



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**Relatório de Estágio Integrado Realizado na
MANA Engenharia
Salvador - BA**

**Edson da Costa Pereira Filho
Matrícula: 20221144**

Período de 15/02/2006 a 22/09/2006

Campina Grande - PB
Setembro de 2006

EDSON DA COSTA PEREIRA FILHO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NA
MANA ENGENHARIA**

Relatório apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica em cumprimento às exigências regimentais para a conclusão da disciplina “Estágio Integrado”.

Área de concentração: Instrumentação.

Orientador – UFCG: Prof. Damásio Fernandes Júnior

Supervisor – MANA: Eng. Vinícius Samways

Supervisor – MANA: Eng. José Carlos Barbosa de Souza

Campina Grande – PB

Setembro de 2006



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Aos meus pais Edson da Costa Pereira e Gisélia Gomes Pereira que me educaram de forma dedicada, propiciando-me condições para um futuro próspero e brilhante. À minha esposa Melina Almeida Felipe Ramalho, pelo apoio e incentivo que me ajudaram a alcançar os objetivos até o presente buscados.

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	6
2 - OBJETIVO.....	6
3 - A MANA ENGENHARIA.....	7
4 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
4.1 - INTRODUÇÃO À INSTRUMENTAÇÃO	9
4.2 - CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	9
4.2.1 - Classificação por Função	9
4.2.2 - Classificação por Sinal de Transmissão ou Suprimento	11
4.2.2.1 - Tipo Pneumático	11
4.2.2.2 - Tipo Hidráulico	12
4.2.2.3 - Tipo Elétrico.....	12
4.2.2.4 - Tipo Digital	13
4.2.2.5 - Via Rádio.....	14
4.2.2.6 - Via Modem.....	14
4.3 - SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTAÇÃO	15
4.3.1 - Simbologia Conforme Padrão ISA.....	15
4.3.1.1 - Finalidades	15
4.3.1.2 - Aplicação nas atividades de trabalho	16
4.3.1.3 - Aplicação para Classes e Funções de Instrumentos	17
4.3.1.4 - Conteúdo da Identificação da Função	17
4.3.1.5 - Conteúdo de Identificação da Malha.....	17
4.3.1.6 - Símbolos de Linha de Instrumentos	19
4.3.1.7 - Símbolos de Instrumentos	20
5 - ATIVIDADES REALIZADAS NO ESTÁGIO.....	22
5.1.1 – Trabalhos Desenvolvidos	22
5.1.2 – Principais Trabalhos	23
5.1.2.1 - Estudo de Projetos Conceituais para desenvolvimento de Projeto Básico e de Detalhamento.....	23
5.1.2.2 - Monitoração de processo de compra de Instrumentos	24
5.1.2.3 - Elaboração de Folhas de Especificação de Instrumentos.....	25
5.1.2.4 - Projeto de Detalhamento de Instalação de Caldeira.....	26
5.1.2.5 - Projeto de Detalhamento de Unidade Compressora de Liquefação de Cloro.....	28
6 – CONCLUSÕES E AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO	30
7 - BIBLIOGRAFIA	31

APÊNDICE A.....	32
A - CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS	32
A.1 - INTRODUÇÃO.....	32
A.2 - DEFINIÇÕES.....	32
A.2.1 - Atmosfera Explosiva	32
A.2.2 - Área Classificada.....	33
A.2.3 - Explosão	33
A.2.4 - Ignição	33
A.3 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO AS NORMAS EUROPÉIAS (IEC)	33
A.3.1 - Classificação em Zonas	33
A.3.2 - Classificação em Grupos	34
A.4 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO AS NORMAS AMERICANAS (NEC)	35
A.4.1 - Classificação em Divisão	35
A.4.2 - Classificação em Classes.....	35
A.4.3 - Classificação em Grupos	36
A.5 - COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS EUROPÉIA E AMERICANA	36
A.5.1 - Quanto aos Materiais.....	36
A.5.2 - Quanto a Periodicidade	37
A.6 - TEMPERATURA DE IGNIÇÃO ESPONTÂNEA	37
A.7 - MÉTODOS DE PROTEÇÃO	39
A.7.1 - Possibilidade de explosão.....	39
A.7.2 – Equipamentos à prova de explosão (Ex d)	40
A.7.3 - Pressurizado (Ex p)	41
A.7.4 - Encapsulado (Ex m)	41
A.7.5 – Imerso em Óleo (Ex o)	42
A.7.6 - Enchimento de Areia (Ex q).....	42
A.7.7 - Segurança Intrínseca (Ex i)	42
A.7.8 - Segurança Aumentada (Ex e)	43
A.7.9 - Não Acendível (Ex n).....	43
A.7.10 - Proteção Especial (Ex s).....	44
A.7.11 - Combinações das Proteções	44
A.7.12 - Aplicação dos Métodos de Proteção	44

Lista de Símbolos e Abreviaturas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BVQI – Bureau Veritas Quality International

CST – Companhia Siderúrgica de Tubarão

GRIDE – Sistema Gestor de Recursos, Informações e Documentos de Engenharia

IEC – International Electrical Commicion

ISA – Instrument Society of America

ISO – International Organization for Standardization

NDT – Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologia

NFPA – National Fire Protection Association

NPT – Conexão tipo Rosca Cônica

PLC – Controlador Lógico Programável

RF – Conexão Flangeada com Ressalto

SDCD – Sistema de Controle Digital Distribuído

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

TAG – Identificação de Instrumentos

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação por função	10
Tabela 2 - Letras de Identificação de Instrumentos.	18
Tabela A.1 – Classificação IEC em Zonas.	34
Tabela A.2 – Classificação IEC em Grupos.	35
Tabela A.4 – Classificação NEC em Classes.	36
Tabela A.5 – Classificação NEC em Grupos.	36
Tabela A.6 – Comparação IEC / NEC – Substâncias.	37
Tabela A.7 – Comparação IEC / NEC – Periodicidade	37
Tabela A.8 – Categorias de Temperatura de Superfície	38
Tabela A.9 - Aplicação dos Métodos de Proteção	44

Lista de Figuras

Figura 1 – Instituições acreditadoras	7
Figura 2 - Exemplo de configuração de uma malha de controle	10
Figura 3 – Simbologia de Instrumentos.....	20
Figura 4 – Simbologia de Instrumentos em casos especiais.....	21
Figura 5 – Etapas de elaboração de projeto	23
Figura 6 – Modelo de processo de compra.....	24
Figura 7 – Esquema de interligação de instrumentos da Caldeira.....	27
Figura 8 - Esquema de interligação de instrumentos do Sistema de Liquefação de Cloro .	29
Figura A.1 – Exemplo de Classificação por Zonas	34
Figura A.2 – Triângulo de Ignição	39

1 - INTRODUÇÃO

Os alunos de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande acumulam, durante todo o curso, os conhecimentos teóricos necessários para seu desenvolvimento profissional.

Apesar de toda a vasta gama de tais conhecimentos adquiridos, seus detentores carecem da imprescindível experiência prática, que lhes permita complementar sua formação profissional. Para tanto, a disciplina de estágio é de fundamental importância.

O sucesso de um estágio depende essencialmente de três fatores, a eficiência da orientação, o empenho e dedicação do estagiário e a boa escolha da Empresa em que o treinamento deverá se realizar.

No caso concreto, a MANA Engenharia, uma empresa renomada na área de projetos industriais, com forte atuação em petroquímicas, foi onde o treinamento se deu, vez que, a mesma oferece plenas condições de transmitir experiências, principalmente em seus diversos campos de trabalho.

Vale ressaltar que, sem favor, a empresa em causa atua de forma consonante com a moderna mentalidade empresarial, que estimula a cultura e a política de valorização da Universidade Brasileira, e do estagiário, para cuja formação contribui, como sendo, o beneficiário do estágio, um colaborador em potencial.

2 - OBJETIVO

O Estágio tem como objetivo propiciar a integração do estudante no contexto da engenharia, procurando aperfeiçoamento técnico com o auxílio da prática e, além disso, contribuir na solução dos problemas da empresa.

3 - A MANA ENGENHARIA

A MANA é uma empresa de engenharia que atua principalmente no segmento industrial, fazendo projetos Básicos e de Detalhamento de diversas especialidades como, Processo, Mecânica, Tubulação, Elétrica, Instrumentação e Automação. Seu Sistema de Qualidade possui certificação ISO 9001:2000, o que demonstra o interesse da empresa em desenvolver um trabalho cada vez mais qualificado.

A presença geográfica da Empresa está estabelecida com uma Unidade Operacional em Salvador/BA, que atende ao Norte e Nordeste, e outra Unidade Operacional sediada no Rio de Janeiro/RJ atendendo às demandas das regiões Sudoeste, Sul e Centro-Oeste.

Sistema da Qualidade - ISO 9001:2000

A MANA foi a primeira empresa a obter a certificação ISO 9001:2000, no Norte e Nordeste. O Sistema da Qualidade Mana foi certificado pelo BVQI, e validado por quatro grandes instituições acreditadoras, todas de renome internacional. As auditorias realizadas pelo BVQI têm recomendado a manutenção do Certificado, o que demonstra o compromisso em manter um modelo eficaz e orientado para a melhoria contínua.

Com a implantação do Sistema de Gestão da Qualidade, todas as atividades e etapas dos processos produtivos foram padronizadas, não só no âmbito das especialidades de engenharia, como em todas as demais áreas de apoio. Para preservar estes padrões, foi criado um programa de treinamento e avaliação que viabiliza o desenvolvimento contínuo das equipes.



Figura 1 – Instituições acreditadoras.

A Qualidade na prática

A Mana atua nas áreas de Gerenciamento de Projetos, Engenharia Básica e de Detalhamento. Como consequência do domínio e uso de conhecimentos multidisciplinares, a organização está capacitada a prestar serviços em um âmbito bastante abrangente. Um dos importantes diferenciais competitivos, entretanto, é que cada um destes serviços é desenvolvido de acordo com as especificações e padrões de qualidade estabelecidos pelos clientes.

