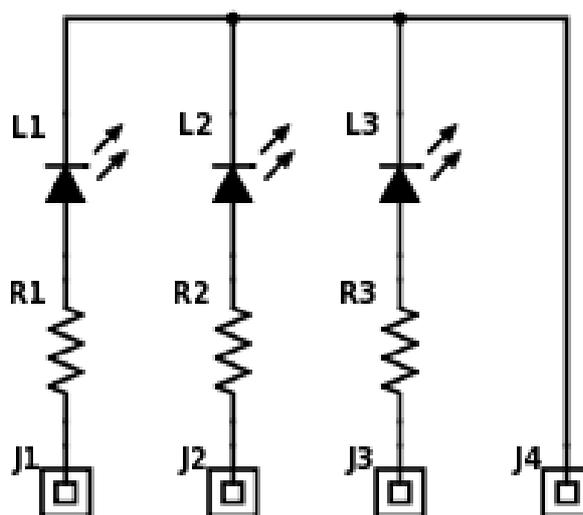


Figura 21 – Esquemático do circuito de controle de acionamentos
FONTE: Autoria Própria (2017).

Durante os testes verificou-se o correto funcionamento do programa elaborado ao simular as variáveis climáticas e de funcionamento do motor nos circuitos montados. O Quadro 3 mostra os valores de leitura da tensão em cada faixa de acionamento dos LEDs do circuito de variáveis climáticas, a intensidade considerada e como os valores de tensão se associam as variáveis monitoradas. Para cada faixa de tensão medida, é associada uma faixa de temperatura, umidade do ar e velocidade do vento, é feito então o acionamento dos LEDs para controle visual facilitado da operação.

TEMPERATURA (°C)	TENSÃO (V)	LEDs	INTENSIDADE
$-20 < T \leq -10$	$0 < U \leq 1,25$	NENHUM	MUITO BAIXA
$-10 < T \leq 0$	$1,25 < U \leq 2,50$	VERDE	BAIXA
$0 < T \leq 10$	$2,50 < U \leq 3,75$	VERDE AMARELO	MODERADA
$10 < T \leq 20$	$3,75 < U \leq 5,00$	VERDE AMARELO VERMELHO	ALTA
UMIDADE RELATIVA (%)	TENSÃO (V)	LEDs	INTENSIDADE
$0 < UR \leq 25$	$0 < U \leq 1,25$	NENHUM	MUITO BAIXA
$25 < UR \leq 50$	$1,25 < U \leq 2,50$	VERDE	BAIXA
$50 < UR \leq 75$	$2,50 < U \leq 3,75$	VERDE AMARELO	MODERADA
$75 < UR \leq 100$	$3,75 < U \leq 5,00$	VERDE AMARELO VERMELHO	ALTA
VELOCIDADE DO VENTO (m/s)	TENSÃO (V)	LEDs	INTENSIDADE
$0 < V \leq 25$	$0 < U \leq 1,25$	NENHUM	MUITO BAIXA
$25 < V \leq 50$	$1,25 < U \leq 2,50$	VERDE	BAIXA
$50 < V \leq 75$	$2,50 < U \leq 3,75$	VERDE AMARELO	MODERADA
$75 < V \leq 100$	$3,75 < U \leq 5,00$	VERDE AMARELO VERMELHO	ALTA

Quadro 4: Relação das tensões com as variáveis monitoradas
FONTE: Autoria Própria (2017).

O programa provou ser capaz de ler os valores informados pelos simuladores e executar todas as etapas de controle, conforme previsto. Com a garantia de que o programa cumpre com seu propósito inicial de acionar a máquina quando atingidos os parâmetros ideais de ocorrência de geada, torna-se possível a sua implementação no sistema real, isto é, com os sensores físicos dos dados climáticos e termopar de acionamento do motor e a máquina termonebulizadora modificada para uso neste sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim de todas as etapas realizadas nesse trabalho várias considerações podem ser tomadas a respeito dos resultados obtidos, dos métodos e softwares utilizados para a elaboração do sistema de controle, das dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do projeto e principalmente de todo o aprendizado adquirido no decorrer de cada atividade para a elaboração desse trabalho.

O presente trabalho tinha como objetivo geral o desenvolvimento de um sistema de controle automático de um termonebulizador agrícola para o combate de geadas em plantações. Além do objetivo geral, foi proposto a elaboração da programação do CLP, que faria o controle de todo o processo, e também de um sistema supervisorio para controle, supervisão e inspeção do equipamento em funcionamento. De modo geral, todos os objetivos propostos foram atingidos.

No desenvolvimento desse trabalho foram criados vários circuitos elétricos para simular as condições climáticas em períodos de inverno, facilitando assim os estudos e análises do projeto.

Todas as análises referentes à formação de geadas foram de vital importância para o correto desenvolvimento do sistema de controle no CLP. Com tais informações, o CLP foi programado de maneira que quando todas as variáveis envolvidas no processo de formação de geada, que são: temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar, atingissem a condição necessária para tal, o equipamento ligará automaticamente sem interferência humana.

O sistema supervisorio desenvolvido juntamente com o programa do CLP, facilita ainda mais todo o processo de controle, verificação e tomada de decisão por parte do operador que normalmente teria que analisar por si só as condições climáticas e ir até a plantação em noites frias de inverno para ligar o equipamento de termonebulização. Com esse sistema ele pode acompanhar toda a situação em sua plantação e tomar as devidas decisões dentro de casa, sem a necessidade de ir até a plantação.

De forma geral, a automatização do processo de termonebulização em plantações para o controle de geadas em plantações trará benefícios aos seus usuários sendo mais cômodo na sua utilização e aplicação e também trazendo mais segurança de que o equipamento funcionará apenas na hora necessária. Para

futuros projetos nessa área torna-se interessante verificar a automatização de equipamentos de nebulização não só voltados para o controle de geadas, mas também para qualquer tipo de controle no meio agrícola, uma vez que esse é um campo que cada vez mais esta sendo automatizado e implementado com novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3 PINUS. **Relé Acoplador Serie AA1RF24V**. 2016. Disponível em: <<http://www.3pinus.com.br/detalhes.asp?id=43&produto=136>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

ABREU, José P. M. de M. e; MONTEIRO, António; RIBEIRO, António C. **Proteção das culturas contra as geadas**. Disponível em: <<http://home.isa.utl.pt/~jpabreu/Docs/ResumoGeadas.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. **Seca e geadas prejudicam produção de milho no Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=89695>>. Acesso em: 27 mar. 2017,

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. 5ª Edição. Porto Alegre: AMGH, 2013.

ANGELOCCI, Luiz R.; SENTELHAS, Paulo C. **Geadas Ocorrência, Prevenção e Controle**. 2012. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula12_2012_Geada_modificada_em_pdf.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2016.

BIGHETTI, Henrique. **Feijão carioca chega a R\$ 480 a saca em MG, maior preço desde 2008**. Canal Rural: 2016. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/feijao/feijao-carioca-chega-480-saca-maior-preco-desde-2008-62402>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

BISCARO, Guilherme A. **Meteorologia Agrícola Básica**. Volume 1. 2007. Disponível em: <<http://www.do.ufgd.edu.br/guilhermebiscaro/arquivos/meteorologia.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

BOYLESTAD, Robert.L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 11ª Edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

BRITO, J.L.S.; PRUDENTE, T.D. **Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no município de Uberlândia - MG, utilizando imagens CCD/CBERS 2**. Caminhos da Geografia, v.13, p.144-153, 2005.

ERICKSON, L. C. **The general physiology of citrus**. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (Ed.). The citrus industry. Riverside: UCLA Press, 1968. p.86- 126.

FOUQUET, Gunther. **Morte fria**. 2000. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/morte-fria>>. Acesso em: 05 ago. 2016.

GAZETA DO POVO. **Fim do El Niño gera alerta de geada para o Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/clima/fim-do-el-nino-gera-alerta-de-geada-para-o-parana-685dc4mnn497lg2jvvnuic84j>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

G1. **Brasil será maior exportador agrícola mundial em 2024, dizem OCDE e FAO**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2015/07/brasil-sera-maior-exportador-agricola-mundial-em-2024-dizem-ocde-e-fao.html>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

G1. **Produção de couve fica ameaçada após geada: ‘Perda total’, diz agricultor**. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2016/06/producao-de-couve-fica-ameacada-apos-geada-perda-total-diz-agricultor.html>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

GRIMM, Alice M. **Introdução à meteorologia**. UFPR. 1999. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/indice.html>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

IAPAR. **Histórico de geadas.** 2017. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2056>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Censo agropecuário 2006: resultados preliminares.** IBGE, 2006.

JOÃO, P. L. **Como evitar problemas por geadas em pomares de citros.** Porto Alegre: Emater-RS, v. 19, n. 8, 2002. 4 p.

JORNAL DA MANHÃ. **Hortifrutigranjeiros contabilizam perdas com as geadas na região.** 2016. Disponível em: <<http://arede.info/jornaldamanha/dinheiro/107991/hortifrutigranjeiros-contabilizam-perdas-com-as-geadas-na-regiao>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

LEVINE, William S. **The Control Handbook.** Florida: CRC Press, 1996.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea.** 2009. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/gpet/files/Historia%20das%20agriculturas%20no%20mundo%20-%20Mazoyer%20e%20Roudart.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

MERCADO LIVRE. **Fonte De Alimentação 5v 2,5a Plug P4.** 2017. Disponível em: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-719254018-fonte-de-alimentaco-5v-25a-plug-p4-_JM>. Acesso em: 27 mar. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Produto Interno Bruto da agropecuária deve ser de R\$ 1,1 trilhão.** 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/12/produto-interno-bruto-da-agropecuaria-deve-ser-de-rs-1-trilhao>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

MOLION, L. C. B.; FERREIRA, N. J.; MEIRA FILHO, L. G. **O uso de satélites ambientais para monitoramento de geadas.** INPE, São José dos Campos. 1981.

MOURA. **Linha automotiva.** 2016. Disponível em: <<http://www.moura.com.br/produtos/carros/>>. Acesso 05 mai. 2017.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN). Rio de Janeiro, IBGE. 1979.

OMEGA. **Termopar com Isolamento em Fibra Cerâmica e Sobrerrevestimento em Malha de Inconel® para Alta Temperatura.** 2017. Disponível em: <<http://br.omega.com/pptst/XCIB.html>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

PEGORIM, Josélia. **Qual a diferença entre geada branca e geada negra?.** 2016. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/noticia/2016/04/25/qual-a-diferenca-entre-geada-branca-e-geada-negra--1151>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PEREIRA, Antonio R.; ANGELOCCI, Luiz R.; SENTELHAS, Paulo C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba, RS: Agropecuária Guaíba, 2002. 478p.

PEREIRA, Antonio R.; ANGELOCCI, Luiz R.; SENTELHAS, Paulo C. **Meteorologia agrícola.** 2007. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

PINTO, H. S.; ZULLO JR., J. **Geadas:** Condições de ocorrência e cuidados. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/geadas.html>>. Acesso em: 06 ago. 2016.

PULSFOG. **Manual PulsFOG de Combate à Geada.** 1985. Disponível em: <<http://www.tecnigran.com.br/index.php/faqs/artigos/item/141-manual-pulsfog-de-combate-a-geada>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

PULSFOG. **Termonebulizador e gerador de aerossol veicular K-2 UBV-T.** 2017. Disponível em: <<http://www.pulsfog.com.br/portal/index.php/pt/protecao-contra-geada>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

PULSFOG. **Termonebulizador estacionário K-3 G**. 2017. Disponível em: <<http://www.pulsfog.com.br/portal/index.php/pt/protecao-contrageada>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

RAPIDSOFT AUTOMATION. **S7200 Programming tutorial – quick start**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SpxtQwyxlzg>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

SANIGRAN. **Dados Técnicos Termonebulizador K-3 G**. 2016. Disponível em: <<http://www.sanigran.com.br/assets/download/folheto-k3-g.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

SANIGRAN. **Dados Técnicos Termonebulizador K-2 UBV-T Veicular**. 2017. Disponível em: <<http://www.sanigran.com.br/assets/download/folheto-k2-ubvt-veicular.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

SCHNEEBERGER, Carlos A.; FARAGO, Luiz A. **Minimanual Compacto de Geografia do Brasil: Teoria e Prática**. 2003. Disponível em: <<http://www.colegiowm.com.br/wp-content/uploads/2012/03/Geografia-do-Brasil-manual-completo.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

SIGMA SENSORS. **Sensor de Temperatura e Umidade 8 metros – S-THB-M008**. 2017. Disponível em: <<https://sigmasensors.com.br/produto/sensor-de-temperatura-e-umidade-s-thb-m008.html>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

SIGMA SENSORS. **Sensor de Velocidade do Vento – S-WSA-M003**. 2017. Disponível em: <<https://sigmasensors.com.br/produtos/open/sensor-de-velocidade-do-vento-s-wsa-m003.html>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

SILVA, Ana P. G. da; SALVADOR, Marcelo. **O que são sistemas supervisórios?**. 2005. Disponível em: <http://www.wectrus.com.br/artigos/sist_superv.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2017.

SILVA, Edna L. da; MENEZES, Estera M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4º ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais: princípios e aplicações**. 11ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia Descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. Nobel, São Paulo, SP, 1980.

UFRJ. **Curso de Controladores Lógicos Programáveis**. 2013. Disponível em: <<http://www.lee.eng.uerj.br/downloads/cursos/clp/clp.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

APÊNDICE A – MANUAL PARA USO DO SUPERVISÓRIO

Manual de Instruções

Sistema Supervisório para Controle de Geadas



Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnologia
Mecatrônica Industrial - UTFPR

Lucas Goularte Cruz

Luiza Carolina Machado Brotto

Marcelio Toshimi Goto

1. INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA

Atenção: siga as seguintes instruções de segurança antes de iniciar o sistema supervisório.

- Certifique-se de que o Termonebulizador PulsFOG K-3 G esteja ligado ao Controlador Lógico Programável (CLP);
- Certificar que o Termonebulizador esteja com os tanques de combustíveis e de calda cheios. Para mais informações sobre o abastecimento dos mesmos verificar o manual de instruções do Termonebulizador PulsFOG K-3;
- Certificar que todos os sensores estão devidamente posicionados em campo para o pleno funcionamento do sistema.

2. INICIALIZANDO O SISTEMA SUPERVISÓRIO

Clique no arquivo PLANTACAO_TCC.app do Elipse SCADA para rodar o programa. Ao iniciar o Sistema de Supervisão pela primeira vez você irá se deparar com a seguinte tela:



Nela contém informações a respeito da temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento, estados em tempo real do termonebulizador, níveis de combustível e de calda nos tanques, área da plantação e também informações sobre os sensores utilizados em campo.

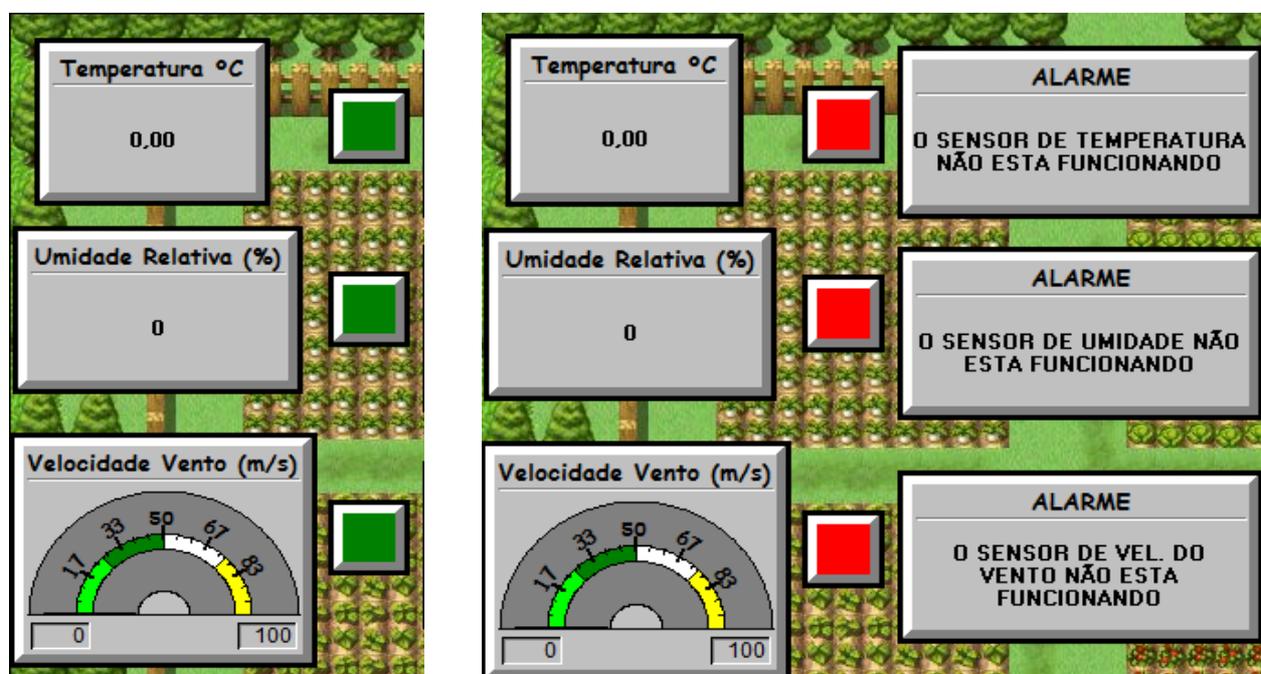
3. ANALISANDO OS DADOS

Cada display e botão mostrado em tela indica um dado relevante para o funcionamento e acompanhamento em tempo real do equipamento, assim o operador estará ciente do que está acontecendo em campo.

3.1 SENSORES EM CAMPO



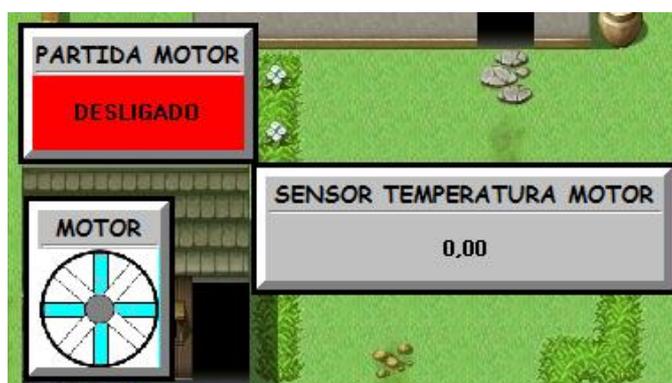
Ao lado esquerdo da figura da plantação você poderá acompanhar os valores registrados pelos sensores de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento que estão instalados em campo. À direita de cada display você verá os indicadores que representam os 3 sensores em campo (temperatura, umidade e velocidade de vento). Quando estiverem VERDES significam que estão em funcionamento, caso eles mudem para a cor VERMELHA significa que o supervisor não está recebendo o sinal dos sensores em campo por algum motivo, caso isso aconteça irá aparecer em tela um alerta indicando um mau funcionamento do sensor em questão. Nesse caso deverá ser feita uma verificação no próprio sensor.



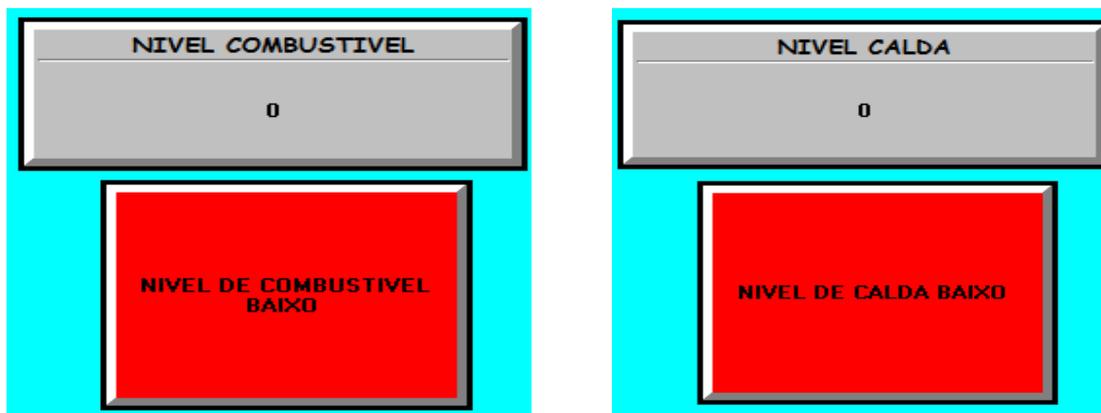
A direita da figura da plantação você poderá acompanhar o sensor de temperatura motor que está localizado junto ao tubo de nebulização. Esse sensor é responsável por garantir que o motor foi acionado, pois, quando o processo de combustão do combustível no termonebulizador iniciar, o tubo irá aquecer fazendo com que seja possível vaporizar a calda. Junto a ele estão os indicadores do Compressor e do Motor do equipamento.

Atenção: Ao iniciar o processo de funcionamento do equipamento o compressor irá ativar por um tempo de 5 segundos, o que dará partida no motor. Quando o sensor de temperatura localizado no tubo do termonebulizador registrar um valor acima de 45°C a calda será liberada no tubo para que se inicie o processo.

Atenção: Para mais informações do funcionamento do termonebulizador, consultar o manual do fabricante.



Displays de nível de Combustível e de Calda: localizados na parte esquerda do sistema supervisor, indicam os níveis de combustível e de calda atualmente nos tanques do termonebulizador. O software foi programado para quando os níveis de combustível e de calda fiquem abaixo de 10L nos galões o botão de Emergência se ativará automaticamente. Quando isso ocorrer irão aparecer alarmes em tela indicando o ocorrido.



Nesse caso, ainda com o botão de emergência ativado, o operador terá que reabastecer os galões e apertar as chaves no CLP que indicam que os tanques foram abastecidos (I0.5 = abastece Calda / I0.6 = abastece Combustível).

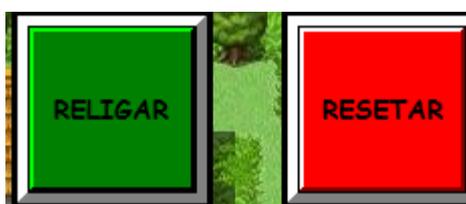
Estado do termonebulizador: Localizado abaixo da imagem da plantação estará indicado o estado atual da máquina, Ligada ou Desligada.



Botão Emergência: Localizado a direita do sistema supervisório. Toda vez que o botão de emergência for acionado o termonebulizador irá parar com o jato de calda e desligará o motor.



Quando o mesmo for liberado irão aparecer 2 botões de comando à esquerda do botão de emergência.

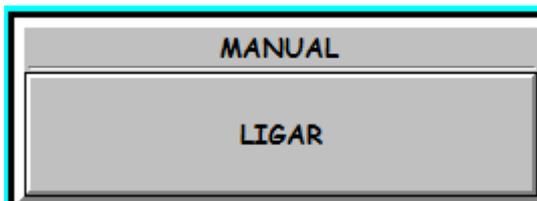


O botão de RELIGAR aciona novamente o compressor do termonebulizador que dará partida no motor e acionará a calda logo em seguida.

Atenção: se o botão de emergência tiver sido pressionado durante o processo de nebulização, ao apertar RELIGAR a máquina irá trabalhar pelo tempo restante no qual ela havia parado.

O botão RESETAR irá zerar o tempo de funcionamento do termonebulizador e o deixará desligado.

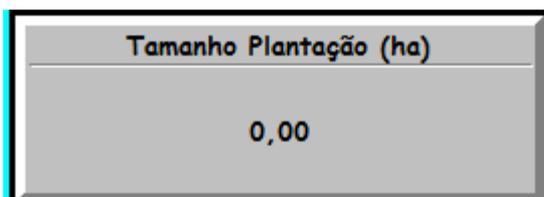
Botão Manual: Localizado abaixo do botão de emergência. Aciona o modo manual do termonebulizador (independe das condições climáticas atuais).



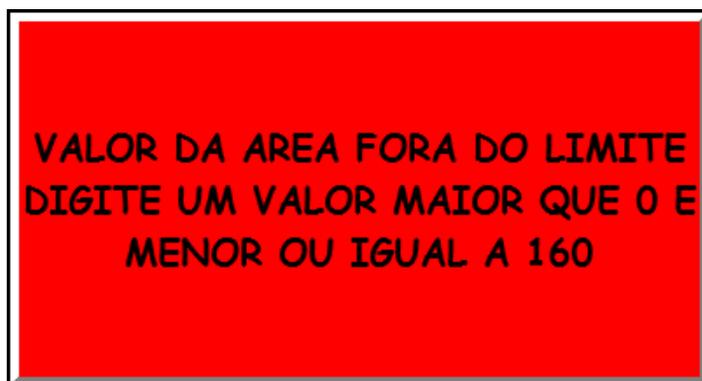
Atenção: se deseja desligar a máquina após tê-la ativado no modo manual, pressione o botão de EMERGÊNCIA e depois o botão RESETAR.

Tamanho da Plantação: Localizado abaixo do botão do modo Manual. Indica o tamanho da plantação em Hectares.

Atenção: O operador deve indicar o tamanho de sua plantação ao iniciar o programa.



Atenção: caso o valor esteja 0 ou um número superior a 160 hac irá aparecer uma mensagem para que o operador coloque um valor dentro da faixa especificada pelo fabricante do termonebulizador. Nesse caso o numero deve ser superior a 0 ou inferior ou igual a 160. Caso o valor não esteja nessa faixa o termonebulizador não irá funcionar.



Obs.: 1 hac = 10.000 m²

Tempo de Máquina Ligada: Visível somente quando o termonebulizador estiver ligado. Localizado na parte inferior direita da imagem da plantação. Indica o tempo de funcionamento do equipamento em minutos.

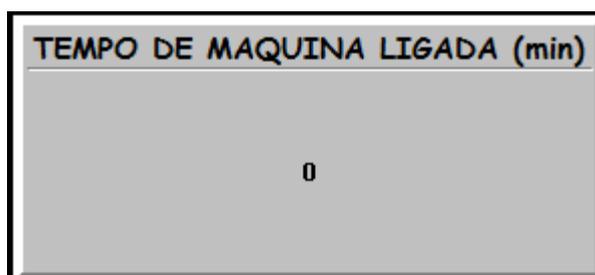


Tabela de Temperaturas: Para consultar a tabela com as temperaturas que são prejudiciais a cada tipo de cultivo pressione o botão: IR PARA TABELA DE TEMPERATURAS localizado abaixo do botão do tamanho da plantação.



Ao pressioná-lo você será redirecionado para a tela com a tabela de temperaturas para consultas.

TEMPERATURA LETAL DE CULTURAS ANUAIS				TEMPERATURA LETAL DE CULTURAS PERENES	
CULTURA	GERMINAÇÃO	FLORESCIMENTO	FRUTUFICAÇÃO	CULTURA	TEMPERATURA LETAL (°C)
TRIGO	-9°C	-2°C	-4°C	MACIEIRA	-2,5°C
AVEIA	-8°C	-2°C	-4°C	BANANEIRA	-1°C
FELJÃO	-5°C	-3°C	-4°C	MANGUEIRA	-2°C
GIRASSOL	-5°C	-3°C	-3°C	CAFEIRO	-4°C
SOJA	-3°C	-3°C	-3°C	LARANJEIRA	-5°C
MILHO	-2°C	-2°C	-3°C		
SORGO	-2°C	-2°C	-3°C		
ALGODÃO	-1°C	-2°C	-3°C		
ARROZ	-0,5°C	-1°C	-1°C		

IR PARA TELA PRINCIPAL

Para voltar a tela inicial pressione o botão: IR PARA TELA PRINCIPAL.



4. MODOS DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO

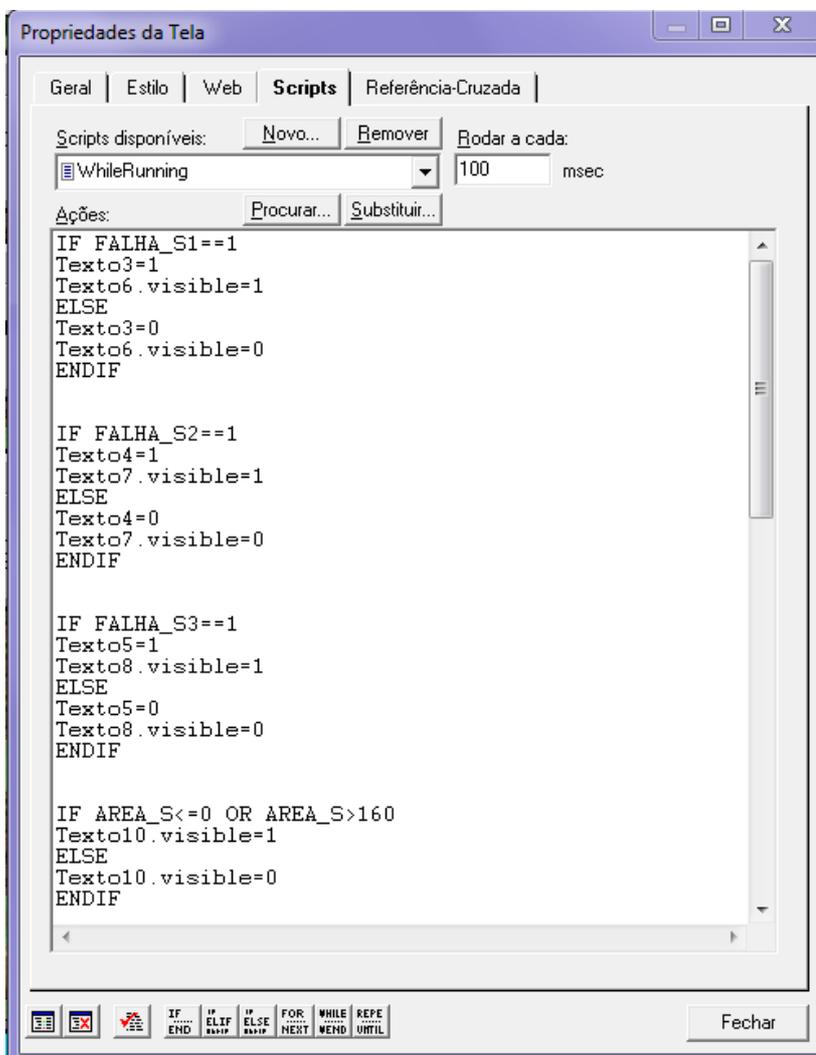
O CLP está programado para funcionar de dois modos diferentes: Modo Automático e Modo Manual.

Modo Automático: Irá ligar o equipamento quando as 3 variáveis em questão (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento) atingirem os parâmetros necessários para ocorrer uma geada. Para tal foi estipulado que o CLP receba uma nova medição do sensor de temperatura a cada dez minutos e compare com a temperatura anterior, se houver uma variação de mais de 3°C em um intervalo de uma hora ou uma variação de 1°C/h em uma faixa de cinco horas e ao mesmo tempo uma temperatura inferior a 5°C; umidade relativa do ar acima de 60% e uma velocidade do vento abaixo de 5 m/s, o CLP ativará o modo automático e ligará o equipamento.

Modo Manual: Acionado pelo próprio operador pelo sistema supervisor, independe das condições climáticas para a formação da geada.

