



REDIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO DE ELEVÇÃO DO VASO *HOT OFF TAKE* DA UNIDADE DE DESGASEIFICAÇÃO A VÁCUO RH #02 DA ACIARIA DA ARCELORMITTAL TUBARÃO ¹

João Paulo Meneguelli Campos ²

Rogério Geraldo Moraes ³

Walmir Cláudio Pereira Máximo ⁴

Antônio Marcos Delai ⁵

Rodrigo Silva dos Santos ⁶

Wesley Aryon Rogério ⁷

Resumo

Denominado *Hot Off Take*, o vaso superior da Planta RH #02 comunica o vaso inferior ao Sistema de Vácuo da estação. Estes vasos são revestidos internamente com material refratário a fim de isolar termicamente as suas carcaças e necessitam de manutenção periódica, devido a desgaste e incrustação de aço e escória. A manobra de elevação do *Hot Off Take* é de relevante importância ao processo produtivo, pois o revestimento do vaso inferior possui vida útil menor do que a do vaso superior e, a fim de minimizar a perda de tempo durante as trocas, o sistema hidráulico de elevação permite a troca das estruturas de forma otimizada. Desde o start up no início de 2007, o sistema hidráulico de elevação não apresentou a confiabilidade e eficiência necessárias para o cumprimento do tempo padrão de troca do vaso inferior. Após análise das falhas do projeto original foi realizado o redimensionamento do sistema instalado a fim de atender as condições operacionais inerentes ao processo. Finalmente, o projeto foi implantado com o resultado objetivado, não sendo observadas falhas no sistema hidráulico desde o start up do mesmo em Dezembro de 2008.

Palavras-chave: Desgaseificação a vácuo; Vaso; Sistema hidráulico.

RESIZING OF HOT OFF TAKE VESSEL LIFTING HYDRAULIC SYSTEM OF STEELMAKING PLANT RH #02 VACUUM DEGASSING STATION OF ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstract

So-called Hot Off Take, the upper vessel of RH #02 Station communicates the bottom vessel to the Vacuum System of the Plant. These vessels are internally recovery by refractory material to provide thermal insulation of their shells, which requires periodically maintenance, due wear yonder steel and slag incrustation. The Hot Off Take lifting movement has a relevant importance on the productive process, because the bottom vessel recovery presents a lower lifetime expectancy than the upper vessel and to minimize the time loss during the changes, the lifting hydraulic system provides optimized vessel changes. Since start up in 2007, the Hot Off Take lifting system hasn't performed reliability and efficiency to reach the standard bottom vessel changing time. After failures analysis of the original design was decided to develop the system resizing to attend the operational conditions intrinsically present on the production process. Finally, the new project was implemented with success, without hydraulic system failures since the start up on December of 2008.

Key words: Vacuum degassing; Vessel; Hydraulic system.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Engenheiro Mecânico; Especialista de Manutenção da ArcelorMittal Tubarão.

³ Supervisor de Inspeção da ArcelorMittal Tubarão.

⁴ Técnico em Mecânica; Técnico de Predição e Inspeção da ArcelorMittal Tubarão.

⁵ Engenheiro de Automação e Controle; Especialista de Manutenção da ArcelorMittal Tubarão.

⁶ Técnico em Eletrotécnica; Técnico de Predição e Inspeção da ArcelorMittal Tubarão.

⁷ Engenheiro Eletricista; Especialista de Manutenção da ArcelorMittal Tubarão.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do trabalho é apresentar a metodologia utilizada na solução de um problema crônico da estação de Desgaseificação a Vácuo RH #02. Através de ferramentas de análise de falha, tais como levantamentos termográficos e modelagem computacional, somadas com aplicações de tecnologias em hidráulica, uma equipe multidisciplinar eletromecânica desenvolveu soluções eficientes para as causas fundamentais diagnosticadas.

Estas melhorias resultaram em ganhos no curto prazo, que representaram no retorno do investimento em apenas três meses, evidenciando a ótima relação custo x benefício considerada no projeto.

O trabalho apresenta uma descrição do processo de Desgaseificação a Vácuo, da estação e do sistema hidráulico os quais foi desenvolvida a melhoria, além do descrever as ferramentas e soluções aplicadas. Por fim, apresenta os resultados obtidos e os compara com as condições iniciais do projeto.

1.1 Unidade de Desgaseificação a Vácuo – RH

1.1.1 Histórico

O desenvolvimento da metalurgia de vácuo resultou principalmente da necessidade de aço desgaseificado. O hidrogênio sempre foi apresentado como um problema difícil na produção de aços e no seu processamento. A solubilidade do hidrogênio no aço decresce significativamente durante a solidificação. Por este motivo, ele precipita e recombina na sua forma molecular provocando trincas em forma de escamas no aço devido à pressão resultante, o que causa danos irreparáveis. Este é um fenômeno freqüente em aços ligados ao Ni e em grandes lingotes forjados para eixos de geradores, lemes de navios etc.

O desenvolvimento do processo RH foi iniciado na matriz da Companhia Ruhrstahl Henrichshütte, localizada em Hattingen na Alemanha, a qual se tornou anos após propriedade do grupo Thyssen. Com o aumento das dimensões de lingotes forjados para as novas usinas elétricas, se elevou o custo do recozimento no processo produtivo. Neste mesmo tempo, a companhia Heraeus desenvolveu a idéia do “desgaseificador de metal fundido”, o obtendo a patente em 1957. Este processo foi posteriormente chamado processo RH, letras iniciais de Ruhrstahl e Heraeus.