Para que seja possível atender, particularmente, cada cliente, no início dos contratos são definidas regras e diretrizes que são discutidas e estabelecidas em comum acordo, num exercício de sintonia que envolve tanto o cliente quanto a equipe responsável pela coordenação das atividades. Os parâmetros e especificações definidos são, então, registrados em documentos, que passam a compor uma espécie de mini sistema da qualidade específico do projeto em questão.

A Tecnologia

Considerando a importância estratégica da Tecnologia da Informação, é mantido um Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologia – NDT – composto por profissionais com formação em engenharia e sistemas, que se dedicam integralmente ao desenvolvimento de novas soluções. O objetivo é o de garantir que todas as informações de um projeto compartilhem um único banco de dados, desde as concepções iniciais até os níveis finais de detalhamento.

Tecnologia desenvolvida pelo NDT

GRIDE – Sistema Gestor de Recursos, Informações e Documentos de Engenharia, que organiza e centraliza, em uma mesma interface, toda a cadeia produtiva. Esta integração das informações é particularmente eficiente em contratos nos quais os clientes mantêm vários pequenos projetos em paralelo. Os investimentos nesta solução garantem um contínuo desenvolvimento de novos módulos, com crescimento acentuado do nível de integração dos diferentes profissionais (www.manaengenharia.com.br).

4 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 - INTRODUÇÃO À INSTRUMENTAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO é a ciência que desenvolve e aplica técnicas para adequação de instrumentos de segurança, medição, transmissão, indicação, registro e controle de variáveis físicas, em equipamentos, nos processos industriais (SENAI/CST, 1999).

Nas indústrias de processos tais como siderúrgicas, petroquímicas, alimentícias, de celulose, etc.; a instrumentação é responsável pelo rendimento máximo dos processos, fazendo com que toda energia cedida, seja transformada em trabalho, na elaboração do produto desejado (SENAI/CST, 1999).

As principais grandezas que traduzem transferências de energia, no processo, são: PRESSÃO, NÍVEL, VAZÃO, TEMPERATURA, as quais denominamos de variáveis de um processo (SENAI/CST, 1999). Além dessas podemos citar outras variáveis não menos importantes, e que também precisam ser monitoradas para garantir a integridade de equipamentos e, conseqüentemente, o bom funcionamento da Planta (Instalação produtiva - fábrica). São elas: CONCENTRAÇÃO, CORRENTE ELÉTRICA, FORÇA, FREQUÊNCIA, TENSÃO ELÉTRICA e VIBRAÇÃO.

4.2 - CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Existem vários métodos de classificação de instrumentos de medição, dentre os quais podemos citar:

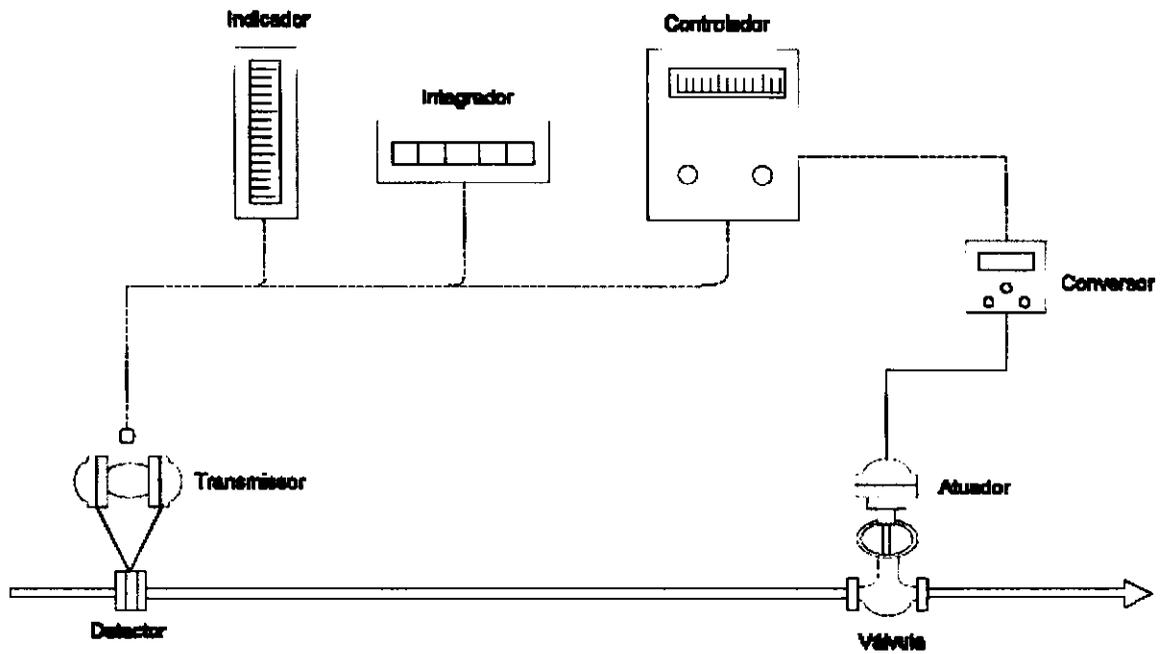
Classificação por:

- Função;
- Sinal transmitido ou suprimento;
- Tipo de sinal.

4.2.1 - Classificação por Função

Os instrumentos podem estar interligados entre si, para realizar uma determinada tarefa, nos processos industriais. A associação desses instrumentos chama-se MALHA e, em uma malha, cada instrumento executa uma função.

Os instrumentos que podem compor uma malha são classificados por função, cuja descrição sucinta pode ser obtida na Tabela 1 (SENAI/CST, 1999).



Fonte: SENAI/CST, 1999.

Figura 2 - Exemplo de configuração de uma malha de controle.

Tabela 1 - Classificação por função.

INSTRUMENTO	DEFINIÇÃO
Detetor	É um dispositivo com o qual conseguimos detectar alterações na variável do processo. Pode ser ou não parte do transmissor.
Transmissor	Instrumento que tem a função transmitir um sinal à distância para outro instrumento receptor, normalmente localizado no painel, adequando o sinal do Detetor para essa finalidade.
Indicador	Instrumento que indica o valor da quantidade medida enviada pelo Detetor, Transmissor, etc.
Registrador	Instrumento que registra graficamente valores instantâneos medidos ao longo do tempo, valores estes enviados pelo Detetor, Transmissor, Controlador etc.
Conversor	Instrumento cuja função é a de receber uma informação na forma de um sinal, alterar esta forma e emití-la como um sinal de saída, proporcional ao de entrada.
Unidade Aritmética	Instrumento que realiza operações nos sinais de valores de entrada de acordo com uma determinada expressão e fornece uma saída resultante da operação.
Integrador	Instrumento que indica o valor obtido pela integração de quantidades medidas sobre o tempo.
Controlador	Instrumento que compara o valor medido com o desejado e, baseado na diferença entre eles, emite sinal de correção para a variável manipulada, a fim de que tal diferença se anule.
Elemento Final de Controle	Dispositivo cuja função é modificar o valor de uma variável de processo de modo a levá-la a um valor desejado.

Fonte: SENAI/CST, 1999.

4.2.2 - Classificação por Sinal de Transmissão ou Suprimento

Os equipamentos podem ser agrupados conforme o tipo de sinal transmitido ou de acordo com seu suprimento. A seguir, serão descritos seus principais tipos, bem como suas vantagens e desvantagens (SENAI/CST, 1999).

4.2.2.1 - Tipo Pneumático

Esse tipo de transmissão utiliza um fluido comprimido, cuja pressão é alterada de modo a representar um valor desejado. Nesse caso a variação da pressão do fluido é linearmente manipulada numa faixa específica, padronizada internacionalmente, para representar a variação de uma grandeza, desde seu limite inferior até seu limite superior. O padrão de transmissão ou recepção de instrumentos pneumáticos mais utilizados é de 0,2 a 1,0 kgf/cm².

Os sinais de transmissão analógica normalmente começam em um valor acima do zero, para termos segurança, em caso de rompimento do meio de comunicação (SENAI/CST, 1999).

O fluido mais utilizado neste tipo de transmissão é o ar comprimido, sendo também possível o uso do NITROGÊNIO e, em casos específicos, como o de locais de difícil acesso, onde se torna inviável a instalação de compressores de ar, como em instalações para extração de gás natural, utiliza-se o próprio GÁS NATURAL, como fluido pneumático (SENAI/CST, 1999).

Vantagem

A grande e única vantagem, em se utilizar os instrumentos pneumáticos, está no fato de que os mesmos podem ser operados com segurança, em áreas onde existem riscos de explosão (centrais de gás, por exemplo).

Desvantagens

- a) Necessita-se de tubulações de ar comprimido (ou outro fluido), para seu suprimento e funcionamento;
- b) Necessita-se de equipamentos auxiliares, tais como compressor, filtro, desumidificador, etc., para fornecerem, aos instrumentos, ar seco e sem partículas sólidas;

c) devido ao atraso que ocorre na transmissão do sinal, este não pode ser enviado a longas distâncias sem uso de reforçadores. Normalmente a transmissão é limitada a aproximadamente 100 m;

d) vazamentos ao longo da linha de transmissão ou mesmo nos instrumentos são difíceis de serem detectados;

e) tal sistema, não permite conexão direta com sistemas de computação.

4.2.2.2 - Tipo Hidráulico

Similar ao tipo pneumático, e com desvantagens equivalentes, o tipo hidráulico utiliza-se da variação de pressão exercida em óleos hidráulicos, para transmissão de sinais. É especialmente utilizado em aplicações onde torque elevado é necessário, ou quando o processo envolve altas pressões (SENAI/CST, 1999).

Vantagens

a) Podem gerar grandes forças e assim acionar equipamentos de grandes pesos e dimensões;

b) oferecem respostas rápidas.

Desvantagens

a) Necessitam de tubulações de óleo para transmissão e suprimento;

b) necessitam de inspeções periódicas do nível de óleo, bem como de troca regular do mesmo;

c) necessitam de equipamentos auxiliares, tais como reservatório, filtros, bombas, etc.

4.2.2.3 - Tipo Elétrico

Esse tipo de transmissão é feito utilizando sinais elétricos, de corrente ou de tensão.

