



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Relatório de Estágio Integrado

Ângelo Vinícius Alves de Menezes

Campina Grande, Setembro de 2010



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Relatório de Estágio Integrado

Relatório de Estágio apresentado à
Coordenação de Graduação em Engenharia
Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Washington Luiz A. Neves, Ph.D.

Empresa: Invensys Systems Brasil Ltda.

Campina Grande, Setembro de 2010

Ângelo Vinícius Alves de Menezes

Relatório de Estágio Integrado

Relatório de Estágio apresentado à
Coordenação de Graduação em Engenharia
Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em ____ de _____ de 2010.

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Washington Luiz A. Neves, Ph.D.

Examinador: Prof. Damásio Fernandes Jr., D.Sc.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por toda a força e coragem para vencer tantos obstáculos que surgiram nesse período de graduação em Engenharia Elétrica.

Para a realização deste sonho de ser um Engenheiro Eletricista contei com o apoio de inúmeras pessoas e instituições, mas gostaria particularmente de destacar e agradecer:

A minha família em geral, em especial a minha mãe Célia Farias de Albuquerque e meu pai Gilvan Alves de Meneses.

Aos queridos mestres Washington Luiz A. Neves, Damásio Fernandes Jr., Benemar A. de Souza, Benedito Antonio Luciano e todos os outros professores que contribuíram de maneira direta ou indiretamente para meu crescimento pessoal e intelectual.

A Universidade Federal de Campina Grande, e em especialmente a Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica, por toda a excelente estrutura de ensino e apoio aos estudantes.

Aos meus inúmeros queridos amigos e colegas que compartilharam várias horas de aulas, muitos trabalhos e muitas provas, especialmente Huno Costa, Luiz Gianini, Frederico Camuça, Rodrigo Komatsu, Antônio Alberto e tantos outros queridos e queridas.

Aos novos amigos e colegas de trabalho da Invensys, especialmente Daniel Alves, Felipe Motta, Daniel Simões, Eurico Moura, meus companheiros nas atividades diárias.

Sumário

1	Introdução.....	1
1.1	Apresentação	1
2	A Empresa Invensys Operations Management.....	2
2.1	Áreas de atuação.....	3
2.1.1	Segmentos de atuação no Mercado Mundial.....	3
2.1.2	Credenciais	4
2.2	Organograma.....	4
2.3	Produtos.....	5
2.4	Clientes.....	7
3	Projeto RNEST – Refinaria Abreu e Lima.....	8
4	Sistema Instrumentado de Segurança (SIS).....	10
4.1	Revisão Teórica – Controlador Lógico Programável (CLP).....	10
4.2	Tricon	11
4.2.1	Arquitetura	13
4.2.2	Representação dos componentes dos chassis	14
4.2.3	Aplicações típicas.....	23
4.3	Trident	23
4.3.1	Visão Geral.....	23

4.3.2	Arquitetura	25
4.3.3	Aplicações típicas.....	26
4.4	TriStation.....	27
4.4.1	Linguagens de Programação do TriStation	28
4.4.2	Ferramentas do TriStation.....	31
5	Atividades Realizadas.....	33
5.1	Treinamento de auditores internos da qualidade – ISO 9001:2008	33
5.1.1	Objetivos	33
5.1.2	Sistema de Gestão da Qualidade	33
5.1.3	NBR ISO 9001:2008 - propósitos e requisitos.....	34
5.1.4	Definição de Auditoria	36
5.1.5	Atividades de Auditoria	37
5.2	Comissionamento.....	37
5.2.1	Objetivo.....	38
5.2.2	Definições.....	38
5.2.3	Visão Geral do Sistema.....	38
5.2.4	Serviços Realizados.....	40
5.3	Teste de Aceitação de Fábrica - TAF.....	40
5.3.1	Objetivos	41
5.3.2	Equipamentos utilizados	41
5.3.3	Primeiro Conjunto de Testes	41

5.3.4	Segundo Conjunto de Testes	41
5.3.5	Terceiro Conjunto de Testes	42
5.3.6	Quarto Conjunto de Testes	43
5.3.7	Notificações e Autorização para Embarque	44
6	Conclusões.....	45
7	Bibliografia.....	46
8	Anexo.....	47

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Fábricas e Centros Globais de Engenharia.....	3
Figura 2.2 – Organograma da empresa.....	5
Figura 2.3 – Instrumentos.....	5
Figura 2.4 – Hardwares.....	6
Figura 2.5 – Clientes da Indústria de Processos.....	7
Figura 2.6 – Clientes de Manufatura e Infra-Estrutura.....	7
Figura 3.1 – Refinaria Abreu e Lima – RNEST (<i>Fonte: www.onordeste.com</i>).....	8
Figura 3.2 – Filial Jaboatão dos Guararapes – PE.....	9
Figura 4.1 – Chassi Principal do Tricon.....	12
Figura 4.2 – Chassi de Expansão do Tricon.....	13
Figura 4.3 – Arquitetura Triplicada de um Controlador Tricon.....	14
Figura 4.4 - Fonte de alimentação do Tricon.....	15
Figura 4.5 – Modelo dos processadores principais de acordo com a versão do Tricon compatível.....	16
Figura 4.6 – Módulo de Comunicação Tricon (TCM).....	17
Figura 4.7 - Exemplo de Cartão de Entrada Digital modelo 3501T, com 32 pontos.....	18
Figura 4.8 – Exemplo de Cartão de Entrada Analógica modelo 3721.....	20
Figura 4.9 - Exemplo de Cartão de Entrada Analógica, modelo 3604.....	21
Figura 4.10 – Representação dos Cartões de Saídas Analógicas.....	22
Figura 4.11 – Exemplo de um modelo de TA.....	23

Figura 4.12 – Ilustração do baseplate e processadores principais do Trident.....	25
Figura 4.13 – Arquitetura Triplicada do Controlador Trident.	26
Figura 4.14 – Diagrama de Blocos de Funções.	28
Figura 4.15 – Diagrama em linguagem Ladder Logic.	29
Figura 4.16 – Linguagem de Texto Estruturado.	30
Figura 4.17 – Linguagem de Matriz de Causa e Efeito.	31
Figura 4.18 – Áreas de Trabalho do TriStation 1131.	32
Figura 5.1 – Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo.....	35
Figura 5.2 – Visão geral das atividades típicas de auditoria.....	37

1 Introdução

1.1 Apresentação

Este trabalho mostra os pontos relevantes sobre a execução das atividades de estágio realizadas pelo aluno do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, Ângelo Vinícius Alves de Menezes. O estágio foi realizado na filial da empresa Invensys Systems Brasil Ltda., situada na Rua Dona Maria de Souza, 681 – Piedade, em Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, no período de 1 de abril à 19 de setembro de 2010, totalizando 896 horas.

A disciplina de Estágio Integrado tem por finalidade propiciar ao aluno a prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e a experiência extra-acadêmica necessária para formação do futuro profissional.

Os trabalhos realizados tiveram ênfase na área de instrumentação, controle e automação. Foram realizados treinamentos para Auditor Interno do SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade), atividades técnicas e práticas recomendadas para manutenção e gerenciamento do Sistema Instrumentado de Segurança – SIS, visitas técnicas à Refinaria Henrique Lage – REVAP, em São José dos Campos – SP e à Fascitec Instrumentação e Eletrônica Ltda., em São Bernardo do Campo – SP.

2 A Empresa Invensys Operations Management

A Invensys é um Grupo Mundial que fornece sistemas de automação, controle e soluções para processos industriais. Seus produtos, serviços, “expertise” e posterior suporte, habilitam sistemas inteligentes a monitorar e controlar processos em ambientes diversos. Os serviços oferecidos pela Invensys auxiliam clientes numa variada gama de negócios a atuar com grande eficiência, segurança e baixo custo, em seguimentos que incluem – petróleo e gás, petroquímicos, energia, utilidades, ferrovias, telecomunicação, papel e celulose, alimentos e bebidas, laticínios e farmacêuticas.

As principais marcas, divulgadas pelo marketing IOM (Invensys Operations Management), incluem Avantis (software de gestão de recursos empresariais), Foxboro (sistemas de automação industrial incluindo serviços associados, instrumentos, transmissores, e SCADA), SimSci-Esscor (simulações e otimização), Triconex (sistemas de segurança), Eurotherm (controladores de temperatura/cartas de registros) e Wonderware (software de automação industrial).

Os produtos IOM são vendidos e assistidos numa base regional de negócios, a qual foca em vendas, gerenciamento de projetos e assistência técnica ao cliente nos Estados Unidos, Europa, Oriente Médio, África, America Latina e Ásia-Pacífico.

O nome Invensys Operations Management Brasil, refere-se à empresa legalmente constituída em território nacional registrada como Invensys Systems Brasil Ltda.

A Invensys chegou ao Brasil em 1999, formada por uma junção entre Siebe PLC e BTR, que deu origem ao conglomerado BTR-Siebe, com cerca de 15 bilhões de dólares anuais de vendas. Em abril de 1999 o nome do conglomerado com mais de 500 empresas e 125 mil funcionários passou a ser designado por Invensys.

Subsidiária da Invensys no Brasil, a Invensys Systems Brasil Ltda. (ISBL), com matriz em São Paulo – SP, e filial em Jaboatão dos Guararapes – PE, emprega mais de 80 técnicos e engenheiros treinados nas áreas de vendas, aplicações, engenharia, operação e serviços. Está ligada administrativamente à vice-presidência regional da América Latina, sediada em Buenos Aires, Argentina.

2.1 Áreas de atuação

A Invensys Operations Management (IOM) provê produtos, serviços e soluções para automação e otimização de processos de operações indústrias na planta. A IOM projeta, manufatura, fornece, instala, comissiona e testa softwares e hardwares computadorizados para automatização e regulação de operações na planta, atuando também no gerenciamento de certas funções administrativas na manufatura e simulações de operações de processos manufaturados, assim como mostra a Figura 2.1.