1.1.2 Descritivo funcional

O refino secundário a vácuo se baseia no fato de que a redução da pressão resulta em uma reação gasosa dos produtos fora do seu equilíbrio químico. Este fenômeno gera uma força básica de condução da reação e continua até que um novo equilíbrio, com um menor teor de solubilidade do soluto no solvente, seja estabelecido como uma função da pressão prevalecente. Em outras palavras, é possível a redução do teor de gases absorvidos pelo metal líquido através da redução de pressão local.

O processo RH é caracterizado pela circulação contínua de aço através de um recipiente revestido de refratários, onde se promove o vácuo. Esta circulação é feita através de dois tubos ou pernas, também denominados *snorkels*, que são imersas no banho metálico. O vaso RH é então evacuado. A pressão atmosférica, que atua na superfície da panela, causa a elevação do aço para a altura barométrica de aproximadamente 1,45 metros. Uma representação esquemática dos principais

equipamentos de uma unidade de refino secundário por desgaseificação a vácuo do tipo RH é apresentada na Figura 1.

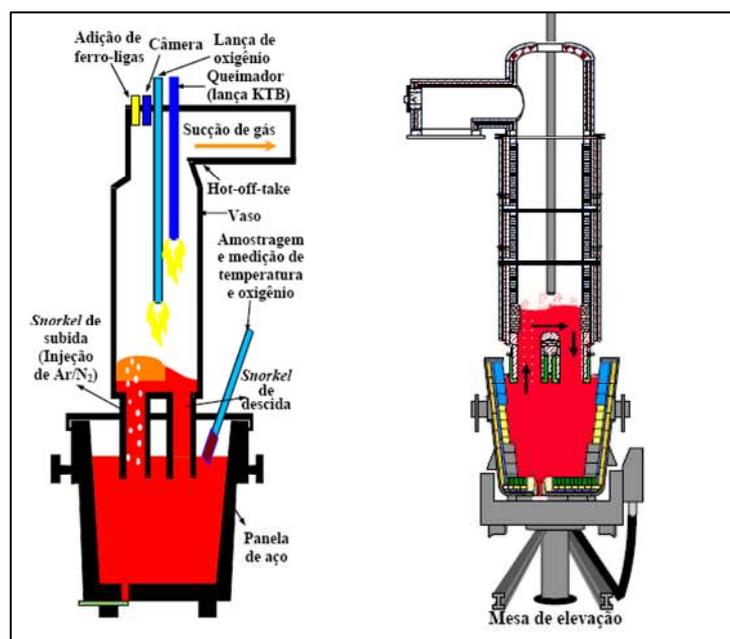
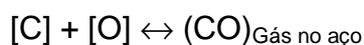


Figura 1 – Ilustração esquemática de uma unidade RH. ⁽¹⁾

Após os dois tubos serem introduzidos no banho de aço, vaso superior é evacuado, de tal forma que o banho atinja a uma altura de 1,40 metros acima do nível da superfície original. Neste momento, na parte inferior do primeiro tubo, próximo à superfície de aço na panela, é injetado gás (normalmente utiliza-se argônio). Este tubo é chamado de *snorkel* de subida, e conseqüentemente o outro de *snorkel* de descida. O gás injetado sobe e deste modo causa a aceleração do aço líquido no *snorkel* de subida. Forçado pelo aumento de temperatura, decréscimo da pressão e pela liberação de gases do aço na parte superior do tubo, o metal fundido se desintegra em pequenas gotas dentro do vaso.

A remoção do carbono (e oxigênio) do aço líquido, pela aplicação de vácuo, é baseada na influência da pressão na reação química:



O vácuo é gerado no vaso por meio da ligação a um sistema de ejetores que produz o vácuo no seu interior a partir do consumo de vapor pressurizado através dos ejetores e resfriado nos condensadores por água, reduzindo a pressão do vaso até 0,67 mBar consumindo 29 toneladas de vapor por hora, fazendo assim com que o aço líquido se eleve para dentro do vaso para ser submetido ao ambiente sob vácuo. A taxa de circulação de aço nos vasos da ArcelorMittal Tubarão é de 180 toneladas de aço por minuto promovendo assim a circulação de todo aço da panela por dentro do vaso a cada 1,7 minuto de tratamento, garantindo a homogeneização térmica e química e a limpeza do aço com a flotação das inclusões.

O sistema de vácuo garante um nível de vácuo dentro do vaso da ordem de 0,67mBar para um arraste de 800 kg ar/h. permitindo a produção de aços com baixíssimo teor de carbono.

A ArcelorMittal Tubarão dispõe de duas unidades de Desgaseificação a Vácuo, RH #01, fornecido pela Mannesmann Demag em Maio de 2008, com capacidade de tratamento anual de 2.000.000 de toneladas de aço e o RH #02, fornecido pela VAI FUCHS GmbH Technometal em Dezembro de 2006, com capacidade de tratamento anual de 3.000.000 toneladas de aço.

1.1.3 Vaso de vácuo

O vaso de vácuo é uma peça metálica, cilíndrica, revestida internamente com tijolos refratários e na base são acoplados os *snorkels*, o mesmo se desloca através de um carro motorizado. São quatro vasos para o RH #02, sendo a utilização de um em operação, um em aquecimento e dois em manutenção. A campanha de cada vaso dura aproximadamente 120 corridas, quando é necessária a reposição dos tijolos refratários e substituição dos *snorkels*. Há trocas prematuras de vasos em função de maior volume de oxigênio devido a maiores necessidades de ressopros de corridas, a fim de corrigir composições químicas ou temperaturas objetivadas nos padrões de operação, aumentando a degradação da proteção refratária.

