

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA
CURSO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**RAFAEL HENRIQUE BERNARDI
SYLVIA MARCELA DE LIMA**

**AUTOMAÇÃO BASEADA EM COMPUTADOR DE UMA CÂMARA
FRIA DE PEQUENO PORTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2013

RAFAEL HENRIQUE BERNARDI
SYLVIA MARCELA DE LIMA

**AUTOMAÇÃO BASEADA EM COMPUTADOR DE UMA CÂMARA
FRIA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, do Departamento de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Trojan

PONTA GROSSA

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Automação Industrial
Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

**AUTOMAÇÃO BASEADA EM COMPUTADOR DE UMA CÂMARA FRIA DE
PEQUENO PORTE: UMA PROPOSTA INOVADORA**

Por

RAFAEL HENRIQUE BERNARDI e SYLVIA MARCELA DE LIMA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Flavio Trojan, DSc
Prof. Orientador

Prof. Marcio Mendes Casaro, DSc
Membro titular

Prof. Murilo Oliveira Leme, MSc
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

*Dedicamos este trabalho a
nossa família
pelo apoio incondicional e por
fazer-nos
persistir nas batalhas*

AGRADECIMENTOS

RAFAEL HENRIQUE BERNARDI

Agradeço a Deus pelas bênçãos e proteção, e aos meus pais pelo amor e educação que me deram.

Agradeço aos meus mestres pelos ensinamentos ao decorrer do curso.

Agradeço em especial ao orientador Prof. Dr. Flavio Trojan pela amizade e compreensão constante e por nunca ter desistido do projeto.

Ao professor Msc João Israel Bernardo por nos ajudar no decorrer do projeto.

Agradeço também a todos os amigos e colegas que de alguma forma participaram na caminhada no decorrer do curso.

SYLVIA MARCELA DE LIMA

O bom desenvolvimento deste trabalho só foi possível graças a colaboração de algumas pessoas fundamentais a este processo, de modo que quero agradecer-las de maneira especial.

Primeiramente agradeço a Deus pelos dons merecidos e pela capacidade de conseguir concluir meus estudos.

À minha mãe, que sempre foi um exemplo para chegar onde cheguei e sempre buscar meus objetivos.

À minha família, avós, minha tia Mirabel, irmãos William, Sabrina e Silvio, cunhados Giselli e Adilson, que cada um do seu jeito sempre me incentivaram a estudar e buscar melhor qualificação.

Aos meus amigos Alysson, Giselli Kozlowski, Grazielly, Maria Angela, Rafael Mainardes Ferreira, Rita, Vanessa que em momentos de desânimo nesta caminhada foram importantíssimos sempre ao meu lado me incentivando a continuar e me mostrando que era possível chegar ao fim.

A uma pessoa especial, que por várias vezes me incentivou a não desanimar e buscar a tão almejada conclusão do curso.

Ao professor Dr. Flávio Trojan, orientador desse trabalho, pela sabedoria, dedicação e paciência com que nos guiou nesta trajetória.

Ao professor Msc. João Israel Bernado, por ajudar no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu colega de trabalho Rafael Bernardi, pela oportunidade de juntos desenvolvermos este trabalho.

A todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelos conhecimentos repassados e pela atenção sempre dispensada às minhas necessidades, bem como aos colegas de classe, pelo auxílio prestado, ou simplesmente por serem amigos nas horas mais inusitadas.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

A todos minha eterna gratidão.

*“Tudo que o ser humano imaginar,
um dia poderá ser realizado”*

Julio Verne, 1863

RESUMO

BERNARDI, Rafael Henrique e LIMA, Sylvia Marcela. **Automação Baseada em Computador de uma Câmara Fria de Pequeno Porte: uma proposta inovadora.** 2013. 60. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Automação Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

Este trabalho de conclusão de curso discorre sobre um Sistema de Automação em Câmaras Frias de Pequeno Porte, para resfriamento temporário de alimentos perecíveis. Foi utilizada a tecnologia de Automação Baseada em Computador, com o objetivo de manter a temperatura de operação entre 01°C e 10°C. O Sistema de Automação desenvolvido consta de sensores, atuadores, interface optoeletrônica, computador e um software supervisor, para controlar as variáveis envolvidas no processo de resfriamento. Essa nova realidade tecnológica permitiu a adoção de algoritmos computacionais de maior criticidade, no âmago do processo de conservação alimentar e uma tomada de decisão mais eficaz, com grandes resultados tecnológicos e econômicos. A convergência tecnológica neste caso, permitiu associar num mesmo sistema automatizado, a temperatura do processo com a logística do transporte e o monitoramento do empilhamento dos alimentos no interior da Câmara Fria. O software supervisor foi concebido pela Eclipse e sistema de uso pelos autores, após treinamento realizado na ferramenta de desenvolvimento E3. A aplicação do trabalho foi realizada em uma câmara fria de uma empresa de frios, situada na cidade de Telêmaco Borba-PR, onde foi feita a instalação e configuração de todos os equipamentos envolvidos. Como conclusão pode-se perceber o aumento da confiabilidade do sistema de refrigeração como uma consequência da implementação do sistema automatizado.

Palavras-chave: Automação. Computador. Câmara Fria. Resfriamento. Alimento.

ABSTRACT

BERNARDI, Rafael Henrique e LIMA, Sylvia Marcela. **Computer-based Automation on a Cold Chamber Small: an innovative proposal**. 2013. 60. Completion of course work. Course Technology in Industrial Automation. Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2013.

This work of course completion discusses System Automation for Small Cold Chambers for temporary cooling perishable food. The computer based automation technology was utilized with the objective of maintain the operation temperature between 01° and 10° C. The automation system was developed consisting of sensors, actuators, interface optoelectronics, computer and supervisory software to control the variables involved in the cooling process. This new technological reality allowed the adoption of computational algorithms of greater criticality in the heart of the process of food preservation and a more effective decision making, with major technological and economic results. Technological convergence in this case, allowed associating in one automated system, the process temperature with transportation logistics and monitoring of stacking food inside the Cold Chamber. The supervisory software E3 was granted to authors after training conducted in the developer tool E3. The application of this work was done in a Cold Chamber for a company of cold products, located in the city of Telêmaco Borba-PR, where it has been the installation and configuration of all equipment involved. In conclusion one can perceive the increased reliability of the cooling system as a result of the implementation of the automated system.

Keywords: Automation. Computer. Cold Chamber. Cooling. Food.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diagrama de uma Câmara Fria.....	19
Figura 2: Unidade de resfriamento.....	20
Figura 3: Estrutura de Troca de Calor.....	21
Figura 4: Diagrama de Aplicação Passiva.....	22
Figura 5: Esquema de Aplicação Ativo.....	23
Figura 6: Interface eletrônica.....	24
Figura 7: Pinagem da Porta paralela DB-25.....	25
Figura 8: Termostato capilar de contato.....	27
Figura 9: Sensores (A) Sensor Infravermelho (B) Sensor Ultrasonico.....	28
Figura 10: sistema de automação baseado em computador utilizando o E3.....	30
Figura 11: Tela Inicial.....	34
Figura 12: Tela de Processo.....	35
Figura 13: Tela Menu.....	36
Figura 14: Tela de Operação.....	37
Figura 15: Tela alarme.....	38
Figura 16: Tela Sistema.....	39
Figura 17:Tela Manutenção.....	40
Figura 18: Criação de tags.....	43
Figura 19: Script para conversão do valor inteiro para sinal digital.....	44
Figura 20: Script com combinações de atuadores.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Possibilidades de Entradas	26
Tabela 3: Eventos e seus respectivos combinações de sensores	41
Tabela 4: Valores de entrada de acordo com o evento	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA	15
3. OBJETIVOS	16
4. REFERENCIAL TEORICO	17
4.1 CÂMARAS FRIAS	17
4.2 AUTOMAÇÃO BASEADA EM COMPUTADOR	21
4.3 INTERFACE ELETRÔNICA OPTOACOPLADA.....	23
4.4 PORTA PARALELA.....	24
4.5 DRIVER.....	25
4.6 SENSORES E ATUADORES.....	27
4.7 SOFTWARE SUPERVISÓRIO	29
5. DESENVOLVIMENTO	32
5.1 TELAS SUPERVISÓRIO	33
5.2 EVENTOS	40
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho versa sobre um sistema de automação em câmaras frias de pequeno porte para conservação de alimentos por resfriamento, utilizando a tecnologia de automação baseada em computador.

Há alguns anos o computador tem-se consolidado como um controlador mais robusto, de maior confiabilidade, que lhe permite operar em ambientes mais agressivos, proporcionando maior convergência das tecnologias nos processos produtivos. Isso aferiu-lhe o atributo de computador industrial quando instalado para operar nessas condições. (LIPSON; ZALM. 2011)

As câmaras frias estudadas neste contexto são equipamentos utilizados para resfriamento de alimentos perecíveis, conservando-os em temperaturas de trabalho entre 01°C e 10°C.

São utilizadas como um ambiente de estocagem intermediário entre os fabricantes e os supermercados varejistas, os quais não possuem condições ideais para esse tipo de armazenagem.

Nessa ambiência térmica ocorre uma redução das reações químicas, enzimáticas e microbiológicas nos alimentos, tornando possível mantê-los em um padrão alimentar e sensorial aceitável para o mercado consumidor, por um longo período quando comparado com sua conservação em temperatura ambiente.

O sistema de automação proposto consta de sensores, atuadores, interface optoeletrônica, computador e um *software* supervisor para controlar as variáveis envolvidas no processo de resfriamento.

Foram utilizados nesse processo 05(cinco) sensores:

- 02(dois) termostatos,
- 01(um) sensor infravermelho para detecção de presença humana,
- 01(um) sensor fim-de-curso para monitorar o estado da porta de acesso da Câmara Fria e;
- 01(um) sensor ultrassônico para detecção de ruídos internos ocasionados principalmente pela queda de produtos empilhados.

Os termostatos foram ajustados para as temperaturas de 01°C e 10°C, definidas como temperaturas de trabalho mínima e máxima respectivamente. A detecção desses limites, através da comutação de seus contatos, serviu de informação para o Sistema de Automação.

Os atuadores envolvidos são 04(quatro):

- Unidade motorizada para resfriamento;
- Ventilador interno para circulação do ar;
- Iluminação interna;
- Alarme sonoro.

2. JUSTIFICATIVA

Nas grandes e pequenas cidades a procura de alimentos resfriados e congelados vem aumentando. Com isso, há uma necessidade de utilização de câmaras frias, tanto nas empresas de logística, como nos supermercados. (IBTS, 2013)

Essas estruturas para armazenagem temporária de alimentos, geralmente possuem menos de 20 m³, que é uma construção apropriada e adequada para uma unidade resfriadora disponível no mercado.

Essa realidade permitiu-nos adotar o termo Câmara Fria de Pequeno Porte.

Os sistemas de automação disponíveis no mercado para câmaras frias de resfriamento e de congelamento são tecnologicamente convidativos, porém economicamente onerosos, pois visam atender estruturas corporativas de grandes supermercados, grandes fornecedores e grandes distribuidores.

Para atender à necessidade tecnológica das Câmaras Frias de Pequeno Porte, tem-se observado a instalação de apenas um termostato e uma unidade de resfriamento, como sistema simplificado de automação para conservação temporária dos alimentos.

Isso pouco permite supervisionar o processo, bem como não registra os eventos operacionais e não possui sistema de alarme para proteger a mercadoria em caso de falhas operacionais ou de segurança.