Face à tecnologia disponível no mercado em relação à fabricação de instrumentos eletrônicos microprocessados, hoje, é esse tipo de transmissão largamente usado, em todas as indústrias onde não ocorrem riscos de explosão. Assim como na transmissão pneumática, o sinal é linearmente modulado em uma faixa padronizada, representando o

conjunto de valores entre o limite mínimo e máximo de uma variável de qualquer processo. Como padrão para transmissões a longas distâncias, são utilizados sinais em corrente contínua, variando de 4 a 20 mA, e para distâncias de até 15 metros, aproximadamente, também utilizam-se sinais em tensão contínua de 1 a 5 V (SENAI/CST, 1999).

Vantagens

- a) Em determinados casos, a alimentação pode ser feita pelos próprios fios que conduzem o sinal transmitido;
- b) fácil conexão a Microprocessadores (PLC's e SDCD's);
- c) fácil instalação, com relação aos demais tipos de transmissão de sinais;
- d) para sinais de corrente 4 a 20 mA, permite transmissões a longas distâncias e sem perdas;

Desvantagens

- a) O sistema necessita de técnicos especializados para sua instalação e manutenção;
- b) o mesmo exige utilização de instrumentos e cuidados especiais, nas instalações localizadas em áreas de riscos;
- c) tal sistema exige cuidados especiais na escolha do encaminhamento de cabos ou fios de sinais;
- d) nesses sistemas, os cabos de sinais devem ser protegidos contra ruídos elétricos.

4.2.2.4 - Tipo Digital

Nesse tipo, “pacotes de informações” sobre a variável medida são enviados para uma estação receptora, através de sinais digitais modulados e padronizados. Para que as comunicações entre os elementos transmissores e receptores sejam realizadas com êxito, é utilizada uma “linguagem” padrão, chamada “protocolo de comunicação” (SENAI/CST, 1999).

Vantagens

- a) Tais sistemas, não necessitam ligações, ponto a ponto, por instrumento;

- b) podem utilizar pares trançados ou fibras ópticas, para transmissão dos dados;
- c) são imunes a ruídos externos;
- d) permitem configurações, diagnósticos de falhas e ajustes em quaisquer pontos das malhas;
- e) exigem custo finais menos onerosos.

Desvantagens

- a) Existência de vários protocolos no mercado, o que dificulta a comunicação entre equipamentos de marcas diferentes;
- b) caso ocorram rompimentos nos cabos de comunicação, pode-se perder a informações e/ou controle de várias malhas.

4.2.2.5 - Via Rádio

Neste tipo de sistema de transmissão o sinal, ou pacote de sinais, são enviados a uma estação receptora, via ondas de rádio, em faixa de frequência específica (SENAI/CST, 1999).

Vantagens

- a) Este sistema não necessita de cabos de transmissão de sinais;
- b) pode-se enviar sinais de medição e controle, de máquinas em movimento, para os receptores.

Desvantagens

- a) Alto custo inicial dos equipamentos;
- b) necessidade de técnicos altamente especializados.

4.2.2.6 - Via Modem

A transmissão dos sinais é feita através de utilização de linhas telefônicas pela modulação do sinal em frequência, fase ou amplitude (SENAI/CST, 1999).

Vantagens

- a) Baixo custo de instalação do sistema;
- b) pode-se transmitir dados a longas distâncias.

Desvantagens

- a) Necessita-se de profissionais especializados;
- b) sistema sujeito a interferências externas, inclusive violação de informações.

4.3 - SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTAÇÃO

Com objetivo de simplificar e globalizar o entendimento dos documentos utilizados, para representar as configurações utilizadas em malhas de instrumentação, normas foram criadas, em diversos países.

No Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através de sua norma NBR 8.190, apresenta e sugere o uso de símbolos gráficos para representação dos diversos instrumentos e suas funções ocupadas nas malhas de instrumentação. Fica a cargo da empresa estabelecer/escolher a norma que será adotada na elaboração de seus documentos de projeto de instrumentação. Assim, devido a sua maior abrangência e atualização, um dos padrões mais utilizadas em projetos industriais no Brasil é a estabelecida pela ISA (Instrument Society of America).

4.3.1 - Simbologia Conforme Padrão ISA

4.3.1.1 - Finalidades

Informações Gerais

Cada usuário deste padrão tem procedimentos diferentes com relação ao trabalho que está desenvolvendo. O padrão reconhece tais gamas de possibilidades e fornece métodos alternativos de simbolismo. Pelo ISA, vários exemplos são indicados, visando adicionar informações ou simplificar o simbolismo.

Aplicação na Indústria

Esse padrão é adequado para uso em indústrias químicas, de petróleo, de geração de energia, refrigeração, mineração, refinação de metal, papel e celulose e muitas outras (SENAI/CST, 1999).

Algumas áreas, tais como astronomia, navegação e medicina, usam instrumentos tão especializados que não se parecem em nada com os convencionais. Nesse caso, não houve esforços para que a norma atendesse especificamente às necessidades dessas áreas. Entretanto, a mesma é suficientemente flexível para atender as necessidades de grande parte das aplicações existentes (SENAI/CST, 1999).

4.3.1.2 - Aplicação nas atividades de trabalho

O padrão ISA é adequado para uso, sempre que qualquer referência a um instrumento ou a uma função de um sistema de controle for necessária, com o objetivo de simbolização e de identificação.

Tais referências podem ser aplicadas para as seguintes utilizações (assim como para tantas outras):

- projetos;
- exemplos didáticos;
- descrições funcionais;
- plantas de instrumentação, diagramas de malha, diagramas lógicos;
- fluxogramas de processo (diagrama de fluxo);
- plantas de tubulação e isométricos de tubulação;
- especificações, ordens de compra, lista em geral;
- instalações, instruções de operação e manutenção, desenhos e registros.

O ISA destina-se a fornecer informações suficientes a fim de permitir que qualquer pessoa, ao revisar quaisquer documentos sobre medição e controle de processos, possa entender as maneiras de medir e controlá-los (desde que possua um certo conhecimento do assunto). Não constitui pré-requisito para esse entendimento, um conhecimento profundo e detalhado de especialista em instrumentação.

4.3.1.3 - Aplicação para Classes e Funções de Instrumentos

As simbologias e o método de identificação deste padrão são aplicáveis para toda classe de processo de medição e instrumentação de controle. Podem ser utilizadas não somente para identificar instrumentos discretos e suas funções, mas também para identificar funções analógicas de sistemas, que são denominados de várias formas, como “Shared Display”, “Shared Control”, “Distribuided Control” e “Computer Control” (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997).

4.3.1.4 - Conteúdo da Identificação da Função

O ISA é composto de uma chave de funções de instrumentos, para sua identificação e simbolização. Detalhes adicionais dos instrumentos são melhor descritos em uma especificação apropriada, numa folha de dados, ou outro documento utilizado que esses detalhes requerem.

4.3.1.5 - Conteúdo de Identificação da Malha

O padrão abrange a identificação de todos os instrumentos ou funções de controle, associadas a uma malha; essa identificação na indústria é usualmente chamada de TAG. As letras iniciais que compõem um TAG são descritas na Tabela 2 a seguir. Os números, representados posteriormente; as letras têm uso livre para aplicação de identificações adicionais, tais como número de série, número da unidade, número da área, ou outros significados (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997).

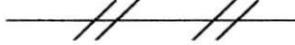
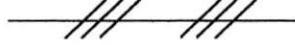
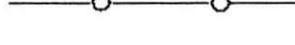
Tabela 2 - Letras de Identificação de Instrumentos.

	FIRST-LETTER		SUCCEEDING-LETTERS		
	MEASURED OR INITIATING VARIABLE	MODIFIER	READOUT OR PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A	Analysis		Alarm		
B	Burner, Combustion		User's Choice	User's Choice	User's Choice
C	User's Choice			Control	
D	User's Choice	Differential			
E	Voltage		Sensor (Primary Element)		
F	Flow Rate	Ratio (Fraction)			
G	User's Choice		Glass, Viewing Device		
H	Hand				High
I	Current (Electrical)		Indicate		
J	Power	Scan			
K	Time, Time Schedule	Time Rate of Change		Control Station	
L	Level		Light		Low
M	User's Choice	Momentary			Middle, Intermediate
N	User's Choice		User's Choice	User's Choice	User's Choice
O	User's Choice		Orifice, Restriction		
P	Pressure, Vacuum		Point (Test) Connection		
Q	Quantity	Integrate, Totaliz			
R	Radiation		Record		
S	Speed, Frequency	Safety		Switch	
T	Temperature			Transmit	
U	Multivariable		Multifunction	Multifunction	Multifunction
V	Vibration, Mechanical Analysis			Valve, Damper, Louver	
W	Weight, Force		Well		
X	Unclassified	X Axis	Unclassified	Unclassified	Unclassified
Y	Event, State or Presence	Y Axis		Relay, Compute, Convert	
Z	Position, Dimension	Z Axis		Driver, Actuator, Unclassified Final Control Element	

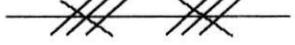
Fonte: ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997

4.3.1.6 - Símbolos de Linha de Instrumentos

Todas as linhas são apropriadas em relação às linhas do processo de tubulação (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997):

(1) alimentação do instrumento * ou conexão ao processo.		
(2) sinal indefinido.		
(3) sinal pneumático. **		
(4) sinal elétrico.	-----	OU 
(5) sinal hidráulico.		
(6) tubo capilar.		
(7) sinal sônico ou eletromagnético (guiado).***		
(8) sinal sônico ou eletromagnético (não guiado). ***		
(9) conexão interna do sistema (software ou data link).		
(10) conexão mecânica.		

4.1 - Símbolos opcionais binários (ON - OFF)

(11) sinal binário pneumático.		
(12) sinal binário elétrico.	-- \ / -- \ / --	OU 

Nota: "OU" significa escolha do usuário. Recomenda-se coerência.

* As seguintes abreviaturas são sugeridas para denotar os tipos de alimentação. Essas designações podem ser também aplicadas para suprimento de fluidos (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997).

