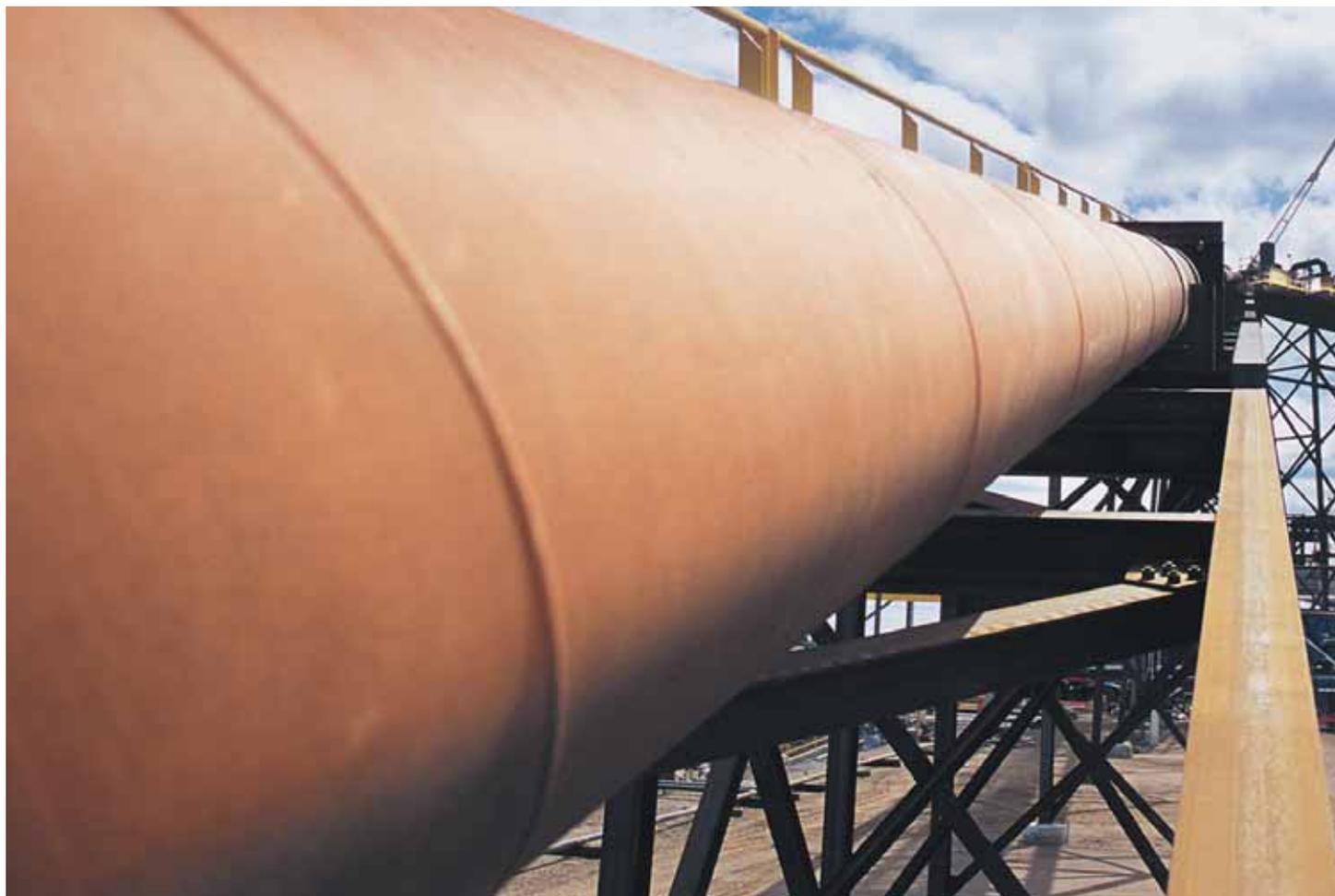


IDEAS

Soluções em simulação para minerodutos



O desafio: Reduzir os riscos de seu investimento



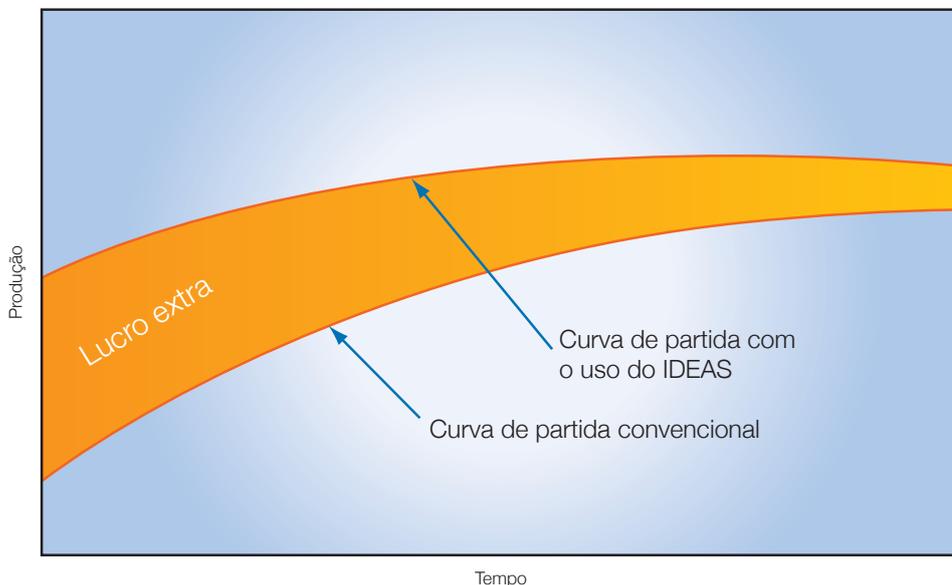
A solução: Simular, mitigar riscos e otimizar

