



IBP1092_06

**ESTABILIZAÇÃO DA SEÇÃO DE RECUPERAÇÃO DE GASES DA
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE RESÍDUO DA RECAP
/ REFINARIA DE CAPUAVA / PETROBRAS - SP**

Penna M. Elisângela¹, Wolff S. Marcelo², Almeida S. Mário³,
Micheletto R. Sandra⁴

Copyright 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*, realizada no período de 11 a 14 de setembro de 2006, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, seus Associados e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*.

Resumo

Em Janeiro de 2005 a URFCC da RECAP passou por uma parada programada para implementação das modificações previstas pelo Projeto de Consolidação da Tecnologia RFCC, que visava à eliminação dos gargalos da Unidade para operação com 3000 m³/d de carga.

Dentre as modificações realizadas, destacam-se a substituição dos internos da Torre Retificadora de Gasolina e a troca integral da Torre Desbutanizadora.

Entretanto, após a partida, a RECAP encontrou dificuldades para estabilizar a Seção de Recuperação de Gases, principalmente a Torre Retificadora.

Para determinar os motivos desta instabilidade, alguns testes foram realizados e a partir destes resultados e de informações disponíveis na literatura, algumas hipóteses puderam ser formuladas para justificar este problema.

Entre as hipóteses formuladas, as mais prováveis foram: presença de água no interior da Retificadora e problemas de montagem deste equipamento que acabou sendo descartada após inspeção realizada na Torre em fevereiro de 2006.

Neste trabalho, serão apresentados os testes realizados, as hipóteses formuladas, os dados de literatura encontrados, assim como, as modificações implementadas este ano na Seção de Recuperação de Gases da URFCC da RECAP visando garantir que a operação da Torre esteja dentro das condições de projeto para qual o equipamento foi dimensionado.

Abstract

In January 2005 the RFCCU at PETROBRAS Capuava Refinery (RECAP) went through a scheduled shutdown for implementation of the modifications foreseen by the Technology Consolidation Project, which intend to debottlenecking for operation at a feed rate of 3000m³/d.

As for the modifications in the Gas Plant, stand out the installation of a new Debutanizer tower as well as the change of the Stripper tower trays.

Although after the RFCCU-RECAP start up, some instability was realized at the unit Gas Plant, mainly at the Stripper.

In order to find out the instability causes, some tests were performed. Taking into account the tests results and information available in the open literature, some hypothesis might be raised to justify the problem.

The most reasonable hypothesis was water entrapment in the Stripper column and mechanical assembly problems on it. After inspection done in February/2006 this last one was discarded.

This paper will present the tests done, the raised hypothesis, the data found in the literature, as well as the modifications implemented during the last refinery shutdown in order to guarantee that the RFCCU Gas Plant, mainly the Stripper operates according to the design conditions.

¹ Engenheira de Processamento Pleno – PETROBRAS S.A.

² Engenheiro de Processamento Sênior – PETROBRAS S.A.

³ Engenheiro de Processamento Sênior – PROJECTUS

⁴ Engenheira de Processamento Sênior – Consultor Técnico - PETROBRAS S.A

1. Introdução

Em Janeiro de 2005 a Unidade de Craqueamento Catalítico Fluido de Resíduo da RECAP passou por uma parada programada para implementação das modificações previstas pelo Projeto de Consolidação da Tecnologia RFCC, o qual visava eliminar os gargalos da Unidade para uma operação contínua com 3000 m³/d de carga.

Dentre as modificações realizadas durante esta parada, destacam-se a troca integral da torre Desbutanizadora (N-616) e a troca de todos os pratos da Torre Retificadora de Gasolina (N-606), onde os pratos da seção de topo foram substituídos por pratos de válvulas fixas, e os da seção de fundo por pratos valvulados.

Entretanto, após a partida da Unidade, a RECAP encontrou sérias dificuldades para estabilizar a Seção de Recuperação de Gases, principalmente a Torre Retificadora e como consequência a Desbutanizadora.

Neste trabalho, serão apresentados os testes realizados, as hipóteses formuladas, os dados de literatura encontrados, assim como, as modificações implementadas este ano na Seção de Recuperação de Gases da URFCC da RECAP.