APÊNDICE B – SCRIPT SUPERVISÓRIO

SCRIPT TELA



```
IF FALHA_S1==1
```

```
Texto3=1
```

```
Texto6.visible=1
```

```
ELSE
```

```
Texto3=0
```

```
Texto6.visible=0
```

```
ENDIF
```

```
IF FALHA_S2==1
```

```
  Texto4=1
```

```
  Texto7.visible=1
```

```
ELSE
```

```
  Texto4=0
```

```
  Texto7.visible=0
```

```
ENDIF
```

```
IF FALHA_S3==1
```

```
  Texto5=1
```

```
  Texto8.visible=1
```

```
ELSE
```

```
  Texto5=0
```

```
  Texto8.visible=0
```

```
ENDIF
```

```
IF AREA_S<=0 OR AREA_S>160
```

```
  Texto10.visible=1
```

```
ELSE
```

```
  Texto10.visible=0
```

```
ENDIF
```

```
IF MAQS==1 & EMERGENCIA==0
```

```
  Display5.visible=1
```

```
  Texto1.visible=1
```

```
  Texto2.visible=0
```

```
  Animação1=1
```

```
ELSE
```

Display5.visible=0

Texto1.visible=0

Texto2.visible=1

Animação1=0

ENDIF

IF CALDA_ATUAL <= 20

Texto9.visible=1

ELSE

Texto9.visible=0

ENDIF

IF COMB_ATUAL <= 10

Texto11.visible=1

ELSE

Texto11.visible=0

ENDIF

IF COMPRESSOR_S==1

Texto12=1

ELSE

Texto12=0

ENDIF

IF VW1600>16000

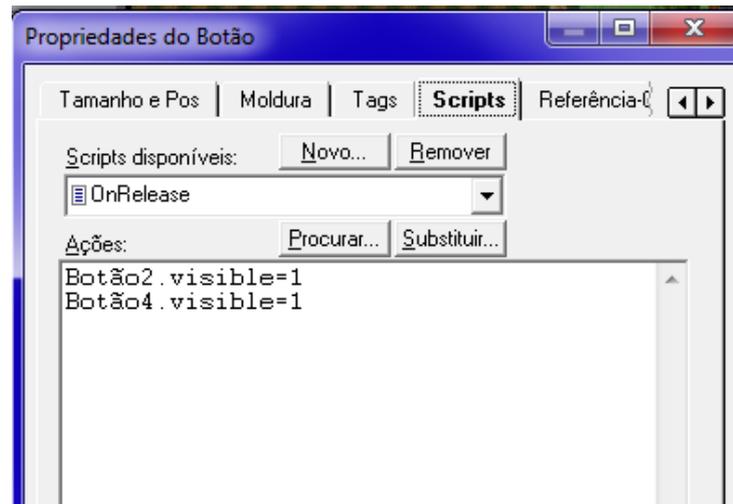
PULSO.enabled=1

ELSE

PULSO.enabled=0

ENDIF

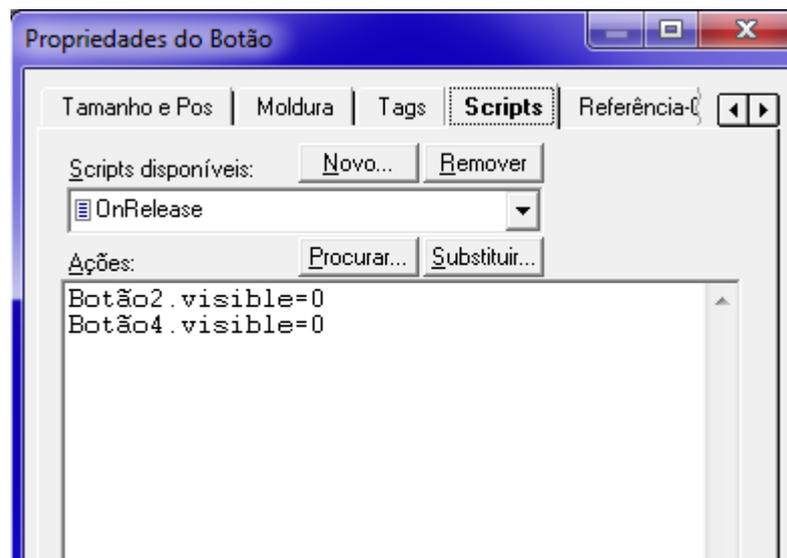
SCRIPT EMERGENCIA



Botão2.visible=1

Botão4.visible=1

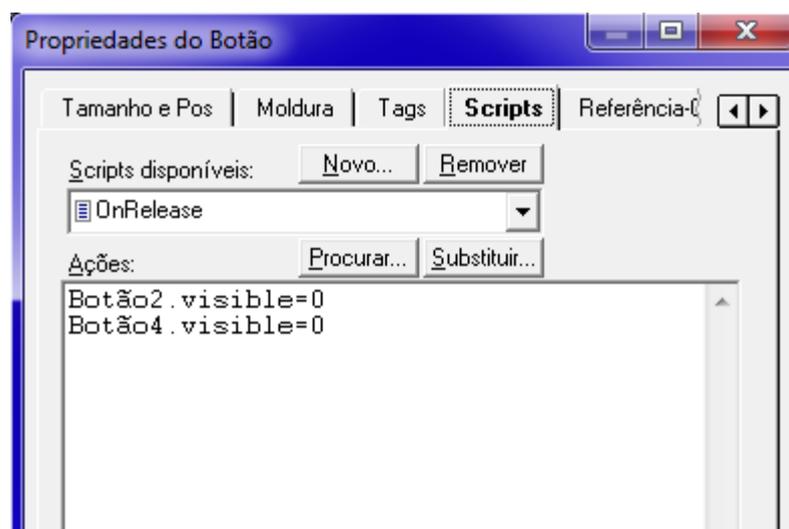
SCRIPT RELIGAR



Botão2.visible=0

Botão4.visible=0

SCRIPT RESETAR



Botão2.visible=0

Botão4.visible=0

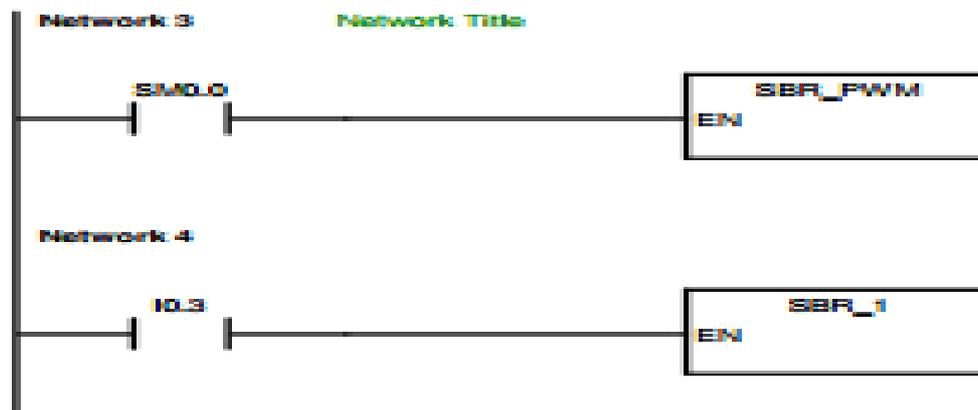
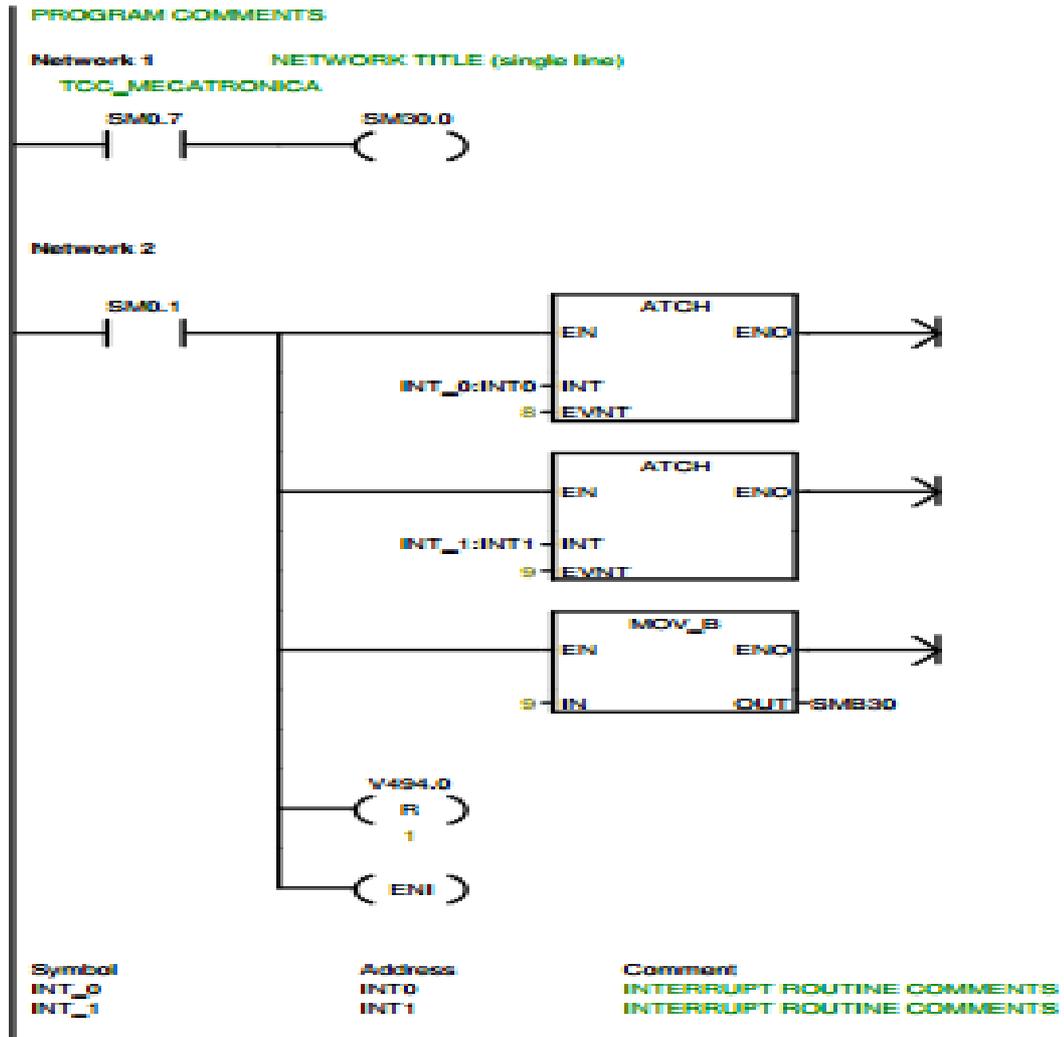
APÊNDICE D - SYMBOL TABLE CLP

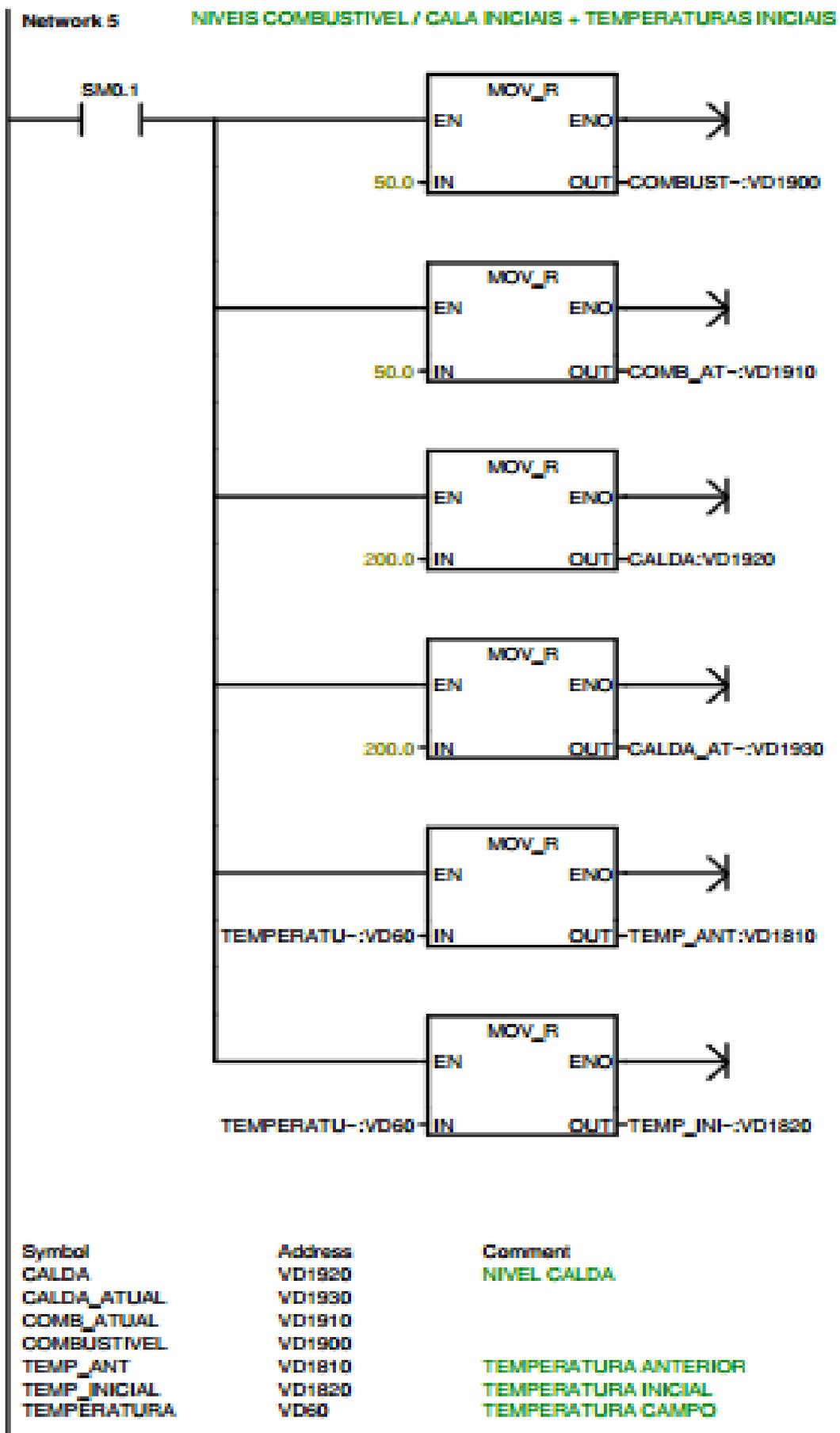
Symbol	Address	Comment
ABASTECE_CALDA	I0.5	
ABASTECER	I0.6	COMBUSTIVEL
EMER_CLP	I0.7	EMERGENCIA CLP
E0	M0.0	
E1	M0.1	AUTOMATICO
E2	M0.2	MANUAL
E3	M0.3	
E4	M0.4	
E5	M0.5	
COMPRESSOR	Q0.1	
MAQ_ON	Q0.2	CALDA ATIVA
MOTOR_LED	Q0.3	
T_LIGADO	T5	TEMPO MAQUINA LIGADA
T_OFF	T39	TEMPO MAQ. DESLIGADA AUTOMATICA
TEMPO_COMP	T40	
FALHA_S1	V1500.0	FALHA SENSOR DE TEMPERATURA
FALHA_S2	V1500.1	FALHA SENSOR DE UMIDADE
FALHA_S3	V1500.2	FALHA SENSOR VEL. VENTO
RELIGAR_S	V1500.3	RELIGA MAQ. APOS EMERGENCIA
RESETAR_S	V1500.4	RESETA MAQ. APOS EMERGENCIA
FALHA_AREA	V1510.0	FALHA VALOR DA AREA INDICADO
EMERGENCIA	V1600.0	
MANUAL	V1600.1	
AUTO	V1600.2	
MAQS	V1600.3	CALDA ATIVA SUPERVISORIO
COMPRESSOR_S	V1600.5	
MOTOR	V1600.7	
SENS1	VD50	SENSOR DE TEMPERATURA
TEMPERATURA	VD60	TEMPERATURA CAMPO
SENS2	VD120	SENSOR UMIDADE
UMIDADE	VD130	UMIDADE CAMPO
SENS3	VD190	SENSOR VEL. VENTO
VEL_VENTO	VD200	VEL. VENTO CAMPO
SENS_CALDA	VD1730	SENSOR TEMPERATURA MAQ.
DT_1H	VD1800	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA 1H
TEMP_ANT	VD1810	TEMPERATURA ANTERIOR
TEMP_INICIAL	VD1820	TEMPERATURA INICIAL
DT_5H	VD1830	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA 5H
SENS2_S	VW170	SENSOR UMIDADE SUPERVISORIO
SENS3_S	VW620	SENSOR VEL. VENTO SUPERVISORIO
AREA_S	VW630	AREA PLANTAGÃO SUPERVISORIO
AREA	VW640	
TEMPO	VW650	TEMPO MAQUINA LIGADA
PWM	VW1700	COOLER
HORA_ON_S	VW1770	TEMPO MAQUINA LIGADA SUPERVISORIO
COMBUSTIVEL	VD1900	
COMB_ATUAL	VD1910	
CALDA	VD1920	NIVEL CALDA
CALDA_ATUAL	VD1930	
SBR_PWM	SBR0	SUBROUTINE COMMENTS
SBR_1	SBR1	SUBROUTINE COMMENTS
SBR_COMB	SBR2	SUBROUTINE COMMENTS
INT_0	INT0	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS
INT_1	INT1	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS
MAIN	OB1	PROGRAM COMMENTS

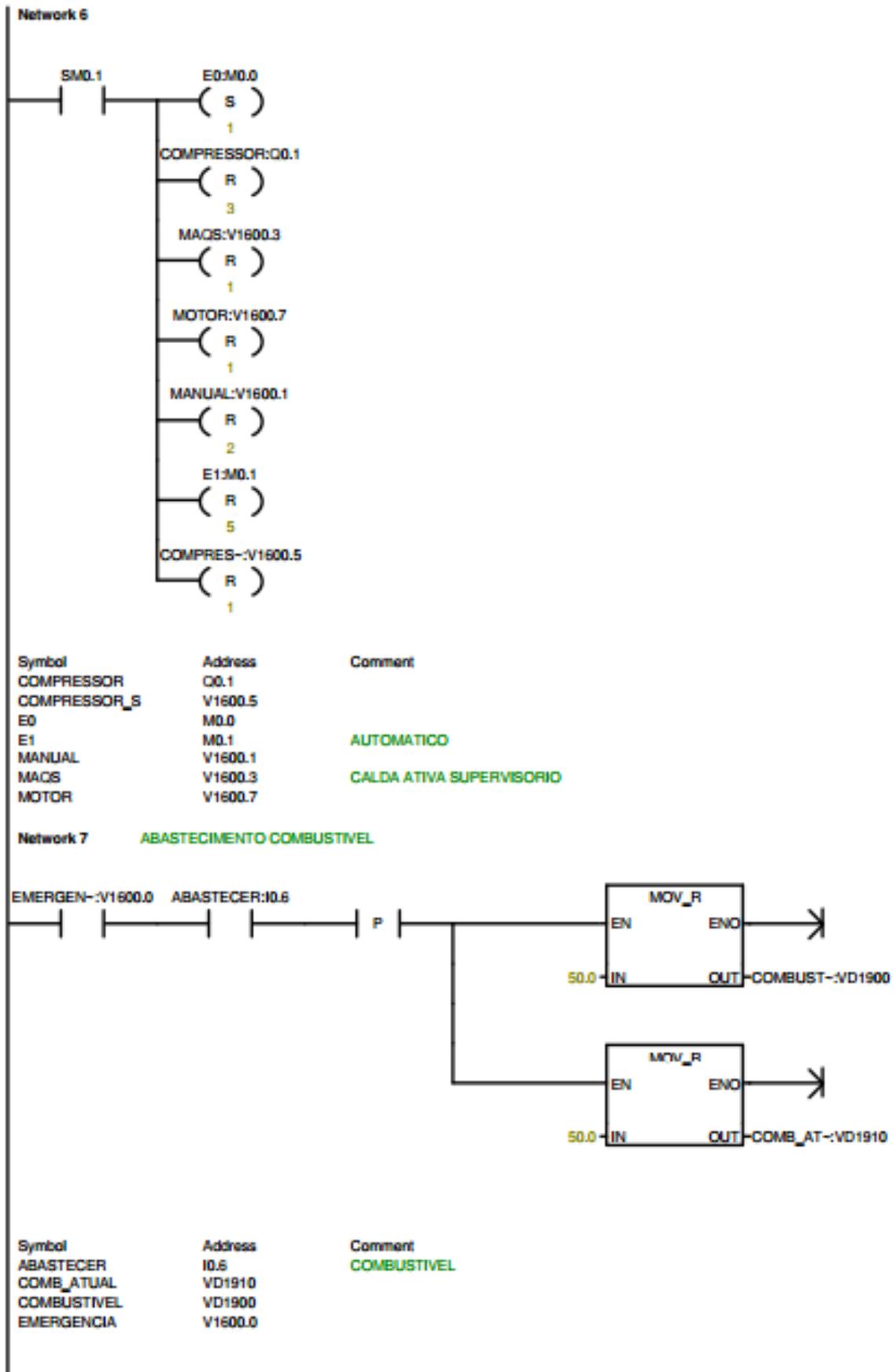
APÊNDICE E – PROGRAMA CLP

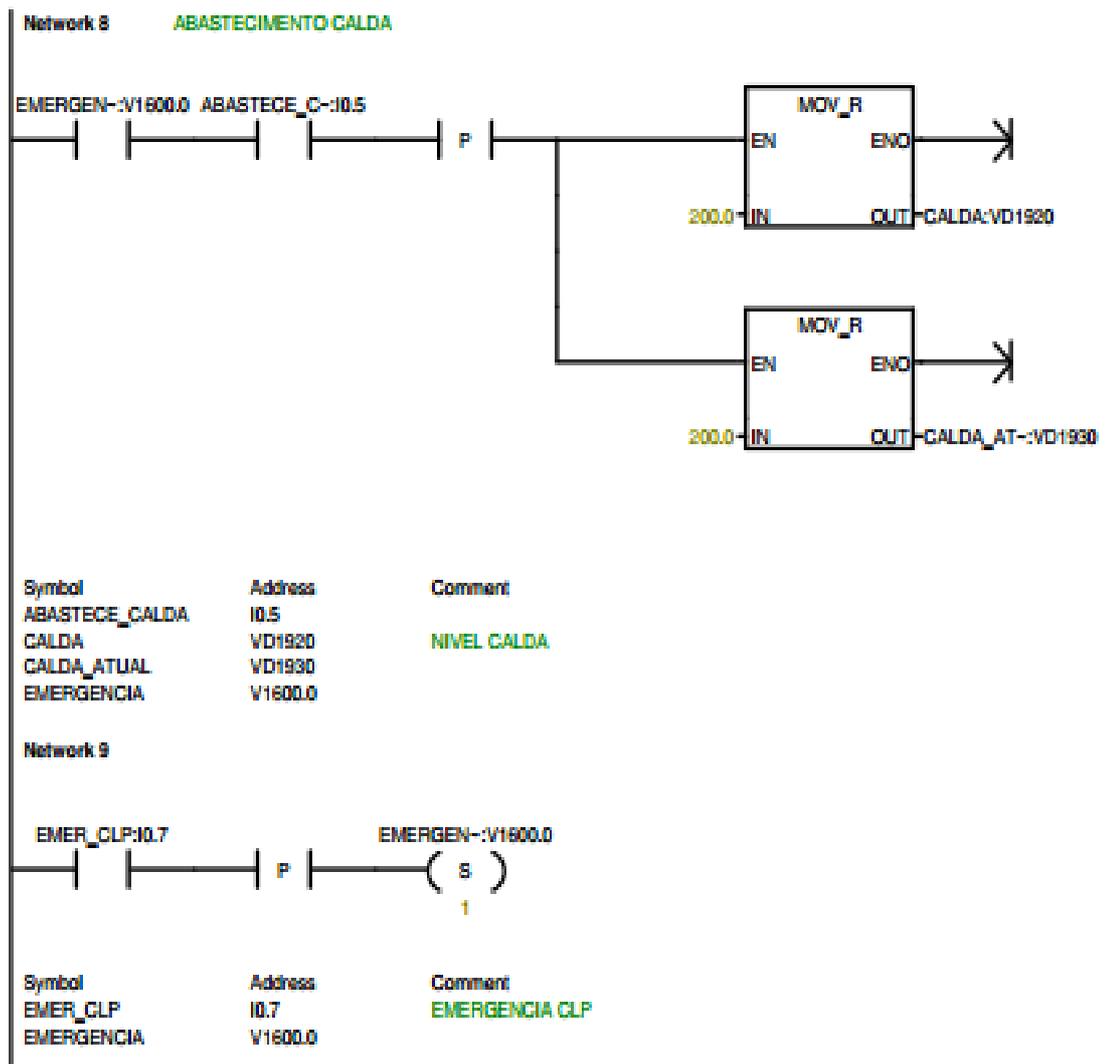
Block: MAIN
 Author:
 Created: 05/04/2017 08:31:38 pm
 Last Modified: 05/05/2017 10:04:39 pm

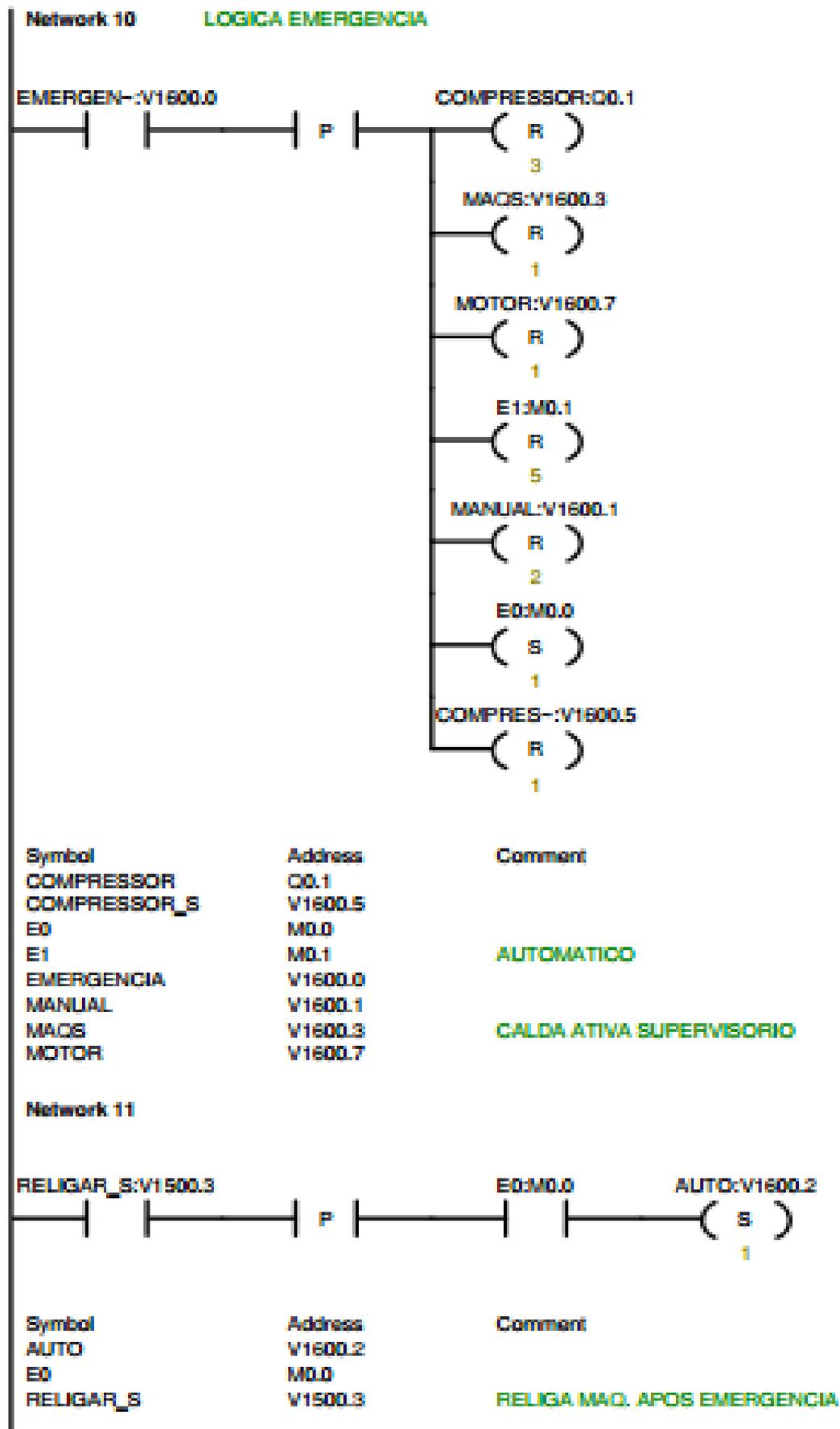
Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		

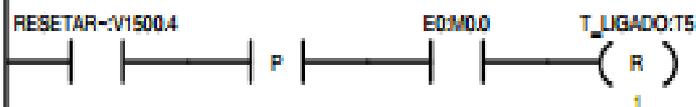




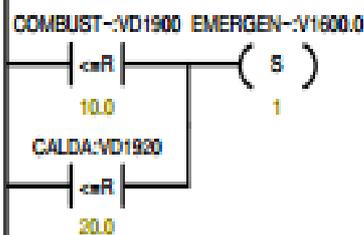




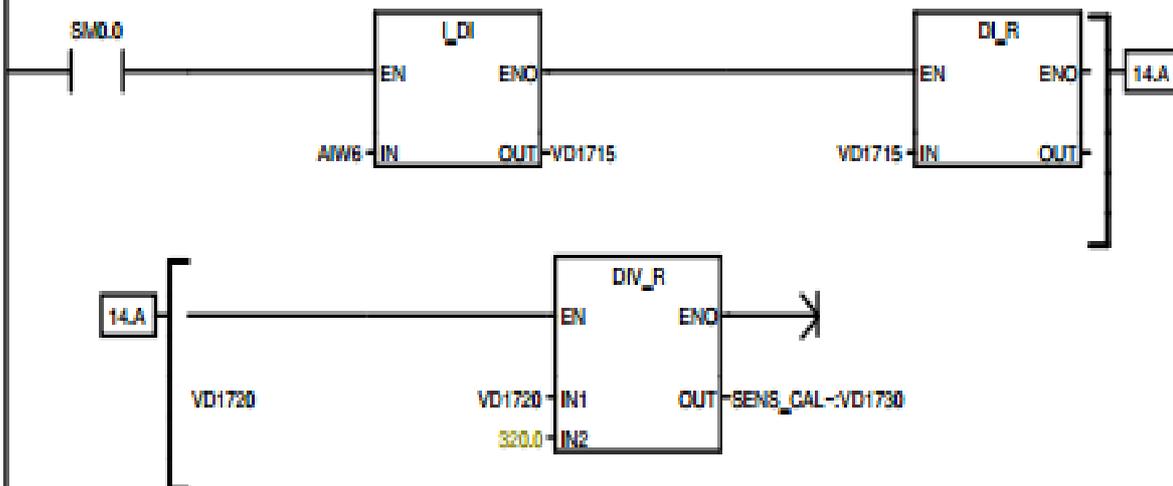


Network 12 LOGICA EMERGENCIA


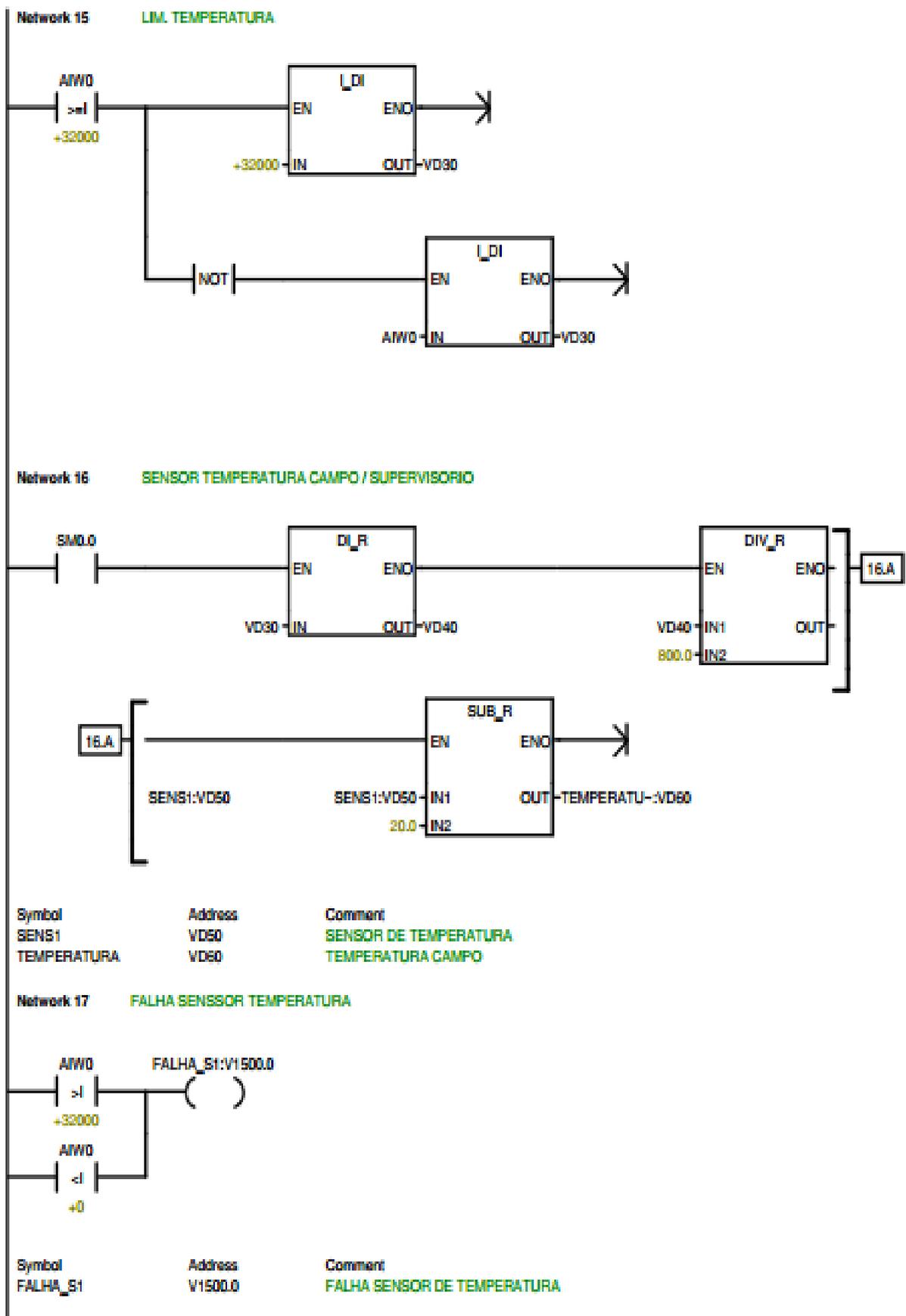
Symbol	Address	Comment
E0	M0.0	
RESETAR_S	V1500.4	RESETA MAQ. APOS EMERGENCIA
T_LIGADO	T5	TEMPO MAQUINA LIGADA

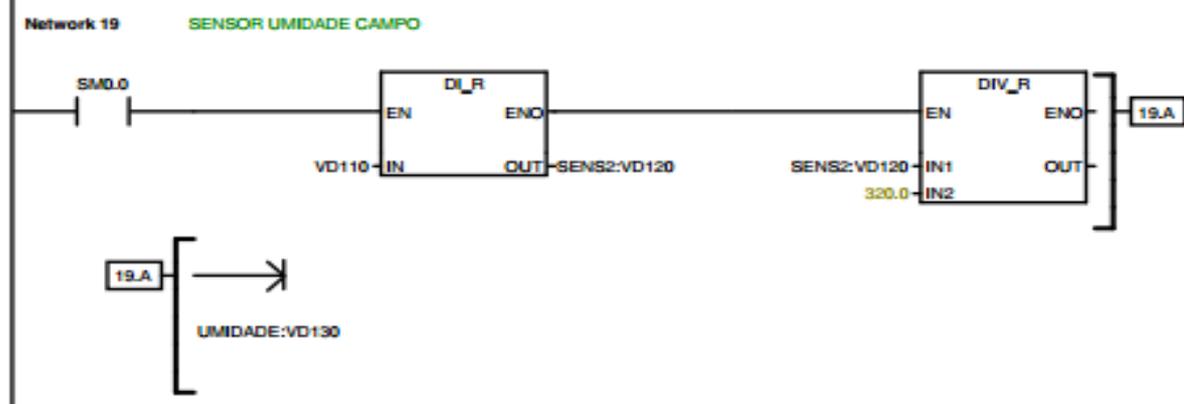
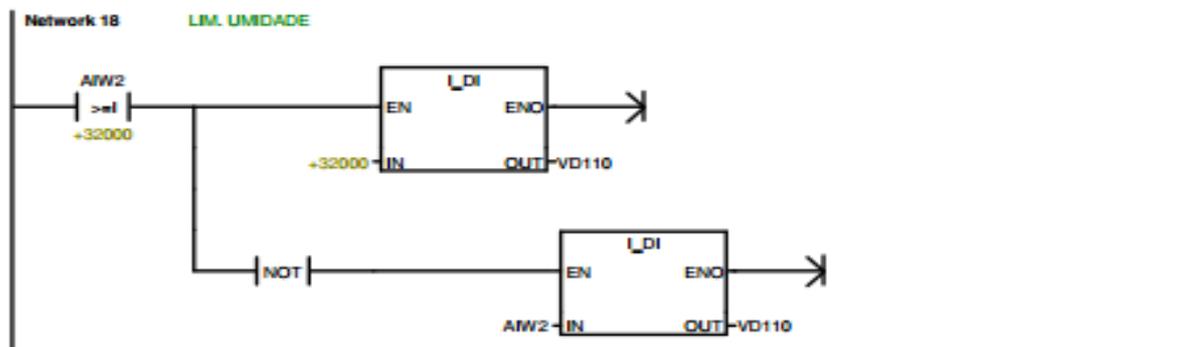
Network 13


Symbol	Address	Comment
CALDA	VD1920	NIVEL CALDA
COMBUSTIVEL	VD1900	
EMERGENCIA	V1600.0	

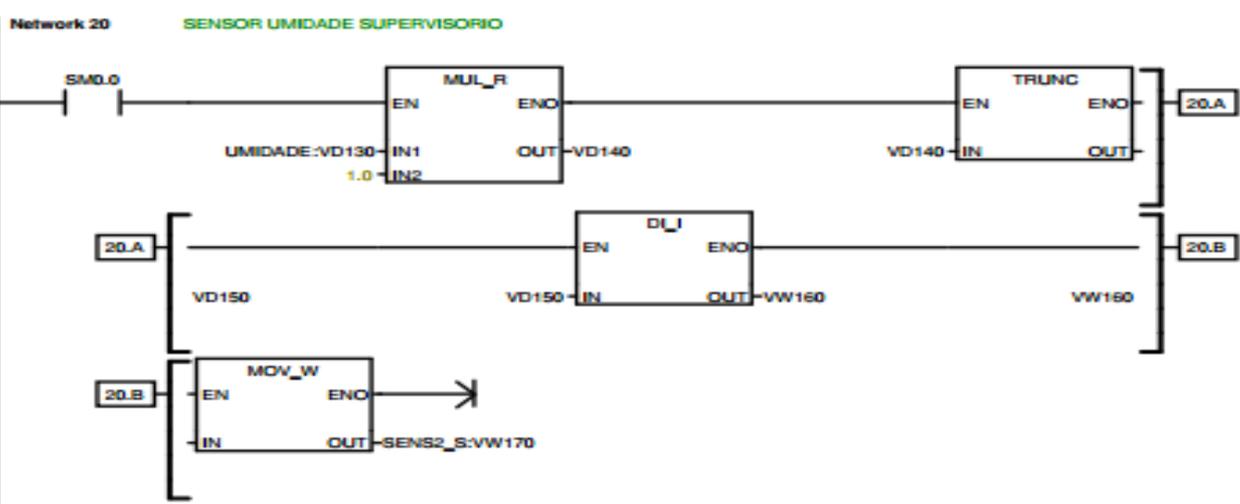
Network 14 SENSOR TEMPERATURA MAQUINA / SUPERVISORIO


Symbol	Address	Comment
SENS_CALDA	VD1730	SENSOR TEMPERATURA MAQ.

