

Cléverson Fernandes Curvelo



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA
GRANDE
Departamento de Engenharia Elétrica



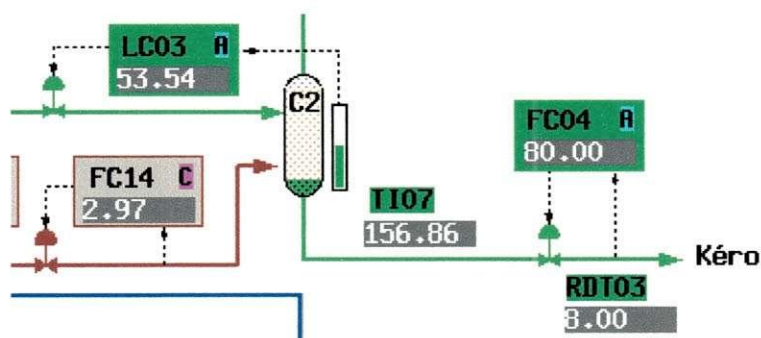
INSTITUT NATIONAL des SCIENCES
APPLIQUEES de LYON
Département Génie Electrique

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

TOTAL França – Refinaria de Provence

ASSUNTO ABORDADO :

- Simulador das Unidades de Refinagem.



Refinaria de Provence

Datas do estágio : 10/02/2003 à 08/08/2003
Tutor TOTAL : Sr. Jean Louis MUGLIONI
Tutor UFCG : Sr. Antônio Marcus Nogueira LIMA
Tutor INSA-Lyon : Sr. Georges LOUAIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Desejo inicialmente agradecer à minha família por ter me apoiado antes e durante a minha estadia na França, especialmente Flávio, Socorro, Clélio, Cleany, Cláudia, Geraldo, Nathan e Pollyana.

Meus agradecimentos vão também para toda a equipe do meu setor na Refinaria de Provence, onde eu fui muito bem acolhido. Eu gostaria de agradecer ao meu tutor de estágio, Sr. Jean-Louis MUGLIONI, Correspondente de Formação do Setor Leste, por sua paciência, seus ensinamentos e seus conselhos. Igualmente, ao Sr. Jean-Louis RACZAK, Correspondente de Formação do Setor Oeste, com quem eu trabalhei muito e aprendi e aos Srs. Jean-Michel DIAZ e Alain LALLEMAND, chefes do meu setor pela confiança depositada ao longo de todo o estágio. Eu agradeço também ao Sr. Gérard BACQUÉ, profissional do Controle de Processos e Informática Industrial do Departamento de Manutenção pelo seu acompanhamento atento e sua receptividade na Sala de Controle Leste.

Em seguida, eu gostaria de agradecer a todos os meus amigos na França : Fabrício, Daniel, Breno, Emerson, Tiago (Peter e Petit), Thiago, Casé, Pedrão, Leonardo, Bruno, Manuela, Vinícius, Nacho, Renatão, Chiquinho, Cristian, Renilson, Nabile, Manex, Mikel e todos aqueles que eu não pude citar.

Finalmente, ao pessoal acadêmico de minhas escolas, tanto no Brasil quanto na França que contribuíram igualmente para esta realização.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	5
2 ABSTRACT.....	6
3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	7
3.1 TOTAL.....	7
3.2 A REFINARIA DE PROVENCE.....	7
4 O SIMULADOR DINÂMICO	9
4.1 INTRODUÇÃO AO SIMULADOR:.....	9
4.2 DESCRIÇÃO COMPUTACIONAL DO SIMULADOR:	9
4.3 DESCRIÇÃO MATERIAL DO SIMULADOR:	9
4.4 DISPOSIÇÃO INFORMÁTICA:	9
4.4.1 O gerador da estrutura: <i>STRUCT</i>	10
4.4.2 O Dicionário:.....	10
4.4.3 O editor de telas: <i>MIMICS</i>	10
4.4.4 Função Controlador PID:.....	11
5 FORNO DE REFINAGEM.....	12
5.1 INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO MODELO SIMULADO:.....	12
5.2 MALHAS DE CONTROLE DO PROCESSO:.....	12
5.3 INSTRUMENTAÇÃO DO PROCESSO:.....	12
5.4 SISTEMAS DE ALARME E DE PARADA:	12
5.5 ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO FORNO E PROCEDIMENTO DE INICIALIZAÇÃO:	13
5.5.1 Supervisor de estado:.....	13
5.5.2 Descrição dos diferentes estados do forno:.....	14
5.6 DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES TELAS:.....	14
5.7 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO ESTAGIÁRIO NO SIMULADOR:	15
6 FCC – CRAQUEADOR CATALÍTICO	16
6.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO:.....	16
6.2 MALHAS DE CONTROLE DO PROCESSO:.....	16
6.3 A CIRCULAÇÃO DO CATALISADOR:.....	17
6.4 BALANÇO TÉRMICO DA UNIDADE:	17
6.5 SEGURANÇAS DO CRAQUEADOR CATALÍTICO:.....	17
6.6 PRODUTOS OBTIDOS:.....	18
6.7 DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES TELAS:.....	18
6.8 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO ESTAGIÁRIO NO SIMULADOR:	18
7 DESTILAÇÃO ATMOSFÉRICA	20
7.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO:.....	20
7.2 CONTROLE DO PROCESSO:	20
7.3 DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES TELAS:.....	21
7.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO ESTAGIÁRIO NO SIMULADOR:	21
8 DEBUTANISADOR.....	21
8.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO:.....	21
8.2 MALHAS DE CONTROLE DO PROCESSO:.....	22
8.3 DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES TELAS:.....	22
8.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO ESTAGIÁRIO NO SIMULADOR:	22
9 CALDEIRA.....	23
9.1 PRODUÇÃO DE VAPOR E ELETRICIDADE:.....	23



9.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO ESTAGIÁRIO NO SIMULADOR:	24
10 ESTÁGIO NO SETOR LESTE.....	24
10.1 APRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA ALSPA ZS950:	24
10.2 POSTOS DE CONDUÇÃO E SUPERVISÃO P52XX:.....	24
10.3 AUTÔMATO CONTROLADOR C500:	24
10.4 AUTÔMATO PROGRAMÁVEL INDUSTRIAL C350:	25
10.5 REDE LOCAL INDUSTRIAL N950:	25
10.6 POSIÇÃO DO C500 NA ARQUITETURA ALSPA ZS950:.....	26
10.7 PRINCÍPIO DA PROGRAMAÇÃO DO C500.....	27
10.8 PRINCÍPIO GERAL DA EXPLORAÇÃO DO P52XX.....	27
10.9 OPERAÇÕES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO NO SETOR LESTE:	27
11 BIBLIOGRAFIA	29
12 CONCLUSÃO	30

1 INTRODUÇÃO

Este relatório é o resultado de um estágio de longa duração, seja de 10 de fevereiro a 08 de agosto de 2003, na Refinaria de Provence do Grupo TOTAL na França. O estudante Cléverson FERNANDES CURVELO, em intercâmbio acadêmico entre a UFCG e o INSA-LYON, foi enquadrado como estagiário no setor de Gestão de Carreiras e Formação e ele teve como objetivo a programação seguinte :

Simulador das Unidades de Refinagem:

- estudo do Simulador Dinâmico SORYA_MX ;
- adaptação dos modelos que simulam o funcionamento das unidades ;
- criação de estudos de casos ;
- redação de procedimentos associados ;

As unidades simuladas são : Forno, Craqueador Catalítico, Destilação Atmosférica, Caldeira e Debutanizador.

Neste relatório, descreveremos o Simulador Dinâmico SORYA_MX, as unidades simuladas, seus funcionamentos do ponto de vista do simulador e as modificações realizadas nas simulações.

Uma síntese das operações realizadas, dentro da programação do estágio, sobre cada simulação pode ser encontrada no fim de cada capítulo que concerne às unidades simuladas. Novas programações, automatizações, circuitos de segurança, modificações e novos projetos foram realizados de acordo com as solicitações dos Correspondentes de Formação da Refinaria de Provence, tendo como objetivo chegar o mais próximo possível do funcionamento real das unidades em funcionamento da refinaria.

Durante o período de 10/06/2003 a 20/06/2003, o estagiário teve a oportunidade de seguir um estágio complementar no Setor Leste e para isto, um capítulo é dedicado.

Em anexo, se encontra a documentação escrita para a empresa que contém um Manual do Programador.



2 ABSTRACT

This report is the result of a training period of 6 months in the Refinery of Provence of the group TOTAL in France.

The subject is about the Process Control Dynamic Simulation of the units of refinement of petroleum in the domain of the Industrial Computer Science.

The program is the following:

Simulator of refinement units:

- study of the Dynamic Simulator SORYA_MX;
- adaptation of models that simulates the working of units;
- creation of study cases;
- writing of associated procedures.

The simulated units are: Industrial Oven, FCC, Atmospheric Distillation, Kettle and Debutanizer.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1 TOTAL

As atividades da TOTAL cobrem o conjunto da cadeia petroleira: exploração e produção de petróleo bruto e de gás natural, estocagem, transporte, refinagem, distribuição dos produtos e comércio internacional de petróleo bruto e de produtos. A TOTAL tem igualmente uma importância na química. A Empresa resulta da aproximação de Total, Petrofina e Elf Aquitaine. Baseada em Paris, o Grupo está presente em mais de 120 países. Em exploração-produção, a empresa se classifica como o 4º produtor mundial de hidrocarburetos, o primeiro na África e o 2º no Oriente-Médio. Em Refinagem-Marketing, TOTAL é a 1º na Europa e co-líder na África, em química, o 5º no ranking mundial.

3.2 A Refinaria de Provence

Inaugurada em 1935, a Refinaria de Provence cresceu ao ritmo do mercado petroleiro. Sua capacidade de tratamento anual assim evoluiu de 400.000 toneladas de petróleo bruto no início para 8 milhões de toneladas hoje.

Implantada na região de *Marseille*, entre *Martigues* e *Châteauneuf*, no lugar dito *La Méde*, a Refinaria de Provence ocupa, sobre a borda sul da Lagoa de *Berre*, 250 hectares de um vale rochoso e largamente aberto a leste. Observe imagem na *Figura 1*.