Neste contexto, este trabalho de conclusão de curso é uma proposta inovadora, pois visa atender tecnológica e economicamente este amplo setor de pequenas Câmaras Frias que carece de um elegante e eficaz Sistema Automatizado.

3. OBJETIVOS

Apresentar um Sistema de Automação para Câmaras Frias de Pequeno Porte, para resfriamento temporário de alimentos perecíveis, utilizando a tecnologia de Automação Baseada em Computador.

Este sistema deverá conter os seguintes requisitos e predicados:

- Robustez;
- Confiabilidade operacional e gerencial;
- Energeticamente eficaz;
- Viável economicamente;
- Fácil implementação e manutenção;
- Tecnicamente convergente.

4. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Os parágrafos seguintes deste capítulo denotam as estruturas que compõem as Câmaras Frias para armazenagem de alimentos e os Sistemas de Automação para supervisão de processos industriais, com destaque para os sensores, atuadores, o *Hardware* de interfaceamento e o *Software* E3.

4.1 CÂMARAS FRIAS

Refrigeração pode-se ter como definição um processo que retira calor de uma substância ou ambiente, ou seja, ocasionando essa remoção a substância ou o ambiente se tornam frios.

Inicialmente na história, a conservação é feita através de cortes e armazenagem de gelo, depois vieram fabricas de gelo melhorando a conservação dos alimentos. Porém nessa época, as elevadas oscilações térmicas, ocasionava grandes perdas operacionais e econômicas, devido à sistemática da reposição do gelo. (FERRAZ, 2008)

A técnica de estocagem de alimentos em câmaras frigoríficas é utilizada para preservar alimentos. Câmara fria é um ambiente protegido, resfriado ou congelado, para armazenagem temporária de produtos perecíveis, com isolamento térmico, cuja ambiência é controlada por um sistema automatizado de refrigeração. (ANDERSON; PALMQUIST, 1983)

Conforme Nakamura, 2013, para atender as necessidades logísticas e operacionais do setor alimentício, as câmaras frias devem ser eficientes, seguras, duráveis e apresentar baixo custo de manutenção.

Nesse ambiente ocorre uma redução na velocidade das reações químicas, enzimáticas e microbiológicas nos alimentos, tornando possível mantê-los em um padrão alimentar e sensorial aceitável para o mercado consumidor, por um longo período quando comparado com sua conservação em temperatura ambiente. (DIONYSIO, MEIRELLES, 2013)

Existem dois tipos de Câmaras Frias: as resfriadas e as congeladas. A resfriada tem como objetivo manter a temperatura aproximadamente em 0°C e a do tipo congelada é manter a temperatura do seu interior em torno de -18 °C. (CHAGAS, 2012)

A figura 01 apresenta o diagrama de uma Câmara Fria, no qual são evidenciados os 04 principais itens de sua constituição.

O item 01 destaca a Unidade de Resfriamento e Compressão, que é responsável pela redução da temperatura do gás de absorção térmica, bem como sua compressão.

O item 02 mostra a Unidade de Troca de Calor, que é responsável pela troca térmica no interior da Câmara Fria, através da retirada do calor para o ambiente externo. Tal fenômeno provoca a redução da temperatura nesse ambiente confinado. Essa Unidade possui também um Sistema de Ventilação para circulação do ar e homogeneização da ambiência.

O item 03 destaca a Unidade de Controle do Sistema de Automação, onde são ajustados os parâmetros térmicos e as regras de intertravamento dos sensores e atuadores.

O item 04 é a Unidade de Acesso, que pode se apresentar sob várias configurações. Dependendo da frequência de entrada e saída de mercadorias elas podem ser:

- Giratória;
- Deslizante;
- Portinhola;
- Cortinada.

Caso a unidade de acesso possuir uma única abertura é importante definir também se esta será transparente ou opaca.

Como as Câmaras Frias trabalham com baixas temperaturas é necessário que se faça o isolamento de sua estrutura com materiais de baixa condutividade térmica. Também é necessário evitar o acúmulo de água nos isolantes e a formação de gelo, impermeabilizando-se as paredes, chão e teto, pois o calor atravessa estas estruturas dos ambientes refrigerados.

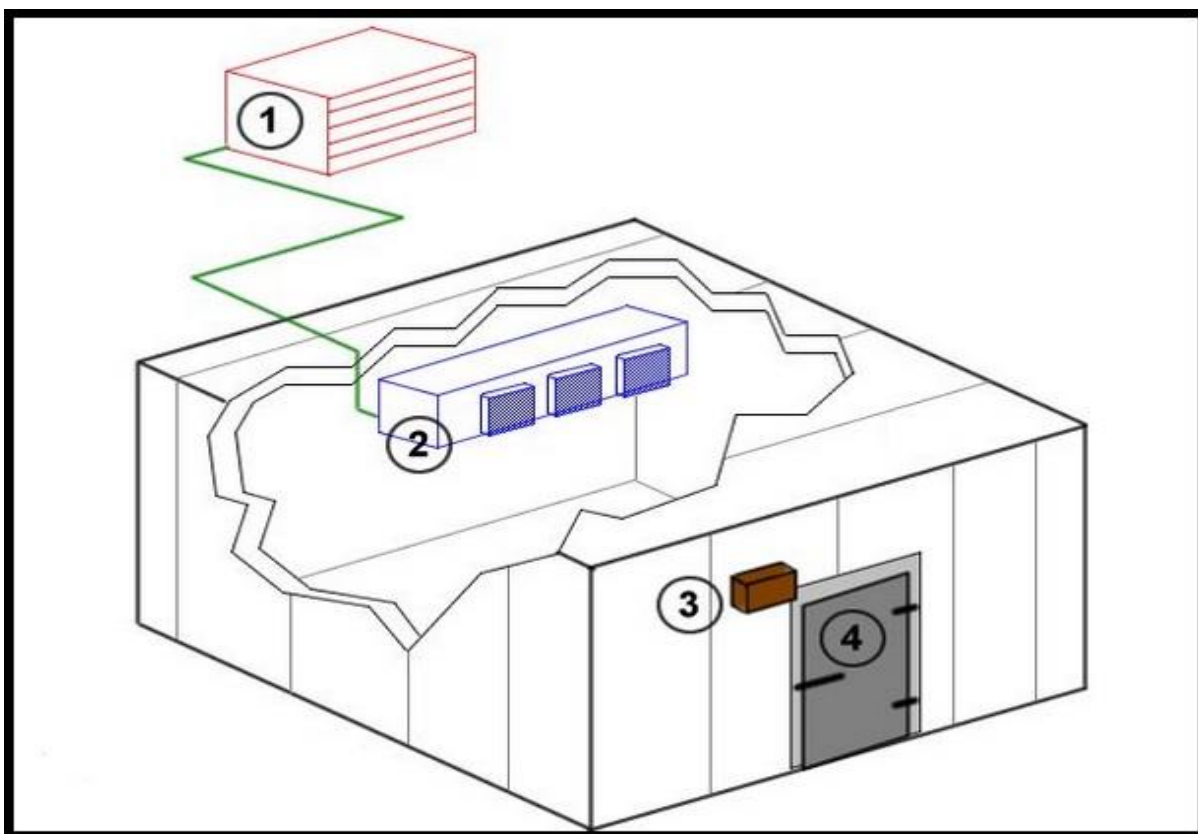


Figura 1: Diagrama de uma Câmara Fria.

Fonte: TECTERMICA, 2013

O funcionamento básico de uma Câmara fria inicia com a unidade de resfriamento, localizada no exterior da Câmara Fria, que faz a circulação do gás através da tubulação até a unidade de troca de calor. quando o gás chega nessa unidade o gás tem uma expansão brusca resfriando a umidade do ar ao redor da unidade e o ventilador faz com que o ar circule e a isolamento tem como objetivo impedir a troca de calor entre a parte interna com a externa. (ANDERSON, PALMQUIST, 1983)

A unidade de resfriamento é localizada no exterior da câmara fria, consiste de um motor que força o gás de refrigeração até a parte onde ocorre a troca de calor, uma câmara de gás e um radiador para resfriamento da unidade. A figura 2 ilustra a unidade de resfriamento.



Figura 2: Unidade de resfriamento

Fonte: FRANÇA, 2013

A unidade de troca de calor é uma estrutura localizada no interior da câmara fria, quando o gás passa pelas serpentinas faz com que se expanda e que faz com que a umidade do ar em volta se resfrie. O ventilador que esta acoplada nessa unidade tem como objetivo fazer com que o ar circule pela câmara fria. A figura 3 ilustra essa unidade e o ventilador. (ANDERSON, PALMQUIST, 1983)



Figura 3: Estrutura de Troca de Calor

Fonte: Refrigeração UNIFRIO, 2013

A parte de comandos elétricos, como a placa eletrônica, e de potência, contadores, são colocados dentro de um painel de controle para que haja uma proteção.

A isolação faz com que o ar frio do interior da câmara fria não tenha troca de calor com o ar interno com o externo, realizando o isolamento térmico do sistema. (ANDERSON, PALMQUIST, 1983)

4.2 AUTOMAÇÃO BASEADA EM COMPUTADOR

O uso de computador para medição e controle de aplicações tem crescido muito. O objetivo básico é a medição e aquisição de dados e através de lógicas manipularem os atuadores.

No princípio o computador era usado principalmente para cálculos complexos, supervisão e rede de fábrica e ficava em um local onde tinha um ambiente controlado.

Com o computador melhorando a velocidade dos processadores, aumentando o espaço de armazenamento de dados, aumentaram a robustez dos componentes, os custos do equipamento diminuindo e aumentando o número de possibilidades de aplicação de um controle baseado em computador, tem a possibilidade da utilização do computador na área fabril e está cada vez mais sendo

utilizado para o controle de sistemas, desde os mais simples até os mais complexos. (LIPSON; ZALM. 2011)

O computador possui dois tipos de aplicação, a passiva e a ativa. Na aplicação passiva, o computador apenas faz a aquisição de dados, já na aplicação ativa faz a coleta de dados e a manipulação de processos em tempo real.

A aplicação passiva tem como objetivo monitorar e alarmar. Os dados são enviados pelos sensores para o computador, e o mesmo faz a interpretação desses dados e mostra no display para que o operador possa monitorar as variáveis, porém não consegue controlar os dados pelo computador. A Figura 4 mostra um esquema de aplicação passiva.