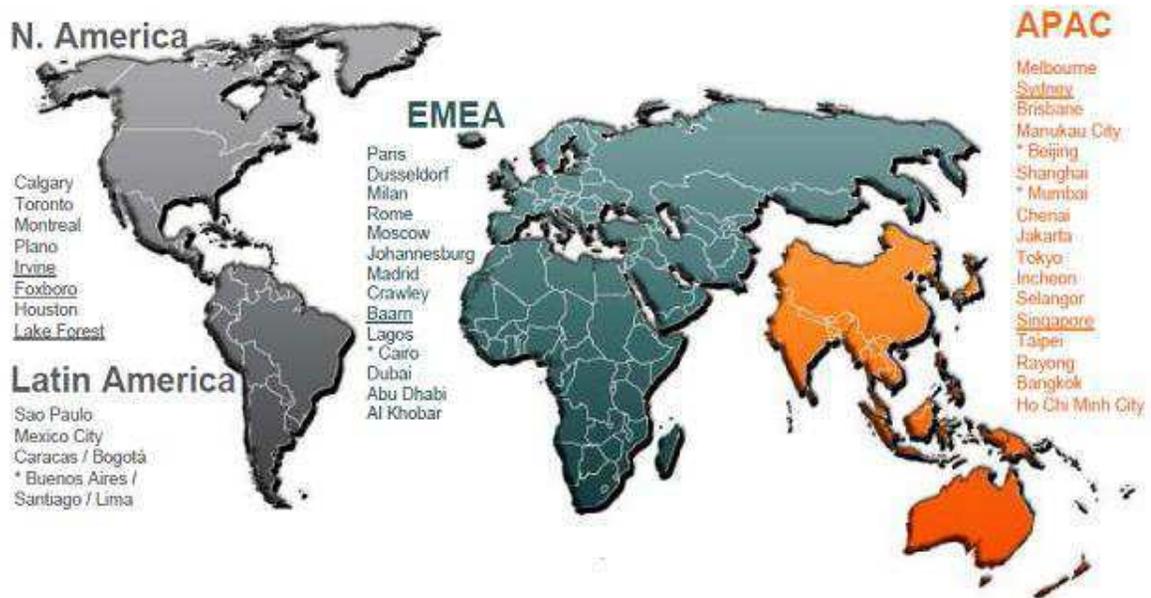


Figura 2.1 – Fábricas e Centros Globais de Engenharia.

2.1.1 Segmentos de atuação no Mercado Mundial

- Ajuda a refinar cerca de 15% do óleo cru produzido no mundo;
- Ajuda a gerar 24% da eletricidade mundial, 37% da eletricidade nuclear;
- Ajuda a produzir 24% dos produtos químicos mundiais;
- Ajuda a liquefazer 70% de todo o gás natural do mundo.

2.1.2 Credenciais

- Clientes Invenys/Triconex têm mais de 450 mega hora de disponibilidade de planta;
- As maiores plantas a gás do mundo usam SDCD I/A da Invensys/Foxboro;
- As maiores plataformas offshore no sudeste da Ásia e no Golfo dos Estados Unidos usam SDCD I/A da Invensys/Foxboro;
- As maiores refinarias do mundo usam SDCD I/A da Invensys/Foxboro;
- Os maiores complexos petroquímicos do mundo usam MES InFusion da Invensys/Foxboro (PetroRabish);
- A maior produtora de celulose fibra curta do mundo usa SDCD I/A da Invensys/Foxboro (Aracruz);
- A Invensys forneceu à China em 2008, 62 unidades a carvão, em parceria com o Instituto Chinês de Projetos.

2.2 Organograma

A IOM Brasil – Invensys Systems Brasil Ltda. – possui uma estrutura organizacional, esquematizada na Figura 2.2, capaz de atender aos objetivos expressos na política da qualidade com rapidez, eficiência e flexibilidade às mudanças, contando com uma hierarquia clara e enxuta, onde a ação está próxima do nível de decisão.

As atividades de estágio foram realizadas no setor de Engenharia.

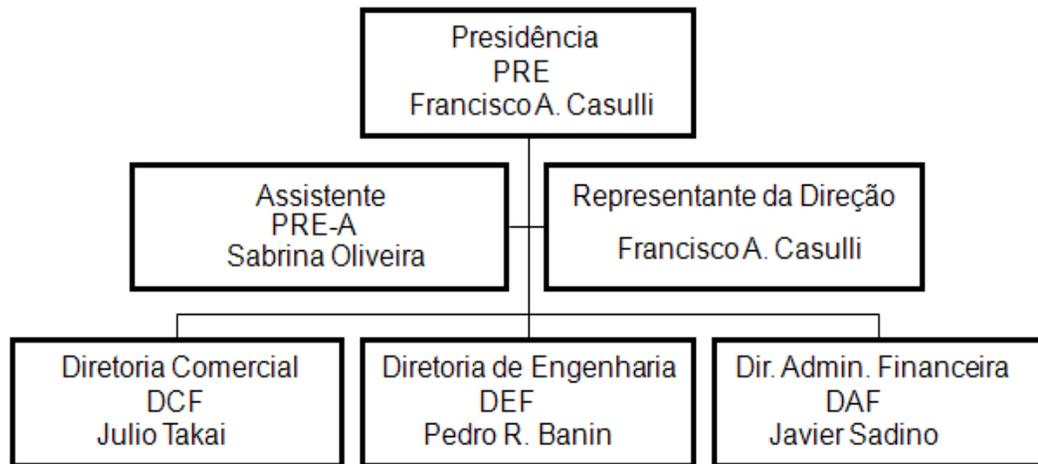


Figura 2.2 – Organograma da empresa.

2.3 Produtos

Abaixo segue os principais produtos fornecidos pela Invensys (Figura 2.3 e Figura 2.4).



Figura 2.3 – Instrumentos.



ESD



SDCD



Indicadores e Controladores

Registradores sem Papel

RTU

PLC / SCADA

Figura 2.4 – Hardwares.

2.4 Clientes

As Figuras 2.5 e 2.6 mostram os principais clientes da Invensys.



Figura 2.5 – Clientes da Indústria de Processos.



Figura 2.6 – Clientes de Manufatura e Infra-Estrutura.

3 Projeto RNEST – Refinaria Abreu e Lima

A Refinaria Abreu e Lima – RNEST, representada na Figura 3.1, está sendo construída no município de Ipojuca, estado de Pernambuco, Brasil sito à rodovia PE-60 km 10, distante aproximadamente 45 km da cidade de Recife/PE.

A Invensys foi uma das empresas que ofereceu proposta nas licitações para construção da Refinaria Abreu e Lima, e está responsável pelo Contrato Geral de Automação – CGA, da ordem de R\$ 154,1 milhões.

Contrato este, que tem por objetivo a execução, pela contratada, dos serviços de engenharia, elaboração de projetos, verificação de projetos de terceiros, configuração e programação dos dispositivos e sistemas, licenciamento de software, condução e participação em testes de aceitação em plataforma de testes e no campo, ministrar treinamentos em engenharia e manutenção e operação e o fornecimento de equipamentos, hardware e software dos sistemas de controle, dos sistemas de proteção, dos sistemas de gerência de ativos, sistemas de treinamento de operadores assistidos por computador, instrumentos eletrônicos de campo relacionados com o Sistema de Automação (CGA) da Refinaria do Nordeste – Abreu e Lima – RNEST.



Figura 3.1 – Refinaria Abreu e Lima – RNEST (Fonte: www.onordeste.com).

Aproveitando-se a necessidade de implantação de uma base de trabalho na região onde vai ser construída a refinaria, com o intuito de atender todas as cláusulas do contrato CGA (como treinamentos de operadores, elaboração de projetos, etc.) foi construída uma filial da Invensys em Jaboatão dos Guararapes – PE, que atualmente desenvolve atividades nas áreas de Engenharia de Projetos, Integração e Testes de Fábrica e Suprimentos.



Figura 3.2 – Filial Jaboatão dos Guararapes – PE.

4 Sistema Instrumentado de Segurança (SIS)

A maior parte das atividades de estágio foi realizada com foco no Sistema Instrumentado de Segurança (SIS), que representa uma das áreas de atuação da Invensys no mercado mundial, através da marca Triconex.

O SIS é um sistema responsável em manter a planta em um estado seguro, quando certas condições pré determinadas forem ultrapassadas. É composto de sensores, executor da lógica (PES - *Programmable Electronic System*) e elementos finais de controle.

O PES é formado por hardwares e softwares operacionais, o *Tricon/Trident* e o *TriStation*, respectivamente.

4.1 Revisão Teórica – Controlador Lógico Programável (CLP)

Um controlador de lógica programável é uma ferramenta que armazena instruções e depois implementa operações, tais como sequenciamento, contagem, e ajustes, para automatizar máquinas e outros processos. É projetado para substituir mecanismos físicos ao simular as funções que eles desempenham.

As aplicações mais comuns para os CLPs são:

- Relés;
- Contadores;
- Temporizadores.

Um CLP é um microprocessador, composto de uma CPU, memória, circuitos de entradas e circuitos de saídas. Ele varre ou avalia as entradas, armazena as informações na sua memória, executa as instruções do programa, e depois atualiza a saída. Este ciclo é repetido continuamente.

Controladores Lógicos Programáveis são flexíveis e, a um preço razoável, controlam sistemas e operações complexas.

4.2 Tricon

O Tricon é um Controlador Lógico Programável de Segurança certificado nos mais exigentes órgãos de certificações do mundo, como, TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg, Factory Mutual (FM), U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), European Union CE Mark.

Seu ciclo de funcionamento é composto de quatro passos:

- 1) O CLP executa uma verificação interna de seu hardware;
- 2) O CLP varre as entradas e salva as informações na sua memória;
- 3) O CLP avalia a informação e executa um programa, um passo por vez. Depois disso é atualizada a saída;
- 4) O CLP copia a saída a partir da memória aos circuitos de saída. Os circuitos enviam o comando da operação para o dispositivo.

Para garantir a maior integridade do sistema, o controlador Tricon inclui os seguintes recursos:

- Fornece uma arquitetura redundante modular tripla (TMR), usando três sistemas integrados de controle paralelo no mesmo conjunto de hardware. O resultado é uma tolerância muito elevada a falhas de sistemas. Tolerância a falhas é a habilidade de detectar condições de falhas transitórias e constantes e, de forma on-line, tomar ações corretivas apropriadas;
- Suporta ambientes industriais quimicamente agressivos;
- Suporta até 118 módulos de entradas analógicos ou digitais e módulos de comunicação opcionais;
- Executa programas de controle, desenvolvidos e testados no programa TriStation 1131;
- Fornece diagnóstico integral online;

O Sistema Tricon consiste de um chassi principal (Figura 4.1) com três processadores principais, duas fontes, um cartão de comunicação, seis cartões lógicos para I/O e módulos de comunicação, cartões de *hot spare* (para troca de um cartão defeituoso) e um chassi de expansão (Figura 4.2) que se interliga ao chassi principal por três cabos de comunicação, permitindo mais oito cartões lógicos adicionais de I/O e módulos de comunicação para serem incluídos no sistema.