2. Testes Realizados na Torre Retificadora

Visando identificar os limites operacionais da Torre Retificadora e as causas da instabilidade observada na Seção de Recuperação de Gases, foram realizados dois testes em maio de 2005 onde se procurou operar a torre em condições próximas às previstas no projeto básico, para isso, foi preciso reciclar correntes de nafta para o aumento da vazão de carga da torre que na ocasião se encontrava em patamares reduzidos.

Durante o primeiro teste, utilizou-se reciclo de nafta estabilizada, sendo possível elevar a carga da torre até 4000 m³/d em condições bastante estáveis. Durante o segundo teste foi removido o reciclo de nafta estabilizada, e passou-se a introduzir uma corrente externa de nafta leve instabilizada do Vaso de Topo da Torre Preflash, sendo possível operar a torre até uma vazão de carga de apenas 3600 m³/d. Vale ressaltar que a vazão de projeto de carga para este equipamento é de 4500 m³/d.

No segundo teste, ficou caracterizada a suposta inundação da torre, já que durante a elevação de carga para 3600 m³/d ocorreu um aumento acentuado do nível do vaso de alta pressão e da vazão do vapor de topo, permanecendo a vazão de produto de fundo e a temperatura no fundo praticamente constante, além do sintoma característico de inundação que foi o disparo no diferencial de pressão da torre.

Os gráficos a seguir, ilustram os sintomas de início de inundação na Torre Retificadora (Figura 1), assim como, a instabilidade causada na Torre Desbutanizadora (Figura 2).