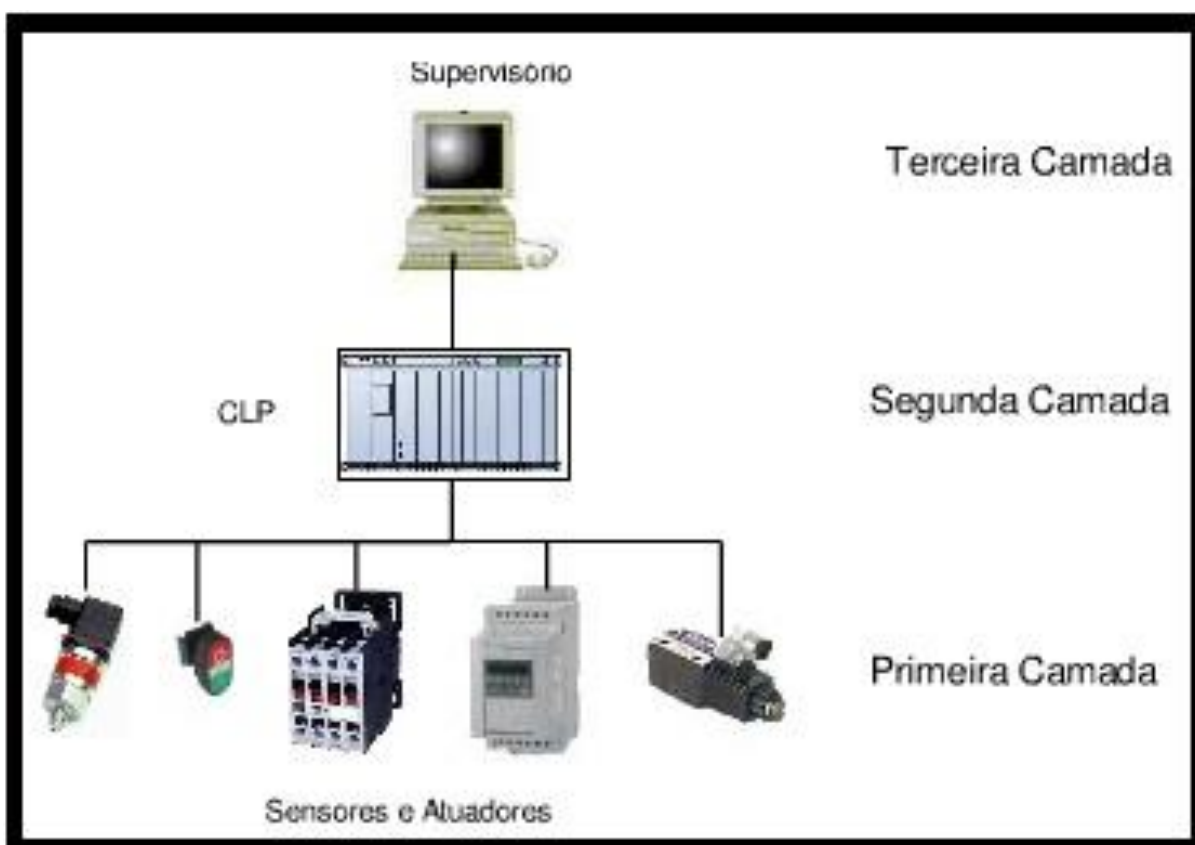


Figura 4: Diagrama de Aplicação Passiva

Fonte: SOARES; CAMARGO, 2013

Na Primeira Camada representa os sensores que enviam sinal para a segunda camada, que é o controlador, e na terceira camada o computador recebe os dados para o operador monitorar o processo, porém o operador não tem o controle.

Na aplicação ativa, além do operador fazer a monitoração do processo, ele pode fazer o controle do processo a partir do computador, ou seja, o operador tem a possibilidade de interagir com o processo através do computador. A figura 5 demonstra um esquema de uma aplicação ativa, o computador recebe os dados, interpreta-os e a partir de lógicas e programação envia sinais para o controle dos atuadores.

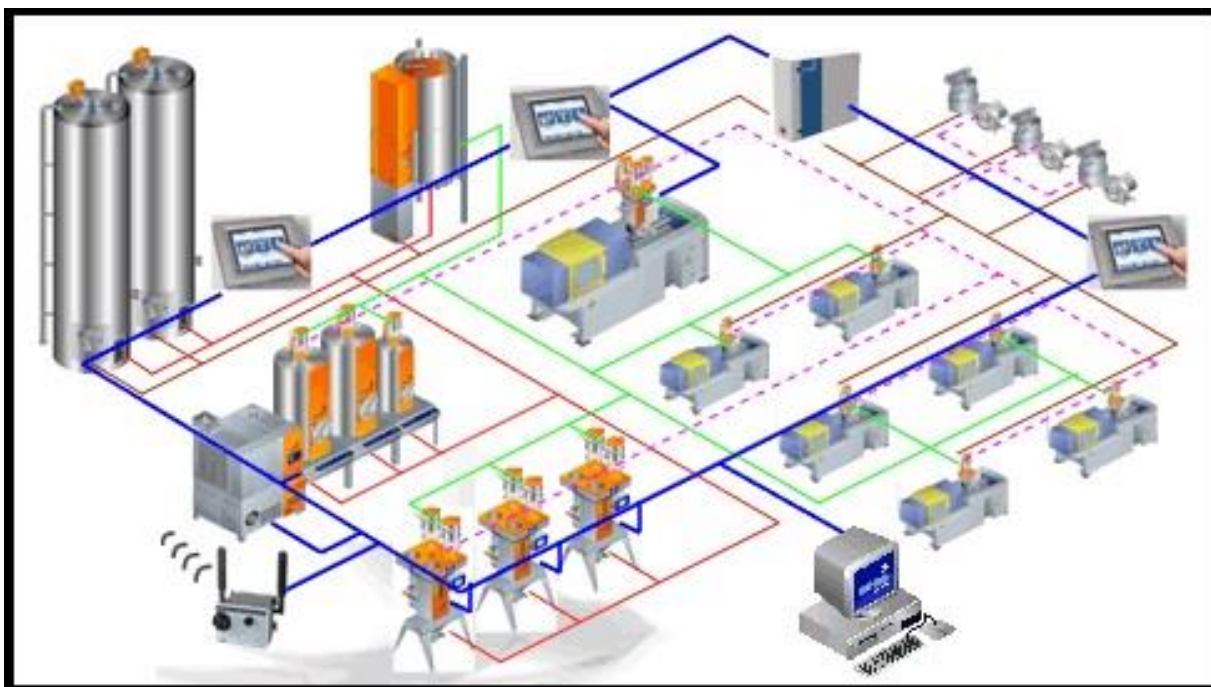


Figura 5: Esquema de Aplicação Ativo

Fonte: ABC Plastics Technology Group, 2013

4.3 INTERFACE ELETRÔNICA OPTOACOPLADA

A Interface Eletrônica Optoacoplada, mostrada na figura 6, foi desenvolvida no NUPET – Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da UTFPR - Campus Reitoria para utilização em Sistemas de Automação Baseada em Computador.

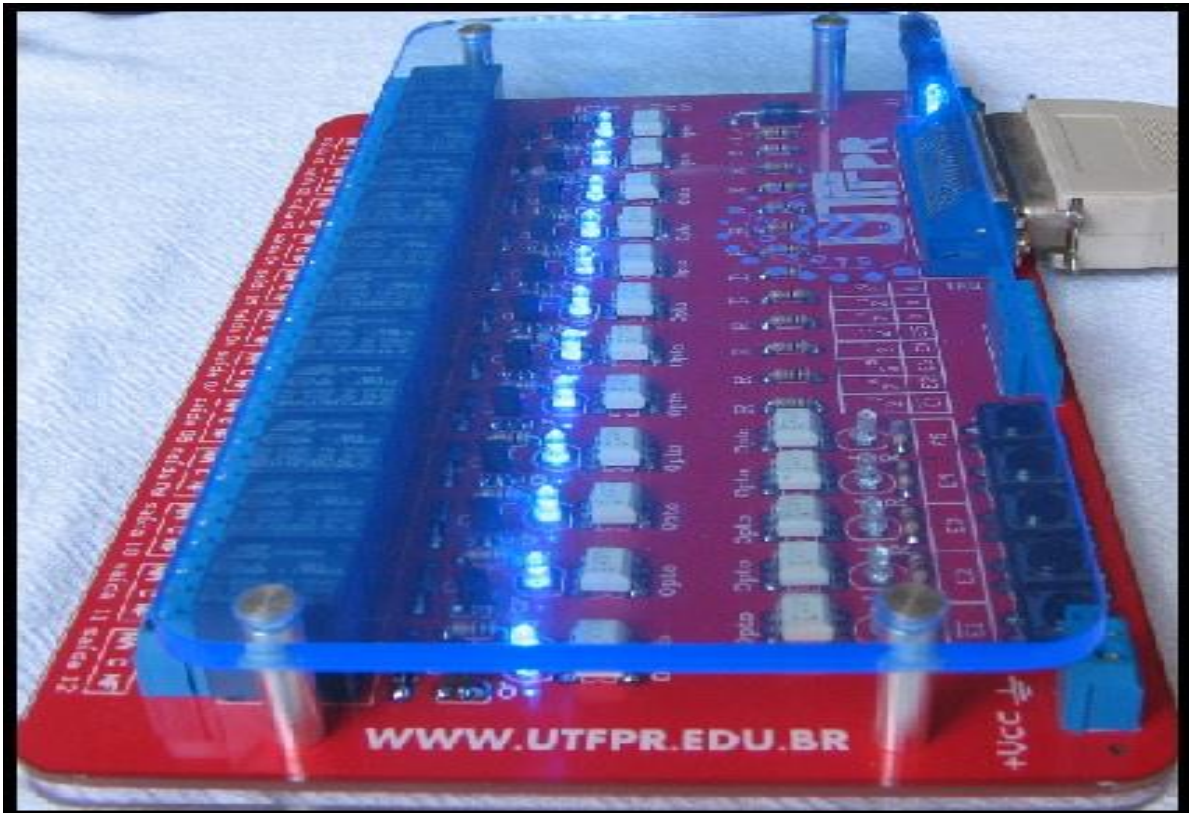


Figura 6: Interface eletrônica

Fonte: autoria própria

Contem 5 entradas digitais e 8 saídas NA (normalmente aberta) e 4 NF (normalmente fechada), a comunicação com o computador é feita através da porta paralela.

Possui uma alimentação de 110 V_{ac}, tensão alternada, e na placa já possui uma fonte de 24 V_{dc}, tensão contínua, integrada.

4.4 PORTA PARALELA

Porta paralela é uma interface de comunicação do computador com um periférico que utiliza esse tipo de comunicação. Inicialmente foi criada para conectar a impressora, porém atualmente existem vários periféricos que são conectados ao computador utilizando esse tipo de comunicação, porém tem um alcance limitado de 8 metros de comprimento, quanto maior for o cabo de comunicação maior será o ruído no sistema. (MESSIAS, 2006)

Outra função da comunicação por porta paralela é a possibilidade de desenvolver programa que controle um equipamento conectado através de linguagens como C, C++, Delphi e Visual Basic. (CINEL, 2013)

A figura 7 ilustra o conector DB-25, é possível perceber que o mesmo possui três endereços, o endereço 379H para receber um valor, o endereço 378H para enviar um valor e o endereço 37aH para enviar dados.