- AS - suprimento de ar
- IA - ar do instrumento
- PA - ar da planta
- ES - alimentação elétrica
- GS - alimentação de gás
- HS - suprimento hidráulico
- NS - suprimento de nitrogênio
- SS - suprimento de vapor
- WS - suprimento de água

O valor do suprimento pode ser adicionado à linha de suprimento do instrumento; exemplo: AS-100, suprimento de ar 100-psi; ES-24DC, alimentação elétrica de 24 VDC.

** O símbolo do sinal pneumático se aplica para utilização de sinal, usando qualquer gás.

*** Fenômeno eletromagnético inclui calor, ondas de rádio, radiação nuclear e luz (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997).

4.3.1.7 - Símbolos de Instrumentos

	PRIMARY LOCATION ***NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR	FIELD MOUNTED	AUXILIARY LOCATION ***NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR
DISCRETE INSTRUMENTS	1 *  IPI**	2 	3 
SHARED DISPLAY SHARED CONTROL	4 	5 	6 
COMPUTER FUNCTION	7 	8 	9 
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL	10 	11 	12 

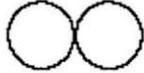
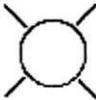
Fonte: ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997

Figura 3 – Simbologia de Instrumentos.

* O tamanho do símbolo pode variar de acordo com a necessidade do usuário e do tipo do documento. Recomenda-se coerência.

** As abreviaturas da escolha do usuário, tal como IPI (painel do instrumento nº 1), IC2 (console do instrumento nº 2), CC3 (console do computador nº 3) etc. podem ser usados quando for necessário especificar a localização do instrumento ou da função.

*** Normalmente, os dispositivos de funções inacessíveis, ou que se encontram na parte traseira do painel, podem ser demonstrados através dos mesmos símbolos, porém com linhas horizontais, usando-se os pontilhados (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997).

13	14  INSTRUMENT WITH LONG TAG NUMBER	15  INSTRUMENTS SHARING COMMON HOUSING *
16  PILOT LIGHT	17  PANEL MOUNTED PATCHBOARD POINT 12	18  ** PURGE OR FLUSHING DEVICE
19  ** REST FOR LATCH-TYPE ACTUATOR	20  DIAPHRAGM SEAL	21  *** UNDEFINED INTERLOCK LOGIC

Fonte: ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997

Figura 4 – Simbologia de Instrumentos em casos especiais.

* Não é obrigatório mostrar instrumentos de mesmo local.

** O desenho (losango) apresenta metade do tamanho de um losango grande.

*** Veja ANSI/ISA, padrão S5.2, para símbolos lógicos específicos (ANSI/ISA-S84.01-1996, 1997).

5 - ATIVIDADES REALIZADAS NO ESTÁGIO

O estágio foi realizado na MANA ENGENHARIA S.A, na área de Engenharia de Instrumentação, que atua na elaboração e no desenvolvimento de projetos para Petroquímicas e Indústrias em geral.

A atuação no estágio se deu no apoio à Elaboração e Desenvolvimento de Projetos de Instrumentação para Petroquímica Brasileira em unidades localizadas no Pólo Petroquímico de Camaçari-BA e no estado de Alagoas.

5.1.1 – Trabalhos Desenvolvidos

- Estudo de Projetos Conceituais para desenvolvimento de Projeto Básico e de Detalhamento.
- Apoio à Elaboração de Projetos Básicos e Projeto de Detalhamento.
- Monitoração de processo de compra de Instrumentos.
- Elaboração de Folha de Especificação de Instrumentos como, termômetros, manômetros, visores de nível, visores de fluxo, transmissores de temperatura, de pressão, de nível e de vazão, válvulas solenóides, ON-OFF, de controle e de segurança e alívio.
- Elaboração de Documentos de Requisição de Material, para definir condições de fornecimento, de modo a assegurar o bom funcionamento do instrumento de acordo com procedimentos e normas do cliente.
- Análise de Proposta de Fornecimento e esclarecimentos junto aos Proponentes, para elaboração de Documentos de Análise Técnica, a fim de auxiliar o cliente na aquisição do instrumento que foi especificado.
- Análise de Documentos de Fornecedor para adequação aos requisitos e exigências do cliente.
- Vivência em reuniões com fornecedores e com o cliente.

- Elaboração de Documentos de Detalhamento como, Plantas de Instrumentação, Diagramas de Interligação e de Malha, Detalhes Típicos, Diagramas Lógicos, Lista de Instrumentos, de Cabos, de Materiais, Memorial Descritivo de Montagem.

5.1.2 – Principais Trabalhos

5.1.2.1 - Estudo de Projetos Conceituais para desenvolvimento de Projeto Básico e de Detalhamento

O desenvolvimento de projetos se dá em quatro etapas, como pode ser observado na Figura 5. Na primeira etapa estuda-se melhorias na indústria e viabilidade das mesmas, visando redução de custos, problemas de operação, etc.

A segunda etapa é constituída de um estudo mais detalhado de modo a promover elaboração de um Projeto Conceitual. Estas duas primeiras etapas, usualmente, são desenvolvidas pela área de engenharia do cliente.

Dependendo da viabilidade do Projeto Conceitual, o cliente contrata uma empresa de engenharia para executar as duas próximas etapas. A terceira etapa é aquela que desenvolve toda parte de engenharia, constituindo ao seu final o Projeto Básico.

Dependendo também do estudo de viabilidade feito no Projeto Básico, executa-se a quarta etapa, o Projeto de Detalhamento. Como o próprio nome diz, ele prevê tudo que será preciso para que a planta entre em operação.

Entre cada etapa do projeto são realizadas reuniões tanto para discutir os resultados obtidos nas etapas anteriores quanto para definir critérios e orientar a execução das próximas etapas.

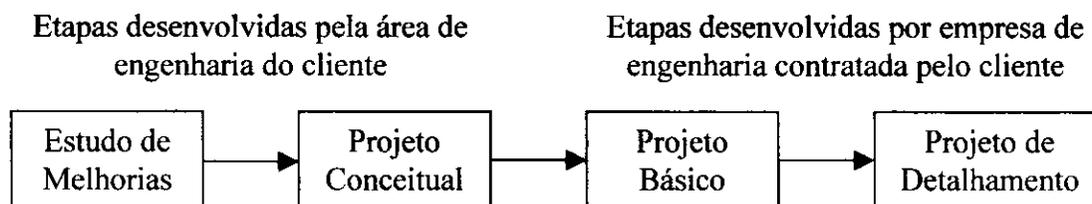


Figura 5 – Etapas de elaboração de projeto.

5.1.1.2 - Monitoração de processo de compra de Instrumentos

O processo de compra de instrumentos composto de quatro etapas, como pode ser observado na Figura 6. A primeira etapa é a descrição da especificação do instrumento que se deseja comprar e das condições do fornecimento do mesmo. Essas especificações são descritas nas Folhas de Especificação de Instrumentos e as condições de fornecimento nos documentos de Requisição de Material.

A segunda etapa é constituída de análise de propostas de fornecimento para elaboração de documento de Análise Técnica, que irá definir quais propostas atendem as especificações e as condições de fornecimento anteriormente descritas através dos documentos, de Folha Especificação de Instrumentos e de Requisição de Material.

A terceira etapa é a Análise de Documentos de Fornecedor, que tem por objetivo verificar se as especificações descritas nas propostas foram atendidas, e caso necessário ajustar alguma divergência encontrada. Todas essas primeiras etapas têm o intuito de auxiliar o cliente na compra de Instrumentos.

Por fim a última etapa é a Revisão das Folhas de Especificação para Conforme Comprado, ou seja, esses documentos descreverão as especificações do Instrumento Comprado, a fim de auxiliar manutenções futuras.

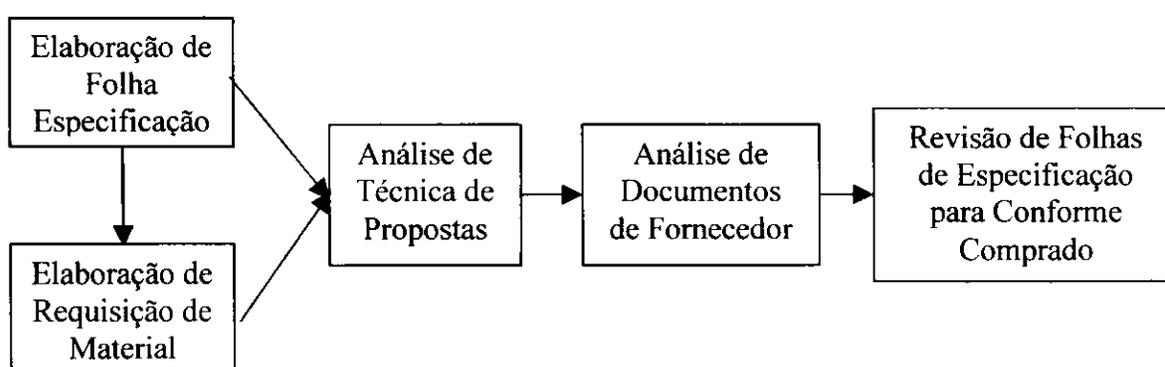


Figura 6 – Modelo de processo de compra.

5.1.1.3 - Elaboração de Folhas de Especificação de Instrumentos

O objetivo deste trabalho é definir as características dos instrumentos que serão utilizados, de acordo com as condições em que eles estarão submetidos.

As Folhas de Especificação de Instrumentos são geradas a partir de Folha de Dados elaborada pelo Setor de Engenharia de Processo, que define, tanto a identificação do instrumento, realizada com base nas normas e padrões citados no item 4.3, quanto todos os dados de processo referentes às condições em que os instrumentos estarão submetidos.

De posse dos dados de processo (fluido de processo; temperaturas, pressões e vazões mínimas, máximas e de operação; viscosidade; concentração; etc.) são realizados os cálculos das principais características dos instrumentos a serem utilizados.