Uma estrada, uma malha ferroviária e uma rede de *pipelines* lhe permitem de expedir sua produção para as regiões de *Provence-Alpes-Côte d'Azur* e *Rhône-Alpes*, a Suíça e mesmo o Nordeste da França. O local, diretamente acessível aos navios de 6.000 toneladas, é ligado por *pipelines* ao Porto Marítimo de *Lavéra* (ao desemboque da Lagoa de *Berre*), que permite acolher os navios de 60.000 toneladas, e ao Porto em águas profundas de *Fos-sur-Mer*, que pode receber os maiores navios petroleiros.



Figura 1 – Foto aérea da Refinaria de Provence

A Refinaria de Provence é responsável também pela expedição de todos os seus produtos para o mercado internacional.

Uma especialidade – a fabricação de gasolina para aviões equipados com motores a pistão.

A Refinaria de Provence fornece :

- produtos energéticos clássicos:
 - gás liquefeito: propano e butano;
 - carburantes e combustíveis para motores: gasolinas, carburetores e diesel;
 - combustíveis para aquecimento doméstico e industrial;

- produtos não energéticos:
 - gasolina leve (nafta);
 - propileno para a petroquímica;

- asfaltos para estradas;
- enxofre.

3.2.1 Estrutura organizacional:

Tendo um papel importante dentro do contexto sócio-econômico local, a refinaria emprega em média 450 pessoas, cuja metade trabalha por turnos sucessivos de oito horas (3x8 – 2x8), aos quais se adiciona o pessoal sub-contratado que ocupa um grande número de empregos indiretos. Pessoal de exploração (chefes de operadores – operadores de consoles – operadores externos...), químicos, técnicos de manutenção, eletricitistas, instrumentistas..., o domínio da refinação necessita de competências variadas.

A Refinaria de Provence comporta sete Departamentos / Divisões, conforme o *Diagrama 1* a seguir:

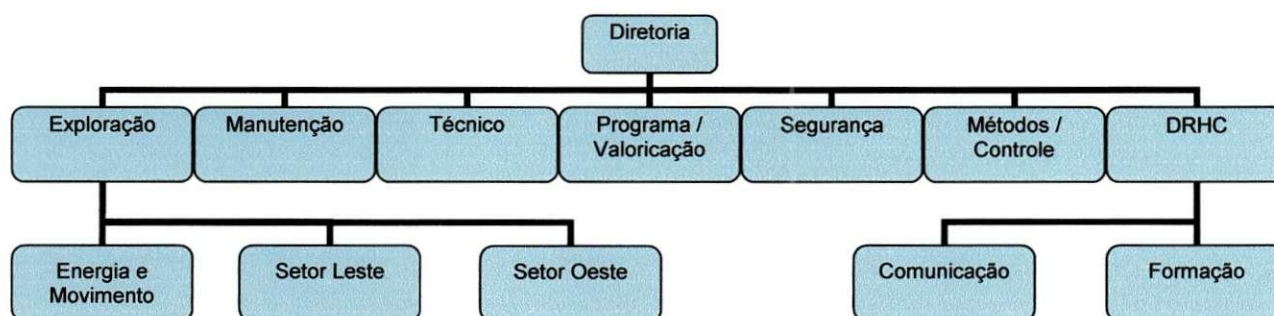


Diagrama 1 – Estrutura Organizacional da Refinaria de Provence

O estagiário trabalhou na divisão DRHC (RH/Formação/Comunicação) – Setor Formação durante a maior parte do estágio e no setor Exploração – Setor Leste para um estágio complementar.

- **Divisão Exploração, que comporta três setores:**

- **Setores Leste e Oeste** que têm a missão principal de assegurar a fabricação dos produtos conformes em qualidade e quantidade, de acordo com a programação de fabricação, garantindo a segurança dos bens e das pessoas, respeitando o meio ambiente.
- **Setor Energia / Movimento:** Ele tem por missão principal assegurar ao menor custo o fornecimento de água, vapor e eletricidade; a gestão dos reservatórios, o tratamento dos rejeitos líquidos e gasosos, e velar pela qualidade de todos os movimentos – misturas – expedições.
- **Divisão Manutenção:** Ela deve assegurar as condições das instalações existentes para garantir a valorização dos produtos tratados, ao menor custo e dentro das normas e procedimentos de segurança e respeito ao meio ambiente.
- **Departamento Técnico:** Ele assegura a progressão das performances da Refinaria a fim de obter uma valorização ótima. Ele participa igualmente da definição dos meios de produção futuros permitindo o aumento da valorização da refinaria ou a adaptação às novas necessidades do mercado. Ele cuida da boa integração da refinaria sobre o plano ambiental e gere o Serviço Laboratório / Analisadores.
- **Departamento Programa / Valorização:** Ele estabelece a programação diária da produção, e está, neste título, em relação permanente com a Divisão Exploração. Ele está igualmente em relação com as diferentes Direções Comerciais do Grupo para o aprovisionamento de petróleo bruto, a preparação e a realização dos programas de fabricação tendo em vista a venda dos produtos finais. Ele é o interlocutor principal do porto autônomo de Marseille, dos serviços aduaneiros, dos clientes e das sociedades de transporte de produtos petrolíferos.
- **Serviço Segurança:** Prevenir, vigiar, mas também estar pronto a intervir com os meios apropriados, tal é o papel dos homens da segurança da Refinaria de Provence.
- **Departamento Métodos / Controle:** Ele coloca e desenvolve um conjunto de atividades funcionais orientadas em torno da qualidade, do meio-ambiente, da segurança industrial, da inspeção e do controle de gestão.

- **Departamento Recursos Humanos / Formação / Comunicação:** Aproximadamente 3% do tempo trabalhado é consagrado a formação, momento privilegiado de intercâmbios entre os diversos atores da Refinaria e fonte de engrandecimento individual. O departamento conta com um correspondente de cada divisão de exploração e segurança e assegura através de cursos, conferências e exercícios práticos a qualidade de seus profissionais a evolução permanente dos processos e dos materiais.

4 O simulador dinâmico

4.1 Introdução ao simulador:

O simulador dinâmico é destinado à formação e treinamento dos operadores, assim como aos estudos sobre os processos industriais. Ele permite: uma reprodução fiel dos comportamentos do processo simulado; o teste do controle comandado antes da instalação sobre o processo real; uma otimização do funcionamento da unidade, e uma melhor abordagem para a operação; o domínio dos procedimentos de posta em marcha e de parada da unidade simulada; o melhoramento dos reflexos dos operadores para os casos de urgência e as panes de equipamentos.

4.2 Descrição computacional do simulador:

O simulador é composto de duas partes:

- o ambiente de simulação: é uma ferramenta padrão que permite gerenciar uma base de dados, a regulação e o desenrolar da simulação.
- O processo simulado: é um modelo específico para cada processo e baseado em equações físicas e químicas. Ele permite uma representação fiel estática e dinamicamente. (Ex: fornos, colunas atmosféricas, etc.)

4.3 Descrição material do simulador:

O conjunto material do simulador é composto por um servidor (console instrutor) e seis outras máquinas (consoles operadores) e uma impressora ligada em rede. O sistema operacional é o HP-Unix 9.05.

O instrutor dirige e gere a sessão de simulação a partir de seu console. Ele pode fazer as seguintes funções:

- inicialização do simulador;
- uma foto instantânea do estado da simulação;
- registros automáticos e periódicos no tempo;
- gerenciar a simulação;
- introduzir panes;
- configuração e edição de listagens;
- visualização e modificação das variáveis internas do modelo simulado;
- afixação de vistas;
- operação manual no campo.

4.4 Disposição informática:

O simulador, denominado SORYA-MX criado pela empresa RSI, é um sistema criado em linguagem Fortran 77 e ele trabalha sobre o sistema operacional HP-Unix. A interface é composta por dois tipos de diálogos de controle, seja o Diálogo Instrutor e Diálogo Engenheiro; a partir destes gerenciários é possível gerenciar todas as funções essenciais do simulador e comandar as operações específicas de cada simulação.

A estrutura da base de dados (os campos, tipos de dados, tamanhos, dimensões, etc.) é definida através do programa STRUCT. As variáveis de cada simulação são acessíveis pelo DICTIONNAIRE e as variáveis FORTRAN são registradas no DATABASE que é atualizada periodicamente ao longo da evolução da simulação.

No mais, o programa MIMICS é o gerador das telas que fornecem a interface homem-máquina da simulação e a interação do processo comandado pelo operador.

Um esquema de operação desta estrutura é mostrado na *Figura 2* a seguir:

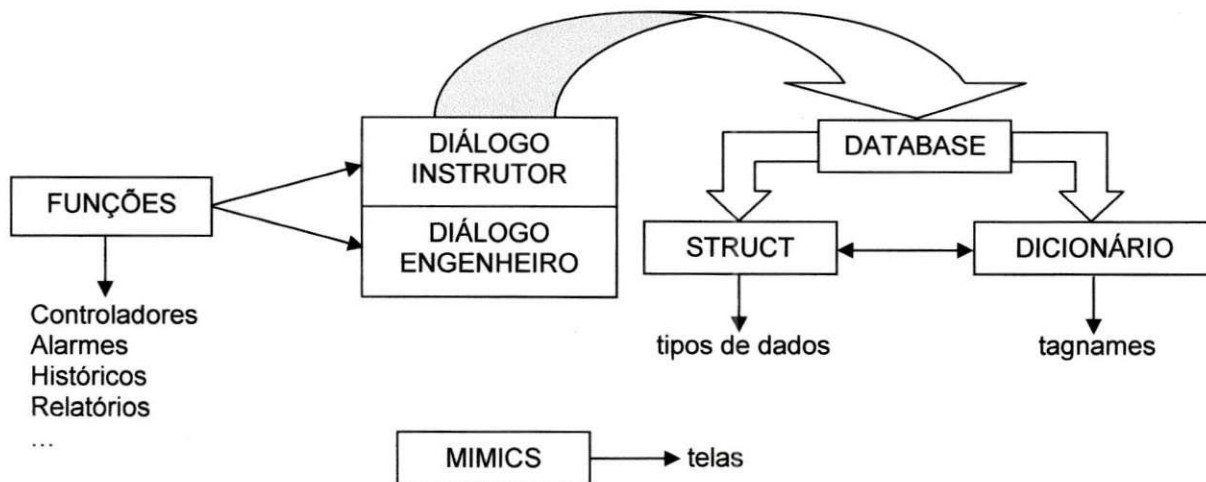


Figura 2 – Diagrama da estrutura do SORYA-MX

4.4.1 O gerador da estrutura: STRUCT

O simulador é uma ferramenta concebida para o desenvolvimento e operação de modelos industriais. Ele é composto de uma estrutura de dados, em torno da qual várias funções do usuário são organizadas. O programa inteiro é escrito em Fortran 77.