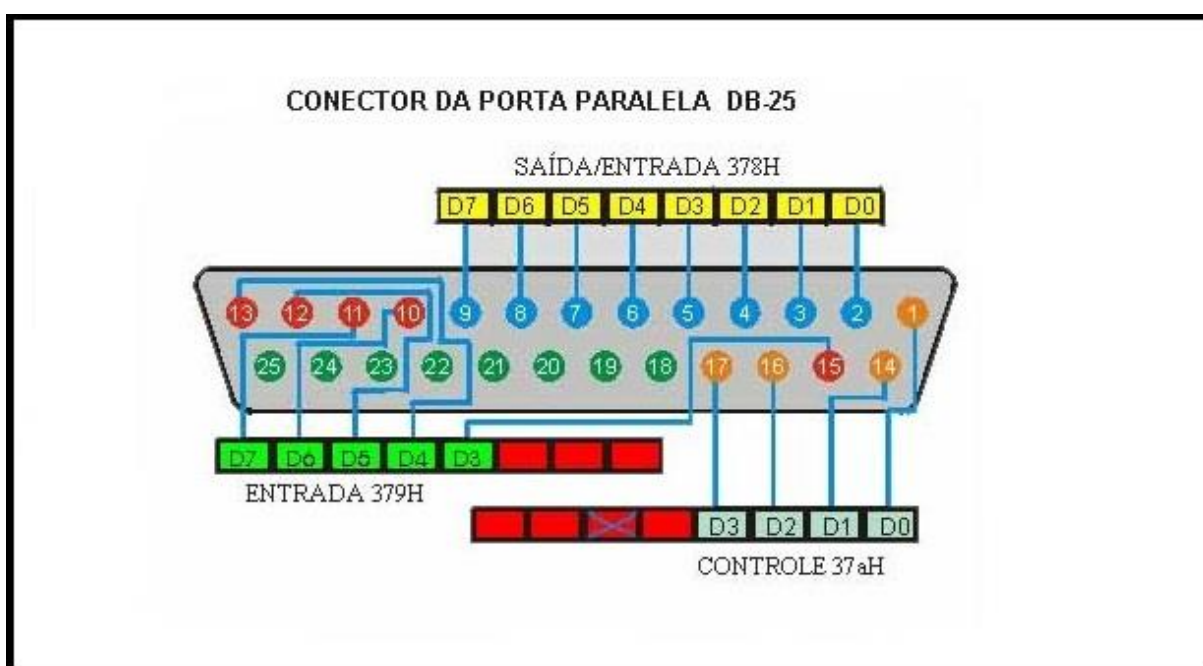


Figura 7: Pinagem da Porta paralela DB-25

Fonte: CINEL, 2013

No DB25, um pino está em nível lógico 0 quando a tensão elétrica no mesmo está entre 0 e 0,4 V. Um pino encontra-se em nível lógico 1 quando a tensão elétrica no mesmo está acima de 3,1 e até 5 V. (MESSIAS, 2006)

4.5 DRIVER

O *driver IOGENERIC* utilizado para fazer a comunicação entre a interface eletrônica optocoplada foi desenvolvido pela empresa *ELIPSE Software*, e disponível para download no site da empresa.

Esse *driver* adquire as informações da porta paralela da seguinte forma:

- Entradas: cada entrada possui um valor, e suas associações possuem um outro valor, a tabela 1 mostra os valores de todas as possibilidades das entradas, permitindo desta maneira a programação dos eventos de acordo com as entradas acionadas.

Tabela 1: Possibilidades de Entradas

ENTRADAS					VALOR
1	2	3	4	5	ENTRADA
0	0	0	0	0	126
0	0	0	0	1	118
0	0	0	1	0	110
0	0	0	1	1	102
0	0	1	0	0	94
0	0	1	0	1	86
0	0	1	1	0	78
0	0	1	1	1	102
0	1	0	0	0	62
0	1	0	0	1	54
0	1	0	1	0	46
0	1	0	1	1	38
0	1	1	0	0	30
0	1	1	0	1	22
0	1	1	1	0	14
0	1	1	1	1	6
1	0	0	0	0	254
1	0	0	0	1	246
1	0	0	1	0	238
1	0	0	1	1	230
1	0	1	0	0	222
1	0	1	0	1	214
1	0	1	1	0	206
1	0	1	1	1	198
1	1	0	0	0	190
1	1	0	0	1	182
1	1	0	1	1	166
1	1	1	0	0	158
1	1	1	0	1	150
1	1	1	1	0	142
1	1	1	1	1	134

Fonte: Autoria própria, 2013

- Saídas: Cada saída é um valor de 2^{n-1} , ou seja, na saída 1 o valor é “1” e na saída 4 o valor é ‘8”, e na associação de saídas basta somar os valores, utilizando as mesmas saídas anteriores, o valor da saída será 9.

4.6 SENSORES E ATUADORES

De acordo com Carneiro, 2009, o sensor de temperatura é o dispositivo que vai “sentir” a temperatura e transferir essa informação ao circuito de leitura.

O termostato é um sensor que mede a variação de temperatura do ambiente, considerado um sensor de contato, pois funciona como uma chave de liga e desliga baseado na temperatura ajustada. Ele consiste de um bulbo, um capilar e contatos elétricos. Com a variação da temperatura do ambiente o gás, armazenado dentro do bulbo, expande ou contrai, com isso de acordo com a pressão exercida por esse gás faz com que os contatos elétricos liguem ou desliguem. A figura 8, a seguir, ilustra um termostato capilar de contato.

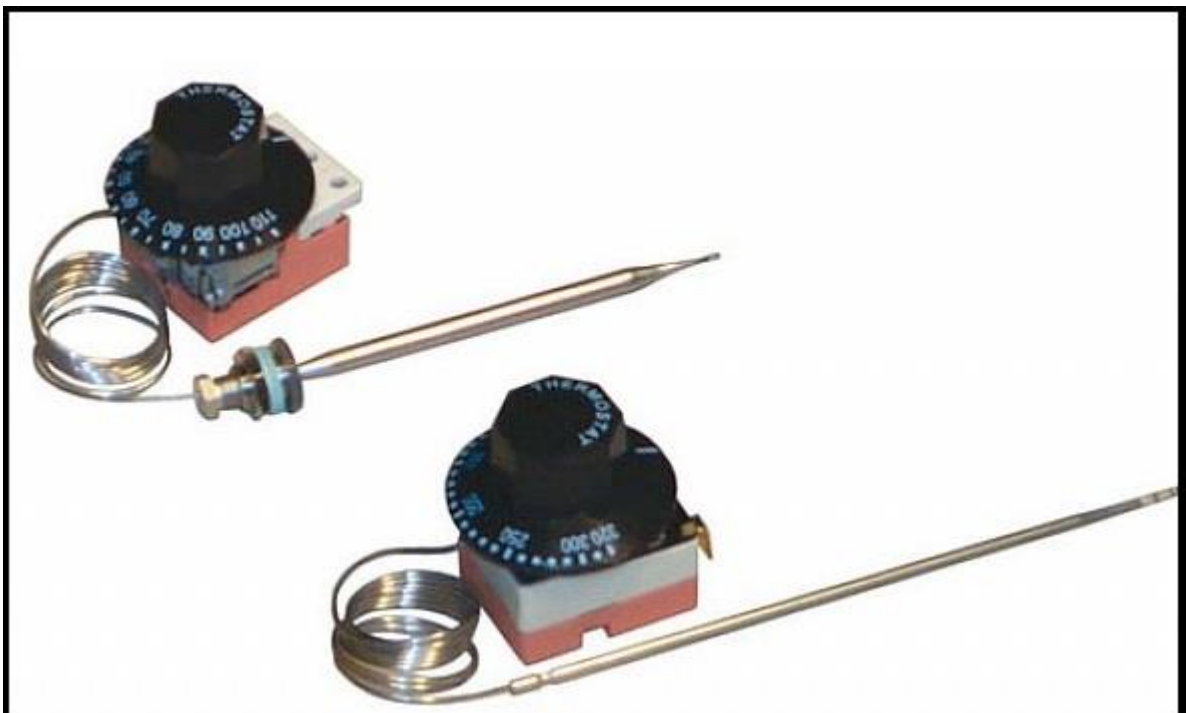


Figura 8: Termostato capilar de contato

Fonte: Silkshopserv, 2013

O sensor infravermelho é geralmente utilizado na detecção de presença em ambientes, como por exemplo, na utilização em alarmes. Esse sensor não funciona devido a movimento, mas com a variação de temperatura, com isso, é calibrado com a temperatura do corpo humano. (FILHO,2013)

O sensor ultrassônico é capaz de detectar objetos, ele emite ondas ultrassônicas (em torno de 42 kHz), quando um objeto reflete essa onda o sensor processa e interpreta a informação e aciona o contato liga / desliga. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005)

Na figura 9, pode se observar um sensor infravermelho e um sensor ultrassônico.

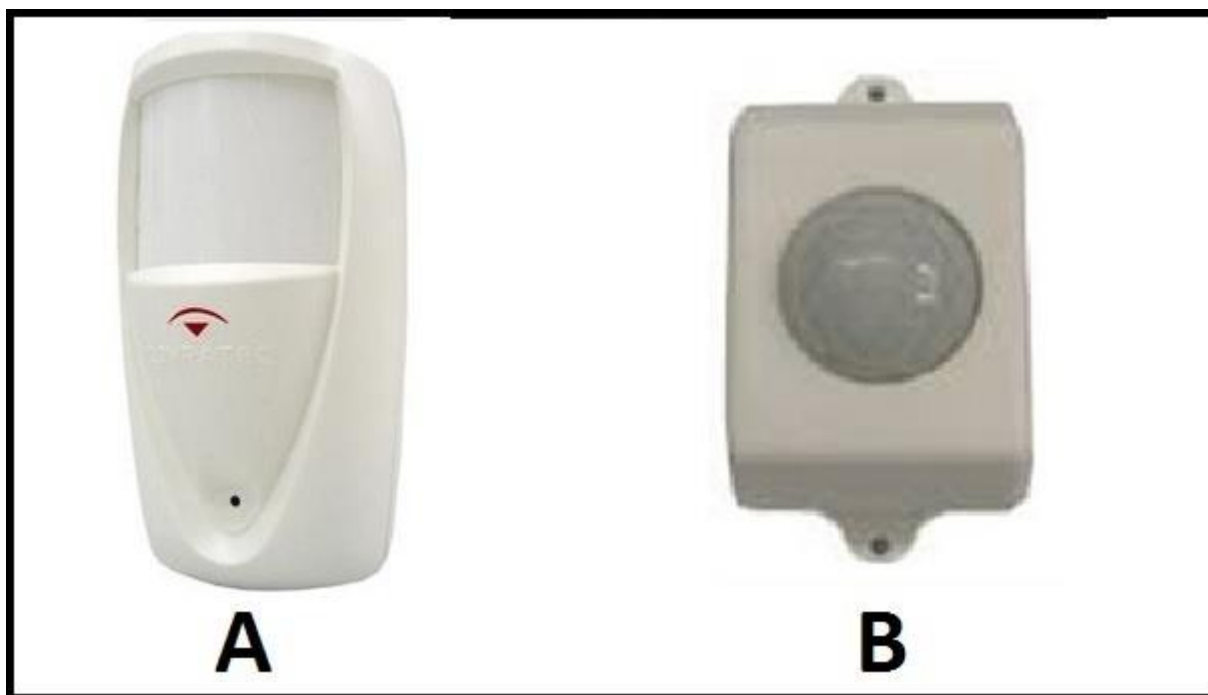


Figura 9: Sensores (A) Sensor Infravermelho (B) Sensor Ultrassônico

Fonte: AQUAMARIS; ALLBIZ, 2013

O sensor fim-de-curso são chaves que atuam no sistema no modo liga / desliga. O funcionamento do sensor é mecânico, pois necessita que haja uma pressão mecânica na haste do sensor para que acione o contato.

Os atuadores são equipamentos que trabalha diretamente na mudança da variável controlada, eles recebem sinal do controlador e agem sobre o sistema. Motor, solenoide e iluminação são bons exemplos de atuadores. (WENDLING, 2013)

O alarme sonoro é utilizado para enviar um sinal sonoro para o operador, tem como finalidade o aviso.