Outro ponto importante para especificação de instrumentos é a especificação da linha ou equipamento a qual se encontra a tomada ao processo do instrumento. Essa especificação da linha ou do equipamento irá definir o tipo, o diâmetro e a classe de pressão da conexão ao instrumento a serem utilizadas, como por exemplo: conexão de ¾" NPT classe de pressão 3000# (libras) ou de 1 ½" RF (Flangeada com Ressalto) 600# (libras). Em alguns casos, como o de válvulas, a especificação da linha ou do equipamento define até o tipo de válvula que pode ser utilizada, como por exemplo: válvula tipo borboleta, tipo esfera, tipo globo, etc.

Pode-se dizer que o ponto mais importante na especificação de um instrumento é aquele que está relacionado com a segurança. Portanto, com relação a instrumentos que tenham uma eletrônica associada, é de crucial importância especificá-lo de acordo com a Classificação da Área a qual o mesmo estará submetido, e a Temperatura de Ignição do gás que encontra-se no ambiente, através dos Métodos de Proteção mencionados no Apêndice A, item A.7, para que não ocorram riscos de ignição da atmosfera.

5.1.1.4 - Projeto de Detalhamento de Instalação de Caldeira

A Caldeira é um equipamento de vital importância para processo industrial em geral. O vapor é um agente indispensável para a geração de energia, secagem, aquecimento de processos, reforma catalítica, evaporação e destilação, cozimento, pasteurização e até geração de água quente. A função de uma Caldeira de Vapor em qualquer unidade industrial é ser uma fonte confiável de vapor de qualidade, quantidade e custos adequados.

Após a compra da Caldeira de Vapor, através de especificação, requisição de material, e análise técnica desenvolvidos no projeto Básico, foi executado o projeto de Detalhamento de modo a prover adequações na unidade existente para receber tal Caldeira.

A Caldeira Fornecida era constituída em praticamente três partes distintas, duas bombas centrífugas que abastecem a caldeira com água desmineralizada, a Caldeira de Vapor propriamente dita e um Vaso Acumulador de Vapor locado a jusante da Caldeira para que as oscilações bruscas de consumo de vapor não afetem a mesma.

A caldeira continha um universo de instrumentos, que por definição da especificação deveriam ser fornecidos e seus sinais interligados a uma Caixa de Junção pelo Fornecedor da Caldeira. Portanto, o projeto de detalhamento previu interligação destes sinais, dessas Caixas de Junção até o SCDC e PLC existentes, dedicados ao controle e intertravamento das Caldeiras já existentes e que iriam controlar e intertravar também a Nova Caldeira.

Além deste universo existiu outro universo de instrumentos que não eram de escopo de fornecimento do Fornecedor da Caldeira, mas que dariam suporte a instalação da mesma e foram especificados e comprados através do projeto, como por exemplo, os instrumentos locados no Sistema de MAKE-UP que alimenta o Vaso Acumulador com água desmineralizada. Com relação a este outro universo o Projeto de Detalhamento previu, tanto a interligação nos sinais destes instrumentos às Caixas de Junção, quanto a continuação da interligação desses sinais até o SDCC e PLC já mencionados.

Diante disto foram elaboradas os seguintes documentos: Folhas de Especificação de Instrumentos, Requisições de Materiais para Instrumentos, Análises Técnicas de Propostas para Fornecimento de Instrumentos, Análise de Documentos de Fornecedor, tanto para os documentos do Fornecedor da Caldeira, quanto para os documentos referentes aos

instrumentos que não eram de escopo de Fornecimento do mesmo, Plantas de Instrumentação, Diagramas de Interligação e de Malha, Detalhes Típicos, Diagramas Lógicos, Lista de Instrumentos, de Entrada e Saída, de Cabos, de Materiais, Memorial Descritivo de Montagem entre outros.

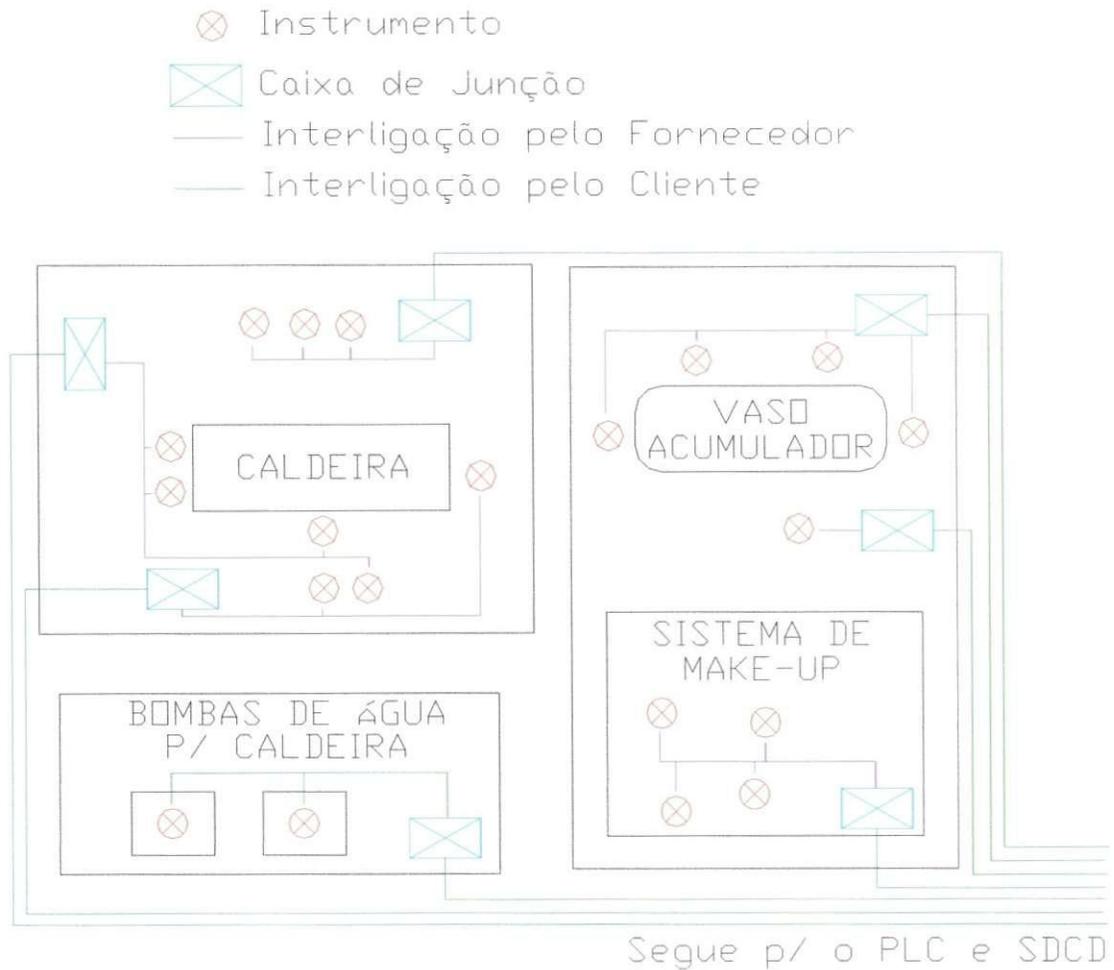


Figura 7 – Esquema de interligação de instrumentos da Caldeira.

5.1.1.5 - Projeto de Detalhamento de Unidade Compressora de Liquefação de Cloro

O cloro liquefeito é utilizado no tratamento de água potável, sendo o único agente que fornece o poder desinfetante residual na distribuição de águas tratadas aos consumidores. Além disso, é extensivamente empregado na cadeia produtiva do PVC, em processos de branqueamento de celulose, produção de solventes clorados, agroquímicos e como intermediário na produção de agentes químicos tais como: insumos farmacêuticos, anticoagulantes, poliuretanos, lubrificantes, fluidos para freios, fibras de poliéster, dentre outros.

A Unidade Compressora de Liquefação de Cloro foi fornecida em 4 Skid's (Armações de apoio, onde são montados sistemas, de modo a permitir o transporte dos mesmos): Separadores, Trocadores, Condensadores, e Compressores. Devido à complexidade deste sistema, todo o controle do mesmo é feito através de um PLC dedicado, fornecido junto ao Skid dos compressores. Portanto todos os instrumentos localizados no Skid dos compressores foram fornecidos com seus sinais interligados ao Painel do PLC. Os instrumentos localizados no demais Skid's foram fornecidos com seus sinais interligados a cada Caixa de Junção localizada nos próprios Skid's.

O projeto de Detalhamento previu a interligação dos sinais das Caixas de Junção localizadas nos Skid's dos Separadores, Trocadores e Condensadores ao Painel do PLC, localizado no Skid dos Compressores. Apesar do controle do sistema ser feito através de PLC dedicado, a supervisão do processo como todo é feita por um SDCD existente, portanto foi previsto interligação entre o PLC de Segurança e o SDCD existente através de comunicação serial.

Foram previstas ainda especificações, compra e interligação de sinais de instrumentos que seriam utilizados nas adequações das instalações existentes com a nova Unidade Compressora de Liquefação de Cloro. As interligações dos sinais foram feitas até o SDCD e PLC de Segurança existentes. O sistema possuía dois tipos de Paradas, uma parada normal, onde o sistema de controle desativa todos os dispositivos em seqüência a favor da segurança do equipamento, e uma parada de emergência, onde o sistema controle desativa todos os dispositivos a favor da segurança humana. Em particular foi prevista

interligação de um sinal de Parada de Emergência, diretamente do Painel de PLC dedicado a uma botoeira localizada na sala de controle.

Diante disto foram elaboradas os seguintes documentos: Folhas de Especificação de Instrumentos, Requisições de Materiais para Instrumentos, Análises Técnicas de Propostas para Fornecimento de Instrumentos, Análise de Documentos de Fornecedor, tanto para os documentos do Fornecedor da Unidade Compressora, quanto para os documentos referentes aos instrumentos que não eram de escopo de Fornecimento do mesmo, Plantas de Instrumentação, Diagramas de Interligação e de Malha, Detalhes Típicos, Diagramas Lógicos, Lista de Instrumentos, de Entrada e Saída, de Cabos, de Materiais, Memorial Descritivo de Montagem entre outros.