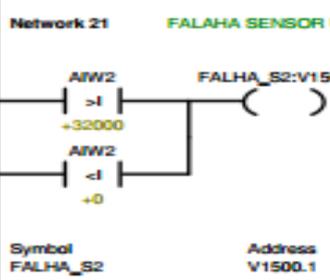




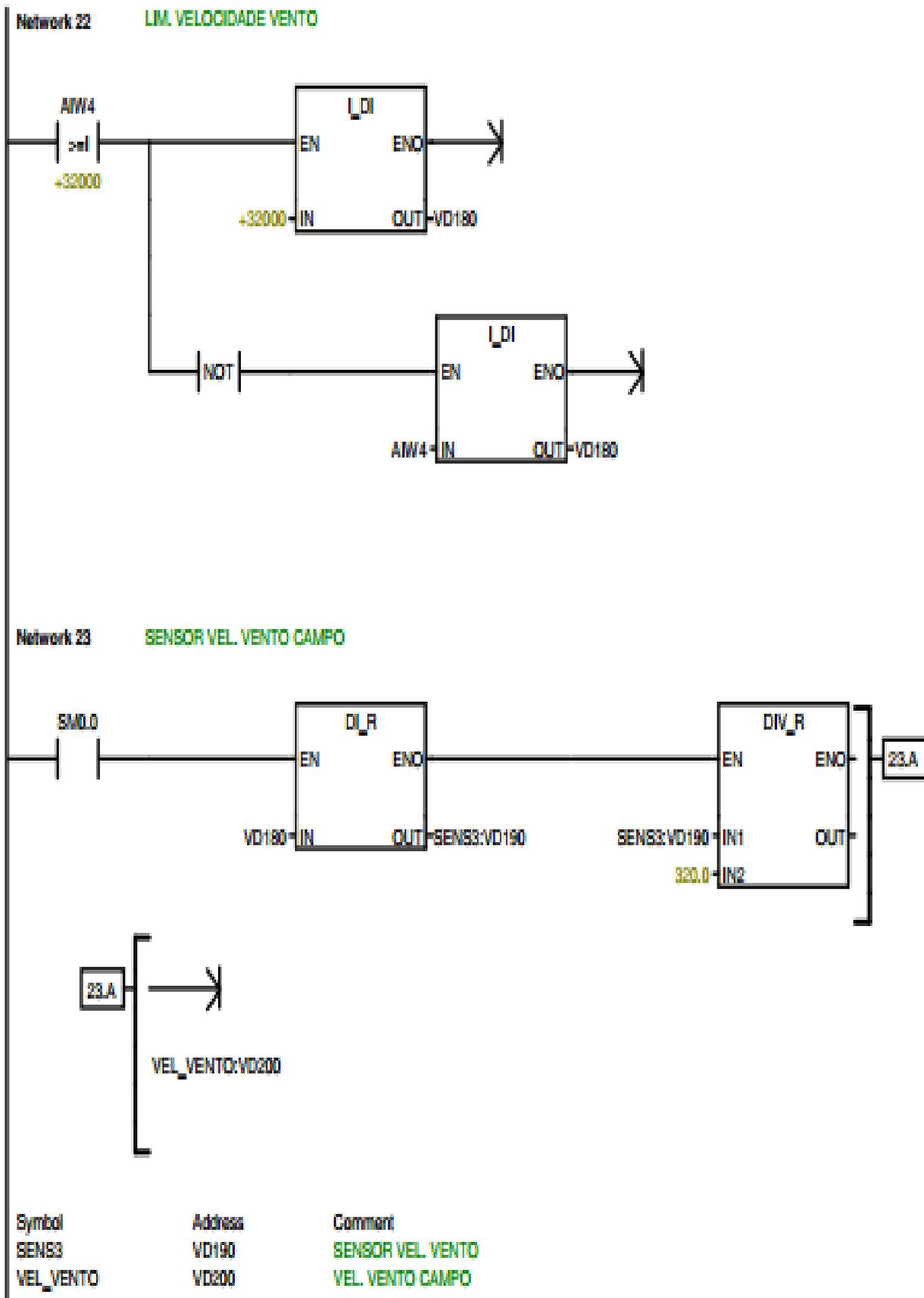
Symbol	Address	Comment
SENS2	VD120	SENSOR UMIDADE
UMIDADE	VD130	UMIDADE CAMPO

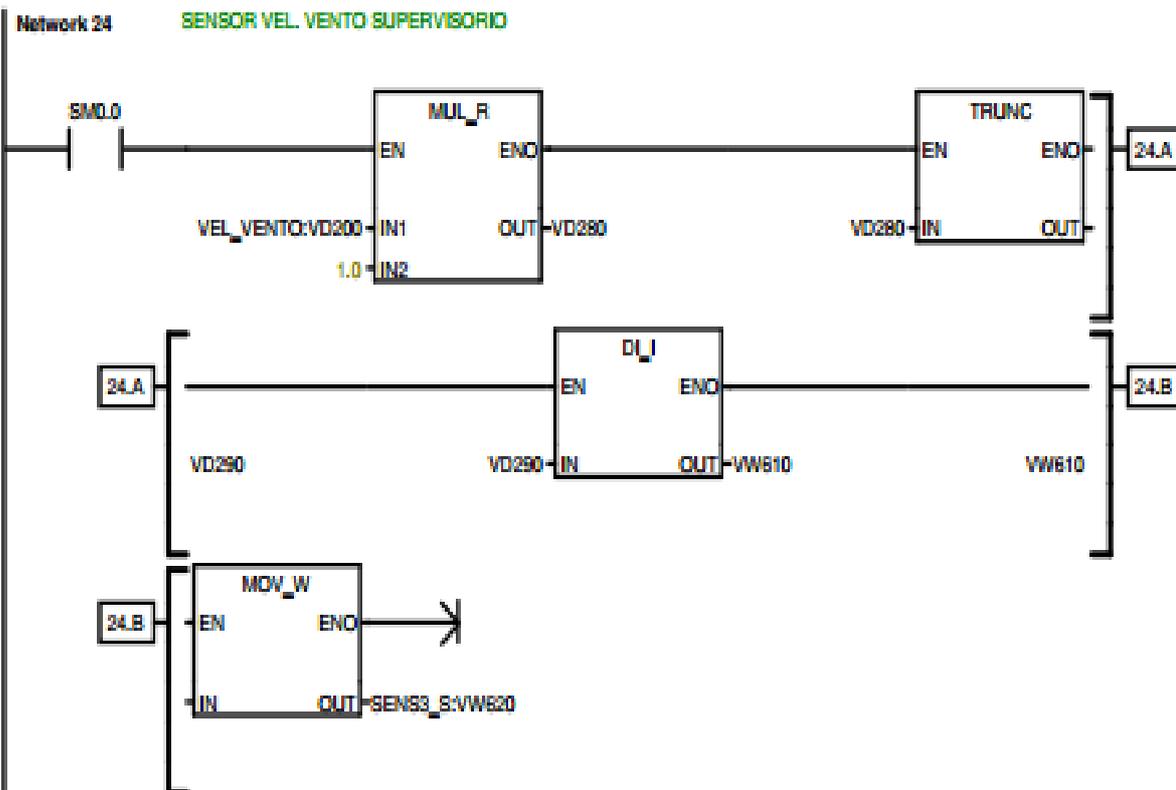


Symbol	Address	Comment
SENS2_S	VW170	SENSOR UMIDADE SUPERVISORIO
UMIDADE	VD130	UMIDADE CAMPO



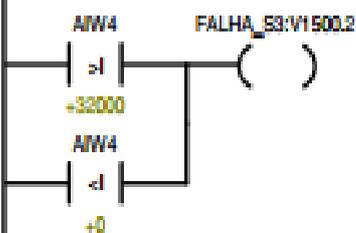
Symbol	Address	Comment
FALHA_S2	V1500.1	FALHA SENSOR DE UMIDADE





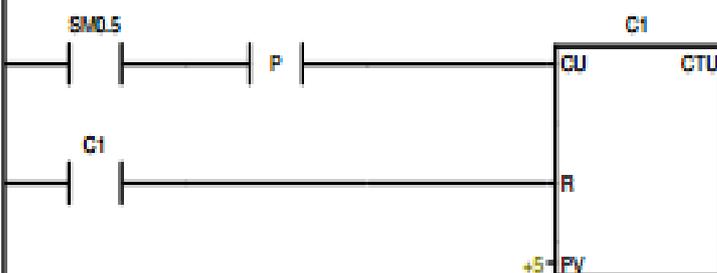
Symbol	Address	Comment
SENS3_S	VW620	SENSOR VEL. VENTO SUPERVISORIO
VEL_VENTO	VD200	VEL. VENTO CAMPO

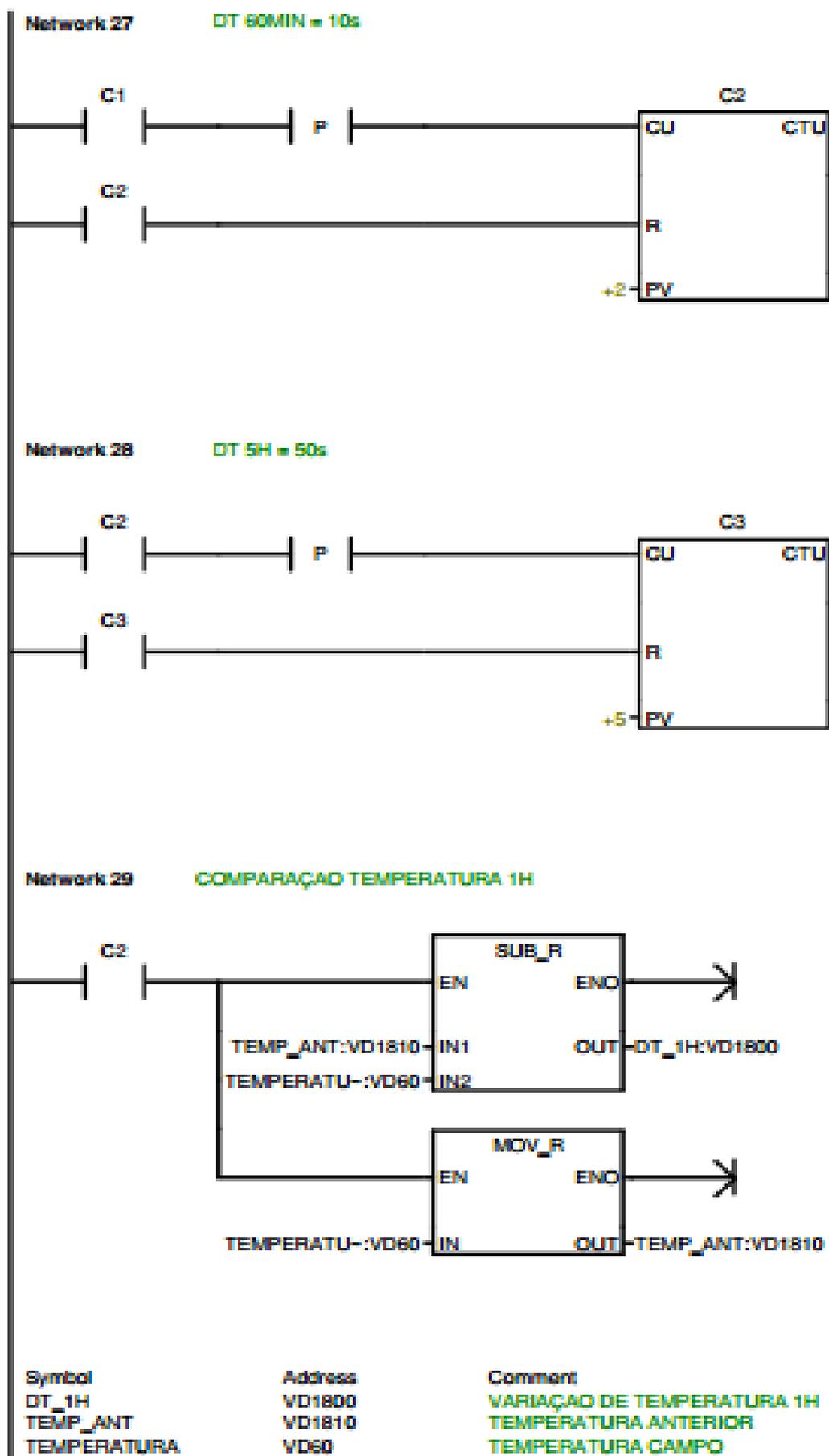
Network 25 FALHA SENSOR VEL. VENTO

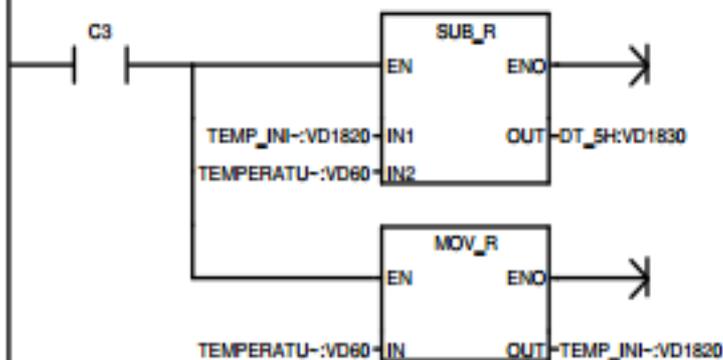


Symbol	Address	Comment
FALHA_S3	V1500.2	FALHA SENSOR VEL. VENTO

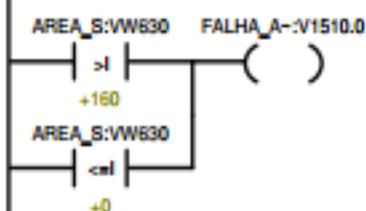
Network 26 DT 10MIN = 5s



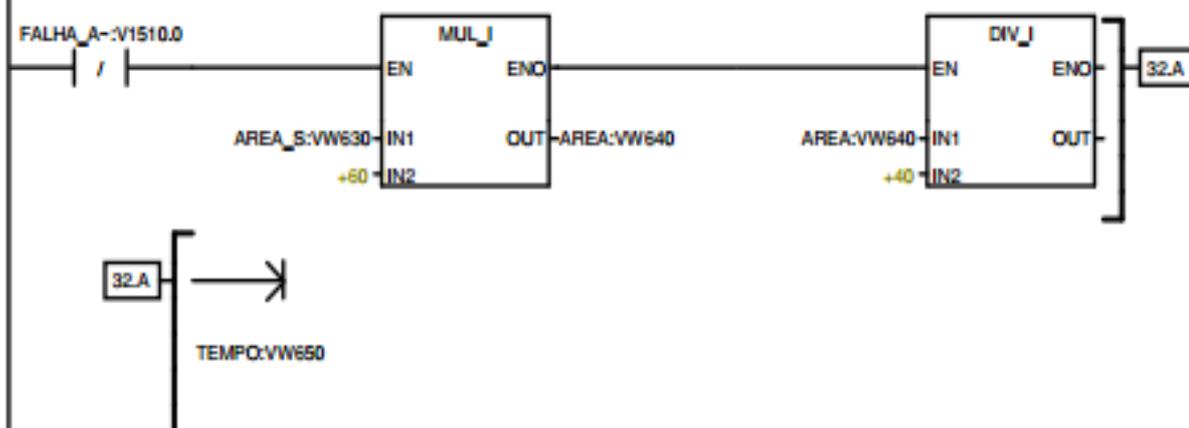


Network 30 **COMPARAÇÃO TEMPERATURA 5H**


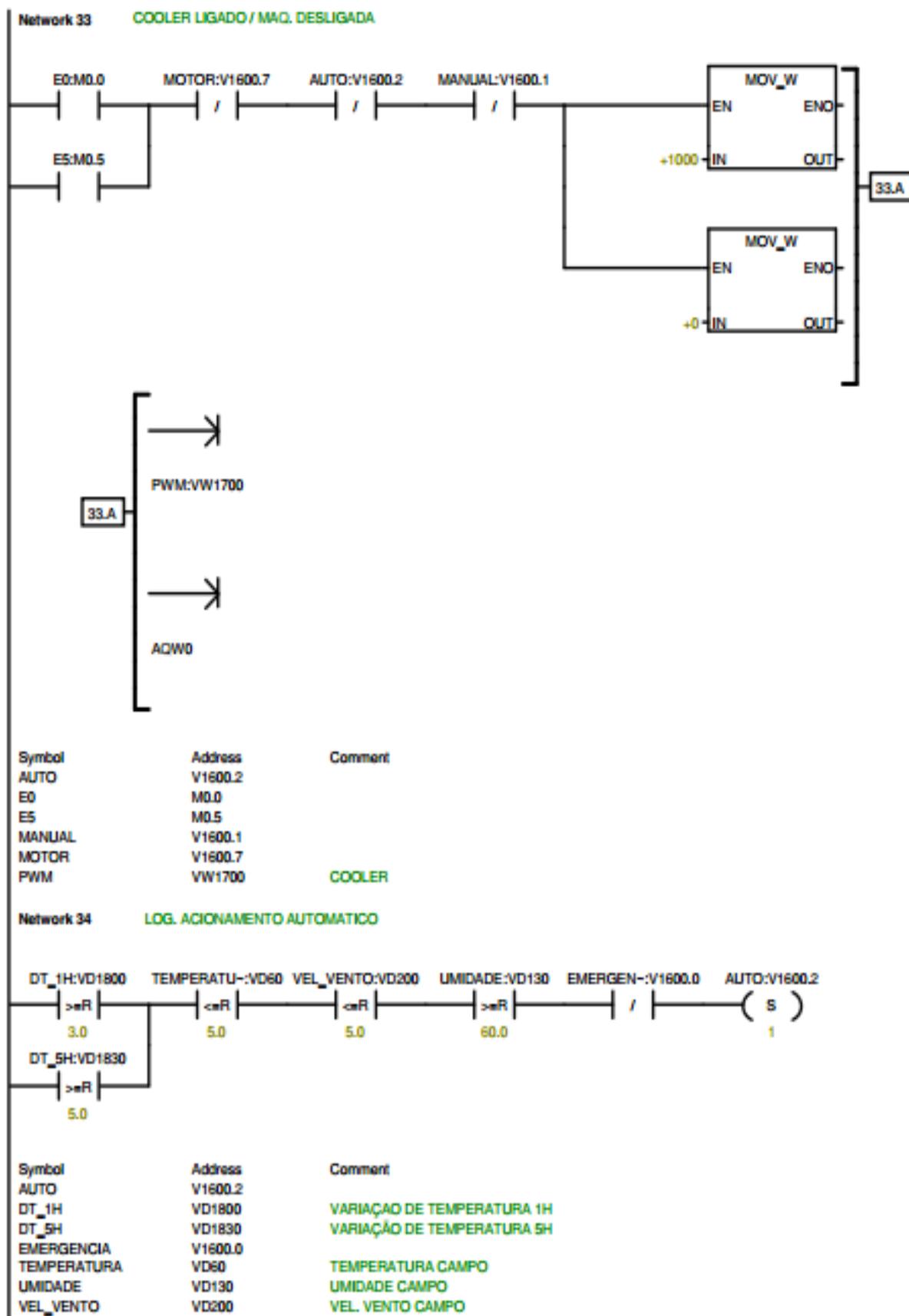
Symbol	Address	Comment
DT_5H	VD1830	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA 5H
TEMP_INICIAL	VD1820	TEMPERATURA INICIAL
TEMPERATURA	VD60	TEMPERATURA CAMPO

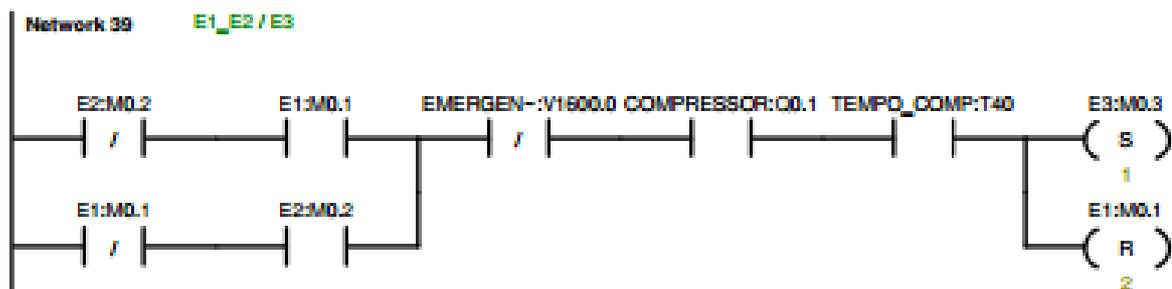
Network 31 **FALHA AREA RECEBIDA DO SUPERVISORIO**


Symbol	Address	Comment
AREA_S	VW630	AREA PLANTAÇÃO SUPERVISORIO
FALHA_AREA	V1510.0	FALHA VALOR DA AREA INDICADO

Network 32 **Area Plantação / TEMPO DE MAQ. LIGADA**


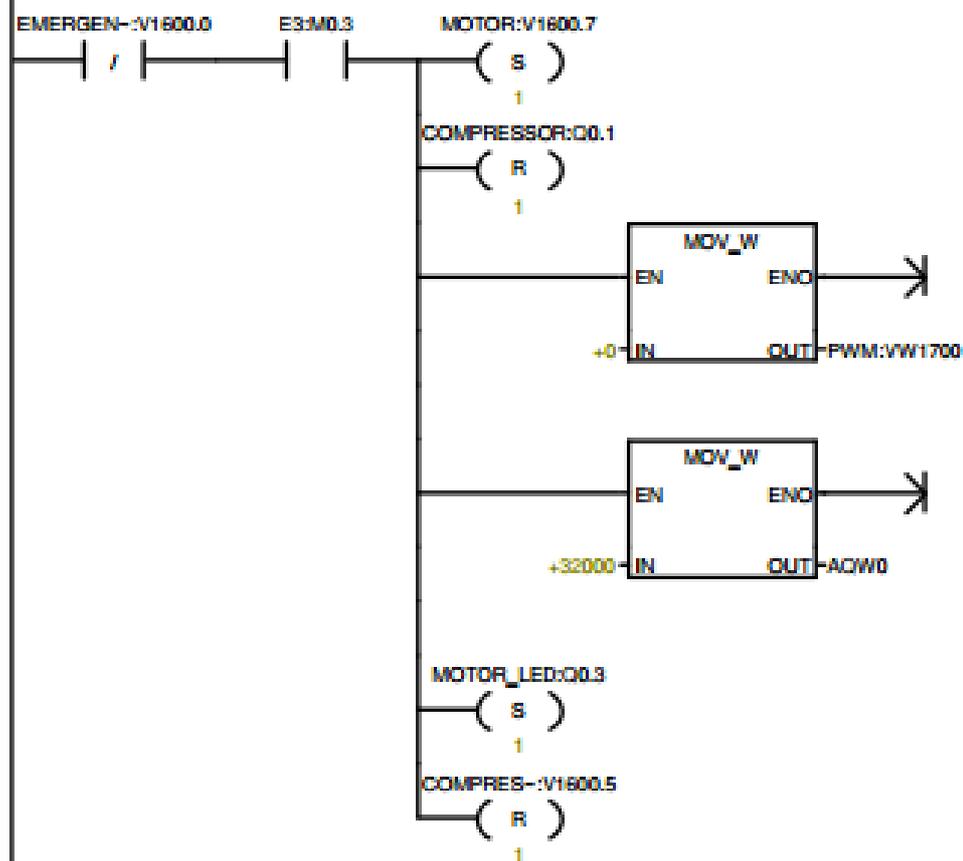
Symbol	Address	Comment
AREA	VW640	AREA PLANTAÇÃO SUPERVISORIO
AREA_S	VW630	FALHA VALOR DA AREA INDICADO
TEMPO	VW650	TEMPO MAQUINA LIGADA



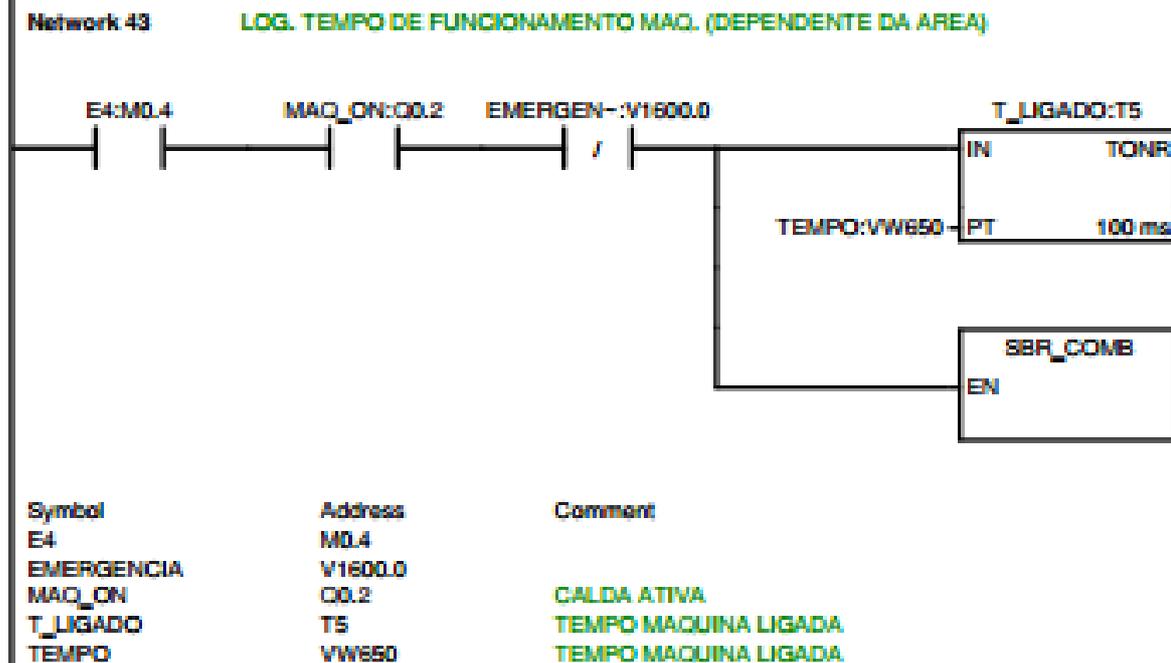
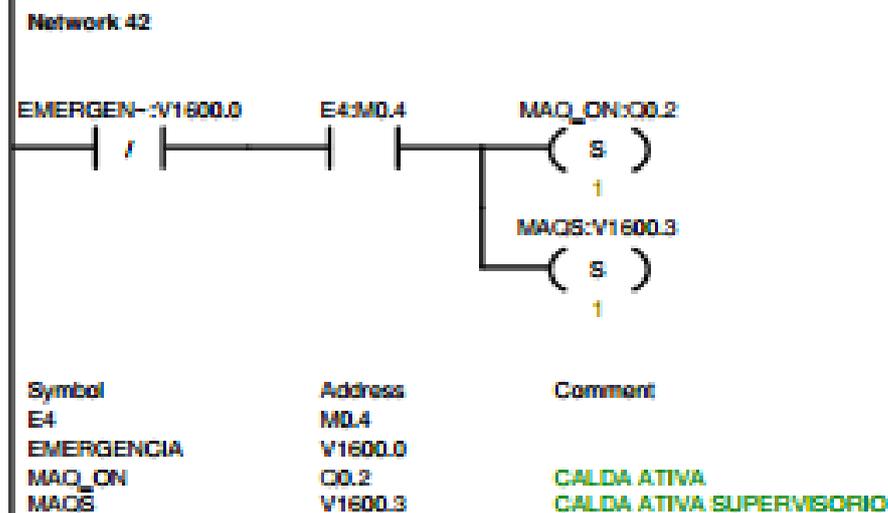
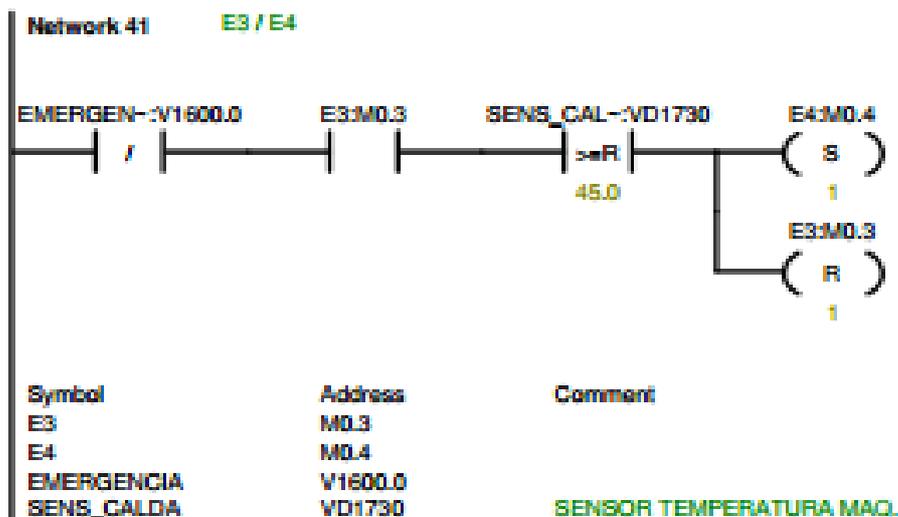


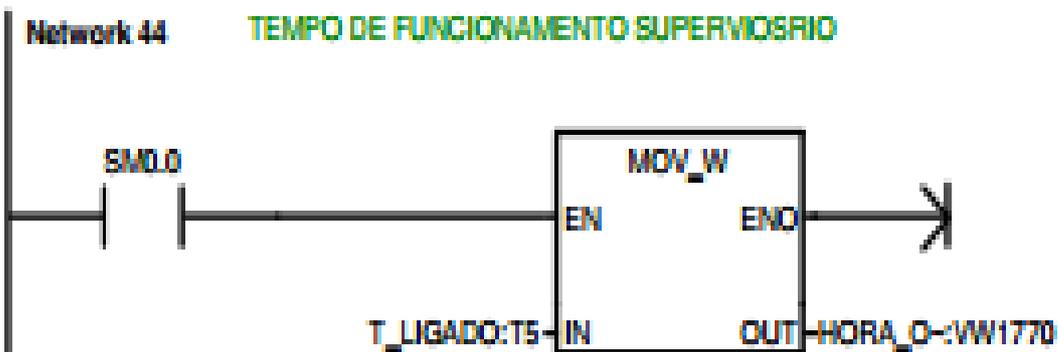
Symbol	Address	Comment
COMPRESSOR	Q0.1	
E1	M0.1	AUTOMATICO
E2	M0.2	MANUAL
E3	M0.3	
EMERGENCIA	V1600.0	
TEMPO_COMP	T40	

Network 40 AÇÃO E3

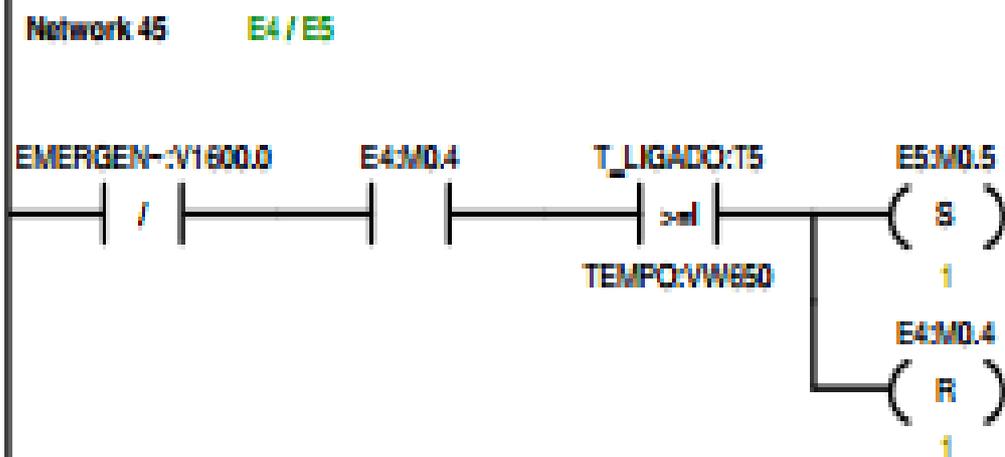


Symbol	Address	Comment
COMPRESSOR	Q0.1	
COMPRESSOR_S	V1600.5	
E3	M0.3	
EMERGENCIA	V1600.0	
MOTOR	V1600.7	
MOTOR_LED	Q0.3	
PWM	VW1700	COOLER