1.1.4 Hot Off Take (HOT)

O vaso superior denominado *Hot Off Take* é o equipamento responsável pela interligação do vaso ao sistema de vácuo e é acoplado ao vaso e ao resfriador de gases, permite também o acesso dos equipamentos de processo ao interior do vaso através dos bocais localizados no seu topo. São duas peças, sendo um em operação e o outro em manutenção ou em posição de reserva. A campanha média dos vasos *Hot Off Take* é de 400 corridas, quando o vaso superior é substituído para limpeza de materiais agregados durante o processo e reposição do revestimento refratário.

A seguir é apresentada uma ilustração dos principais componentes estruturais da Estação de Tratamento de uma unidade de Desgaseificação a Vácuo RH.

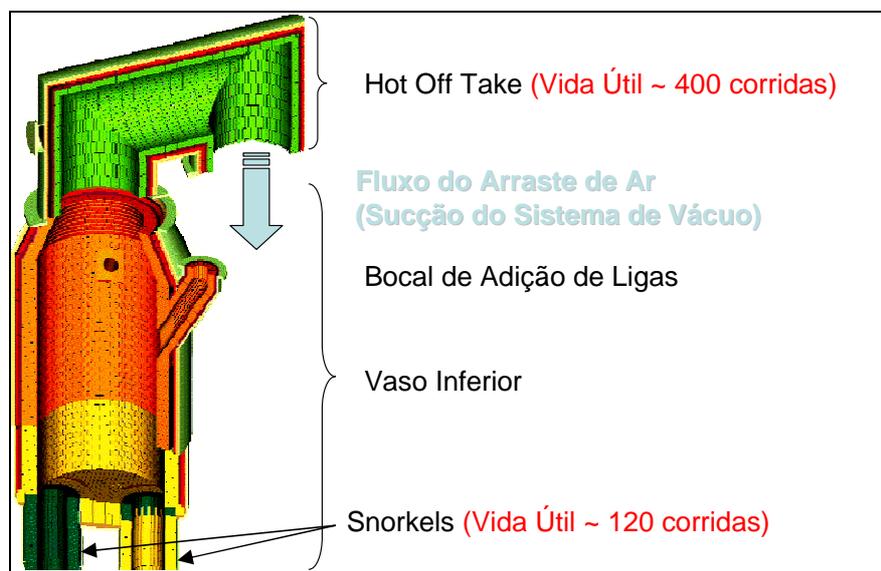


Figura 2 – Principais componentes da Estação de Tratamento.⁽²⁾

1.2 Sistema Hidráulico de Elevação do Vaso *Hot Off Take*

Como observado no capítulo anterior, as quantidades de vasos de vácuo e de vasos *Hot Off Take* são diferentes, em função da variação entre vidas dos revestimentos refratários das peças distintas. Comparativamente, a vida do vaso de vácuo é menor do que um terço da vida de um *Hot Off Take*. Isto denota que no mínimo três trocas de vasos inferiores podem ser realizadas sem a retirada de operação do vaso superior. As trocas de vaso têm duração padronizada de 1 hora e 30 minutos e a troca de *Hot Off Take* demanda o tempo de 30 minutos, sendo a troca conjunta equivalente a 2 horas de duração. Este tempo impacta diretamente da disponibilidade operacional da unidade. Considerando que o tempo entre tratamentos é de 25 minutos, resulta que cada troca conjunta desnecessária equivale ao potencial de perda de uma corrida.

A troca de vaso de vácuo é realizada através da movimentação do carro de translação para a posição de troca, seguida da retirada e acomodação do vaso no stand de manutenção através de ponte rolante, transporte do vaso preparado desde o aquecedor até a colocação no carro de translação também com a ponte rolante, para a movimentação do carro até a posição de operação.

A troca do *Hot Off Take* consiste na movimentação por meio de ponte rolante da estrutura para o berço virador, transporte e montagem do vaso superior preparado sobre o vaso, também com a utilização de ponte rolante.

As trocas são conflitantes na utilização da ponte rolante, sendo que os tempos são somados integralmente em caso de operações conjuntas.

A fim de se eliminar a necessidade de retirada do *Hot Off Take*, são contemplados nos projetos de RH os sistemas hidráulicos de elevação. Os mesmos têm a função de se elevar o vaso superior a uma altura que elimine os riscos de colisão entre as estruturas durante as movimentações na troca de vasos de vácuo e sustente o *Hot Off Take*, sem a necessidade de transferência do mesmo para um berço.

Os principais elementos dos sistemas são os cilindros hidráulicos que têm de prover força de elevação suficiente para o peso do *Hot Off Take*. As bombas hidráulicas também possuem a função destacada no sistema de prover vazão adequada para viabilizar o menor tempo possível de ciclo, além de suportar as pressões transferidas para os cilindros. Um requisito fundamental para esta aplicação é a garantia de sincronismo entre os atuadores a fim de se evitar a inclinação da estruturas e conseqüentes riscos de queda decorrentes deste efeito.

Funções auxiliares como alívio de pressão, filtragem e resfriamento por meio de linhas de recirculação, preenchimento pressurizado das linhas, além do direcionamento e retenção do fluxo hidráulico complementam os requisitos para o funcionamento adequado para esta aplicação.