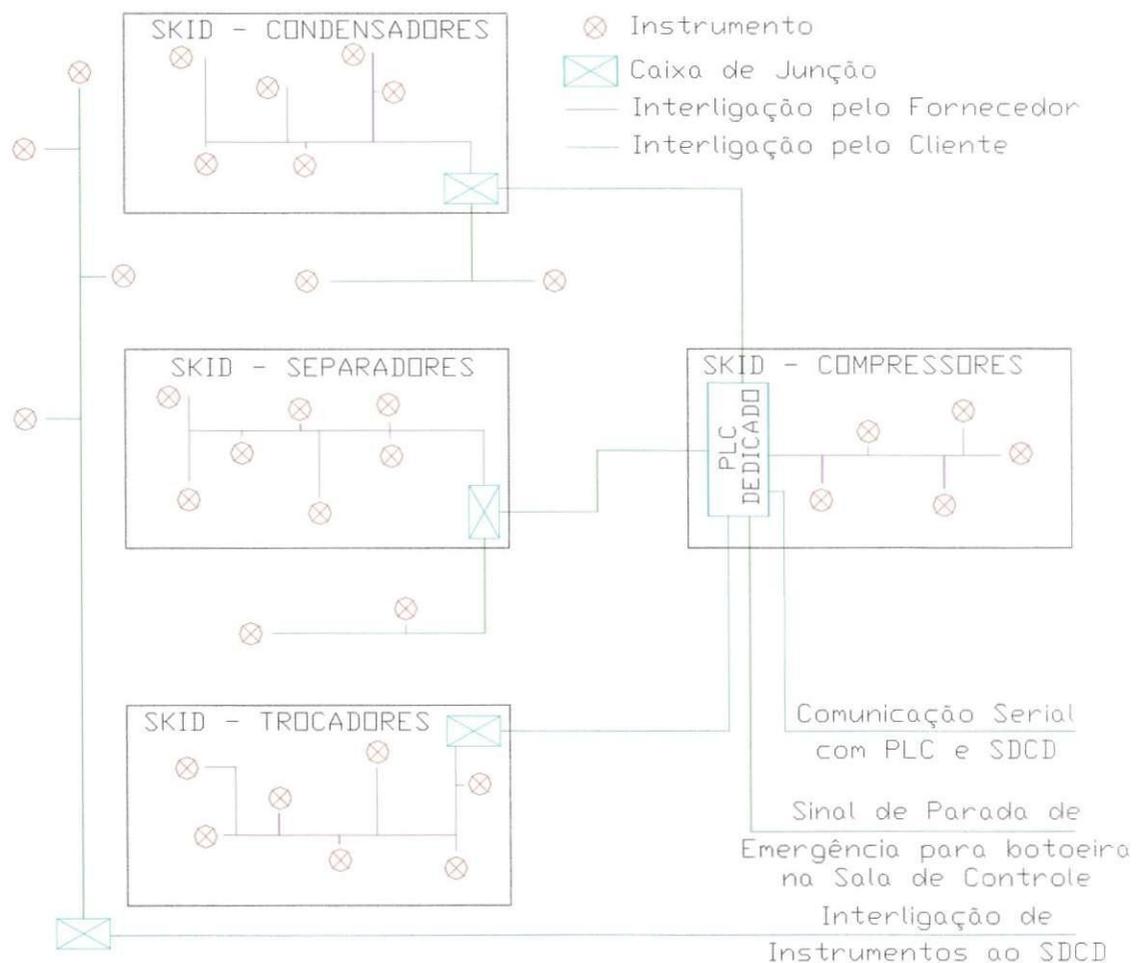


Figura 8 - Esquema de interligação de instrumentos do Sistema de Liquefação de Cloro.

6 – CONCLUSÕES E AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO

A partir dos trabalhos realizados pode-se concluir, que é de grande importância avaliar e analisar todos os parâmetros envolvidos no desenvolvimento de um projeto, bem como, estabelecer estratégias que possam ajudar no desenvolvimento dos mesmos.

Diante disso, o estágio foi de extrema valia para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Foi um período de intenso aprendizado, em que pude absorver muitos conhecimentos práticos e teóricos, que certamente serão de grande utilidade para o meu futuro.

Foi um privilégio começar numa empresa como a MANA Engenharia, que valoriza as pessoas mostrando confiança em sua capacidade de realização, tendo como principal objetivo, satisfazer as necessidades de seus clientes.

Posso afirmar que comecei minha carreira de forma realizada, mostrando a todos que, com dedicação e responsabilidade, pode-se concretizar os objetivos pretendidos e alcançar o sucesso profissional.

7 - BIBLIOGRAFIA

ANSI/ISA-S84.01-1996, Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries, 1997.

IEC 79-10, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10, Classifications of hazardous areas: IEC, 1998.

NFPA 70, 1996, National Electrical Code: NFPA, 1996.

SENAI/CST, Instrumentação Básica I – Espírito Santo, 1999.

SENAI/CST, Fundamentos e Princípios de Segurança Intrínseca – Espírito Santo, 1999.

Site: www.manaengenharia.com.br.

APÊNDICE A

A - CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS

A.1 - INTRODUÇÃO

Após a II Guerra Mundial, o uso de derivados de petróleo estimulou o aparecimento de plantas para extração, transformação e refino de substâncias químicas necessárias ao desenvolvimento tecnológico e industrial.

Nos processos industriais, surgiram áreas consideradas de risco, devido à presença de substâncias potencialmente explosivas, que confinavam a instrumentação à técnica pneumática, pois os instrumentos eletrônicos baseados, na época, em válvulas elétricas e grandes resistores de potência, propiciavam o risco de incêndio devido a possibilidade de faíscas elétricas e temperaturas elevadas destes componentes.

Somente com o advento dos semicondutores (transistores e circuitos integrados), pôde-se reduzir as potências dissipadas e tensões nos circuitos eletrônicos, e viabilizar a aplicação de técnicas de limitação do consumo de energia, que simplificada e podem ser implantadas nos equipamentos de instrumentação, dando origem assim à Segurança Intrínseca (SENAI/CST, 1999).

A.2 - DEFINIÇÕES

A seguir, estão listados alguns termos utilizados na identificação e classificação das áreas de risco, potencialmente explosivas (SENAI/CST, 1999):

A.2.1 - Atmosfera Explosiva

Em processos industriais, especialmente em indústrias petroquímicas e químicas, onde se manipulam substâncias inflamáveis, podem ocorrer, em determinadas áreas, mistura de gases, vapores e/ou poeiras inflamáveis, com o ar que, em proporções inadequadas, formam a atmosfera potencialmente explosiva.

A.2.2 - Área Classificada

Pode ser entendida como um local aberto ou fechado, onde existe a possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva, podendo ser dividida em zonas de diferentes riscos, sem que haja nenhuma barreira física.

A.2.3 - Explosão

Do ponto de vista da química, a oxidação, a combustão e a explosão são reações exotérmicas de diferentes velocidades de reação, sendo iniciadas por uma detonação ou ignição.

A.2.4 - Ignição

É a chama ocasionada por uma onda de choque, que tem sua origem em uma faísca ou arco elétrico ou por efeito térmico.

A.3 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO AS NORMAS EUROPÉIAS (IEC)

A idéia de classificação das áreas de risco visa agrupar as diversas áreas que possuem graus de riscos semelhantes, tornando possível utilizar equipamentos elétricos projetados especialmente para cada área (SENAI/CST, 1999).

A classificação baseia-se no grau de periculosidade da substância combustível manipulada e na frequência de formação da atmosfera potencialmente explosiva. Visando a padronização dos procedimentos de classificação das áreas de risco, cada país adota as recomendações de Normas Técnicas. No Brasil a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) utiliza a coletânea de Normas Técnicas da IEC (International Electrical Commicion) (IEC 79-10, 1998).

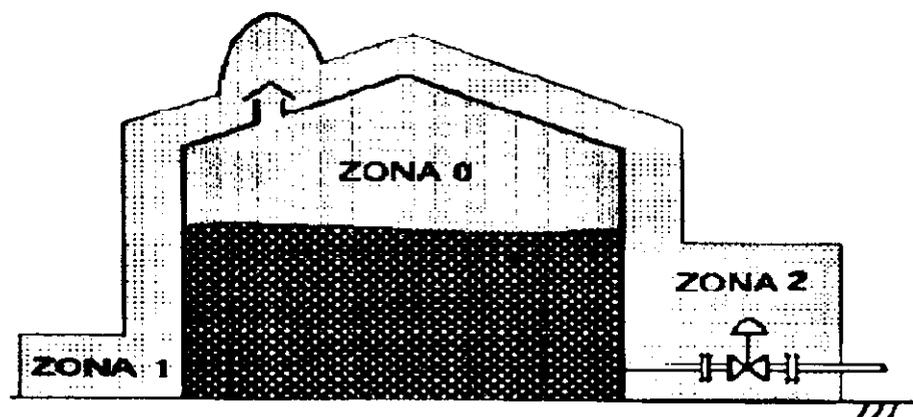
A.3.1 - Classificação em Zonas

A classificação em ZONAS baseia-se na frequência e duração com que ocorre a atmosfera explosiva. A Tabela A.1 e a Figura A.1 apresentam uma idéia da classificação por zona segundo a IEC (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.1 – Classificação IEC em Zonas.

CLASSIFICAÇÃO EM ZONAS	DESCRIÇÃO
ZONA 0	Área onde a atmosfera explosiva, formada por gases combustíveis, ocorre permanentemente ou por longos períodos.
ZONA 1	Área onde a atmosfera explosiva, formada por gases combustíveis, provavelmente ocorra em operação normal dos equipamentos.
ZONA 2	Área onde não é provável o aparecimento da atmosfera explosiva, formada por gases combustíveis, em condições normais de operação, e se ocorrer é por curto período de tempo.
ZONA 10	Área onde a atmosfera explosiva, formada por poeiras combustíveis, ocorre permanentemente ou por longos períodos.
ZONA 11	Área onde não é provável o aparecimento da atmosfera explosiva, formada por poeiras combustíveis, em condições normais de operação, e se ocorrer é por curto período de tempo.
ZONA G	Área onde a atmosfera explosiva, formada por substâncias analgésicas ou anticépticas como centros cirúrgicos, ocorre permanentemente ou por longos períodos.
ZONA M	Área onde não é provável o aparecimento da atmosfera explosiva, formada por substâncias analgésicas ou anticépticas e centros cirúrgicos, em condições normais de operação, e se ocorre é por curto período de tempo.