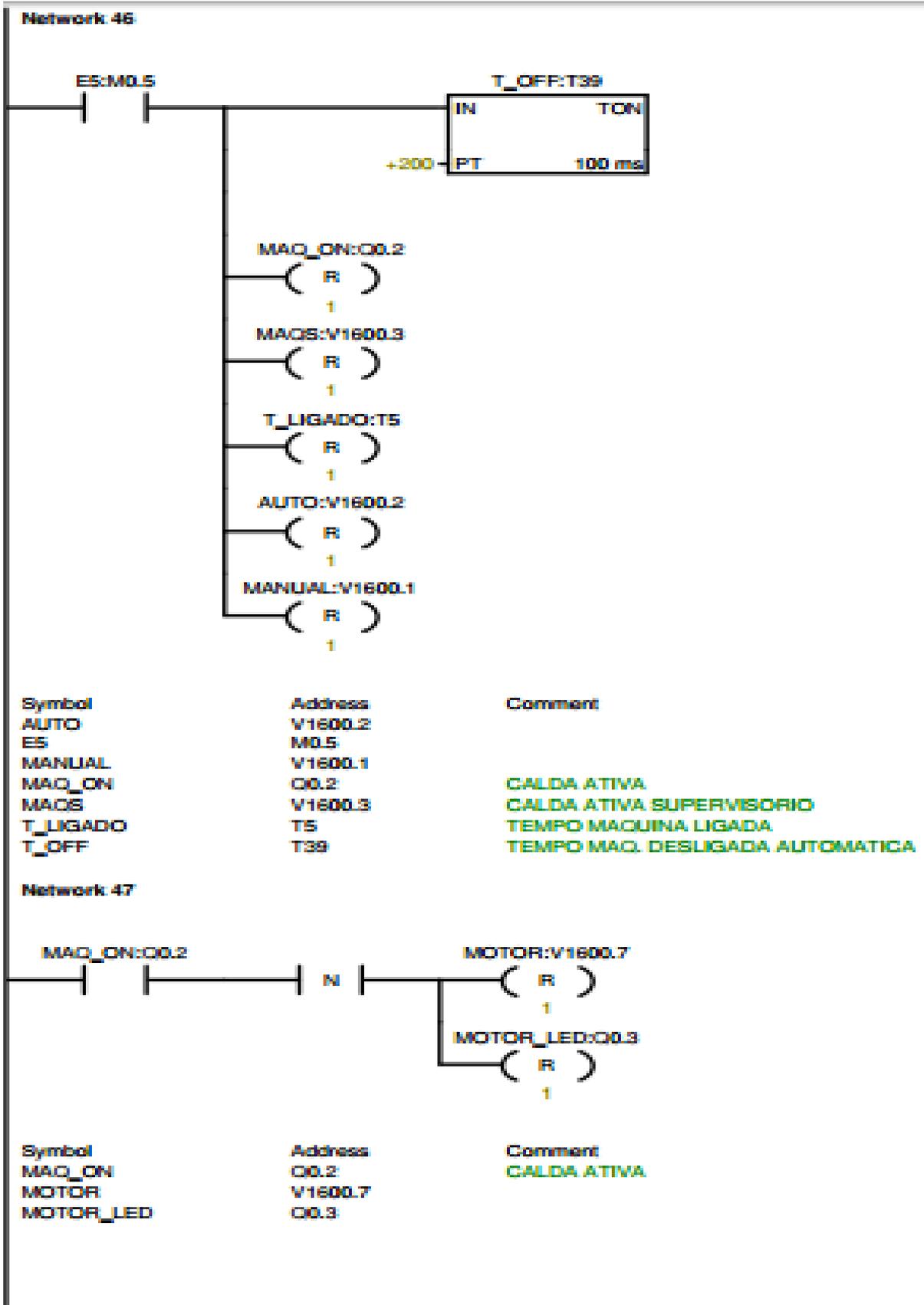


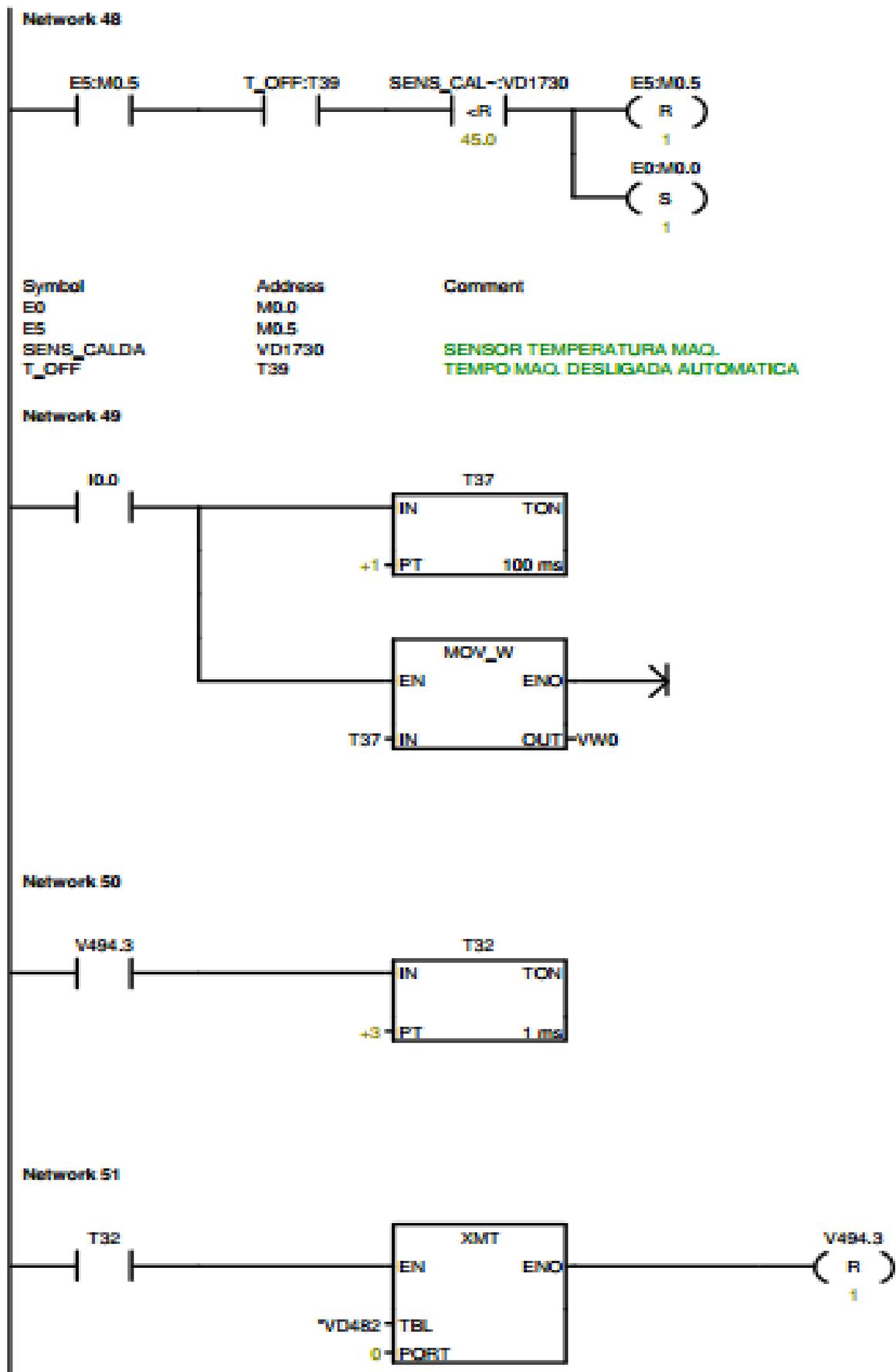


Symbol	Address	Comment
HORA_ON_S	VW1770	TEMPO MAQUINA LIGADA SUPERVISORIO
T_LIGADO	T5	TEMPO MAQUINA LIGADA



Symbol	Address	Comment
E4	M0.4	
E5	M0.5	
EMERGENCIA	V1600.0	
T_LIGADO	T5	TEMPO MAQUINA LIGADA
TEMPO	VW650	TEMPO MAQUINA LIGADA



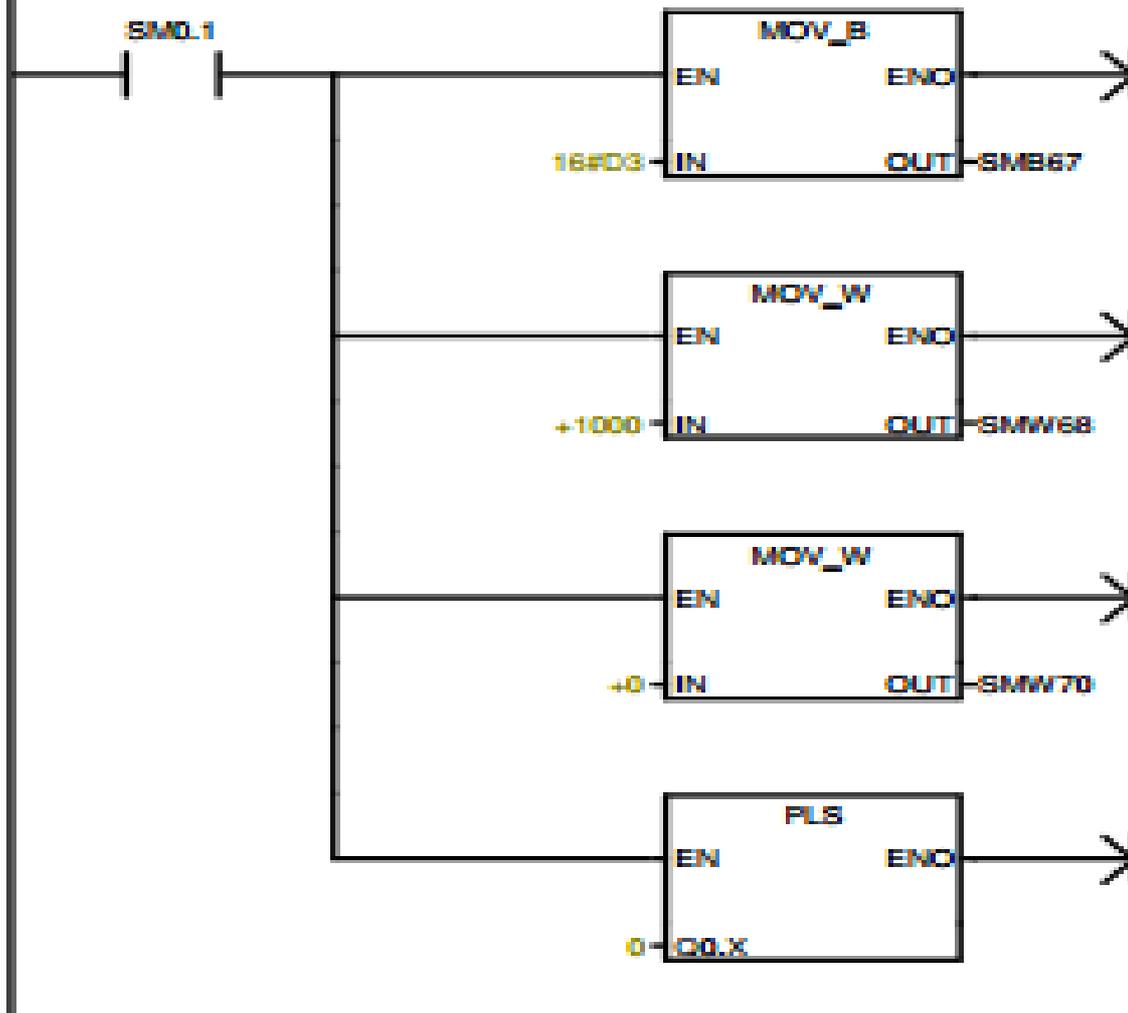


Block: SBR_PWM
 Author:
 Created: 05/04/2017 08:31:36 pm
 Last Modified: 05/05/2017 10:04:39 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1
PWM

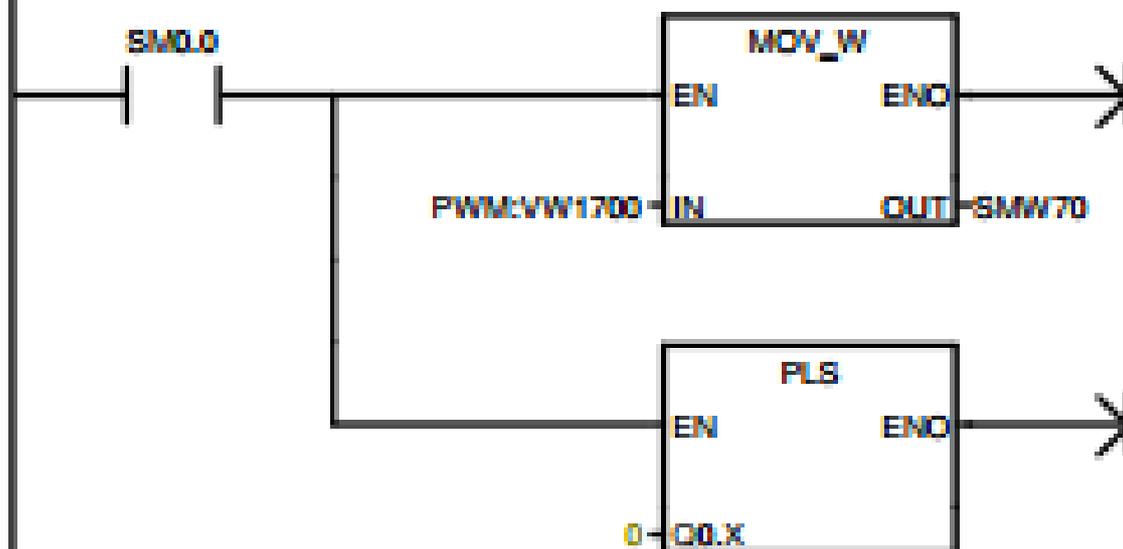


Block: SBR_1
 Author:
 Created: 05/04/2017 08:31:36 pm
 Last Modified: 05/05/2017 10:04:39 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title
 PWM



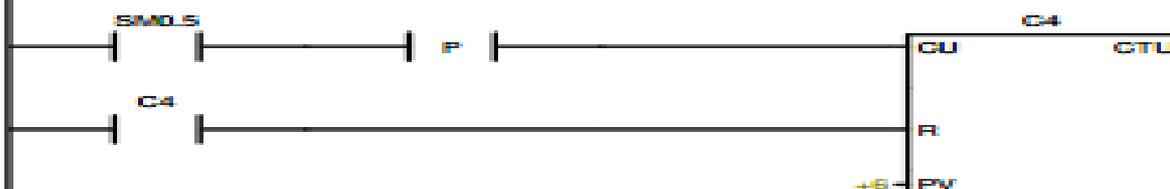
Symbol	Address	Comment
PWM	VW1700	COOLER

Block: SBR_COMB
 Author:
 Created: 05/04/2017 08:31:38 pm
 Last Modified: 05/05/2017 10:04:39 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1

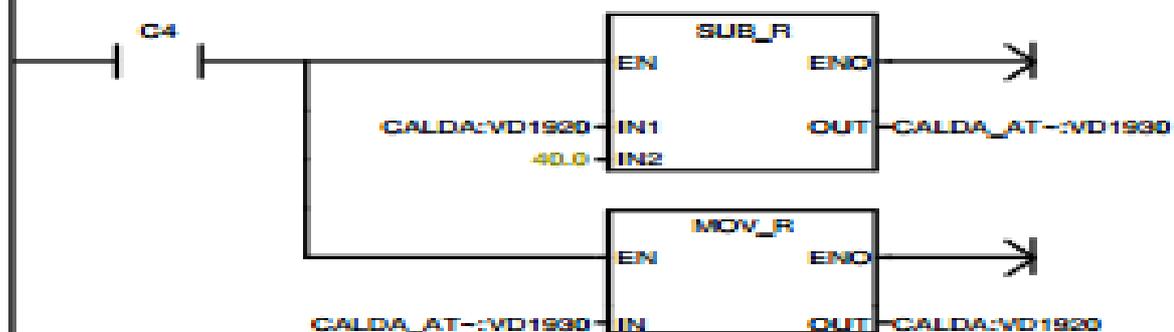


Network 2



Symbol	Address	Comment
COMB_ATUAL	VD1910	
COMBUSTMEL	VD1900	

Network 3



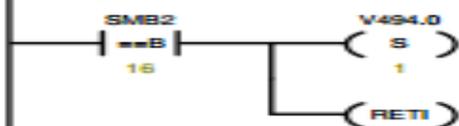
Symbol	Address	Comment
CALDA	VD1920	
CALDA_ATUAL	VD1930	NIVEL CALDA

Block: INT_0
 Author:
 Created: 05/04/2017 08:31:36 pm
 Last Modified: 05/05/2017 10:04:39 pm

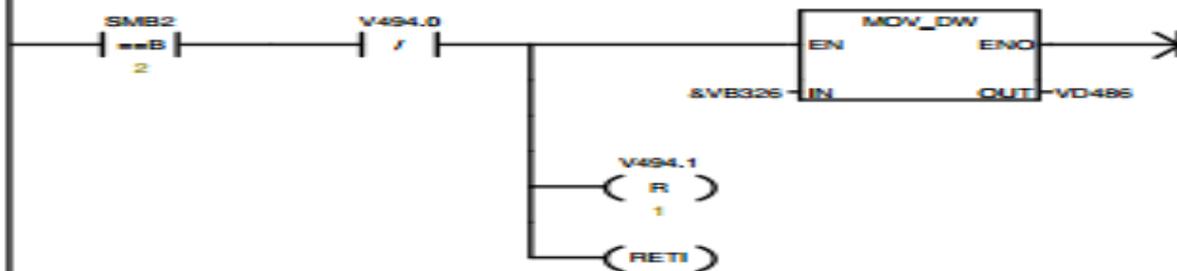
Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		

INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Network 1



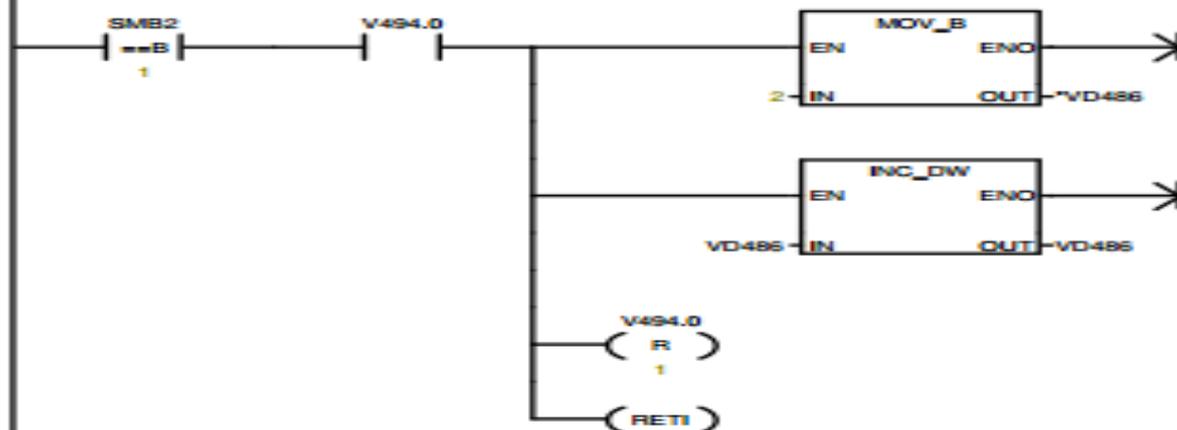
Network 2

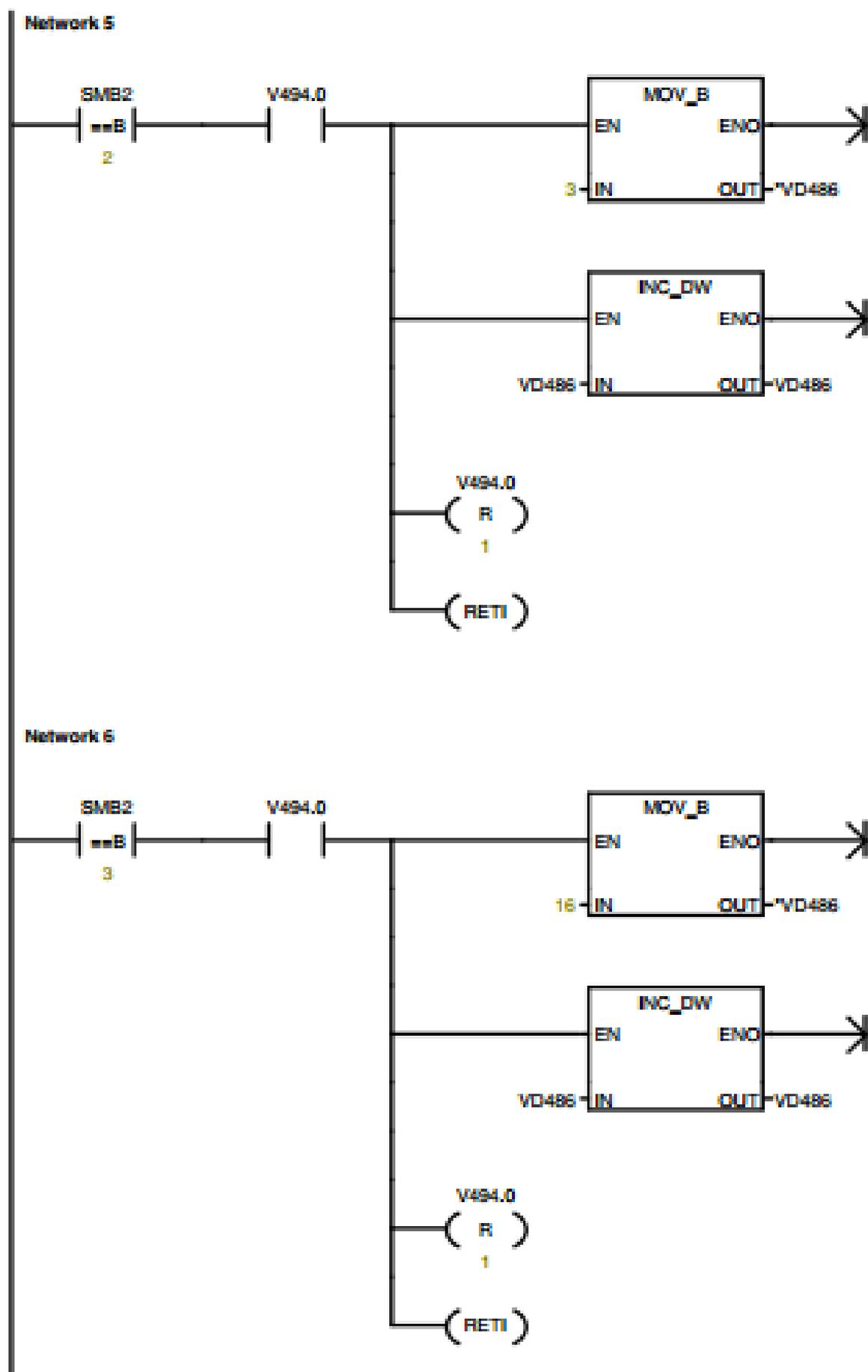


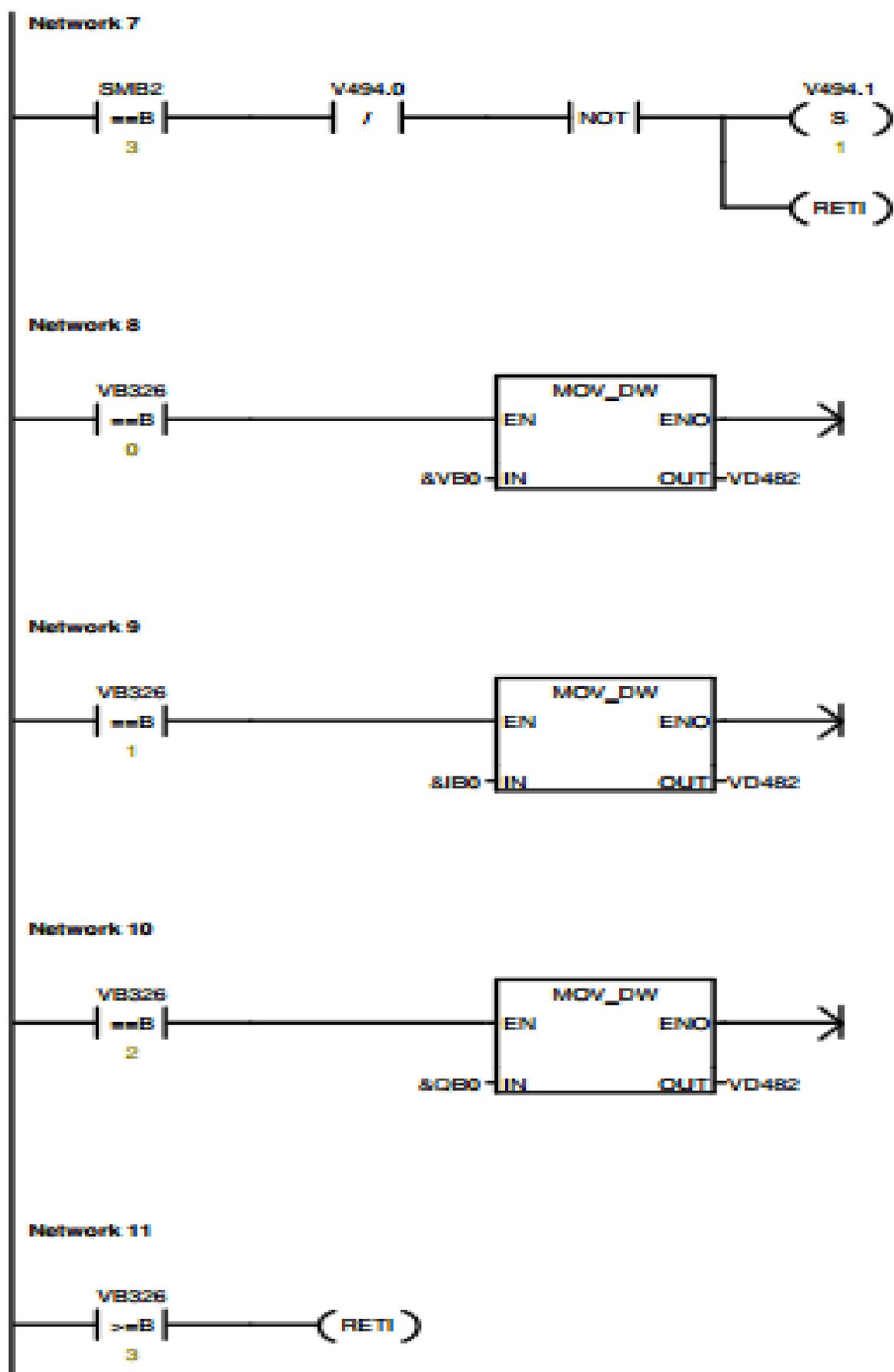
Network 3

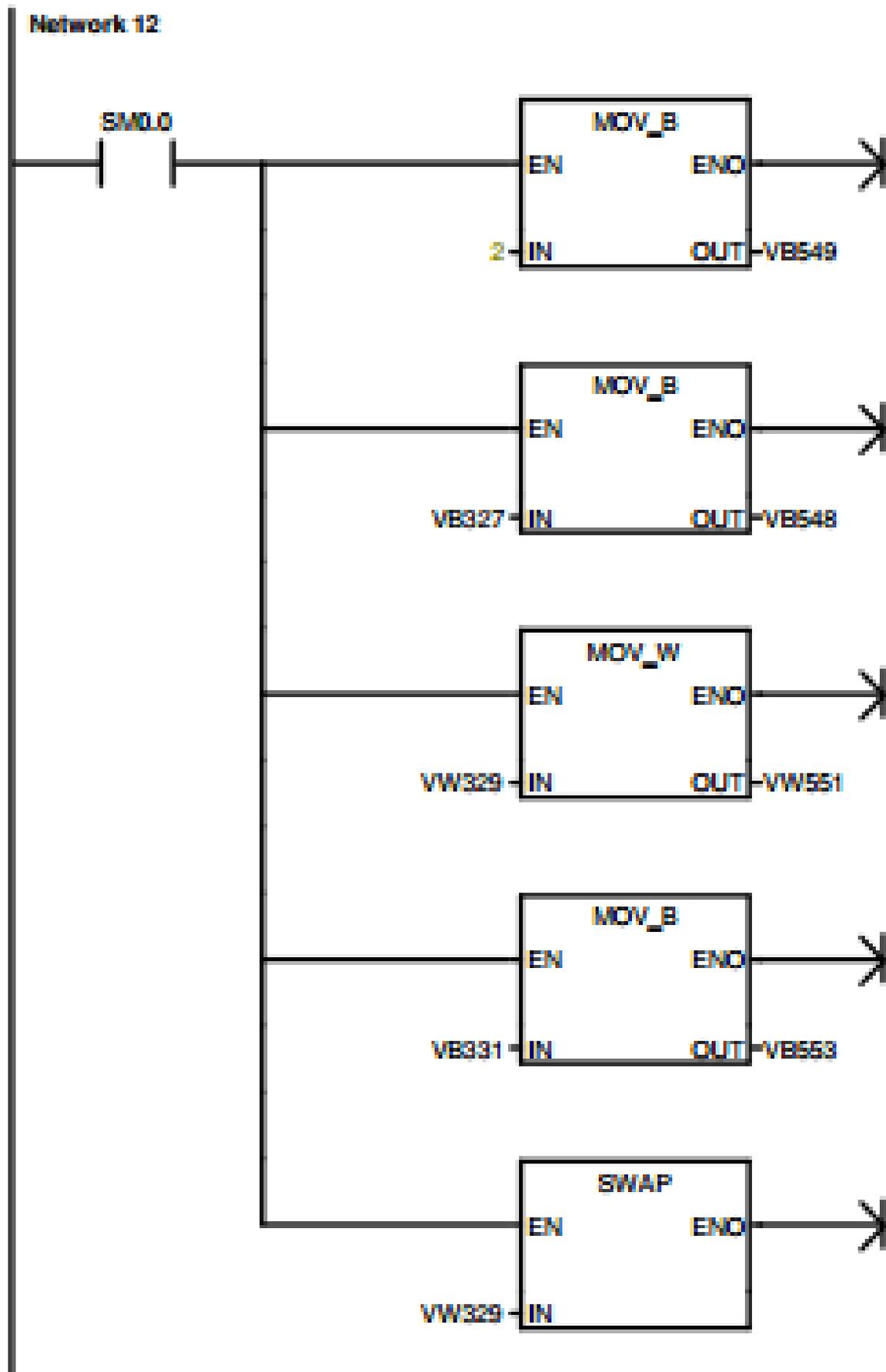


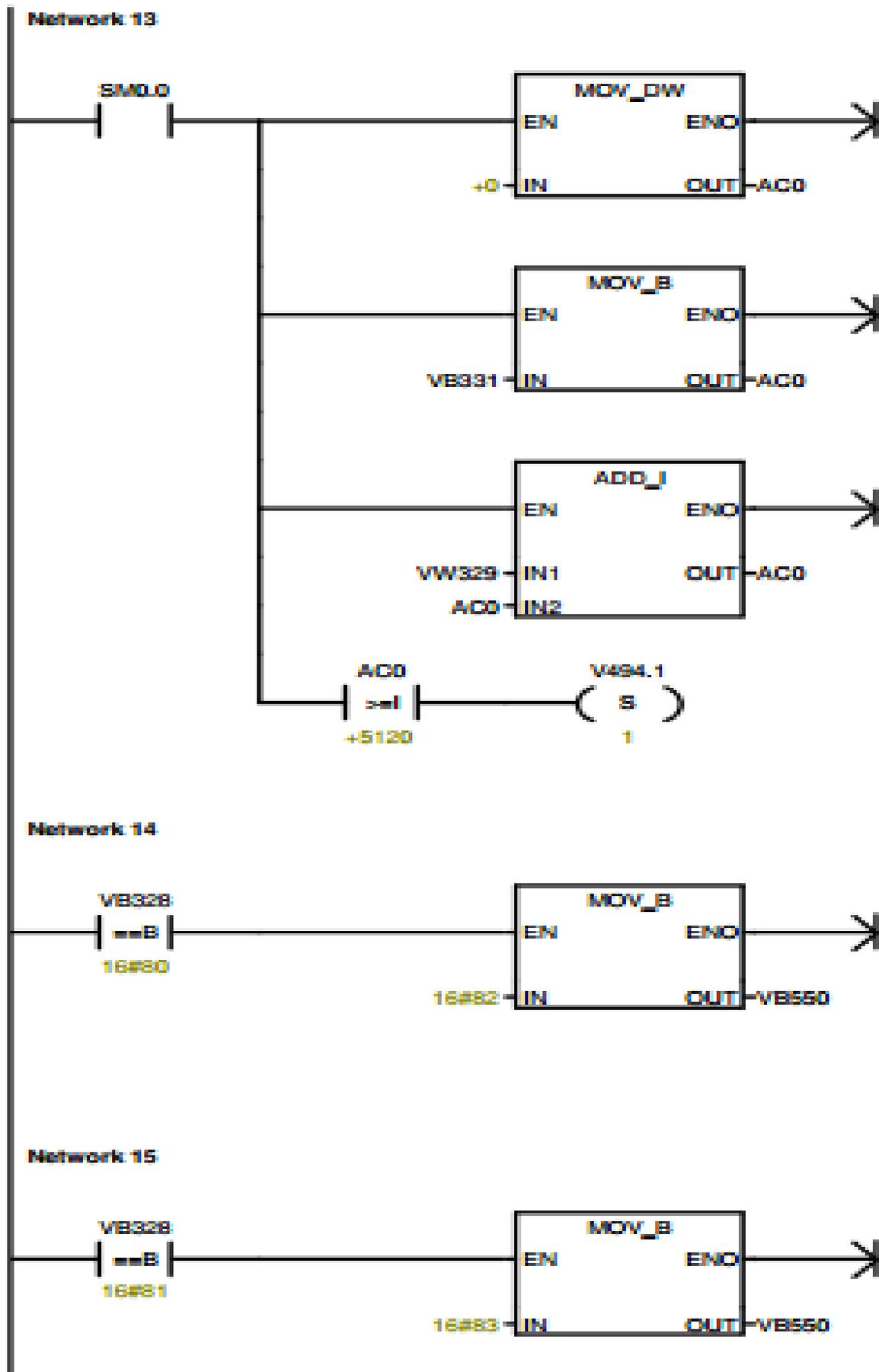
Network 4

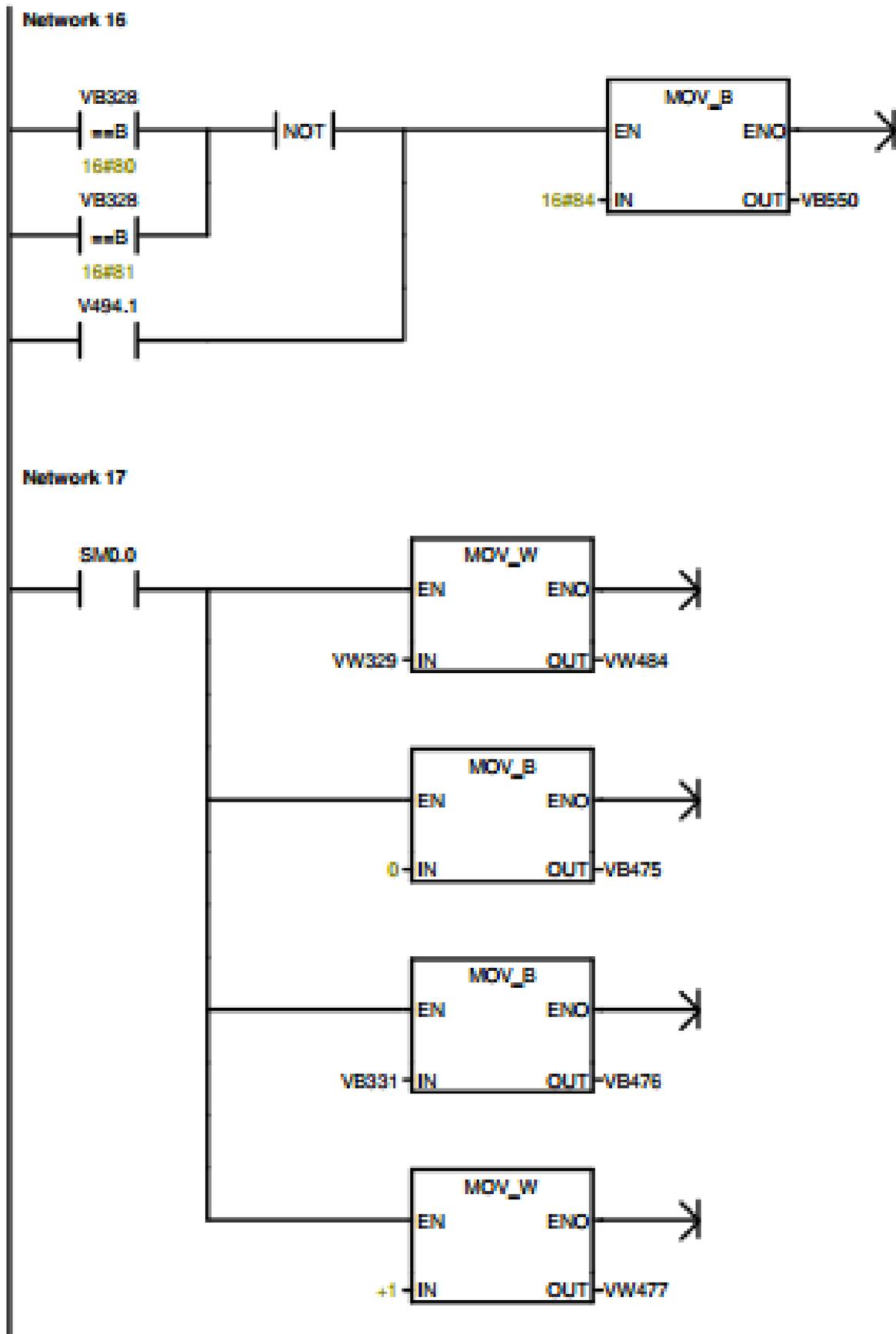


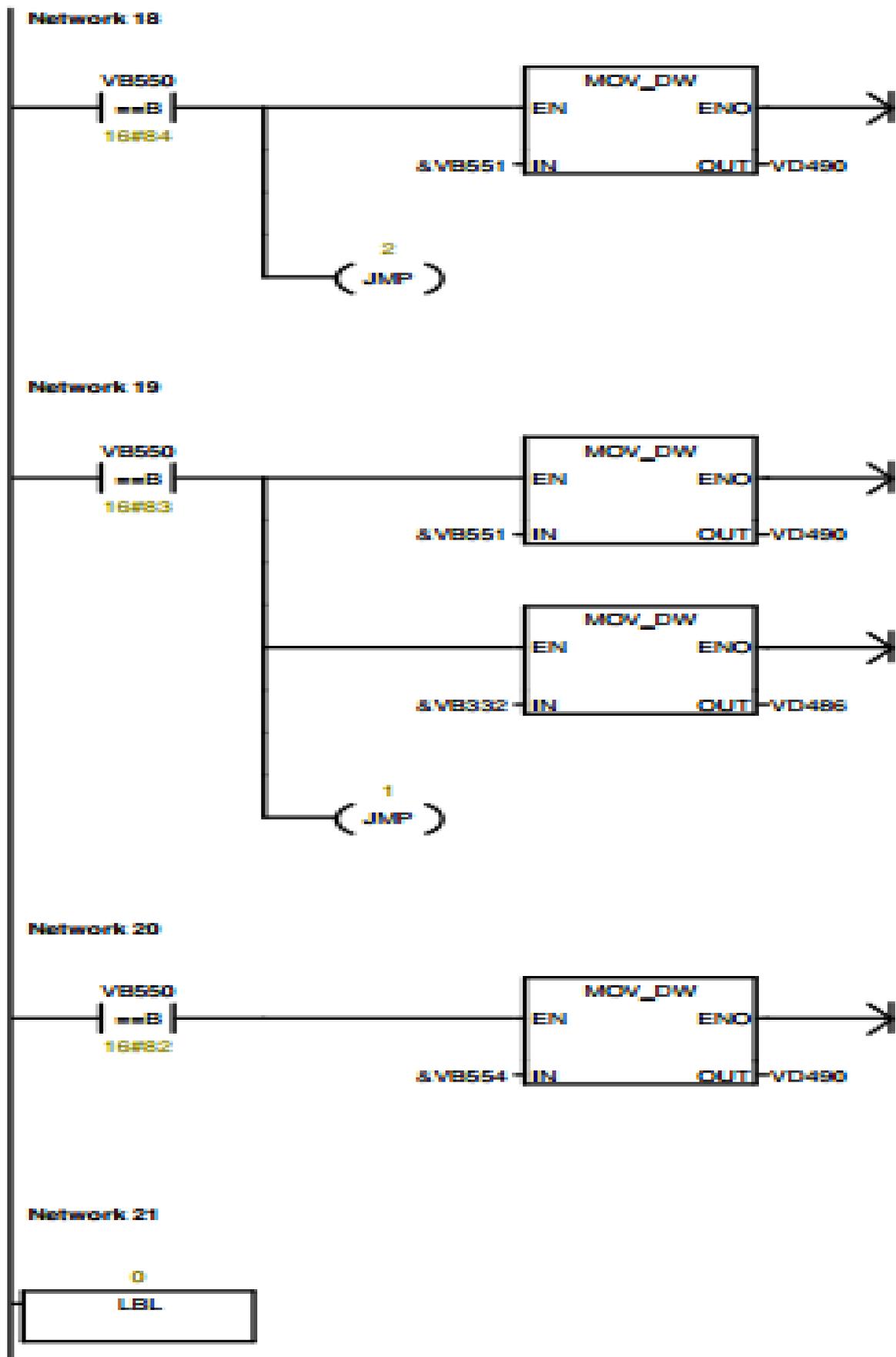


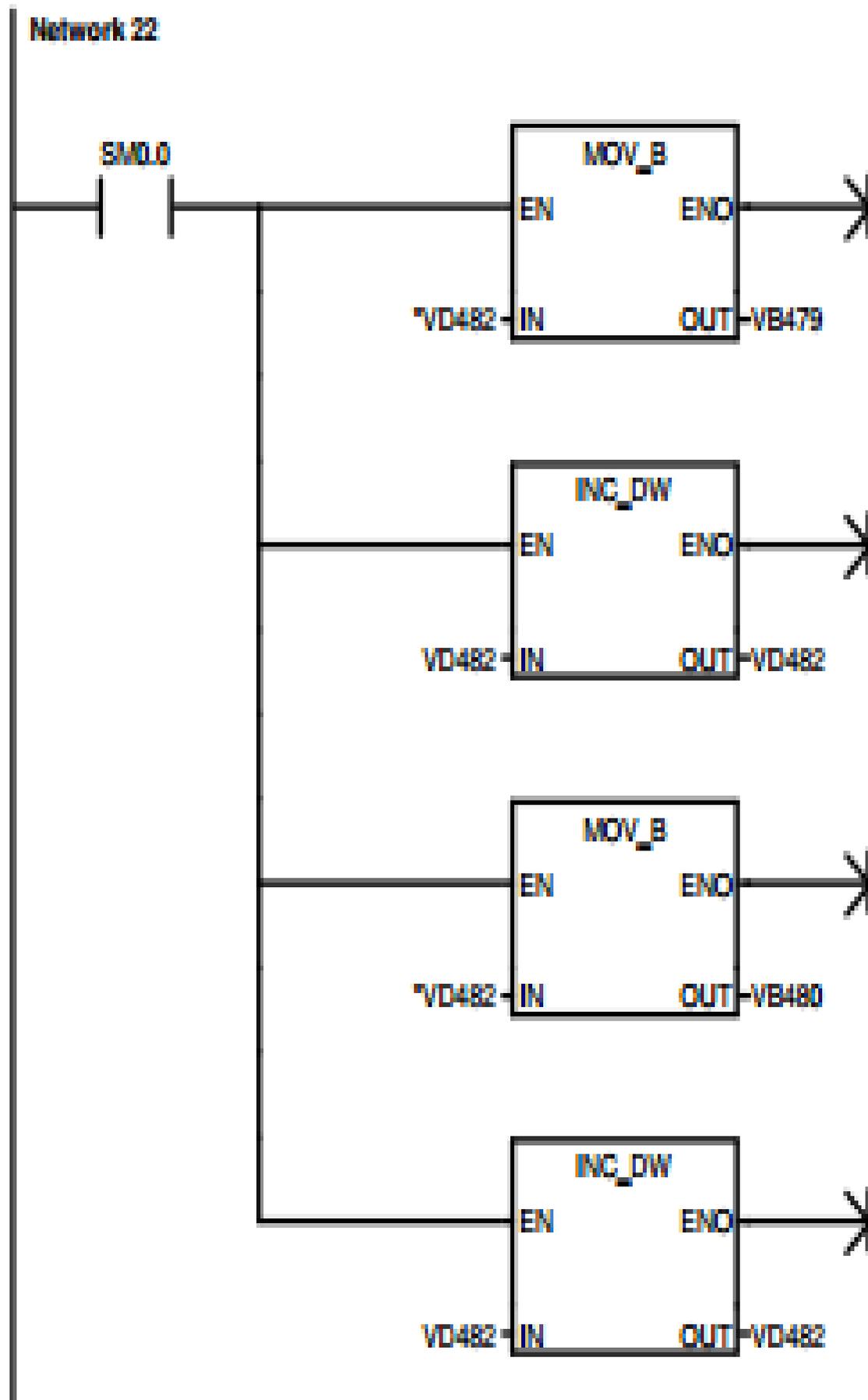


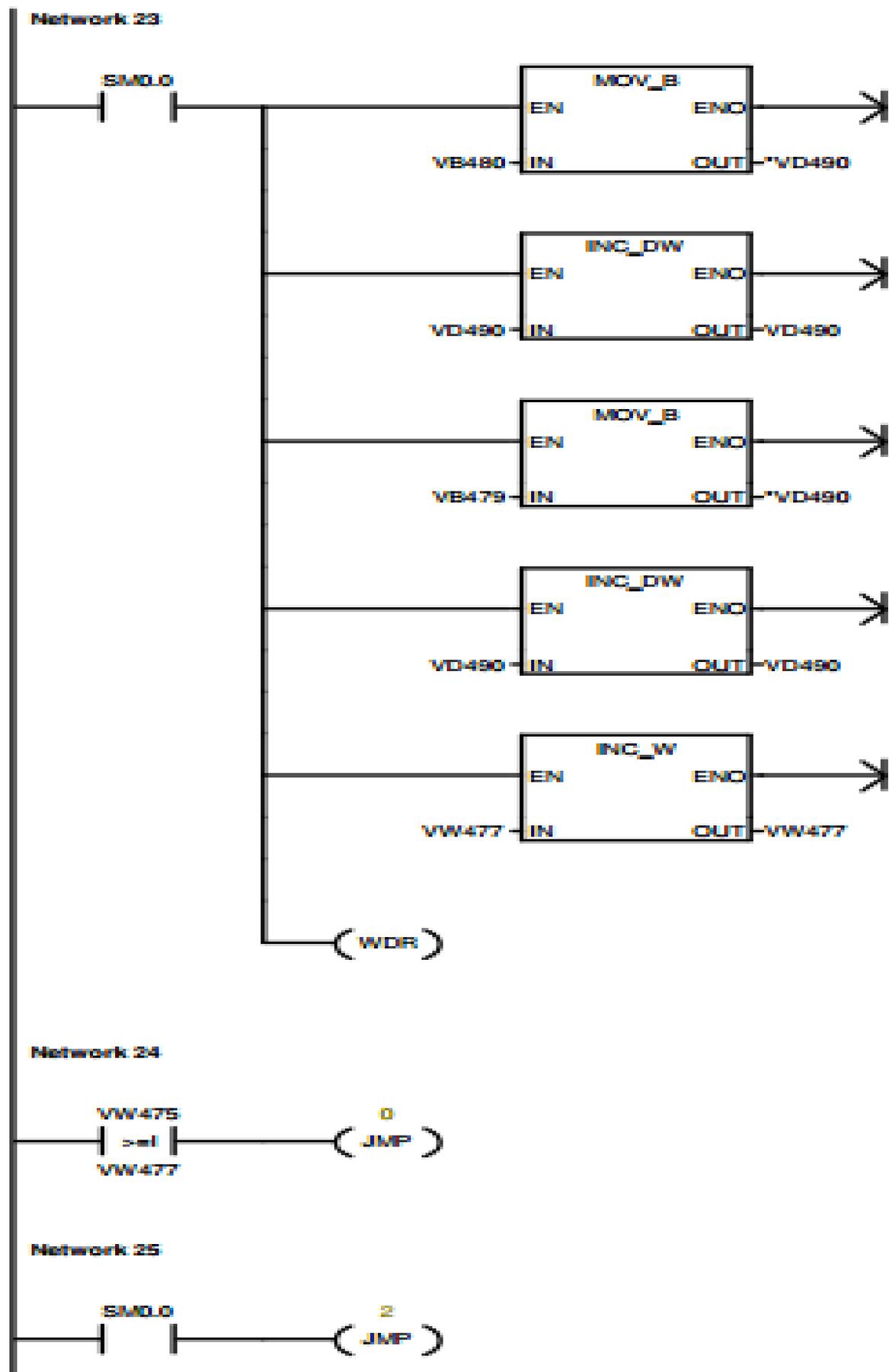


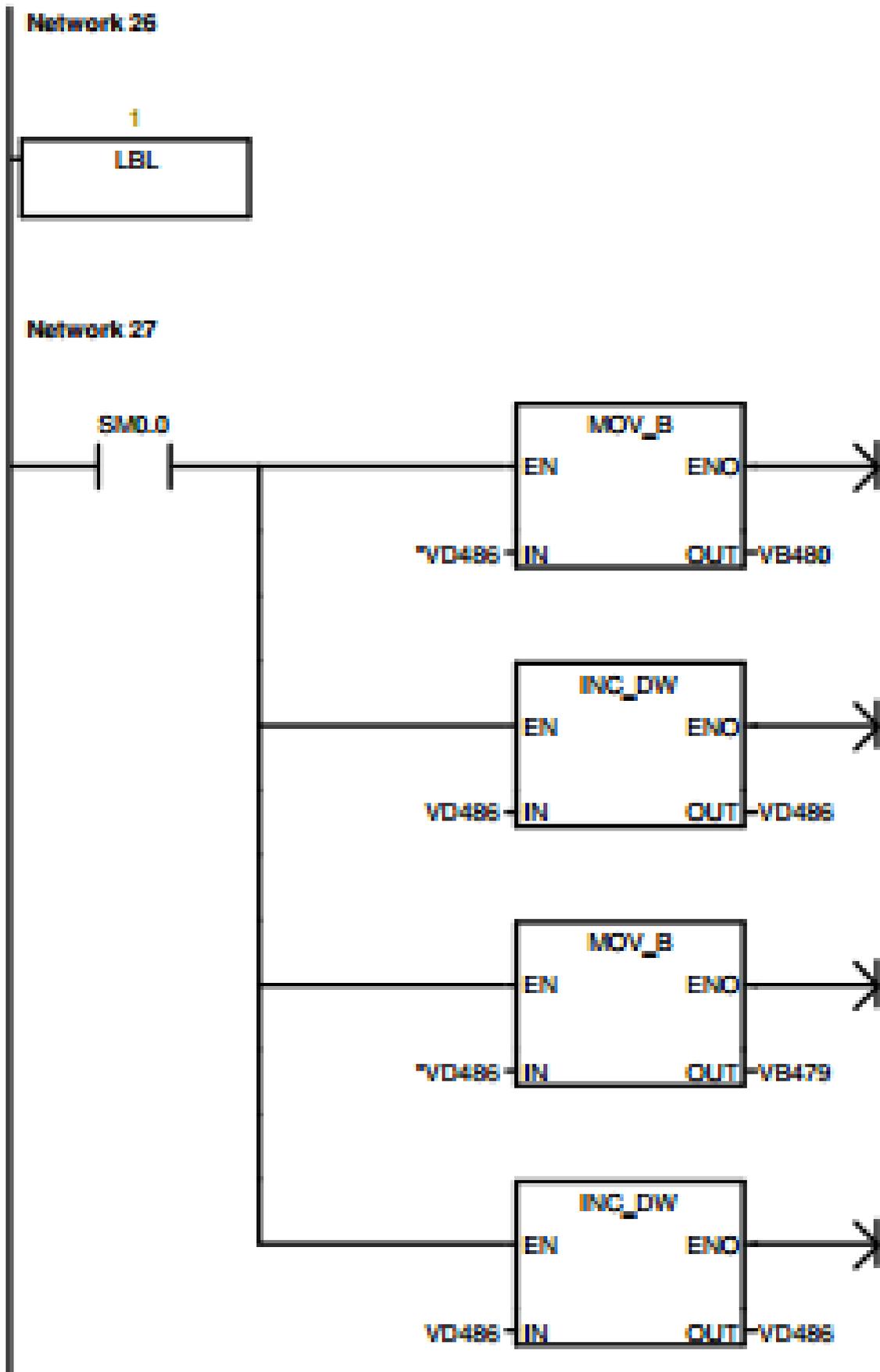


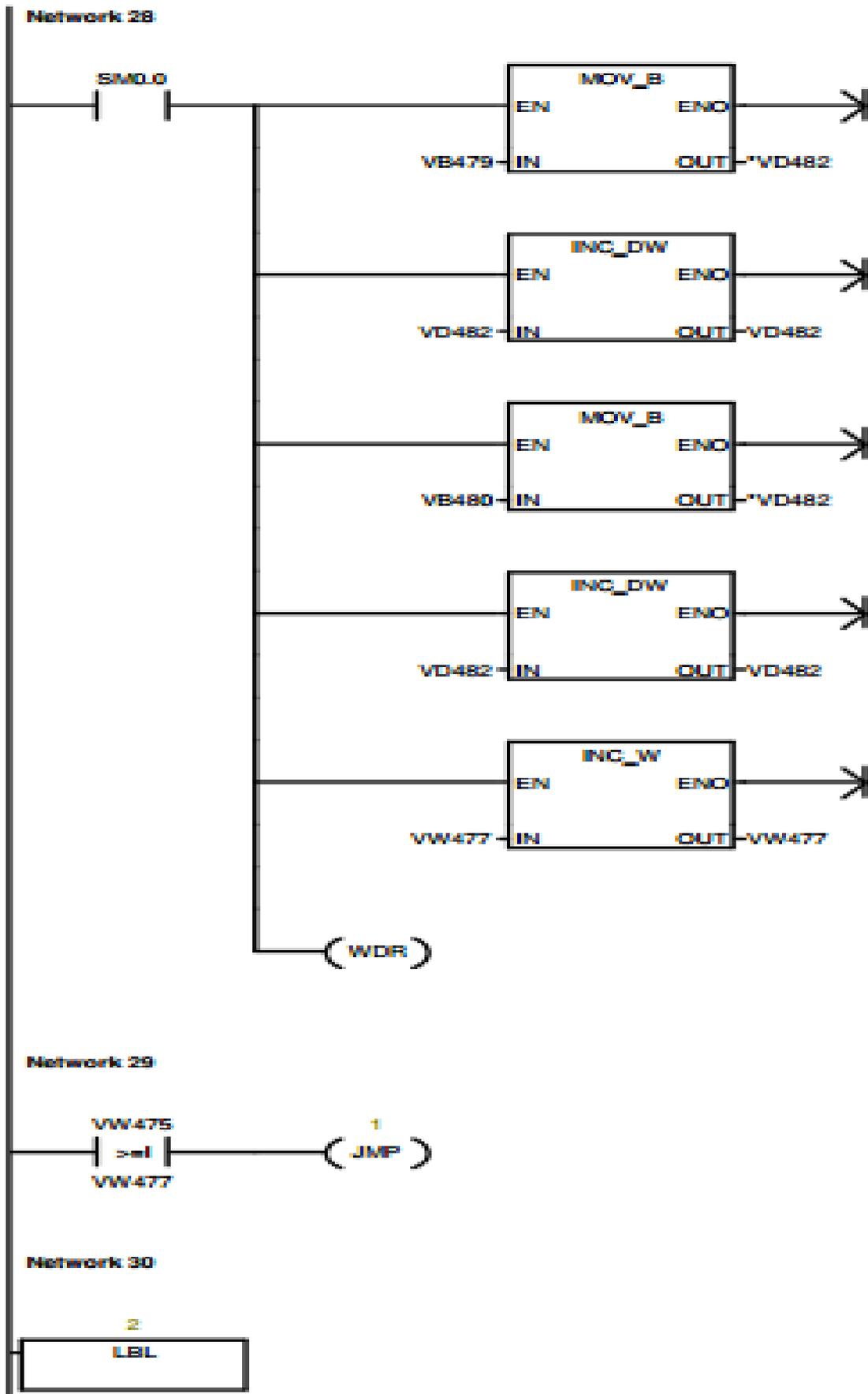


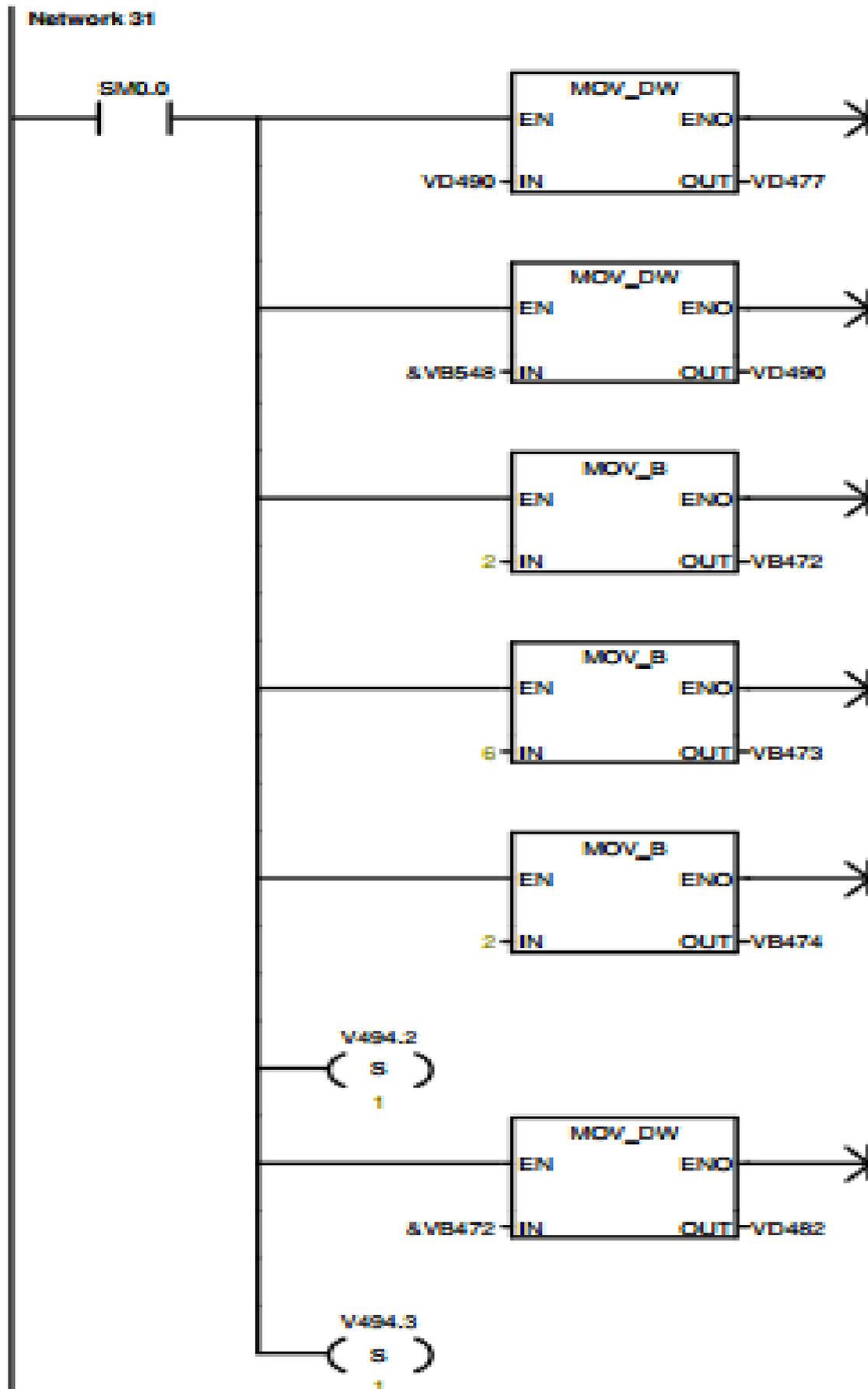






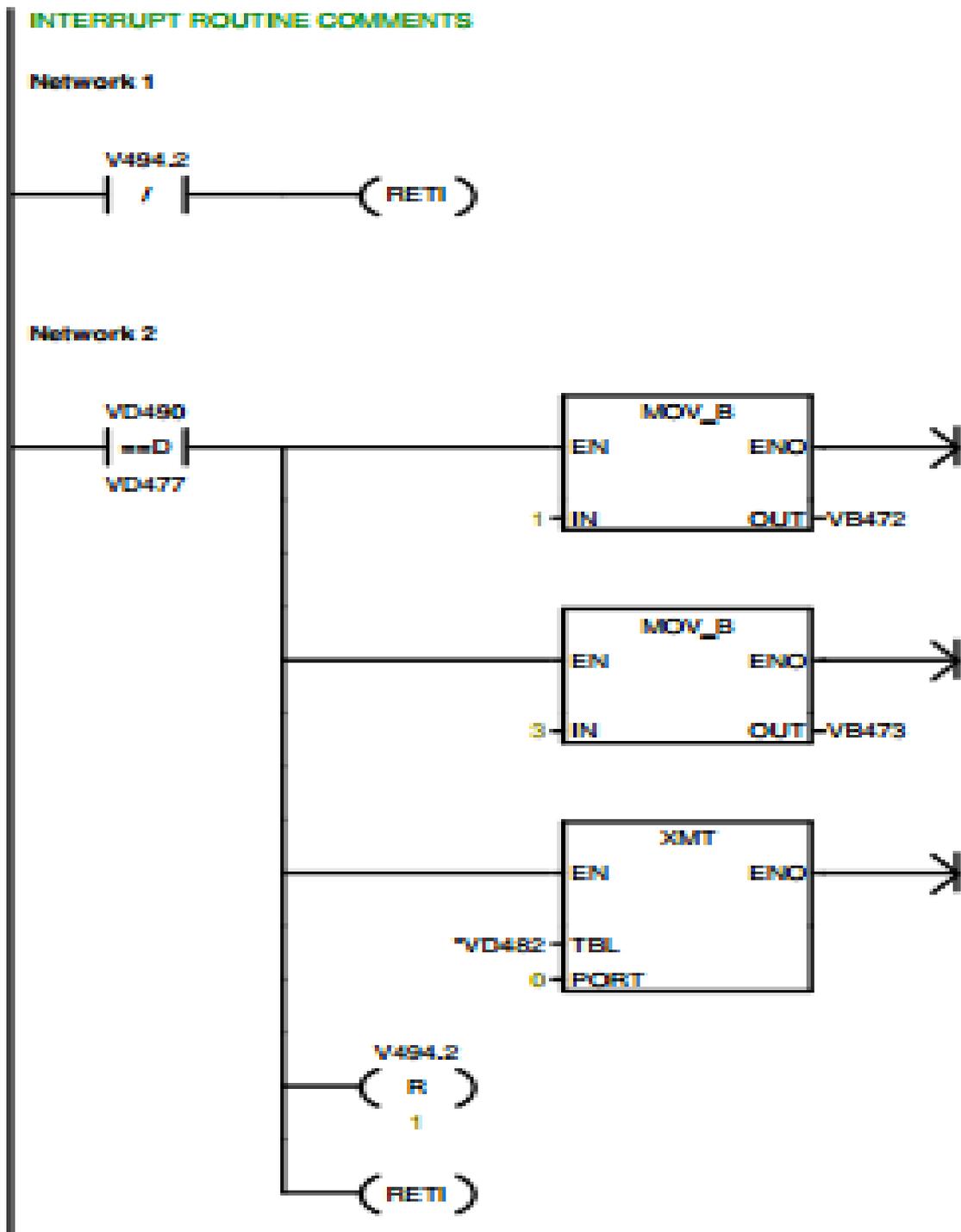


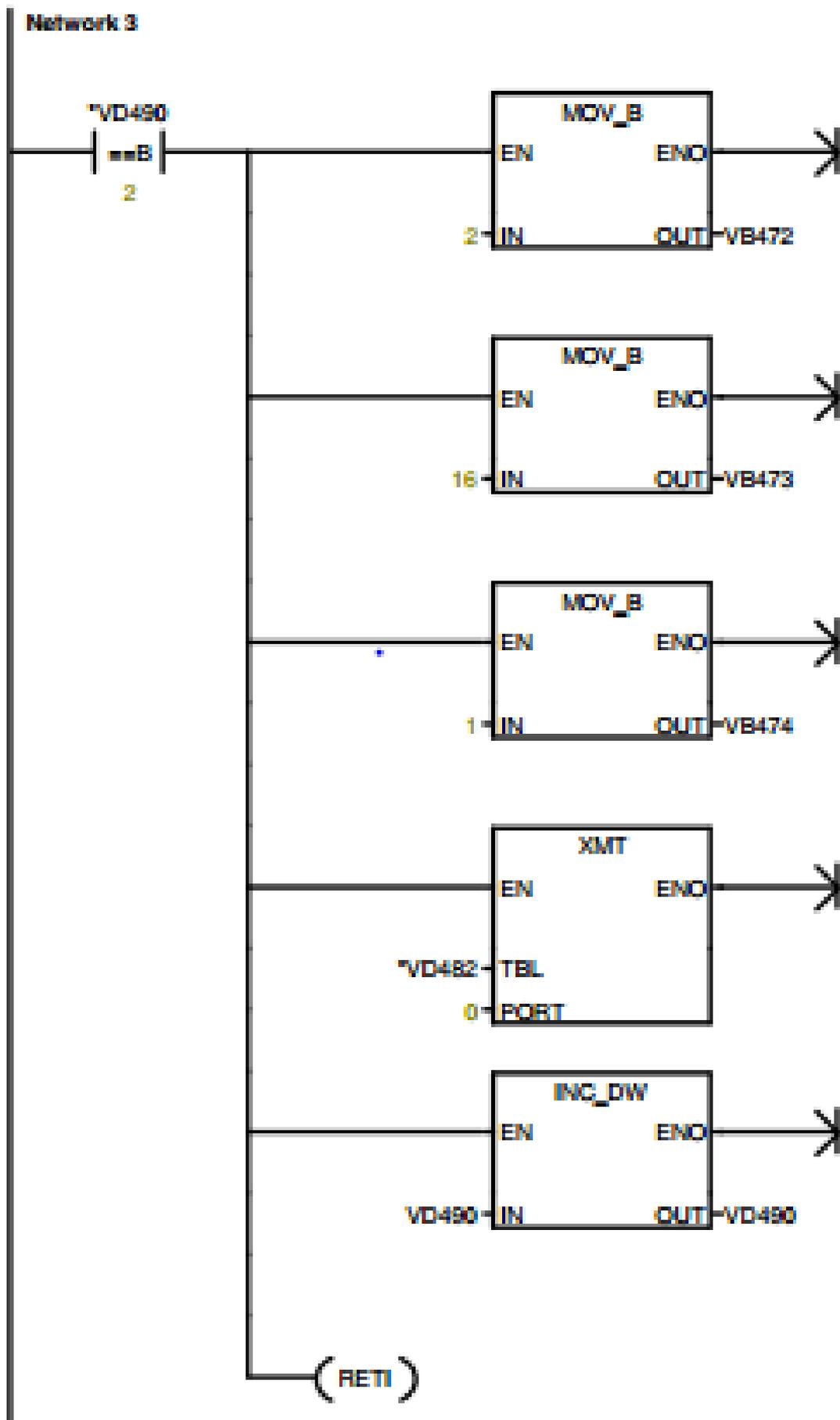


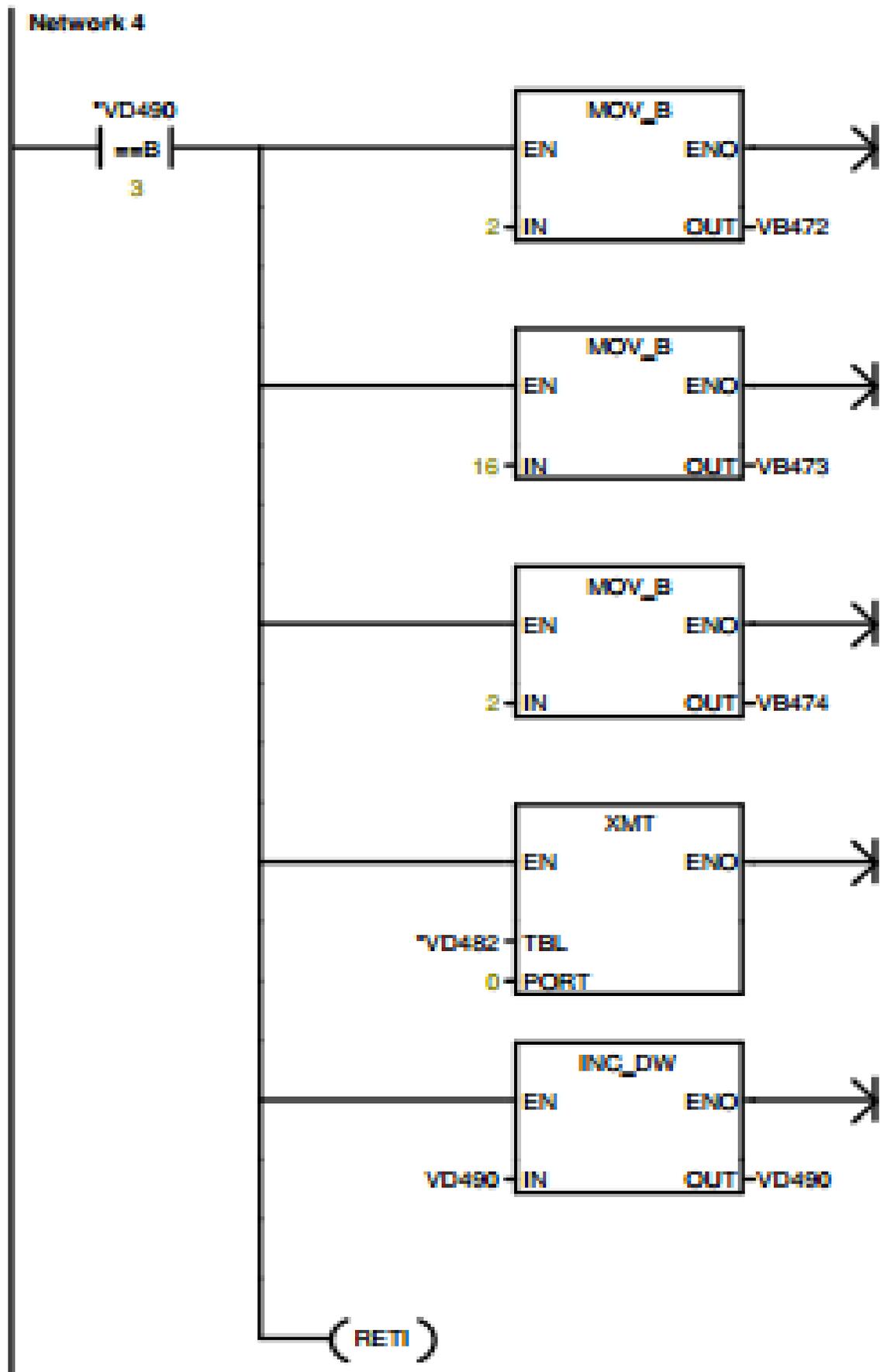


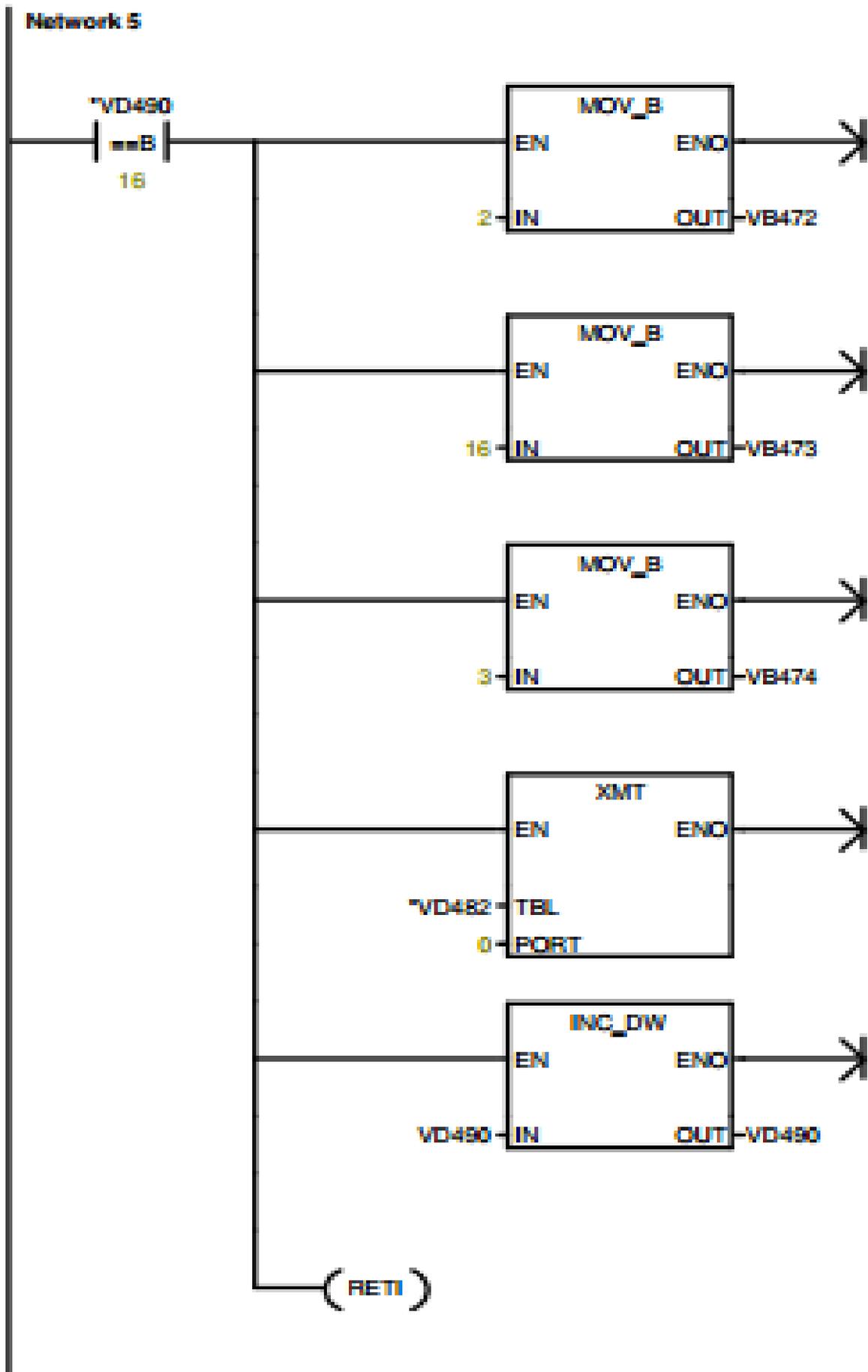
Block: INT_1
 Author:
 Created: 05/04/2017 08:31:36 pm
 Last Modified: 05/05/2017 10:04:39 pm

