



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

LUCAS MAGALHÃES DA JUSTA

**SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO COM SUPERVISÓRIO
SCADA**

FORTALEZA

2016

LUCAS MAGALHÃES DA JUSTA

SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO COM SUPERVISÓRIO SCADA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. -Ing. Tobias Rafael Fernandes Neto

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

J97s Justa, Lucas Magalhães da.
Sistema de detecção e alarme de incêndio com supervisor SCADA / Lucas Magalhães da Justa. – 2016.
74 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Tobias Rafael Fernandes Neto.

1. Supervisorio. 2. ScadaBR. 3. CLP. 4. SDAI. I. Título.

CDD 621.3

LUCAS MAGALHÃES DA JUSTA

SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO COM SUPERVISÓRIO SCADA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. - Ing. Tobias Rafael Fernandes Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. M. Sc. Kleymilson do Nascimento Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. M. Sc. Jorge Luiz Wattes Oliveira Junior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, Aos meus pais,

Aos meus avós,

À minha namorada,

À minha tia e madrinha Ana Lúcia,

A todos os familiares e sinceros amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Meiriane que sempre me apoiou em minhas escolhas, me incentivou nos estudos e acreditou em meus talentos, ao meu pai Amilcar que, apesar de não ter sido muito presente durante minha infância, sempre me incentivou para que eu pudesse chegar sempre mais longe.

Agradeço ao meu avô Matias, que foi minha referência paterna durante minha vida, e que apesar de ter nos deixado, estaria muito orgulhoso dessa nova conquista, à minha avó Helena que, juntamente ao meu avô, foram responsáveis por eu ter uma infância saudável e me deram todo o amor que precisava.

Agradeço a minha tia e madrinha Ana Lúcia, que é minha principal incentivadora nos estudos, quando me acolheu para que eu pudesse estudar em Fortaleza durante o ensino médio. À minha prima Luciana e seu marido Edrei que durante todo o meu curso de graduação me deram total suporte de moradia e as condições necessárias para que eu pudesse concluir minha graduação.

Agradeço à minha namorada Stefany que me apoia a cada dia para nunca desistir dos meus sonhos, que teve paciência nos momentos em que estive mais estressado.

A todo o corpo docente da Universidade Federal do Ceará que com muita seriedade ministrou as disciplinas necessárias à minha formação acadêmica, em especial ao Professor Dr. Tobias Rafael Fernandes Neto, que se dispôs a me orientar, e apesar de minhas ausências me auxiliou na elaboração desta monografia.

Ao meu amigo Alisson Araújo que me ofereceu a oportunidade de trabalhar no estudo de caso abordado nesta monografia, onde foi fundamental para que eu conseguisse os conhecimentos necessários para a implementação da solução.

Por fim, aos meus colegas que percorreram esses longos anos de formação acadêmica e mesmo diante das dificuldades não desistiram, assim como eu. Aos meus colegas de trabalho Vicente e Bruno, que me proporcionaram momentos de alegria e aprendizado, e ao meu supervisor Eng. Marcelo Costa que sempre foi compreensivo e flexível quanto aos meus horários e me passou conhecimentos práticos com sua experiência na área.

“Pedras no caminho? Guardo todas, um dia vou
construir um castelo.” (Fernando Pessoa)

RESUMO

Neste trabalho, será apresentada a implementação de um sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) utilizando CLP (Controlador Lógico Programável) e o sistema supervisório ScadaBR (Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados), detalhando a importância de cada equipamento utilizado no mesmo e atendendo as necessidades técnicas do cliente. Assim foi elaborado um sistema que além de detectar um princípio de incêndio faça um monitoramento da temperatura ao longo do dia, alertando quando houver um sobreaquecimento no *Data Center*. Com uma detecção precoce do incêndio permitindo a extinção do mesmo de maneira mais rápida e eficiente, o SDAI é essencial para proteger equipamentos e pessoas presentes no local. Tendo em vista que já existem soluções prontas no mercado, o grande diferencial desta abordagem é a possibilidade de incrementar novas funcionalidades ao sistema à medida que se fizer necessário, como supervisão e controle da umidade no local, integração do sistema de climatização ao SDAI possibilitando um melhor controle da temperatura a fim de diminuir o gasto de energia elétrica, coordenação na partida das condensadoras para aliviar a demanda.

Palavras-chave: Supervisório, ScadaBR, CLP, SDAI.

ABSTRACT

In this work, the implementation of a fire alarm and detection system using a PLC (Programmable Logic Controller) and the SCADABR (Supervisory Control and Data Acquisition) supervisory system will be presented, detailing the importance of each equipment used and meeting the technical needs of the client. Thus, a system was developed that, besides detecting a fire principle monitors the temperature throughout the day, alerting when there is an overheating in the Data Center. With early detection of the fire allowing it to be extinguished more quickly and efficiently, the SDAI is essential to protect equipment and people present on site. Considering that there are already solutions ready in the market, the great differential of this approach is the possibility to increase new functionalities to the system as needed, such as supervision and control of the humidity in the place, integration of the air conditioning system to the SDAI allowing a better control of the temperature in order to reduce the expense of electrical energy, coordination in the departure of the condensers to alleviate the demand.

Key words: Supervisory, ScadaBR, PLC, Fire Alarm System

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Edifício Joelma	16
Figura 2 - Triângulo do Fogo.....	17
Figura 3 - Tetraedro do Fogo.....	18
Figura 4 - Dinâmica do fogo.....	18
Figura 5 - Propagação por condução	19
Figura 6 - Propagação por Convecção.....	20
Figura 7 - Propagação por Irradiação	20
Figura 8 - Detector de Fumaça	29
Figura 9 - Acionador Manual	30
Figura 10 - Sirene Audiovisual.....	30
Figura 11 - Quadro de Comandos.....	31
Figura 12 - Disjuntor Monopolar.....	31
Figura 13 - Card CM 1241 (RS 485) e CLP SIMATIC S7-1200.....	32
Figura 14 - R-IO Infitech – (a) Digital (S1608) e (b) Analógico (S2822)	33
Figura 15 - Fonte Chaveada 24Vdc - 5A.....	34
Figura 16 - Bateria Unipower UP1272 (12V – 7,2Ah)	34
Figura 17 - DB_HOLDING_REGISTER.....	36
Figura 18 - DB_AUX	37
Figura 19 - PLC TAGS	37
Figura 20 - Sinalizador DC e Sinalizador Gerador.....	43
Figura 21 – Propriedades do Data Source	47
Figura 22 – Detalhes do Data Point	48
Figura 23 – Data points.....	48
Figura 24 – Habilitando Data Points	49
Figura 25 – Watch list.....	49
Figura 26 – Histórico de valores do data point.....	50
Figura 27 – Propriedades de renderização de texto	50
Figura 28 – Valor do data point sem formatação	50
Figura 29 – Valor do data point formatado para °C com duas casas decimais.....	51
Figura 30 – Editar data point	51
Figura 31 – Detectores de eventos.....	52

Figura 32 - Monitor de Temperatura e Alarme	52
Figura 33 - Gráficos de Temperaturas em Cada Sensor	54
Figura 34 - Zona de Proteção.....	58
Figura 35 - Fluxograma de Funcionamento Lógico	59
Figura 36 - Main [OB1] Network 1	60
Figura 37 - Main [OB1] Network 2	61
Figura 38 - Main [OB1] Network 3	61
Figura 39 - Main [OB1] Network 4	62
Figura 40 - Main [OB1] Network 5	62
Figura 41 - Main [OB1] Network 6	63
Figura 42 - Main [OB1] Network 7	63
Figura 43 - Main [OB1] Network 8	64
Figura 44 - Main [OB1] Network 9	64
Figura 45 - Main [OB1] Network 10	65
Figura 46 - Main [OB1] Network 11	65
Figura 47 - Main [OB1] Network 12	66
Figura 48 - Main [OB1] Network 13	66
Figura 49 - Main [OB1] Network 14	67
Figura 50 - Bloco MB_COMM_LOAD	68
Figura 51 - Bloco MB_MASTER.....	69
Figura 52 - Bloco INC	70
Figura 53 - Bloco MOVE	71
Figura 54 - Bloco NORM_X	71
Figura 55 - Bloco SCALE_X	71
Figura 56 - Bloco MB_SERVER	71

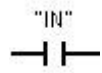
LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhamento do Bloco MB_COMM_LOAD	68
Tabela 2 - Detalhamento do Bloco MB_MASTER.....	70
Tabela 3 - Detalhamento do Bloco MB_SERVER.....	72

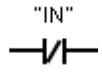
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMSP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CLP	Controlador Lógico Programável
CPN	Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico
IP	Internet Protocol
IT	Instrução Técnica
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
R-I/O	Remote Input/Output
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SDAI	Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio
SSC	Sistema de Supervisão e Controle
TCP	Transmission Control Protocol

LISTA DE SÍMBOLOS



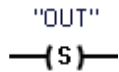
Contato normalmente aberto



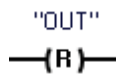
Contato normalmente fechado



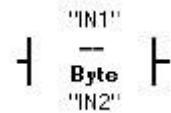
Entrada binária negativa



Bobina de *Set* (quando ativada o valor de “OUT” se torna 1)



Bobina de *Reset* (quando ativada o valor de “OUT” se torna 0)



Compara dois valores do mesmo tipo. Quando verdadeiro o contato é fechado.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	A Importância do Sistema de Detecção e Alarme	14
1.2	Motivação	14
1.3	Apresentação do Trabalho	15
2	CONCEITO DE FOGO E INCÊNDIO.....	16
2.1	Fogo	16
2.2	Ciência do Fogo.....	17
2.3	Formas de Propagação.....	18
2.3.1	Propagação por Condução.....	19
2.3.2	Propagação por Convecção	19
2.3.3	Propagação por Irradiação.....	20
2.4	Incêndio	21
2.5	Considerações finais	22
3	SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO	23
3.1	Introdução	23
3.2	Elementos do Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio.....	23
3.2.1	Centrais de Alarme	23
3.2.2	Detectores	24
3.2.3	Acionadores Manuais	24
3.2.4	Sinalizadores.....	24
3.3	Sistema Supervisório	25
3.3.1	SCADA.....	25
3.3.2	Comunicação	26
3.4	Sistema Supervisório	26

4 ESTUDO DE CASO: PROJETO DO SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO.....	28
4.1 Introdução	28
4.2 Objetivo	28
4.3 Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio	28
4.4 Detecção de Incêndio.....	28
4.4.1 Detector de Fumaça	29
4.4.2 Sensores de Temperatura.....	29
4.4.3 Acionador Manual	29
4.4.4 Sirene Audiovisual	30
4.5 Quadro de Comandos	30
4.5.1 Disjuntor Monopolar	31
4.5.2 Controlador Lógico Programável	32
4.5.3 Remote Input/Output	33
4.5.4 Fonte Chaveada	34
4.5.5 Bateria Selada	34
4.6 Solução para o SDAI	35
4.6.1 Posicionamento e Sinalização dos Sensores.....	35
4.6.2 Programação do CLP.....	36
4.6.3 Supervisório WEB.....	43
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A – ZONA DE PROTEÇÃO.....	58
APÊNDICE B – FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO.....	59
APÊNDICE C – NETWORKS DO CLP.....	60
ANEXO A – BLOCOS DO CLP	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Importância do Sistema de Detecção e Alarme

O sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) tem, como finalidade, detectar inicialmente o fogo de modo que o mesmo possa ser combatido de forma imediata para que possa preservar a vida, o patrimônio e o meio ambiente. (ROSS, 2008)

O sistema de segurança deve antes de qualquer coisa ser inteligente e sensível para que possa operar de forma segura e integrada a uma rede de centrais de incêndio que compreende os detectores de fumaça, detectores de aspiração, sensores de temperatura, acionadores manuais, sinalizadores e módulos de controle.

Um SDAI deve ser planejado e disposto para identificar e também executar os comandos de alarme, sejam eles manuais ou automáticos, com o intuito de exterminar as chamas. Para isto, é importante que haja um controle a partir de modelos de servidores e que possuam os seguintes aspectos:

- Acesso fácil e rápido aos dados do sistema a qualquer momento que se julgue necessário;
- Sistema de filtro e/ou segurança onde os pontos de acesso possam ser nomeados através de um banco de dados;
- Facilidade de se gerar e/ou obter relatórios e análises que possam ser baseados em dados enviados pelos servidores e cujas informações estejam disponibilizadas para qualquer servidor.

1.2 Motivação

Com os avanços tecnológicos as aplicações de SDAI foi ganhando cada vez mais espaço, desde sua aplicação residencial, quanto comercial e industrial. Com o objetivo de perceber um incêndio ainda em sua fase inicial, o SDAI é parte fundamental para a preservação de perdas humanas, materiais e ambientais. Além disso, a diminuição dos riscos de incêndio influencia diretamente na diminuição dos custos com seguradoras.

Em um desenvolvimento baseado em aplicações industriais utilizando o CLP, é possível adequar o SDAI para que atenda às necessidades do local com o melhor custo benefício. No

intuito de tornar a solução ainda mais acessível, o sistema supervisório foi feito através do software totalmente gratuito ScadaBR.

O sistema supervisório, fundamental tanto em aplicações industriais como comerciais, é importante para a eficiência da operação e manutenção, permitindo que o usuário tenha uma ação direcionada para a dada aplicação. Sem um sistema de supervisão a identificação de uma falha no processo de qualquer planta demandaria mais tempo, assim o sistema se mostra essencial para maximizar a eficiência nas tomadas de decisões.

A diferença entre esta metodologia e os sistemas prontos desenvolvidos pelos próprios fabricantes de sensores e alarmes de incêndio se dá em virtude do *retrofit* que permite que o sistema seja atualizado e/ou expandido de acordo com as necessidades do local.

Esta metodologia foi feita baseada em um projeto elaborado para atender o *Data Center* de uma empresa localizada em Fortaleza, no estado do Ceará, que por motivos administrativos da mesma não pôde ser identificada.

1.3 Apresentação do Trabalho

Inicialmente, no Capítulo 02, são abordados os conceitos de fogo e incêndio, bem como as formas de propagação e classificação dos mesmos.

No Capítulo 03 encontram-se os equipamentos de detecção e alarme, suas especificações e modo de operação, centrais de alarme e sistemas de supervisão.

No Capítulo 04 está o projeto de estudo de caso, cujo o objetivo é utilizar um CLP como central de alarme e a supervisão através do sistema ScadaBR. No capítulo em questão, explica-se como foi feita a integração dos equipamentos para o funcionamento adequado do SDAI.

No Capítulo 05 há a conclusão do trabalho, na qual se comentam os resultados alcançados com o trabalho.

2 CONCEITO DE FOGO E INCÊNDIO

2.1 Fogo

Durante o desenvolvimento das civilizações, a relação do homem com o fogo foi considerada um fator muito importante. Viabilizando notáveis mudanças no estilo de vida do ser humano, essa interação o desafiou a exercer domínio sobre este elemento recém-descoberto. Trágicos acontecimentos envolvendo essa relação homem x fogo já foram relatados na história, dentre eles destacam-se o ocorrido em Roma em 64 d.C., em Londres (1666), Nova Iorque (1911), em São Paulo (edifício Joelma 1974, mostrado na Figura 1). Esses acidentes desafiaram a ciência a desenvolver técnicas de prevenção e combate a incêndio que atendessem às exigências impostas pelo grande crescimento demográfico nos centros urbanos, aos desafios das indústrias de transformação entre outros fatores (SEITO, 2008).

Figura 1 - Edifício Joelma



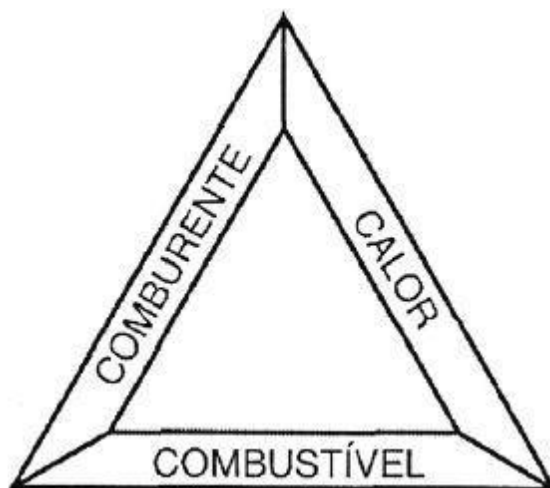
Fonte: IT 02-CBPM-SP

2.2 Ciência do Fogo

A ciência do fogo pode ser considerada um estudo recente, os primeiros trabalhos só foram realizados no começo do século vinte, sendo considerada uma ciência somente no fim do século passado.

No início do desenvolvimento dessa ciência formulou-se a teoria denominada Triângulo do Fogo, ilustrada na figura 2. Cada lado do triângulo representava um elemento que, coexistindo simultaneamente, criavam a condição de existência do fogo (SEITO, 2008).

Figura 2 - Triângulo do Fogo



Fonte: CPN – SP, 2005

O combustível pode ser considerado tudo aquilo que é suscetível de entrar em combustão (madeira, papel, pano, estopa, tinta, alguns metais, etc.). Comburente é todo elemento que, associando-se quimicamente com o combustível, é capaz de entrar em combustão (o oxigênio é o principal comburente). A temperatura de ignição (calor) é a temperatura acima da qual um combustível pode queimar (IT 02/2015 – CBMSP).

Com o desenvolvimento da ciência de combate a incêndio, substituiu-se o triângulo do fogo pelo tetraedro do fogo inserindo o “elemento” reação em cadeia na configuração de existência e manutenção do fogo, como mostra a figura 3. A reação em cadeia é uma sequência de reações que ocorrem durante o fogo, produzindo sua própria energia de ativação (o calor) enquanto há comburente e combustível para queimar (SEITO, 2008).