Fonte: SENAI/CST, 1999



Fonte: SENAI/CST, 1999

Figura A.1 – Exemplo de Classificação por Zonas.

A.3.2 - Classificação em Grupos

Na classificação em GRUPOS, os diversos materiais são agrupados pelo grau de periculosidade que proporcionam. A Tabela A.2 apresenta a classificação IEC em grupos (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.2 – Classificação IEC em Grupos.

GRUPOS	DESCRIÇÃO
GRUPO I	Ocorre em minas onde prevalece os gases da família do metano (grisou) e poeiras de carvão.
GRUPO II	Ocorre em indústrias de superfície (químicas, petroquímicas, farmacêuticas, etc), subdividindo-se em IIA, IIB e IIC.
GRUPO IIA	Ocorre em atmosferas explosivas, onde prevalece os gases da família do propeno.
GRUPO IIB	Ocorre em atmosferas explosivas, onde prevalece os gases da família do etileno.
GRUPO IIC	Ocorre em atmosferas explosivas, onde prevalece os gases da família do hidrogênio (incluindo-se o acetileno).

Fonte: SENAI/CST, 1999

A.4 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO AS NORMAS AMERICANAS (NEC)

A classificação de áreas de risco nos EUA é diferente da usada na Europa, pois segue as normas técnicas americanas, National Fire Protection Association, NFPA (NFPA 70, 1996).

A.4.1 - Classificação em Divisão

A classificação em divisão, mostrada na Tabela A.3, baseia-se na frequência de formação da atmosfera (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.3 – Classificação NEC em Divisão.

DIVISÃO	DESCRIÇÃO
DIVISÃO 1	Área onde a atmosfera explosiva, ocorre durante a operação normal dos equipamentos.
DIVISÃO 2	Área onde a atmosfera explosiva, somente ocorre em condições anormais de operação dos equipamentos.

Fonte: SENAI/CST, 1999

A.4.2 - Classificação em Classes

A classificação das atmosferas explosivas, em classes, mostrada na Tabela A.4, determina o agrupamento dos materiais, dependendo da natureza das substâncias (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.4 – Classificação NEC em Classes.

CLASSE	DESCRIÇÃO
CLASSE I	Mistura de gases ou vapores inflamáveis com o ar.
CLASSE II	Mistura de poeiras combustíveis com o ar.
CLASSE III	Fibras combustíveis em suspensão no ar.

Fonte: SENAI/CST, 1999

A.4.3 - Classificação em Grupos

As classes I e II podem ser subdivididas em grupos, de acordo com a Tabela A.5 (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.5 – Classificação NEC em Grupos.

CLASSE	GRUPO	DESCRIÇÃO
CLASSE I	GRUPO A	Atmosfera de gases da família o Acetileno.
	GRUPO B	Atmosfera de gases da família do Hidrogênio.
	GRUPO C	Atmosfera de gases da família do Etileno.
	GRUPO D	Atmosfera de gases da família do Propano.
CLASSE II	GRUPO E	Atmosfera de Poeiras Metálicas (Ex: Alumínio, Magnésio, etc).
	GRUPO F	Atmosfera de Poeira de Carvão.
	GRUPO G	Atmosfera de Poeira de Grãos (Ex: trigo, farinhas, soja, etc).
CLASSE III	-	Atmosfera de Fibras Combustíveis (Ex: fibra de tecido, lã de vidro).

Fonte: SENAI/CST, 1999

A.5 - COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS EUROPÉIA E AMERICANA

A.5.1 - Quanto aos Materiais

A Tabela A.6 ilustra, comparativamente, a classificação dos elementos representativos de cada família segundo as normas IEC e NEC. Apresentamos, ainda, a mínima energia necessária para provocar a detonação de uma atmosfera explosiva, formada pelas substâncias inflamáveis listadas (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.6 – Comparação IEC / NEC – Substâncias.

MATERIAL	IEC/EUROPÉIA	NEC/AMERICANA	ENERGIA DE IGNIÇÃO
Metano	GRUPO I	Não Classificada	-
Acetileno	GRUPO IIC	CLASSE I – GRUPO A	> 20 μ J
Hidrogênio		CLASSE I – GRUPO B	> 60 μ J
Etileno	GRUPO IIB	CLASSE I – GRUPO C	> 180 μ J
Propano	GRUPO IIA	CLASSE I – GRUPO D	-
Poeiras de Carvão	Em Elaboração	CLASSE II – GRUPO E	
Poeiras Metálicas		CLASSE II – GRUPO F	
Poeiras de Grãos		CLASSE II – GRUPO G	
Fibras Combustíveis		CLASSE III	

Nota: Para verificação da equivalência deve-se recorrer as listagens de gases por família segundo as duas normas.

Fonte: SENAI/CST, 1999

A.5.2 - Quanto a Periodicidade

Pode-se notar, na Tabela A.7 a seguir, que a Zona 2 é praticamente igual a Divisão 2, e que a Divisão 1, corresponde a Zona 1 e 0, ou seja, um instrumento projetado para a Zona 2 não pode ser aplicado na Divisão 1 (SENAI/CST, 1999).

Já um instrumento projetado para a Zona 0, não possui e nem armazena energia suficiente para causar a ignição de qualquer mistura explosiva, visto que tal Zona é a que oferece o maior risco de ignição, como descrito na Tabela A.7.

Tabela A.7 – Comparação IEC / NEC – Periodicidade.

FREQUÊNCIA	ATMOSFERA CONTÍNUA	ATMOSFERA INTERMITENTE	CONDIÇÕES ANORMAIS
IEC/EUROPÉIA	ZONA 0	ZONA 1	ZONA 2
NEC/AMERICANA	DIVISÃO 1		DIVISÃO 2

Fonte: SENAI/CST, 1999

A.6 - TEMPERATURA DE IGNIÇÃO ESPONTÂNEA

A temperatura de ignição de um gás é a mais baixa temperatura na qual uma mistura sofre ignição, sem atuação de uma fonte de ignição externa.

Este parâmetro é muito importante, pois limita a máxima temperatura de superfície que pode ser desenvolvida por um equipamento, a qual deve ser instalado em uma atmosfera potencialmente explosiva (SENAI/CST, 1999).

Temperatura de Superfície

Todo equipamento para instalação em áreas classificadas, independente do tipo de proteção, deve ser projetado e certificado por uma determinada categoria de temperatura de superfície que pode ser visualizada na Tabela A.8 (SENAI/CST, 1999). Um instrumento projetado para trabalhar com uma temperatura de superfície T3 não pode ser utilizado em ambientes onde se encontra presente o Acetaldeído, cuja temperatura de ignição é 140°C, deve-se utilizar um instrumento com temperatura de superfície máxima de T4.

É importante notar que não existe correlação entre a energia de ignição do gás (grau de periculosidade) e a temperatura de ignição espontânea, exemplo disto é o Hidrogênio, que necessita de 20 μ J ou 560°C, enquanto o Acetaldeído requer mais de 180 μ J, mas que se detona espontaneamente, com 140°C (SENAI/CST, 1999).

É evidente que um equipamento, classificado para uma determinada Categoria de Temperatura de Superfície, pode ser usado na presença de qualquer gás (de qualquer Grupo ou Classe), desde que o mesmo tenha uma temperatura de ignição espontânea maior que a categoria do instrumento.

Tabela A.8 – Categorias de Temperatura de Superfície.

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE	CATEGORIA IEC/EUROPÉIA	CATEGORIA NEC/AMERICANA
85°C	T6	T6
100°C	T5	T5
120°C		T4A
135°C	T4	T4
160°C		T3C
165°C		T3B
180°C		T3A
200°C	T3	T3
215°C		T2D
230°C		T2C
260°C		T2B
280°C		T2A
300°C	T2	T2
450°C	T1	T1

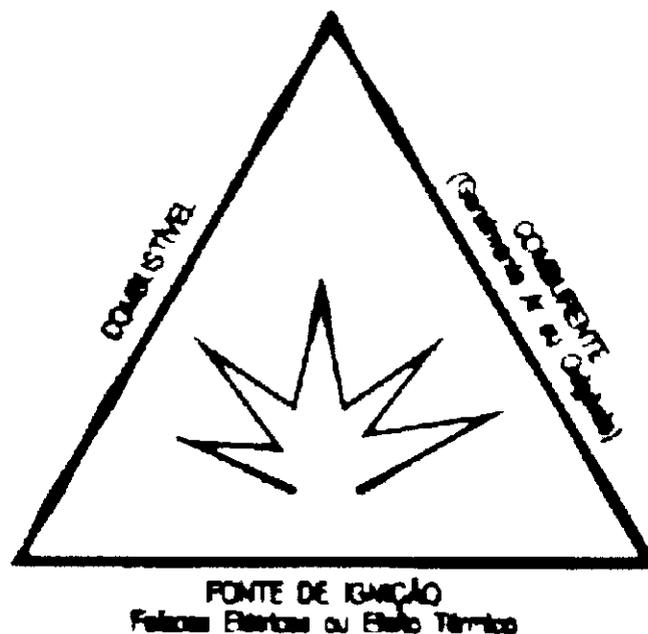
Fonte: SENAI/CST, 1999

A.7 - MÉTODOS DE PROTEÇÃO

A.7.1 - Possibilidade de explosão

O risco de ignição de uma atmosfera existe se ocorrerem simultaneamente (SENAI/CST, 1999):

- a presença de um material inflamável, em condições de operação normal ou anormal.
- existência de material inflamável, em um estado tal e em quantidade suficiente, para formar uma atmosfera explosiva.
- existência de uma fonte de ignição com energia elétrica ou térmica suficiente para causar a ignição da atmosfera explosiva.
- Existência da possibilidade da atmosfera alcançar a fonte de ignição.



Fonte: SENAI/CST, 1999

Figura A.2 – Triângulo de Ignição.