4.7 SOFTWARE SUPERVISÓRIO

A automação de sistemas tem sido na atualidade, uma ferramenta de resolução de problemas relacionados à produção e a formas mais adequadas e inteligentes para a operação tanto de máquinas, quanto equipamentos.

A automação como qualquer sistema, apoiado por computadores, que substitua o trabalho humano e que vise soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias e dos serviços. Através de pequenos computadores especializados, o controlador programável é possível fazer tanto o controle lógico quanto o controle dinâmico, com a vantagem de permitir ajustes mediante reprogramações. (MORAES E CASTRUCCI, 2001)

O Software E3, criado pela Elipse, permite a criação de aplicativos de supervisão e controle de processos em diversas áreas, ideal para uso em sistemas críticos permitindo a comunicação com vários protocolos e equipamentos. Na figura 10, representa se um sistema de automação baseado em computador utilizando o E3 para supervisão e controle do processo.

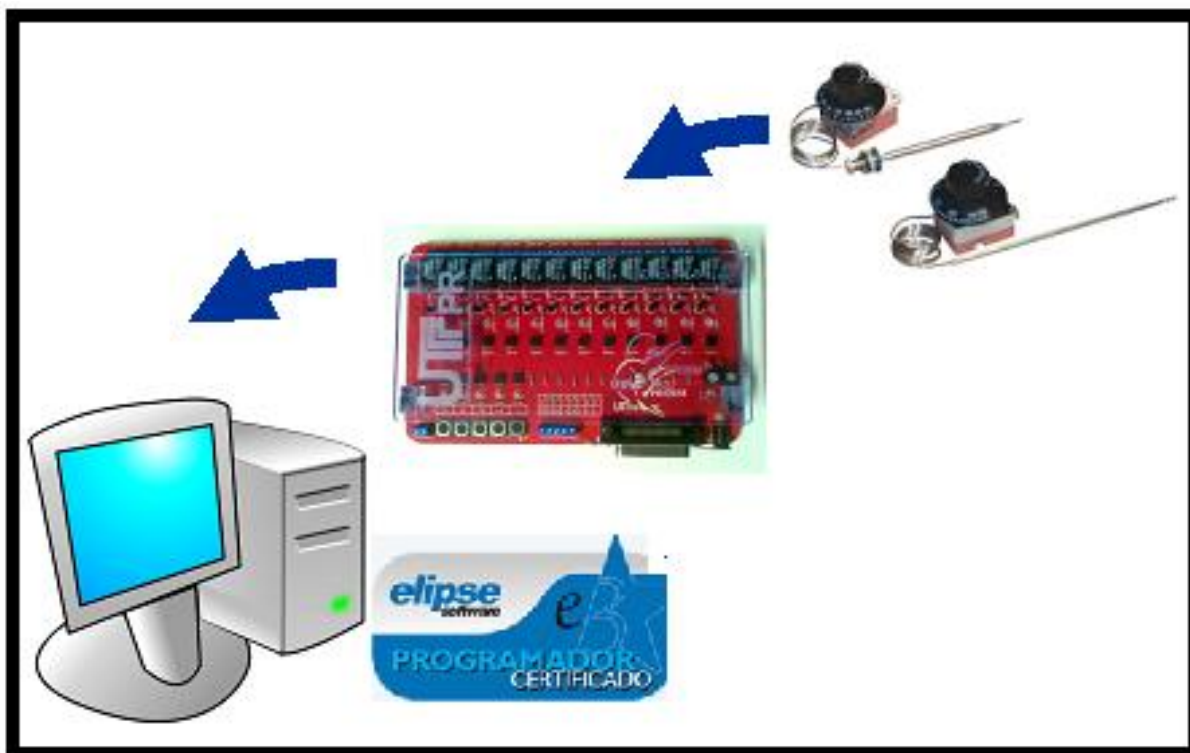


Figura 10: sistema de automação baseado em computador utilizando o E3

Fonte: Autoria própria, 2013

As principais características deste software são:

- Possuem servidores robustos que gerencia dados em tempo real;
- Fácil configuração;
- Tem o banco de dados aberto;
- Possui a ferramenta relatório;
- Suporte técnico gratuito.

O E3 é formado por três principais componentes, o E3 *Studio*, o E3 *Server* e o E3 *Viewer*.

O E3 *Studio* é uma ferramenta de configuração do sistema, é nele que se faz o desenvolvimento do supervisor, possuindo uma interface fácil de manuseio e um editor de *script* integrado.

O E3 *Server* é o servidor de aplicação, nele são processadas comunicações. Ele permite que vários usuários acessem ao mesmo tempo operando o sistema.

O E3 *Viewer* é a interface homem máquina, permitindo rodar a aplicação que está no servidor em qualquer computador. Tem como objetivo apresentar informações de forma rápida, fácil navegação e com uma alta qualidade gráfica.

O E3 tem a capacidade de trocar dados com vários equipamentos de aquisição de dados, a Elipse fornece o drive de comunicação necessário.

O usuário pode definir bibliotecas que são arquivos com extensão .LIB, podendo conter vários objetos no mesmo arquivo. Essas bibliotecas podem ser de dois tipos, a *XControls* e *XObjects*.

O *XControl* é uma biblioteca gráfica e o *XObject* é uma biblioteca de dados, podendo ser utilizados em várias telas para facilitar quando possui uma repetição no uso de partes gráficas ou partes de dados, porém quando a biblioteca for alterada, todos os lugares que utilizam elas serão alteradas automaticamente.

O E3 armazena os dados em formato de Access (.MDB). As informações de alarmes, eventos, histórico são armazenados em tabelas de bases de dados. Uma grande vantagem desse *software* é que não possui a necessidade de manutenção no banco de dados, o E3 apaga os dados antigos ou remaneja.

Todas as informações sobre alarmes ficam na Configuração de Alarmes para que se tenha um local centralizado e organizado. E durante a execução, todas as informações de alarmes são enviadas para o *AlarmServer*, é ele que gerencia a entrada e a saída de alarmes e seu reconhecimento.

O E3 possui a ferramenta de relatórios que permite criar qualquer tipo de relatório, utilizando dados de histórico ou de tempo real. Também é possível modular o designer gráfico do relatório, criando cabeçalhos, rodapés, gráficos, desenhos e pode ser colocado código de barras.

A Elipse E3 traz um fácil manuseio e a possibilidade de ter um suporte técnico gratuito faz com que o *software* seja bem visto.

As áreas de aplicações desse *software* são variadas, com isso, pode ser utilizados em vários tipos de aplicações, pode ter aplicações no cotidiano até aplicações industriais. (ELIPSE, 2013)

5. DESENVOLVIMENTO

A Empresa comprou uma Câmara Fria semi nova sem nenhum tipo de controle, possuía apenas uma chave liga/desliga e um termômetro no seu interior.

Para verificar a temperatura, um colaborador, teria que entrar na câmara fria, e observar no termômetro, se estivesse com uma temperatura elevada a unidade de resfriamento era ligada e se a temperatura estivesse baixa a unidade era desligada. A unidade de resfriamento permanecia ligada permanentemente, porém o motor estragou, e a empresa optou em comprar uma unidade de resfriamento com mais potência.

Como essa câmara fria era totalmente manual, a empresa depende dos colaboradores para o funcionamento correto da mesma, desta forma, acarretam-se alguns problemas, como por exemplo, a porta é esquecida aberta, não é ligado o ventilador, fechada a porta e não é desligada a iluminação interna, a temperatura não fica na faixa desejável e muitos outros problemas.

A empresa passou a ter perdas e prejuízos uma vez que a câmara fria permanecia funcionando mais tempo do que o necessário, e com o esquecimento da porta aberta começava a ter uma troca de calor entre o ar refrigerado do interior com a temperatura ambiente, acarretando em uma perda de rendimento.

Alguns casos foram constatados que os ventiladores quebravam, pois não ligavam os mesmos, e era efetuado o ligamento da unidade de resfriamento deixando de fazer o ar circular pelo interior da câmara fria, com isso, a umidade congelava o eixo do ventilador, quebrando o e também gerava um problema grave devido ao ar frio não circular no interior da Câmara Fria.

A proposta deste trabalho foi um Sistema de Automação para Câmaras Frias de Pequeno Porte, utilizando a tecnologia de Automação Baseada em Computador.

No sistema desenvolvido são utilizados ferramentas de gráfico de tendências, alarmes, *tags*, *scripts* e imagens e telas para facilitar na operação.

A Interface Eletrônica Optoacoplada, utilizada, foi desenvolvida no NUPET – Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da UTFPR - Campus Reitoria para utilização em Sistemas de Automação Baseada em Computador.

O sistema supervisório foi concebido pelos autores, com o apoio da Empresa *Elipse Software* após treinamento realizado na ferramenta de desenvolvimento E3.

O ambiente de aplicação deste trabalho foi realizado na Empresa Frios Telêmaco Borba Limitada, localizada na cidade paranaense de Telêmaco Borba, a qual possui uma Câmara Fria de 18 m³ para abastecer o mercado consumidor local e regional.

Também foi considerado a Câmara Fria dessa referida Empresa como um equipamento intitulado “Câmara Fria de Pequeno Porte”, quando comparado com outros sistemas de resfriamento e congelamento para estocagem temporária de alimentos.

5.1 TELAS SUPERVISÓRIO

Para uma visualização substancial do processo foram criadas 8 telas (Inicial, Menu, Processo, Operação, Sistema, Manutenção e Sistema Geral). Essas telas são criadas utilizando o *software E3 Studio*.

Na tela Inicial é à entrada do supervisório, onde se encontra o logo da empresa, o login para o operador ou o administrador acessar a tela de Processo, um botão para sair e um botão que direciona para a tela de alarme.

Essa tela Inicial da uma visão de tela de descanso onde depois de um determinado tempo sem operação volta automaticamente para ela. Na figura 11 mostra-se a tela inicial.



Figura 11: Tela Inicial

Fonte: Autoria própria, 2013

Na tela de Processo apresenta uma visão geral do sistema, ou seja, visualizam-se quais sensores estão acionados e quais atuadores estão ligados, e para uma fácil operação, eles estão representados com suas respectivas imagens. A seguir a figura 12, exibe a imagem dessa tela.