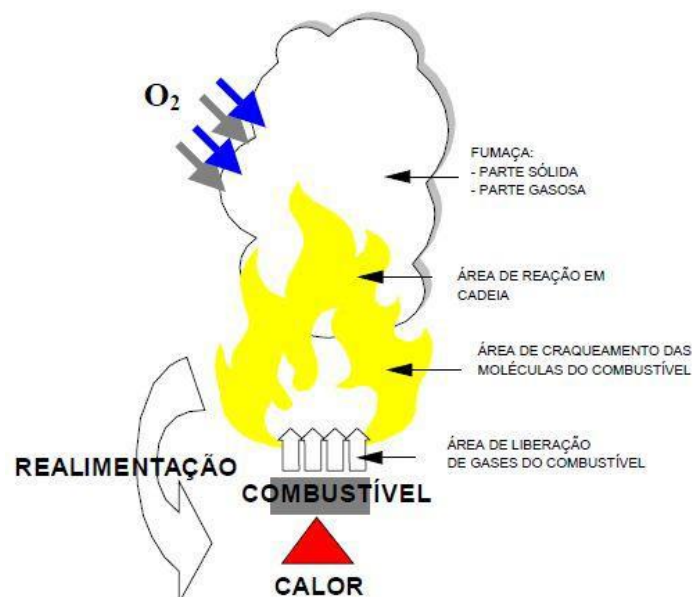
Figura 3 - Tetraedro do Fogo



Fonte: (CBMSP, 2015)

A dinâmica do fogo pode ser melhor compreendida de acordo com a Figura 4, onde mostra a interação desses quatro fatores essenciais à manutenção do fogo:

Figura 4 - Dinâmica do fogo



Fonte: Proteção Contra Incêndios SYGMA-SMS, 2011

2.3 Formas de Propagação

Segundo a Instrução Técnica nº 02/2015 do Corpo de Bombeiros – SP, existem três formas fundamentais de propagação de incêndio. São elas por condução, por convecção e por

radiação, as quais se manifestam simultaneamente, mesmo que em determinado momento uma delas seja predominante.

2.3.1 Propagação por Condução

É a forma pela qual se transmite o calor através do próprio material, de molécula a molécula ou de corpo a corpo. Como ilustrado na figura 5, um objeto que se encontra em contato com uma fonte de calor irá transferir essa energia para quem estiver segurando o mesmo. A velocidade de propagação do calor está relacionada com a condutividade térmica do material, que é uma propriedade do material (RESNICK; WALKER; HALLIDAY, 2006).

Figura 5 - Propagação por condução

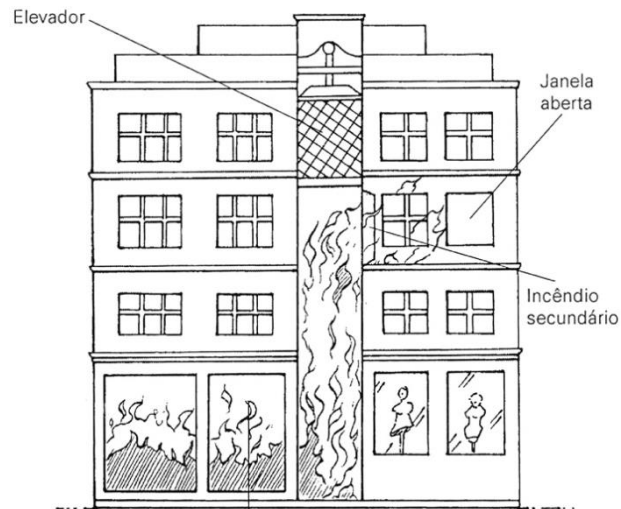


Fonte: CPN-SP, 2005

2.3.2 Propagação por Convecção

É quando o calor se transmite através de uma massa de ar aquecida, que se desloca do local em chamas, levando para outros locais quantidade de calor suficiente para que os materiais combustíveis aí existentes atinjam seu ponto de combustão, originando outro foco de fogo. Existem dois tipos de convecção, a convecção natural que se dá por forças de empuxo resultantes das variações de densidade inerentes às variações de temperatura no fluido, e a convecção forçada que acontece na presença de uma fonte externa que determina a superfície por onde o fluido deve se deslocar (RESNICK; WALKER; HALLIDAY, 2006). Na figura 6 vemos como um incêndio se propaga para outros pavimentos da edificação através da convecção

Figura 6 - Propagação por Convecção

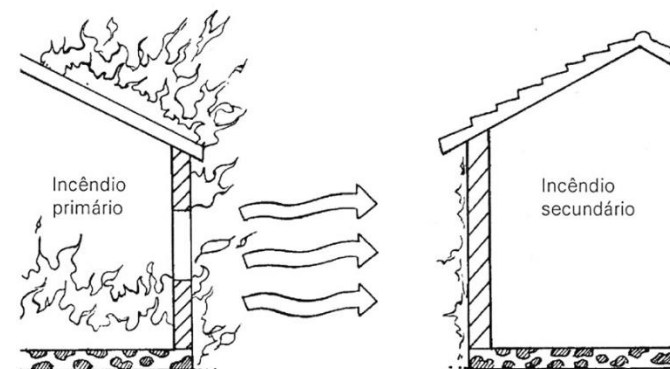


Fonte: CPN-SP, 2005

2.3.3 Propagação por Irradiação

É quando o calor se transmite por ondas caloríficas através do espaço, sem utilizar qualquer meio material (RESNICK; WALKER; HALLIDAY, 2006). Uma superfície sujeita a irradiação de um incêndio primário (fonte de calor) absorve as ondas de calor e dependendo da capacidade de combustão desta superfície a mesma inicia um incêndio secundário, conforme mostrado na figura 7.

Figura 7 - Propagação por Irradiação



Fonte: CPN-SP, 2005

2.4 Incêndio

A Norma Brasileira ABNT-NBR-13860 traz a seguinte definição: “incêndio é o fogo fora de controle”. A Norma Internacional ISO 8421-1 conceitua incêndio como sendo: “[...] a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço”.

No estudo do incêndio é necessário se considerar, além do calor e das chamas, abordados anteriormente, outro produto gerado nessa transformação, a fumaça. Este produto merece uma atenção maior no estudo de prevenção e combate a incêndio dado que, na maioria dos casos é o grande responsável pelos danos causados às pessoas envolvidas. A fumaça tende a ocupar todo o ambiente, causando assim o pânico devido ao ofuscamento da visão, além disso, sua inalação provoca tosse, vômito, aceleração da respiração e batidas do coração, desmaios, asfixia e, em contato com os olhos, causa irritação e lacrimejamento (SEITO, 2008).

Os incêndios em edifícios podem começar através de falhas na instalação elétrica, na cozinha, com velas de cera, ou pontas de cigarro. O fogo pode propagar-se rapidamente para outras estruturas, especialmente se elas não estiverem de acordo com as normas de segurança; por isso, muitos municípios contam com os serviços do corpo de bombeiros, para extinguir possíveis incêndios rapidamente.

Segundo o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina em seu Manual de Combate a Incêndio os incêndios são classificados de acordo com os materiais neles envolvidos, bem como a situação em que se encontram. Essa classificação determina a necessidade do agente extintor adequado.

CLASSE A: Combustíveis sólidos (ex. madeiras, papel, tecido, borracha, etc.) caracterizado pelas cinzas e brasas que deixam como resíduos, sendo que a queima se dá na superfície e em profundidade.

CLASSE B: Líquidos inflamáveis, graxas e gases combustíveis, caracterizados por não deixar resíduos e queimar apenas na superfície exposta.

CLASSE C: Materiais e equipamentos energizados, caracterizado pelo risco de vida que oferece.

CLASSE D: Metais combustíveis (ex. magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio e zircônio) caracterizado pela queima em altas temperaturas e por reagir com agentes extintores comuns principalmente se contem água.

Os métodos de extinção são divididos em:

- a) **Retirada do material combustível:** É o método mais simples de se extinguir um incêndio e baseia-se na retirada do material combustível, ainda não atingido, da área de propagação do fogo.
- b) **Resfriamento:** É o método mais utilizado. Consiste em diminuir a temperatura do material combustível que está queimando, diminuindo, conseqüentemente, a liberação de gases ou vapores inflamáveis.
- c) **Abafamento:** Consiste em impedir ou diminuir o contato do comburente com o material combustível.
- d) **Extinção química:** Consiste na utilização de certos componentes químicos, que lançados sobre o fogo, interrompem a reação em cadeia.

2.5 Considerações finais

Visto os possíveis danos causados pelo fogo o incêndio é objeto de estudo para minimizar as perdas inerentes do descontrole do mesmo. Tais estudos permitem entender como o fenômeno acontece e quais as maneiras de combatê-lo.

Dado a importância do estudo sobre as condições de segurança contra incêndio faz-se necessário um estudo de sistemas capazes de identificar um princípio de incêndio ainda em sua fase inicial para que se possa realizar um combate rápido e preciso, evitando o alastramento das chamas.

No capítulo seguinte será abordado como são esses sistemas de detecção, como são classificados e quais elementos são necessários para a implementação do mesmo, assim como o sistema de supervisão que permite apresentar os dados de maneira simples e clara ao operador.

3 SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO

3.1 Introdução

Os sistemas de detecção e alarme de incêndio (SDAI) são compostos por alguns elementos básicos:

- a) Central de Alarme;
- b) Detectores;
- c) Acionadores Manuais;
- d) Sinalizadores.

A central de alarme é responsável por coletar a informação de estado dos detectores e, em caso verifique uma situação de alarme, ativar os sinalizadores. Além disso, também pode verificar falhas na instalação, como curto-circuito, cabeamento rompido, entre outras funcionalidades de acordo com a necessidade.

3.2 Elementos do Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

3.2.1 Centrais de Alarme

As centrais de alarme classificam-se em endereçadas ou convencionais. As centrais endereçadas permitem identificar cada elemento individualmente e desta forma, o local exato de um eventual alarme. Os dispositivos de campo comunicam-se com a central através de um protocolo de comunicação que, além da informação de alarme ou falha, pode ainda indicar outros parâmetros como grau de contaminação (detector sujo) ou ainda receber comandos como o ajuste do nível de sensibilidade.

As centrais convencionais são mais simples e indicadas para ambientes menores ou com menos compartimentação. Estas centrais identificam zonas alarmadas, sendo cada zona composta por um ou mais detectores, limitado ao máximo indicado pela norma nacional ou pelo fabricante (o menor valor prevalece). São mais simples e de menor custo, porém menos precisas na indicação do local exato da ocorrência, tendo em vista que sinalizam a área total composta pelo conjunto de detectores conectados à mesma zona.

3.2.2 Detectores

Os detectores são os elementos que avaliam as condições ambientais e verificam a presença de incêndio. São conectados à central através de laços endereçados ou convencionais (sinônimos para laços seriam circuitos, loop, entre outros). Pela nomenclatura brasileira, os laços podem ser de dois tipos:

Classe A: um circuito fechado, que sai da central, passa por vários dispositivos, e retorna para a central. Seu funcionamento é baseado em um anel (ring) de dispositivos, no qual a comunicação pode ser feita a partir de um lado (lado A). Caso exista um rompimento do anel, uma parte do circuito de detectores continuará comunicando através do lado A, e outra parte pelo lado B, mantendo a monitoração mesmo com a degradação da instalação (ABNT-NBR 17240/2010);

Classe B: um circuito aberto, que sai da central e termina no último dispositivo, sem a necessidade de retornar à central. Pode ser endereçado ou convencional, sendo mais comum em instalações convencionas. A instalação é mais simples, porém em caso de rompimento do circuito, parte dos detectores ficará inoperante (ABNT-NBR 17240/2010).

3.2.3 Acionadores Manuais

Os acionadores manuais são chaves conectadas ao laço endereçado ou convencional, e que permitem a uma pessoa, indicar uma situação de emergência manualmente ao sistema, antes mesmo de que seja detectado pelo sistema automático de detectores. Com isto, pode-se manualmente iniciar um processo de evacuação, ou de atuação da brigada de incêndio.

3.2.4 Sinalizadores

Os sinalizadores são os responsáveis, a partir da ativação da central, em indicar a situação do ambiente para as pessoas do local para, por exemplo, comandar uma evacuação em caso de incêndio.

Os sinalizadores podem ser visuais, sonoros ou mistos. A sinalização sonora pode ser composta por sirenes, as quais podem indicar ou não múltiplos tons para indicar diferentes situações (ação da brigada de incêndio, evacuação, alerta, etc), ou composta por uma rede de alto-falantes para instruções por voz, ao vivo ou através de mensagens pré-gravadas.

3.3 Sistema Supervisório

3.3.1 SCADA

Os Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, abreviado por SCADA (do inglês *Supervisory Control and Data Acquisition*), são sistemas que utilizam software para supervisionar as variáveis e os dispositivos de um sistemas de controle que se conectam a controladores (drivers). Podendo assumir topologias do tipo mono-posto, cliente-servidor ou múltiplos servidores-clientes, tendem a libertar-se de protocolos de comunicação de fabricantes. (SEIXAS, 2002)

Os sistemas SCADA podem ser configurados para gerar alarmes, avisando ao usuário do sistema quando uma variável ou condição do processo está fora dos valores pré-estabelecidos. Os alarmes podem ser mostrados na tela em formato de planilhas (listas) e/ou animações na tela.

Atualmente, os sistemas do mercado possuem ferramentas para a geração de relatórios na própria estação de trabalho, onde os tipos relatórios mais comuns são:

- **Relatório de alarmes:** Apresenta um histórico com os alarmes ocorridos em um determinado período de tempo definido pelo operador.
- **Relatório de Acesso:** Mostra quais usuários acessaram o SSC (Sistema de Supervisão e Controle) ou modificaram algum parâmetro do mesmo.
- **Relatório de variáveis:** Mostra a variação nos valores das variáveis durante o processo em um determinado período definido pelo usuário.

Os relatórios dependem das necessidades da aplicação e dos recursos disponíveis no software SCADA. Na maioria das aplicações são utilizados relatórios mais “leves” (evitando muitos cálculos e relacionamentos), pois podem afetar drasticamente o desempenho do sistema que é fundamental para o processo industrial. Relatórios complexos devem ser, preferencialmente, processados por outros softwares.

Uma das funcionalidades mais utilizadas dos sistemas SCADA é a geração de gráficos históricos que ajudam a avaliar a variação dos valores de variáveis ao longo do tempo de forma rápida, permitindo identificar possibilidades de melhoras no processo.

3.3.2 Comunicação

Os sistemas de supervisão necessitam de um meio físico para que seja possível a aquisição de dados no controlador de campo (CLP ou outro). Este meio físico geralmente utiliza o padrão elétrico RS232, RS485, RS422, ethernet ou USB.

De acordo com o Manual de Comunicação Serial da WEG o padrão RS232 pode ser utilizado até uma distância máxima de 10 metros. Já o padrão RS485 pode chegar a uma distância de até 1000 metros sem repetidores.

Para que haja comunicação entre o controlador de campo e o sistema de supervisão não basta apenas o meio físico. Os dois sistemas devem utilizar o mesmo protocolo de comunicação. Cada fabricante de CLP tem o seu protocolo de comunicação que pode ser proprietário ou aberto. Logo, os sistemas de supervisão podem possuir vários “drivers” de comunicação, para que possam atender a maior parte dos fabricantes.

Existem protocolos de comunicação abertos, como por exemplo, o MODBUS. Existe nas versões RTU (Padrão serial RS232/RS485) e TCP (Padrão Ethernet). A maioria dos fabricantes de CLP já implementa este protocolo de forma nativa.

Os sistemas SCADA podem se comunicar com CLPs ou até mesmo outros sistemas SCADA utilizando protocolos via rede Ethernet TCP/IP. A topologia de comunicação pode ser do tipo *Polling* (Mestre-Escravo ou Cliente-Servidor) ou Interrupção. Na comunicação do tipo Mestre-escravo a central (mestre) tem todo o controle da comunicação e espera até o dispositivo esteja pronto para recolher os dados de cada estação remota (escravo) que só responde a central após a recepção de um pedido. Este procedimento caracteriza um sistema half-duplex, onde temos um transmissor e um receptor, em que ambos transmitem e recebem dados, mas não simultaneamente, mostrando que a comunicação é bidirecional. A comunicação por interrupção é feita com os escravos monitorando os valores de entrada de dados e caso seja detectada alguma alteração significativa inicia-se a comunicação com o mestre. (BAILEY, 2003)

3.4 Sistema Supervisório

Neste capítulo foi feita uma apresentação sobre o SDAI e os elementos que devem compor o sistema. A elaboração do projeto do sistema se dá de acordo com as necessidades e estrutura do ambiente visando sempre a segurança e o custo. Também foi apresentado o supervisório SCADA que permite o monitoramento das variáveis do sistema, assim como os

modos de comunicação entre a central de alarme e o supervisor. O sistema de supervisão se mostra fundamental para facilitar o entendimento do que está acontecendo, em tempo real, nos ambientes monitorados.

No capítulo seguinte será apresentado como foi elaborado o sistema de acordo com as necessidades da empresa. Mostrando cada elemento utilizado na implementação assim como os modos de comunicação utilizados entre eles, apresentando uma metodologia para elaboração de projetos de SDAI.

4 ESTUDO DE CASO: PROJETO DO SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO

4.1 Introdução

Este capítulo tem por fim explicar a solução adotada na implementação de um sistema de detecção e alarme de incêndio para o *Data Center* e sala do gerador da empresa, mostrando desde a programação do CLP (como central de alarme) até as configurações do ScadaBR (supervisório).

4.2 Objetivo

Neste tópico é apresentada a forma de implementação do SDAI de acordo com a necessidade apresentada, a justificativa dos elementos utilizados para o funcionamento do mesmo. Abordando desde as características físicas até às elétricas e computacionais.

4.3 Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

Esta solução para um Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI) foi pensado para esta e outras possíveis necessidades, nas quais uma possível expansão, teria um custo bem reduzido. Visando uma unificação entre este e outros serviços, a solução pode interagir com Controle de Acesso e Automação (ex. automação dos ares condicionados, gerador, etc.).

A utilização do CLP, que é um equipamento bem versátil e robusto com alta capacidade de processamento de dados, o sistema se torna mais confiável, rápido e preciso. A comunicação do CLP com os sensores e detectores através de módulos escravos permite aumentar a distância entre os mesmos, o que também permite uma possível expansão do próprio SDAI, seja com o número de detectores conectados ou uma ampliação na quantidade de áreas a serem protegidas.

4.4 Detecção de Incêndio

Pensando em uma rápida e eficiente intervenção humana para casos de detecção de incêndio foram implementados sensores e acionadores que podem ser controlados remotamente, via web, e/ou de forma autônoma em caso de falha na rede de dados.