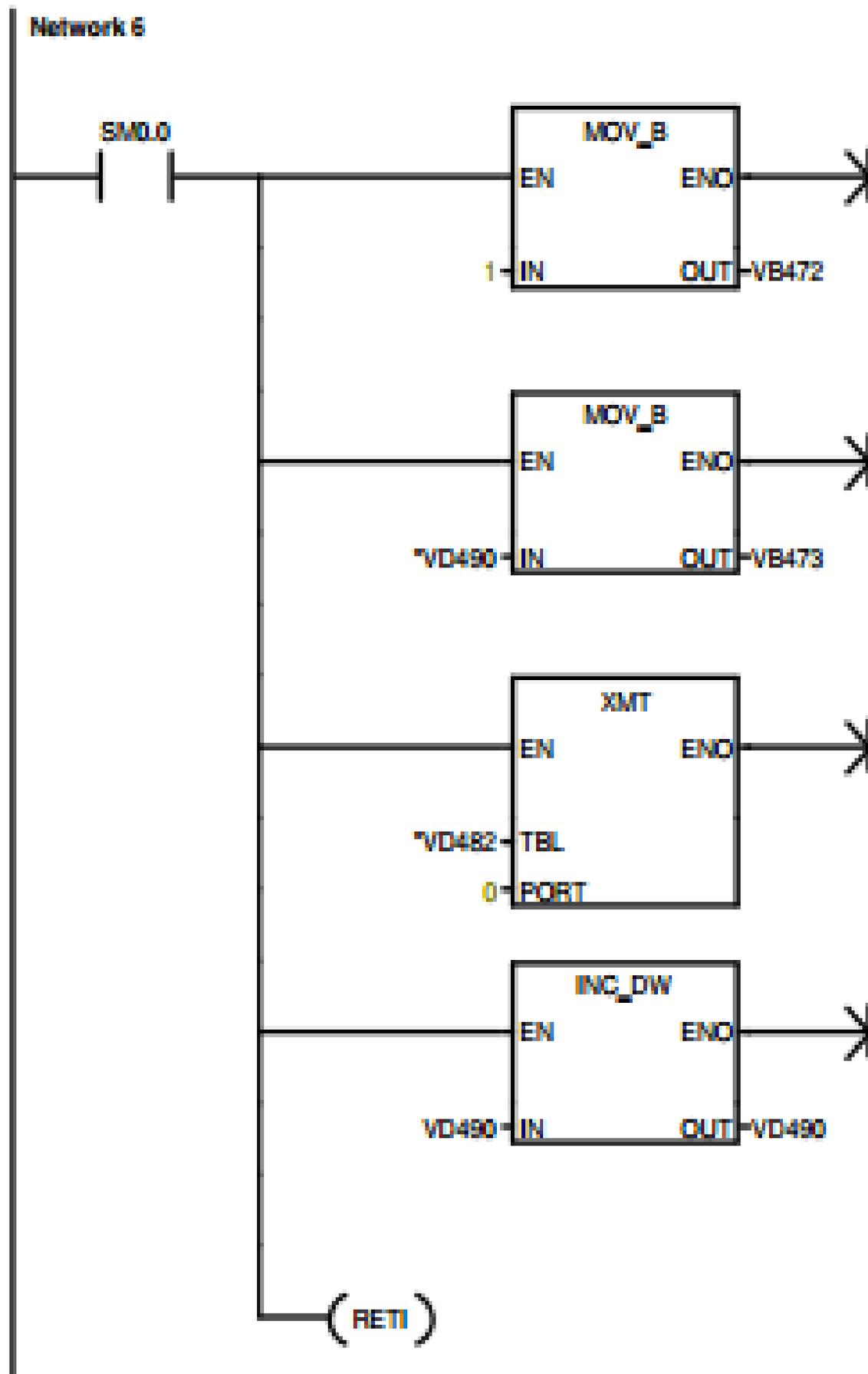
Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		



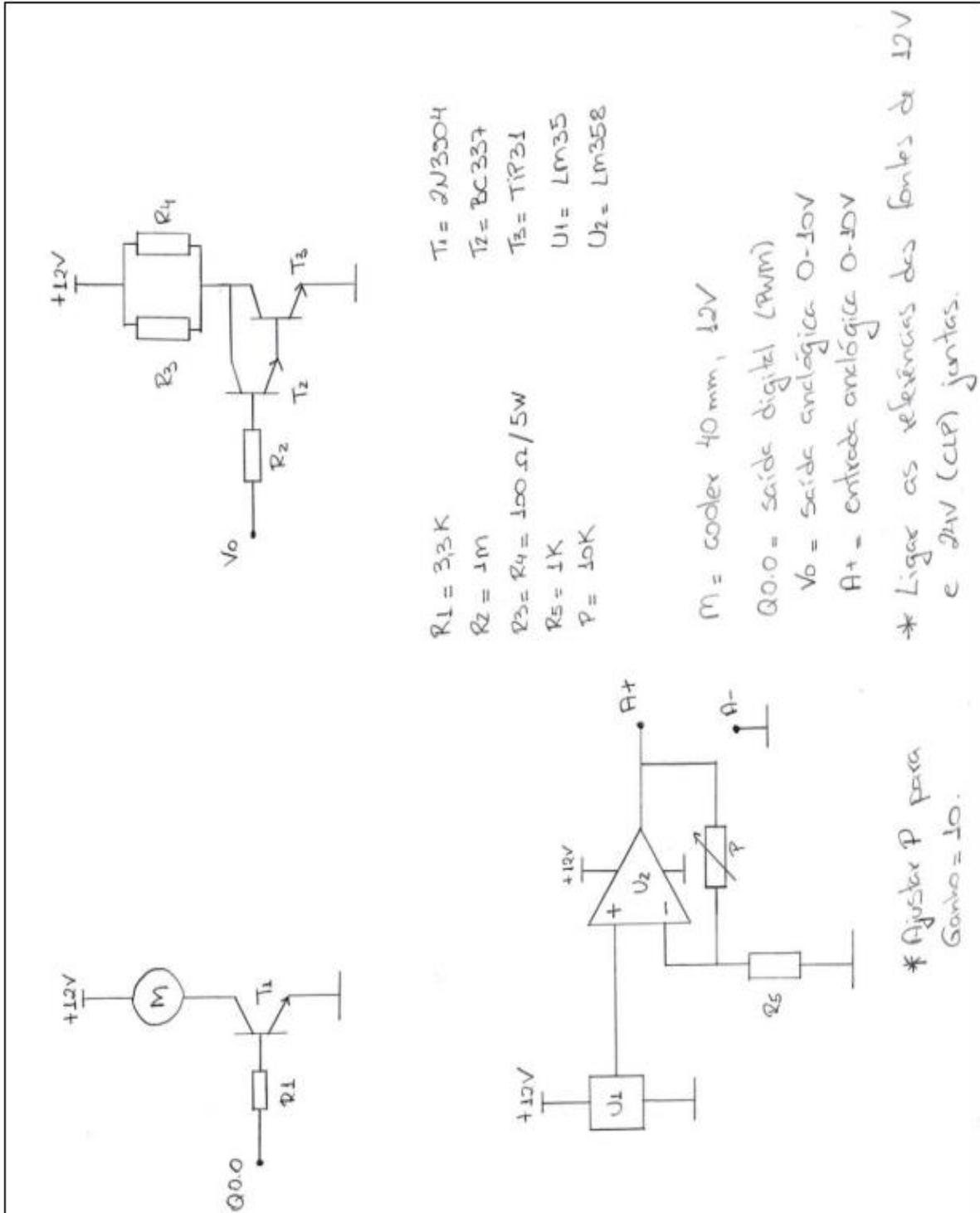








ANEXO A – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO E RELAÇÃO DE COMPONENTES CIRCUITO SIMULAÇÃO ACIONAMENTO DO MOTOR



ANEXO B – DADOS TÉCNICOS TERMONEBULIZADOR K-3 G

Dados técnicos

pulsFOG®

Termonebulizador K-3 G



Dados técnicos:

Peso vazio:	49,0 kg
Dimensões (compr x largura x altura):	145 x 90 x 85 cm
Capacidade dos tanques de formulação:	2 x 50 litros
Capacidade do tanque de gasolina:	10 litros
Volume da câmara de combustão:	2000 cm ³
Potência máxima do motor:	75 kW (101,6 hp, 64.400 kcal/h)
Consumo máximo de gasolina:	7,6 l/h
Ignição eletrônica:	Bobina eletrônica 6 Vcc
Partida:	Manual
Vazão de calda:	30 - 120 l/h (de acordo com injetores utilizados)
Vazão de calda padrão:	60 l/h
Tamanho das partículas (de acordo com bicos dosadores utilizados):	< 25 µm (óleo mineral) < 60 µm (emulsão óleo/água) < 150 µm (água)
Acessórios inclusos:	Manômetro para leitura da pressão nos tanques.

Método de nebulização e aplicação:

O processo de termonebulização consiste da geração de gotículas ultrafinas na faixa de 1-50 µm (1 micrômetro = 1/1000 mm), utilizando energia termo-pneumática. Os componentes líquidos da formulação são vaporizados, formando aerossóis ultrafinos ao entrarem em contato com o ar ambiente.

O método da termonebulização é utilizado particularmente em aplicações de controle de pragas, nas quais se deseja distribuir as substâncias ativas uniformemente no ambiente, mesmo nos locais mais inacessíveis, sem a formação de resíduos indesejáveis. O modelo K-3G foi especialmente

desenvolvido para uso em áreas rurais, podendo ser utilizado tanto para controle de pragas como para combate à geada. Para isso, conta com um poente motor pulso-jato com 4 bicos injetores de formulação, o que permite cobertura de grandes áreas com um único aparelho. O combate à geada pode ser feito nas mais diferentes lavouras, como café, banana, feijão, soja, milho, e outras. O tratamento tem eficácia comprovada e substitui, com inúmeras vantagens, outras técnicas de nebulização, tais como queima de serragem ou óleo diesel.

Sujeito a modificações técnicas 09/2011

Pulsfog Pulverizadores Ltda.

R. Caetés, 420 – 09991/110 – Diadema / SP / Brasil – Tel / Fax: +55 11 4054-0313
E-mail: info@pulsfog.com.br - Internet: www.pulsfog.com.br

ANEXO C – MANUAL DE INSTRUÇÕES TERMONEBULIZADOR K-3
G

Manual de Instruções

pulsFOG[®]

para termonebulizador

K-3 G



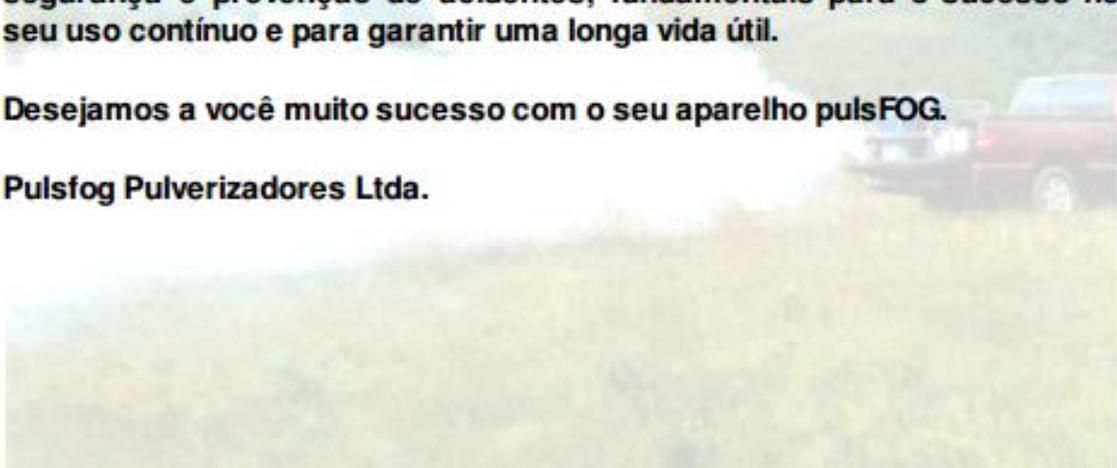
Prezado Cliente,

Parabéns por adquirir um termonebulizador pulsFOG, um equipamento elaborado e fabricado de acordo com os mais altos padrões de qualidade, utilizado em campanhas de saúde pública, uso profissional e para aplicações agrícolas em todo o mundo.

Para usufruir de todas as vantagens que o seu aparelho pulsFOG lhe oferece, é importante que este manual seja lido e compreendido por todos que eventualmente venham a operar ou realizar serviços de manutenção no mesmo. As páginas a seguir contém informações importantes sobre a operação e manutenção do aparelho, bem como recomendações sobre segurança e prevenção de acidentes, fundamentais para o sucesso no seu uso contínuo e para garantir uma longa vida útil.

Desejamos a você muito sucesso com o seu aparelho pulsFOG.

Pulsfog Pulverizadores Ltda.



PREPARATIVOS PARA UTILIZAÇÃO DO APARELHO:

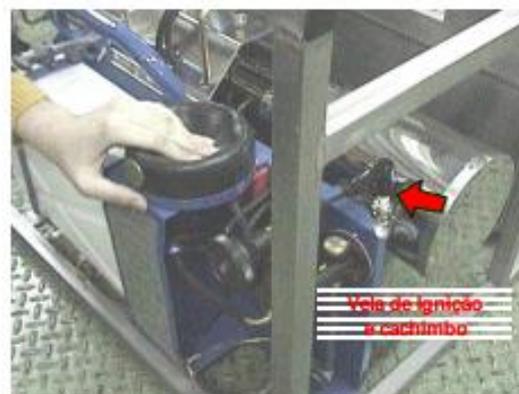
Ventique o estado geral do aparelho, observando se não há fios soltos ou partes danificadas no transporte. Encaixe o prolongador do tubo de escape em sua posição (veja figura). Ventique se o compartimento de pilhas contém 4 pilhas grandes (tamanho D) novas e com o pólo positivo voltado para a frente.



Conecte o cachimbo à vela de ignição. Pressione a bolha de partida suavemente até o fundo. Um ruído característico da vela de ignição indica o funcionamento adequado do sistema elétrico.



Caso tenha que efetuar limpeza ou substituição da vela de ignição, ventique sempre: A vela de ignição deve ter abertura de 2 mm entre os eletrodos. Use somente velas NGK-BP 5 HS.



ABASTECIMENTO (COMBUSTÍVEL):

Abasteça o tanque de combustível com gasolina pura filtrada, de boa qualidade. O tanque comporta cerca de 9 litros. Caso tenha sido armazenada por algum tempo em galões, filtre a gasolina antes de abastecer o aparelho. A filtragem pode ser feita com um pano limpo colocado no interior do funil de abastecimento.



Atenção: Jamais adicione óleo 2 tempos ou qualquer outro tipo de aditivo à gasolina!! Procure evitar o uso de gasolina suja, que contenha impurezas sólidas. Se possível, abasteça diretamente na bomba do posto de gasolina.

Com um tanque de combustível cheio o aparelho será capaz de trabalhar durante pouco mais de 1 hora.

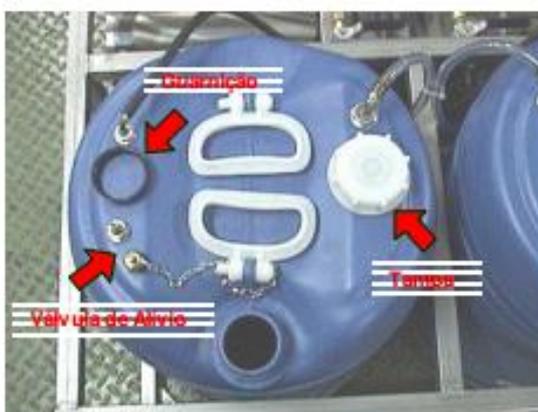
O abastecimento deve ser feito com o motor do equipamento fno. Tenha cuidado para não derramar combustível. Para evitar derramamento, não coloque mais do que 9 litros de gasolina no tanque. Após o abastecimento feche bem a tampa do tanque para evitar vazamentos.

ABASTECIMENTO (CALDA):

Abasteça os tanques de calda utilizando o funil fornecido (não utilize o mesmo funil usado para gasolina). Cada tanque comporta 50 litros. Para preparação da calda consulte a Pulsfog ou um de seus representantes. No caso de combate à geada, verifique o modo de preparo da calda no Manual Pulsfog de Combate à Geada.



No caso de aplicação de inseticidas, utilize apenas produtos com formulação "CE", "EC" ou "FOG", ou seja, produtos líquidos que podem ser diluídos em óleo.



Ao abrir os tanques de calda, tenha cuidado para não perder as guarnições de borracha, que garantem uma boa vedação dos mesmos. Antes de recolocar as tampas, monte as guarnições nos bocais do tanques.

No modelo pulsFOG K-3 G cada um dos tanques de calda abastece um par de bicos injetores de calda. O tanque dianteiro abastece o par de bicos dianteiros (marcação "ÓLEO") e o tanque traseiro o par de bicos traseiros (marcação "ÁGUA").



Os registros de calda devem trabalhar ou totalmente fechados ou totalmente abertos. Não tente regular a vazão de calda através dos mesmos.

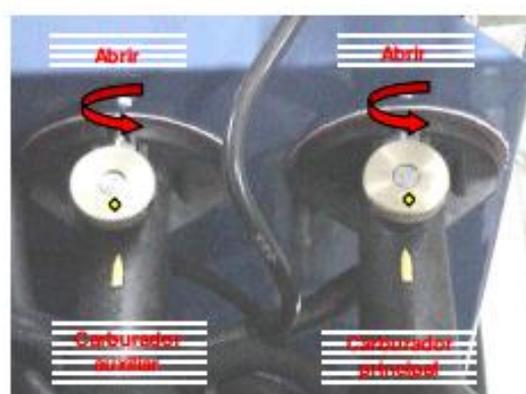
A vazão de calda é controlada pela pressão no interior dos tanques e pelos bicos dosadores de calda. A pressão de trabalho nos tanques é de 0,25 a 0,40 kgf/cm². Cada um dos manômetros indica a pressão de um dos tanques. Para garantir a pressão adequada nos tanques, estes devem trabalhar sempre bem fechados. Quando há pouca calda nos tanques, o aparelho pode demorar mais a atingir a pressão ideal de trabalho.

Para reabastecer os tanques de calda é necessário aliviar a pressão dos mesmos. Utilize para isto as válvulas de alívio de cada tanque (veja figura na página anterior).

PARTIDA DO MOTOR:

Nos aparelhos novos, a primeira partida pode ser um pouco mais demorada, pois a gasolina precisa percorrer toda a tubulação de combustível desde o tanque.

Abra o registro de agulha do carburador auxiliar (veja figura) cerca de 1/2 volta (abrir = mover no sentido anti-horário; fechar = mover no sentido horário).



Bombeie a bolha de partida como mostrado na figura, com movimentos firmes, porém sem aplicar força excessiva. Pressione a bolha sempre até o final do curso para garantir o acionamento do sistema elétrico. A cada bombeada mantenha a bolha pressionada por cerca de 2 segundos.

Bombeando continuamente vá abrindo lentamente o registro de agulha do carburador principal até que o motor dê partida e permaneça ligado.



REGULAGEM DO MOTOR (LEIA ESTE TRECHO COM ESPECIAL ATENÇÃO!!):

Logo após a partida é necessário efetuar a regulagem do motor. Essa regulagem é realizada nos registros de agulha dos carburadores e seu objetivo é encontrar a proporção exata entre ar e gasolina para que o motor funcione com o máximo de seu rendimento.

Os dois registros de agulha devem trabalhar sempre na mesma posição, ou seja, se o carburador principal estiver regulado com 3/4 de volta, o carburador auxiliar também deve ter 3/4 de volta de abertura.

Para encontrar a regulagem correta do motor basta prestar atenção ao ruído que ele está emitindo:

☹️ REGULAGENS INCORRETAS ☹️

Abrendo os registros de agulha demasiadamente, o motor estará com **EXCESSO DE GASOLINA (mistura rica)**, e o aparelho emitirá um ruído irregular "falhando" ou "engasgando".

Fechando demasiadamente os registros de agulha, o motor estará com **FALTA DE GASOLINA (mistura pobre)**, e o aparelho emitirá um ruído contínuo e agudo, "morrendo" com facilidade.

😊 REGULAGEM CORRETA 😊:

O PONTO CORRETO DE FUNCIONAMENTO do aparelho está entre as duas regulagens acima. Nesta situação, o motor emitirá um ruído grave e forte, porém contínuo, e na saída do tubo de escape aparecerá uma pequena chama azul de cerca de 10 cm. (Após o acionamento da nebulização pode ser necessário novo ajuste da posição dos registros).

ATENÇÃO: Somente com a regulagem correta do motor, o aparelho funcionará com 100% da capacidade. Além disso, com o motor desregulado, há risco de superaquecimento com conseqüente perda de eficiência do tratamento, danos ao aparelho e dificuldade de partida a quente.

ATENÇÃO: Ao fechar os registros de agulha dos carburadores não apertar com força! Basta que as duas marcas (uma no corpo do carburador e outra no registro) coincidam. Fechando o registro com força, você estará danificando o injetor de gasolina (veja a figura)



ATENÇÃO: Não deixe o aparelho funcionar por mais de 2 minutos sem acionar a nebulização. O funcionamento prolongado sem nebulização causa superaquecimento dos bicos injetores de calda. Se não houver terminado a regulagem do motor após 2 minutos de funcionamento, desligue o aparelho, aguarde cerca de 5 minutos para o esfriamento do mesmo e continue em seguida.

DICA: Para adquirir prática na regulagem do motor, abasteça os tanques de calda com água e deixe a nebulização ligada enquanto faz a regulagem, evitando assim superaquecimento dos injetores e dando-lhe tempo suficiente para praticar a regulagem do motor com calma.

DESAFOGAR O MOTOR:

Se o registro de agulha do carburador principal estiver muito aberto durante a partida, o motor pode "afogar". Neste caso, feche totalmente os registros de agulha e acione o botão de partida algumas vezes até notar que o motor "desafogou", ou seja, que o excesso de gasolina foi queimado. Em seguida, repita o procedimento de partida com uma abertura menor do registro do carburador principal.

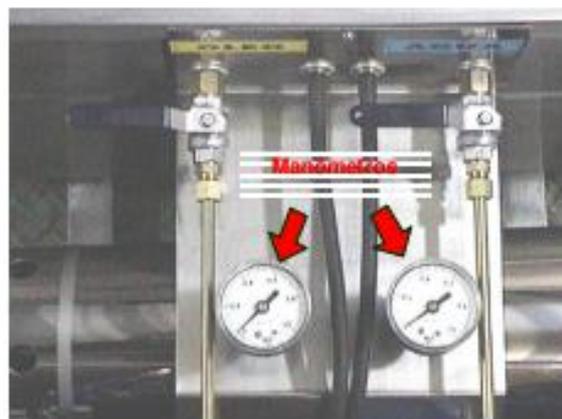
Obs.: O carburador auxiliar não funciona durante a partida, somente depois que o motor começou a funcionar.



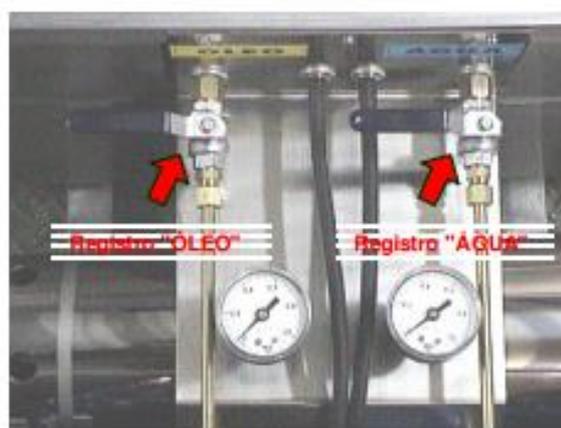
ATENÇÃO: Não insista na partida se o motor estiver afogado. Isto pode causar danos aos carburadores pelo encharcamento com gasolina.

INÍCIO DA NEBULIZAÇÃO:

Certifique-se de que as tampas dos tanques de calda e as válvulas de alívio estejam bem fechadas. Ventile a pressão nos tanques. A pressão mínima para início da nebulização é $0,15 \text{ kgf/cm}^2$. Se necessário, aguarde alguns segundos mais, até que a pressão mínima seja atingida. Caso os manômetros não acusem aumento de pressão, desligue o motor e ventile se os tanques estão realmente bem fechados ou se há vazamento de ar. Se o problema persistir, procure a assistência técnica. Quanto mais vazios os tanques, maior o tempo necessário para pressurizá-los.



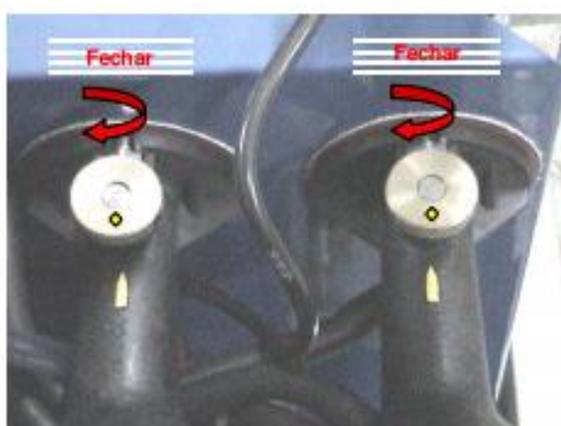
Abra primeiro o registro de calda do lado direito ("água") e em seguida o do lado esquerdo ("óleo"). Não regule a vazão através dos registros de calda. Eles devem ser totalmente abertos ou totalmente fechados.



DESLIGAR O MOTOR:

Feche primeiro o registro de calda do lado esquerdo (óleo) e depois o do lado direito (água). Aguarde alguns segundos até que o resto de calda dos bicos injetores seja eliminado.

Em seguida, feche os registros de agulha (sentido horário) até que o motor pare. Tenha cuidado para não apertar os registros de agulha com força, para não danificar os injetores de gasolina. Basta que as marcas dos carburadores e dos registros coincidam, como na figura acima.



ATENÇÃO: Jamais desligue o motor enquanto a nebulização estiver acionada! Isto causará vazamento da calda no interior do cano de descarga e pode provocar um princípio de incêndio. Antes de desligar o motor, verifique se a nebulização realmente cessou. Caso a nebulização continue mesmo após o fechamento dos registros de calda, abra as válvulas de alívio dos tanques e aguarde o escape do ar antes de desligar o motor.

ATENÇÃO: Jamais abandone o aparelho enquanto ele estiver funcionando, com ou sem a nebulização acionada, tampouco quando o mesmo estiver com os tanques de calda pressurizados! Se tiver que abandonar o aparelho desligue-o e esgote a pressão dos tanques primeiro.

APÓS A UTILIZAÇÃO:

Após o uso, aguarde o completo esvaziamento do equipamento. Esvazie totalmente os tanques de calda. Isto pode ser feito soltando-se as mangueiras dos mesmos (verifique antes se estão realmente despressurizados) e retirando-os do quadro-suporte. Não deixe restos de calda nos tanques, principalmente se o aparelho não for utilizado por um período prolongado.

Faça uma mistura de cerca de 5 litros de água limpa com um pouco de detergente doméstico (lava-louças) para cada tanque de calda. Agite os tanques para lavá-los internamente. Ligue o motor e acione a nebulização para fazer a limpeza das tubulações, registros e válvulas.

Para guardar o equipamento por longos períodos: esgote o tanque de gasolina e acione o motor do aparelho para eliminar todo o combustível do sistema.



Os bicos injetores de calda deverão ser limpos com a escova própria. Para isto, aguarde o esvaziamento total do aparelho, desrosqueie (sentido anti-horário) os bicos dosadores de calda e limpe os bicos injetores por dentro com a escova (observe a figura acima).

O ressonador (tubo de escape) também deve ser limpo periodicamente ou quando for notado depósito carbonizado em seu interior. Solte os bicos injetores (nº 151b) utilizando duas chaves fixas de 11/16" (veja figura na página anterior), para facilitar a passagem da escova. Não é necessário retirar os bicos, basta soltá-los, até o final da rosca. Retire o prolongador. Introduza a escova grande pela saída do tubo, empurre até o fim e puxe de volta. Repita a operação algumas vezes. Observe a figura acima. Note que os bicos injetores estão soltos, porém não foram retirados.



Os tubos de admissão do ressonador (onde fica a vela) e a vela devem ser limpos a cada 40 horas de uso. Para isso retire a vela, solte as 6 porcas que fixam o ressonador ao chassis, afaste-o alguns centímetros e limpe os tubos de admissão internamente com uma escova de aço, raspador ou eventualmente uma chave de fenda, removendo os resíduos. Limpe a vela com uma escova de aço e monte novamente o conjunto.