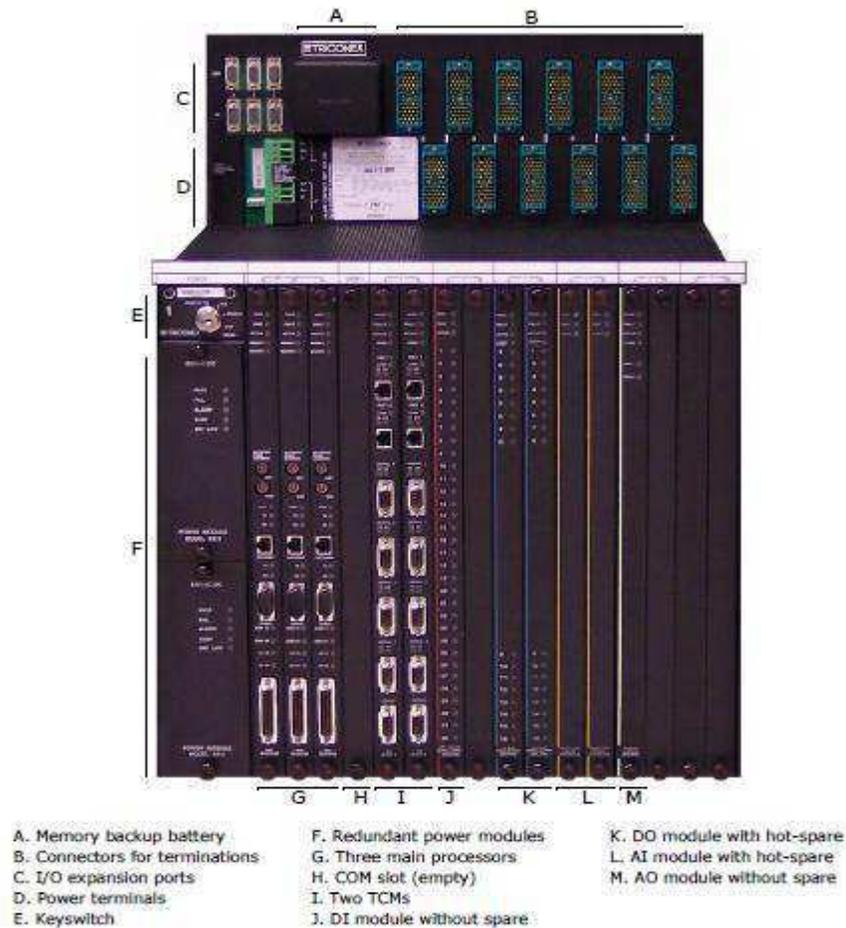


Figura 4.1 – Chassi Principal do Tricon.

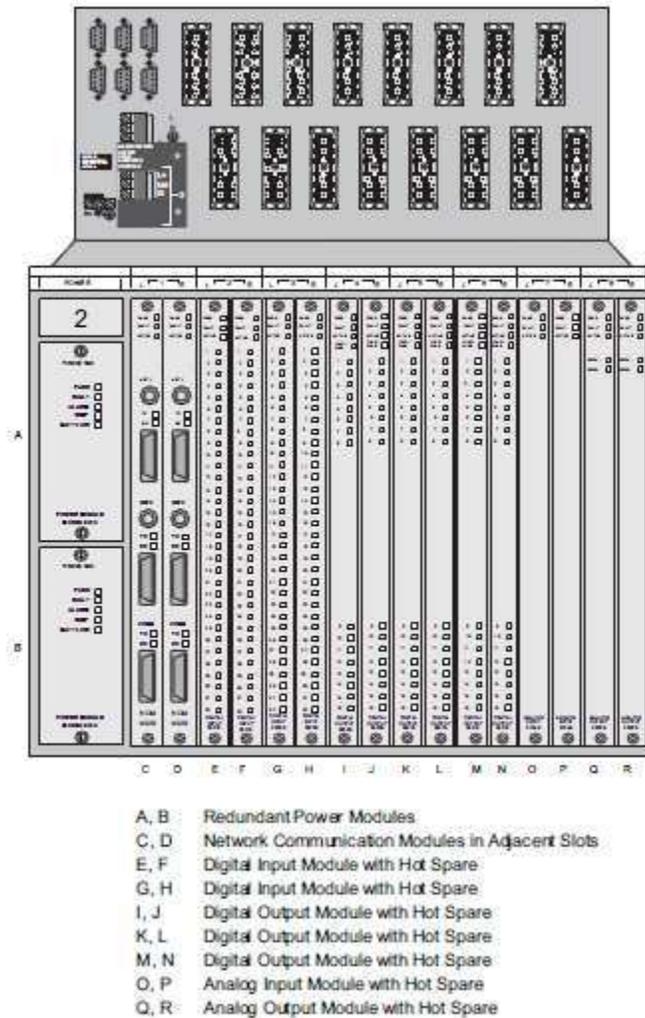


Figura 4.2 – Chassi de Expansão do Tricon.

4.2.1 Arquitetura

A Arquitetura redundante modular tripla (TMR) assegura tolerância a falhas, controle ininterrupto na presença de falhas permanentes ou falhas transitórias de fontes internas ou externas.

Todos os módulos de I/O abrigam circuitos para três canais independentes. Cada canal dos módulos de entrada lê os dados do processo e passam a informação para o respectivo

processador principal. Os processadores principais comunicam-se uns com os outros usando a propriedade de alta velocidade do sistema de tripla redundância, chamada de *TriBus*.

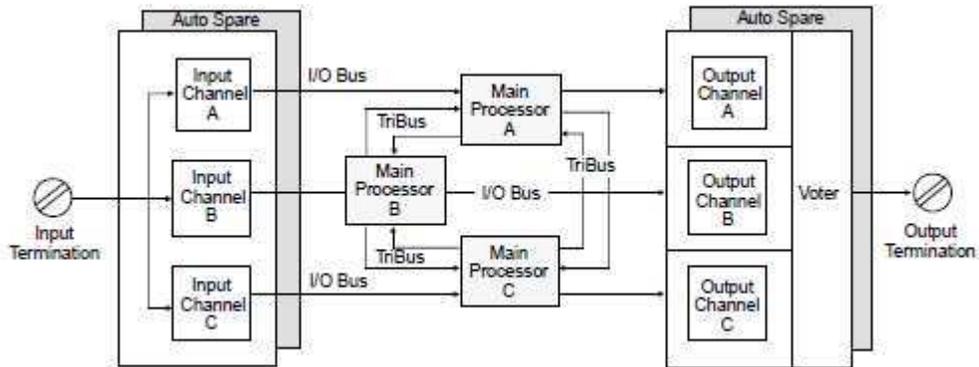


Figura 4.3 – Arquitetura Triplicada de um Controlador Tricon.

O TriBus envia cópias de todos os dados de entradas analógicas e digitais de cada processador, comparando os dados de saída de cada processador principal. Os processadores principais votam os dados de entrada, executam o programa de controle, e enviam as saídas, geradas pelo programa de controle, para os módulos de saída. O Controlador Tricon vota os dados de saída nos módulos de saída podendo detectar e compensar qualquer erro que possa ocorrer na votação TriBus, e por fim o resultado pode ser enviado para a área de atuação.

4.2.2 Representação dos componentes dos chassis

a) Fontes de alimentação

Todos os chassis do Tricon são equipados com dois módulos de fontes, os quais indicam possíveis falhas no sistema e podem ser substituídos a quente. Estes módulos (Figura 4.4) estão localizados na parte inferior esquerda do chassi e possuem uma rubrica mostrando sua alimentação (VAC/VDC), adequando-se a todos os cartões Tricon.

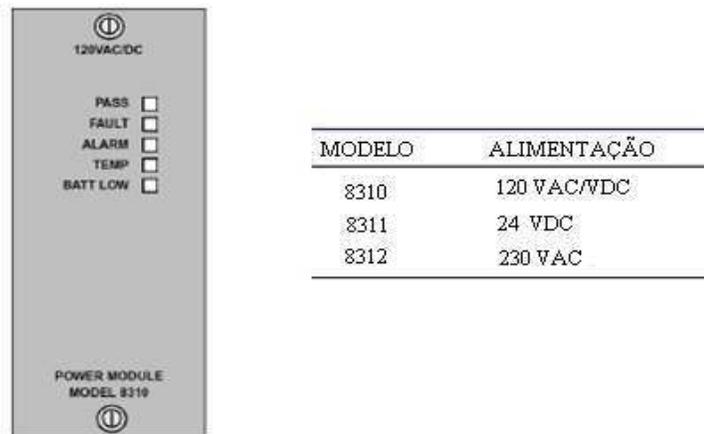


Figura 4.4 - Fonte de alimentação do Tricon.

b) Módulos Processadores

O chassi principal do Tricon possui três cartões para os processadores, cada um dos processadores principais é adjacente aos módulos das fontes no chassi principal do Tricon.

As propriedades de alta velocidade do sistema de tripla redundância em cada processador geram as seguintes funções:

- Comunicação entre os processadores;
- Votação no hardware para todos os sinais de entrada digital;
- Comparação das variáveis de controle.

A tripla redundância usa um canal de comunicação totalmente isolado por sinal operando em 4 megabits/seg. O acesso direto a memória do controlador gerencia a sincronização, transferência e direito de voto e de correção de dados independente do usuário ou aplicativo de software.

O processador também trabalha com os principais cartões de comunicação para ajustar o controlador do Tricon com a Sequência de Eventos (SOE). Durante cada varredura, o processador inspeciona as variáveis discretas com o objetivo de detectar alterações no seu estado,

designadas de *Evento*. Quando ocorre um Evento, os processadores gravam a variável no estado atual e marcam um espaço de memória chamado de buffer, que faz parte de um bloco no SOE. O SOE deve ser configurado usando um software específico (TriStation 1131) e poderá recuperar os dados do processo com o *SOE Data Recorder*.

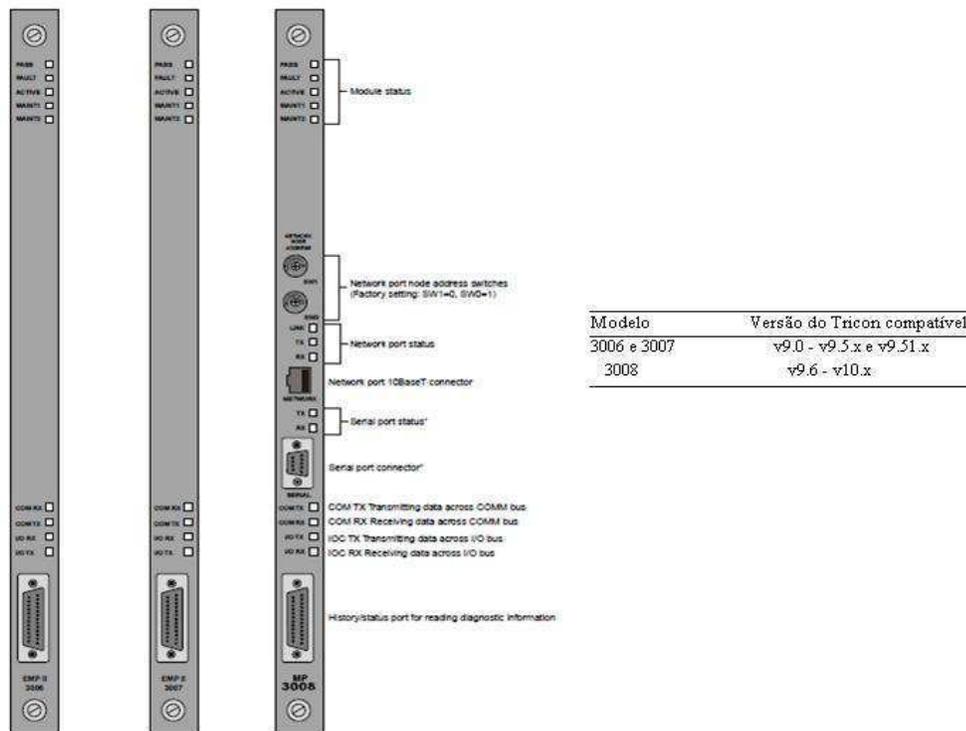


Figura 4.5 – Modelo dos processadores principais de acordo com a versão do Tricon compatível.

c) Módulo de Comunicação

O Módulo de Comunicação Tricon (TCM), contém quatro portas seriais, duas portas de rede, e uma porta de depuração (para uso da Triconex). Cada porta serial pode ser configurada como Modbus mestre ou escravo. O módulo TCM suporta dados a uma taxa de 460,8 kilobits/seg, em todas as quatro portas seriais.