4.4.1 Detector de Fumaça

Dispositivo eletrônico sensível à fumaça. Este aparelho, ilustrado na figura 8, pode ser encontrado em vários tipos: Convencional; Endereçável; Algorítmico. A solução utilizada na empresa foi a Convencional.

Figura 8 - Detector de Fumaça



Fonte: Engesul

4.4.2 Sensores de Temperatura

A fim de monitorar a temperatura ambiente para um controle efetivo da vida útil dos equipamentos do *Data Center* e gerador, este sensor analógico trabalha com um range de 100 °C (0 – 100 °C). Através deste sensor também é possível fazer uma análise do conforto térmico no ambiente.

4.4.3 Acionador Manual

Caso aconteça alguma falha nos detectores de fumaça, o alarme poderá ser disparado através de acionadores manuais tipo quebre o vidro, mostrado na figura 9. Estes dispositivos são encontrados em dois tipos: Convencional ou Endereçável. A solução utilizada na empresa foi a convencional.

Figura 9 - Acionador Manual



Fonte: Engesul

4.4.4 Sirene Audiovisual

Ao ser detectado algum sinistro através dos detectores de fumaça ou dos acionadores manuais, as sirenes audiovisuais, mostrada na figura 10, serão acionadas de modo a alertar as pessoas sobre o sinistro.

Figura 10 - Sirene Audiovisual

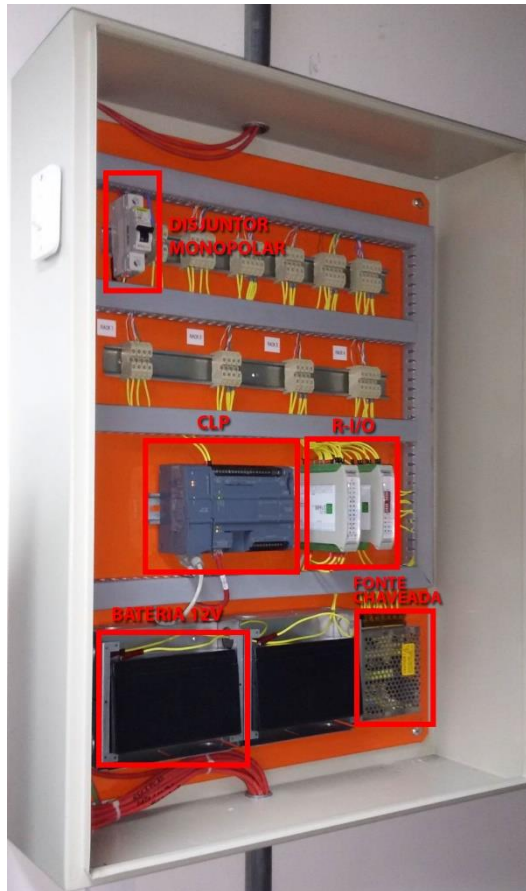


Fonte: Engesul

4.5 Quadro de Comandos

Em vista da necessidade da empresa, foi projetado um quadro de comando para atender todas as solicitações atuais e futuras. Na figura 10 temos o quadro elétrico com a explicação detalhada de cada um dos equipamentos.

Figura 11 - Quadro de Comandos



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

4.5.1 Disjuntor Monopolar

Dispositivo de proteção contra curto circuito e sobrecarga, este equipamento deve permanecer sempre ligado visando a continuidade da Corrente Alternada para alimentação das baterias e, conseqüentemente, de todo o sistema de detecção. Na figura 12 temos um disjuntor termomagnético monopolar.

Figura 12 - Disjuntor Monopolar



Fonte: Eletromar

4.5.2 Controlador Lógico Programável

Também conhecido apenas por CLP (do inglês “*Programmable Logic Controller*”), este equipamento é a “mente” de todo o sistema, com ele é feita toda tomada de decisão, foi acoplado a ele um *card serial* para comunicação (RS 485) entre outros equipamentos. A programação é feita através do software STEP 7 da SIEMENS e carregado no equipamento. A comunicação com o supervisor é feita através da porta RJ45 (protocolo Ethernet) disponível no CLP. Os detalhes sobre a programação serão abordados mais detalhadamente posteriormente. O CLP utilizado foi um SIMATIC S7-1200 acoplado a um *card* de comunicação serial RS 485 mostrado na figura 13 (SIEMENS).

Devido a sua versatilidade o CLP também passou a atender aplicações não necessariamente industriais, nas mais diversas áreas de automação, supervisão e controle. Através dos seus I/O (Entradas/Saídas) é capaz tanto de lidar com sistemas caracterizados por eventos discretos (valores binários), quanto com variáveis analógicas definidas por intervalos de tensão ou corrente. Uma grande vantagem na utilização do CLP é a possibilidade de alterar um processo ou linha de montagem sem que precise fazer grandes modificações mecânicas e elétricas no sistema de supervisão e controle. A idealização do CLP se dá resumidamente pela facilidade na programação, facilidade na manutenção com conceito plug-in, alta confiabilidade, dimensões reduzidas em relação a painéis Relés e capacidade de expansão. (CAPELLI, 2007)

Figura 13 - Card CM 1241 (RS 485) e CLP SIMATIC S7-1200



Fonte: Siemens

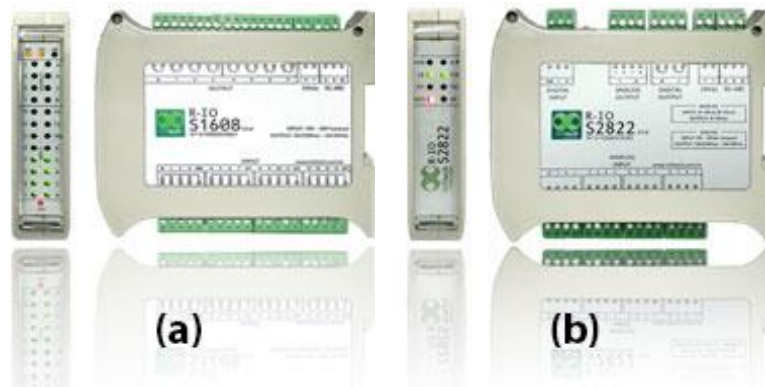
4.5.3 Remote Input/Output

Estes equipamentos são responsáveis pela comunicação do CLP com o sistema, onde se comunica com os sensores através de sinais analógicos ou digitais, e com o CLP através do protocolo de comunicação MODBUS (STRACK, 2011).

Seguindo uma lógica mestre-escravo, os R-I/Os garantem o endereçamento de cada elemento do sistema conectado a ele. Para fazer a comunicação com os sensores de fumaça e acionadores manuais foi utilizado um R-I/O digital, já o analógico foi necessário para a comunicação com os sensores de temperatura, mostrados na figura 14.

A utilização destes dispositivos permite uma maior distância entre o CLP e os detectores e também possui um maior número de entradas e saídas em um único módulo. Tornando-se assim uma solução mais adequada do que a utilização de módulos de expansão do CLP, que demandaria mais módulos do que os R-I/O.

Figura 14 - R-IO Infitech – (a) Digital (S1608) e (b) Analógico (S2822)



Fonte: Infitech

4.5.4 Fonte Chaveada

Responsável por retificar um sinal alternado em contínuo a 24 Vdc (5 ampères), esta fonte, mostrada na figura 15, alimenta o CLP e recarrega as baterias.

Figura 15 - Fonte Chaveada 24Vdc - 5A



Fonte: Infinium

4.5.5 Bateria Selada

Foi implementado na solução duas baterias seladas de 12V, mostrada na figura 16, ligadas em série para atender a necessidade do sistema em caso de falta de tensão alternada. As baterias foram projetadas para atender as especificações da NBR 17240, onde sua autonomia em repouso deve ser no mínimo 24 horas, e em estado de alarme deve ter capacidade de atender por pelo menos 15 minutos. O critério de dimensionamento das baterias foi através de uma estimativa dos elementos que compõem o sistema, visando ter uma margem de segurança para futuras expansões sem a necessidade de trocar as baterias.

Figura 16 - Bateria Unipower UP1272 (12V – 7,2Ah)



Fonte: UNIPOWER

4.6 Solução para o SDAI

4.6.1 Posicionamento e Sinalização dos Sensores

O prédio da empresa é constituído de três pavimentos, sendo eles subsolo, térreo e 1º pavimento. Foi solicitado que, em caso de sinistro, o operador conseguisse visualizar remotamente onde estava acontecendo, visando isto, foi implementado 07 (sete) zonas de detecção consistindo da seguinte maneira:

- **Rack 01 – Zona 1:** Um Detector de Fumaça e um Sensor de Temperatura;
- **Rack 02 – Zona 2:** Um Detector de Fumaça e um Sensor de Temperatura;
- **Rack 03 – Zona 3:** Um Detector de Fumaça e um Sensor de Temperatura;
- **Conectividade – Zona 4:** Um Detector de Fumaça e um Sensor de Temperatura;
- **Nobreaks – Zona 5:** Dois Detectores de Fumaça e um Sensor de Temperatura;
- **Máquinas – Zona 6:** Dois Detectores de Fumaça e um Sensor de Temperatura;
- **Gerador – Zona 7:** Um Detector de Fumaça e um Sensor de Temperatura.

Conforme ilustrado no Apêndice A, as zonas 1 a 6 encontram-se no 1º pavimento correspondendo ao *Data Center* e a zona 7 no subsolo onde se encontra a sala do gerador. Esta divisão permite, com assertividade, que o operador consiga ir direto ao foco do incêndio para que este possa ser combatido de forma rápida. Quando qualquer um dos detectores entrarem em alerta, dois sinalizadores audiovisuais entram em atividade conforme a zona acionada. Se um dos detectores, da Zona 1 a Zona 6, forem acionados, os sinalizadores do 1º pavimento e do Térreo serão ativados. Se um dos detectores da Zona 7, forem acionados, os sinalizadores do Subsolo e do Térreo serão ativados. Esta estratégia de sinalização foi uma condição imposta pela empresa, tendo em vista que o mais correto é uma sinalização completa da edificação, permitindo assim a evacuação completa do prédio. Quando houver qualquer sinistro relacionado aos detectores de fumaça, os sinalizadores audiovisuais ficarão acionados. Quando o problema for solucionado o operador deverá ir ao quadro de comando e desligar o interruptor na lateral esquerda do quadro para que os sensores possam ser reiniciados. Este interruptor deverá ser obrigatoriamente religado para que o sistema fique, novamente, em estado de funcionamento. O apêndice B mostra o fluxograma de funcionamento lógico do CLP.

Pensando na durabilidade e na vida útil dos equipamentos do *Data Center* os sensores de temperatura mostram a real temperatura do ambiente. Sabendo que os equipamentos podem

reduzir a vida útil trabalhando em grandes temperaturas, o operador conseguirá visualizar, remotamente, o comportamento em cada um dos sensores sendo, portanto, alertando (através do supervisor) quando houver alteração nos limites de temperatura conforme definido pela empresa.

4.6.2 Programação do CLP

Através do software TIA Portal (*Totally Integrated Automation*), foi elaborado um programa na linguagem *ladder* e carregado no CLP. Esta linguagem pode ser modificada por qualquer eletrotécnico ou profissional que tenham conhecimento na área. É de grande valia lembrar que pessoas sem qualificação poderão ocasionar grandes transtornos no sistema.

A programação no software foi dividida em etapas que chamamos de *Networks*, que são processados pelo CLP um por vez. Os dados são armazenados em bancos de dados, e as seguintes variáveis e bancos utilizados estão mostrados nas Figuras 17 e 18.

Figura 17 - DB_HOLDING_REGISTER

Static									
Static									
DIGITAL_INPUT	Array[0..15] ...	0.0							Detector de Fumaça
DIGITAL_INPUT[0]	Bool	0.0	TRUE						
DIGITAL_INPUT[1]	Bool	0.1	TRUE						
DIGITAL_INPUT[2]	Bool	0.2	TRUE						
DIGITAL_INPUT[3]	Bool	0.3	TRUE						
DIGITAL_INPUT[4]	Bool	0.4	TRUE						
DIGITAL_INPUT[5]	Bool	0.5	TRUE						
DIGITAL_INPUT[6]	Bool	0.6	TRUE						
DIGITAL_INPUT[7]	Bool	0.7	FALSE						
DIGITAL_INPUT[8]	Bool	1.0	FALSE						
DIGITAL_INPUT[9]	Bool	1.1	TRUE						
DIGITAL_INPUT[10]	Bool	1.2	FALSE						
DIGITAL_INPUT[11]	Bool	1.3	FALSE						
DIGITAL_INPUT[12]	Bool	1.4	FALSE						
DIGITAL_INPUT[13]	Bool	1.5	FALSE						
DIGITAL_INPUT[14]	Bool	1.6	FALSE						
DIGITAL_INPUT[15]	Bool	1.7	FALSE						
DIGITAL_OUTPUT	Array[0..2] of Bool	2.0							Sinalizadores
DIGITAL_OUTPUT[0]	Bool	0.0	false						
DIGITAL_OUTPUT[1]	Bool	0.1	false						
DIGITAL_OUTPUT[2]	Bool	0.2	false						
ANALOG_INPUT[0]	Real	4.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Rack 01
ANALOG_INPUT[1]	Real	8.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Rack 02
ANALOG_INPUT[2]	Real	12.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Rack 03
ANALOG_INPUT[3]	Real	16.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Rack 04
ANALOG_INPUT[4]	Real	20.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Nobreak
ANALOG_INPUT[5]	Real	24.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Ar Condicionado
ANALOG_INPUT[6]	Real	28.0	0.0						Escrita Analógica Tratada Gerador
ANALOG_INPUT[7]	Real	32.0	0.0						
TEMP_AUX	Struct	36.0							Leituras de Entradas Analógicas Sensores de
AI0	Int	0.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Rack 01
AI1	Int	2.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Rack 02
AI2	Int	4.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Rack 03
AI3	Int	6.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Rack 04
AI4	Int	8.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Nobreak
AI5	Int	10.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Ar Condicion...
AI6	Int	12.0	0						
AI7	Int	14.0	0						Leitura Sensor de Temperatura Gerador

Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 18 - DB_AUX

DB_AUX								
	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Visible in ...	Setpoint
1	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	AUX	Int	0.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	AUX_TEMP	Real	2.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Além dos bancos de dados o CLP também possui uma memória denominada TAG, mostrada abaixo na figura 19.

Figura 19 - PLC TAGS

PLC tags							
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...
1	System_Byte	Default tag table	Byte	%MB1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	FirstScan	Default tag table	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	DiagStatusUpdate	Default tag table	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	AlwaysTRUE	Default tag table	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	AlwaysFALSE	Default tag table	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Clock_Byte	Default tag table	Byte	%M0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Clock_10Hz	Default tag table	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Clock_5Hz	Default tag table	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Clock_2.5Hz	Default tag table	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Clock_2Hz	Default tag table	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Clock_1.25Hz	Default tag table	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Clock_1Hz	Default tag table	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Clock_0.625Hz	Default tag table	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Clock_0.5Hz	Default tag table	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	AUX	Default tag table	Int	%MW30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Todos os blocos utilizados na programação estão detalhados no Apêndice A. A principal rotina do CLP está no *ProgramingBlock MAIN* [OB1] onde estão as etapas mostradas a seguir.

4.6.2.1 Network 1

Inicialmente é necessário fazer a comunicação serial entre o CLP e os módulos remotos através do Bloco MB_COMM_LOAD conforme a figura 36 no Apêndice C. A entrada REQ ligada à condição “First Scan” para que as configurações do bloco sejam carregadas assim que o CLP fizer a primeira varredura no código. Na entrada PORT é requerida a numeração da porta serial encontrada no campo *Hardware Identifier* dentro das propriedades do módulo de comunicação serial. O parâmetro BAUD é referente a velocidade de comunicação, onde foi

utilizado o valor de 9600 (valor padrão tanto no CLP quanto no ScadaBR). A comunicação não utilizou bit de paridade (PARITY = 0). O MB_DB aponta o banco de dados do bloco que será utilizado nessa comunicação, no caso, o bloco MB_MASTER localizado no Network 2, onde o CLP funcionará como mestre para os módulos R-I/O que serão escravos. Na lógica mestre-escravo, o mestre faz solicitações de leitura ou escrita para os escravos, assim o CLP envia essas solicitações aos módulos que repassam para os sensores e sinalizadores. As saídas DONE, ERROR e STATUS do bloco MB_COMM_LOAD são variáveis de estado, onde estão melhor detalhadas no Anexo A.

4.6.2.2 Network 2

A leitura das saídas analógicas é feita através do bloco MB_MASTER seguindo a filosofia mestre-escravo conforme a figura 37 no Apêndice C. Todos os valores são salvos no banco de dados nomeado DB_HOLDING_REGISTER na variável TEMP_AUX. Esta etapa só é executada quando a condição AUX = 0 for satisfeita. O MB_ADDR é o endereço do módulo R-I/O analógico (S2822), que por definição do fabricante é igual a 2. MODE = 0 indica que o bloco está trabalhando no modo leitura. Por definição do fabricante, os dados do S2822 começam na posição de memória 36001, indicado na entrada DATA_ADDR, lendo as 8 entradas do módulo escravo, indicado por DATA_LEN = 8. Cada entrada do módulo recebe o sinal de um sensor de temperatura, este sinal analógico é convertido em um sinal de 12 bits que ocupará o espaço de uma *word* (16 bits), onde os quatro bits mais significativos serão nulos. O DATA_PTR aponta o endereço onde serão armazenados os valores lidos. O bloco MB_MASTER é melhor detalhado no Anexo A.

4.6.2.3 Network 3

A leitura do módulo remoto digital é feita seguindo o mesmo procedimento adotado no Network 2, guardando os valores no DB_HOLDING_REGISTER, porém na variável DIGITAL_INPUT conforme a figura 38 no Apêndice C. Esta etapa será executada quando a variável AUX for igual a 1. Existem algumas diferenças em relação ao bloco no Network 2 e se dá nos valores do MB_ADDR, dado que o fabricante definiu o ID do módulo R-I/O digital S1608 como sendo 1, o DATA_ADDR que aponta o início da memória do módulo corresponde agora ao valor 10001, e de acordo com o manual do CLP, no bloco MB_MASTER, quando os

valores de DATA_ADDR estão entre 10001 e 19999, e o MODE = 0, a função do bloco é de leitura de bits. O DATA_LEN define a quantidade de bits acessados na leitura.