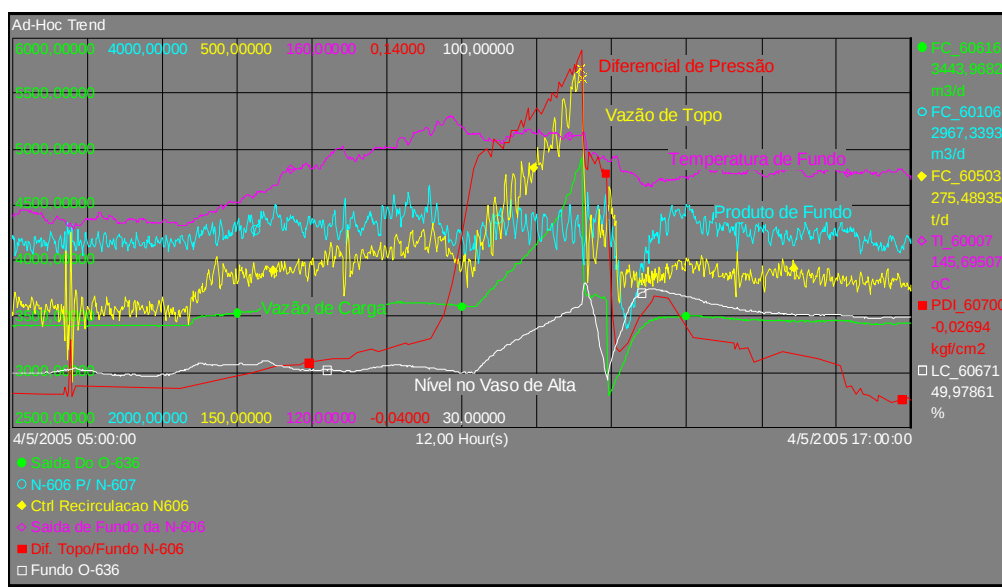


Figura 1. Condição Operacional da Retificadora durante a segunda etapa do teste

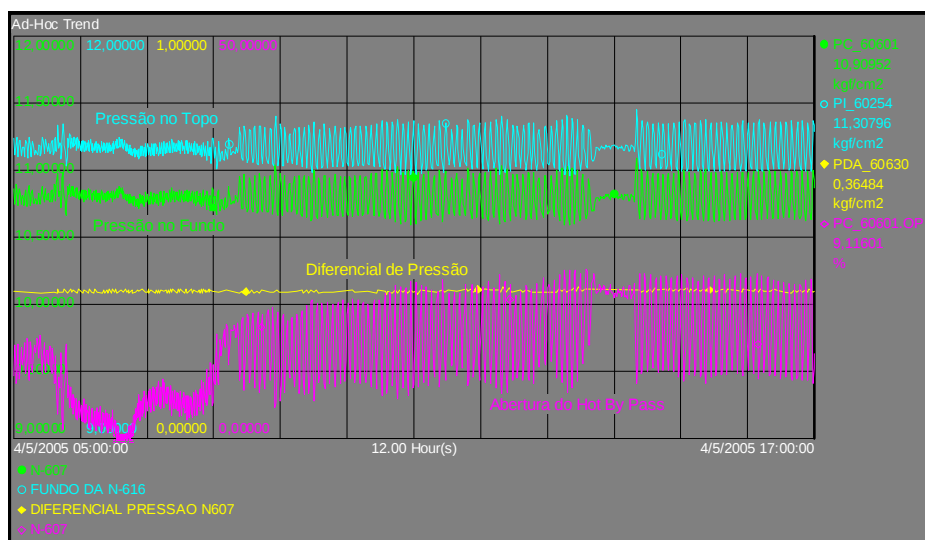


Figura 2. Instabilidade na Desbutanizadora causada pela Retificadora.

A instabilidade causada na Torre Retificadora foi propagada para a Torre Desbutanizadora, como pode ser observado pela alteração nos perfis de pressão e temperatura desta torre, que recebe como carga o produto de fundo da Retificadora.

2.2 Gamma Scan da Torre Retificadora

Para comprovação de que houve realmente inundação no segundo dia de teste, foi realizada uma avaliação por “gamma scan” na Torre Retificadora com as mesmas condições operacionais observadas naquele dia.

A realização do “gamma scan” ocorreu de acordo com as condições operacionais: normal e no limite para inundação. Nas condições operacionais do primeiro gamma scan, a torre se encontrava no início do processo de inundação, apenas com o prato 6 inundado e algum arraste nos pratos 7 a 10. No segundo, indicou inundação em todos os pratos da seção superior da torre.

Assim, os resultados obtidos identificaram que na primeira e segunda etapa realizadas, ocorreu inundação apenas na seção superior da torre, de menor diâmetro, não havendo indícios de inundação na seção de fundo da torre.

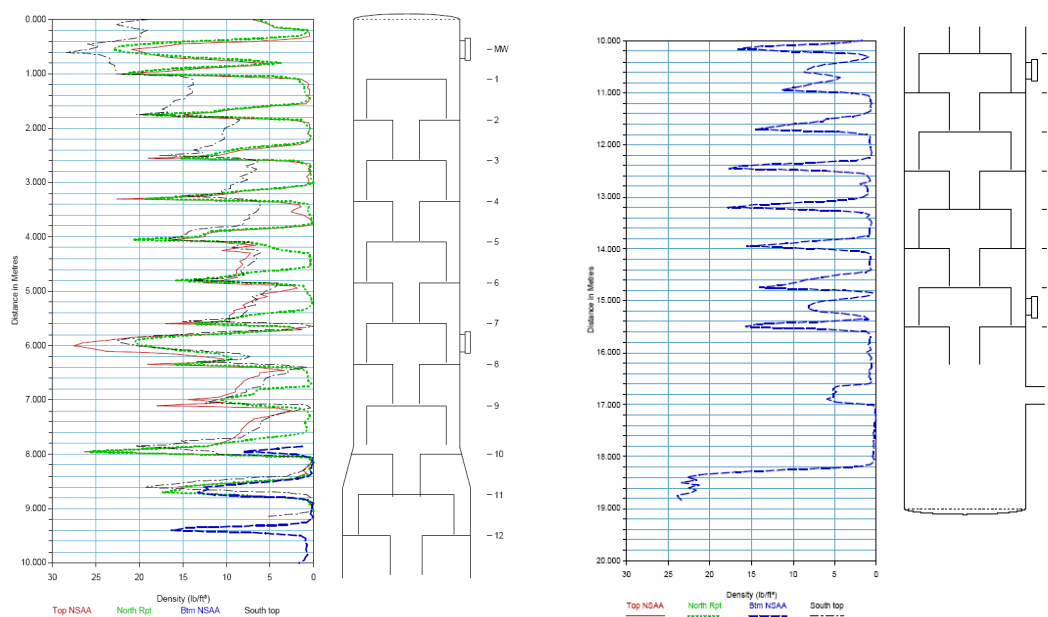


Figura 3. Resultado do gamma scan evidenciando inundação na região de topo da Torre