Na configuração do Tricon são usados nomes nas variáveis como identificadores na comunicação Modbus, onde os endereços numéricos são chamados de *aliases*. Portanto, um *alias* deve ser atribuído ao Tricon com o nome da variável que será lida ou escrita por um dispositivo Modbus. Um *alias* é um número de cinco dígitos.

Cada TCM contém também duas portas de rede NET 1 e NET 2, para comunicação Ethernet.

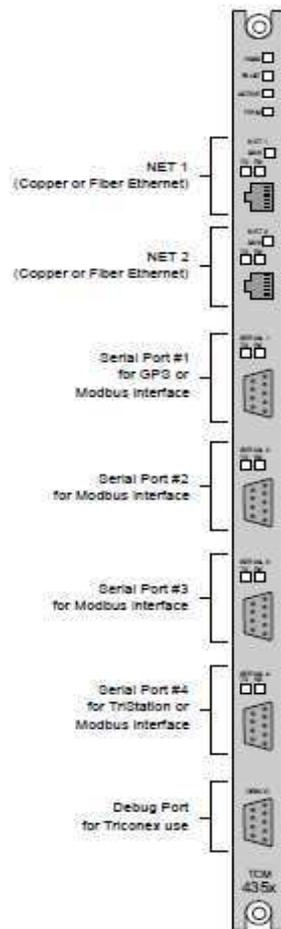


Figura 4.6 – Módulo de Comunicação Tricon (TCM).

d) Módulos de I/O

i. Cartão de Entrada Digital

Cada Cartão de Entrada Digital possui três entradas isoladas chamadas “pernas”, que funcionam independentemente para processar os dados de entrada para o cartão. Um microprocessador em cada perna varre cada ponto de entrada, compila os dados e os transmite ao responsável pela procura. Os dados de entrada são votados aos processadores principais antes do processamento para assegurar a mais elevada integridade. Todos os caminhos são críticos e o

sinal possui a tripla redundância para ser 100% garantida a segurança e a máxima disponibilidade. Cada perna tem sinais ópticos de forma independente e proporciona isolamento entre o campo e o Tricon.

Todos os cartões de entrada digital possuem uma completa rotina de diagnósticos para cada perna. Em caso de falha de uma das pernas o diagnóstico ativa o erro no indicador, que por sua vez ativa o sinal de alarme no chassi. A falha indica que uma das pernas está com problemas e não o cartão inteiro.

Estes cartões possuem uma entrada sobressalente ao lado do cartão em funcionamento no chassi para fazer a substituição do cartão a quente. Cada cartão é mecanicamente configurado para evitar uma má instalação e configuração em um chassi.

Um exemplo de funcionalidade são as chaves fim de curso de válvulas.



Modelo	Tensão	Pontos
3501E/T	115 VAC/WDC	32
3502E	48 VAC/WDC	32
3503E	24 VAC/WDC	32
3504E	24/48 VDC	64
3505E	24 VDC	32
3564	24 VDC	64

Figura 4.7 - Exemplo de Cartão de Entrada Digital modelo 3501T, com 32 pontos.

ii. Cartão de Entrada Analógica

Todos os Cartões de Entrada Analógica possuem em cada ponto três entradas independentes chamadas “pernas”. Cada perna recebe sinais de tensão variável a partir de cada ponto e converte esses sinais para digital, transmitindo para os processadores. Um valor é selecionado e em seguida é usado um algoritmo de seleção para garantir o valor correto dos dados em cada varredura.

Cada ponto de entrada possui uma monitoração, impedindo que uma simples falha em uma perna prejudique o sistema. Cada entrada analógica possui uma rotina completa de diagnósticos para cada perna, em caso de falha de uma das pernas, o diagnóstico ativa um LED de erro, que por sua vez ativa o sinal de alarme do chassi. A falha indica que uma das pernas está com problemas, e não o cartão inteiro.

Estes cartões possuem uma entrada sobressalente ao lado do cartão em funcionamento no chassi para fazer a substituição do cartão a quente. Cada cartão é mecanicamente configurado para evitar uma má instalação e configuração em um chassi.

Um exemplo de funcionalidade são os transmissores de 4-20 mA.



Modelo	Tensão	Tipo	Descrição
3700 3700A	0-5 VDC	TMR	Entrada Analógica
3701	0-10 VDC	TMR	Entrada Analógica
3703E	0-5 ou 0-10 VDC	TMR	E. Analógica Isolada
3704E	0-5 ou 0-10 VDC	TMR	Densidade Alta
3720	0-5 VDC	TMR	Densidade Alta Terminação Simples
3721	0 à 5 ou -5 à +5 VDC	TMR	Diferencial

Figura 4.8 – Exemplo de Cartão de Entrada Analógica modelo 3721.

iii. Cartão de Saída Digital

O Cartão de Saída Digital recebe sinais de saída dos processadores em cada uma das três “pernas”. Cada conjunto de três sinais é feita uma votação especial quadruplicada no circuito na saída do Cartão. O circuito produz um sinal de saída votado. O sinal quadruplicado proporciona múltiplas redundâncias para todos os caminhos críticos do sinal, garantindo a segurança e máxima disponibilidade.

Cada Cartão de Saída Digital possui um diagnóstico chamado de OVD, o diagnóstico faz uma verificação de todas as malhas do circuito, verificando a saída de cada canal, tendo ou não uma presença de carga ou se há falha de alimentação na saída do cartão.

Todo cartão de Saída Digital possui uma entrada sobressalente ao lado do cartão em funcionamento no chassi para fazer a substituição do cartão a quente. Cada Cartão é mecanicamente configurado para evitar uma má instalação e configuração em um chassi.

Um exemplo de funcionalidade é a movimentação de um solenóide.

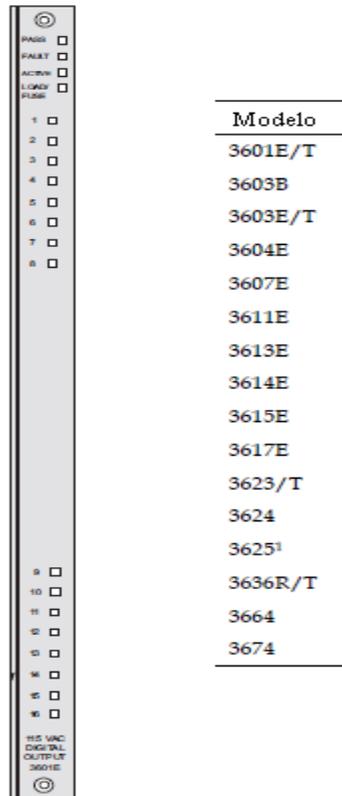
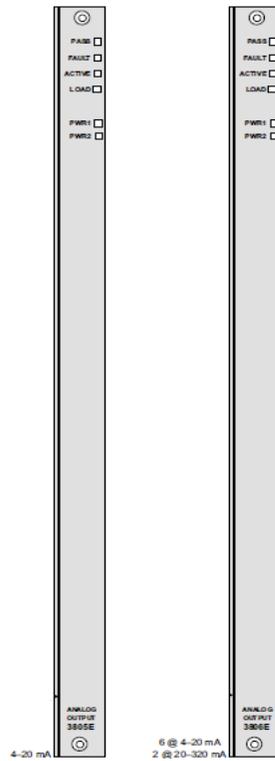


Figura 4.9 - Exemplo de Cartão de Entrada Analógica, modelo 3604.

iv. Cartão de Saída Analógica

Os Cartões de Saída Analógica recebem sinais de saída dos processadores em cada um dos três canais. Cada conjunto de três sinais é feita uma votação especial quadruplicada no circuito na saída do Cartão. O circuito produz um sinal de saída votado.

Este cartão possui uma entrada sobressalente ao lado do cartão em funcionamento no chassi para fazer a substituição do cartão a quente. Cada Cartão é mecanicamente configurado para evitar uma má instalação e configuração em um chassi.



Modelo	Descrição	Corrente	Tipo
3805E	Saída Analógica	4-20 mA	TMR
3806E	Saída Analógica	2 saídas @ 20-320 mA 6 saídas @ 4-20 mA	TMR

Figura 4.10 – Representação dos Cartões de Saídas Analógicas.

e) Placa de Terminação (TA)

O chassi do Tricon é constituído por um painel externo de terminação em conjunto com um "sistema de cabos" chamado TA (Figura 4.11). A TA é uma placa de circuito eletricamente passiva para o campo, onde os cabos são facilmente acoplados. As TA's são conectadas aos chassis através de um "sistema de cabos" que possuem conectores que se encaixam perfeitamente ao painel.

A TA é alimentada por duas fontes: primária e secundária.

Seu ciclo de funcionamento é composto de quatro passos:

- 1) O CLP executa uma verificação interna de seu hardware;
- 2) O CLP varre as entradas e salva as informações na sua memória;
- 3) O CLP avalia a informação e executa um programa, um passo por vez. Depois disso é atualizada a saída;
- 4) O CLP copia a saída a partir da memória aos circuitos de saída. Os circuitos enviam o comando da operação para o dispositivo.

O Controlador Trident, assim como o Tricon, possui uma tolerância muito elevada a falhas de sistemas, detectando condições de falhas transitórias e constantes, de forma online, e tomando ações corretivas apropriadas.

Para garantir a maior integridade dos processos em todos os instantes, o controlador Trident inclui os seguintes recursos:

- Fornece uma arquitetura redundante modular tripla (TMR), usando três sistemas integrados de controle paralelo no mesmo conjunto de hardware. Cada um dos três sistemas executa independentemente o programa de controle com os mecanismos de hardware/software “votando” todas as entradas e saídas;
- Suporta ambientes industriais quimicamente agressivos;
- Suporta módulos de I/O (analógicas e digitais) e um módulo de comunicação opcional;
- Suporta:
 - Máximo de 25 baseplates de I/O;
 - Máximo de 416 pontos de AI (entrada analógica) e 20 pontos de AO (saída analógica);

- Máximo de 640 pontos de DI (entrada digital) e 320 pontos de DO (saída digital);
- Permite manutenção enquanto o controlador Trident está funcionando;
- Fornece diagnóstico integral online;

Fisicamente, o Sistema Trident consiste de processadores principais, módulos de I/O, módulo de comunicação opcional, baseplates onde os módulos são montados, conexões da fiação de campo e o TriStation PC.