A estrutura de dados do simulador inclui todas as informações pertinentes ao estado do processo.

Os cálculos do modelo devem ser capazes de reinicializar, utilizando as informações contidas na estrutura de dados do simulador.

A estrutura de dados toma a forma de um arquivo COMMON, contendo todas as variáveis e parâmetros do modelo. Ele assegura também a comunicação entre as várias funções, e pode gerenciar também a transferência de informações entre as diferentes sub-rotinas que constituem o modelo.

O programa STRUCT é utilizado para descrever uma nova estrutura de dados ou modificar uma existente.

4.4.2 O Dicionário:

O dicionário é um conjunto de registros permitindo um fácil acesso às variáveis internas do modelo. Cada registro é definido por :

- o nome do registro;
- o nome da variável interna associada ou o atributo de um controlador PID (medida, ação,...);
- um comentário;
- uma unidade;
- um grupo de alarmes;
- a tela de visualização;
- os limites de alarme;
- uma prioridade de alarme;
- um conhecimento automático ou não de alarme;
- uma atividade de alarme;
- uma gravação ou não de um histórico permitindo sua visualização através de curvas.

4.4.3 O editor de telas: MIMICS

As telas do processo simulado representam uma das mais importantes funções do simulador. Um grande número de informações, na forma simbólica, é concentrado nestas exposições.

A definição de novas telas ou modificação de existentes é baseada num editor orientado ao mouse que utiliza janelas e menus com os símbolos gráficos comuns.

Os dispositivos principais do editor são :

- Objetos de instrumentação essenciais da base de dados ;
- Encadeamento hierárquico das telas ;

- Dispositivos de alarme avançados : aviso de alarme audível e piscante, reconhecimento de alarme ;
- Base de dados dos objetos dinâmicos que resultam nas exposições animadas durante a simulação.

4.4.4 Função Controlador PID:

Esta é uma função padrão que permite controlar uma variável do processo simulado. Ela permite a modificação dos parâmetros dos controladores, os valores de referência e as ações de cada controlador existente. O esquema de controle (conjunto dos PIDs definidos) é salvo ao mesmo tempo em que a base de dados; o que permite a existência de um esquema de controle diferente para cada estado.

Um esquema de um controlador PID utilizado pelo simulador é apresentado na *Figura 3* seguinte:

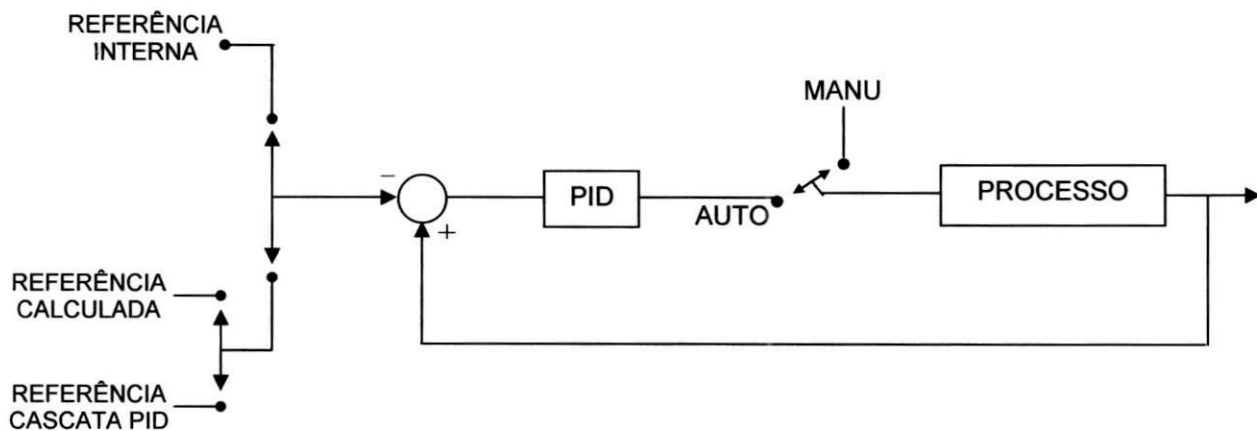


Figura 3 – Esquema do controlador PID utilizado pelo simulador

Dois tipos de controladores podem ser escolhidos : paralelo e série, segundo o tipo de ação :

No caso do controlador paralelo, a ação é dada por :

Ação = ação proporcional + ação integral + ação derivativa

Enquanto que no caso de um controlador série, a ação é dada por :

Ação = ganho proporcional x (erro + ação integral + ação derivativa)

5 FORNO DE REFINAGEM

5.1 Introdução e apresentação do modelo simulado:

O programa simula o comportamento dinâmico de um forno industrial. Ele oferece uma representação fiel em todas as condições de operação. O simulador permite ao operador de :

- Compreender o processo de funcionamento de um forno industrial ;
- Simular a inicialização a frio, a parada parcial e a parada total do forno ;
- Verificar as performances do forno ;
- Operar um forno sob o controle de um sistema de parada de urgência ;
- Identificar e reagir em diversas situações.

O simulador dinâmico consiste na simulação de um forno utilizado para reaquecer petróleo quente de 150 a 250°C. O modelo simula o comportamento de uma câmara de combustão dispondo de três queimadores. Cada queimador é alimentado simultaneamente em carburante e comburante. O carburante pode ser composto de gás, óleo, ou uma mistura dos dois. O comburante utilizado é essencialmente composto de ar pré-aquecido.

Ele permite avaliar a quantidade de calor liberado pela combustão que será transmitida por radiação e por convecção ao fluido a ser aquecido. No mais, ele permite determinar a temperatura das fumaças na saída da zona de troca e a porcentagem de oxigênio nas fumaças, o que permite o controle da vazão de ar por razões de segurança ambiental.

O sistema simula igualmente os principais equipamentos : o reaquecedor de ar, a repartição de ar dentro de cada um dos queimadores e a repartição dos combustíveis líquidos, gasosos e do gás piloto em cada um dos queimadores.

5.2 Malhas de controle do processo:

A simulação é controlada pelas seguintes regulações:

- Vazão da carga na entrada do forno ;
- Pressão de cada combustível ;
- A pressão do gás de acendimento ;
- Temperatura da carga na saída do forno por controle da pressão de um dos combustíveis segundo a seleção do operador.
- A vazão do ar de combustão ;
- A pressão diferencial vapor/combustível líquido ;
- A pressão da câmara ;
- A porcentagem de O₂ nas fumaças ;

5.3 Instrumentação do processo:

No decorrer da simulação, os parâmetros seguintes são acessíveis :

- Pressão do ar / vapores de combustão ;
- Pressão do sistema de admissão de combustível ;
- Temperatura do ar / fumaças e dos diferentes fluxos do processo ;
- Valores dos fluxos do processo, vazões de ar, carga e da fumaça ;
- Temperatura da superfície dos tubos ;
- Tenor de O₂ nas fumaças ;

5.4 Sistemas de alarme e de parada:

Dois tipos de alarme são configurados de acordo com os seus limites. O primeiro nível é um aviso e indica que o operador deve intervir para corrigir o problema, ele é apresentado na vista dos alarmes com a indicação amarela e a descrição textual da ocorrência e também nas telas do processo dentro do indicador do valor em fundo vermelho piscante e uma letra ao lado indicando o tipo de alarme (L = alarme baixo, H = alarme alto).

O segundo nível é um alarme de segurança e suas conseqüências são tomadas automaticamente, ele é apresentado na vista dos alarmes com a indicação vermelha piscante e descrição textual da ocorrência e igualmente indicado sobre as vistas do processo.

Qualquer que seja o tipo de alarme, sua indicação continua até o reconhecimento por parte do operador. Quando reconhecido, se o limite está ainda ultrapassado, a indicação permanece mas sem piscar ; se o problema já foi corrigido, o estado do alarme volta a condição inicial.

Três estados de segurança são distinguidos :

- Parada total : fechamento das válvulas dos combustíveis e do gás de acendimento, parada dos queimadores dos combustíveis.
- Parada parcial : fechamento das válvulas dos combustíveis e passagem ao modo de tiragem natural.
- Funcionamento unicombustível : fechamento da válvula de gás de aquecimento.

Quando da ativação de um alarme de segundo nível, isto é, um alarme de urgência, o sistema opera segundo uma causa de ativação de alarme, como mostrado na tabela abaixo :

Ativação do Sistema de Alarme	Estado de Segurança
Botão parada total	Parada total
Botão parada parcial	Parada parcial
Pressões muito baixas de combustível óleo e gás	Parada parcial
Baixa vazão da carga	Parada parcial
Baixa vazão de ar	Parada parcial
Temperatura muito alta da superfície dos tubos	Funcionamento unicombustível

5.5 Esquema de funcionamento do forno e procedimento de inicialização:

5.5.1 Supervisor de estado:

Uma seqüência lógica controla o desenrolar correto da posta em marcha até o acendimento do primeiro queimador. O sistema funciona como um supervisor que indica o estado do forno cuja arquitetura é mostrada na *Figura 4* a seguir:

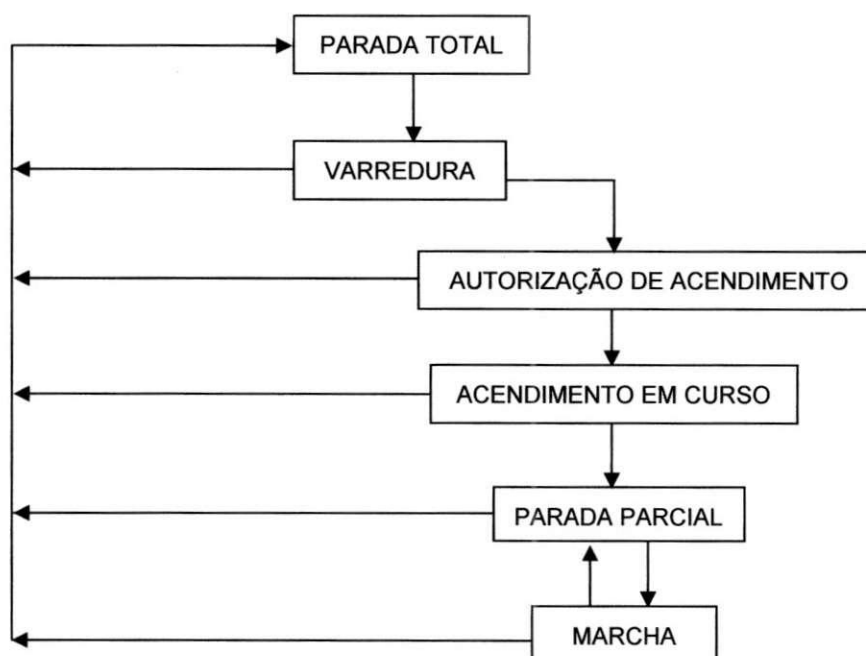


Figura 4 – Seqüência lógica de funcionamento do forno

O forno pode estar em um dos 6 estados seguintes : Marcha, Parada Total, Parada Parcial, Varredura, Permissão de acendimento, Acendimento em curso. Estes estados são influenciados pelas

operações de campo ou pelo mecanismo de parada de urgência e correspondem a uma fase precisa do procedimento de inicialização.