2.3 Simulações

Foram realizadas simulações a partir da recomposição da carga da Retificadora, nas condições operacionais dos testes. Entretanto, estas simulações não indicaram condições de inundação já que as vazões internas da torre obtidas na simulação foram menores que as vazões de projeto do equipamento, não sendo possível comprovar a ocorrência da inundação constatada através do “gamma scan”.

3. Hipóteses Formuladas

As hipóteses formuladas inicialmente para as causas da instabilidade da Seção de Recuperação de Gases foram as seguintes:

3.1 Carga da Retificadora Mais Leve que a Prevista no Projeto Básico

Esta hipótese foi formulada devido ao efeito verificado na operação da torre após envio de nafta leve instabilizada para a Seção de Recuperação de Gases no segundo teste realizado em maio de 2005.

Entretanto, acredita-se que embora o processamento de nafta leve do Vaso de Topo da Torre Preflash possa contribuir para alguma instabilidade operacional, possivelmente o seu efeito estaria se somando a outros fatores, resultando assim, nos problemas operacionais observados.

3.2 Saídas para os Refervedores da Retificadora Subdimensionadas

Esta hipótese também foi inicialmente considerada, uma vez que foi constatada que a saída para os refervedores não era a usualmente empregada em projetos de torres.

Geralmente utiliza-se uma panela de selagem no último prato, o que permitiria um transbordamento do líquido caso a vazão deste último prato fosse maior que a prevista no dimensionamento desta panela de selagem.

Na Retificadora o último prato tem seu downcomer totalmente selado, com os bocais de saída para os refervedores localizados no fundo do downcomer. Caso ocorresse inundação, o nível de líquido se elevaria e poderia ser observado neste prato, o que entretanto, não foi observado através do “gamma scan”.

Apesar deste fato, foi realizada uma verificação destes bocais de saída da torre constatando-se que eles estão adequados, o que permitiu que esta hipótese fosse descartada.

3.3 Desbalanceamento das Vazões de Retorno de Vapor dos Refervedores da N-606

Devido à existência de dois refervedores na torre, poderia ocorrer um desbalanceamento das vazões que retornariam dos refervedores, o que poderia levar uma região dos pratos de fundo da torre a receber uma parcela maior que a prevista de vapor e assim ocorrer uma inundação localizada.

3.4 Erro de Montagem ou Fabricação

Também foi aventada a hipótese de falha na montagem ou na fabricação dos internos da Retificadora, o que também justificaria a inundação observada através do “gamma scan”.

Este possível problema mecânico poderia não ter sido identificado na inspeção realizada na montagem da torre, ou eventualmente poderia ter ocorrido após a partida da Unidade.

Porém esta hipótese foi descartada após uma nova inspeção na Retificadora, quando foi verificado que a montagem observada não justificaria a instabilidade observada na Unidade.

3.5 Presença de Água na Retificadora

Esta hipótese foi formulada uma vez que a literatura cita a possibilidade de aprisionamento da água (“water entrapment”) em torres Retificadoras de FCC, a qual ocorreria nas seguintes condições operacionais:

- alta temperatura no Vaso de Alta Pressão, que antecede a Retificadora;
- ausência de preaquecimento da carga da Retificadora;
- pressão elevada na Seção de Recuperação de Gases (acima de 14 a 18 kgf/cm² man.).