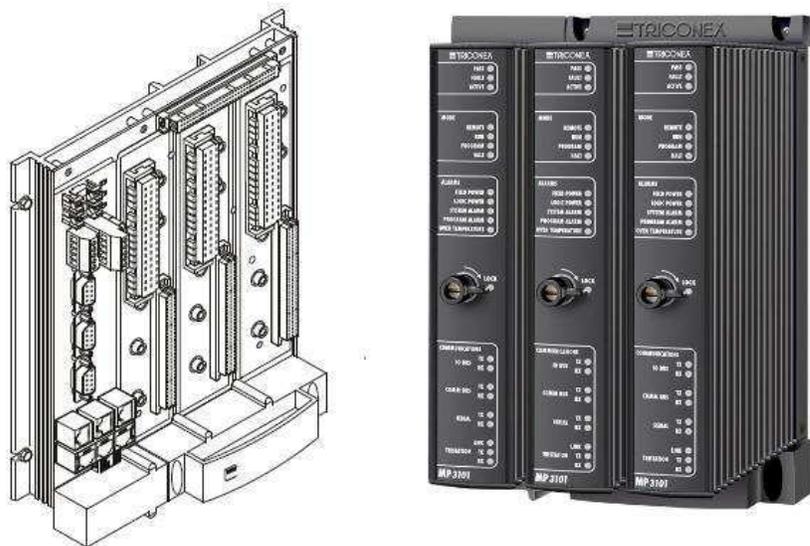


Figura 4.12 – Ilustração do baseplate e processadores principais do Trident.

4.3.2 Arquitetura

O Controlador Trident apresenta uma arquitetura redundante modular tripla (TMR), que é uma arquitetura totalmente triplicada, dos módulos de entradas para os processadores principais, para os módulos de saídas. Cada módulo abriga um circuito para três canais independentes. Cada canal dos módulos de entrada lê os dados do processo e passam a informação para o respectivo

processador principal. Os processadores principais comunicam-se uns com os outros usando a propriedade de alta velocidade do sistema de tripla redundância, chamado de *TriBus*.

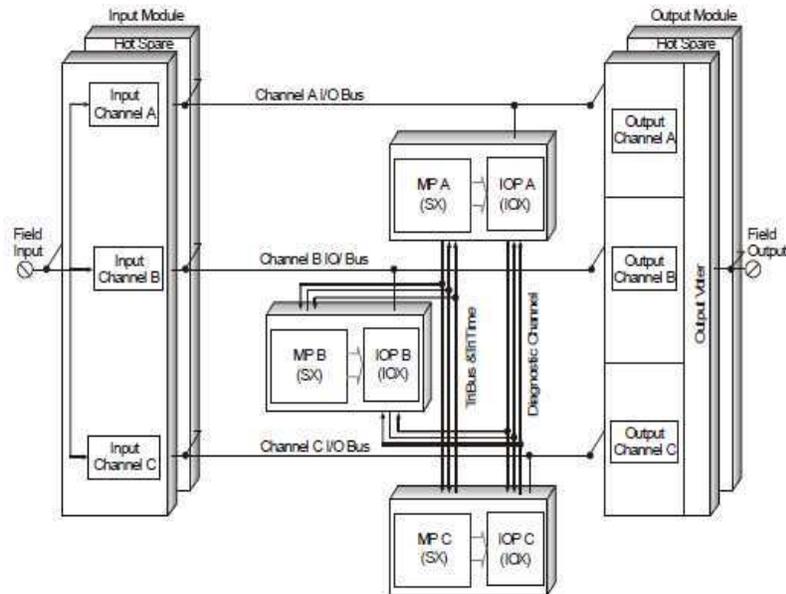


Figura 4.13 – Arquitetura Triplicada do Controlador Trident.

O TriBus envia cópias de todos os dados de entradas analógicas e digitais de cada processador, comparando os dados de saída de cada processador principal. O processador principal vota os dados de entrada, executa o programa de controle, e envia as saídas geradas pelo programa de controle para os módulos de saída.

O Controlador Trident vota os dados de saída nos módulos de saída podendo detectar e compensar qualquer erro que possa ocorrer na votação TriBus, e por fim o resultado pode ser enviado para área de atuação.

4.3.3 Aplicações típicas

Com o Trident, a Triconex apresenta uma solução mais rentável para aplicações no sistema de segurança. As aplicações típicas principais são:

- Desligamento de Emergência (ESD);

- Sistemas de Fogo & Gás (F&G);
- Sistemas de Proteção de Alta Integridade;
- Controle de Turbomáquinas;
- Controle de Processos Típicos;

4.4 TriStation

O TriStation 1131 Developer's Workbench, versão 4, é um programa para desenvolver, testar e documentar aplicativos críticos de segurança e controle de processos.

Podem-se criar programas, funções e blocos de funções com linguagens compatíveis com a IEC 61131-3 (Norma Internacional para Controladores Programáveis), usando:

- Biblioteca Standard (STDLIB) de acordo com a norma IEC 61131-3;
- Biblioteca Triconex (TCXLIB) para todas as plataformas Triconex;
- Biblioteca Tricon e Trident, específico para plataformas Tricon e Trident, respectivamente.

Um extensivo conjunto de ferramentas possibilita gerar projetos contendo toda a configuração e dados necessários para executar um aplicativo nos controladores Tricon e Trident. Um Monitor de Diagnóstico permite monitorar, em separado, o status do equipamento e dos aplicativos em execução em múltiplos controladores.

O TriStation 1131 pode ser executado nos sistemas operacionais Windows NT, Windows 2000 e Windows XP e segue a orientação gráfica de interface com o usuário do Microsoft Windows.

O TriStation 1131 suporta três linguagens que seguem a Norma IEC 61131-3 e uma linguagem de programação Triconex opcional para os desenvolvimentos, testes e documentações de aplicativos de controle de processos que são executados nos controladores Tricon e Trident.

- Function Block Diagram;
- Ladder Diagram;
- Structured Text;
- Cause and Effect Matrix Programming Language Editor (CEMPLE) (Linguagem de Programação da Matriz de Causa e Efeito) para aplicações em turbo máquinas.

4.4.1 Linguagens de Programação do TriStation

a) Linguagem do Function Block Diagram

O Function Block Diagram – FBD (Diagrama do Bloco de Funções) é uma linguagem orientada graficamente que corresponde aos diagramas de circuitos. Elementos são representados por blocos que são conectados juntos para formar circuitos. Os *fiões* transportam dados binários e de outros tipos entre os elementos no FBD.

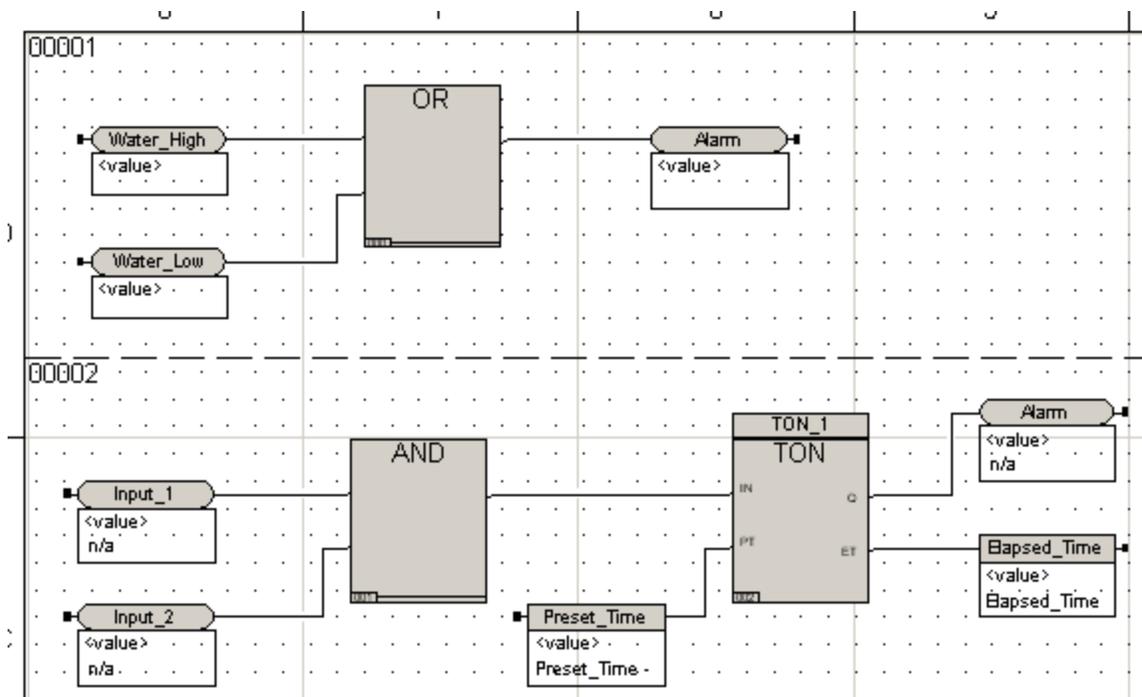


Figura 4.14 – Diagrama de Blocos de Funções.

b) Linguagem Ladder Logic

A linguagem Ladder Logic – LD (Lógica Ladder) é uma linguagem gráfica que usa um conjunto padrão de símbolos para representar a lógica de relés. Os elementos básicos são contatos (entradas discretas) e bobinas (saídas discretas) diagramadas como degraus de uma escala, e conectadas por links. Estes links são diferentes dos *fiões* usados em FBD porque eles transferem somente dados binários entre símbolos LD, seguindo o fluxo de energia característico da lógica de relés.

A Figura 4.15 mostra um alarme de nível de tanque de água, escrito em linguagem LD.