5.5.2 Descrição dos diferentes estados do forno:

5.5.2.1 Marcha:

Este estado significa que um dos três queimadores, ao menos, está ativo e que o detector de chama correspondente é simulado, quer se trate de combustível líquido ou gasoso.

5.5.2.2 Parada total:

Este estado significa que todas as válvulas de segurança estão fechadas, o forno não está em seqüência de varredura, nem tem permissão de acendimento e o único estado disponível na seqüência é o estado de varredura. Será necessário seguir toda a seqüência de inicialização.

5.5.2.3 Varredura:

Todas as válvulas de segurança estão fechadas, o medidor de vazão registra uma vazão mínima de 4500 Nm³/h de ar, este estado é mantido mais de 5 minutos, depois passa ao estado de Permissão de Acendimento por uma duração de 3 minutos.

5.5.2.4 Permissão de acendimento:

Este estado é automaticamente mantido durante 3 minutos depois do fim da seqüência de varredura. Se o forno não passa ao estado de acendimento em curso antes dos três minutos, ele se coloca automaticamente em estado de parada. Este estado é substituído pelo estado de Acendimento em Curso se a válvula de segurança do gás de acendimento for aberta. Este estado é substituído pelo estado de parada se uma das válvulas de segurança dos combustíveis for aberta antes que um dos três detectores de chama tenha detectado um queimador em serviço.

5.5.2.5 Acendimento em curso:

Este estado segue obrigatoriamente o de Permissão de Acendimento e começa quando a válvula de segurança do gás de acendimento é aberta. Este estado dura 2 minutos no máximo. Se uma das válvulas de acendimento dos queimadores for aberta e se o detector de chama correspondente é simulado, o estado de Marcha pode seguir. Depois de dois minutos, se as condições precedentes não são reunidas, o forno passa novamente ao estado de parada.

5.5.2.6 Parada parcial:

Na seqüência de inicialização, o forno não é considerado como em marcha plena antes que ele seja alimentado em combustível. Este estado intermediário é ainda considerado como estado de parada, pronto para o funcionamento, ele se chama Parada Parcial. Este estado pode também ser alcançado por um procedimento de segurança, seja isolando os combustíveis, seja pressionando o botão de Parada Parcial. Ele consiste no fechamento das válvulas dos combustíveis e a passagem do forno ao modo de operação em tiragem natural. Os pilotos permanecem em serviço.

5.6 Descrição das diferentes telas:

O acesso a uma tela se faz por um clic no item do menu da vista correspondente para a vista desejada. As telas realizadas são:

- Queimadores : a fim de permitir um melhor controle da combustão de cada queimador, o simulador permite o acesso a uma vista detalhada de cada um deles. Esta vista traz todas as informações necessárias ao controle da performance dos queimadores. Ela dá acesso a todas as funções de controle dos queimadores : abertura/fechamento dos registros de ar e válvulas.

- Vista dos alarmes : esta vista traz uma visão global de todo dispositivo de alarme, através da visualização do estado corrente de cada alarme e seus limites assim como a descrição dos alarmes em ocorrência. Cada alarme é representado na tela por um quadrado cujo código de cores é o seguinte :
 - Verde – estado normal
 - Amarelo piscante – alarme de primeiro nível não reconhecido.
 - Amarelo – alarme de primeiro nível reconhecido.
 - Vermelho piscante – alarme de segundo nível não reconhecido.
 - Vermelho – alarme de segundo nível reconhecido.
- Esquema de segurança : Logigrama de segurança.
- Armário de segurança : esta tela dá as informações seguintes ao usuário : estado de abertura das válvulas de combustível, estado dos detectores de chama para cada parâmetro dos três queimadores, fase em curso do procedimento de inicialização, todos os parâmetros controlados pelo sistema de segurança com opção de by-pass.
- Operador Console : esta vista consiste em um esquema geral do processo. Ela permite se ter uma visão global do processo e fornece informações sobre seu estado : valores afixados pelos sensores dinamicamente, estado dos equipamentos, válvulas abertas ou fechadas (verdes quando abertas e vermelhas quando fechadas), ventilador em funcionamento ou parado, estado de marcha dos queimadores, equipamento com defeito ou não, alarme ativado ou não. Esta vista permite igualmente o acesso às caixas de controle dos controladores que são afixados dentro da mesma janela e o acesso às outras telas.
- Operador Externo : esta vista dá a possibilidade de praticar as manobras similares àquelas praticadas sobre os equipamentos em situação real. A vista afixada é parecida com a vista do operador console. Esta vista traz ao usuário as funcionalidades e informações seguintes : indicador da fase do procedimento de inicialização permitindo o acendimento dos queimadores ; inicialização / parada do ventilador ; abertura / fechamento do circuito de reciclagem das fumaças ; abertura / fechamento das válvulas « tudo ou nada » ; modificação da abertura dos registros de ar dos queimadores.
- Vista dos controladores : um painel de controle dos controladores dá uma visão global ao usuário do estado de cada controlador com curvas do valor medido e lhe permite de modificar os parâmetros de referência, ação e seleção da configuração (auto, manu, int, ext).

5.7 Atividades desenvolvidas pelo estagiário no simulador:

- FR02 – Atualização do valor mínimo, limite de alarme = 3000 m³/h e segurança = 2500 m³/h
- Texto modificado : Parada de urgência se torna Parada Total.
Esquema do processo se torna Operador Console.
Operações de campo se torna Operador Externo
- Em caso de parada parcial o sistema passa ao modo de operação tiragem natural.
- Em caso de baixa vazão da carga, FR01, o sistema é conduzido à parada parcial e não total.
- O dispositivo de alarme para a temperatura da superfície dos tubos, TR03, foi colocado em funcionamento na vista dos alarmes e no procedimento de segurança.
- Ajuste dos limites de alarme para a temperatura das superfícies dos tubos :
TR03 – 360°C: Alarme de alerta.
TR03 – 370°C: Segurança -> Ação: Fechamento da válvula V24(vermelho).
- Uma das condições de parada parcial for programada para a ocorrência seguinte : PALL11 & PALL21. Isto é, baixa vazão dos combustíveis Óleo e Gás simultaneamente.
- Antes, em caso de pressão muito baixa de PR21 e PR11, os valores aparentemente eram bloqueados em 1,01. Isto porque estes valores dependem de uma pressão PFOY (pressão da câmara) = pressão atmosférica. E, 1 atm = 1,01325 bar.
Então, foi colocado em serviço pressões "relativas" dos combustíveis PR11 e PR21, em relação a pressão atmosférica.
Ajuste dos limites de alarme das pressões PR21 e PR11 em :
Alarme de alerta: 0,7 bars. *
Segurança: 0,02 bars. *
* Lembrete: estas pressões são também relativas com relação a ATM.

- Nova notação da variável "Tenor de Oxigênio das fumaças" - AR02, Alarme AAL02 e AAH02.
- A vista dos controladores foi afixada a vista principal, segundo a seleção do usuário com os parâmetros de configuração P,I,D gráfico de barra dos valores medidos, referência e valores de saída, e seleção do tipo de controle. Janela principal aumentada.
- Organizadas as posições de válvulas e linhas de alimentação na vista do operador externo e o mesmo desenho foi feito para a vista do operador console.
- Os valores de limites dos alarmes foram colocados sobre a vista dos alarmes.
- As janelas, agora, são padrões para todas as telas dos estagiários.
- O módulo "ABS" foi adicionado ao cálculo da porcentagem de oxigênio nas fumaças.
- Configuração de PRC04. Valores $P=950$ / $I=5$ / $D=0$. Com este controle, podemos ter uma queda instantânea até $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ sem perda de estabilidade da pressão da câmara.
- Uma vista de esquema do sistema de segurança do forno foi criada com as indicações dos estados das seguranças e seus automatismos conseqüentes.
- Uma temperatura de câmara foi adicionada com os alarmes e seguranças correspondentes.
- Criação de uma nova simulação chamada « fourfg » que funciona unicamente com o combustível gás e renomeação da outra simulação para « fourfgfo » que funciona com os dois combustíveis. Todas as vistas e certas equações foram adaptadas ao novo caso.

6 FCC – CRAQUEADOR CATALÍTICO

FCC é um termo americano que significa *Fluid Catalytic Cracking*. A unidade de craqueamento catalítico da Refinaria de Provence foi construída em 1953 com sua última modernização em 2003 e trata principalmente destilado ou ocasionalmente resíduo atmosférico. A vazão máxima é de 5500 toneladas/dia.

É uma unidade de conversão que permite a produção de hidrocarbonos leves a partir de hidrocarbonos pesados. Estes são principalmente: as gasolinas a um índice de octano e a uma porcentagem de enxofre compatível com as misturas de gasolina permitindo a obtenção dos carburantes respondendo às especificações em vigor, os GPL valorizados dentro das unidades tais como a *alkylation* para o butano e a FPP para o propano. O diesel é utilizado como fluxante no viscoredutor ou tratado em parte na DGO (Desulfuração de Diesel) e o excedente é enviado para estocagem.

6.1 Princípio de funcionamento:

Depois de um pré-aquecimento e um aquecimento dentro de um forno, o produto é levado para o reator a uma temperatura compreendida entre 300°C e 350°C .