O sistema hidráulico de elevação de *Hot Off Take* original é composto basicamente por 02 conjuntos principais de moto-bombas variáveis de pistões axiais para o fornecimento máximo de 39,6 litros por minuto (com rotação de 1.200 rotações por minuto) a uma pressão máxima de 160 Bar, 2 válvulas direcionais de 4 vias e 2 posições acionadas eletricamente por solenóides, 4 cilindros hidráulicos, sendo 2 cilindros com diâmetro nominal de 100 milímetros e 2 com diâmetro nominal de 125 milímetros, além de 4 unidades de retenção e controle de vazão, cada qual formada por uma válvula de retenção e duas válvulas reguladoras de fluxo.

A operação do sistema ocorria através da abertura da válvula direcional de alimentação das unidades de retenção e controle de vazão, que possuíam regulagens de fluxo distintas, dadas as diferenças de diâmetro dos cilindros para

prover as forças distintas para os apoios do *Hot Off Take*, visto que a distribuição de pesos não é igual para os quatro pontos de sustentação. Portanto, ajustando-se a vazão para os cilindros se esperava a equalização das velocidades dos mesmos, para garantia do sincronismo entre os atuadores até o percurso para a posição superior, quando a válvula direcional de avanço se fecharia e as válvulas de retenção de cada unidade bloqueariam o fluxo reverso e a descida das hastes dos cilindros.

Para o retorno da carga para a posição inicial seria necessário o comando da válvula direcional de pilotagem das retenções de cada unidade, permitindo o fluxo reverso controlado pelas válvulas reguladoras de vazão instaladas para a limitação das velocidades de descida das hastes dos cilindros. O próprio peso do *Hot Off Take* seria necessário para a descida dos cilindros já que as linhas dos cilindros estariam comunicadas ao reservatório hidráulico. O diagrama hidráulico original é ilustrado na Figura 3.

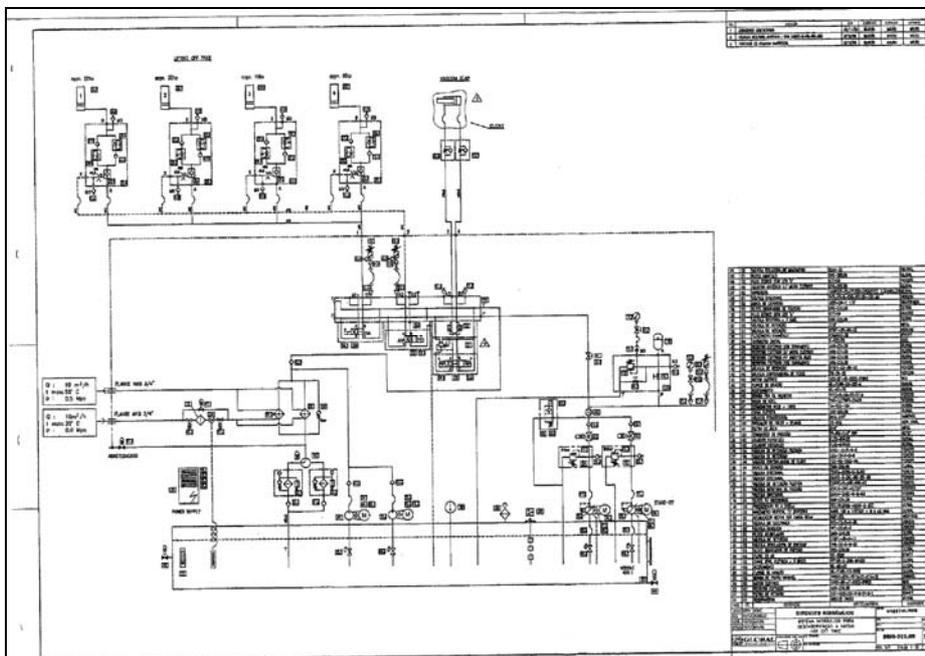


Figura 3 – Diagrama hidráulico original.

Porém, esta configuração não se apresentou satisfatória, já o mínimo desnivelamento das hastes dos cilindros provocava diferencial de forças não corrigido pelo sistema hidráulico, já que não havia compensação de pressão localizada para cada consumidor.

Sendo assim, antes de ser entregue o circuito hidráulico foi modificado com o objetivo de conferir maior controle ao sistema, através de válvulas proporcionais. Para isto, houve alterações nas unidades de retenção e controle dos cilindros, para substituições das válvulas manuais de regulação de vazão por válvulas proporcionais, com a função de controlar através do tempo a sincronia dos cilindros tanto no curso de avanço como no retorno. Esta função foi complementada com uma lógica inserida no PLC do sistema, que comparava a cada segundo a altura de cada cilindro, medidas por réguas potenciométricas instaladas, e comandos de variação de abertura das válvulas proporcionais individualmente de acordo com as diferenças entre medidas. Em caso de desnivelamento maior do que 5 milímetros entre os atuadores, o sistema de controle reduzia o valor de tensão enviado para a(s) válvula(s) proporcional(is) do(s) cilindro(s) em posição superior, diminuindo



proporcionalmente a vazão para o(s) mesmo(s) e realizava o comando inverso para o(s) cilindro(s) em posição inferior. Para equalização das velocidades, havia uma constante de correção das tensões para as válvulas proporcionais entre os cilindros de maiores e menores diâmetros. Na Figura 4 é apresentado o diagrama descrito. Após as alterações, o sistema se operou de forma satisfatória durante os testes e primeiras corridas. Porém, com o aumento do ritmo operacional, as falhas de elevação se tornaram gradativamente mais crônicas até a inibição total da operação do sistema.