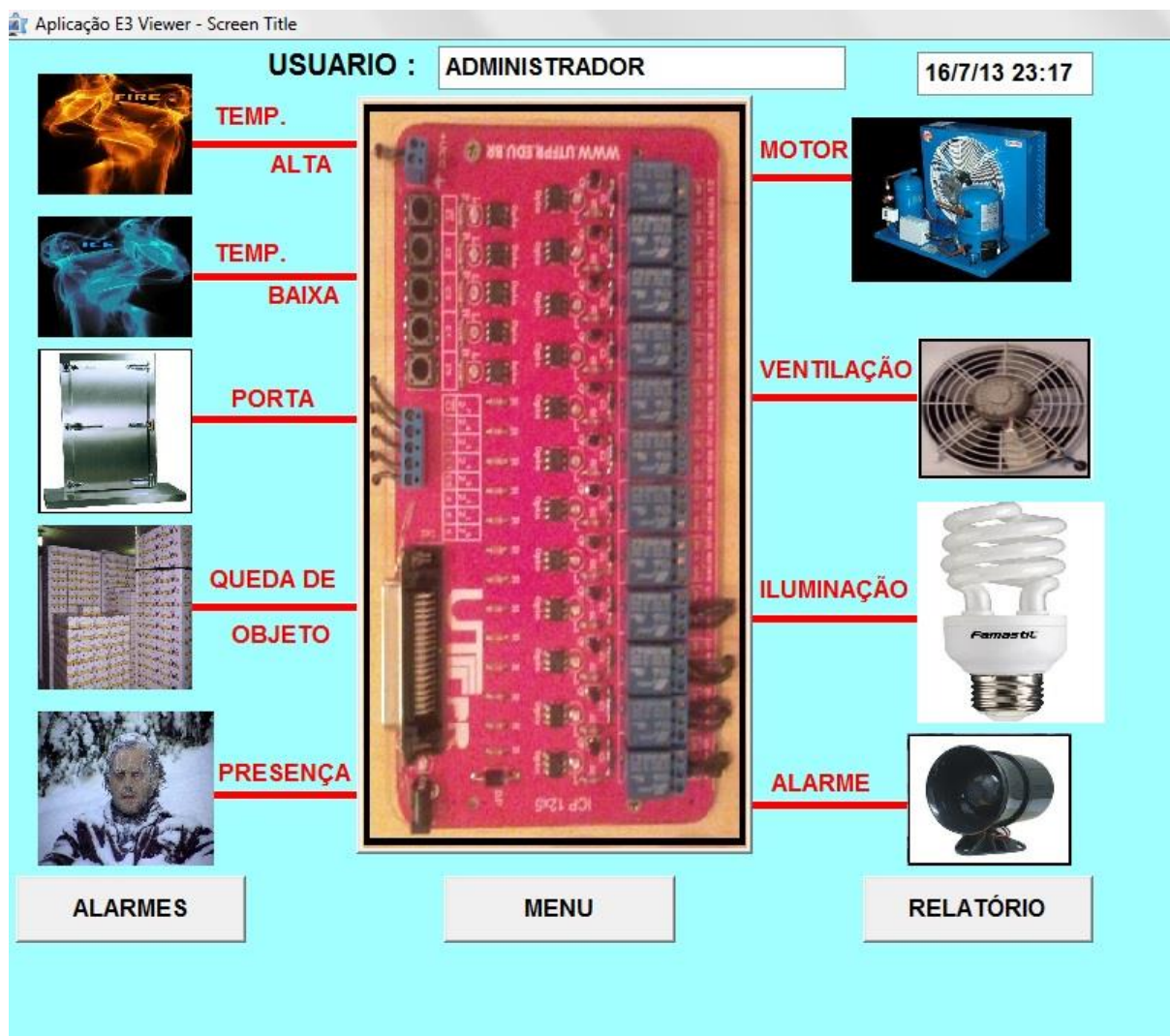


Figura 12: Tela de Processo

Fonte: Autoria própria, 2013

Nessa tela de Processo também se pode verificar qual usuário está logado e o acesso para 3 telas: a tela Menu, a tela Alarmes e a tela Relatório.

A tela de Menu tem como finalidade o acesso as demais telas para se ter um acesso fácil e rápido. Ela é chamada de tela modal devido abrir uma janela nova deixando visível a última tela acessada. A figura 13 ilustra a imagem da tela Menu.



Figura 13: Tela Menu

Fonte: Aatoria própria, 2013

Na tela Menu possui um botão de comando chamado relatório, ele dá o comando para imprimir um relatório contendo as principais informações de processo, como o consumo e a tendência de temperatura.

A tela de Operação, mostrado na Figura 14, apresenta as principais informações sobre a câmara fria, como a temperatura, a quantidade de tempo que o motor ficou ligado, e o consumo instantâneo de energia. Ela possui um gráfico de tendência para monitorar o ventilador, a temperatura e a unidade de resfriamento e também um quadro que mostra para uma visualização rápida dos alarmes.

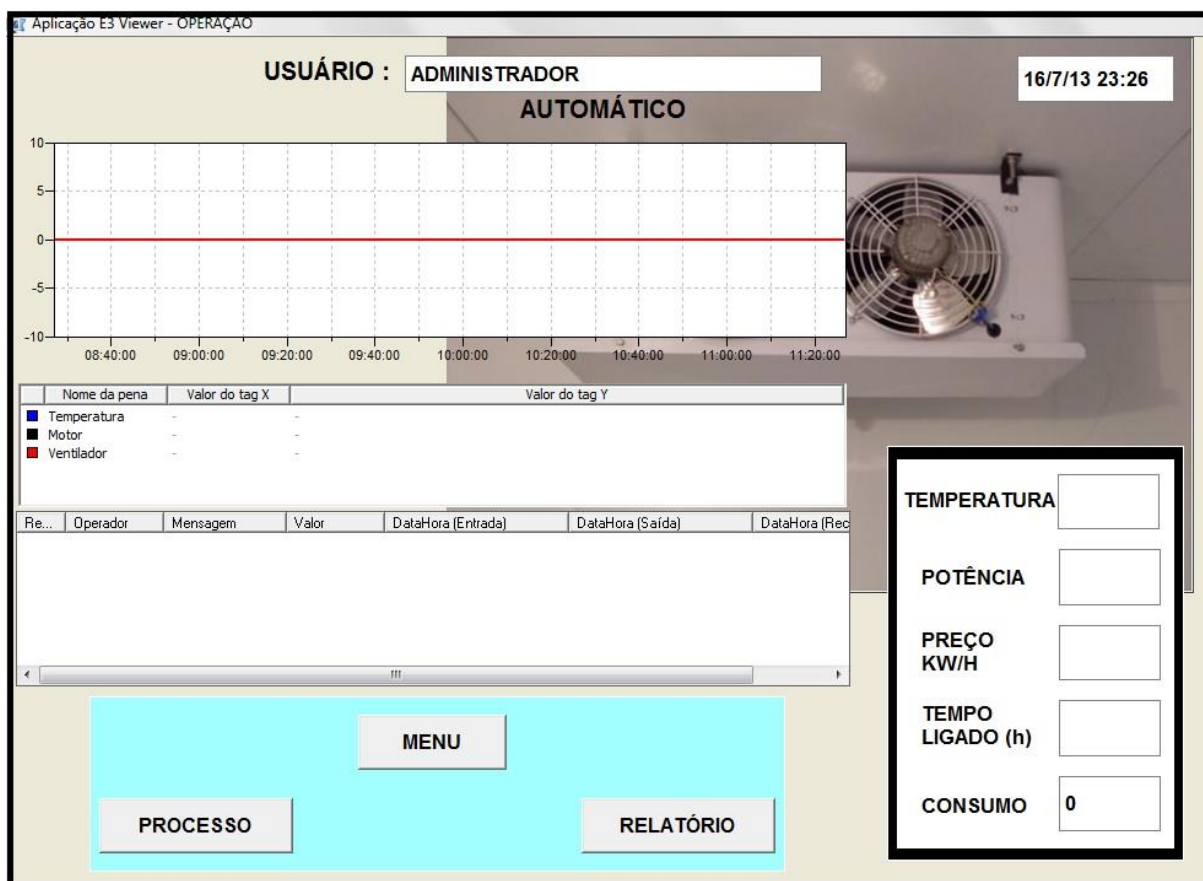


Figura 14: Tela de Operação

Fonte: Autoria própria, 2013

No quadro das tendências de temperatura, motor e ventilador para poder visualizar qual momento a temperatura esta alta ou baixa e quando o motor e o ventilador estiveram ligados ou desligados, ou seja, é um quadro de monitoração das três variáveis.

Na parte direita da tela de Operação mostra a informação da temperatura, do motor, do preço em kW/h, o tempo que o motor ficar ligado e o valor do consumo instantâneo.

A tela de Alarme apresenta informações sobre os alarmes ativos e o histórico dos que foram reconhecidos. Todos eles são gravados e mostrados dados a respeito deles, como a mensagem, o horário que ocorreu, o horário que normalizou e o horário que foi reconhecido. Essa tela também é uma tela modal para que possa abrir a tela de alarme e deixar outra tela no plano de fundo para visualização. Na figura 15, pode observar se a tela de Alarme.

Re...	Operador	Mensagem	Valor	DataHora (Entrada)	DataHora (Saída)	DataHora (Reconheci)
Não		Situação Normaliza...0		12/06/2012 23:33:47	12/06/2012 23:33:50	

Figura 15: Tela alarme

Fonte: Autoria própria, 2013

A tela Sistema é uma tela onde possui acesso restrito, ou seja, apenas usuários com permissão podem acessar essa tela. Ela mostra a visão geral do sistema e a tendência do estado da unidade de resfriamento, do ventilador e da temperatura. Nessa tela também tem o tempo que o motor ficou ligado e as informações do motor, como mostra a figura 16.

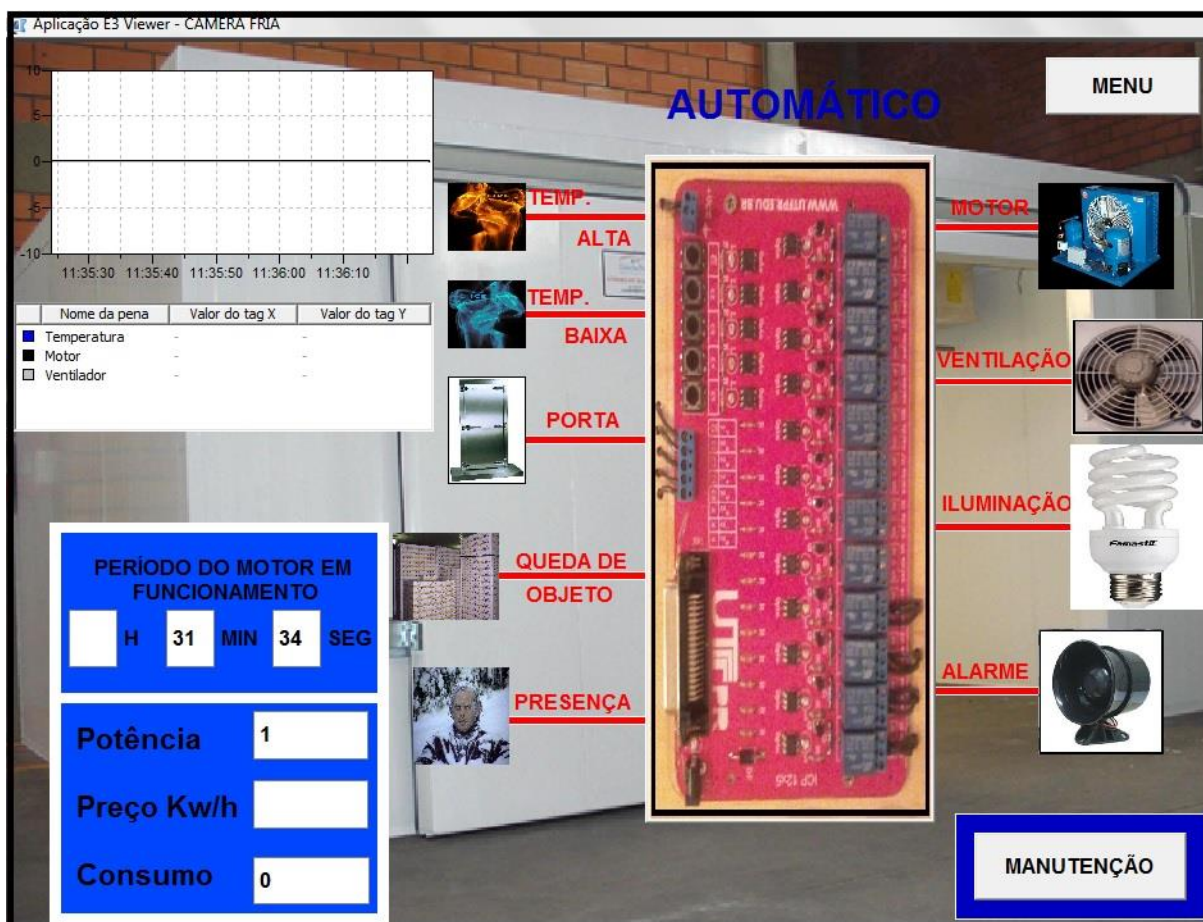


Figura 16: Tela Sistema

Fonte: Autoria própria, 2013

Nessa tela Sistema tem a visão do sistema em geral para facilitar a visualização das entradas e atuadores. Outra função desta tela é o único caminho para acessar a tela Manutenção, botão no canto direito inferior, esse caminho se deve pelo acesso restrito.