PEÇAS DE REPOSIÇÃO PARA TERMO NEBULIZADOR PULSFOG K-3 G:

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	1d	Chassis K-3
2	2 a	Quadro-suporte tubular
3	2bl	Suporte para registros e manômetros
4	2e	Tampão plástico para quadro-suporte
5	5 a	Manômetro simples
6	5b	Conexão para manômetro superior
7	5c	Conexão para manômetro inferior
8	5d	Guarnição para manômetro
9	13	Fixador de borracha com cupilha
10	14b	Pé regulável para quadro-suporte
11	31g	Ressonador K-3
12	47g	Difusor K-3
13	47gl	Prolongador difusor K-3
14	56d	Tubo de resfriamento K-3
15	56dl	Reforço interno para tubo de resfriamento K-3
16	60b	Suporte para conjunto do ressonador K-3
17	61c	Abraçadeira inox K-3
18	63Bb	Carburador K-3 simples
19	63b	Carburador K-3 completo (principal)
20	63c	Carburador K-3 completo (auxiliar)
21	66b	Injetor de gasolina 1,0 mm
22	67b	Injetor anular 3,4 mm
23	152 a	Bucha distanciadora K-10
24	70	Ante-tampa
25	S302	Injetor de partida
26	72	Membrana
27	73	Tampa do carburador
28	75	Porca auto-travante tipo parlock Ø M6
29	76	Arruela de fibra 10 x 6 x 1
30	78	Junta de amianto
31	7980	Válvula vermelha
32	S301b	Válvula em bloco K-3 (floater / part. manual)
33	8583	Válvula verde
34	8583b	Válvula cinza
35	8587c	Válvula preta
36	8583d	Válvula azul
37	91	Parafuso cabeça sextavada M6 x 20
38	207	Parafuso cabeça sextavada M5 x 8
39	92	Arruela de pressão Ø M6
40	93	Porca sextavada M6
41	94	Abraçadeira Norma 8
42	96y	Mangueira chata 80 mm
43	97	Abraçadeira 2 fios Ø 11
44	97b	Abraçadeira 2 fios Ø 13
45	103z	Agulha Completa
46	103 a	Disco de agulha
47	103b	Parafuso Allen sem cabeça Ø M4
48	103c	Agulha simples

PEÇAS DE REPOSIÇÃO PARA TERMONEBULIZADOR PULSFOG K-3 G:

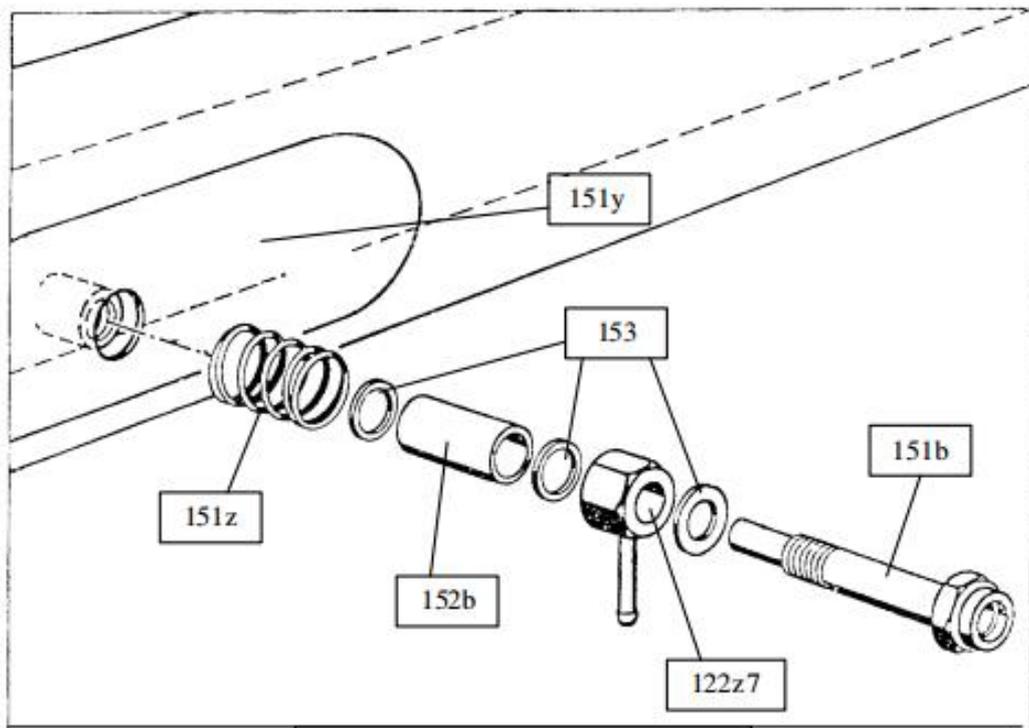
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
49	110	O-ring
50	111	Olhal
51	114c	Tanque 50 L completo óleo/água
52	114 Ac	Tanque 50 L simples óleo/água
53	114d	Tampa tanque de calda 50 L
54	114e	Guarnição tampa tanque 50 L
55	139z1	Pescador de calda K-3 (5/16" com filtro)
56	115bl	Conexão para calda 5/16" tanque 50 L
57	115 a	Conexão para ar tanque 50 L
58	174z	Meia-porca sextavada Ø M10
59	174x	Meia-porca sextavada Ø M12
60	174y	Meia-porca sextavada Ø M14
61	175z	Arruela lisa Ø10
62	175x	Arruela lisa Ø12
63	175y	Arruela lisa Ø14
64	262	Corrente tipo vitor (m)
65	263	Abraçadeira plástica
66	119 a	Guarnição para válvula de alívio
67	119b	Válvula de alívio (conexão)
68	119c	Válvula de alívio (cap)
69	120 a1	Registro de calda completo K-3
70	120	Registro de calda simples
71	121 a2	Conexão para registro de calda (mangueira Ø 5/16")
72	121b2	Conexão para registro de calda (tubo Ø 5/16")
73	120c	Arruela de cobre registro de calda
74	122z9	Tubulação de calda K3 G (completa)
75	149 ^a	Dosador de calda n° 10
76	149e	Dosador de calda n° 20
77	149i	Dosador de calda n° 25
78	151b	Injetor de calda K-3
79	151z	Mola distanciadora
80	151y	Tampa lateral K-3
81	152b	Bucha distanciadora K-3
82	153	Arruela de cobre 14 x 10 x 1
83	165d2	Tanque de gasolina 10 L completo K-3 G
84	165d3	Tampa tanque de gasolina 10 L
85	166z3	Conex para tanque de gasolina K-3 G
86	166z4	Conexão para tanque de gasolina (retorno da bomba)
87	169z	Pescador de gasolina
88	176	Arruela de fibra 14 x 10 x 1
89	177	Arruela de cobre 12 x 8 x 1
90	183	Transformador de ignição
91	199	Porca sextavada Ø M5
92	208	Parafuso cabeça sextavada Ø M5 x 30
93	184	Chave fim-de-curso
94	185	Pilhas (jogo com 4)
95	186	Vela NGK BP5HS

PEÇAS DE REPOSIÇÃO PARA TERMO NEBULIZADOR PULSFOG K-3 G:

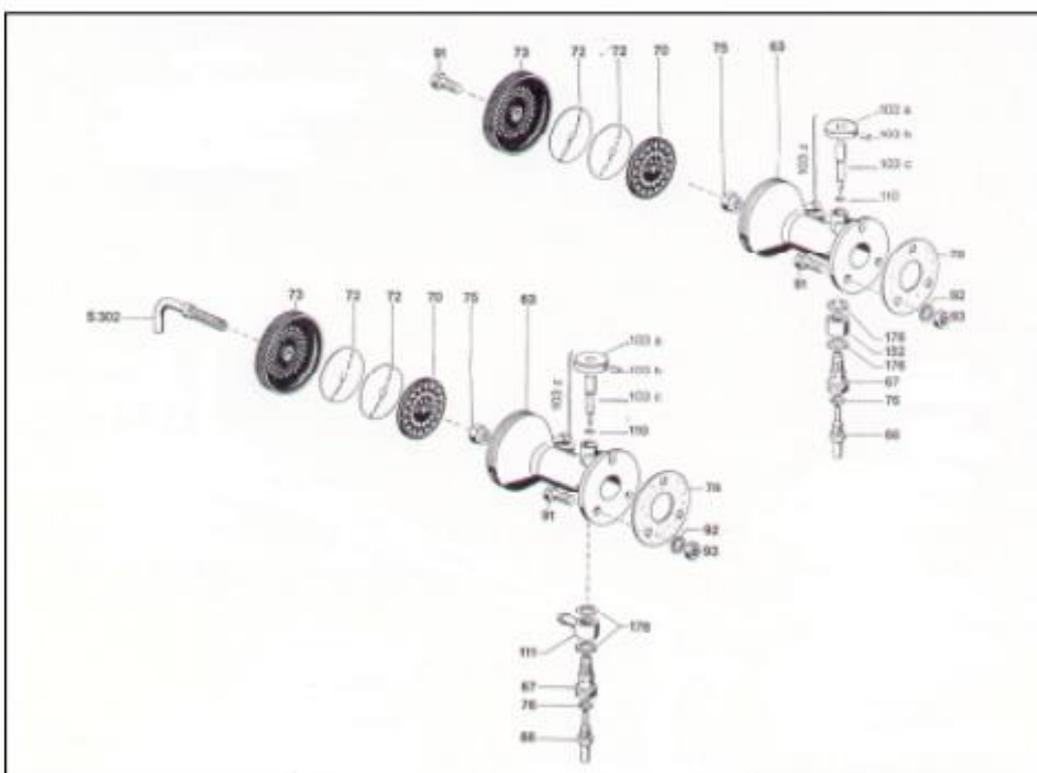
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
96	187	Tubo porta-pilhas
97	188	Tampa tubo porta-pilhas
98	193	Porca borboleta M5
99	209 a	Cachimbo
100	210	Bolha completa
101	210 a	Bolha simples
102	211	Válvula para bolha
103	212	Conexão M12 para bolha com porca
104	213	Conexão M 5 para bolha com arruela e porca
105	270 a	Conexão "T" para mangueira Ø 3/16"
106	270c	Curva simples (latão)
107	272 b	Tubulação de gasolina completa K-3 G
108	272 c	Conexão "T" para tubo Ø 5/16"
109	272 d	Conexão cotovelo p/ tubo 5/16"
110	276 a	Cabo elétrico 0,75 mm ² (vermelho) p/ metro
111	305	Floater completo (bomba de gasolina)
112	305 a	Corpo floater superior (bomba de gasolina)
113	305 b	Corpo floater inferior (bomba de gasolina)
114	300	Membrana floater (bomba de gasolina)
115	301	Êmbolo floater (bomba de gasolina)
116	302	Mola floater (bomba de gasolina)
117	303	Bujão floater (bomba de gasolina)
118	304	Arruela de fibra floater (bomba de gasolina)
119	195x	Parafuso rosca soberba 3,5 x 6,5
120	195y	Parafuso rosca soberba 4,2 x 9,5
121	196	Parafuso cabeça sextavada M5 x 20
122	193	Porca borboleta M5
123	250b	Escova ressonador K-3
124	251	Haste para escova K-3
125	252	Escova bico injetor
126	254	Funil vermelho/amarelo
127	260	Mangueira preta Ø 5 x 2 (m)
128	261 a	Mangueira cristal Ø 3/16" x 2 (m)
129	261b	Mangueira cristal Ø 5/16" x 2 (m)
130	6d	Adesivo instruções K-3 G
131	7d2	Manual de instruções K-3 G

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA E PREVENÇÃO DE ACIDENTES

- Qualquer pessoa que operar ou efetuar serviços de manutenção neste equipamento, deverá antes ler e compreender integralmente este Manual do Operador. A aquisição de qualquer equipamento pulsFOG dá direito ao treinamento gratuito de operação e manutenção preventiva de até 3 (três) pessoas, simultaneamente, em nossa fábrica. Além disso, há na Pulsfog uma equipe de técnicos treinados que podem esclarecer suas dúvidas sempre que necessário.
- Mantenha pessoas não autorizadas (como curiosos ou crianças) sempre longe do equipamento, principalmente quando este estiver acionado ou quente.
- Verifique as boas condições de funcionamento do equipamento antes da aplicação. Caso apresente algum defeito, procure a assistência técnica antes da utilização.
- Somente abasteça o tanque de gasolina com o motor desligado e frio.
- Não fume durante o abastecimento ou durante serviços de manutenção.
- Não faça aplicações em ambientes com atmosfera explosiva.
- Cuidado: não toque no conjunto do ressonador (tubo de escape) durante e até 30 minutos após o funcionamento do equipamento, pois há perigo de queimadura.
- Não deixe o aparelho funcionando sem a supervisão do operador.
- Não transporte o aparelho quente em veículos fechados. Ao despachar o equipamento por transportadora, esvazie antes totalmente todos os reservatórios (calda e gasolina) e desconecte o cachimbo da vela de ignição.
- Somente conectar ou desconectar o cachimbo da vela quando os reservatórios estiverem fechados, pois há risco de formação de centelhas.
- De acordo com o produto nebulizado, é necessário utilizar respirador (máscara com filtro), luvas, macacão impermeável, chapéu ou outro EPI recomendado pelo fabricante do produto ou princípio ativo. Informe-se.
- **CUIDADO: Alguns princípios ativos podem representar sérios riscos à saúde e ao ambiente. Informe-se cuidadosamente com o fabricante dos mesmos ou com um agrônomo especializado antes de utiliza-los. Siga sempre as recomendações de segurança recomendadas pelo fabricante.**
- Jamais abasteça os tanques de calda com gasolina, pois há risco de incêndio.
- Não adaptar prolongadores ou mangueiras ao tubo de escape do aparelho.
- Antes de fazer qualquer reparo ou serviço de manutenção, esvazie os tanques e limpe o aparelho externamente com um pano úmido com detergente (não use esguicho), para evitar contaminação com defensivo.
- Quaisquer vazamentos no equipamento devem ser imediatamente sanados.
- Recomendamos a utilização de óleo mineral puro (tipo OPPA sem aditivos) como solvente para calda no lugar do óleo diesel. Este último é mais inflamável, possui impurezas, é fitotóxico e aumenta a manutenção no equipamento. Informe-se conosco.
- Não aplicar caldas com ponto de fulgor inferior a 75 °C.
- Não aplicar mais de 2,5 litros de calda inflamável por 1.000 m³ de ambiente fechado.
- Não nebulizar em tubulações ou túneis sem ventilação, a não ser com caldas a base de água.
- Filtre sempre a gasolina e a calda ao colocá-las nos tanques. Principalmente no caso da gasolina, as pequenas partículas e impurezas entopem as tubulações e válvulas. Utilize o funil com tela.
- Nunca deixe restos de calda no tanque ao guardar o aparelho. Os produtos químicos dos defensivos atacam o material do tanque quando ficam muito tempo em contato com ele. Se o aparelho não for utilizado durante longo período, esvazie também o tanque de combustível, pois a gasolina deteriora-se quando armazenada por muito tempo.
- Procure utilizar sempre equipamento de proteção auditiva.
- **O termonebulizador é um equipamento profissional e somente deve ser operado por pessoa treinada e familiarizada com o seu funcionamento.**



Montagem Injetor de Calda - K-3



Montagem Carburadores - K-3

GUIA RÁPIDO PARA SOLUÇÃO DE DEFEITOS:

MOTOR NÃO DÁ PARTIDA

PROBLEMA	CAUSAS	SOLUÇÕES
Motor não "pega"	Tanque de gasolina vazio demais; gasolina velha ou de má qualidade.	Abastecer somente com gasolina pura e de boa qualidade (não usar aditivos).
Motor não "pega"	Registros de agulha fechados	Abra os dois registros cerca de 1/2 de volta (vide "partida do motor" e "regulagem do motor" neste manual)
Motor não "pega"	Válvulas vermelhas (7980) "coladas" ou defeituosas. Ocorre em aparelhos que ficaram parados por muito tempo.	Desmontar as válvulas e soprar para descolar (não utilize objetos com pontas para desobstruir as válvulas) - ou substituir
Motor não "pega"	Membrana do floater (300) "colada". Ocorre em aparelhos que ficaram parados por muito tempo.	Desmontar e limpar floater (bomba de gasolina); desgrudar membrana.
Motor não "pega"	Injetores de gasolina (66b) ou injetores anulares (67b) entupidos (carbonizados)	Desmontar conjuntos de injeção dos carburadores; limpar e desentupir as peças.
Motor não "pega"	Defeito ou sujeira nos conjuntos das tampas dos carburadores.	Verificar membranas (72), ante-tampas (70) e tampas dos carburadores (73). Conferir montagem correta.
Motor não "pega"	Vela de ignição (186) defeituosa, suja ou com abertura incorreta.	Limpar ou substituir vela, conferir abertura (2,0 a 2,5 mm), limpar também tubos de admissão.
Máquina não "pega" (motor "afoga")	Membranas (72) estão sujas, grudadas ou rasgadas	Limpar ou trocar as membranas
Máquina não "pega" (motor "afoga")	Ante-tampas (70) estão invertidas	Verificar montagem (vide desenho neste manual)
Motor não "pega". Motor "afoga" ou partida só funciona com motor frio.	Válvula em bloco (S301b) colada ou defeituosa.	Desmontar e testar. Substituir se necessário. Verificar também as mangueiras.
Gasolina retorna pelas mangueiras depois de cada bombeada na bolha.	Válvula(s) vermelha(s) (7980) suja(s) ou defeituosa(s).	Lavar as válvulas vermelhas em água corrente ou substituí-las.
Não há faísca na vela.	Pilhas descarregadas, com polaridade invertida ou faltando.	Verificar compartimento de pilhas.
Não há faísca na vela	Mau contato no tubo de pilhas, fio de alimentação solto, defeito no cachimbo (209 a), chave fim-de-curso (184), cabo de vela ou na vela de ignição (186).	Verificar sistema elétrico. Limpar tubo de pilhas ou substituir se necessário.
Não há faísca na vela	Transformador de ignição (183) defeituoso.	Verificar antes todo o sistema elétrico antes de substituir o transformador.

Obs.: Não conseguindo solucionar problemas com seu aparelho, entre em contato com assistência técnica ou com a fábrica.

APARELHO TEM DESEMPENHO FRACO

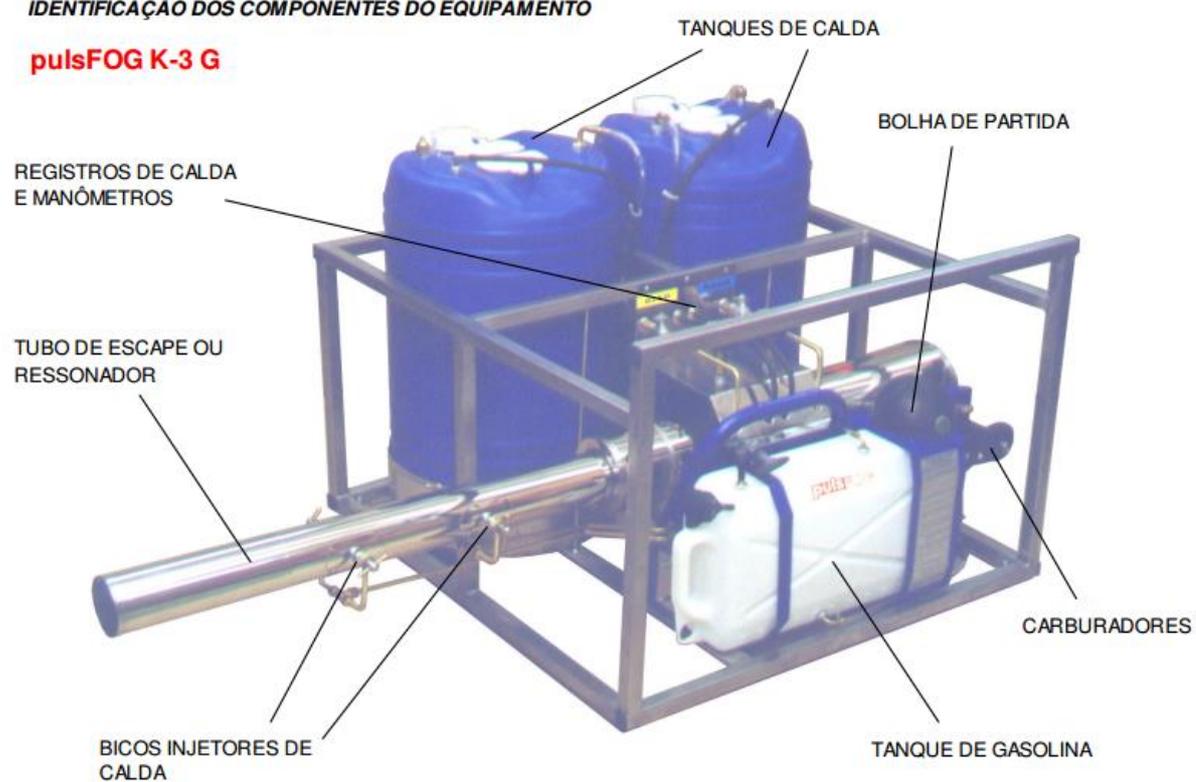
PROBLEMA	CAUSAS	SOLUÇÕES
Motor não dá regulagem. Motor emite ruído agudo (mistura pobre) mesmo abrindo-se bastante os registros de gasolina.	Máquina nova (primeira partida), ainda há ar no circuito de gasolina.	Desmontar a agulha (103z), do carburador principal, desconectar cachimbo (209 a) e acionar a partida algumas vezes. Remontar e dar nova partida.
Motor não dá regulagem. Motor emite ruído agudo (mistura pobre) mesmo abrindo-se bastante os registros de gasolina.	Tanque de gasolina está quase vazio e entrou ar pela tubulação	Encher tanque de gasolina, desmontar agulha (103z) do carburador principal, desconectar cachimbo (209 a) e acionar a partida algumas vezes. Remontar e dar nova partida.
Motor não dá regulagem. Motor emite ruído agudo (mistura pobre) mesmo abrindo-se bastante os registros de gasolina.	Tubo de escape ou tubos de admissão do ressonador sujos.	Limpar tubo de escape e tubos de admissão (vide "APÓS A UTILIZAÇÃO - limpeza do ressonador)
Motor não dá regulagem. Motor emite ruído agudo (mistura pobre) mesmo abrindo-se bastante os registros de gasolina.	Mangueira(s) de gasolina ou válvula(s) vermelha(s) (7980) com vazamento (entra ar na linha de gasolina).	Localizar e eliminar vazamentos.
Motor não dá regulagem. Motor emite ruído agudo (mistura pobre) mesmo abrindo-se bastante os registros de gasolina.	Registros de agulha (103z) fechados demais	Abrir um pouco os registros de agulha (vide "REGULAGEM DO MOTOR" neste manual)
Excesso de gasolina (motor falha)	Registros de agulha (103z) abertos demais	Fechar um pouco os registros de agulha (vide "REGULAGEM DO MOTOR" neste manual)
Motor não dá regulagem. Motor emite ruído agudo (mistura pobre) mesmo abrindo-se bastante os registros de gasolina.	Membranas (72) estão sujas, marcadas ou rasgadas; antetampas (70) estão montadas incorretamente ou defeituosas; injetores de gasolina (66b) estão sujos ou danificados.	Verificar limpeza, regulagem e montagem correta dos carburadores.

Obs.: Não conseguindo solucionar problemas com seu aparelho, entre em contato com assistência técnica ou com a fábrica.

APARELHO NÃO NEBULIZA OU NEBULIZA POUCO

PROBLEMA	CAUSAS	SOLUÇÕES
Tanques de calda não pressurizam	Tampas dos tanques ou válvulas de alívio estão vazando	Verificar correto fechamento dos tanques de calda. Verificar montagem das guarnições.
Tanques de calda não pressurizam	Válvulas verdes (8583) estão travadas ou com defeito	Desobstruir com ar ou substituir
Tanques de calda não pressurizam	Mangueiras de ar soltas ou defeituosas	Verificar montagem do sistema de pressurização dos tanques e sanar vazamentos.
Aparelho não nebuliza	Aparelho ficou ligado durante muito tempo sem nebulizar causando superaquecimento dos bicos injetores.	Desligar o aparelho durante alguns minutos para deixar esfriar.
Aparelho não nebuliza	Mangueiras, tubos, registros (120) ou pescadores (139z1) estão entupidos	Localizar entupimento e desobstruir
Aparelho não nebuliza	Bicos injetores (151b) e/ou dosadores de calda (149) estão sujos e entupidos	Desmontar conjuntos de injeção de calda e limpar cuidadosamente
Aparelho nebuliza muito pouco		Verifique os três itens de "Aparelho não nebuliza".
Aparelho nebuliza muito pouco	Dosadores de calda são muito pequenos	Substituir dosadores de calda por outros com furos maiores.

Obs.: Não conseguindo solucionar problemas com seu aparelho, entre em contato com assistência técnica ou com a fábrica.

IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DO EQUIPAMENTO**pulsFOG K-3 G**

ANEXO D – DADOS TÉCNICOS TERMONEBULIZADOR PULSFOG K-2 UBV-T VEICULAR

Dados técnicos

pulsFOG®

Termonebulizador K-2 UBV-T veicular



Dados técnicos:

Peso vazio:	38,0 kg
Dimensões (comprim. x largura x altura):	135 x 90 x 85 cm
Capacidade dos tanques de formulação:	2 x 50 litros
Capacidade do tanque de gasolina:	10 litros
Volume da câmara de combustão:	1000 cm ³
Potência máxima do motor:	37,5 kW (50,8 hp, 32.200 kcal/h)
Consumo máximo de gasolina:	3,8 l/h
Ignição automática:	Bobina eletrônica / batira 12V (não incluída)
Partida:	Elétrica, com controle remoto
Vazão de formulação:	15 - 60 l/h (de acordo com dosadores utilizados)
Vazão standard:	30 l/h
Tamanho das partículas (variando de acordo com dosador utilizado):	< 25 µm (óleo mineral – modo FOG) < 50 µm (emulsão óleo/água – modo UBV) < 50 µm (água – modo UBV)
Acessórios inclusos:	Controle remoto para partida e parada do motor e para controle da nebulização; tubo nebulizador especial para formulações à base de água.

Método de nebulização e aplicação:

O processo de termonebulização consiste da geração de gotículas ultrafinas na faixa de 1-50 µm (1 micrômetro = 1/1000 mm), utilizando energia termopneumática. Os componentes líquidos da formulação são vaporizados, formando aerossóis ultrafinos ao entrarem em contato com o ar ambiente.

O método da termonebulização é utilizado particularmente em aplicações de controle de pragas, nas quais se deseja distribuir as substâncias ativas uniformemente no ambiente, mesmo nos locais mais inacessíveis e sem a formação de resíduos

indesejáveis. O novo termonebulizador K-2 UBV-T da pulsFOG possui dois modos de operação: O modo FOG, para formulações à base de óleo, com formação de partículas menores (10µm) e aspecto típico de "fumacê"; e o modo UBV, para aplicação de formulações à base de água pelo método ultrabaixo volume, com partículas maiores (25µm). Para poder operar no modo UBV, o K-2 UBV-T possui chassi inclinável e dois tanques de formulação separados, sendo um para FOG e outro para UBV.

Sujeito a modificações técnicas 06/2006

Pulsfog Pulverizadores Ltda.

Av. Alda, 882 – 09910/170 – Diadema / SP / Brasil – Tel: +55 11 4054-0313 – Fax: +55 11 4054-1465
E-mail: info@pulsfog.com.br - Internet: <http://www.pulsfog.com.br>

ANEXO E – MANUAL DE INSTRUÇÕES PARA TERMONEBULIZADOR K-2 UBV-T VEICULAR

Manual de Instruções
pulsFOG K-2 UBV-T
Termonebulizador veicular



pulsFOG®

Pulsfog Pulverizadores Ltda.

R. Caetés, 420 – 09990-110 – Diadema – SP – Brasil

Tel / Fax: 55 11 4054-0313

E-mail: info@pulsfog.com.br

www.pulsfog.com.br

1. INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA E PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Atenção: leia, compreenda e siga as seguintes instruções de segurança antes de colocar o aparelho em funcionamento. A não observância destas instruções pode causar acidente ou incêndio. O operador deve ter sido devidamente instruído por pessoal autorizado pela pulsFOG.

- Antes de qualquer aplicação, verificar a segurança do funcionamento do aparelho. Em caso de uso estacionário, verificar se o aparelho está posicionado em local firme e estável.
- Nunca deixar o aparelho funcionar sem a vigilância do operador. Se o motor desligar repentinamente, fechar o registro de formulação imediatamente.
- Não abastecer o aparelho com gasolina quando o motor está quente.
- Jamais abastecer o tanque de formulação com gasolina!
- É proibido fumar ou utilizar qualquer fonte de chama perto do aparelho durante o abastecimento dos tanques com líquidos inflamáveis ou durante trabalhos de manutenção. Desconectar o cachimbo da vela antes de abrir o carburador.
- Nunca efetuar aplicações dentro de ambientes onde haja perigo de explosão (por exemplo, em moinhos de grãos).
- Não aplicar formulações cujo ponto de fulgor seja inferior a 75°C.
- Ao aplicar líquidos inflamáveis com ponto de fulgor superior a 75°C utilizar apenas equipamentos dotados de dispositivo de interrupção automática do fluxo de líquido (válvula corta-calda).
- Nunca aplicar mais do que 2,5 litros de líquido inflamável, ou mais do que 10 litros de líquido aquoso contendo menos do que 50% de água, para cada 1000 m³ de espaço livre.
- Não utilizar no equipamento prolongadores ou tubos de extensão não originais, pois pode ocorrer superaquecimento do motor.
- Nunca aplicar líquidos inflamáveis em tubos ou túneis sem ventilação, pois há risco de explosão.
- Antes de nebulizar em um ambiente fechado com líquido inflamável, devem ser eliminadas todas as fontes de faísca ou fogo e os interruptores elétricos devem ser desconectados.
- Ao nebulizar um líquido inflamável (como óleos e álcoois) manter sempre à mão um extintor de incêndio.
- Eliminar qualquer vazamento no aparelho antes de prosseguir com a operação.
- Efetuar a manutenção do aparelho em intervalos regulares (pelo menos a cada 50 horas de trabalho), através de pessoal qualificado, cumprindo as normas de segurança e prevenção de acidentes.
- É obrigatório observar as instruções de aplicação e de segurança dos fabricantes dos produtos a serem nebulizados.
- Utilizar equipamento de proteção (EPI) adequado durante o preparo e a aplicação: respirador facial completo equipado com filtro de classe A₂-B₂-P₃, traje de proteção, luvas de borracha durante a preparação, luvas de lona durante a aplicação, botas, assim como protetor auricular durante a aplicação.
- Nunca transportar o aparelho quente em um automóvel fechado.
- Se houver gasolina no reservatório, o aparelho deve permanecer em sua posição natural e sem risco de tombar. Nunca transportar o aparelho com restos de gasolina ou formulação em seus reservatórios.
- O tubo nebulizador permanece quente até 30 minutos após o desligamento do motor. Durante este período não toque no tubo nebulizador e mantenha o aparelho afastado de curiosos, pois há risco de queimadura.

2. PREPARATIVOS PARA UTILIZAÇÃO DO APARELHO

Abasteça o tanque de combustível com gasolina filtrada, comum ou aditivada, de boa qualidade.

ATENÇÃO: Jamais adicione óleo dois tempos ou qualquer outro tipo de aditivo à gasolina! Procure evitar o uso de gasolina suja, que contenha impurezas sólidas. De preferência, abasteça diretamente na bomba do posto.

Para abastecer, utilize o funil com tela. O tanque comporta até 9 litros. Isto será suficiente para operar continuamente durante cerca de duas horas e meia. O abastecimento deve ser feito SEMPRE com o motor do equipamento frio. Tenha cuidado para não derramar combustível. Para evitar derramamento, não ultrapasse 9 litros de gasolina no tanque. Após o abastecimento, feche bem a tampa do tanque para evitar vazamentos.

Abasteça o(s) tanque(s) de calda (capacidade 50 litros cada um). Reserve um deles para utilização de formulações aquosas e outro para formulações oleosas. Ao preparar formulações oleosas (para "fog") procure utilizar sempre óleo mineral tipo OPPA puro (não emulsionável). Feche bem os tanques após o abastecimento, utilizando as guarnições fornecidas.

Verifique se os cabos elétricos do aparelho estão em perfeito estado. Se houver cortes ou amassados nos cabos, efetue os reparos ou procure a assistência técnica antes de colocar o aparelho em funcionamento.

Conecte o cachimbo à vela de ignição. Conecte o cabo de alimentação elétrica do aparelho a uma bateria automotiva de 12 V, por exemplo a bateria do próprio veículo. Observe a polaridade correta (conectar vermelho com positivo e preto com negativo). Acione a chave geral do aparelho, o que ascenderá a lâmpada piloto. (A lâmpada não se ascenderá e o aparelho não funcionará se a polaridade da bateria for invertida!).

Verifique o funcionamento do sistema, pressionando o botão "PARTIDA" localizado no controle remoto. Um ruído característico do compressor indica o funcionamento normal.



Abastecimento com gasolina



Abastecimento com formulação



Conexão à bateria



Chave geral



Teste do sistema de partida

ATENÇÃO: Caso tenha que efetuar limpeza ou substituição da vela de ignição, observe sempre: a vela deve ter abertura de 1,5 mm entre os eletrodos. Use apenas velas NGK-BP 5HS.

O pulsFOG K-2 UBV-T possui dois tanques de formulação independentes, com capacidade para 50 L cada um. Recomenda-se aplicar de um tanque de cada vez e reservar um deles para formulações oleosas (fog) e outro para formulações aquosas (UBV). Para selecionar o tanque a ser utilizado na aplicação acione os registros de ar e formulação, conforme a figura ao lado, posicionando as alavancas dos registros na posição vertical (registro aberto) ou horizontal (registro fechado).

O controle do fluxo de formulação no K-2 UBV-T é feito com uma válvula elétrica, comandada através do controle remoto do aparelho. Os registros localizados nos tanques servem, portanto, apenas para seleção do tanque a ser usado na aplicação. Para garantir o fluxo normal de formulação durante a aplicação, é importante que os tanques de formulação estejam bem fechados, para que o aparelho possa pressurizá-los com 0,2 a 0,4 kgf/cm². A verificação da pressurização adequada dos tanques é feita através do manômetro. Quando há pouca quantidade de formulação nos tanques, estes podem demorar mais a atingir a pressão de trabalho.

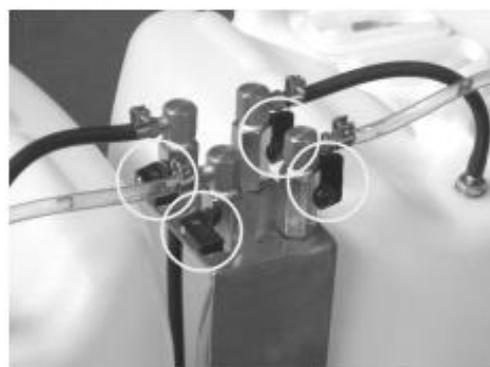
Ao desligar o motor do aparelho, acionando a chave "COMBUSTÍVEL" do controle remoto para a posição "DESL", automaticamente o(s) tanque(s) de formulação ativo(s) é (são) despressurizado(s), ou seja, a pressão no manômetro cai a zero. Entretanto, se isto não ocorrer de pronto, feche imediatamente os registros de formulação dos dois tanques e faça a despressurização manualmente, abrindo as tampas dos dois tanques de formulação, pois não deve haver pressão nos tanques após a parada do motor. Para solucionar o problema, procure a assistência técnica!



Verificando a abertura da vela



Tanque esquerdo ativo.



Tanque direito ativo.



Manômetro



Controle da nebulização

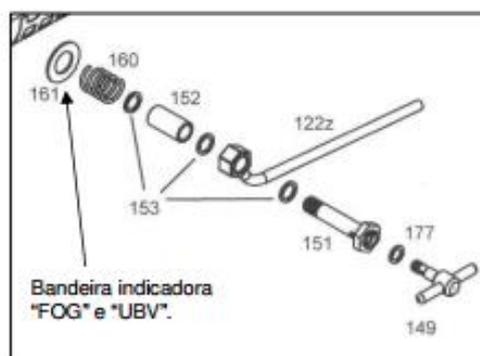
3. SELEÇÃO DO MODO "FOG" OU MODO "UBV"

O modelo K-2 UBV-T é dotado de um sistema de troca de tubos de nebulização. Um dos tubos é fornecido montado no equipamento. O outro é fornecido à parte, como acessório.

Para identificar os tubos nebulizadores, é necessário olhar em seu interior: o tubo FOG (para aplicação de formulações oleosas) é vazio, já o tubo UBV (para aplicação de formulações aquosas) possui um injetor interno fixo.

O equipamento possui ainda uma "bandeira", um anel identificador, para que o operador saiba qual o sistema atualmente montado no equipamento. O anel é montado no conjunto do injetor de formulação (veja figura ao lado), e possui a gravação "UBV" em um dos lados e "FOG" do outro lado. O anel deve ser montado de modo que a gravação aparente corresponda ao tubo nebulizador montado, ou seja, se estiver montado o tubo para FOG, o anel deve ser montado de modo que fique aparente a gravação "FOG", e vice-versa.