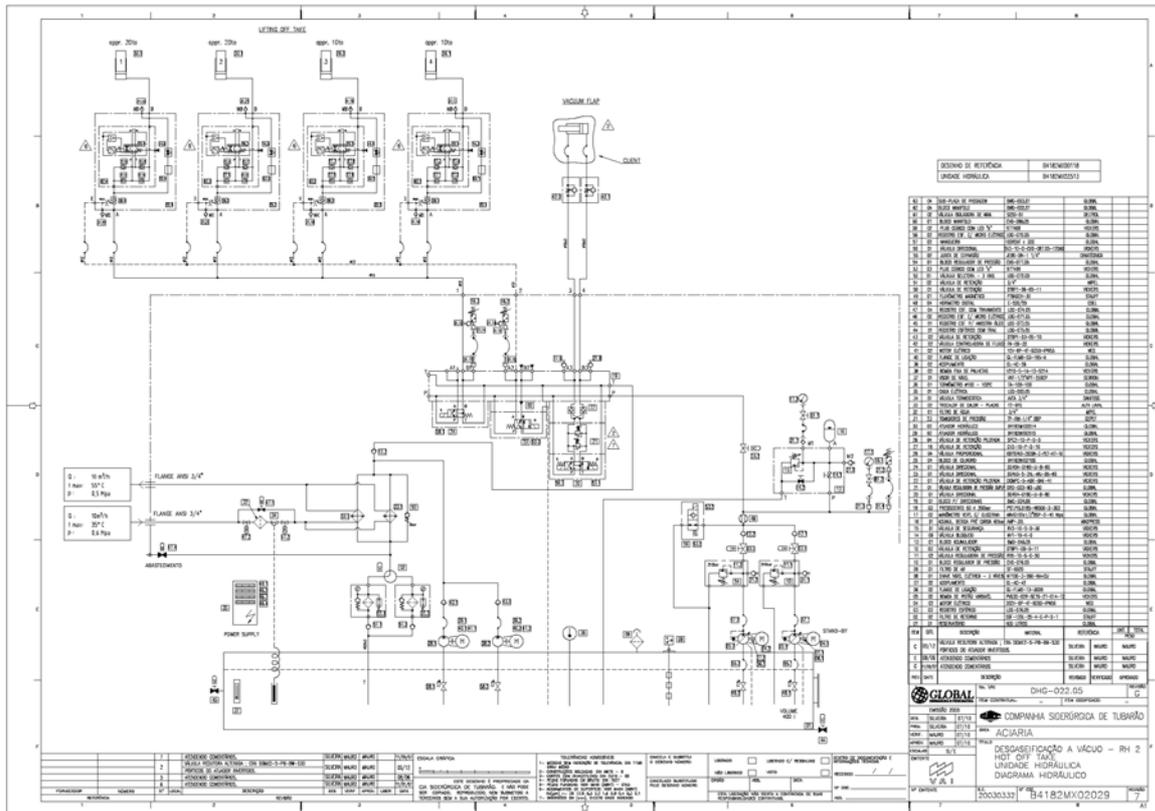


Figura 4 – Diagrama hidráulico revisado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Análise da Falha

Para levantamento das causas prováveis das falhas no sistema hidráulico, além da análise do diagrama hidráulico, observaram-se nas especificações de fornecimento dos componentes as limitações às condições operacionais.

Como as falhas estavam relacionadas à sincronia dos cilindros, sendo inclusive identificada a queima de um cartão de comando de uma das válvulas proporcionais, verificou-se que a maior concentração dos itens relacionados à falha estava relacionada ao controle de vazão e aos cilindros. A seguir serão apresentados os itens identificados.

2.1.1 Temperatura de operação das válvulas proporcionais e cilindros hidráulicos

Através da utilização de câmera termográfica portátil, inspecionou-se a área operacional a fim de se detectar a influência da exposição térmica nas falhas de

atuação das válvulas proporcionais, pois conforme o catálogo do fabricante a temperatura máxima do ambiente para operação é de 70° Celsius.

Verificaram-se em campo com a unidade parada, durante intervalos entre corridas, temperaturas de superfícies próximas superiores à 90° Celsius, tais como a carcaça do *Hot Off Take*. A carga térmica incidente é consideravelmente aumentada durante a elevação do *Hot Off Take*, quando há grande incidência de ondas de radiação térmicas e aumento nas trocas por convecção, devido à exposição da superfície interna dos vasos. Os valores medidos

Estas temperaturas denotam condições operacionais inadequadas tanto para as válvulas proporcionais, como para os cilindros hidráulicos, pois além de afetar os circuitos elétricos de comando proporcional, degradam o óleo hidráulico com a formação de borras e vernizes internamente aos componentes. A seguir são apresentadas as ilustrações dos locais e as respectivas medições termográficas.

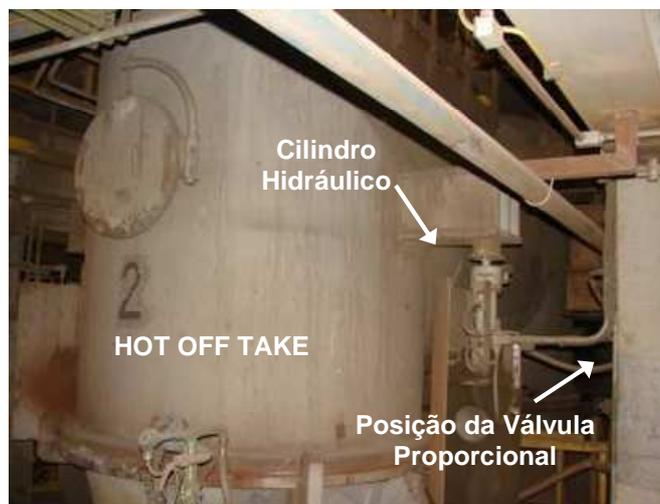


Figura 5 – Disposição dos equipamentos próximos ao *Hot Off Take*.