4.6.2.4 Network 4

A escrita nas saídas digitais do módulo remoto serve para “setar” o estado do alarme, caso seja detectado algum incêndio, seja pelos detectores de fumaça quanto pelos sensores de temperatura. Ainda utilizando o bloco MB_MASTER, esta etapa acontece quando a variável AUX for igual a 2. Como o CLP irá escrever nas saídas do módulo R-I/O digital, o parâmetro MODE assume o valor 1 (modo escrita), MB_ADDR = 1 (ID do R-I/O), DATA_LEN = 3 (quantidade de saídas a serem escritas) e o DATA_PTR indica onde estão os valores a serem escritos, mostrado na figura 39 no Apêndice C.

4.6.2.5 Network 5

Para evitar conflito nas etapas do Network 2 ao 4 é utilizada uma variável auxiliar AUX, inicializada com o valor 0 e localizada na memória de posição %MW30 no CLP, que é incrementada sempre que o CLP passa pelo Network 5 e reinicia a contagem após atingir o valor 3, conforme a figura 40 no Apêndice C. Dessa forma o CLP só executa um desses Networks a cada ciclo. Essa condição é estabelecida pelo através da variável AUX ser igual a 0, 1 ou 2 nos Networks 2, 3 e 4 respectivamente na entrada REQ de cada bloco. Os detalhes dos blocos INC e MOVE estão no Anexo A.

4.6.2.6 Network 6

O sinal analógico dos sensores de temperatura lido no Network 2 agora é tratado, convertendo os valores de corrente (varia de 4mA a 20mA) para valores em graus celsius (varia de 0° a 100°). Os valores de corrente são convertidos em valores digitais de 12 bits e estes valores são convertidos com o auxílio de um banco de dados DB_AUX que armazena os dados durante o processo. O valor máximo do sensor é uma palavra com 12 bits iguais a 1 que corresponde ao valor 4095 na base decimal, utilizando a proporção, o valor mínimo de 4mA corresponde ao valor 819 na base decimal. O bloco NORM_X é responsável por ajustar inteiros obtidos pelo CLP para um valor real, onde os limites MIN e MAX são definidos conforme

descrito anteriormente, a saída do bloco resultará num valor normalizado confirme os limites estabelecidos, porém este valor não está na escala célsius, dado que o MIN e MAX desta são 0° e 100°, respectivamente. Desta forma é realizada a mudança de escala através do bloco SCALE_X, que recebe os valores de saída do bloco NORM_X e ajusta o valor para ser apresentado em graus célsius, conforme a equação (1).

$$S_X_OUT = \left(\frac{(N_VALUE - N_X_MIN) * (S_X_MAX - S_X_MIN)}{(N_X_MAX - N_X_MIN)} \right) + S_X_MIN \quad (1)$$

Onde S_X_MAX e S_X_MIN são, respectivamente os valores MAX e MIN, e S_X_OUT é a saída OUT do bloco SCALE_X. Os termos N_X_MAX e N_X_MIN , são respectivamente os valores MAX e MIN, e N_VALUE é o valor de entrada do bloco NORM_X.

Nesta etapa o sinal do sensor localizado no RACK 01, após ser tratado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[0] localizada no DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 41 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C ou o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[0] = 0) um sinal é enviado para o bloco Sinalizador DC, que será detalhado no item 4.6.2.15. Os blocos NORM_X e SCALE_X estão detalhados no Anexo A.

4.6.2.7 Network 7

Nesta etapa o sinal do sensor localizado no RACK 02, após ser normalizado e escalonado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[1] localizada no banco de dados DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 42 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C ou o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[1] = 0) um sinal é enviado para o bloco Sinalizador DC responsável por alarmar a ocorrência de incêndio no *Data Center* que será detalhado no item 4.6.2.15.

4.6.2.8 Network 8

Nesta etapa o sinal do sensor localizado no RACK 03, após ser normalizado e escalonado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[2] localizada no banco de dados DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 43 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C ou o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[2] = 0) um sinal é enviado para

o bloco Sinalizador DC, responsável por alarmar a ocorrência de incêndio no *Data Center* que será detalhado no item 4.6.2.15.

4.6.2.9 Network 9

Nesta etapa o sinal do sensor localizado no RACK 04 (sala de conectividade), após ser normalizado e escalonado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[3] localizada no banco de dados DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 44 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C, o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[3] = 0), ou uma atuação aconteça através do quebre o vidro (DIGITAL_INPUT[7] = 1) um sinal é enviado para o bloco Sinalizador DC, responsável por alarmar a ocorrência de incêndio no *Data Center* que será detalhado no item 4.6.2.15.

4.6.2.10 Network 10

Nesta etapa o sinal do sensor localizado no NOBREAK, após ser normalizado e escalonado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[4] localizada no banco de dados DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 45 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C ou o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[4] = 0) um sinal é enviado para o bloco Sinalizador DC, responsável por alarmar a ocorrência de incêndio no *Data Center* que será detalhado no item 4.6.2.15.

4.6.2.11 Network 11

Nesta etapa o sinal do sensor localizado na sala de AR CONDICIONADO, após ser normalizado e escalonado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[5] localizada no banco de dados DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 46 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C ou o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[5] = 0) um sinal é enviado para o bloco Sinalizador DC, responsável por alarmar a ocorrência de incêndio no *Data Center* que será detalhado no item 4.6.2.15.

4.6.2.12 Network 12

Nesta etapa o sinal do sensor localizado na sala do GERADOR, após ser tratado, é armazenado na variável ANALOG_INPUT[6] localizada no DB_HOLDING_REGISTER conforme a figura 47 no Apêndice C. Caso o valor da temperatura alcance 70°C, o detector de fumaça atue (DIGITAL_INPUT[6] = 0), ou uma atuação aconteça através do quebre o vidro (DIGITAL_INPUT[8] = 1) um sinal é enviado para o bloco Sinalizador DC, que será detalhado no item 4.6.2.15.

4.6.2.13 Network 13

Caso o alarme dispare, após solucionar o que ocasionou a atuação, é necessário *resetar* o estado dos sinalizadores sonoros através do botão localizado na lateral do quadro. Este botão, normalmente fechado, quando acionado envia um sinal de estado “0” para a entrada digital DIGITAL_INPUT[9] que reseta as saídas DIGITAL_OUTPUT[0], DIGITAL_OUTPUT[1] e DIGITAL_OUTPUT[2], que corresponde aos três sinalizadores localizados na recepção, subsolo e pavimento superior, mostrado na figura 48 no Apêndice C. Após a restauração do sistema, a entrada DIGITAL_INPUT[9] volta ao estado “1”, este sinal após passar pela instrução NOT chega com estado “0” na entrada do reset. Em condições normais a passagem pelo Network 13 não irá alterar nada, pois a instrução de reset é ativando quando recebe valor “1” em sua entrada.

4.6.2.14 Network 14

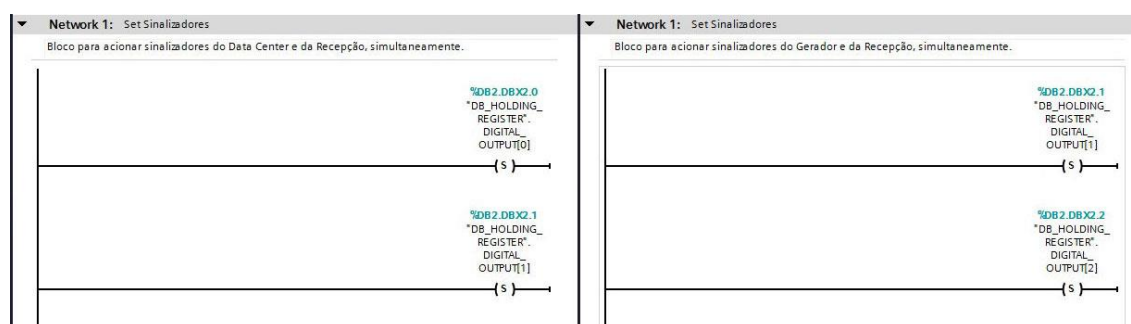
Após todas as aquisições de dados é necessário repassar para o sistema de supervisão ScadaBR através do bloco MB_SERVER, conforme a figura 49 no Apêndice C. Nesta etapa o ScadaBR poderá acessar os dados guardados no banco DB_HOLDING_REGISTER. O bloco MB_SERVE é utilizado para realizar a comunicação via Modbus TCP com o ScadaBR, o parâmetro DISCONNECT está como FALSE para indicar que não existe uma conexão e o CLP está pronto para se comunicar. Nas portas CONNECT_ID, IP_PORT e MB_HOLD_REG correspondem ao ID do ScadaBR, a numeração da porta IP e ao banco de dados que contém os dados que serão lidos pelo supervisor, respectivamente. As saídas ERROR e STATUS servem para verificar o estado da comunicação e a presença de erro, estes valores estão armazenados

nas variáveis ERROR e STATUS do banco MB_SERVER_DB (bando de dados padrão do bloco). O bloco MB_SERVE está melhor detalhado no apêndice I.

4.6.2.15 Sinalização Estratégica

Além do bloco de programação MAIN [OB1], foram utilizados mais dois *Program Block*, o Sinalizador DC e o Sinalizador Gerador, que são responsáveis por sinalizar de maneira específica, onde o alarme é acionado através dos sensores do Data Center (pavimento superior) ou do Gerador (subsolo), respectivamente. Para cada condição, impostas no MAIN [OB1] chamando o bloco Sinalizador DC nos *Networks* 6 ao 11 e chamando o bloco Sinalizador Gerador no *Network* 12, sua respectiva sirene é acionada, e em ambos os casos a sirene da recepção também é acionada conforme a figura 20.

Figura 20 - Sinalizador DC e Sinalizador Gerador



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

4.6.3 Supervisório WEB

O software ScadaBR é desenvolvido em modelo “*open-source*”, possuindo licença gratuita. Toda a documentação e o código-fonte do sistema estão à disposição, inclusive sendo permitido modificar e redistribuir o software se necessário. O ScadaBR é uma aplicação multiplataforma baseada em Java, ou seja, PCs rodando o Windows, Linux e outros sistemas operacionais e podem executar o software a partir de um servidor de aplicações (sendo o Apache Tomcat a escolha padrão). Ao executar o aplicativo, ele pode ser acessado a partir de um navegador de Internet, preferencialmente o Firefox ou o Chrome. A interface principal do ScadaBR é de fácil utilização e já oferece visualização das variáveis, gráficos, estatísticas, configuração dos protocolos, alarmes, construção de telas tipo HMI e uma série de opções de configuração. Após configurar os protocolos de comunicação com os equipamentos e definir

as variáveis (entradas e saídas, ou “tags”) de uma aplicação automatizada, é possível montar interfaces de operador Web utilizando o próprio navegador. Também é possível criar aplicativos personalizados, em qualquer linguagem de programação moderna, a partir do código-fonte disponibilizado ou de sua API “web-services” (SCADABR: Manual do Software, 2010)

4.6.3.1 Menu Principal

As funcionalidades nesta aplicação são acessadas pelos controles no cabeçalho, onde dependendo das permissões de sua conta de usuário, vários ícones serão exibidos abaixo do logotipo da aplicação. Quando o cursor do mouse paira sobre um ícone, é exibido um balão de texto com uma descrição resumida da funcionalidade daquele ícone. Além dos ícones de controle, no lado direito do cabeçalho é mostrado o nome de usuário que está logado no sistema.

Quando a aplicação tiver um alarme ativo, um ícone de uma bandeira (🚩) ficará piscando e será associada uma descrição do alarme próximo ao centro do cabeçalho. A cor da bandeira indicará a severidade do alarme:

- 📄 Informação
- 🚨 Urgente
- 🚩 Crítico
- 🚩 Risco de Vida

Também é possível clicar no ícone ou na descrição para exibir a lista de alarmes ativos.

4.6.3.2 Monitoramento

Monitoramento de pontos dentro do sistema pode ser feito de duas maneiras. Através de uma *watchlist* para criar listas dinâmicas de pontos com seus valores, últimos tempos de atualização, e gráficos de informações históricas (se a configuração do ponto permitir). Valores e gráficos são atualizados em tempo real sem precisar atualizar a janela do navegador. Quando necessário, gráficos de múltiplos pontos também podem ser exibidos.

















Também é possível criar representações gráficas de pontos usando a funcionalidade *draganddrop* para posicionar representações gráficas de pontos sobre uma imagem de fundo que pode ser personalizada. Para criar uma visualização mais dinâmica do comportamento do sistema é possível utilizar imagens animadas, e assim como nas *watchlists*, os valores são

representados em tempo real. Essas visualizações podem ser marcadas como “públicas” para que possam ser utilizadas em web sites públicos.

4.6.3.3 *Eventos*

Um evento é a ocorrência de uma condição pré-estabelecida no sistema, podendo ser definido tanto pelo sistema como pelo usuário. Eventos definidos pelo sistema incluem erros de operação de data *sources*, *logins* de usuários, e inicialização e parada do sistema. Eventos definidos pelo usuário incluem detectores de valor, eventos agendados, e eventos compostos que detectam condições sobre pontos múltiplos usando argumentos lógicos. Há também os “eventos auditados” que acontecem quando usuários fazem alterações (adições, modificações e remoções) afetando objetos em tempo de execução, incluindo *data sources*, *data points*, detectores de valor, eventos agendados, eventos compostos e tratadores de eventos.

4.6.3.4 *Ícones de Aplicação*

-  Set point
-  Watchlist
-  Representação gráfica
-  Atualizar
-  Detector de valor
-  Evento composto
-  Evento agendado
-  Tratadores de eventos
-  Alarme
-  Usuário
-  Comentário de usuário
-  Relatório
-  Listas de envio
-  Publisher
-  Aviso
-  Logout

4.6.3.5 Sons de Alarme

O ScadaBR pode executar sons quando alarmes estão ativos. Por definição, sons para alarmes são executados para alarmes urgentes, críticos e de risco de vida e não para alarmes de informação, mas os sons dos alarmes podem ser definidos individualmente. Para habilitar sons de alarmes próprios, arquivos válidos no formato mp3 devem ser colocados em:

- **<ScadaBR_home>/audio/information.mp3**
- **<ScadaBR_home>/audio/urgent.mp3**
- **<ScadaBR_home>/audio/critical.mp3**
- **<ScadaBR_home>/audio/lifesafety.mp3**

Para desabilitar um som, é necessária a remoção do arquivo de som associado. Uma coleção de sons pode ser encontrada na pasta **<ScadaBR_home>/audio/lib**.

4.6.3.6 Gráficos

O ScadaBR contém uma pequena biblioteca de gráficos que pode ser achada na pasta **<ScadaBR_home>/graphics**. Cada subpasta contém todas as imagens daquela definição de imagem e um arquivo opcional de propriedades chamado **info.txt**. Este arquivo de propriedades contém pares nome/valor para os seguintes atributos (todos opcionais):

- **name:** O nome que será usado para descrever a imagem na interface de usuário. Se não fornecido, a imagem assume por padrão o nome da pasta.
- **width:** A largura da imagem. Por padrão, todas as imagens são do mesmo tamanho. Se não fornecido, a largura da primeira imagem será utilizada.
- **height:** A altura da imagem. Por padrão, todas as imagens são do mesmo tamanho. Se não fornecido, a altura da primeira imagem será utilizada.
- **text.x:** A posição de texto relativo ao limite esquerdo da imagem, em pixels. Se não fornecido, o valor padrão é 5.
- **text.y:** A posição de texto relativo ao limite superior da imagem, em pixels. Se não fornecido, o valor padrão é 5.

Uma vez que é utilizada uma definição de imagem nas *views* a pasta não deve ser renomeada, pois o nome da mesma é utilizado internamente ao software como o identificador da definição de imagem.

Arquivos de imagens são arranjados alfabeticamente por nome e são *case sensitive*. Pares nome/valor são separados por '='. Os comentários são linhas iniciadas por '#'. Arquivos 'thumbs.db' são ignorados. Arquivos compactados (zip, gz, tar, etc) não podem ser usados por que os arquivos de imagens devem ser acessados pelo *web server*. As definições de imagens são carregadas na inicialização do sistema, assim quaisquer alterações requerem reinicialização do mesmo.

4.6.3.7 Data Sources e Data Points

Na aplicação foram utilizados um *Data Source* do tipo *Modbus IP*, que se comunica com o CLP, e outro do tipo *Data Source Meta*, que trabalha scripts.

No *Data Source* do tipo *Modbus IP* foi criado *Data Points* do tipo binário para receber os valores de estado dos detectores de fumaça e *Data Points* do tipo numérico para receber os valores de temperatura. A figura 21 mostra as propriedades dos Data Sources criados.

Figura 21 – Propriedades do Data Source

The image shows two side-by-side windows from a software interface. The left window, titled "Propriedades do modbus IP", has the following fields: "Nome" (DETECÇÃO DE INCÊNDIO), "Export ID (XID)" (DS_730068), "Período de atualização" (1 segundo(s)), "Quantificação" (unchecked), "Timeout (ms)" (500), "Tentativas" (2), "Apenas quantidades contínuas" (unchecked), "Criar pontos de monitor de escravo" (unchecked), "Máxima contagem de leitura de bits" (2000), "Máxima contagem de leitura de registradores" (125), "Máxima contagem de escrita de registradores" (120), "Tipo de transporte" (TCP), "Host" (192.168.0.1), "Porta" (502), and "Encapsulado" (unchecked). It also has a section for "Níveis de alarme de eventos" with three dropdown menus: "Exceção de data source", "Exceção de leitura de data point", and "Exceção de escrita em data point", all set to "Nenhum alarme". The right window, titled "Propriedades de de data source Meta", has "Nome" (Scripts), "Export ID (XID)" (DS_801087), and a section for "Níveis de alarme de eventos" with three dropdown menus: "data point de contexto desabilitado", "Erro de script", and "Erro de tipo de resultado", all set to "Nenhum alarme".

Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Após salvar os *data sources*, as opções para inclusão de *data points* serão habilitadas. Clicando em *Adicionar* será mostrado os detalhes do *data point* que podem ser preenchidos conforme a figura 22. Na figura 23 temos os *data points* criados na aplicação.