Na tela Manutenção tem como objetivo a visualização das tendências, da condição dos atuadores e a possibilidade de passar o controle para automático ou manual.

Também nessa tela, no canto esquerdo inferior, é aonde se faz a configuração da potência do motor e o valor do consumo de energia em reais, variáveis que podem ser alteradas de acordo com o tempo, principalmente o preço em kW/h, e possibilita zerar o tempo que o motor esta em operação. A figura 17 demonstra a tela Sistema.



Figura 17:Tela Manutenção

Fonte: Autoria própria, 2013

Quando o sistema esta em manual desabilita os sensores, ou seja, independente dos sensores pode ser feito o comando para que possa ligar ou desligar os atuadores, esse controle dos atuadores é feito através do quadro localizado no canto direito inferior, ligando ou desligando os atuadores desejados.

5.2 EVENTOS

A câmara fria tem que manter a temperatura interna entre 1°C até 8°C, portanto, a unidade de resfriamento tem que entrar em funcionamento quando essa temperatura estiver maior que 8°C e quando chegar em 1°C a mesma devera desligar.

O ventilador deve sempre estar ligado, apenas quando a porta estiver aberta o ventilador deve ser desligado. A porta da câmara fria não poderá ficar aberta por

um tempo superior a cinco minutos, devido a troca de calor entre a parte interna e externa da câmara fria, aumentando assim a temperatura interna.

O sensor de presença serve para avisar se tem alguém na parte interior da câmara, mas tem duas situações que merecem ser distinguida, a primeira situação é a iluminação, quando o funcionário estiver trabalhando dentro da câmara fria e a porta estiver aberta a iluminação deve acender, e a segunda situação é a segurança, quando alguém ficar preso dentro da câmara fria deverá soar um alarme.

O sensor ultrassônico deve visualizar se ocorrer algum movimento da carga dentro da câmara fria, quando a porta estiver fechada, acionando o alarme.

Para cada alarme deverá ser definido um tipo diferente de toque para que os colaboradores saibam qual é o problema com uma maior facilidade, e assim possa tomar as medidas cabíveis aquela situação.

Foi designado que a entrada 1 e 2 são dos termostato calibrados para 10 °C e 1 °C, respectivamente. A entrada 3 é o do sensor fim-de-curso, e as entradas 4 e 5 são os sensores ultrassônico e o infravermelho respectivamente.

Em cada evento da Câmara Fria possui uma combinação de sensores, como por exemplo a unidade de resfriamento vai ser ligado apenas quando a temperatura interna estiver maior que 10 °C e a porta fechada. Na tabela 2 está a descrição dos eventos e a combinação dos sensores.

Tabela 2: Eventos e seus respectivos combinações de sensores

EVENTOS	ENTRADAS				
	1	2	3	4	5
PORTA FECHADA T > 10 °C	1	1	1	0	0
PORTA FECHADA 1 °C < T < 10 °C	0	1	1	1	0
PORTA FECHADA T < 1 °C	0	0	1	1	0
PORTA ABERTA T > 10 °C S/ PRESENÇA	1	1	0	0	0
PORTA ABERTA T > 10 °C S/ PRESENÇA	1	1	0	1	0
PORTA ABERTA 1° < T > 10 °C S/ PRESENÇA	0	1	0	1	0
PORTA ABERTA T > 1 °C S/ PRESENÇA	0	0	0	1	0
PORTA ABERTA T > 1 °C S/ PRESENÇA	0	0	0	0	0
PRESENÇA PORTA FECHADA T > 10 °C	1	1	1	0	1
PRESENÇA PORTA FECHADA T > 10 °C	1	1	1	1	1

Fonte: Autoria própria, 2013

A partir da definição dos eventos foi feita a comunicação do *software* E3 com a interface eletrônica optoacoplada utilizando o *driver* de comunicação *IOGeneric.dll* para definir o valor de cada evento, pois ele fornece um valor de acordo com a combinação de sensores e não vem o sinal de cada entrada. Na tabela 3 é representado os valores que o *driver* fornece de acordo com cada evento.

Tabela 3: Valores de entrada de acordo com o evento

EVE NTOS	VALOR DE ENTRADA
PORTA FECHADA $T > 10^{\circ} \text{C}$	158
PORTA FECHADA $1^{\circ} \text{C} < T < 10^{\circ} \text{C}$	14
PORTA FECHADA $T < 1^{\circ} \text{C}$	78
PORTA ABERTA $T > 10^{\circ} \text{C}$ S/ PRESENÇA	190
PORTA ABERTA $T > 10^{\circ} \text{C}$ S/ PRESENÇA	174
PORTA ABERTA $1^{\circ} < T > 10^{\circ} \text{C}$ S/ PRESENÇA	46
PORTA ABERTA $T > 1^{\circ} \text{C}$ S/ PRESENÇA	110
PORTA ABERTA $T > 1^{\circ} \text{C}$ S/ PRESENÇA	126
PRESENÇA PORTA FECHADA $T > 10^{\circ} \text{C}$	150
PRESENÇA PORTA FECHADA $T > 10^{\circ} \text{C}$	134
PRESENÇA PORTA FECHADA $1^{\circ} \text{C} < T > 10^{\circ} \text{C}$	6
PRESENÇA PORTA FECHADA $T < 1^{\circ} \text{C}$	70
LIGAR LUZ $T > 10^{\circ} \text{C}$ C/ PRESENÇA	182
LIGAR LUZ $T > 10^{\circ} \text{C}$ C/ PRESENÇA	166
LIGAR LUZ $1^{\circ} \text{C} < T < 10^{\circ} \text{C}$ C/ PRESENÇA	54
LIGAR LUZ $1^{\circ} \text{C} < T < 8^{\circ} \text{C}$ C/ PRESENÇA	38
LIGAR LUZ $T < 1^{\circ} \text{C}$ C/ PRESENÇA	102
LIGAR LUZ $T < 1^{\circ} \text{C}$ C/ PRESENÇA	118

Fonte: Aatoria própria, 2013

A etapa seguinte é a criação de *tags* (Palavra em inglês que significa etiqueta) para a identificação das variáveis de entrada. Como o *driver* interpreta os sinais digital dos sensores e converte em um valor inteiro, é necessário a conversão desse valor para um sinal digital para as *tags* criada para os sensores.

A criação de *tags* é feita utilizando *software* E3 *Studio*, e é criado na pasta dados localizado no *organizer*, como mostra a figura 18.

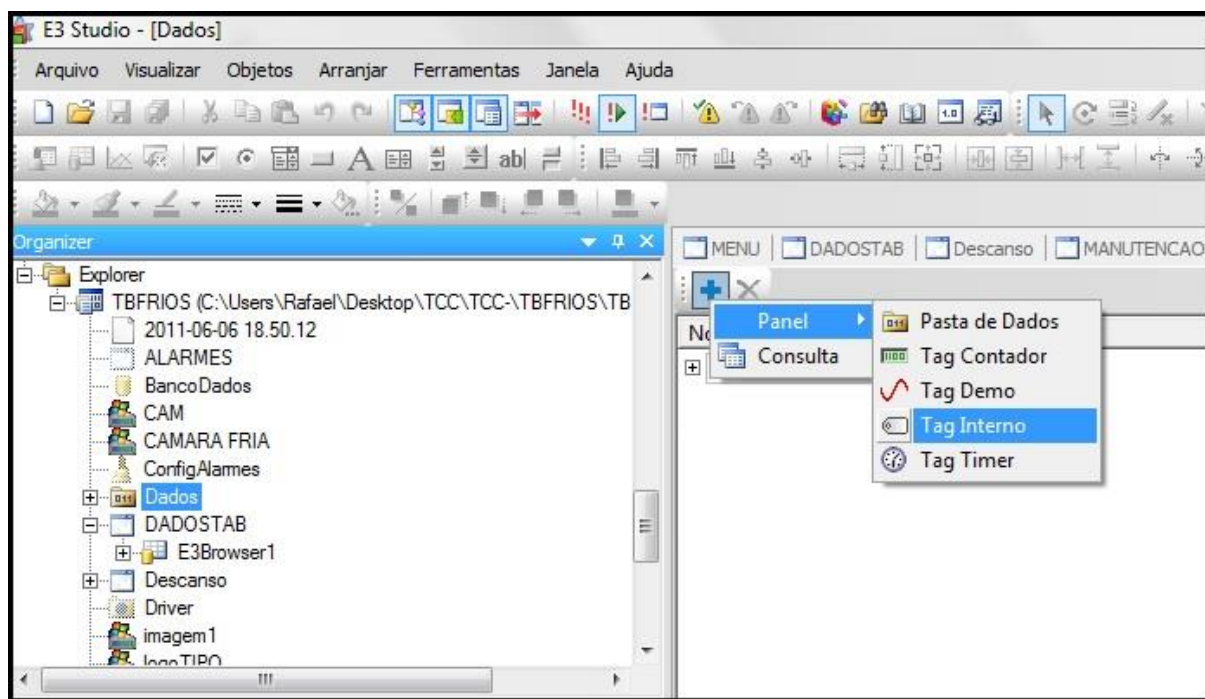


Figura 18: Criação de tags

Fonte: Autoria própria, 2013

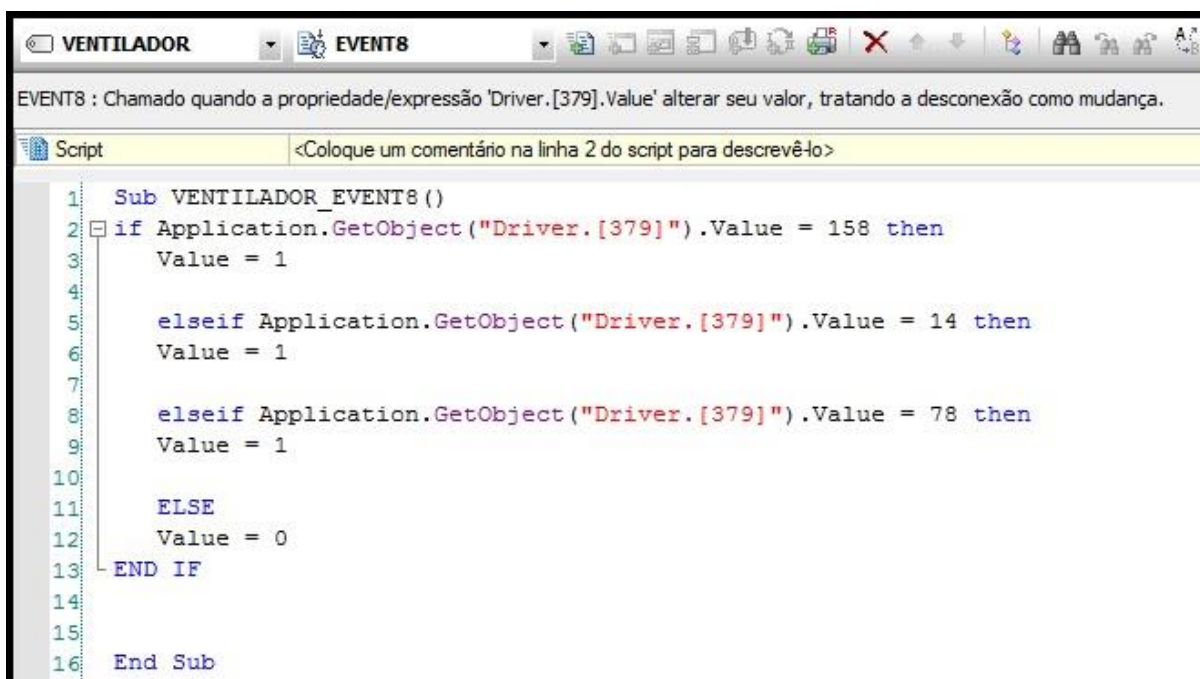
As tags utilizadas são:

- HoraAtual;
- MotorVent;
- Vent;
- Iluminação;
- SirenePresença;
- Temperatura;
- Consumo;
- Porta;
- MOTOR;
- VENTILADOR;
- Onda;
- Cronometro;
- Segundo;
- Minuto;
- Hora;
- Potencia;

- Preço;
- Total;
- TempAlta;
- TempBaixa;
- PresoInterior;
- AbrirPorta.

Após a criação das *tags* parte-se para a utilização de *scripts*, eles são procedimentos escritos em uma linguagem de programação própria da Elipse que permite uma associação de ações e eventos.

Os *scripts* são iniciados quando ocorre um evento, ou seja, quando um dos sensores alterarem o nível lógico o valor do sinal de entrada mudará, com isso, todos os *scripts* que estão programados para receber o novo valor de entrada serão acionados. Para fazer a conversão do valor inteiro para sinal digital é feito um *script* de comparação, onde toda vez que o valor recebido é feito uma comparação e todos os resultados positivos irão realizar a programação. Na figura 19 está um exemplo de *script* para a conversão do valor inteiro para sinal digital.

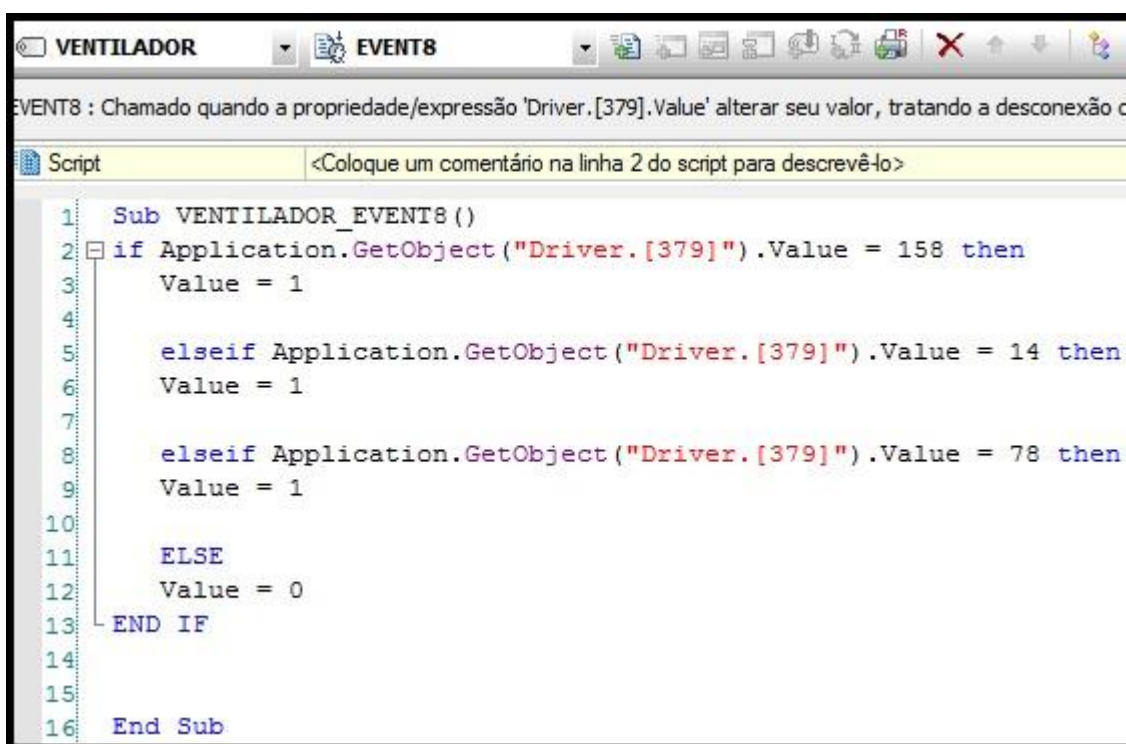


```
VENTILADOR  EVENTS
EVENTS : Chamado quando a propriedade/expressão 'Driver.[379].Value' alterar seu valor, tratando a desconexão como mudança.
Script <Coloque um comentário na linha 2 do script para descrevê-lo>
1  Sub VENTILADOR_EVENTS ()
2  if Application.GetObject("Driver.[379]").Value = 158 then
3      Value = 1
4
5      elseif Application.GetObject("Driver.[379]").Value = 14 then
6          Value = 1
7
8          elseif Application.GetObject("Driver.[379]").Value = 78 then
9              Value = 1
10
11         ELSE
12             Value = 0
13     END IF
14
15
16     End Sub
```

Figura 19: Script para conversão do valor inteiro para sinal digital

Fonte: Autoria própria, 2013

Após a programação dos sensores de entrada é feita a programação dos atuadores. Também feita através de script, porém o atuador pode ser programado de duas maneiras, a primeira é a combinação das *tags* dos sensores de entradas e a segunda maneira é utilizando o valor inteiro pego diretamente do *driver*. Nesse projeto foi utilizado a combinação de sensores para acionar os atuadores. Na figura 20 é ilustrada um exemplo de combinação de sensores para que o ventilador ligue ou desligue.



```
1 Sub VENTILADOR_EVENTS8 ()
2 if Application.GetObject("Driver.[379]").Value = 158 then
3     Value = 1
4
5     elseif Application.GetObject("Driver.[379]").Value = 14 then
6     Value = 1
7
8     elseif Application.GetObject("Driver.[379]").Value = 78 then
9     Value = 1
10
11 ELSE
12     Value = 0
13 END IF
14
15
16 End Sub
```

Figura 20: Script com combinações de atuadores

Fonte: Autoria própria, 2013

Após a criação dos *scripts* é feita associações, essas associações são feitas nos objetos de tela, como por exemplos os *displays* que através da associação pode se escrever o valor de uma *tag*, outro exemplo é a troca de cor de objetos de acordo com a associação, se a unidade de resfriamento estiver ligada o objeto tem a cor verde e se estiver desligado, o objeto passa a ser vermelho. É utilizado gráficos de tendência e o operador pode retirar relatórios para um acompanhamento de variáveis. A utilização dessas ferramentas foi para um melhor aproveitamento do *software* e ter um ambiente fácil e agradável.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com a utilização da interface eletrônica optoacoplada junto com o *software* E3 foi possível a implantação do sistema de automação baseada em computador para o controle da câmara fria, provando que utilizando esse sistema é possível controlar processos pequenos e grandes com confiabilidade.

No supervisório desenvolvido tem-se a possibilidade de monitoração da câmara fria, a verificação através de alarmes as possíveis falhas e ter uma maior segurança no processo, pois com esse controle as perdas por temperatura foi eliminada.

Com esse sistema a empresa passou a ter uma economia de aproximadamente 8% no consumo de energia elétrica, devido ao fato que a câmara fria não fica ligada sem necessidade, ou seja, só liga no intervalo de 1º à 8º C.

Como o sistema é robusto o custo com manutenção diminuiu, ou seja, além dos componentes da câmara fria ter aumentado a vida útil, o sistema possui componentes de baixo custo e grande durabilidade.

Foi possível observar que futuramente faz-se necessária a integração de um sistema de estoque na empresa, para que o mesmo possa ser gerido com mais eficiência, mantendo alarmes quando o estoque atingir o mínimo desejado pelo dono da empresa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Edwin P; PALMQUIST, Roland E. **MANUAL DE GELADEIRAS: Residenciais, Comerciais e Industriais.** Hemus Editora Limitada, 1983. Vol. 1 e 3.

CHAGAS, José Augusto Castro. **PROJETO E CONSTRUÇÃO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS.** YORK Refrigeration. Joinville – SC,2012.

CINEL. TRANSMISSÃO DE DADOS. Disponível em <<http://www.cinelformacao.com/tda/files/ud1/ud1cap1p6.htm> > Acesso em 10 jan. 2013.

DIONYSIO, Renata Barbosa; MEIRELLES, Fátima Ventura Pereira. **Conservação de Alimentos.** Disponível em: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_conservacao_de_alimentos.pdf> Acesso em 10 jan. 2013.

ELIPSE Software. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>> Acesso em 10 jan 2013.

FERRAZ, Fábio. **APOSTILA DE REFRIGERAÇÃO.** (Apostila da disciplina Refrigeração, Curso de Eletromecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia).2008.

FILHO, Ernani Moura Amaral. **COMO FUNCIONA O SENSOR DE PRESENÇA.** Disponível em <<http://www.datalink.srv.br/como-funciona-sensor-de-presenca>> Acesso em 25 fev. 2013

FRANÇA, Fernando. **Controle Térmico de Ambientes**. Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP. Disponível em: < www.fem.unicamp.br/~em672/Ciclo_Refrigeracao_Refrigerantes.doc > Acesso em 20 de junho de 2013

LIPSON, Philip; ZALM, Geert van der. **PC vs. PLC: Comparing Control Options**. Bosh Rexroth Corp, 2011. Disponível em: <http://www.automation.com/pdf_articles/Rexroth_PLCvsPC_L.pdf> Acesso em 20 de junho de 2013.

IBTS – Instituto Brasileiro de telas Soldadas. Cresce demanda por construção de Câmaras Frigoríficas. Disponível em: <http://www.ibts.org.br/jornal/jor0701_txt02.htm> Acesso em 01 de junho de 2013.

NAKAMURA, Juliana. **Abaixo de Zero**. Técnica. Edição 156. Março 2010. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/156/abaixo-de-zero-camaras-frias-e-frigorificos-precisam-manter-285479-1.aspx> > Acesso em 10 de junho de 2013.

MESSIAS, Antônio Rogério. INTRODUÇÃO À PORTA PARALELA. 2006. Disponível em < <http://www.rogercom.com/pparalela/introducao.htm> > Acesso em 15 de setembro de 2013.

MORAES, Cícero C. de M.; CASTRUCCI, Plínio de L.. **ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. LTC – Livros Técnicos e Científicos editora S.A..Rio de Janeiro, 2001.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro U. B. Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações. 5ª ed. São Paulo. Érica,

WENDLING, Marcelo. **Sensores**. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Guaratinguetá, 2010.