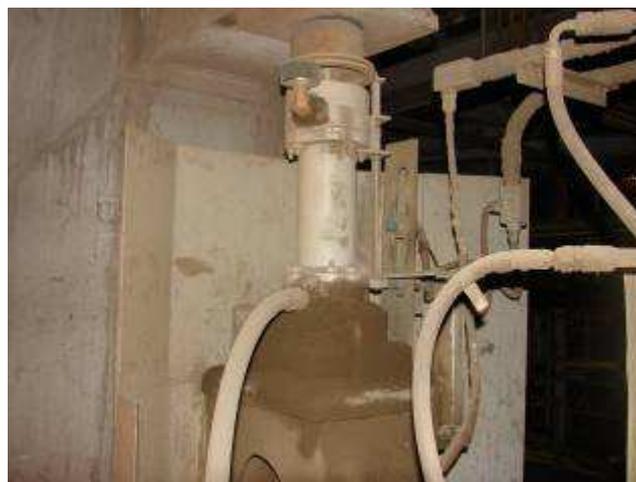


Figura 6 – Fotografia do cilindro hidráulico.

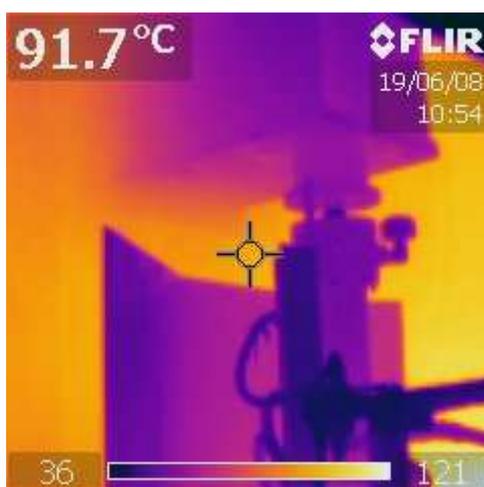


Figura 7 – Análise termográfica.

2.1.2 Distribuição de carga do *Hot Off Take* não homogênea

No processo de Desgaseificação a Vácuo, como na maioria dos processos siderúrgicos, são geradas projeções de material incandescente, tais como aço e escória. Com a diferença de temperatura entre o vaso inferior e o vaso superior, há a solidificação do material projetado na superfície do *Hot Off Take*, que possui temperaturas inferiores, resultando em pontos de ancoragens. Estas agregações de massa resultam em uma redistribuição aleatória das reações ao peso do *Hot Off Take*, nos quatro pontos de suporte da estrutura pelos cilindros hidráulicos. Como os pares frontais e traseiros de cilindros hidráulicos possuíam capacidades de carga distintas, ocorriam sobrecargas em determinados cilindros, inviabilizando a movimentação sincronizada dos atuadores. Outra falha identificada está relacionada ao curso nominal dos cilindros de 200 milímetros, sendo que a altura mínima requerida para a elevação é de 170 milímetros. Não foi considerado no projeto o curso morto de elevação (entre o total recuo da haste e a altura de contato da mesma com o suporte do *Hot Off Take*), resultando em margem demasiadamente pequena para correção dos níveis máximos entre os cilindros hidráulicos.

2.1.3 Cilindro montado na área não conforme com o projeto

Outra causa da falha era decorrente à aplicação de cilindros de dupla ação para simples atuação. Pois, a falta de volume de óleo no lado da haste promovia o aumento do atrito entre as partes da haste e a camisa dos cilindros, além de desprover o sistema de amortecimento, submetendo os componentes a maiores deformações e cargas resistivas.

2.2 Projeto de Redimensionamento do Sistema Hidráulico

Com base nas causas básicas identificadas na análise da falha, optou-se em redimensionar o projeto do sistema hidráulico de elevação do *Hot Off Take*, objetivando-se a melhoria dos componentes definidos como críticos em relação à dificuldade operacional do sistema.

Assim, as premissas do projeto eram o aumento da capacidade de elevação de carga dos cilindros hidráulicos, minimização da exposição de componentes à carga térmica e eliminação do controle de vazão realizado por válvulas proporcionais comandadas por sistema de controle informatizado, simplificando o sistema e agregando confiabilidade no sincronismo. Assim, utilizando-se da experiência sobre

outros sistemas hidráulicos instalados na Aciaria, foi estudado o emprego de divisor de fluxo de engrenagens para desempenhar a função requerida.

Um divisor de fluxo é formado por dois ou mais elementos (seções) modulares de engrenagens interligadas mecanicamente por um eixo interno que as faz girar à mesma velocidade. Diversamente das bombas múltiplas, nas quais a potência de entrada é mecânica (eixo ligado a um motor), em um divisor de fluxo a potência de entrada é fluidodinâmica constituída por um fluxo de óleo sob pressão que alimenta paralelamente os elementos modulares que, por sua vez, são ligados aos circuitos hidráulicos de alimentação dos pontos de consumo.