Figura 22 – Detalhes do Data Point

The image shows a software interface for managing data points. On the left, a table titled 'Data points' has columns for 'Nome', 'Tipo de dado', and 'Status'. On the right, a window titled 'Detalhes do data point' displays configuration for a specific data point named 'Primeiro Binário'. The configuration includes:

- Nome: Primeiro Binário
- Export ID (XID): DP_260154
- Configurável:
- Tipo de dado: Binário
- Tipo de alteração: Alternate
- Valor de início: True

Fonte: ScadaBR

Figura 23 – Data points

The image displays three instances of the 'Detalhes do data point' configuration window:

- Top Left:** Configuration for 'SenF_Ar-Condicionado' (DP_644825). It is a binary data point with a bit length of 13, located at offset 0. It is configured as a 'Registrador holding' and is set to be configurable.
- Top Right:** Configuration for 'SenT_Ar-Condicionado' (DP_539803). It is a 'Float de 4 bytes' data point with an offset of 12 and a bit length of 0. It is also configured as a 'Registrador holding' and is set to be configurable.
- Bottom:** Configuration for 'Script_Temp_Ar-Condicionado' (DP_318071). It is a binary data point that is not configurable. It features a script context for fire detection: 'DETECÇÃO DE INCÊNDIO - SenF_Ar-Condicionado'. A table below the script shows the context details:

Nome do ponto	Tipo de dado	Var
DETECÇÃO DE INCÊNDIO - SenT_Ar-Condicionado	Númérico	p19

 The script code is:


```
if(p19.value < 40 && p19.value > 10){
  return false;
}
else{
  return true;
}
```

Fonte: Lucas Magalhães, 2016



Após a criação dos Data Points é necessário habilitá-los clicando sobre os ícones  em cada um deles, a habilitação do Data Source também é necessária através do ícone  de acordo com a figura 24.

Figura 24 – Habilitando Data Points



Fonte: ScadaBR

4.6.3.8 Visualizando os Dados: WatchList e Gráficos

No menu principal, clicando na opção *WatchList*, é possível visualizar os data sources e data points criados.

A figura 25 mostra um exemplo de watch list com seus respectivos data points. Do lado esquerdo temos os *data points* cadastrados. Ao clicar sobre um data point, o mesmo é adicionado à *watchlist* atual permitindo o monitoramento de seus valores.

Figura 25 – Watch list

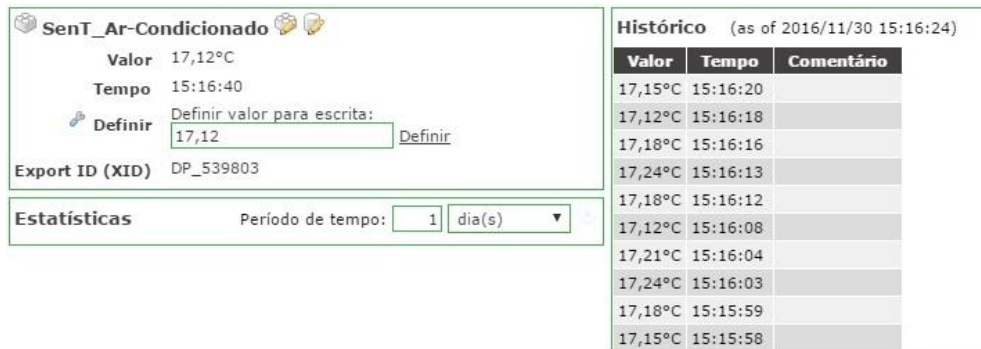
Nome	Valor	Tempo
Primeiro Data Source - Primeiro Alfanumérico	Escreva aqui!	15:04:16
Primeiro Data Source - Primeiro Binário	0	15:04:16
Primeiro Data Source - Primeiro Multi-Estados	2	15:04:16
Primeiro Data Source - Primeiro Numérico	39,62	15:04:16

Fonte: ScadaBR

Clicando em 'Detalhes do *data point*', é mostrado mais informações a respeito de cada *data point*, permitindo editar e acessar informações. A figura 26 mostra o histórico

de valores do *data point* SenT_Ar-Condicionado que corresponde aos valores de temperatura obtidos pelo sensor na sala de Ar-Condicionado.

Figura 26 – Histórico de valores do data point



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Ainda em *Detalhes do data point*, é possível editar as propriedades de renderização clicando em *Editar data point*. Na área 'Propriedades de renderização de texto', tem-se diferentes opções de renderização. Por exemplo, com as configurações da figura 27:

Figura 27 – Propriedades de renderização de texto

The screenshot shows the 'Propriedades de renderização de texto' configuration window. The 'Tipo' is set to 'Analogico'. The 'Formato' is set to '#.#.#'. The 'Sufixo' is set to '°C'.

Fonte: ScadaBR

Faz com que a renderização do data point mude da maneira ilustrada na figura 28 para a formatação na figura 29.

Figura 28 – Valor do data point sem formatação



Fonte: ScadaBR

Figura 29 – Valor do data point formatado para °C com duas casas decimais



Fonte: ScadaBR

Nas figuras 28 e 29 podemos verificar a possibilidade na formatação dos valores do data point para melhor visualização do mesmo.

4.6.3.9 Definindo Eventos



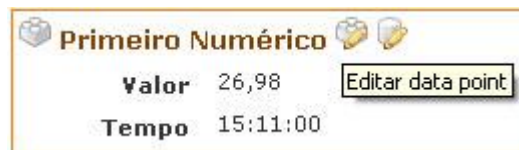

Na watchlist da aplicação, clicando em Detalhes do data point  e em seguida escolhendo a opção Editar data point , conforme a figura 30, podemos localizar os Detectores de Eventos para adicioná-los.

Figura 30 – Editar data point



Fonte: ScadaBR

Na lista de Detectores de Eventos, podemos selecionar "Limite inferior", por exemplo, e clicando em *Adicionar*  este detector será adicionado e pode gerar alarmes de acordo com as condições estabelecidas.

Na figura 31 temos um exemplo de como foram preenchidos os parâmetros dos detectores de eventos do data point SenT_Ar-Condicionado, onde será gerado um alarme do tipo “Informação” caso o valor do data point permaneça abaixo de 10 por um tempo superior a 1 minuto, e um alarme do tipo “Crítico” caso o valor ultrapasse 40. A sinalização ficará na tela “Alarmes” no menu principal, onde o usuário poderá tomar decisões a partir dela.

Figura 31 – Detectores de eventos

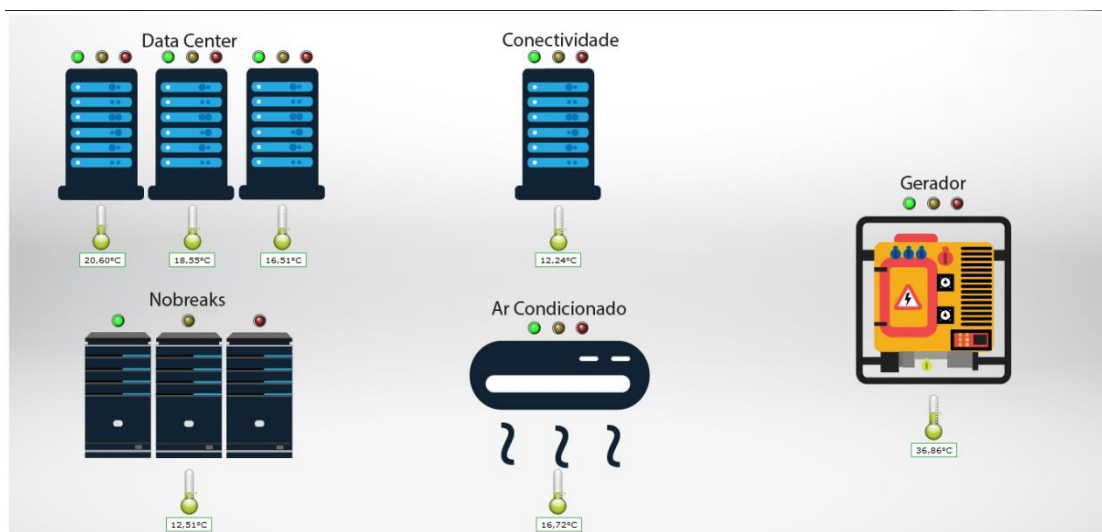
Detectores de eventos	
Tipo	Limite superior
Tipo	Detector de limite inferior
Export ID (XID)	PED_133257
Alias	Ar-Condicionado Resfriado
Nível de alarme	Informação
Limite inferior	10
Duração	1 minuto(s)
Tipo	Detector de limite superior
Export ID (XID)	PED_327726
Alias	Ar-Condicionado Superaquecido
Nível de alarme	Crítico
Limite superior	40
Duração	0 segundo(s)

Fonte: Lucas Magalhães, 2016

4.6.3.10 Layout da Supervisão

Após o tratamento dos dados lidos no ScadaBR montou-se uma interface de fácil entendimento para visualização dos dados mostrado na figura 32.

Figura 32 - Monitor de Temperatura e Alarme



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Ainda na figura 32, em cada zona além do monitor de temperatura, temos também três sinaleiros luminosos onde:

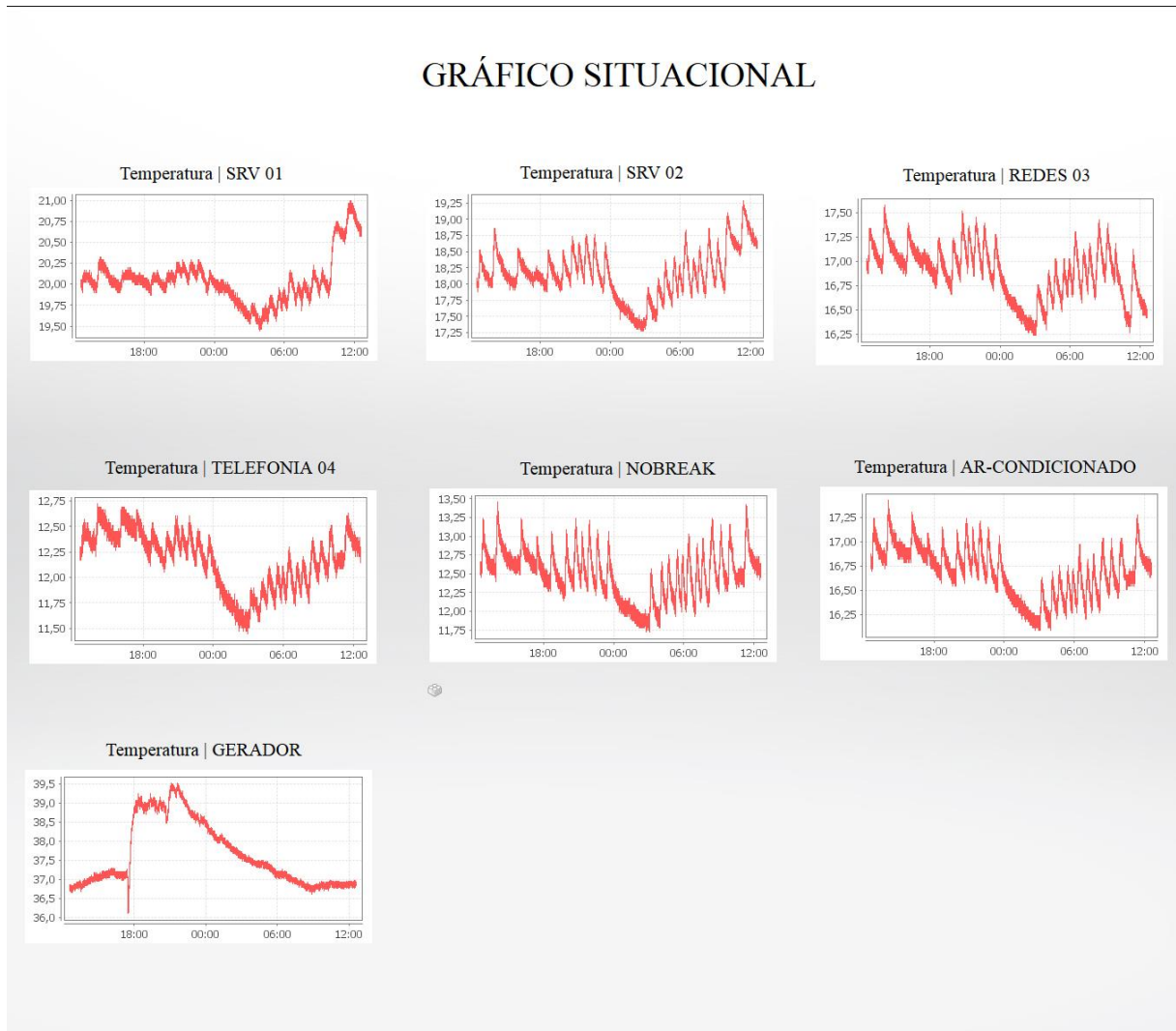
- Verde (piscando): indica que o detector de fumaça está ativo

- Amarelo: Acende quando em algum momento o sensor de temperatura atingir, por mais de 5 segundos, os valores acima de 40°C para o Data Center (Rack 01, 02 e 03), Conectividade (Rack 04), Nobreaks e Ar Condicionado, e 70°C para o Gerador.
- Vermelho: Acende quando os sinalizadores sonoros disparam na presença de fumaça ou temperatura acima de 70°C em alguma das zonas.

Para implementar as condições que controlam o sinalizador amarelo foi necessário o uso de um *DataSource* do tipo *Data Source Meta*, que trabalha com scripts para gerar condições. Dentro desse *DataSource*, foi criado um *DataPoint* do tipo binário para cada sensor de temperatura que analisam o valor e verificam a condição, gerando valor 0, caso a temperatura esteja dentro dos limites estabelecidos e valor 1 caso contrário, e com esses valores na interface gráfica o sinalizador amarelo pisca quando o *DataPoint* do script retornar valor 1 e permanece apagado quando retorna 0.

A partir dos valores coletados dos sensores de temperatura é gerado um gráfico em grau Celsius, de cada sensor, mostrando o histórico das temperaturas atingidas em determinado período, conforme a figura 33.

Figura 33 - Gráficos de Temperaturas em Cada Sensor



©2009-2011 Fundação Certi, MCA Sistemas, Unis Sistemas, Conetec. Todos os direitos reservados.

Fonte: Lucas Magalhães, 2016

5 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma metodologia de desenvolvimento para Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio, oferecendo, assim, uma ferramenta de pesquisa para profissionais da área de Engenharia.

Baseado em sistemas existentes no mercado, juntamente ao estudo do CLP em outras aplicações, montou-se uma solução que atendesse as necessidades do cliente.

Foi apresentada uma metodologia de programação do CLP utilizando o software do próprio fabricante, e sua comunicação com um software gratuito de supervisão ScadaBR.

Inicialmente foram mostradas a importância de um sistema de detecção e alarme de incêndio a fim de combater um incêndio ainda em seu estágio inicial, evitando maiores danos à edificação, pessoas e equipamentos. Logo em seguida foram apresentadas maneiras de detecção de incêndio, assim como a filosofia das centrais de alarme.

No Capítulo 4, foi feito um estudo de caso, tomando como embasamento o projeto de detecção e alarme de incêndio de uma empresa real. Em tal estudo, pôde-se mostrar desde a programação do CLP até o modo de operação e por fim, a apresentação dos dados de maneira mais clara para o usuário.

Como sugestão de futuros trabalhos, o sistema atual poderá ser atualizado para acionar o sistema de combate a incêndio que possa vir a ser implementado e também, a partir dos sensores de temperatura presentes, fazer uma melhor automação nas máquinas de ar condicionado presentes no estabelecimento, a fim de aumentar a eficiência energética, diminuindo assim o desperdício de energia, tendo em vista que existem horários com temperaturas muito baixas que poderiam aliviar o esforço das máquinas de ar condicionado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Sérgio B.. **Proteção contra incêndios: Novos conceitos & tecnologias**. Rio de Janeiro: SYGMA-SMS, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio - Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndios - Requisitos**. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

CAPELLI, Alexandre. **CLP Controladores lógicos programáveis na prática**. São Paulo: Antenna. 2007.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 02/15 - Conceitos Básicos de Segurança Contra Incêndio**. São Paulo, 2004.

CPN-SP, COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO, **Manual de treinamento curso básico segurança em instalações e serviços com eletricidade - NR 10**. São Paulo: CPN-SP, 2005

ELETROMAR. Disponível em: <<http://www.eletromar.com.br/>>.

ENGESUL. Disponível em: <<http://www.engesul.com/>>.

FILHO, Bernardo Severo da Silva. **Curso de Controladores Lógicos Programáveis**. Departamento de Engenharia Elétrica - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

FILHO, Constantino Seixas. **Curso de Informática Industrial**. Departamento de Engenharia Eletrônica - Universidade Federal de Minas Gerais.

FILHO, Constantino Seixas. **SCADA**. 16 novembro 2002. Disponível em: <http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaII/Download/DownloadFiles/Scada.PDF>.

FUNDAÇÃO CERTI. **SCADABR: Manual do Software**. 2010. Disponível em: <[http://ufpr.dl.sourceforge.net/project/scadabr/Software/Docs/Manual ScadaBR.pdf](http://ufpr.dl.sourceforge.net/project/scadabr/Software/Docs/Manual%20ScadaBR.pdf)>.

Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., **Fundamentos de Física 2** – Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 7ª Edição, 2006.

INFINIUM. Disponível em: <<http://www.infiniumautomacao.com.br/>>.

INFITECH. Disponível em: <<http://www.infitech.com.br/wp/?p=431>>.

Manual de Comunicação Serial WEG. Disponível em: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-cfw11-manual-da-comunicacao-serial-rs232-rs485-0899.5740-manual-portugues-br.pdf>.

PARANÁ. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná. **Manual de Combate a Incêndio**. Oficiais alunos do Curso de Prevenção e Combate a Incêndios. 2008.

ROSS, Júlio. **Alarmes**. Rio de Janeiro: Antenna, 2008.