A carga de hidrocarbonos pesados é quebrada em frações de hidrocarbonos mais leves no contato com catalisador quente e em movimento. A temperatura depois da reação é de 500°C à 535°C . Este catalisador se apresenta sob a forma de grãos de areia muito finos fluidizados pelo ar e por vapor. Ele tem a particularidade de quebrar as moléculas de hidrocarbonos pesados de maneira seletiva e assim favorecer a produção de produtos nobres tais como a gasolina e os GPL.

O conjunto de produtos obtidos no craqueamento é dirigido sob a forma gasosa em direção da coluna de fracionamento onde ele será separado.

Depois do craqueamento, o catalisador se carrega de carvão, produto residual do craqueamento, é necessário então o regenerar, isto é, queimar o carvão depositado sobre o catalisador. Esta regeneração é assegurada por combustão contínua do carvão dentro do regenerador injetando ar no mesmo. A temperatura dentro do regenerador é de 700°C à 750°C .

As fumaças desta combustão são dirigidas como combustível em direção a uma caldeira ou à atmosfera.

6.2 Malhas de controle do processo:

Os principais controladores da simulação são :

- Vazão da carga em direção ao reator D201;
- Temperatura no reator (TRX);
- Diferença de pressão entre o regenerador e o reator (Delta P);
- Velocidade do ventilador B201;
- Vazão de ar de controle e vazão do ar principal.

No mais, existem outros controladores para o controle de injeção de vapores, óleo de tocha, ar de serviço, etc.

Dois fenômenos asseguram a circulação: a diferença de pressão entre as capacidades e a mudança de estado ao pé do *riser* do reator quando o catalisador (muito quente, ~700°C) entra em contato com a carga fresca a aproximadamente 300°C. Dentro do « J », a circulação é realizada do regenerador em direção ao reator e dentro do U, o contrário.

Os controles principais são a temperatura depois da reação e a diferença da pressão entre as duas capacidades com os controladores em cascata. Esta malha de controle age sobre um par de válvulas de *stack* que aumentam ou diminuem a pressão dentro do regenerador, conforme fechamos ou abrimos.

6.3 A circulação do catalisador:

As reações de craqueamento da carga acontecem no contato do catalisador regenerado que se carrega progressivamente de carvão durante sua subida dentro do *riser*. A atividade baixa a medida que o carvão se deposita sobre o catalisador.

Para assegurar o máximo de atividade que conduz ao mínimo de *slurry* e a conversão máxima, é importante trazer o máximo de catalisador em relação a carga (c/o) e operar com um catalisador pouco carregado de carvão (mais lugares ativos para uma mesma quantidade de catalisador). Procuramos então, aumentar a relação catalisador / carga (c/o) e reduzir o teor de carvão no catalisador. Estes dois objetivos são alcançados simultaneamente aumentando a velocidade de circulação do catalisador.

6.4 Balanço térmico da unidade:

As reações de craqueamento dentro do *riser* e do reator são consumistas de energia. Este calor é trazido pelo catalisador regenerado, aquecido dentro do regenerador pela combustão do carvão e pela carga na saída de pré-aquecimento e do forno.

De fato, para guardar a mesma temperatura no reator, se trazemos menos calor com a carga, é necessário queimar mais carvão no regenerador e então aumentar a c/o. Na prática, procuramos sempre minimizar o calor fornecido pela carga pois isto permite economizar combustível e aumentar a circulação. É necessário, então, fornecer a maior quantidade de energia possível pelo regenerador, o que corresponde a soprar o máximo de ar e consumir todo o ar disponível para queimar o máximo de carvão.

6.5 Seguranças do Craqueador Catalítico:

O logograma de segurança do craqueador prevê certos automatismos que desencadeiam os estados de segurança. Os parâmetros e eventos monitorados são:

- Parada de urgência incêndio craqueador;
- Parada do ventilador B201;
- Baixa vazão de ar principal e de ar de controle;
- Baixa vazão da carga;
- Nível *overflow*;
- Nível *strippeur*;
- Desvio de carga;
- Delta P Reator-Regenerador;
- Pressão *Glycol Slides*;

Em todos os casos, uma segurança desencadeia o desvio de carga e em certos casos, a parada do ventilador também.

As conseqüências de um desvio de carga são:

- Fechamento das válvulas seguintes: UV1301, FV1262, FV1261, RCV1201, RCV1202, FV1263, FV1313, FV1324, FV1203.
- Abertura das válvulas seguintes: HV1302, FV1260.
- Ajuste de referências: FC1336 = 300 t/h, FC1202 = 5.5 t/h, FC1217 = 45 t/h.

Em caso de parada do ventilador, as conseqüências são:

- Abertura das válvulas seguintes: EV1204 e EV1203.

6.6 Produtos obtidos:

Depois da separação dentro da torre de fracionamento T301, os produtos obtidos são:

- Slurry (Resíduo) (destino: viscoredutor ou estocagem)
- HCO, diesel pesado (destino: viscoredutor ou estocagem)
- LCO, diesel leve (destino: viscoredutor e DGO ou estocagem)
- Gasolina (destino: reserva de gasolina da refinaria)
- GPL (destino: *alkylation* ou FPP e estocagem)
- Gases secos (destino: rede FG da refinaria)

6.7 Descrição das diferentes telas:

O acesso a uma tela se faz por um clic na barra de menu da vista correspondente para a vista desejada. As vistas realizadas são:

- Princípio: vista de apresentação animada e detalhada do princípio de funcionamento do craqueador.
- Vista da reação: vista de controle principal do operador.
- Reator-Regenerador: vista detalhada com as grandezas do reator e do regenerador.
- Curvas do processo.
- Segurança: logigrama de segurança com by-pass permitindo a reinicialização do craqueador.
- B201: vista de controle do ventilador
- J+U: vista detalhada com as grandezas no « J » e « U », e as injeções de vapores.
- Alarmes: vista de mensagens de alarmes.

Além das vistas acessíveis aos operadores, algumas vistas suplementares são previstas para o instrutor:

- monitor da simulação, resumo de defeitos, condições externas.

A barra de menu do instrutor contém algumas possibilidades a mais com relação aos postos operadores :

- o raio, permitindo por um clic a introdução de panes sobre os equipamentos e a lupa, permitindo por um clic a visualização das características dos equipamentos (medidas, alarmes, válvulas).

6.8 Atividades desenvolvidas pelo estagiário no simulador:

- Um problema de funcionamento ao inverso foi solucionado.
xxxxx Direção da ação de TC1217 = *increase*. xxxxx
xxxxx Cálculo da vazão do catalisador no sentido regenerador -> reator. xxxxx
Sintonia de TC1217: P=280 I=5 D=0,5.
Sintonia de PDC1202: P=280 I=8 D=0.
Comentário: tipo de problema em série. De fato, tínhamos dois problemas que faziam funcionar a simulação ao inverso, foi necessário solucionar os dois para que a simulação funcionasse no sentido correto.
- A linha de água entrando no regenerador foi retirada; ela não existe mais.
- Um par de válvulas sobre o regenerador foi retirado. Válvulas de *stack*: somente um par.
- Os limites de alarmes foram ajustados:
FAL1336 (Baixa carga) = 1800 t/j
FALL1337 (Muito baixa carga) = 1440 t/j
PDALL1250 (Muito baixo delta P) = -400 mbar
PDAHH1250 (Muito alto delta P) = 200 mbar
PDAL1231 (Muito baixo delta P Segurança) = -400 mbar.
SAL1211(baixa velocidade do ventilador) = 5100 tr/min. *LM_A(12,35) = 5100
- O valor mínimo da saída do controlador TC1217 foi ajustado:
OV_{min} de TC1217 = -400.

- Abertura das válvulas UV1203 e UV1204 (VM) em caso de baixa vazão de ar. O limite de ar principal para esta situação é: $LM_A(12,3) = 32$
-
- Vários ajustes de desenhos foram feitos e o estado dos alarmes foi colocado ao lado dos valores, se ativos.
- Ajuste de referências
 - Pico D201 – PC1214 SP = 1.8 bar.
 - VM – Vapor *Stripping* em direção a D201 – FC1203 SP = 4.0 t/h
 - VH – Vapor Atomização do Reator – FC1260 SP = 5.5 t/h
 - VM – *Lift Steam J* – FC1261 SP = 0.8 t/h
- Criação de rotina para a ação de injeção de VM – *Lift Steam J* cujo resultado é +/- 5°C em TC1217.
- Fatores de correção aplicados dentro da rotina *simula.f* para os parâmetros seguintes:
 - Conversão: taxa de conversão.
 - Vazão de circulação do catalisador.
 - Inventário total FCC.
 - Nível do reator.
- Fatores de correção aplicados dentro da rotina *fcc1cd.f* para o parâmetro seguinte:
 - Vazão da carga.
- Criação de uma tela com as curvas das principais variáveis.
- Pressão do *Riser* do Regenerador D202 (PDI1206) $\leq 100\text{mbar}$ \Rightarrow Desvio de carga.
- Nível *Strippeur* D201 (PDI1245) $\leq 20\text{mbar}$ \Rightarrow Desvio de carga.
- Em caso de desvio de carga:
 - Abertura da válvula PV1301
 - Abertura da válvula FV1260
 - Fechamento da válvula FV1203
- Criação de painéis com as mensagens: PASSAGEM DE CO PARA A CHAMINÉ e PARADA DO COMPRESSOR GB101 em caso de desvio de carga.
- Mudança de comentário FC1263: *Lift Steam J* se torna *Acceleration Steam J*.
- Após quatro minutos de pressão baixa do *glycol slide* ($<90\text{bar}$) \Rightarrow Desvio de carga.
- Abertura da válvula PV1301 no caso do valor medido de PC1214 ser maior que 110% de sua referência.
- Em caso de desvio de carga \Rightarrow ajuste das referências de FC1217 e FC1202 a 45 t/h e 5,5 t/h respectivamente.
- Programação dos tenores em oxigênio e CO para a saída das fumaças tendo em conta o ar principal, a vazão da carga e a taxa de carvão.
- Sistema de segurança avançado com dispositivo de bypass permitindo a reinicialização do craqueador em caso de desvio de carga.
- O controle de FC1262 foi ajustado:
 - CV : $Im_v(31,12) = 35$ (o valor do *Blast Steam U* Usado pode chegar ao máximo da escala sem oscilação).
 - Sintonia P,I,D : 200, 2, 0.
- Estudo de um defeito no desvio de carga. Controle acessado pelo instrutor da simulação a partir da tela de segurança e os defeitos de válvulas e transmissores.
 - HV1302 – válvula bloqueada fechada.
 - HV1344 – válvula bloqueada fechada.
 - UV1301 – válvula bloqueada aberta.
 - RV1201 – válvula bloqueada na posição 20%.
 - Erros de derivada em T11213, T11229, T11207 com +600 UI/h, max. 900 °C.
- Programação da lógica da Colocação de CO na chaminé conforme as situações de desvio de carga e a permissão do instrutor.
- Criação de uma tela de apresentação animada e detalhada do princípio de funcionamento do craqueador. Ela permite a interação do instrutor de formação para mostrar ou esconder os elementos. Os conceitos abordados são: o reator e seus elementos, o regenerador e seus elementos, o J, o U, os *slides*; a circulação do catalisador, da carga e do usado, o Delta P e o TRX, o balanço térmico.
- O problema de oscilação do ventilador em caso de desvio de carga foi solucionado.