A parcela de fluxo utilizada por cada um dos elementos é determinada unicamente pela sua vazão nominal, portanto, diversamente dos divisores comuns estáticos de aberturas variáveis, os divisores de fluxo são dissipativos e são também muito precisos.

O emprego de divisores de fluxo em um sistema reduz a quantidade de bombas necessárias e das respectivas tomadas individuais de força mecânica ou dos complexos acoplamentos mecânicos (com aumento das perdas). Desconsiderando no momento as pequenas perdas, a potência de entrada é igual em todos os momentos à soma das potências geradas por todos os elementos do divisor de fluxo. Portanto, se em um intervalo de tempo a potência requerida por um circuito hidráulico for nula (circuito inativo em descarga), a potência gerada pelo elemento que alimenta aquele circuito, é disponível para os outros elementos que podem utilizá-la nos próprios circuitos, funcionando com pressões ainda mais elevadas daquela de entrada.

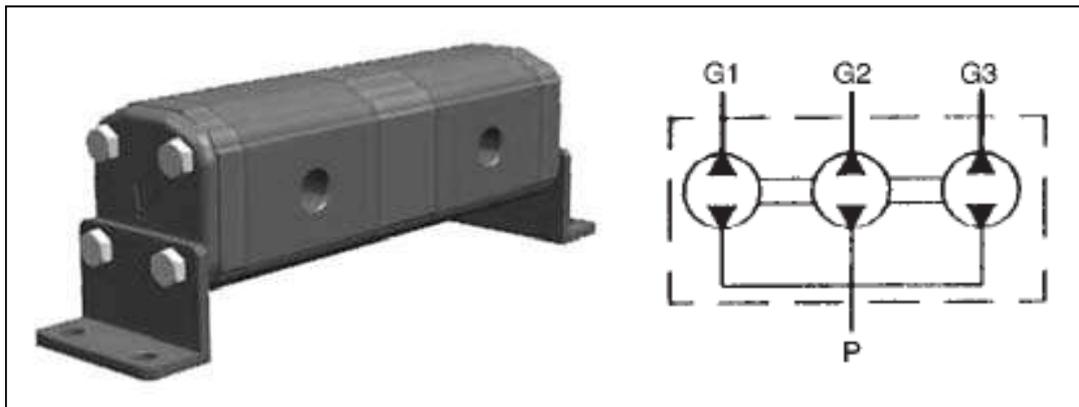


Figura 8 – Ilustração e simbologia de um divisor de fluxo.⁽³⁾

Para o caso dos cilindros hidráulicos, foram avaliados atuadores de alta tonelagem. Com a utilização de divisores de fluxo, não foi mais necessário o emprego de diâmetros diferentes para os cilindros, sendo os quatro cilindros aplicados seriam iguais e a compensação de forças seria realizada pelo divisor de fluxo.

Assim, com o aumento dos cilindros hidráulicos, houve que se redimensionadas as bombas hidráulicas a fim de prover o tempo de elevação conforme especificação técnica de 15 segundos.

Após a configuração inicial foi realizada a simulação computacional do sistema hidráulico, utilizando-se o software *Automation Studio* a fim de se confirmar a eficácia do projeto.

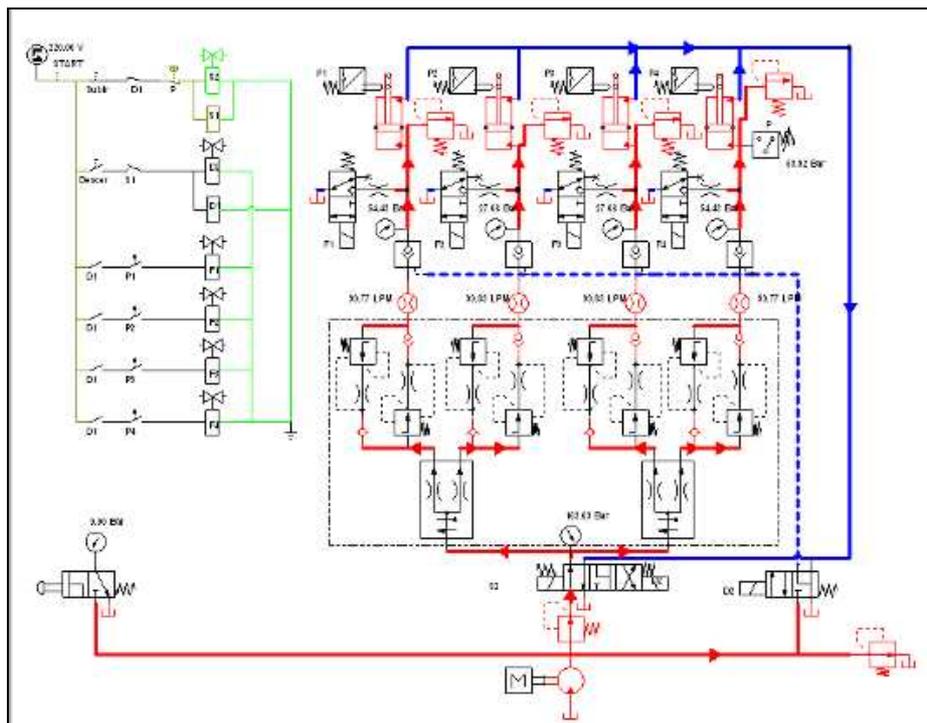


Figura 9 – Simulação do novo projeto hidráulico.