A literatura também relata alguns sintomas observados nesta Torre devido à presença de água durante operação:

- tentativas de aumento da carga da torre Retificadora resultam em acúmulo de líquido na torre, aumento do diferencial de pressão, produção de um arraste intenso e aumento da vazão de vapor de topo;
- aumento da vazão para a Retificadora pela atuação do controle de nível do Vaso de Alta Pressão, uma vez que o vapor de topo da Retificadora é direcionado para o Vaso de Alta Pressão e aumenta o nível deste Vaso;
- recirculação entre o topo da torre e o Vaso de Alta Pressão, uma vez que a vazão adicional alimentada à torre não pode escoar pela torre já que ela se encontra inundada;
- restabelecimento de condições de operação aparentemente normais, até que um novo acúmulo de água venha a ocorrer, pela redução da carga térmica do refeedor e da vazão de carga da torre, o que permite que a água inicialmente acumulada consiga sair pelo fundo da torre;
- repetição deste ciclo por diversas vezes em intervalos de algumas horas ou dias.

Segundo as informações disponíveis na literatura, a água aprisionada na Retificadora poderia ter como origem a água arrastada do Vaso de Alta Pressão (O-636) bem como a água de saturação presente na nafta enviada para a torre.

Ao ocorrer presença de água no interior deste equipamento, as vazões internas da torre se elevariam até o ponto onde ocorreria à inundação devido à vaporização desta água.

A semelhança das condições operacionais e dos sintomas relatados na literatura com os que estavam ocorrendo na URFC da RECAP, tornaram esta hipótese bastante plausível.

Outro fato que contribuiu para reforçar esta hipótese foi a constante drenagem de água no vaso de topo da Desbutanizadora ao longo da campanha e principalmente durante os testes realizados. Este fato pode ser comprovado abaixo pela figura 4.

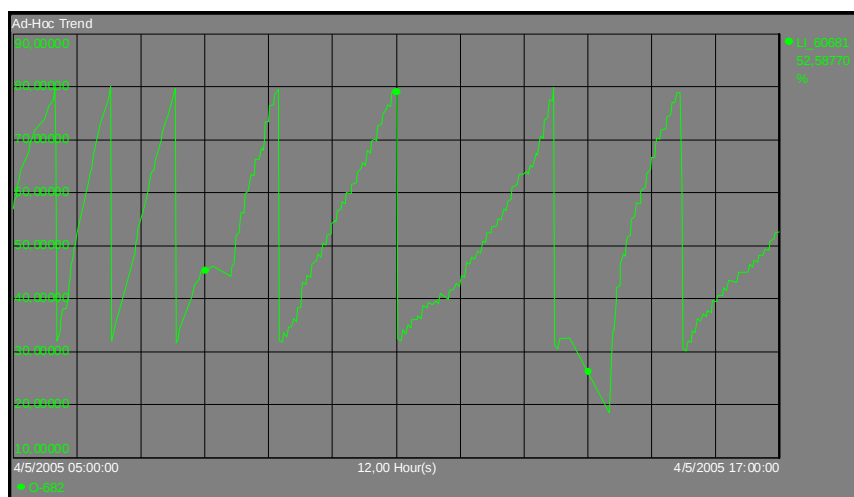


Figura 4. Drenagem de água no vaso de topo da Desbutanizadora

4. Definição da Solução

Das hipóteses formuladas a hipótese da presença interna de água se apresentou como sendo das mais prováveis para justificar a instabilidade na Seção de Recuperação de Gases.

Assim, foram tomadas diversas ações visando confirmar esta hipótese e também eliminar as consequências desta presença interna de água no equipamento.

Deste modo, foi realizada uma reavaliação do Vaso de Alta quanto à separação das fases leve (nafta carga da N-606) e pesada (água ácida), sendo constatado que esta separação estava adequada desde que estivessem sendo respeitados os níveis previstos no projeto e a altura do pescador do vaso.

Foi realizado um dimensionamento preliminar de uma panela de retirada de água na Retificadora, já que a literatura cita a instalação de uma panela de retirada de água como sendo uma das principais soluções para este problema, esta opção está ilustrada na Figura 5.