- Uma barra de deslize (slide bar) foi adicionada para a mudança de temperatura da carga. A partir desta condição externa, podemos, daqui em diante, simular uma modificação da temperatura de transferência do pré-aquecimento diretamente sobre a vista de conduta e de maneira prática.

7 DESTILAÇÃO ATMOSFÉRICA

Colocada em serviço em 1968, a unidade de destilação atmosférica D4 trata em média 22000 toneladas de petróleo bruto por dia. Sua torre principal alcança 61 metros de altura e 7,2 metros de diâmetro. A destilação inicial ou destilação atmosférica consiste em separar o bruto em frações ou camadas aos níveis de volatilidade diferentes, e portanto obtidas a temperaturas de ebulição crescentes: gás, propano e butano, gasolinas leves e pesadas, solventes, diesel, destilado atmosférico, resíduo atmosférico.

O rendimento de cada fração depende do tipo de petróleo bruto destilado.

Um importante trem de trocadores de calor recupera o calor residual contido dentro dos fluxos trasfegados e permite de pré-aquecer o petróleo bruto para perto de 250 °C.

Retiramos as impurezas solúveis dentro d'água pela operação de dessalgagem.

Dois fornos tubulares elevam a temperatura a 380 °C para vaporizar os produtos destiláveis. O fracionamento ocorre em seguida dentro da torre principal a bandejas guarnecimentos ordenados, assim como nas colunas auxiliares.

7.1 Princípio de funcionamento:

A coluna de múltiplas retiradas comporta dois fornos para pré-aquecer o petróleo bruto, uma torre de destilação com dois balões no pico e três *strippers*, para o querosene, o diesel leve e o diesel médio.

O bruto proveniente das bombas de carga é dividido em dois trens alimentando cada forno antes de entrar no fundo da coluna principal. A vazão de cada trem é controlada por uma válvula na entrada do forno correspondente. O pré-aquecimento do bruto dentro do trem de troca é suposto adquirido.

Cada forno tem sua própria alimentação em combustível óleo, combustível gás e ar de combustão. A vazão do combustível gás é imposta pelo operador enquanto que a do combustível óleo permite o controle em cascata da temperatura do bruto na saída.

A coluna é equipada de um refluxo circulante superior (RCS) no nível da zona de retirada do querosene e de um refluxo circulante inferior no nível de retirada do diesel médio.

O gás no alto da coluna é refrigerado, dentro de uma bateria de trocadores, por um bruto frio para alimentar o primeiro balão de condensados. Os gases leves saindo deste balão são refrigerados em suas torres dentro dos arejadores e os condensados assim recuperados são enviados para um segundo balão

Os condensados do primeiro balão são enviados para a coluna sob controle de nível e refluxo vaporizante. Enquanto que a gasolina recuperada dentro do segundo balão é depois enviada para o Debutanizador ou para a estocagem.

Os *strippers* de querosene, diesel leve e diesel médio são alimentados pelas retiragens laterais da coluna. Uma válvula permite regular o nível de fundo de cada *stripper*. O líquido recolhido ao fundo de cada *stripper* é de início secado dentro do secador associado e depois retirado para a estocagem.

Ao fundo da coluna, retiramos o resíduo que é dirigido à coluna de destilação a vácuo.

A coluna bem como os *strippers* são alimentados com vapor de *stripping* cuja vazão é controlada por uma razão sobre a vazão de retirada do produto em questão.

Uma válvula de degazagem dentro do balão de pico permite enviar o gás em direção a tocha em caso de alta pressão.

7.2 Controle do processo:

O controle da coluna de destilação é realizado por um grande número de controladores de vazão, nível, pressão e qualidade de produtos. Por exemplo, um analisador determina o ponto de turvo do diesel e um controlador foi colocado em funcionamento para assegurar a qualidade do produto para um ponto de turvo à -4 °C, este controlador é o controlador mestre da vazão de retirada do diesel. É importante saber, para o bom funcionamento da coluna, a influência das retiragens nas outras retiragens. Se consideramos um refluxo mais importante de um produto mais leve, esta operação tem como resultado a baixa do ponto de ebulição das retiragens abaixo e desta maneira, toda a coluna deve ser ajustada em relação às qualidades dos produtos até um ponto de estabilidade.

Além do controle da coluna de destilação, os fornos que fazem a provisão do bruto a uma temperatura controlada de 380°C tem também seus controladores como já descrito no capítulo terceiro.

7.3 Descrição das diferentes telas:

As telas realizadas são:

- Vista de conduta: vista de controle principal do operador.
- Fornos: vista de controle dos fornos.
- Monitor da simulação (acessível somente pelo instrutor).

Uma janela suplementar afixa as curvas do processo: vazões, temperaturas, níveis, análises.

7.4 Atividades desenvolvidas pelo estagiário no simulador:

- A vista dos controladores foi afixada à vista principal, conforme a seleção do usuário com os parâmetros de sintonia P,I,D, barra de valores medidos, referências e valores de saída, e seleção do tipo de controle. Janela principal aumentada.
- Foi adicionado um novo controlador FC1001 que comanda simultaneamente as vazões de carga de cada forno. Agora, FC1040 e FC1039 funcionam em cascata com FC1001.
- Foi adicionada uma marca SPTTF – Referência de Temperatura de Transferência que serve de referência externa para os dois controladores de temperatura na saída de cada forno.
- Ajustes de desenhos foram realizados.
- As marcas seguintes foram colocadas corretamente:
 - XI23 – RDT em destilado.
 - XI01 – RDT em residuo atmosférico.
 - FI05 – Vazão Gasolina total.
- O valor medido do controlador FC19 foi apontado para o valor da marca FI19. Então, o novo valor é dado por YCAPSM(13).
- A capacidade da vazão do destilado em direção a estocagem foi aumentada. Agora, é possível retirar até aproximadamente 220 T/H.
- Foi adicionado um novo controlador FC17 que comanda a vazão de *overflash* em cascata com FC19 – vazão do destilado.
- Foi adicionado um novo controlador FCA05 para o valor da análise do ponto de turvo do Diesel. Este controlador age diretamente sobre a vazão do Diesel. Sua referência foi ajustada a -5 degC.
- Foi adicionado um novo controlador FCA08 para o valor de análise do ponto final do querosene. Este controlador age diretamente sobre a vazão do querosene. Sua referência foi ajustada em 260 degC.
- O comentário da marca PI04 foi mudado: Pressão do Balão de pico D2.
- Para os trocadores simulados, foi adicionado um esquema de comando x abertura de válvula, com a indicação da porcentagem do sinal do controlador correspondente, salvo para TC17 onde o valor de saída do controlador não comanda diretamente as válvulas do trocador.
- Foi criado um painel de controle manual dos fornos, acessível somente pelo instrutor da simulação, que permite mais facilmente as manobras de parada dos fornos e corte da carga.

8 DEBUTANISADOR

8.1 Princípio de funcionamento:

O debutanizador se comporta com uma coluna de destilação alimentada com gasolina total.

A gasolina total, cuja vazão é controlada por uma válvula de alimentação, é de início pré-aquecida dentro de um trocador a contra corrente antes de entrar dentro da coluna.

O gás no pico da coluna é resfriado dentro de uma bateria de ventiladores e os condensados são recuperados dentro de um balão de pico.

Uma parte destes condensados é enviada com refluxo no pico da coluna, enquanto que a outra parte é enviada em direção a outras colunas de destilação ou em direção ao estoque.

Uma válvula de degazagem dentro do balão de pico permite enviar o gás para a tocha em caso de alta pressão.

Ao fundo, existe um refervecedor para aquecer a coluna. A gasolina estabilizada é tirada ao fundo e enviada para a estocagem.

Então, o objetivo é de separar a gasolina (C5, no fundo) e os GPL (C4+C3, no pico).

8.2 Malhas de controle do processo:

O controle do processo é feito pelo conjunto de controladores a seguir:

- %C4 no fundo da coluna.
- %C5 no pico da coluna.
- Vazão de carga.
- Vazão de refluxo.
- Vazão de refervecência
- Vazão de gasolina estabilizada no fundo.
- Vazão de tiragem dos condensados no pico.
- Nível de fundo.
- Nível de pico.
- Pressão da coluna.
- Pressão dentro do balão de pico
- Temperatura da bandeja sensível
- Temperatura de entrada da carga.

Os parâmetros monitorados para assegurar a conformidade dos produtos são a porcentagem de C5 no pico e a porcentagem de C4 ao fundo, isto é, as impurezas de cada produto. Duas possibilidades de cascatas são simuladas, segundo a escolha dos casos que representam as unidades a Leste e a Oeste.

No caso de base do Setor Leste, o controle da porcentagem de C5 é feita pela temperatura da bandeja sensível (pico – TI03) em cascata com a vazão de refluxo e o controle da porcentagem de C4 é feito diretamente sobre a vazão de refervecência. Isto é: AC05→TC03→FC02 et AC04→FC03.

No caso de base do Setor Oeste, o controle da porcentagem de C5 é feito diretamente sobre a vazão de refluxo e o controle da porcentagem de C4 é feito pela temperatura da bandeja sensível (no meio da torre – TI05) em cascata com a vazão de refervecência. Isto é: AC05→FC02 et AC04→TC05→FC03.

Uma técnica de controle de abertura de três válvulas é utilizada para controlar a pressão no pico da coluna. A primeira válvula (A) está em série com os ventiladores, a segunda é um by-pass (B) e a terceira é uma válvula de degazagem (C). Isto permite de condensar mais ou menos o vapor para manter a pressão desejada e em caso de pressão alta, a válvula de degazagem começa a se abrir para enviar vapor em direção a tocha e baixar a pressão.