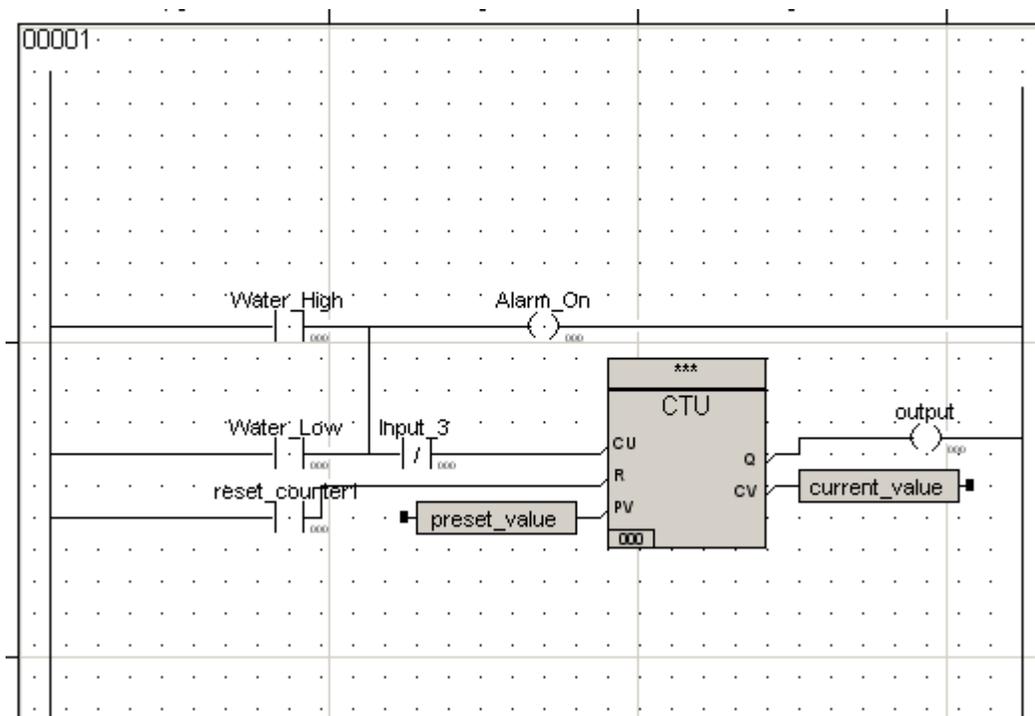


Figura 4.15 – Diagrama em linguagem Ladder Logic.

c) Linguagem Structured Text

Structured Text – ST (Texto Estruturado) é uma linguagem de programação de alto nível, de múltiplos propósitos, similar a linguagem PASCAL ou C. É útil para cálculos aritméticos complexos, e pode ser usada para implementar procedimentos complicados que não são facilmente expressos em linguagens gráficas tais como FBD e LD.

A Figura 4.16 mostra o alarme do tanque de água escrito em ST e desempenha a operação como nos exemplos prévios em FBD e LD.

```
PROGRAM ST1
VAR_EXTERNAL
    Water_High : BOOL;
    Water_LOW : BOOL;
    Alarm : BOOL;
END_VAR
VAR
    Reset : BOOL;
    Preset_Value : INT;
    Current_Value : INT;
    CTU_Block : CTU;

END_VAR
(* First Network *)
Alarm := Water_High OR Water_Low;
(* Second Network *)
CTU_Block (CU := Alarm, R := Reset, PV := Preset_Value);
Q := CTU_Block.Q;
Current_Value := CTU_Block.CV;
END_PROGRAM
```

Figura 4.16 – Linguagem de Texto Estruturado.

d) Cause and Effect Matrix Programming Language (CEMPLE)

Cause and Effect Matrix Programming Language (CEMPLE) (Linguagem de Programação de Matriz Causa e Efeito) é um editor opcional de linguagem TriStation 1131 que automatiza o processo de criar um programa baseado em uma matriz de causa e efeito. A matriz é então convertida em um código de programa executável no controlador.

A Matriz de Causa e Efeito é uma metodologia usada durante o processo industrial para definir estratégias de Paradas de Emergência ou Emergency Shutdown (ESD). As matrizes são frequentemente usadas para aplicativos tais como sistemas de fogo e gás em que a lógica da programação é simples, porém o volume de entradas e saídas que precisam ser controladas é alto.

		OR					
		Effect	OR	OR	OR	OR	OR
		Description	UNIT_1_ALAR	UNIT_2_ALAR	UNIT_3_ALAR	UNIT_4_ALAR	UNIT_5_ALAR
			High level alarm indicator for tank 1	High level alarm indicator for tank 2	High level alarm indicator for tank 3	High level alarm indicator for tank 4	High level alarm indicator for tank 5
Cause	Description		E01	E02	E03	E04	E05
LEVEL_1_HI	TRUE=Fluid level in tank 1 is high	C01	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LEVEL_2_HI	TRUE=Fluid level in tank 2 is high	C02	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LEVEL_3_HI	TRUE=Fluid level in tank 3 is high	C03	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LEVEL_4_HI	TRUE=Fluid level in tank 4 is high	C04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>
LEVEL_5_HI	TRUE=Fluid level in tank 5 is high	C05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X

Loc	Terminal	Var/Const	VarType	DataType	Description
C01		P1_LEVEL_1_HI	Tagname	BOOL	

Figura 4.17 – Linguagem de Matriz de Causa e Efeito.

4.4.2 Ferramentas do TriStation

O TriStation 1131 Developer's Workbench possui três workspaces (áreas de trabalho):

- *Application*: é usado para desenvolver a lógica do programa, utilizando as linguagens de programação;
- *Controller*: é usada para especificar a configuração para o projeto. Inclui os parâmetros operacionais, as configurações de comunicação, alocação de hardware e memória que podem ser configurados;
- *Project*: é usado para visualizar e imprimir relatórios relacionados ao projeto, assim como, exportar relatórios em uma variedade de formatos.

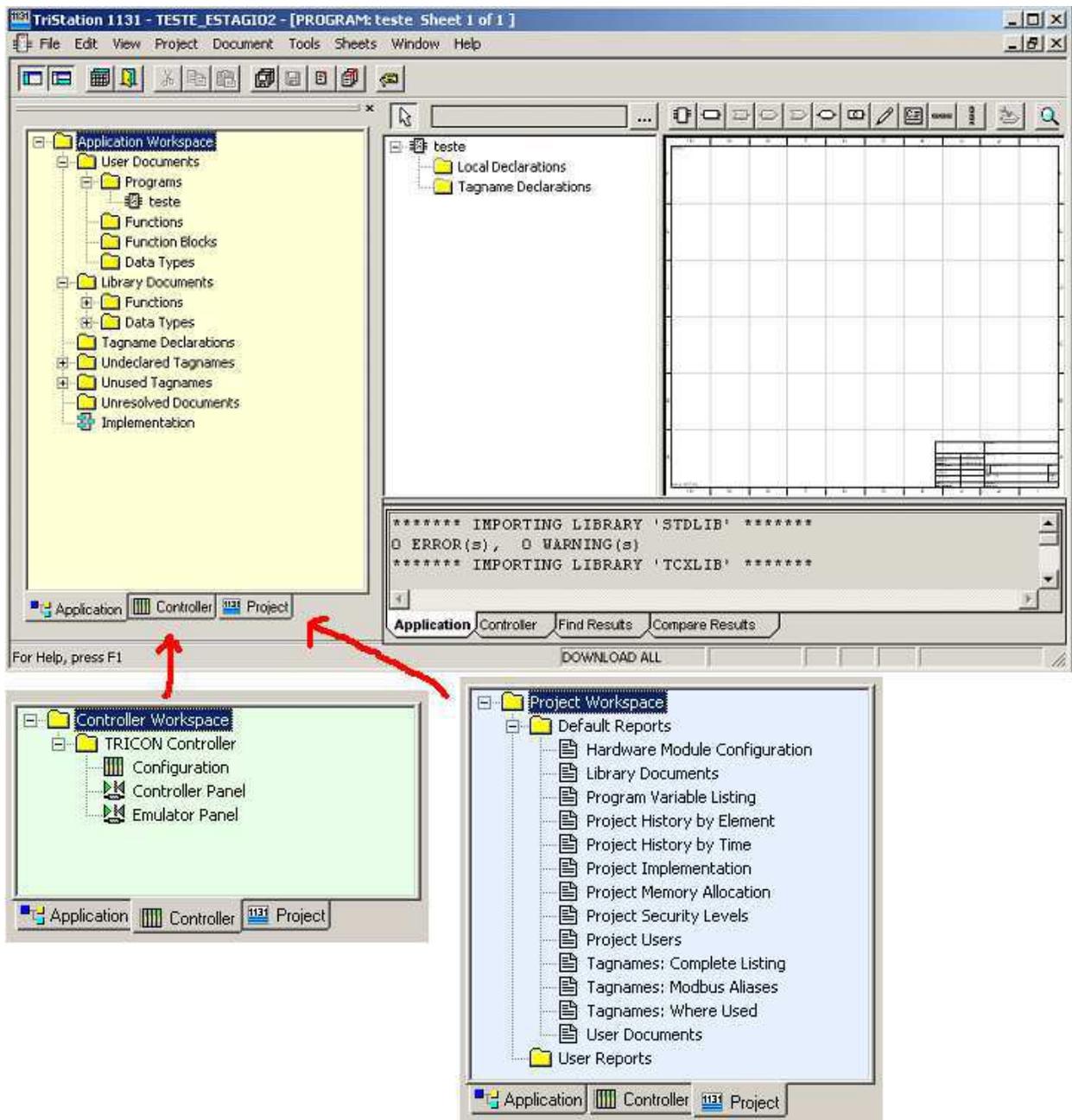


Figura 4.18 – Áreas de Trabalho do TriStation 1131.

5 Atividades Realizadas

5.1 Treinamento de auditores internos da qualidade – ISO 9001:2008

Carga horária: 30 horas.

Local: Invensys Systems Brasil Ltda. - Filial Jaboatão dos Guararapes/PE.

Período: 13/04/2010 à 16/04/2010.

5.1.1 Objetivos

O Treinamento de Auditor Interno pela NBR ISO 9001:2008 foi estruturado para prover os conceitos básicos e princípios da qualidade, conhecimento dos requisitos da norma e estratégias que envolvem uma auditoria interna, estando o aluno, ao término do treinamento apto a: compreender a aplicação de Sistema de Gestão da Qualidade; compreender o verdadeiro papel e potencial das auditorias internas do SGQ; saber descrever as responsabilidades dos auditores internos; ser capaz de coletar e analisar evidências, exercitando a objetividade; saber como avaliar e relatar os resultados de uma auditoria interna.

5.1.2 Sistema de Gestão da Qualidade

Para conduzir e operar com sucesso uma organização é necessário dirigi-la e controlá-la de maneira transparente e sistemática. O sucesso pode resultar da implantação e manutenção de um sistema de gestão concebido para melhorar continuamente o desempenho, levando em consideração, ao mesmo tempo, as necessidades de todas as partes interessadas. A gestão de uma organização inclui, entre outras disciplinas de gestão, a gestão da qualidade.

A política da qualidade e os objetivos da qualidade são estabelecidos para proporcionar um foco para direcionar uma organização. Ambos determinam os resultados desejados e auxiliam a organização na aplicação de seus recursos para alcançar esses resultados. A política da qualidade fornece uma estrutura para estabelecer e analisar criticamente os objetivos da qualidade. Os objetivos da qualidade precisam ser consistentes com a política da qualidade e o comprometimento para melhoria contínua, e o resultado deve ser mensurável.

O cumprimento dos objetivos da qualidade pode ter um impacto positivo na qualidade do produto, na eficácia operacional e no desempenho financeiro, conduzindo assim à satisfação e confiança das partes interessadas.

5.1.3 NBR ISO 9001:2008 - propósitos e requisitos

A ABNT NBR ISO 9001 especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade que podem ser usados pelas organizações para aplicação interna, para certificações ou para fins contratuais. Ela está focada na eficácia do sistema de gestão da qualidade em atender os requisitos do cliente.