A partir da simulação, constatou-se a eficácia do sistema hidráulico redimensionado e decidiu-se pela aquisição e montagem dos componentes. Finalmente, em 10 de Dezembro de 2009 o Sistema Hidráulico de Elevação do *Hot Off Take* do RH #02 redimensionado foi liberado para a operação.

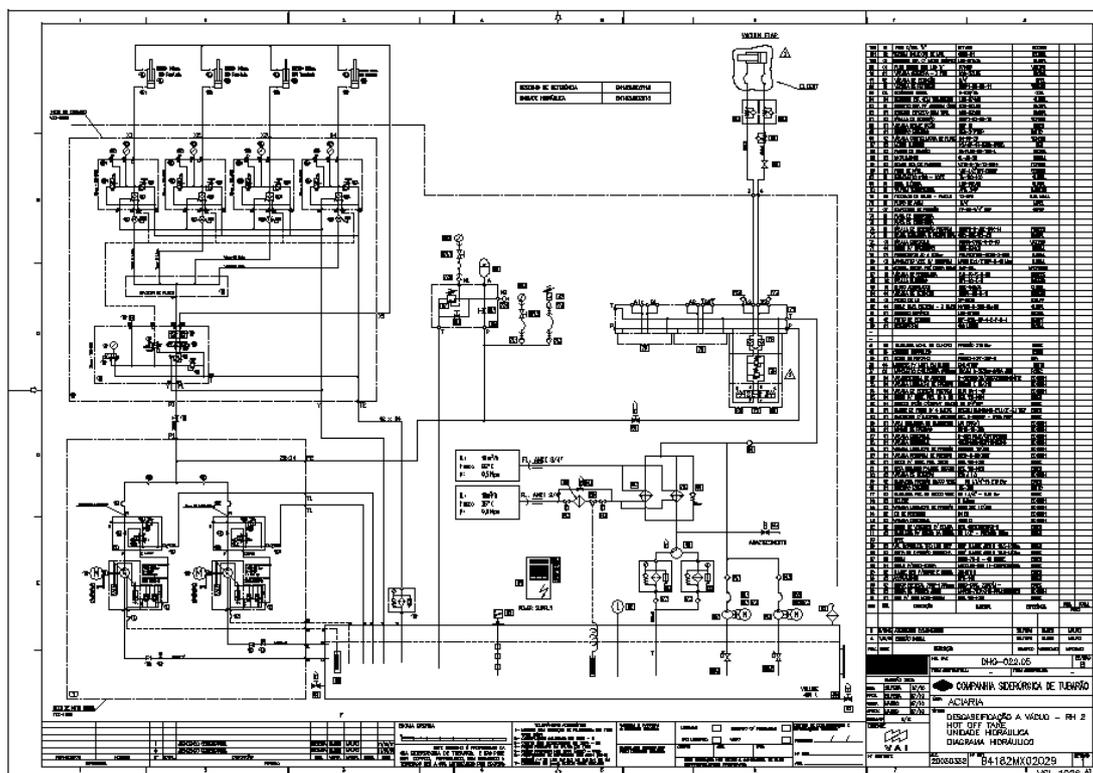


Figura 10 – Diagrama hidráulico do Sistema Redimensionado.

3 RESULTADOS

Em 2008, foram perdidas 21 horas e 58 minutos de produção em função de paradas por falhas mecânicas, num total de 11 horas e 35 minutos, ou por falhas elétricas somando um total anual de 10 horas e 23 minutos. Este tempo equivale a uma parada mensal de 1 hora e 49 minutos em função de falhas no sistema hidráulico de elevação do *Hot Off Take*.

Em 2009, ocorreram apenas 17 minutos de atrasos em função de sinalização dos limites de posição que estão em fase de aprimoramento. Não houve qualquer parada por falha de natureza hidráulica do sistema.

4 DISCUSSÃO

Considerando o tempo médio de tratamento de 25 minutos para o RH #02, estima-se um potencial de perda de 4 corridas mensais durante o ano de 2008. Relevando-se que cada corrida equivale a 315 toneladas de aço produzidas, constata-se que o projeto de redimensionamento evitou até Março de 2009 a perda de 12 corridas ou 1.260 toneladas de aço para a ArcelorMittal Tubarão.

Portanto, este resultado denota o retorno do investimento realizado, em apenas 3 meses de operação, tendo como base de comparação o projeto original revisado, que apresentava as perdas descritas em 2008.

5 CONCLUSÃO

Conforme exposto, os resultados obtidos com o redimensionamento do projeto do sistema hidráulico de elevação do vaso *Hot Off Take* do RH #02 da Aciaria da ArcelorMittal Tubarão, possibilitou, além de resultados financeiros e ganhos em qualidade, segurança e meio ambiente, um aprendizado abrangente do processo e constatação da importância das condições operacionais em projetos eletromecânicos.

Sendo assim, a implantação de novos empreendimentos deve ser profundamente analisada e discutida a fim de que as principais variáveis de influência em um projeto sejam avaliadas e testadas. Para isto, a participação ativa de colaboradores da manutenção, engenharia e operação deve ser garantida, de forma a enriquecer o projeto e evitar futuras falhas por falta de análise.

REFERÊNCIAS

- 1 MANNESMANN DEMAG. Apostila de Treinamento sobre o RH. Serra /2007.
- 2 FUCHS GmbH TECHNOMETAL. Apostila de Treinamento sobre o RH #02. Serra /1998.
- 3 VIVOIL OLEODINÂMICA VIVOLO. Divisores de Fluxo. Disponível em <<http://www.vivoil.com>> Acesso em: 27 Abril de 2009.