Em campo, uma técnica de controle avançada é utilizada para otimizar a coluna, o COLBIN. Com o módulo em malha fechada, as técnicas de antecipação permitem uma ação mais eficaz.

8.3 Descrição das diferentes telas:

As telas realizadas são:

- Vista de conduta: vista de controle principal do operador de mesa.
- Monitor da simulação (acessível somente pelo instrutor).

Uma janela suplementar afixa as curvas do processo: vazões, temperaturas, pressão, níveis, qualidades, controle.

8.4 Atividades desenvolvidas pelo estagiário no simulador:

- Foi programado e colocado em funcionamento o *Split Range* para o controle da pressão de pico. O controlador PC01 foi criado para comandar os valores de abertura das três válvulas, sejam a válvula de passagem dentro dos ventiladores (A), a válvula de by-pass (B) e a válvula de degazagem (C). A curva de controle é a seguinte, na *Figura 5*:

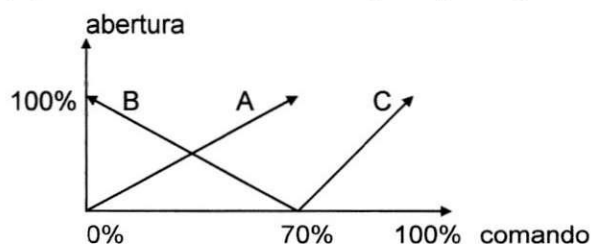


Figura 5 – Gráfico de abertura x comando no *Split Range*

A referência foi ajustada em 10,5 bars para uma abertura das válvulas A e B a 50%.
 Eis as equações matemáticas aplicadas para as aberturas das válvulas, limitadas sempre a faixa de variação de 0 a 100%:

$$A = \frac{act \times 100}{70} \qquad B = 100 - \frac{act \times 100}{70} \qquad C = \frac{(act - 70) \times 100}{30}$$

Um esquema deste controle com a evolução do valor de saída do controlador foi desenhado na tela principal, disponível desde que o operador clique sobre o controlador PC01.

- Um regime de funcionamento foi encontrado para os valores que satisfazem os analisadores de %C5 no pico e %C4 ao fundo, respectivamente a 0,5% e 0,4%.
- Mudança de comentários:
 TI05 = Temperatura da bandeja sensível
 TI03 = Temperatura de pico.
- A vista dos controladores foi afixada a vista principal, segundo a seleção do usuário com os parâmetros de configuração P,I,D, barra de valores medidos, referências e valores de saída, e seleção do tipo de controle. Janela principal aumentada.
- Vários ajustes de desenho foram feitos. Os valores das aberturas das válvulas foram adicionados ao lado de suas válvulas.
- Os limites dos alarmes foram ajustados:
 TI09 H = 400 °C.
 PI01 H = 11 bar
 LI01 H = 60 %
 LI01 B = 40 %
 LI02 H = 80 %
 LI02 B = 20 %
 FI02 = sem alarmes.
- O painel ao alto foi substituído por um painel padrão já utilizado em outras simulações.
- Criação de dois cenários diferentes do ponto de vista do controle, segundo a realidade no Setor Leste e no Setor Oeste
- Simulação matemática de uma válvula de segurança (sopapo) em caso de alta pressão de pico. Abertura do sopapo se PI01 > 12,5 bars. A representação do sopapo é apresentada na vista de conduta e em caso de abertura, a palavra tocha pisca para indicar a ação. Duas possibilidades foram realizadas: PSV degazagem contínua e PSV degazagem intermitente, a escolha do instrutor.
- Ajuste de escala da medida de FC02 em 0-200 t/h e igualmente os valores de saída dos controladores mestres nos dois casos (Leste e Oeste), seja TC03 e AC05, respectivamente.
- Em caso de alta pressão de pico, uma segurança sobre o refervecedor foi adicionada, isto é, se a pressão PI01 > 12 ⇒ FC03.saída = 0. Esta segurança pode ser inibida.

9 CALDEIRA

9.1 Produção de vapor e eletricidade:

A Refinaria de Provence conta com três caldeiras para a produção de vapor e eletricidade: a Caldeira 11 (a Leste), a Caldeira 12 (a Oeste) e a Caldeira 13 (a Oeste). Elas produzem vapor a 65 bars com uma capacidade total máxima de 410 t/h (seja 200 t/h + 110 t/h + 100 t/h, respectivamente). O vapor 65 bars é detido a 21 bars e depois a 7 bars passando por 2 turbo-alternadores fornecendo energia elétrica (máximo 26MW) O vapor circula dentro dos coletores aéreos ao longo das ruas nas pressões de 21 bars, 7 bars e 1,5 bars. O consumo médio da refinaria é de 300 t/h.

9.2 Atividades desenvolvidas pelo estagiário no simulador:

O simulador simula o funcionamento da caldeira 12 da refinaria. A simulação já funcionava muito bem e somente um pequeno ajuste foi feito:

- Ajuste das escalas das marcas ou valores medidos dos controladores para serem coerentes nas vistas dos controladores. Os parâmetros seguintes foram configurados: PC7102, FJ7102, PC8801, TC7314, PDC7118, PC7141.

10 ESTÁGIO NO SETOR LESTE

Neste capítulo, descreveremos o estágio que foi realizado na Sala de Controle – Local Funcional e Informática do Setor Leste. O objetivo era de trazer mais conhecimentos para o estagiário dentro do seu domínio de interesse, Automação e Informática Industrial, desta vez, com uma ligação mais geral da cadeia do controle de processo: programação, rede industrial, controle, eletrônica de condução, eletrônica de aplicação e otimização do processo por controle avançado.

10.1 Apresentação da arquitetura Alspa ZS950:

A arquitetura Alspa ZS950 é organizada em torno de uma rede local industrial N950 sobre a qual são ligados até 64 dependentes que são:

- Os postos de condução e de supervisão P52XX, instalados na sala de comando;
- Os dispositivos de interconexão DI102 ou DI108, instalados dentro do local técnico, permitindo a conexão à rede de 1 a 8 autômatos C500;
- Os autômatos programáveis industriais Alspa C350 ;
- As passarelas DI150 permitindo a comunicação com o sistema Micro-Z.

A rede N950 pode ser simples ou redundante (socorro).

10.2 Postos de condução e supervisão P52XX:

Os postos P52XX asseguram as funções seguintes:

- Interface homem-máquina para a conduta e exploração de processos,
- Posto de configuração (rede, autômatos, imagens, base de dados...),
- Interface com um computador de gestão industrial (OGI)

Um posto P52XX é constituído de um núcleo eletrônico de base totalmente autônoma ao qual podem se adicionar várias opções.

Este núcleo de base pode ser montado em diferentes estruturas tais como bancada, armário, cofre, estrutura cliente... O teclado de conduta bem como a tela podem ser afastados do restante da eletrônica (50 metros no máximo).

10.3 Autômato Controlador C500:

O autômato controlador Alspa C500 trata um programa de automatismos e/ou controle, contínuo e/ou seqüencial. Este programa escrito em linguagem ARC é digitado no posto de conduta P52XX.

Ele é constituído de uma ou de três unidades de tratamento programáveis (UTA100A) e de interfaces procedimento (IP). O tipo e a quantidade de IP depende do número e da natureza dos sinais por célula.

Na arquitetura ZS950, o C500 é ligado à rede N950 por intermédio de dois dispositivos de interconexão independentes (se N950 redundante), através de dois barramentos de comunicação redundantes (cada barramento é então ligado a um DI).

10.4 Autômato Programável Industrial C350:

O C350 é um autômato programável podendo funcionar:

- Individualmente num pequeno projeto,
- Como dependente do Sistema Alspa ZS:
 - ligado ao P52XX pela rede de comunicação N950,
 - em associação com outros autômatos através do mesmo tipo de rede; ele troca diversas informações entre eles no caso de um automatismo distribuído.

Ele é constituído:

- de módulos de base realizando as funções de tratamento, memorização e de acoplamento para a programação,
- de módulos de alimentação,
- de módulos periféricos ou de interfaces:
 - entradas/saídas TOR (tudo ou nada),
 - entradas/saídas analógicas,
 - entradas de medidas de ângulo,
 - controladores tipo PID,
 - ligações série assíncronas e acopladores com tanques afastados,
- de um módulo de acoplamento chamado unidade de intercâmbio uma vez ele é ligado a rede N950.

Os módulos do 350 são organizados em torno de dois barramentos principais: o barramento UT e o barramento periférico.

As estruturas de montagem são de três tipos:

- fechados: armários ou cofres do tipo D,E ou R,
- abertos: quadros para montagem em estrutura específica,
- tanques destinados a receber os módulos no formato europeu, antes da montagem em armário, cofre ou quadro.

10.5 Rede local industrial N950:

A rede N950 é uma rede local industrial transmitindo, em particular, as informações de controle e de supervisão.

A transmissão pode ser efetuada com cabo coaxial (barramento elétrico) ou com fibra ótica.

A rede N950 constitui o esqueleto da arquitetura ZS950 e reagrupa os dependentes seguintes:

- postos de condução e de supervisão da gama P52XX,
- autômatos controladores C500 através de dispositivos de interconexão DI102 ou DI108,
- autômatos programáveis industriais C350,
- a passarela DI150.

A composição material da rede N950 é função do tipo de aplicação; ela pode ser:

- simples, quando o corte acidental do barramento não leva a maiores consequências para o processo automatizado;
- simples com repetição do médio,
- redundante, para melhorar a segurança de funcionamento do processo automatizado por uma maior disponibilidade da rede de comunicação.

A utilização de segmentos óticos é possível por intermédio de transladores bidirecionais eletro-ópticos, IRM103. Eles são utilizados, em série ou em paralelo:

- para interconectar
- para interconectar as partes coaxiais em meio perturbado,
- quando a distância entre as partes coaxiais são muito grandes,
- quando uma isolação galvânica é necessária,
- para atravessar as zonas de atmosfera explosiva,
- quando há proximidade com cabos de potência.