Métodos de Prevenção

Existem vários métodos de prevenção, que permitem a instalação de equipamentos elétricos, geradores de faíscas elétricas e temperaturas de superfícies capazes de detonar a atmosfera potencialmente explosiva.

Estes métodos de proteção baseiam-se em um dos princípios seguintes (SENAI/CST, 1999):

- **CONFINAMENTO:** este método evita a detonação da atmosfera, confinando a explosão em um compartimento capaz de resistir a pressão desenvolvida durante uma possível explosão, não permitindo a propagação para as áreas vizinhas. (exemplo: equipamentos à prova de explosão).
- **SEGREGAÇÃO:** é a técnica que visa separar, fisicamente, a atmosfera potencialmente explosiva, da fonte de ignição. (exemplo: equipamentos pressurizados, imersos e encapsulados).
- **PREVENÇÃO:** neste método, controla-se a fonte de ignição, de forma a não possuir energia elétrica e térmica suficiente para detonar a atmosfera explosiva. (exemplo: equipamentos intrinsecamente seguros).

A.7.2 – Equipamentos à prova de explosão (Ex d)

Este método de proteção baseia-se totalmente no conceito de confinamento. A fonte de ignição pode permanecer em contato com a atmosfera explosiva, conseqüentemente pode ocorrer uma explosão interna do próprio equipamento (SENAI/CST, 1999).

Um invólucro à prova de explosão deve suportar a pressão interna desenvolvida durante a explosão, impedindo a propagação das chamas, gases quentes ou temperaturas de superfície.

Desta forma, o invólucro à prova de explosão deve ser construído com um material muito resistente, normalmente alumínio ou ferro fundido, e deve possuir um interstício estreito e longo para que os gases quentes, desenvolvidos durante uma possível explosão, possam ser resfriados, garantindo a integridade da atmosfera ao redor.

Os cabos elétricos que entram, e saem do invólucro devem ser conduzidos por eletrodutos metálicos, pois também são considerados como uma fonte de ignição. Para evitar a propagação de uma explosão interna, através das entradas e saídas de cabo do invólucro, devem ser instalados Unidades Seladoras, que consistem de tubos rosqueados, para união do eletroduto com o invólucro, sendo preenchidas com uma massa especial que impede a propagação das chamas através dos cabos (SENAI/CST, 1999).

A.7.3 - Pressurizado (Ex p)

A técnica de pressurização é baseada nos conceitos de segregação, onde o equipamento é construído de forma a não permitir que a atmosfera potencialmente explosiva penetre no equipamento que contém elementos faiscantes, ou de superfícies quentes que poderiam detonar a atmosfera (SENAI/CST, 1999).

A atmosfera explosiva é impedida de penetrar no invólucro devido ao gás de proteção (ar ou gás inerte) que é mantido com uma pressão levemente maior que a da atmosfera externa.

A sobrepressão interna pode ser mantida com ou sem fluxo contínuo, e não requer nenhuma característica adicional de resistência do invólucro, mas recomenda-se a utilização de dispositivos de alarme que detectem alguma anormalidade da pressão interna do invólucro, e desenergizem os equipamentos imediatamente após detectada a falha (SENAI/CST, 1999).

Esta técnica pode ser aplicada a painéis elétricos de modo geral, e principalmente como uma solução para salas de controle, que podem ser montadas próximas às áreas de risco.

O processo de diluição contínua deve ser empregado, quando a sala pressurizada possuir equipamentos que produzam a mistura explosiva, tais como: salas cirúrgicas, analisadores de gases, etc.

Desta forma o gás inerte deve ser mantido em quantidade tal que a concentração da mistura nunca alcance 25% do limite inferior da explosividade do gás gerado. O sistema de alarme, neste caso, deve ser baseado na quantidade relativa do gás de proteção na atmosfera, atuando também na desenergização da alimentação.

A.7.4 - Encapsulado (Ex m)

Este tipo de proteção, também, é baseado no princípio da segregação, prevendo que os componentes elétricos dos equipamentos sejam envolvidos por uma resina, de tal forma que a atmosfera explosiva externa não seja inflamada durante a operação (SENAI/CST, 1999).

Normalmente esse tipo de proteção é complementar em outros métodos, e visa evitar o curto-circuito acidental.

Este método pode ser aplicado a reed relé, botoeiras com cúpula de contato encapsulada, sensores de proximidade e obrigatoriamente nas barreiras zener (SENAI/CST, 1999).

A.7.5 – Imerso em Óleo (Ex o)

Também neste tipo de proteção, o princípio básico é o da segregação, evitando que a atmosfera potencialmente explosiva atinja partes do equipamento elétrico que possam provocar detonações (SENAI/CST, 1999).

A segregação é obtida emergindo as partes “vivas” (que podem provocar faíscas ou superfícies quentes), em um invólucro com óleo. Normalmente é utilizado em grandes transformadores, disjuntores e similares, com peças móveis, aconselhado para equipamentos que não requerem manutenção freqüente.

A.7.6 - Enchimento de Areia (Ex q)

Similar ao anterior, sendo que a segregação é obtida com o preenchimento do invólucro com pó, normalmente o pó do quartzo ou areia, evitando, desta forma a propagação da chama e a temperatura excessiva das paredes do invólucro ou da superfície. Encontrado como forma de proteção para leito de cabos no piso (SENAI/CST, 1999).

A.7.7 - Segurança Intrínseca (Ex i)

A Segurança Intrínseca é o método representativo do conceito de prevenção da ignição, através da limitação da energia elétrica.

O princípio de funcionamento baseia-se em manipular e estocar baixa potência elétrica, que deve ser incapaz de provocar a detonação da atmosfera explosiva, quer por efeito térmico, quer por faíscas elétricas.

Em geral, pode ser aplicado a vários equipamentos e sistemas de instrumentação, pois a energia elétrica só pode ser controlada a baixos níveis em instrumentos tais como: transmissores eletrônicos de corrente, conversores eletropneumáticos, chaves-fim-de-curso, sinaleiros luminosos, etc (SENAI/CST, 1999).

A.7.8 - Segurança Aumentada (Ex e)

Este método de proteção, nos conceitos de supressão da fonte de ignição, aplicável que é em condições normais de operação, não produz arcos, faíscas ou superfícies quentes, que possam causar a ignição da atmosfera explosiva para a qual ele foi projetado. São tomadas ainda medidas adicionais durante a construção, com elevados fatores de segurança, visando a proteção sob condições de sobrecargas previsíveis (SENAI/CST, 1999).

Esta técnica pode ser aplicada a motores de indução, luminárias, solenóides, botões de comando, terminais e blocos de conexão e, principalmente, em conjunto com outros tipos de proteção.

A normas técnicas prevêem grande flexibilidade para os equipamentos de Segurança Aumentada, pois permitem sua instalação em Zonas 1 e 2, onde todos os cabos podem ser conectados aos equipamentos através de prensa-cabos, não necessitando mais dos eletrodutos metálicos e suas unidades seladoras.

A.7.9 - Não Acendível (Ex n)

Também baseado nos conceitos de supressão da fonte de ignição, os equipamentos não acendíveis são similares aos de Segurança Aumentada (SENAI/CST, 1999).

Neste método os equipamentos não possuem energia suficiente para provocar a detonação da atmosfera explosiva, como os de Segurança Intrínseca, mas não prevêem nenhuma condição de falha ou defeito.

Sua utilização será restrita à Zona 2, onde existe pouca probabilidade de formação da atmosfera potencialmente explosiva, o que pode parecer um fator limitante; mas em se observando que a maior parte dos equipamentos elétricos estão localizados nesta zona, pode-se tornar muito interessante.

Um exemplo importante dos equipamentos não acendíveis são os “multiplex”, instalados na Zona 2, que manipulam sinais das Zonas 1 e os transmite para a sala de controle, com uma combinação perfeita para a Segurança Intrínseca, tornando a solução mais simples e econômica.

A.7.10 - Proteção Especial (Ex s)

Este método de proteção, de origem alemã, não está coberto por nenhuma norma técnica e foi desenvolvido para permitir a certificação de equipamentos que não sigam nenhum método de proteção, e possam ser considerados seguros para a instalação em áreas classificadas, por meios de testes e análises do projeto, visando não limitar a inventividade humana (SENAI/CST, 1999).

A.7.11 - Combinações das Proteções

O uso de mais um tipo de proteção, aplicado a um mesmo equipamento, é uma prática comum.

Como exemplo temos: os motores à prova de explosão, com caixa de terminais Segurança Aumentada, os botões de comando com cúpula dos contatos separados por invólucro Encapsulado; os circuitos Intrinsecamente Seguros onde a barreira limitadora de energia é montada em um painel pressurizado, ou em um invólucro à prova de explosão (SENAI/CST, 1999).

A.7.12 - Aplicação dos Métodos de Proteção

A aplicação dos métodos de proteção está prevista nas normas técnicas, e regulamenta as áreas de risco onde os diversos métodos de proteção podem ser utilizados, pois o fator e risco de cada área foi levado em conta, na elaboração das respectivas normas (SENAI/CST, 1999).

Tabela A.9 - Aplicação dos Métodos de Proteção.

MÉTODO DE PROTEÇÃO	CÓDIGO	ZONAS	PRINCÍPIOS
À PROVA DE EXPLOSÃO	Ex d	1 e 2	Confinamento
PRESSURIZADO	Ex p	1 e 2	Segregação
ENCAPSULADO Ex m 1 e 2	Ex m	1 e 2	
IMERSÃO EM ÓLEO	Ex o	1 e 2	
IMERSO EM AREIA	Ex q	1 e 2	
INTRINSICAMENTE SEGURO	Ex ia	0, 1 e 2	
	Ex ib	1 e 2	
SEGURANÇA AUMENTADA	Ex e	1 e 2	
NÃO ASCENDÍVEL	Ex n	2	
ESPECIAL	Ex s	1 e 2	Especial

Nota: os equipamentos projetados para a Zona 0 podem ser instalados na Zona 1 e 2, bem como, os da Zona 1 podem ser instalados na Zona 2.

Fonte: SENAI/CST, 1999