Esta Norma promove a adoção de uma abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um sistema de gestão da qualidade.

Para uma organização funcionar de maneira eficaz, ela tem que determinar e gerenciar diversas atividades interligadas. Uma atividade ou conjunto de atividades que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de entradas em saídas pode ser considerado um processo.

A aplicação de um sistema de processos de uma organização, junto com a identificação, interações desses processos e sua gestão para produzir o resultado desejado, pode ser referenciado como a “abordagem de um processo”.

O modelo de um sistema de gestão da qualidade, baseado em uma abordagem de processo, encontra-se na Figura 5.1.

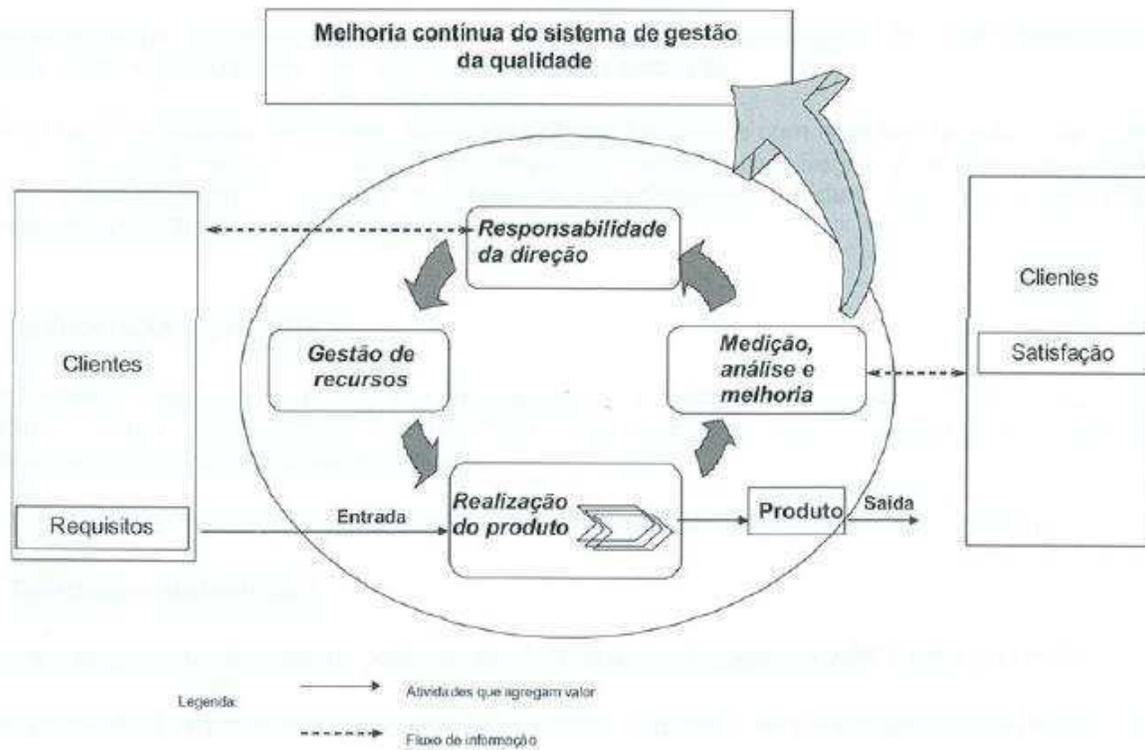


Figura 5.1 – Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo.

Adicionalmente pode ser aplicada a metodologia conhecida como “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA) para todos os processos.

Plan (planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para gerar resultados de acordo com os requisitos do cliente e com as políticas da organização;

Do (fazer): implementar os processos;

Check (checar): monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados;

Act (agir): executar ações para promover continuamente a melhoria do desenho do processo.

Os Requisitos para sistemas de gestão da qualidade são especificados na ABNT NBR ISO 9001. Estes requisitos são genéricos e aplicáveis às organizações de qualquer setor da

indústria ou economia, independentemente do produto ofertado. A ABNT NBR ISO 9001 não oferece requisitos para produtos.

A norma define como requisitos: o sistema de gestão da qualidade, a responsabilidade da direção, a gestão de recursos, a realização do produto e a medição, análise e melhoria.

A organização deve estabelecer, documentar, implementar e manter um sistema de gestão da qualidade, e melhorar continuamente sua eficácia de acordo com os requisitos dessa norma.

5.1.4 Definição de Auditoria

É um processo sistemático, documentado e independente para obter evidências de auditoria e avaliá-las objetivamente para determinar a extensão na qual os critérios de auditorias são atendidos. Pode ser definida como uma ferramenta de gerenciamento que se divide em três partes.

Auditorias de primeira parte são realizadas pela própria organização ou em seu nome, para propósitos internos, e podem formar a base para uma autodeclaração da conformidade da organização.

Auditorias de segunda parte são realizadas pelos clientes da organização, ou por outras pessoas em nome do cliente.

Auditorias de terceira parte são realizadas por organizações externas independentes. Tais organizações, normalmente credenciadas, fornecem certificações ou registro de conformidades com requisitos.

5.1.5 Atividades de Auditoria

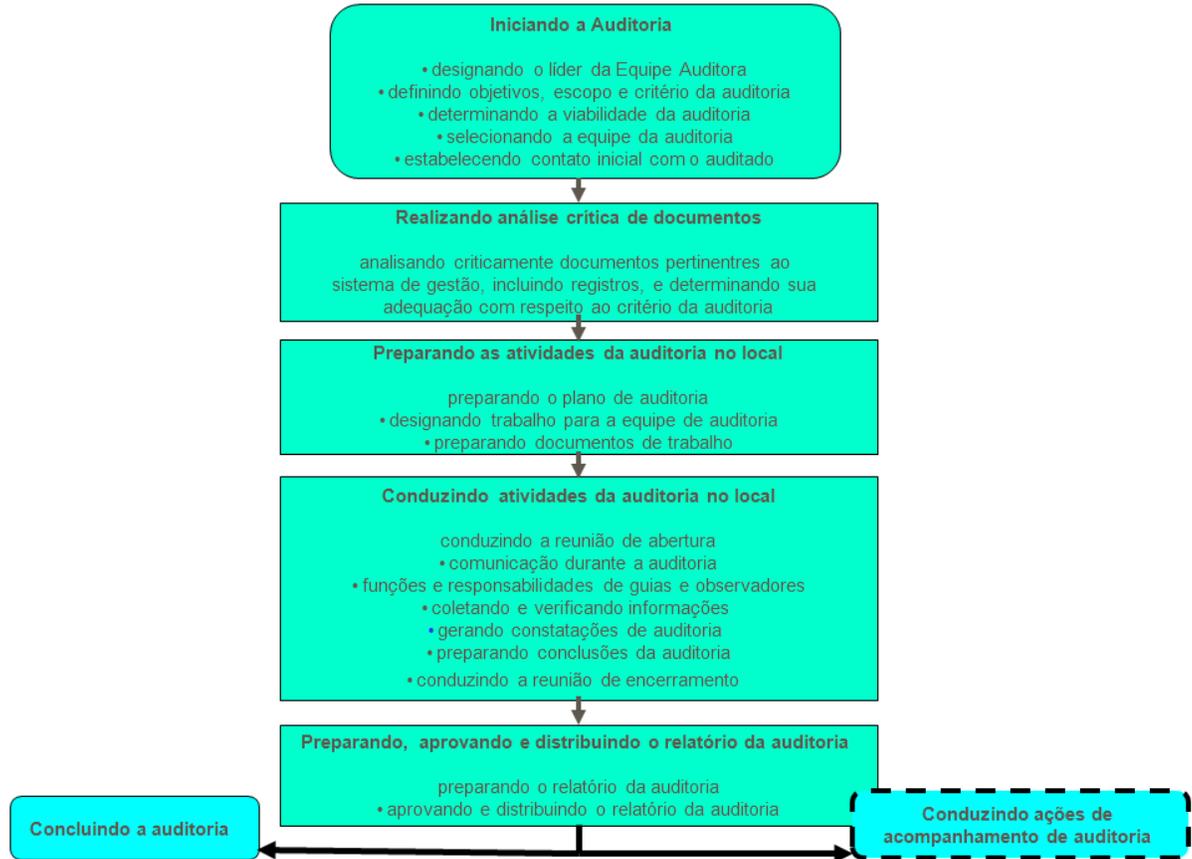


Figura 5.2 – Visão geral das atividades típicas de auditoria.

5.2 Comissionamento

Carga horária: 80 horas.

Local: Refinaria Henrique Lage (REVAP) – São José dos Campos/SP.

Período: 12/07/2010 à 23/07/2010.

Cliente: Elliott Ebara Group

5.2.1 Objetivo

O objetivo central do comissionamento é assegurar a transferência do controlador Triconex para o cliente (Elliott) de forma ordenada e segura, garantindo sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações.

5.2.2 Definições

O serviço de Comissionamento inspeciona, define procedimentos de aceitação de materiais e equipamentos, estabelece a preservação adequada, desenvolve as verificações nas redes de precedência e emite documentos que garantem e comprovam, junto ao cliente final, que o empreendimento irá operar exatamente de acordo com o projeto original a partir do início da operação.

No Comissionamento também se garante a rastreabilidade de todo processo de inspeção durante a construção, pré-operação e operação.

Na prática, o processo de comissionamento consiste na aplicação integrada de um conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia para verificar, inspecionar e testar cada componente físico do empreendimento, tais como peças, instrumentos, equipamentos e etc.

Adicionalmente, quando executado de forma planejada, estruturada e eficaz, o comissionamento tende a se configurar como um elemento essencial para o atendimento aos requisitos de prazos, custos, segurança e qualidade do empreendimento.

5.2.3 Visão Geral do Sistema

Um novo compressor 15MBH5 acionado por uma turbina a vapor SCHPE1 foi fornecido pela Elliott.

O Controlador do Compressor Elliott (ECC) fornece controle para o sistema de óleo, sistema de vedação de gás, pacote de controle da turbina e controle antisurge do compressor. Estes itens são controlados pelo CLP Trident da Triconex.

O equipamento de monitoração da vibração do rolamento e da temperatura, realizado pela Elliott é fornecido pelo Sistema de Monitoramento de Máquinas (MMS).

O sistema de controle do compressor é utilizado para supervisionar a operação do novo compressor de turbina a vapor.

Os equipamentos auxiliares associados com esse compressor incluem:

- Óleo Console com uma bomba movida pela turbina;
- Sistema de Vedação a Gás Seco;
- Pacote de Controle da Turbina;
- Sistema de Monitoramento da Pressão e Temperatura Bently Nevada 3500.

O sistema de monitoramento do compressor consiste do CLP de Segurança Trident da Triconex, e um computador que executa a interface homem-máquina (IHM) x Trident. O sistema também inclui um painel local, montado próximo ao compressor, que utiliza luzes piloto e medidores analógicos para mostrar o estado de vários sinais. Um computador rodando o IHM Trident também está localizado no painel local.