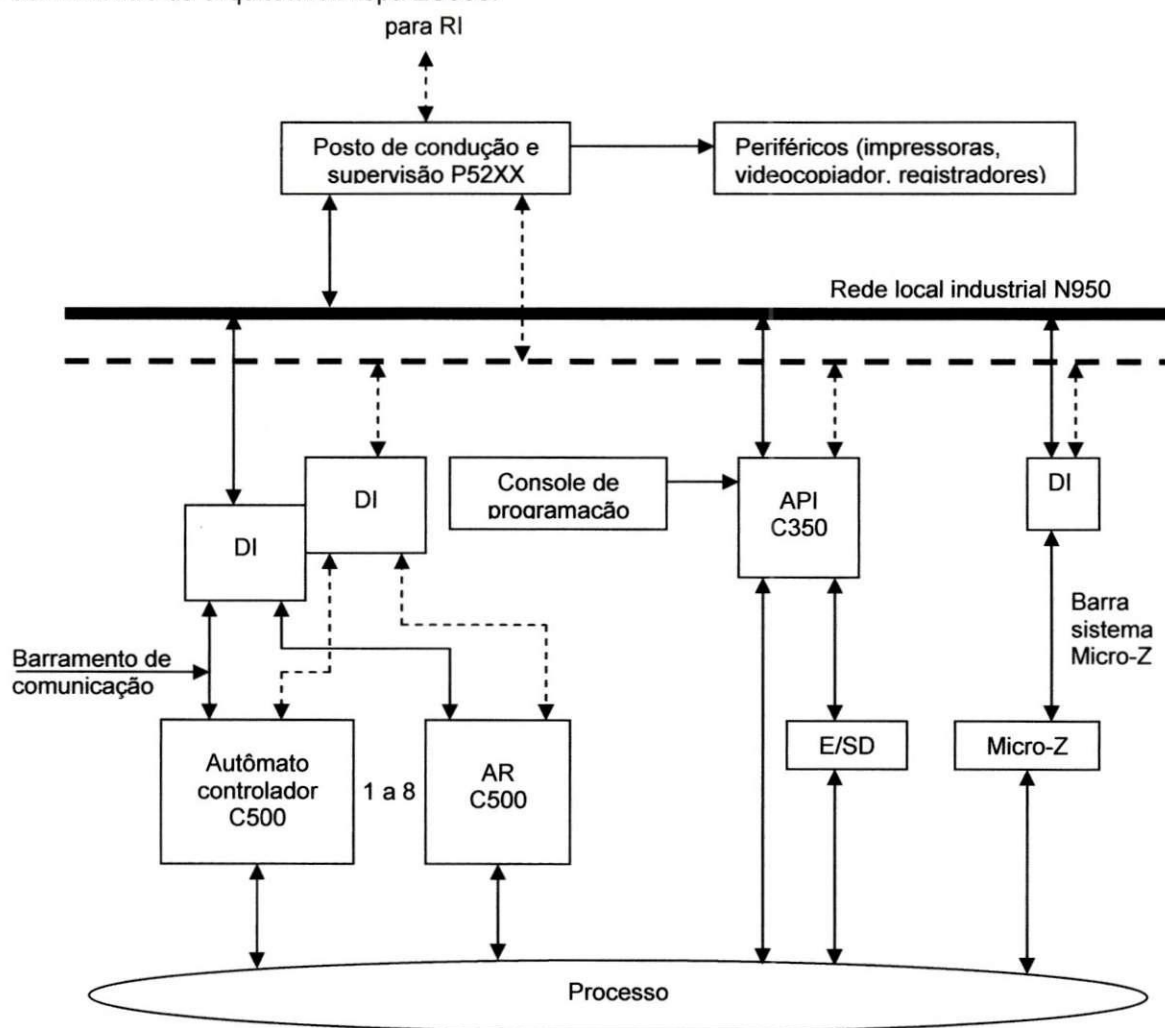
10.6 Posição do C500 na arquitetura ALSPA ZS950:



O C500 permite associar uma aplicação de automação e controle com uma conduta centralizada por visualização dinâmica trazida por um dos postos de condução e supervisão da família Alspa P52XX.

Neste sentido, ele se integra no sistema Alspa ZS950 que é arquitetado em torno da rede local industrial N950. Os postos de condução e supervisão da família Alspa P52XX são instalados dentro de uma sala de controle e ligados por intermédio de uma rede local industrial N950 a:

- um ou vários dispositivos de interconexão: cada um deles permite a ligação de 1 a 8 autômatos controlador Alspa C500 à rede local industrial e assegura assim o diálogo entre o P52XX e seus autômatos;
- um ou vários autômatos lógicos C350;
- uma passarela permitindo a conexão de um sistema do tipo Alspa Micro-Z ao sistema Alspa ZS950.

A Figura 6 dá uma representação da posição do C500 e dos postos de condução e supervisão P52XX dentro da arquitetura Alspa ZS950.



 Barra 1
 Barra 2

Abreviações :

API Autômato Programável Industrial
 AR Autômato controlador
 DI Dispositivo de interconexão
 E/SD Entradas/Saídas Distantes
 RI Rede informática

Figura 6 – Arquitetura Alspa ZS950

10.7 Princípio da programação do C500

A programação do C500 consiste em ambiente natural do algoritmo fonte ARC que é em seguida carregado no C500 por intermédio da rede local industrial Alspa N950 e de dispositivos de interconexão (DI).

O Atelier de geração ARC (ATARC), dá o acesso a todas as funções de programação do C500.

A adaptação do C500 ao processo implica então:

- a definição da estrutura da arquitetura através do **configurador do sistema**.
- A definição dos **nomes do autômato e do algoritmo fonte ARC**,
- A **entrada do algoritmo fonte ARC** escrito em linguagem ARC,
- A compilação deste algoritmo através do **compilador ARC**,
- A configuração das entradas/saídas do C500 através do **configurador de interfaces dos processos**,
- As configurações através do **configurador dos valores de inicialização**.

Os dados gerados por estes configuradores são em seguida formatados pelo **gerador de objetos** para serem carregados a partir do P52XX no C500.

A interface com a base de dados do P52XX é assegurada pelo **gerador do descritor primário**.

Enfim, o carregamento de um C500 bem como o carregamento do descritor primário correspondente na base de dados do P52XX, se efetuam através do programa *TELECONNEXION*.

Se, ao curso da exploração, as modificações de inicialização das variáveis conduta/controlé ou eventos foram efetuadas num C500, as modificações devem ser retroagidas a base de dados do P52XX.

Se o usuário efetua modificações no algoritmo fonte ARC, ele pode encadear automaticamente a consequência das operações através do encadeamento: compilador ARC, configurador dos valores de inicialização, gerador de objetos, gerador do descritor primário.

Em caso de programação incoerente, o usuário restabelece a coerência através do estabelecimento da coerência dos arquivos (configurador dos valores de inicialização, gerador de objetos, gerador de descritor primário).

10.8 Princípio geral da exploração do P52XX

A exploração do P52XX reagrupa as quatro funções seguintes:

- alarme,
- condução,
- histórico,
- arquivo/restituição,

e se faz a partir de uma interface interativa.

Um menu aparece automaticamente depois da alimentação do P52XX ou seu relançamento e pode ser chamado pela vista de comando.

10.9 Operações realizadas durante o estágio no Setor Leste:

Descreveremos alguns trabalhos realizados sob a orientação de um profissional especializado e alguns conceitos e/ou manipulações que foram acompanhadas e estudadas.

- Estudo da documentação técnica sobre o processo de controle, o material disponível e o sistema ZS da Empresa Yokogawa.
- Conhecimento dos locais técnicos (D4 e DGO3):
 - Autômatos C500, UTA, barramentos de comunicação, etc.
 - Ações em caso de defeito (IP em pane sobre barramento, perda de UT, ligação modem, contato com a Yokogawa France).
- Programação – Linguagem ARC :
 - Adição do cálculo do ponto de corte nafta-solvente sobre o SNCC (D4_TBP1) em função da temperatura corrigida TC129 – D4.
 $PdC_NaphtaSolvant = 1.7535 * 10TC129.CALC - 71.31$.
 - Adição do controle de nível do V20 – Reformador 5. (recópia, init, auto/manu, etc.).
 - Conceito de variáveis não-normalizadas e normalizadas.
 - Compilação de programa + configuração de inicialização.



- Carregamento dos autômatos:
 - Carregamento a quente.
 - Carregamento a frio.
 - Retronotação.
- Controle avançado – PC :
 - Estimadores, COLBIN (C13,C15), Noref, V9, Supfdp, DipC5, IsoMON, C19.
- Testes (ensaio por degrau sobre uma variável específica para estudo de comportamento) :
 - TAIJI, identificador em serviço.
- Carregamento dos postos de condução P5200 :
 - *Backup e Restore* a partir do sistema VT220 Motorola



11 BIBLIOGRAFIA

RSI - Réalisation en Systémique Industrielle. Manuel du Simulateur SORYA-MX, Grenoble, 1992.

TOTAL. SECOIA, Sistema de consulta de normas, diagramas e padronização (software). La Mède.



12 CONCLUSÃO

O Simulador Dinâmico da Refinaria de Provence é uma ferramenta muito potente para o treinamento, a formação do pessoal de exploração e a concepção de novas funcionalidades, entretanto, ele não era utilizado regularmente pois ele não estava atualizado, tornando sua funcionalidade restrita. O objetivo do meu estágio era de trazer modificações e novas concepções com a finalidade de se aproximar ao máximo do funcionamento real e atual das unidades da Refinaria de Provence. Havia mesmo uma simulação que não funcionava de maneira alguma, o craqueador catalítico.

Hoje, a empresa dispõe de 6 simulações operacionais e performantes, isto é, com cálculos e parâmetros representativos do funcionamento em campo, uma interface homem-máquina conveniente, possibilidades de colocação de defeitos ainda mais sofisticados para o treinamento, controles e automatismos de segurança mais eficazes.

As seções foram retomadas e daqui em diante será possível recomeçar um novo programa de treinamento e reciclagem para o ano vindouro considerando a potencialidade do simulador.

Durante o meu estágio, eu pude aprender muito sobre o domínio da refinagem, um área muito específica. Meus conhecimentos em Controle de Processos e em Informática Industrial adquiridos anteriormente e melhorados continuamente durante o desenrolar do estágio contribuíram para o progresso da empresa. Além de toda a técnica, o estágio foi interessante também para minha aprendizagem da língua francesa. Enfim, para mim, o estágio industrial foi uma oportunidade de se inserir no meio profissional e me dar um impulso para o futuro.