SEITO, Alexandre Itiu. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

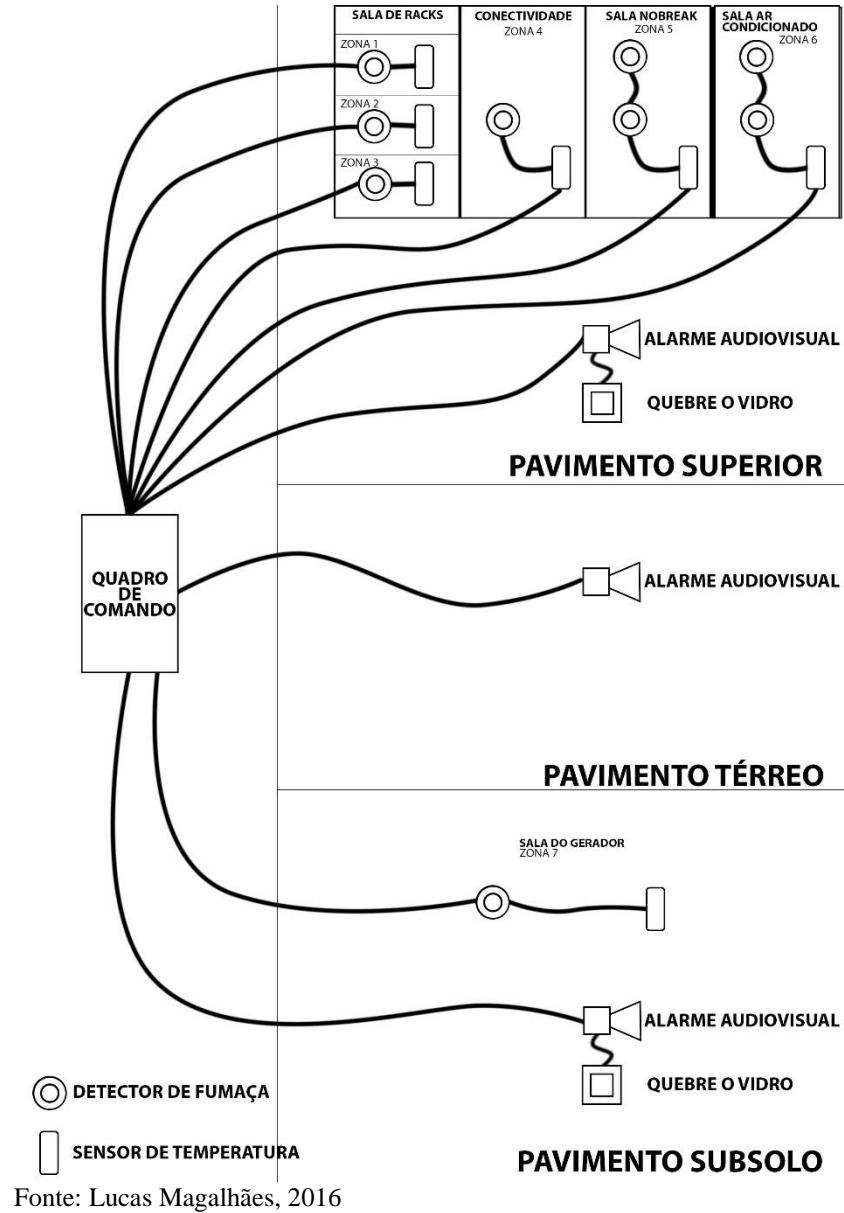
SIEMENS. Disponível em: <<http://www.siemens.com/entry/br/pt/>>.

STRACK, Guilherme. **Módulo de I/O Remoto: MODBUS**. 2011. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

UNIPOWER. Disponível em: <<http://www.unipower.com.br/>>.

APÊNDICE A – ZONA DE PROTEÇÃO

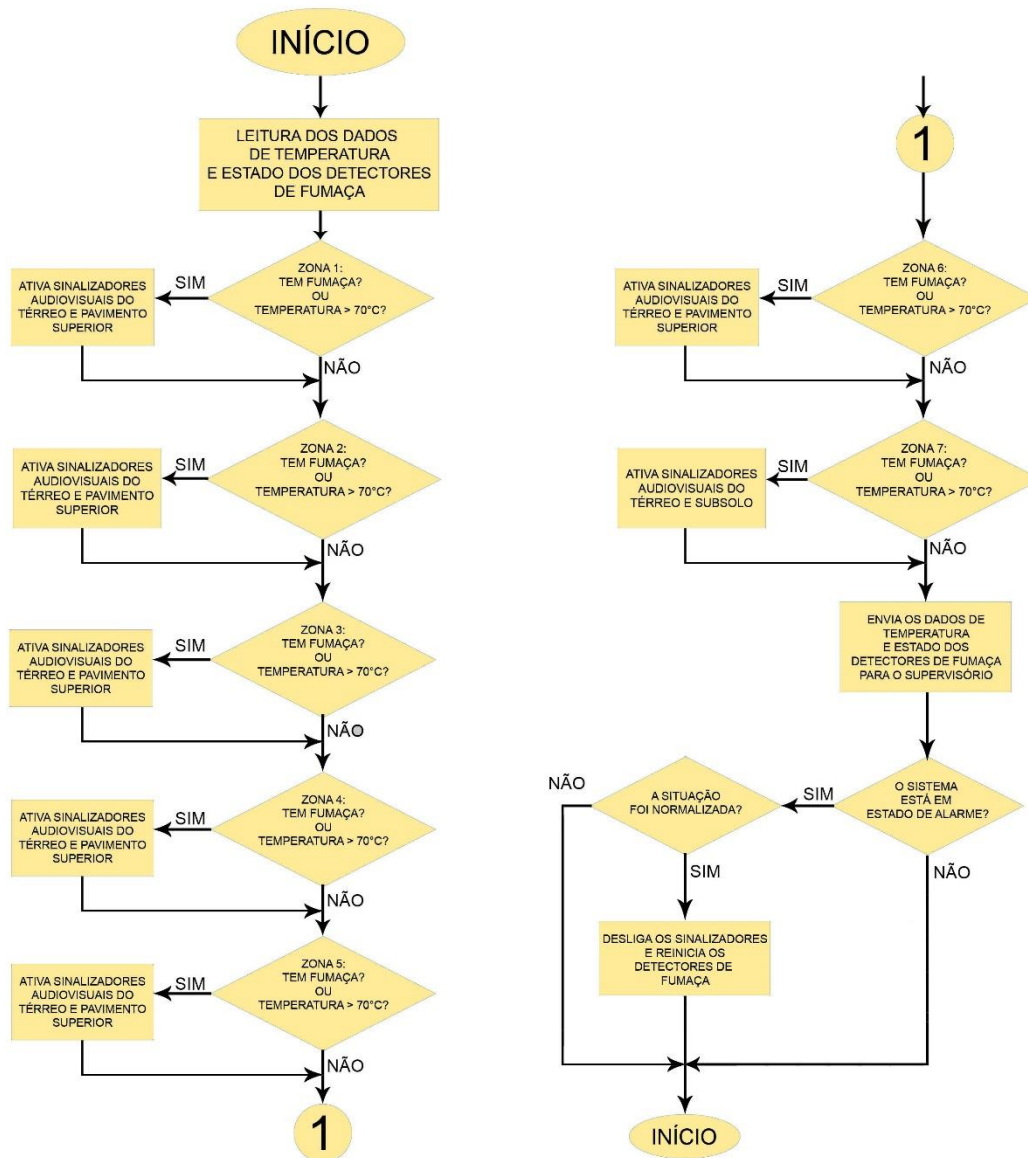
Figura 34 - Zona de Proteção



APÊNDICE B – FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO

Figura 35 - Fluxograma de Funcionamento Lógico

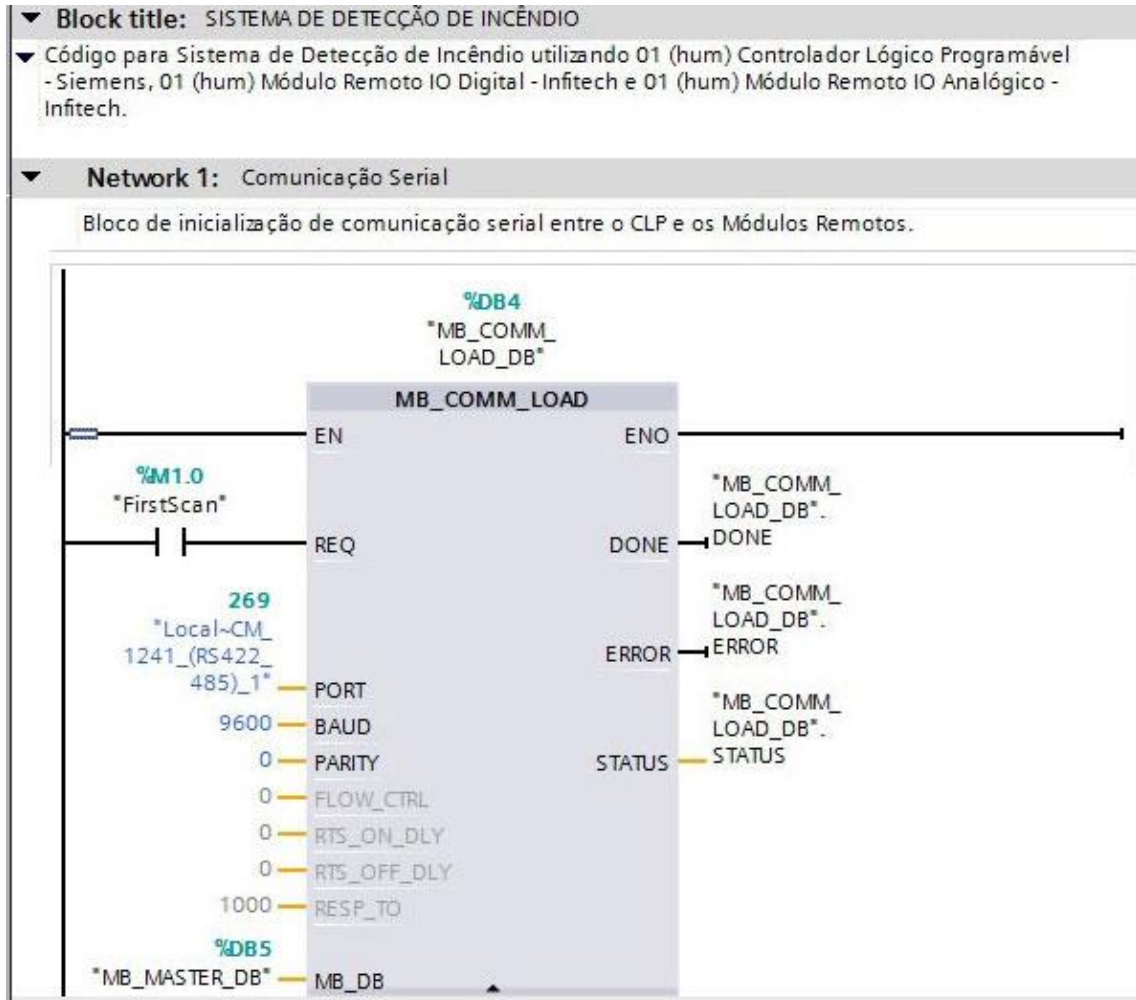
FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO LÓGICO



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

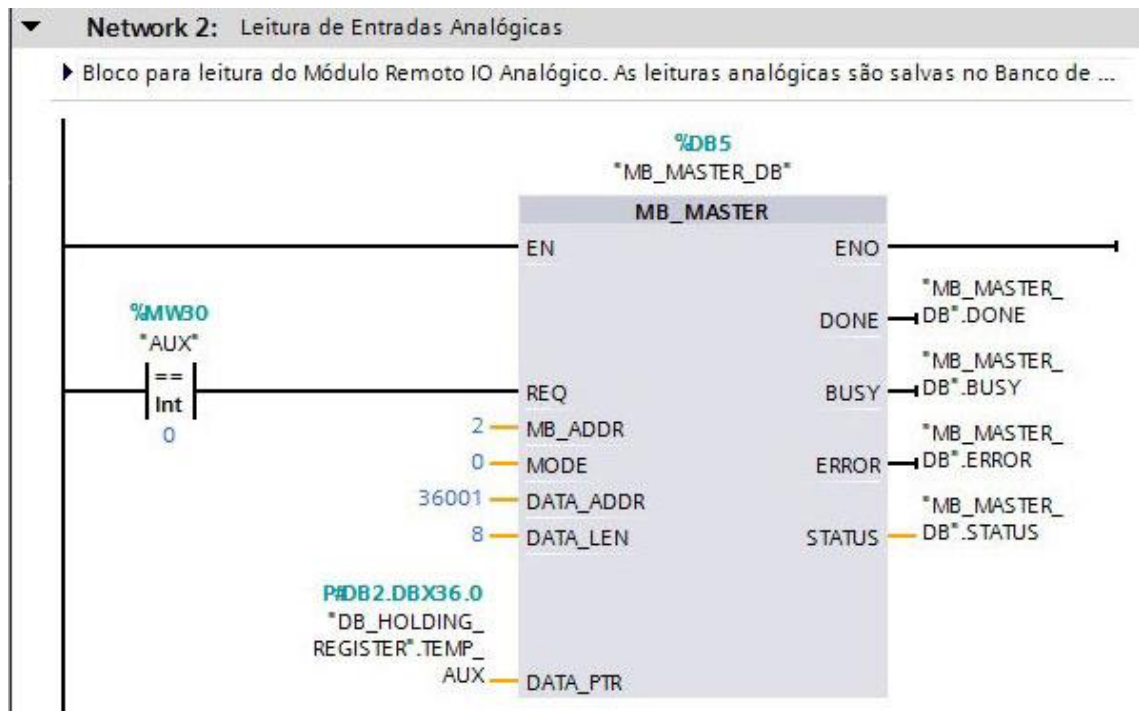
APÊNDICE C – NETWORKS DO CLP

Figura 36 - Main [OB1] Network 1



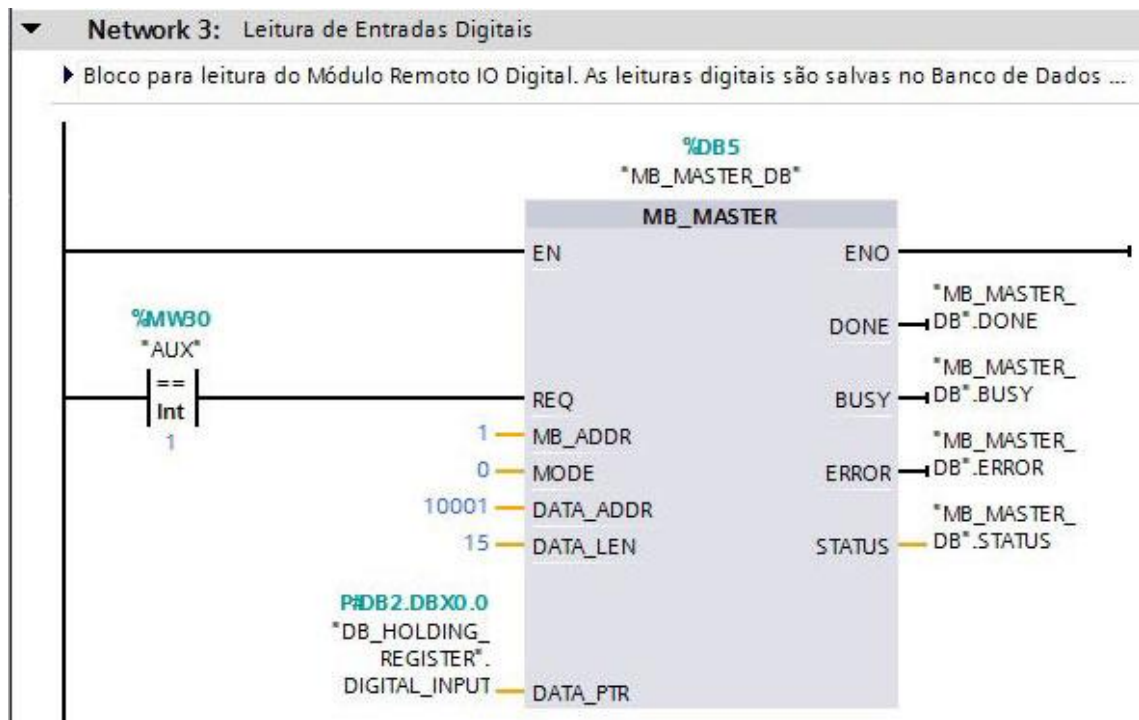
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 37 - Main [OB1] Network 2



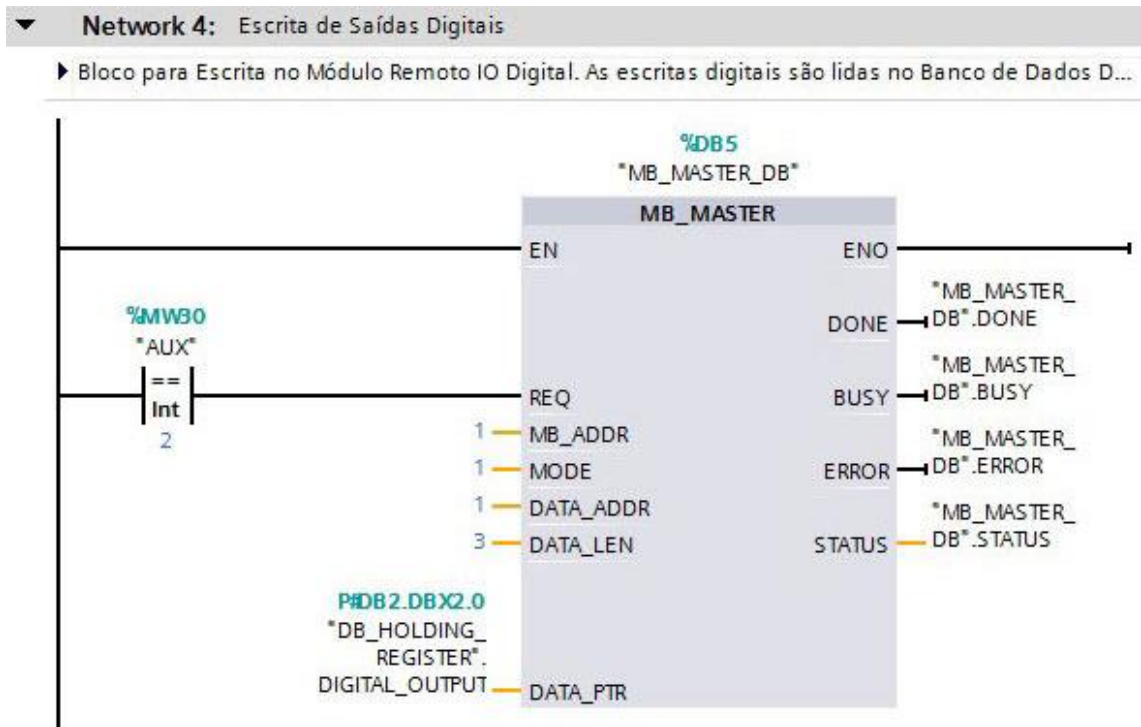
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 38 - Main [OB1] Network 3