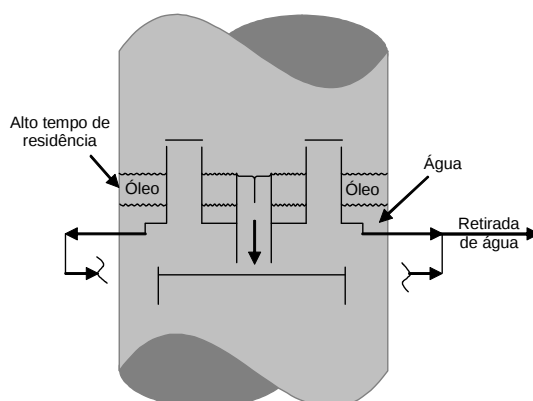


Figura 5. Modelo de Painel que seria dimensionada para a Torre.

A instalação de uma panela de retirada de água na torre resultaria na remoção de alguns pratos e na inserção de novos bocais. Este fato causaria impacto no tempo de parada da Unidade. Devido ao pequeno diâmetro da seção de topo da Retificadora, não seria possível manter os alçapões na nova panela de retirada de água, prejudicando o acesso para manutenção naquela seção. Devido a estes fatos, foi descartada a instalação da panela de retirada de água.

De acordo com a literatura, a eliminação do aprisionamento de água no interior de torres Retificadoras seria possível a partir de algumas modificações na Unidade. As duas mais significativas são: a instalação de uma panela de retirada de água e a inserção de um preaquecedor da carga da Retificadora.

Foi selecionada a opção da colocação de um preaquecedor de carga em face de ser a solução que causaria menor impacto em termos de tempo de parada programada e modificações nos sistemas e equipamentos.

5. Modificações Previstas

Prevendo que no futuro a URFCC da RECAP poderá operar com maior carga que a sua atual carga de referência, e visando eliminar definitivamente instabilidades na Retificadora, foi avaliada a troca de serviço do refeedor auxiliar (M-632) para preaquecedor da carga da Torre Retificadora.

Foi considerado que a carga da torre poderia ser aquecida de 38 °C até 73 °C.

Com a introdução do preaquecimento da carga as vazões internas da Torre Retificadora são reduzidas em relação àquelas do Projeto de Consolidação da Tecnologia. Deste modo, os pratos da torre continuariam adequados para as novas vazões, não requerendo modificações.

A verificação da saída para o refeedor principal, bem como a do sistema termossifão deste trocador indicou que ambos atendem às novas condições.

No sistema de carga houve apenas uma mudança na configuração do traçado das linhas para a inclusão do preaquecedor. Entretanto, esta modificação não será de grande porte, uma vez que este permutador já se encontrava próximo à torre.

Abaixo estão apresentadas as configurações do sistema: como era originalmente (Figura 6) e após a mudança do serviço do refeedor auxiliar da torre (M-632) para preaquecedor de carga da Retificadora (Figura 7).

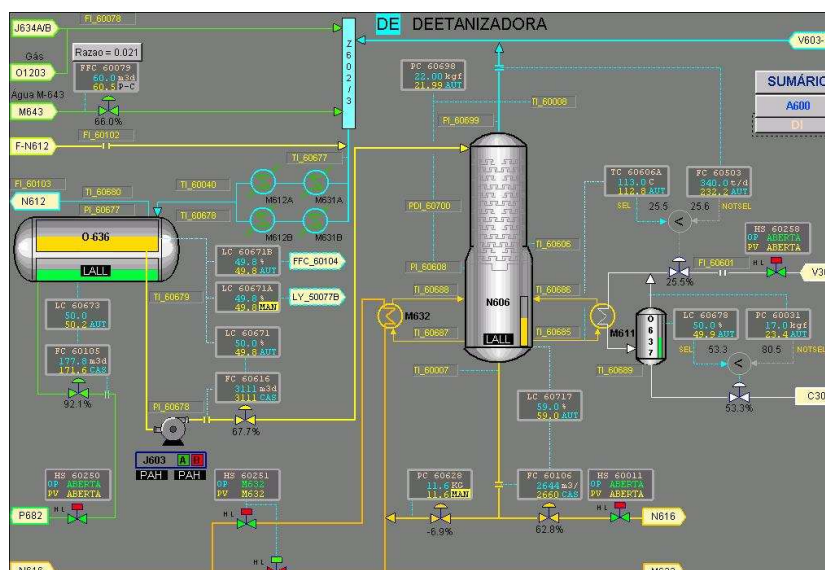


Figura 6. Torre Retificadora originalmente com os refeedores M-632 e M-611, e sem o preaquecedor de carga.