Para alterar o modo de operação, trocando o tubo nebulizador, proceda da seguinte forma:



1 – Introduza a ferramenta de troca de tubos pela boca do canhão e fixe-a ao tubo nebulizador.



3 – Saque o tubo nebulizador puxando a ferramenta de troca para fora.



2 – Utilizando uma chave fixa 11/16", solte o conjunto de injeção de formulação.



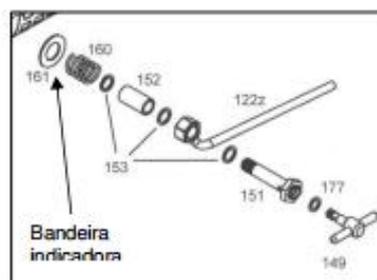
4 – Monte a ferramenta de troca no outro tubo de nebulização e introduza-o pela saída do canhão.



5 – Ao encaixar o tubo, observe a posição da rosca do injetor de formulação. Ela deve estar alinhada com o furo do canhão.



6 – Ao encaixar o tubo, tenha cuidado com as aletas posicionadoras, que encaixam nestes rasgos.



7 – Monte novamente o conjunto de injeção, posicionando a "bandeira" de modo correto.



8 – Aperte o conjunto com uma chave fixa 11/16" e, por fim, retire a ferramenta de troca.

4. POSICIONAMENTO DO EQUIPAMENTO E INCLINAÇÃO DO CANHÃO



Dependendo do modo de utilização, o equipamento deverá ser adequadamente posicionado sobre o veículo. Assim, quando for trabalhar com formulação à base de água (modo UBV), recomenda-se utilizar o canhão inclinado e voltado para a lateral do veículo, em direção à área de tratamento.



Para otimizar a distribuição do produto, quando estiver trabalhando com formulações à base de óleo mineral (modo FOG), recomenda-se utilizar o canhão abaixado e voltado para a traseira do veículo.

ATENÇÃO: Quando utilizar o equipamento na posição abaixada, fixe as duas presilhas laterais.

5. PARTIDA DO MOTOR

Antes de dar partida no motor, saiba que:
Nos aparelhos novos, a partida do motor pode ser mais demorada, pois a gasolina precisa percorrer toda a tubulação de combustível desde o tanque.

Durante o primeiro funcionamento do aparelho é necessário fazer a regulagem do carburador. Esta regulagem pode variar de acordo com fatores como altitude, temperatura ambiente e qualidade da gasolina. Por isso ela deve ser repetida sempre que se notar funcionamento irregular do motor. Para efetuar o ajuste, siga as instruções de "REGULAGEM DO MOTOR", descritas adiante.

Abra o registro de agulha do carburador cerca de meia volta no sentido anti-horário.

Para acionar o sistema de partida: Ligue a chave geral. Acione a chave "COMBUSTÍVEL" do controle remoto para a posição "LIGA". Acione o botão "PARTIDA", durante no máximo 5 segundos, aguardando 5 segundos antes do próximo acionamento, até o funcionamento contínuo do motor.

6. REGULAGEM DO MOTOR

A regulagem do motor deve ser feita diariamente, após a preparação e abastecimento do aparelho, ou durante o serviço, quando for notada alteração no funcionamento.

Certifique-se de que o registro de agulha do carburador está aberto cerca de $\frac{1}{2}$ volta. Para isso, feche totalmente o registro de agulha (tenha cuidado para não apertar com força) e abra-o meia volta. Dê partida no motor conforme descrito acima. Deixe o motor aquecer durante cerca de 15 segundos.

ATENÇÃO: Não aperte o registro de agulha com força, para não danificar a agulha e o injetor de gasolina!



Abriando o registro de agulha



Acionando a chave "combustível" do controle remoto



Acionando a chave "partida" do controle remoto

Faça a regulagem do motor abrindo ou fechando o registro de agulha e observando as orientações abaixo:

Regulagens incorretas ==> ✘ Abrindo o registro de agulha demasiadamente o motor estará com EXCESSO DE GASOLINA, e o aparelho emitirá um ruído irregular, "falhado".

==> ✘ Fechando demasiadamente o registro de agulha, o motor estará com FALTA DE GASOLINA, e o aparelho emitirá um ruído contínuo e agudo, "morrendo" com facilidade.

Regulagem correta ==> ✔ O PONTO CORRETO DE FUNCIONAMENTO DO APARELHO está entre as duas regulagens acima. Nesta situação, o motor emitirá um ruído grave e forte, porém contínuo, e na saída do ressonador (tubo de escape) aparecerá uma pequena chama azul de cerca de 10 cm.

ATENÇÃO: Somente com a regulagem correta do motor, o aparelho funcionará com 100% de capacidade, garantindo um padrão de gotas adequado e um tratamento eficiente. Além disso, com o motor mal regulado, há perigo de superaquecimento com conseqüente perda de eficiência do tratamento, danos ao aparelho e dificuldade de partida a quente.

ATENÇÃO: Não deixe o aparelho funcionar por mais de 2 minutos sem acionar a nebulização, o que causa superaquecimento do bico injetor de formulação. Se não tiver terminado a regulagem do motor após 2 minutos de funcionamento, desligue o aparelho, aguarde cerca de 5 minutos para o esfriamento do mesmo e continue em seguida.

DICA: Para adquirir prática na regulagem do motor, abasteça 1 dos tanques de formulação com água e deixe a nebulização ligada enquanto faz a regulagem, evitando assim superaquecimento do bico injetor de formulação e dando-lhe tempo suficiente para efetuar a regulagem do motor com calma.

7. "DESAFOGAR" O MOTOR

Se o registro de agulha estiver muito aberto durante a partida, o motor pode "afogar". Neste caso, feche totalmente o registro de agulha (cuidado para não danificar o injetor) e acione o botão de partida algumas vezes até notar que o motor "desafogou", ou seja, que o excesso de gasolina foi queimado. Em seguida repita o procedimento de partida com uma abertura menor do registro de agulha.

ATENÇÃO: Não insista na partida se o motor estiver afogado ou se por algum outro motivo o motor não estiver dando partida, pois isto pode causar danos e até princípio de incêndio no carburador, devido ao excesso de gasolina.

8. INÍCIO DA NEBULIZAÇÃO

Certifique-se de que as tampas dos tanques de formulação estejam bem fechadas. Verifique no manômetro se a pressão dos tanques está no nível mínimo de trabalho (0,15 kg/cm²). Se necessário, aguarde alguns segundos mais, até que a pressão mínima seja atingida. Caso o manômetro não acusar aumento de pressão, desligue o motor e verifique o correto fechamento dos tanques e confira a posição dos registros de ar e de formulação.

Acione a chave "NEBULIZAÇÃO" do controle remoto para a posição "LIGA". Depois de alguns segundos o aparelho começa a nebulizar.

ATENÇÃO: Os registros de ar e de formulação, localizados próximos aos tanques devem estar sempre totalmente abertos ou totalmente fechados. Não tente regular a vazão de formulação através destes registros.

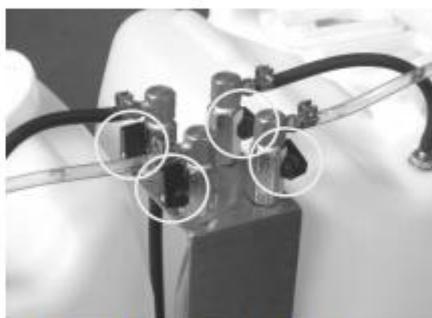
ATENÇÃO: Não se esqueça de fechar o registro de ar e de formulação do tanque que não estiver em uso.

Para interromper a nebulização, simplesmente desligue a chave "NEBULIZAÇÃO". A nebulização para instantaneamente. Para continuar, acione novamente a chave. Caso tenha que interromper a nebulização durante mais de um minuto, desligue também o motor, evitando o superaquecimento do bico injetor de formulação.

ATENÇÃO: Não desligue o motor enquanto a nebulização estiver acionada. O pulsFOG K-2 UBV-T é equipado com uma válvula de segurança, que interrompe o fluxo de formulação até o injetor em caso de parada acidental do motor, por falta de combustível ou erro do operador. Assim mesmo, por precaução e para evitar acúmulo de resíduos de formulação no canhão do aparelho, recomenda-se sempre desligar primeiro a nebulização através da chave "NEBULIZAÇÃO" do controle remoto antes de desligar o motor.



Acionando a nebulização



Atenção para a posição correta dos registros.



Registros de formulação.



Registros de ar.

9. DESLIGAR O MOTOR

Certifique-se de que a chave "NEBULIZAÇÃO" do controle remoto está desligada e que a nebulização efetivamente parou.

ATENÇÃO: caso a nebulização não pare ao ser desligada a chave "NEBULIZAÇÃO" do controle remoto, não desligue o motor! Feche primeiro todos os registros dos tanques de formulação, interrompendo a nebulização, e só então desligue o motor. Procure a assistência técnica.

Para desligar o motor basta desligar a chave "COMBUSTÍVEL" do controle remoto. O motor desliga e o(s) tanque(s) ativo(s) é (são) automaticamente despressurizado(s). Não é necessário fechar o registro de agulha. Caso esteja encerrando a aplicação, aguarde a completa despressurização do(s) tanque(s) e, em seguida, desligue a chave geral.

10. APÓS A UTILIZAÇÃO

Após o uso, antes de guardar o aparelho, aguarde o completo esfriamento do mesmo. Esvazie totalmente os tanques de calda. Isto pode ser feito, soltando-se as mangueiras dos mesmos (verifique antes se estão realmente despressurizados) e retirando-os do quadro-suporte. Não deixe restos de calda nos tanques, principalmente se o aparelho não for utilizado durante um período prolongado. Faça uma mistura de cerca de 5 litros de água limpa com um pouco de detergente doméstico líquido para cada tanque de calda. Enxagüe os tanques com a solução e, em seguida, coloque os tanque de volta no lugar e ligue o motor do aparelho, fazendo a solução percorrer também as tubulações e válvulas do equipamento. Isto irá ajudar a prevenir entupimento e incrustações.

Desmonte o dosador de formulação (149) e limpe o injetor de formulação internamente com a escova própria fornecida.

Desmonte o conjunto de injeção de formulação utilizando uma chave fixa 11/16" e retire o tubo nebulizador, conforme descrito na sessão 3 acima. Note que o tubo nebulizador "UBV" possui um injetor interno e, portanto, a escova não atravessa o tubo de um lado a outro.

Se o aparelho não for utilizado durante mais de 30 dias, recomenda-se esgotar também o tanque de combustível.



Chave geral

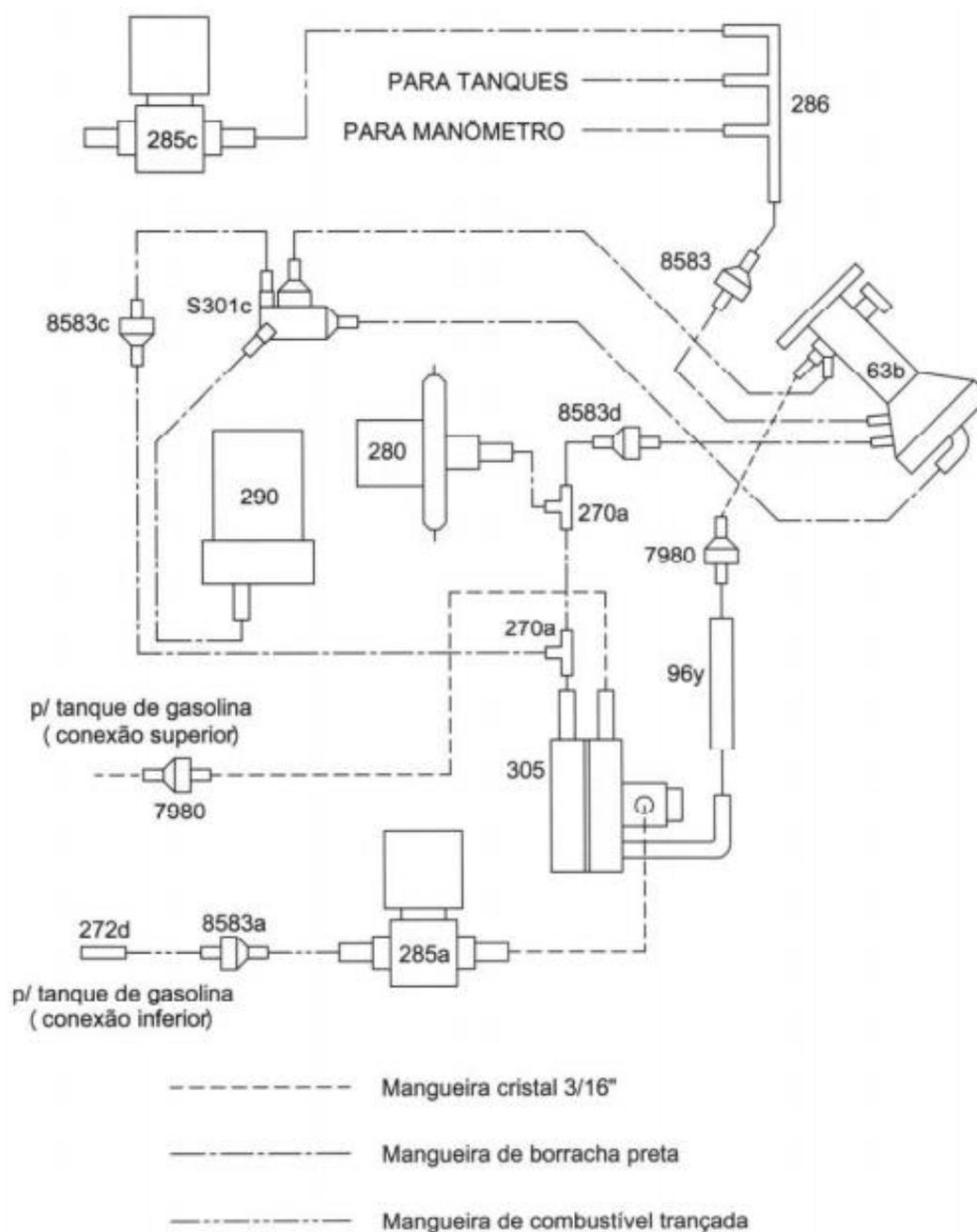


Limpeza do bico injetor de formulação



Limpeza do tubo nebulizador

pulsFOG K-2 UBV-T – ar / gasolina / válvulas

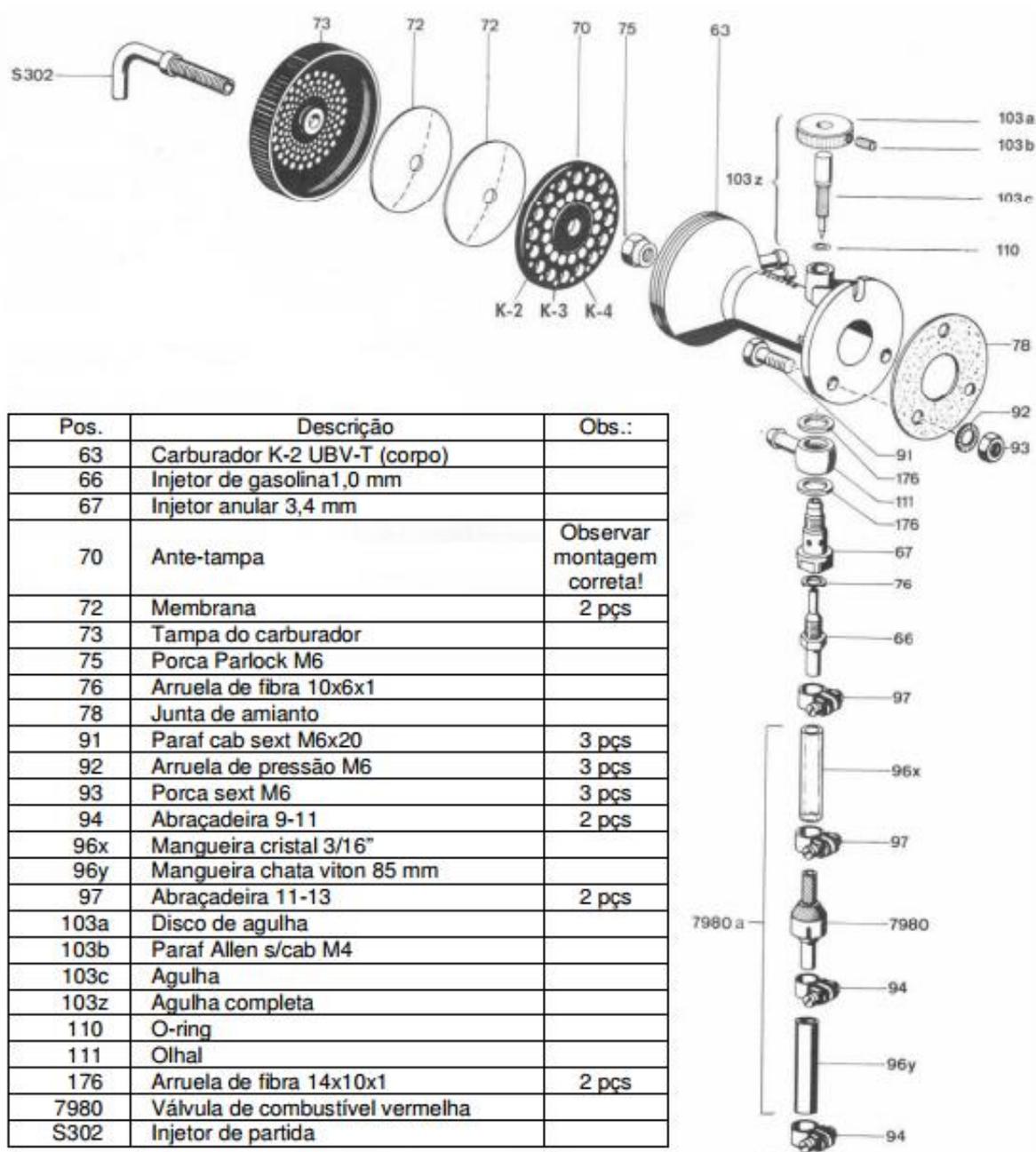


Sujeito a modificações técnicas 01/2008

pulsFOG K-2 UBV-T – ar / gasolina / válvulas

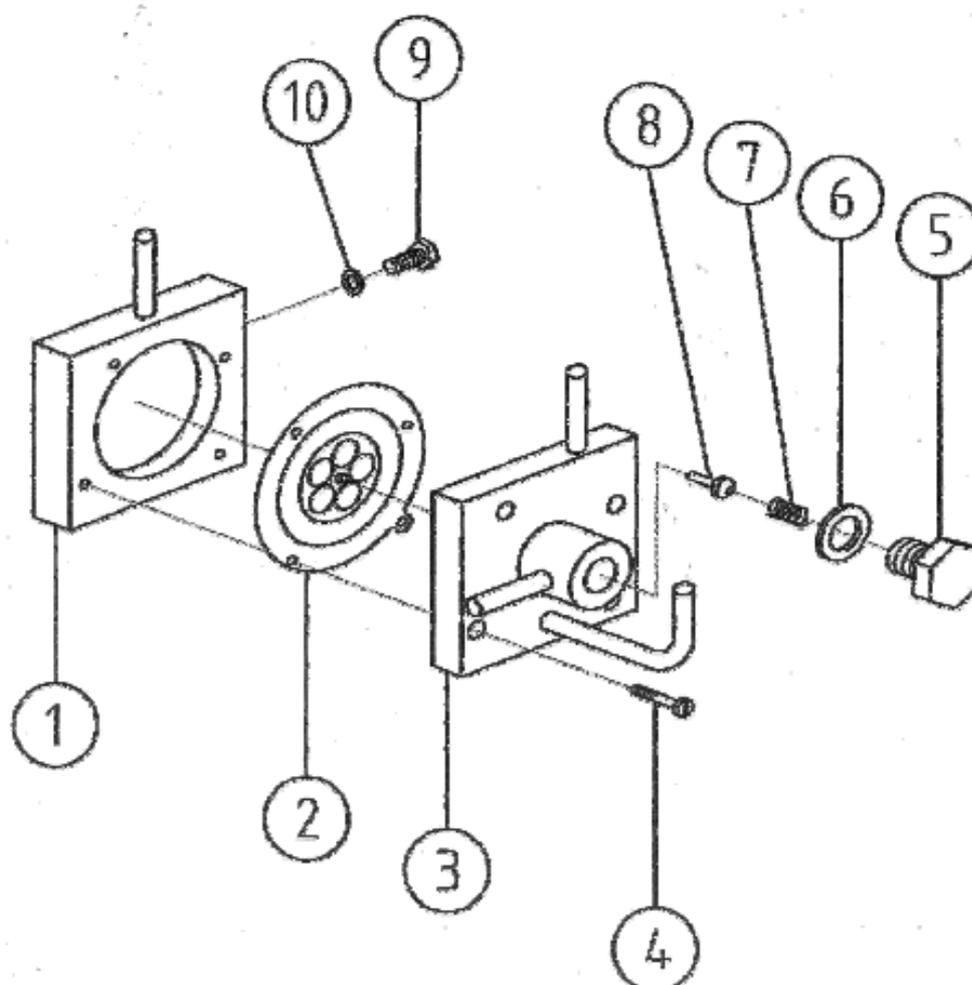
Pos.	Descrição	Obs.:
63b	Carburador completo K-2 UBV-T	
96y	Mangueira chata 85 mm	
7980	Válvula de combustível vermelha	
8583	Válvula de pressurização verde	
8583a	Válvula de combustível preta	
8583d	Válvula reguladora azul	
S301c	Válvula em bloco K-2 UBV-T	
270a	Conector T para mangueira 3/16"	
280	Pressostato regulável com NA e NF	
285a	Válvula solenóide (combustível)	
285c	Válvula solenóide (despressurização)	
286	Distribuidor de ar	
290	Compressor de partida	
305	Bomba de gasolina "floater" completa	

pulsFOG K-2 UBV-T – carburador



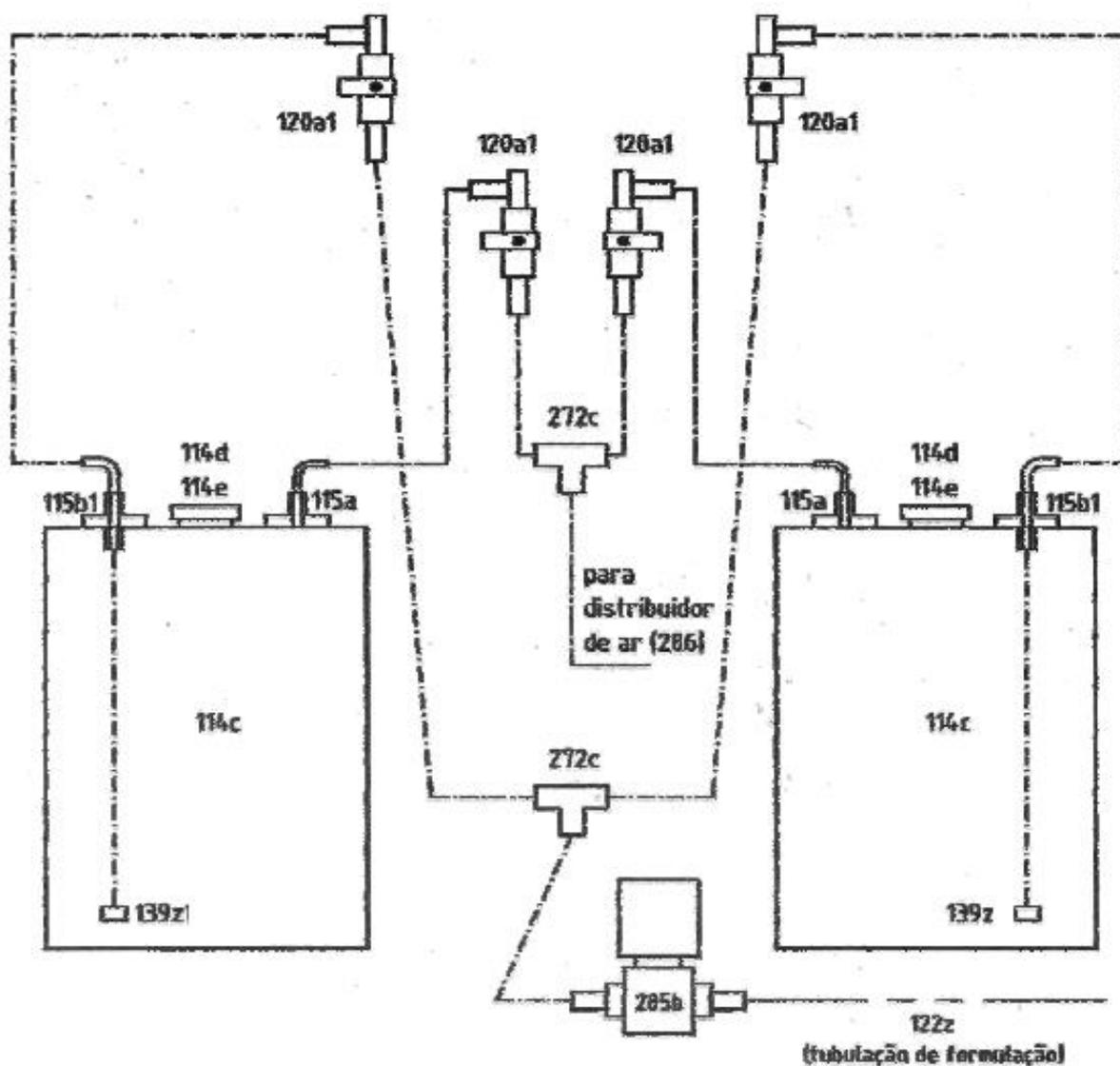
Sujeito a modificações técnicas 03/2007

pulsFOG K-2 UBV-T – bomba de gasolina (floater)



Pos.	Descrição	Obs.:
1	Floater – corpo inferior	
2	Membrana do floater	
3	Floater – corpo superior	
4	Parafuso M3 x 14	
5	Bujão do floater	
6	Arruela de fibra 14 x 10 x 1 (176)	
7	Mola do floater	
8	Pistão do floater	
9	Parafuso M5 x 10	
10	Arruela de pressãp M5	

pulsFOG K-2 UBV-T – tanques de formulação



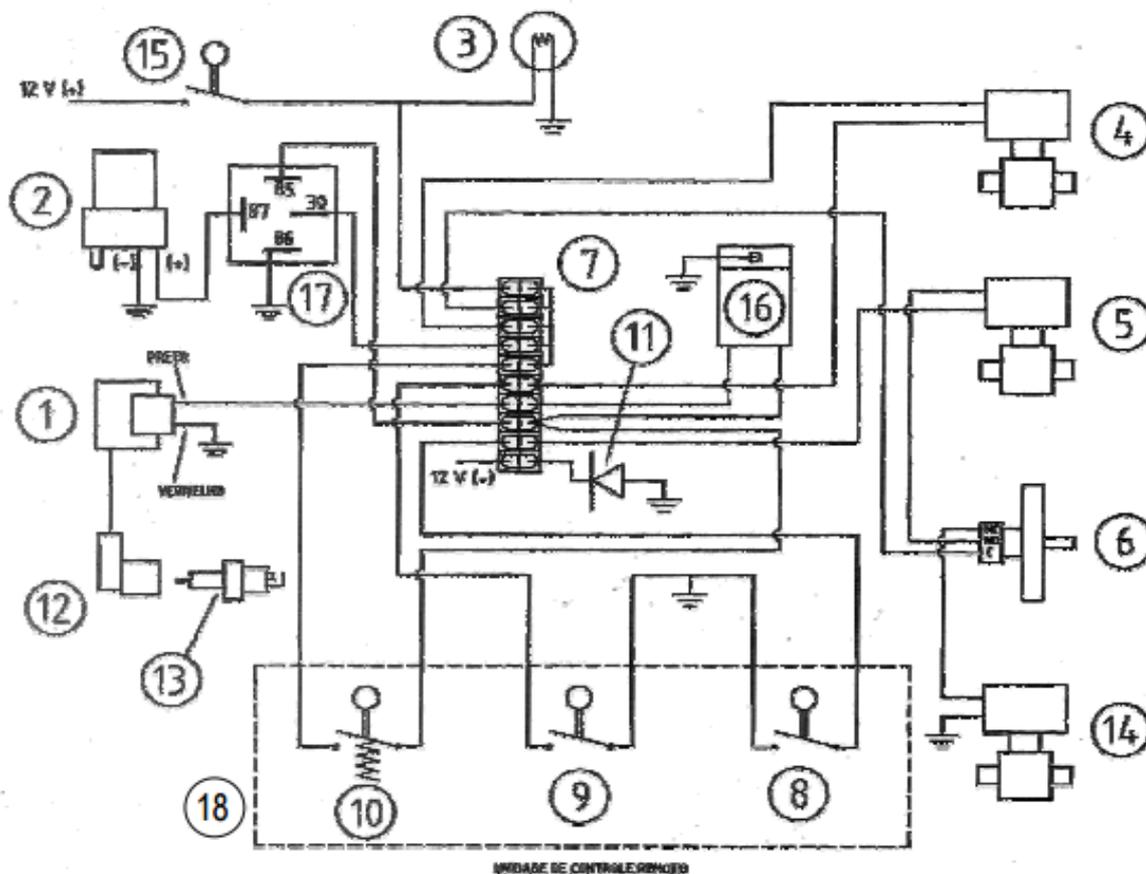
- Mangueira cristal 3/16"
- Mangueira de borracha preta
- Tubo inox 1/4"

Sujeito a modificações técnicas 03/2007

pulsFOG K-2 UBV-T – tanques de formulação

Pos.	Descrição	Obs.:
114c	Tanque de calda 50 L com tampa	2 pçs
114d	Tampa tanque 50 L	2 pçs
114e	Guarnição da tampa tanque 50 L	2 pçs
115a	Conexão para ar – tanque de calda 50 L	2 pçs
115b1	Conexão para formulação – tanque de calda 50 L	2 pçs
120a1	Registro de calda / ar completo K-2 UBV-T	4 pçs
122z	Tubulação de formulação	
139z	Pescador de calda	2 pçs
272c	Conexão "T" para mangueira 3/16"	2 pçs
285b	Válvula solenóide (formulação)	

pulsFOG K-2 UBV-T – circuito elétrico



Pos.	Descrição	Obs.:
1	Transformador de ignição (183)	
2	Compressor de partida	
3	Sinaleiro com lâmpada 12 Vcc	
4	Válvula solenóide (combustível) (285a)	
5	Válvula solenóide (formulação) (285b)	
6	Pressostato regulável com NA e NF (280)	
7	Barra de conectores	
8	Chave "nebulização" controle remoto	
9	Chave "gasolina" controle remoto	
10	Chave "partida" controle remoto	
11	Diodo	
12	Cachimbo (209a)	
13	Vela NGK BP5HS (186) – ATENÇÃO : ABERTURA = 1,5 mm!	1,5 mm!!
14	Válvula solenóide (despressurização) (285c)	
15	Chave geral	
16	Regulador 12-6V	
17	Relé do compressor	
18	Unidade de controle remoto completa, com cabo	

ANEXO F – MANUAL PULSFOG PREPARAÇÃO DE CALDAS PARA COMBATE A GEADA

Elaborado por: PulsFOG Pulverizadores Ltda.

1. Calda pré misturada utilizando óleo mineral emulsionável:

Pode ser utilizada em qualquer modelo de termonebulizador PulsFOG. Para prepara-la basta misturar óleo mineral emulsionável (recomendamos as marcas Assist ou Dytrol). A proporção recomendada é: 60 a 70% de óleo para 40 a 30% de água limpa. Misturar bem e abastecer o(s) tanque(s) do aparelho. Aplicar em até 24 horas. Vantagens desse tipo de calda: mais fácil de preparar, dosagem exata de óleo, maior autonomia do equipamento, utiliza óleo muitas vezes já disponível nas propriedades.

2. Calda pré misturada utilizando óleo mineral puro + emulsionante ES1 da PulsFOG:

Pode ser utilizada em qualquer modelo de termonebulizador PulsFOG. Preparação: inicialmente é necessário preparar o óleo emulsionável: misturar 5% do emulsionante ES1 a 95% de óleo mineral OPPA puro (recomendamos o SM1 da PulsFOG).

Exemplo: para preparar 1 litro de óleo emulsionável misturar 950 ml de óleo SM1 com 50 ml de ES1.

Em seguida, preparar a calda na proporção de 60 a 70% de óleo emulsionável para 40 a 30% de água limpa.

Misturar bem e abastecer o(s) tanque(s) do aparelho. Aplicar em até 24 horas. Vantagens desse tipo de calda: menor custo por litro, dosagem exata de óleo, maior autonomia do equipamento.

3. Calda pós misturada utilizando óleo mineral puro +emulsionante ES1 da PulsFOG:

Utilizável apenas nos modelo K35 G, K3 G e nos modelos BIO. Preparação: preparar o óleo emulsionáveladicionando3% do emulsionante ES1 a 97% de óleo mineral OPPA puro (recomendamos o SM1 da PulsFOG). Abastecer o tanque de óleo do equipamento.

No tanque de água colocar apenas água limpa. A mistura será feita pelo próprio equipamento no momento da nebulização. Vantagem desse tipo de calda: custo ainda menor já que utiliza apenas 3% de emulsionante. Desvantagens: dosagem não é exata, pois a mistura é feita pelo próprio equipamento na hora da aplicação; diminui a autonomia do equipamento já que o tanque de óleo sempre esvazia primeiro.

Observação importante: Teoricamente, o óleo diesel pode ser utilizado como alternativa ao óleo mineral OPPA puro. Entretanto, a PulsFOG não recomenda a utilização de caldas à base de óleo diesel. O óleo diesel é concebido para ser utilizado como combustível e não para ser lançado no ambiente em forma de neblina. Apesar de seu baixo custo (aliás, o único argumento a seu favor), apresenta elevada toxicidade para o homem e para animais de sangue quente, elevada fitotoxicidade (tóxico para plantas), polui o meio ambiente, além de possuir odor desagradável. Por isso, prefira sempre utilizar óleo mineral OPPA, emulsionável ou puro, que apresenta baixa toxicidade e fitotoxicidade, pouco odor, além de ser totalmente seguro para o meio ambiente quando utilizado da forma descrita.

BICOS DOSADORES RECOMENDADOS PARA COMBATE À GEADA UTILIZANDO TERMONEBULIZADORES PULSFOG:

Modelo K10 ou K10 SP: bico nº 15 ou 18 (1,5 a 1,8 mm) Modelo K2: bico 20 ou 25 (2,0 a 2,5 mm) Modelo K2 W: 2 bicos 18 ou 20 (1,8 a 2,0 mm) Modelo K35G ou K-3G:

Calda pré misturada: 1 bico 20 e 1 bico 25 na frente; 1 bico 20 e 1 bico 25 atrás

Calda pós misturada: 2 bicos 25 na frente (óleo); 2 bicos 10 atrás (água)

Em caso de dúvida, entre em contato com a PulsFOG ou com seu representante local.