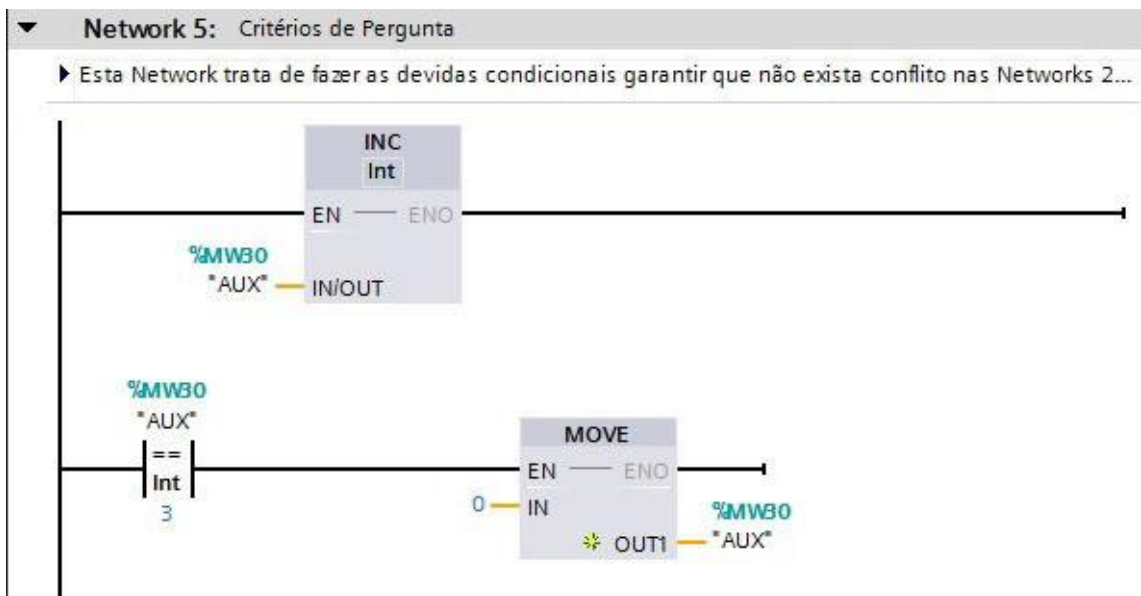
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 39 - Main [OB1] Network 4



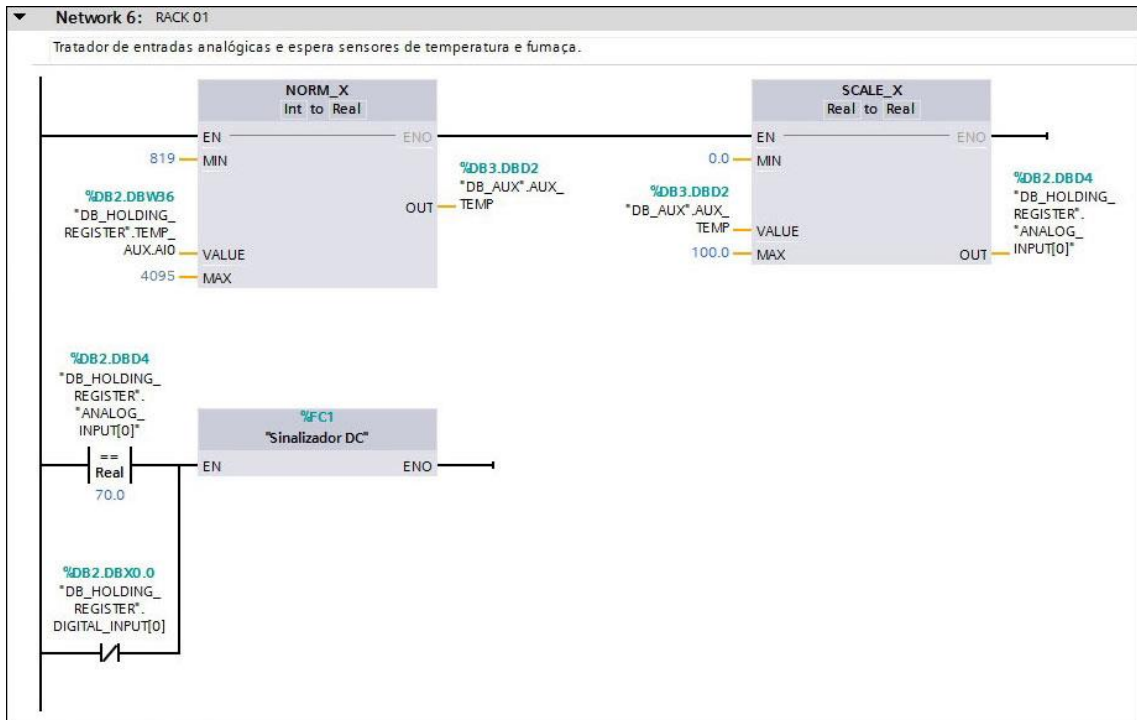
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 40 - Main [OB1] Network 5



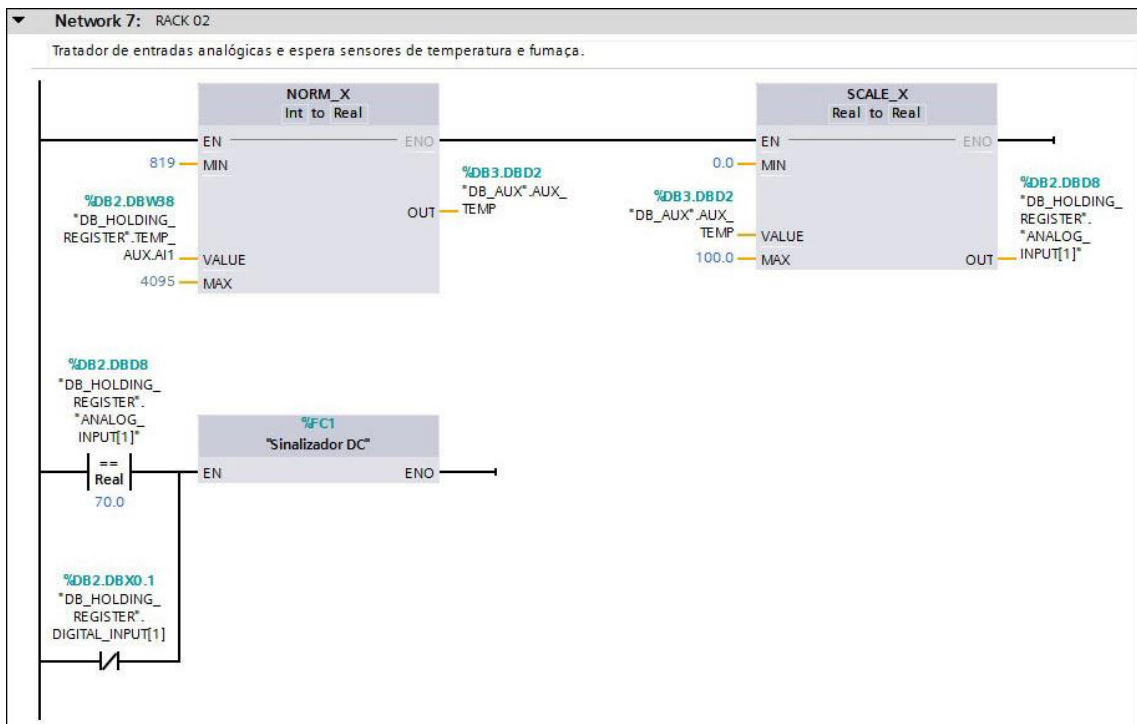
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 41 - Main [OB1] Network 6



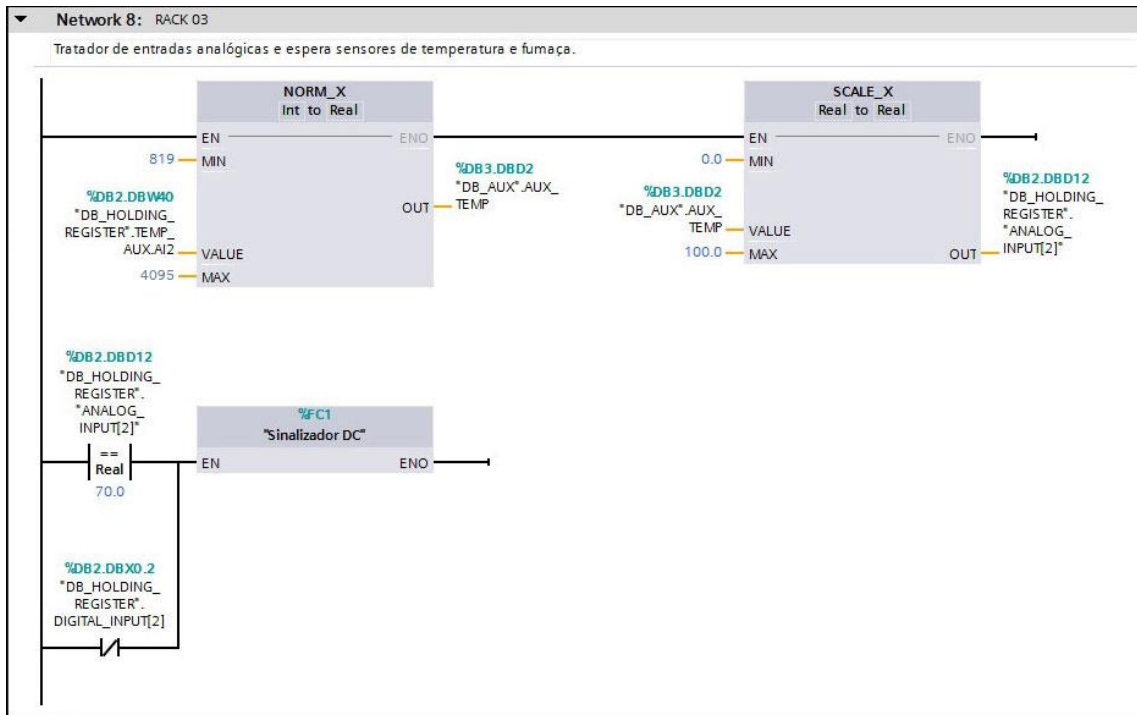
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 42 - Main [OB1] Network 7



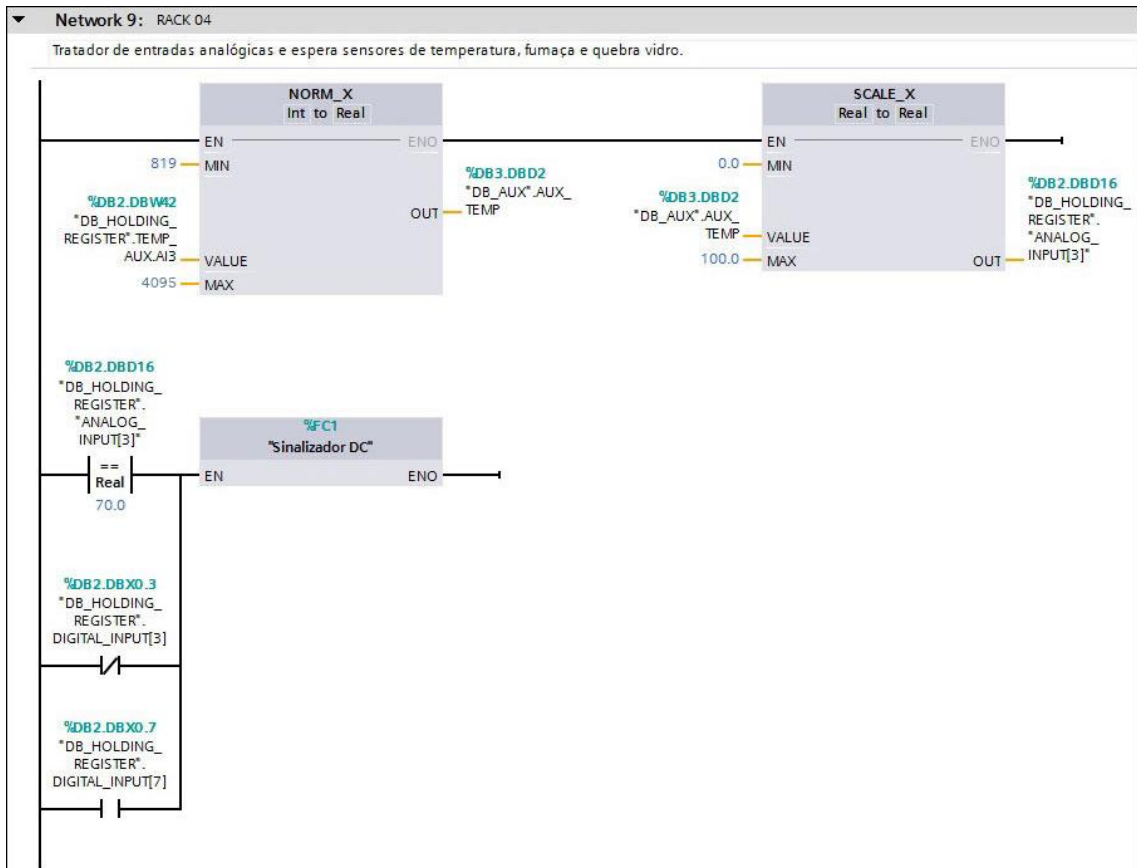
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 43 - Main [OB1] Network 8



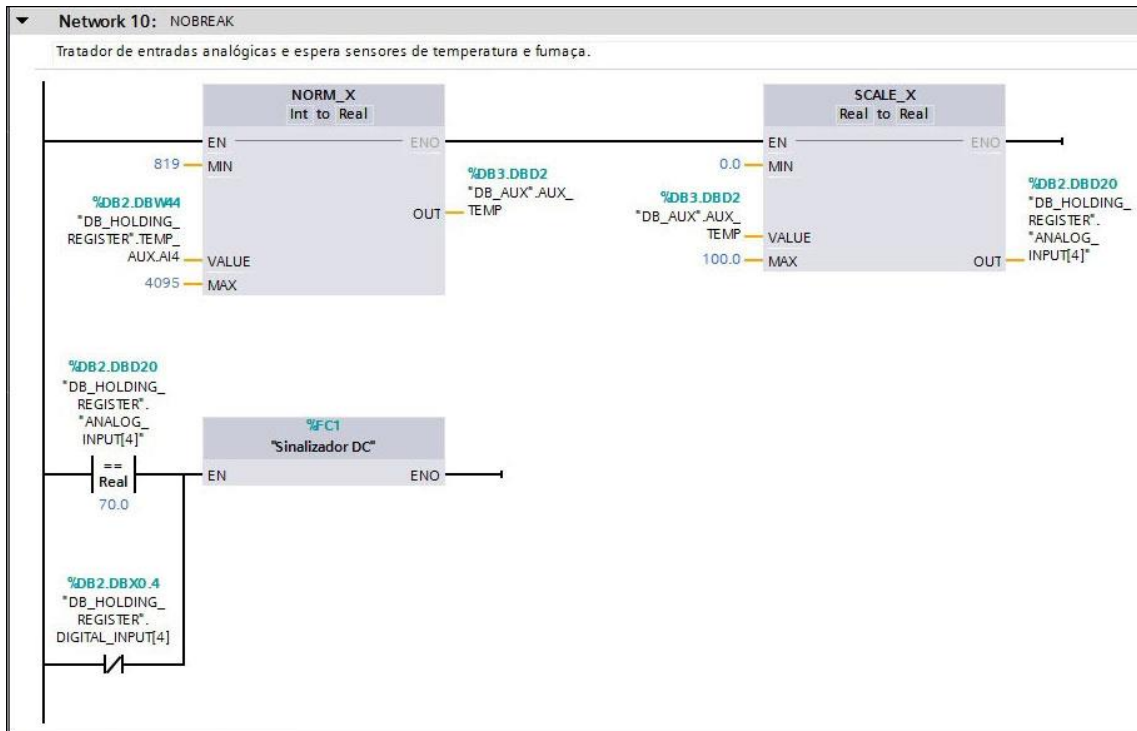
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 44 - Main [OB1] Network 9