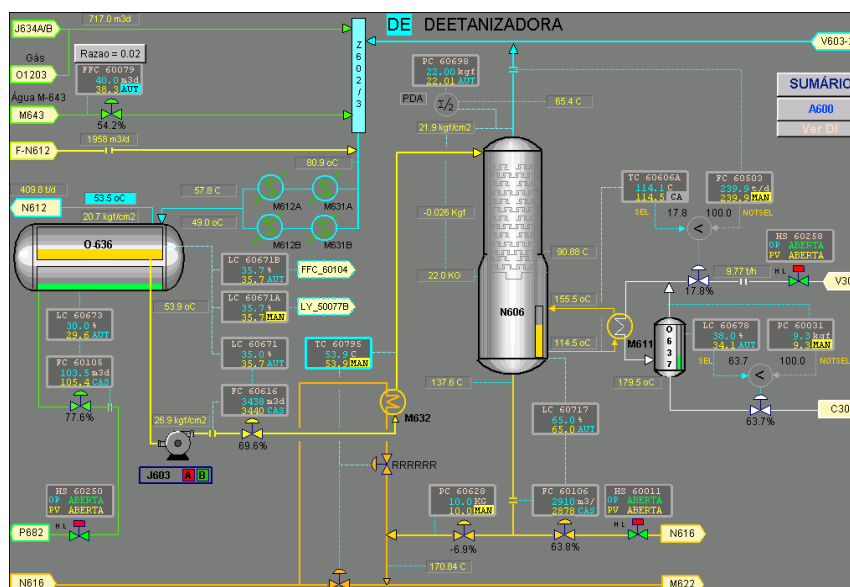


Figura 7. Nova configuração com a troca do serviço do M-632 para preaquecer a carga.

6. Conclusão

Para determinar os motivos da instabilidade observada na Seção de Recuperação de Gases da URFCC-RECAP diversos testes foram realizados e a partir destes e das informações disponíveis na literatura foram formuladas algumas hipóteses.

Foram descartadas como causas básicas o subdimensionamento da saída para os refeedores da torre Retificadora, o desbalanceamento das vazões de retorno de vapor dos refeedores e possíveis problemas de montagem ou fabricação da Torre.

A mudança da característica da carga da Torre Retificadora para uma carga mais leve, embora possa contribuir para alguma instabilidade operacional, aparentemente tem o seu efeito somado a outro fator resultando assim nos problemas operacionais observados.

Assim, desponta como causa mais provável para a instabilidade observada ao longo de praticamente um ano de operação a presença de água na torre.

Visando eliminar a instabilidade da Seção de Recuperação de Gases foi proposta a mudança de serviço do refeedor auxiliar para preaquecedor de carga da Torre Retificadora.

A instalação do preaquecedor de carga em uma torre Retificadora eleva a temperatura de topo desta torre, permitindo que a maior parte da água que chega a torre possa ser eliminada pelo topo do equipamento sendo retornada ao Vaso de Alta Pressão, equipamento dimensionado para realizar esta separação entre a fase aquosa e de hidrocarbonetos.

7. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao grupo de técnicos da RECAP, especialmente aos técnicos de operação que participaram ativamente nos testes realizados nesta Unidade.

8. Referências

- BARLETTA, T., FULTON, S. Maximizing gas plant capacity. PTQ, p.105-113, Q2 2004.
GOLDEN, S. Revamps: maximum asset utilization. PTQ, p.37-38, Q1 2005.
KISTER, H.Z. Component Trapping in Distillation Towers: Causes, Symptoms and Cures. Chem. Eng. Prog., v.100, n.8, p.22-33, 2004.
LANGDON, D., BARLETTA, T., FULTON, S. FCC gas plant stripper capacity. PTQ Rev.&Op, p.3-7, 2004.