O CLP controla os vários tipos de instrumentos de campo. Tais como as bombas de óleo lubrificante, o aquecedor do reservatório do óleo lubrificante, os sinais permissíveis para iniciar o compressor, e os sinais de alarme e trip, que informam ao operador o estado do compressor. O IHM apresenta estas informações.

A planta também tem um Sistema de Segurança configurado no Trident. O Sistema de Segurança Trident é usado para o desligamento de emergência do compressor. Quando o ECC detecta uma condição de trip entre as suas entradas, ele envia um comando para desligar o Sistema de Segurança Trident.

Todo o sistema, alarme e lógica trip são processados dentro do Trident - Triconex.

Em anexo segue o diagrama de blocos de todo o sistema.

5.2.4 Serviços Realizados

Inicialmente, acompanhado de um Técnico (Invensys), fomos incorporados ao corpo técnico da Refinaria. Em seguida, participamos da Integração, onde através de uma vídeo aula foi mostrado todos os cuidados que devem ser tomados na Refinaria, o uso obrigatório dos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), rotas de fuga, etc.

Após a Integração foi realizada uma reunião com os representantes da Petrobrás e da Elliott, onde foi repassado todo o cronograma das atividades.

Visando a integridade da instalação, foi feita uma inspeção geral do sistema, que inclui a inspeção de todos os documentos associados à instalação, certificados, integridade de aterramento, alimentação elétrica, carregamento dos painéis, dentre outros.

O painel do Trident encontrava-se desenergizado, assim, a partir dos desenhos do painel (diagrama elétrico, diagrama de interligação, etc.), foi realizada sua energização, seguida da verificação dos seus diagnósticos de falhas.

Assim, foi fechado o link com o IHM, dando início a uma série de testes de comunicação com todos os instrumentos do campo (sensores de pressão, temperatura, vazão, nível, etc.), testes da tela de operação, teste da lógica de controle e testes de desempenho e modos de falhas do sistema (ajuste fino).

5.3 Teste de Aceitação de Fábrica - TAF

Carga horária: 80 horas.

Local: Fascitec Instrumentação e Eletrônica Ltda. – São Bernardo do Campo/SP.

Período: 02/08/2010 à 27/08/2010.

Cliente: Refinaria Henrique Lage – REVAP.

5.3.1 Objetivos

O objetivo do Teste de Aceitação de Fábrica – TAF é confirmar ao cliente por meio de uma Inspeção Global do Sistema de Controle Tolerante a Falhas – Triconex, nos itens, dimensional, acabamento e funcional que a Invensys produziu e/ou configurou o sistema de segurança de acordo com a documentação de projeto fornecido pelo cliente no tocante à engenharia de configuração.

A Inspeção do Sistema Triconex deve ser executada somente com a presença de técnicos da Invensys e representantes da Refinaria Henrique Lage – REVAP.

5.3.2 Equipamentos utilizados

Para a implementação de parte dos testes que compõem o Teste de Aceitação de Fábrica serão necessários a utilização de equipamentos e/ou instrumentos para a simulação de elementos iniciais e finais de campo, tais como, notebook, simulador/medidor de corrente contínua/alternada e resistência e um cabo cross.

5.3.3 Primeiro Conjunto de Testes

Os testes iniciam com uma verificação visual de todo o equipamento para confirmar que todo o hardware do Sistema Triconex está disponível, nesta fase é inspecionado a construção mecânica, instalação mecânica (Fixação de Bornes de Alimentação e Aterramento, Fixação de Calhas e Disjuntores, etc.), instalação elétrica (Disposição de Fiação Geral, Identificação de Bornes e Cabos, Interligação entre Chassis, etc.).

5.3.4 Segundo Conjunto de Testes

Em seguida, iniciam-se os ensaios de Isolação Dielétrica e Tensão Aplicada, de acordo com a Norma de Instalações Elétricas de Baixa Tensão - NBR 5410.

Antes da execução dos ensaios, todos os equipamentos eletrônicos são desconectados e sua fiação curto circuitada num ponto comum ao qual será conectado um dos terminais do

equipamento de teste, o outro terminal deste equipamento será conectado à barra de terra de segurança do painel.

No Ensaio de Isolação Dielétrica a tensão de ensaio é de 1000 Vcc e a resistência de isolamento é considerada satisfatória se for igual ou superior a 1,0 Mohms.

No ensaio de Tensão Aplicada à tensão de ensaio é de 1 kV, 60 Hz, aplicada durante 1 min. Não devem ser observadas rupturas de isolação e arcos, e a corrente de fuga máxima não deve ultrapassar 1 mA.

5.3.5 Terceiro Conjunto de Testes

Em seguida são verificadas todas as entradas e saídas analógicas e digitais. Os pontos de I/O dos módulos mostrados em desenhos fornecidos ao cliente, onde todos os testes são executados aplicando as tensões e correntes compatíveis com os cartões.

Nesta etapa dos testes utiliza-se o programa TriStation 1131, iniciando-se a comunicação do software na estação de engenharia com o sistema.

Para todos os pontos de entrada analógica, um painel de simulação ou Multitest é usado para introduzir/medir o sinal analógico. A tela para verificação deste ponto esta disponível na estação de engenharia.

O estado do ponto em termos de faixa, contagens está disponível nesta tela e auxiliam na confirmação apropriada da operação. Para sinais de 4-20 mA, a entrada/saída é verificada em 4, 8, 12, 16 e 20 mA e a faixa é verificada nos cinco pontos.

Para todos os pontos de entradas digitais, um contato é comutado ou um jumper para curto-circuitar o ponto é usado para gerar um sinal digital. O chaveamento é confirmado pela visualização do acendimento do led correspondentes ao ponto de entrada do modulo e também através da tela disponível na estação de engenharia.

Para todos os pontos de saídas digitais, o ponto é comutado a partir da estação de engenharia e a saída é confirmada através do acendimento do led correspondentes ao ponto de

saída do módulo e também através de medição da tensão chaveada observada no Multitest ou pela operação de um relé de teste de tensão de operação compatível ligado ao mesmo ponto no painel de terminação do respectivo módulo.

5.3.6 Quarto Conjunto de Testes

O último conjunto de testes é chamado de Testes de Segurança do Sistema Triconex.

Inicialmente é feito uma demonstração do gerenciamento do sistema Triconex, onde a falha de módulo processador pode ser simulada retirando um dos três módulos instalados no sistema. Desta maneira, os processadores de controle podem ter qualquer módulo em falha enquanto os outros dois módulos permanecem em operação.

Em seguida é testada Configuração de Alimentação Primária e Secundária, desligando-se as fontes de alimentação principais de todos os chassis em cada armário verificando se as fontes de alimentação secundárias mantêm a alimentação para todos os módulos deste armário através dos LED's PASS e ACTIVE acesos nos módulos. Deve-se realizar o desligamento de modo reverso, isto é da alimentação secundária e observar os mesmos resultados.

Depois é verificada a redundância da rede I/O bus, que faz a comunicação entre os módulos processadores. Utiliza-se o programa Diagnostic Monitor com a rede e os nós apropriados, os quais darão acesso ao ambiente de gerenciamento de diagnósticos do sistema. Esta tela será utilizada para monitorar o estado corrente da rede I/O bus.

Para iniciar o teste, desconecta-se o cabo A da rede I/O bus em um dos pontos (chassi, coluna) do sistema. Observando que no chassi que teve a rede de comunicação interrompida, todos os módulos indicarão falha de comunicação em uma das redes. Os cartões conectados ao chassi principal não apresentam nenhum erro de comunicação, pois a rede I/O bus encontra-se montada na placa geral do chassi (backplane). Verifique-se se as comunicações estão operacionais nas outras duas redes I/O bus remanescentes acessando as telas e confirmando a atualização apropriada de dados. Reconecta-se o cabo A, e observa-se a integridade das condições de alarme e funcionamento da rede I/O bus de modo satisfatório. Aguardando-se 5 minutos e repetindo o teste para os cabos B e C.

Por fim, é testada a substituição a quente dos módulos de I/O, verificando se os mesmos mantêm as condições correntes durante e após suas substituições.

5.3.7 Notificações e Autorização para Embarque

Ao término dos testes são registrados todos os erros de implementação, erros do sistema Triconex, erros de montagem e alterações de projeto solicitadas pelo cliente.

Quando todo o trabalho for executado satisfatoriamente, o cliente assina a aprovação dos testes (no próprio documento, Plano de TAF) e autoriza o embarque do sistema.

6 Conclusões

O estágio foi uma oportunidade de pôr em prática alguns dos conhecimentos adquiridos no curso de graduação em engenharia elétrica na UFCG. Adicionalmente, possibilitou incrementar os conhecimentos técnicos mediante o convívio com profissionais com grande experiência, e adquirir conhecimentos em áreas de outras engenharias. Vivenciar o estágio serviu para conhecer as relações profissionais dentro de uma empresa e, principalmente, uma oportunidade de ganhar segurança e comprovar a capacidade de solucionar problemas, empregando os conhecimentos adquiridos durante a graduação. Dessa forma, nota-se a importância do estágio na formação do futuro profissional, tanto no aspecto técnico como nas relações interpessoais.

Durante o estágio as atividades realizadas tiveram ênfase na área de instrumentação, controle e automação. Desta forma, foi possível realizar treinamentos com CLPs de Segurança; treinamentos com softwares como o TriStation 1131 (programa para desenvolver e testar aplicativos críticos de segurança e controle de processo s); análise crítica de desenhos técnicos; treinamentos para auditorias internas, baseado na norma ISO 9001:2008; visitas técnicas a clientes, etc. Além disso, foi possível adquirir conhecimentos de administração para gerenciamento e execução de projetos.

7 Bibliografia

- [1] Malvino, A.P., “*Microcomputadores e Microprocessadores*”; tradução Anatólio Laschuk, revisão técnica Rodrigo Araes Caldas Farias – São Paulo, 1985.
- [2] Kurose, J.F, Ross, K.W., “*Redes de Computadores e a Internet*”, uma abordagem top-down, 3º edição, Pearson Brasil, São Paulo, 2006.
- [3] ABNT: NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão, 1997.
- [4] ABNT NBR ISO 9001:2008, Sistemas de Gestão da Qualidade, 2008.
- [5] Invensys Operations Management, página web, *iom.invensys.com*, acesso em 02/09/2010.
- [6] DNV Managing Risk, página web, *www.dnv.com.br*, acesso em 26/08/2010.
- [7] Triconex, Planning and Installation Guide, Tricon v9-v10, março/2007.
- [8] Triconex, Planning and Installation Guide, Trident v2.0, janeiro/2007.
- [9] Triconex, TriStation Developer’s Guide v.4.1, agosto/2006.
- [10] Jornal do Nordeste, página web, *www.onordeste.com.*, acesso em 08/04/2010.

8 Anexo

Diagrama de Blocos de todo o Sistema da Elliott – Revap.