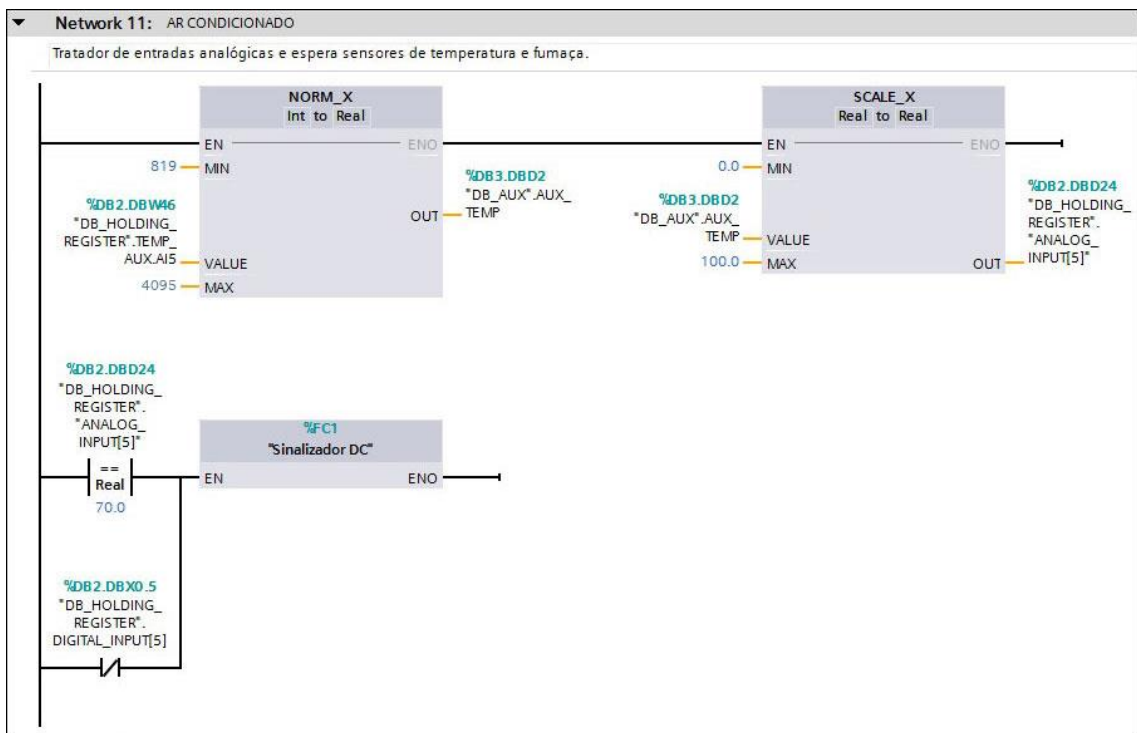
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 45 - Main [OB1] Network 10



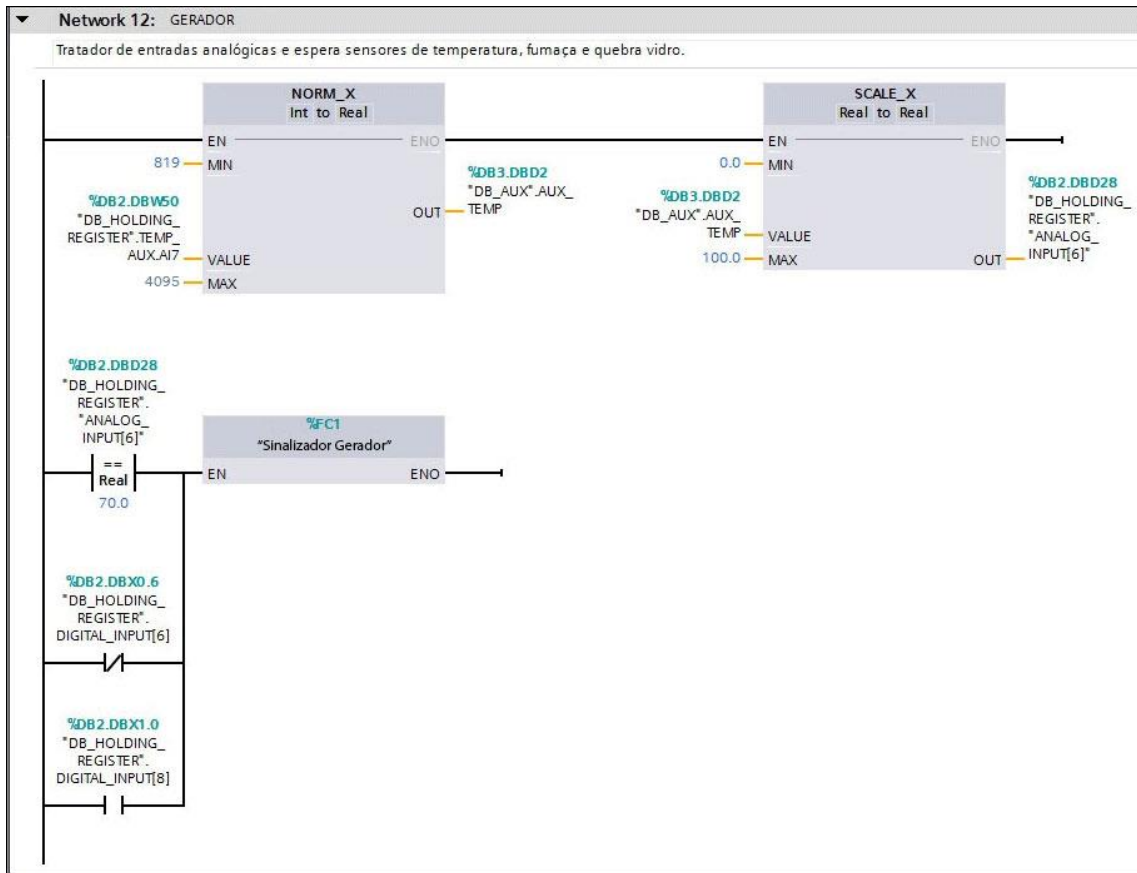
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 46 - Main [OB1] Network 11



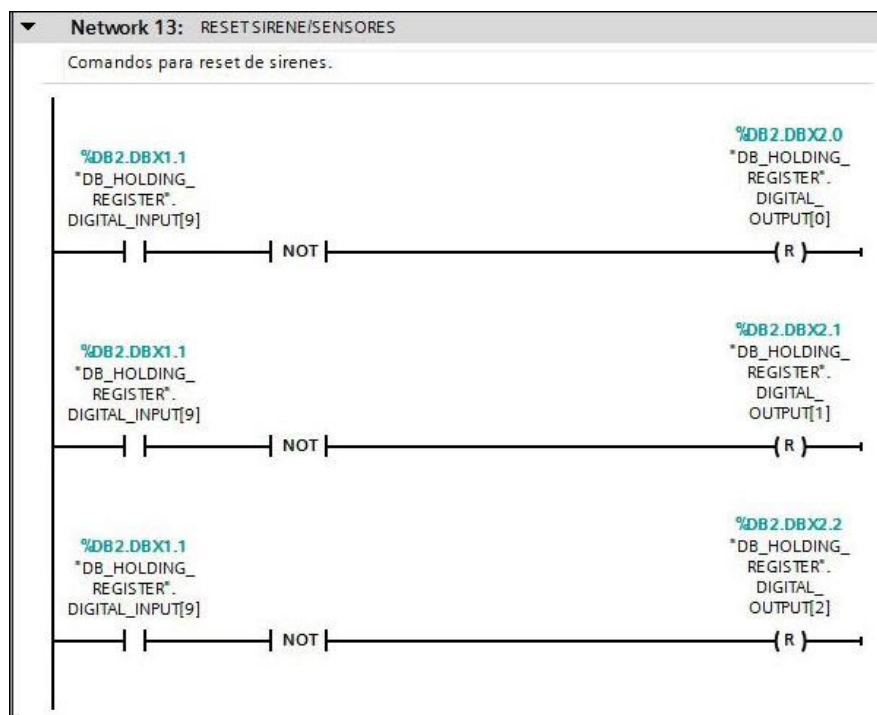
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 47 - Main [OB1] Network 12



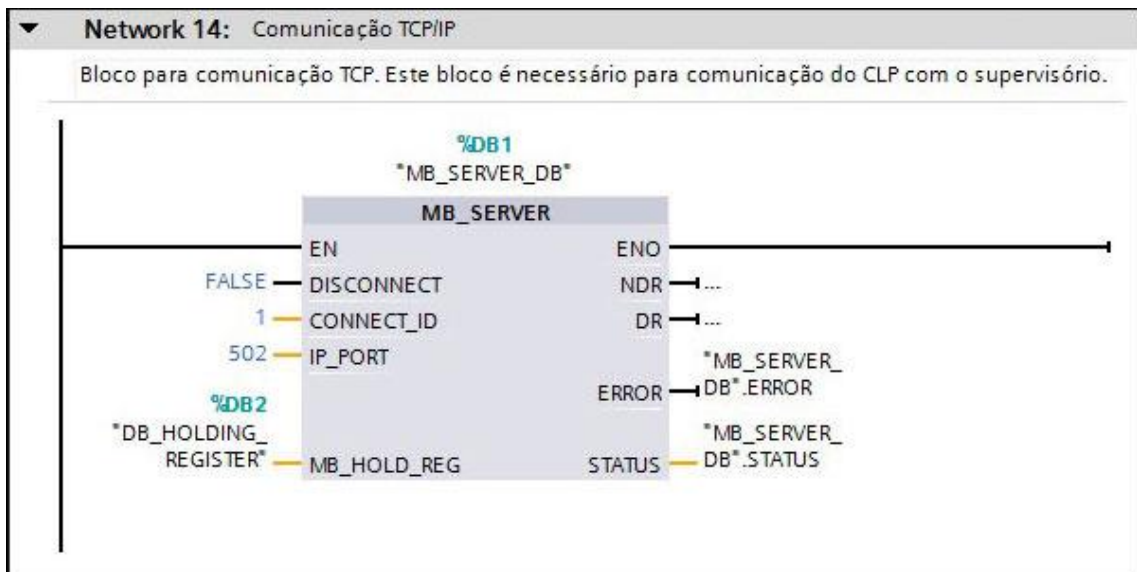
Fonte: Lucas Magalhães, 2016

Figura 48 - Main [OB1] Network 13



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

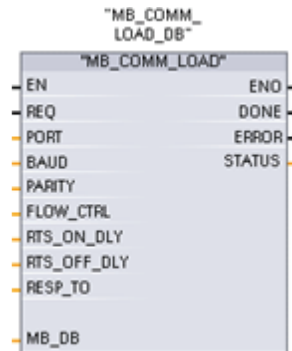
Figura 49 - Main [OB1] Network 14



Fonte: Lucas Magalhães, 2016

ANEXO A – BLOCOS DO CLP

Figura 50 - Bloco MB_COMM_LOAD



Fonte: Siemens

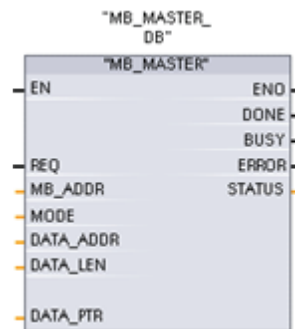
Tabela 1 - Detalhamento do Bloco MB_COMM_LOAD

Parâmetro	Tipo	Tipo de Dado	Descrição
REQ	ENTRADA	Bool	Um sinal de baixo a alto (borda positiva) inicia a operação.
PORT	ENTRADA	Port	Endereço do dispositivo de comunicação
BAUD	ENTRADA	UDInt	Seleção da taxa de transmissão: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 76800, 115200, Todos os outros valores são inválidos
PARITY	ENTRADA	UInt	Seleção da paridade: • 0 – Sem • 1 – Ímpar • 2 – Par
FLOW_CTRL	ENTRADA	UInt	Seleção de controle de fluxo: • 0 – (padrão) sem controle de fluxo • 1 – Controle de fluxo de hardware com RTS sempre ligado (não se aplica a portas RS485) • 2 – Controle de fluxo de hardware com RTS comutado
RTS_ON_DLY	ENTRADA	UInt	RTS ON seleção de atraso: • 0 - (padrão) Sem atraso de RTS ativo até que o primeiro caractere da mensagem seja transmitido • 1 a 65535 - Atraso em milissegundos a partir do RTS activo até o primeiro carácter da mensagem ser transmitido (não se aplica às portas RS485). Os atrasos RTS devem ser aplicados independentemente da seleção FLOW_CTRL.
RTS_OFF_DLY	ENTRADA	UInt	RTS OFF seleção de atraso: • 0 - (padrão) Nenhum atraso do último caractere transmitido até que o RTS fique inativo • 1 a 65535 - Atraso em milissegundos a partir do último caractere transmitido até RTS ficar inativo (não se aplica às portas RS485). Os atrasos RTS devem ser aplicados independentemente da seleção FLOW_CTRL.

RESP_TO	ENTRADA	Uint	Tempo limite de resposta: Tempo em milissegundos permitido por MB_MASTER para que o escravo responda. Se o escravo não responder neste período de tempo, MB_MASTER irá repetir a solicitação ou encerrar a solicitação com um erro quando o número especificado de tentativas foi enviado. 5 ms a 65535 ms (valor padrão = 1000 ms).
MB_DB	ENTRADA	Uint	Uma referência ao bloco de dados de instância usado pelas instruções MB_MASTER ou MB_SLAVE. Após MB_SLAVE ou MB_MASTER é colocado no seu programa, o identificador de banco de dados aparece na lista suspensa de auxiliares de parâmetro disponível na conexão de caixa MB_DB.
DONE	ENTRADA	Variant	O bit DONE é TRUE para uma digitalização, após a última solicitação ser concluída sem erro.

Fonte: Siemens

Figura 51 - Bloco MB_MASTER



Fonte: Siemens

Tabela 2 - Detalhamento do Bloco MB_MASTER

REQ	ENTRADA	Bool	<ul style="list-style-type: none"> • 0 = Sem pedido • 1 = Pedido de transmissão de dados para o escravo Modbus
MB_ADDR	ENTRADA	UInt	<p>Endereço da estação Modbus RTU: Faixa de endereçamento padrão (1 a 247) Faixa de endereçamento estendido (1 a 65535) O valor 0 é reservado para transmitir uma mensagem a todos os escravos Modbus. Os códigos de função Modbus 05, 06, 15 e 16 são os únicos códigos de função suportados para transmissão.</p>
MODE	ENTRADA	USInt	<p>Seleção de modo: Especifica o tipo de solicitação (leitura, gravação ou diagnóstico). Consulte a tabela de funções Modbus para obter detalhes.</p>
DATA_ADDR	ENTRADA	UDInt	Starting Address no slave: Especifica o endereço inicial dos dados a serem acessados no escravo Modbus.
DATA_LEN	ENTRADA	UInt	Especifica o número de bits ou palavras a serem acessados nesta solicitação.
DATA_PTR	ENTRADA	Variant	Aponta para o endereço M ou DB (tipo de banco de dados padrão) para os dados que estão sendo gravados ou lidos.
DONE	SAÍDA	Bool	O bit DONE é TRUE para uma digitalização, após a última solicitação ser concluída sem erro.
BUSY	SAÍDA	Bool	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - Nenhuma operação MB_MASTER em andamento • 1 - Operação MB_MASTER em andamento
ERROR	SAÍDA	Bool	O bit ERROR é TRUE para uma verificação, após o último pedido ter sido encerrado com um erro. O valor de código de erro no parâmetro STATUS é válido apenas durante a verificação única onde ERROR = TRUE.
STATUS	SAÍDA	Word	Código de condição de execução

Fonte: Siemens

Figura 52 - Bloco INC

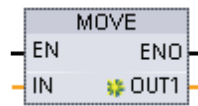


Fonte: Siemens

Incrementa um valor de número inteiro com sinal ou sem sinal:

Valor IN_OUT +1 = valor IN_OUT

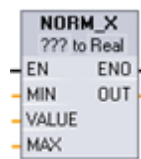
Figura 53 - Bloco MOVE



Fonte: Siemens

Copia um elemento de dados armazenado em um endereço especificado para um novo endereço ou vários endereços

Figura 54 - Bloco NORM_X



Fonte: Siemens

Normaliza o parâmetro VALUE dentro da faixa de valores especificada pelos parâmetros MIN e MAX:

$$OUT = (VALUE - MIN) / (MAX - MIN), \text{ onde } (0,0 \leq OUT \leq 1,0)$$

Figura 55 - Bloco SCALE_X

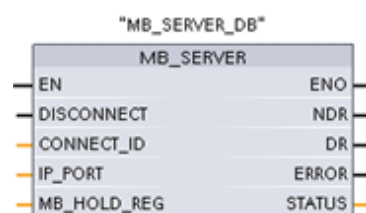


Fonte: Siemens

Escala o parâmetro real normalizado VALUE onde $(0,0 \leq VALUE \leq 1,0)$ no tipo de dados e intervalo de valores especificados pelos parâmetros MIN e MAX:

$$OUT = VALUE (MAX - MIN) + MIN$$

Figura 56 - Bloco MB_SERVER



Fonte: Siemens

Tabela 3 - Detalhamento do Bloco MB_SERVER

Parâmetro	Tipo	Tipo de Dado	Descrição
DISCONNECT	ENTRADA	Bool	MB_SERVER tenta fazer uma conexão "passiva" com um dispositivo parceiro. Isso significa que o servidor está passivamente ouvindo uma solicitação de conexão TCP de qualquer endereço IP solicitante. Se DISCONNECT = 0 e uma conexão não existir, uma conexão passiva pode ser iniciada. Se DISCONNECT = 1 e uma conexão existir, então uma operação de desconexão é iniciada. Isso permite que seu programa controle quando uma conexão é aceita. Sempre que esta entrada estiver ativada, nenhuma outra operação será tentada.
CONNECT_ID	ENTRADA	UInt	CONNECT_ID identifica de forma exclusiva cada conexão dentro do CLP. Cada instância exclusiva da instrução MB_CLIENT ou MB_SERVER deve conter um parâmetro CONNECT_ID exclusivo.
ID_PORT	ENTRADA	UInt	Valor padrão = 502: O número da porta IP que identifica a porta IP que será monitorada para uma solicitação de conexão de um cliente Modbus. Esses números de porta TCP não são permitidos para uma conexão passiva MB_SERVER: 20, 21, 25, 80, 102, 123, 5001, 34962, 34963 e 34964.
MB_HOLD_REG	ENTRADA / SAÍDA	Variante	Ponteiro para o registrador de retenção MB_SERVER Modbus: O registrador de retenção deve ser um DB global padrão ou um endereço de memória M. Essa área de memória é usada para manter os valores que um cliente Modbus tem permissão de acessar usando as funções de registro Modbus 3 (leitura), 6 (gravação) e 16 (gravação).
NDR	ENTRADA	UInt	Novo Data Ready: 0 = Sem dados novos, 1 = Indica que novos dados foram escritos por um cliente Modbus
DR	ENTRADA	UInt	Leitura de dados: 0 = Nenhum dado lido, 1 = Indica que os dados foram lidos por um cliente Modbus.
ERROR	ENTRADA	UInt	O bit ERROR é TRUE para uma verificação, após a execução MB_SERVER foi encerrada com um erro. O valor do código de erro no parâmetro STATUS é válido apenas durante o ciclo único em que ERROR = TRUE.
STATUS	ENTRADA	UInt	Código de condição de execução

Fonte: Siemens