Em todos os setores, em todos os negócios, existem riscos para sua equipe, seus equipamentos e seu investimento. Implantar uma operação livre destes riscos é o foco do simulador IDEAS. O IDEAS é líder em simulações dinâmicas para operações industriais, ajudando

nosso clientes a economizar tempo, dinheiro e recursos.

O IDEAS é mais do que uma ferramenta avançada de simulação. Ele traz consigo a experiência de operações industriais adquirida ao longo de anos pelo nosso time de engenheiros e especialistas em processos.

Nossa atuação global e conhecimento específico se traduzem na compreensão de seus problemas e na certeza de oferecer as melhores e mais eficientes soluções.



Benefícios

- Testar e verificar os conceitos do projeto, com rapidez, baixo custo e baixo risco
- Simular, testar e validar a lógica de controle para obter uma partida mais rápida e aumentar o retorno sobre o investimento
- Treinar os operadores sem arriscar a sua segurança e de seus equipamentos

IDEAS é uma ferramenta excepcional para simulação de *pipelines*, permitindo uma precisa análise hidráulica para regimes transientes, amplamente aplicada em:

- Mineroduto de concentrado
- Mineroduto de rejeito
- Linhas de água potável

Estamos empenhados em trabalhar para ajudá-lo a usufruir ao máximo as funcionalidades do IDEAS. Com sua visão e nossa tecnologia, as possibilidades são ilimitadas.

Como o IDEAS é implementado para auxiliar no desenvolvimento de seu projeto:

- Construimos modelos para os sistemas que compõem o processo baseado nos fluxogramas de engenharia, curvas de bombas e outras informações chave do processo
- Conectamos esses modelos a uma versão *off-line* da lógica de controle que será implementada em campo
- Em seguida, executamos uma partida do sistema, verificamos e corrigimos a lógica de controle na “Planta virtual” meses antes da partida da planta física

- Os modelos são então utilizados para o treinamento de operadores



Descubra mais sobre IDEAS:

Design de processo	04
Verificação da lógica de controle	06
Treinamento de operadores	08
Maximizando o valor presente líquido (VPL)	10



O desafio: Garantir que o processo vai funcionar antes de comprometer capital

A solução: Módulo de simulação em regime transiente para tubulações industriais – IDEAS Pipeline Transient

Durante a fase conceitual do projeto, IDEAS destaca-se como uma ferramenta rápida e poderosa que permite ao usuário criar um modelo completo do *pipeline*.

IDEAS pode ser usado para criar uma “Planta Virtual”, em que as premissas e conceitos podem ser ajustadas e verificadas, permitindo testar quaisquer condições de processos e alterações de equipamentos facilmente. Sendo possível obter com rapidez e precisão os balanços de massa e energia de toda a planta.

Por meio da utilização da biblioteca de análise de regime transiente em tubulações industriais, é possível realizar simulações precisas e flexíveis para sistemas hidráulicos

Benefícios

- Criar fluxogramas de processo iterativos
- Determinar com rapidez balanços de massa e energia, rastrear fluxos, distribuições granulométricas e demais propriedades físicas, químicas e termodinâmicas
- Verificar a seleção de equipamentos
- Auxiliar a tomada de decisões econômicas



transientes, tais como minerodutos e sistemas de distribuição de água. Na simulação, para cada uma das seções de tubulações, é feito o cálculo da propagação de ondas baseado em equações de conservação e momento, para ondas de pressão que podem se propagar em sentido ascendente ou descendente.

Combinado a biblioteca IDEAS *Pipeline Transient* com as capacidades tradicionais de outros produtos IDEAS, os quais podem simular pressões típicas e fenômenos de fluxo em tanques, bombas, tubos e válvulas, o usuário terá a habilidade de confeccionar um modelo simulação de *pipeline* completo. A vantagem disso é que o usuário pode modelar e explorar diferentes cenários como, por exemplo, configurações de controle de pressão a fim de reduzir a ocorrência de ondas de pressão transientes. Um dos grandes diferenciais da ferramenta é suportar a análise “*what-if?*” no estudo e otimização do processo. Aos modelos *steady-state* podem ser vinculados os custos operacionais, lógicas de produção complexas, simulação discreta de eventos descontínuos, entre outros. Ainda é possível exportar e importar dados de *softwares* como Excel, permitindo a troca dinâmica de dados. Além disso, à medida que a complexidade do projeto avança, os modelos *steady-state* criados no IDEAS podem ser facilmente convertidos a modelos dinâmicos, de modo que informações mais detalhadas

de engenharia e lógica de controle poderão ser inseridas. Clientes na indústria de mineração usaram o *software* IDEAS para verificar o desempenho de válvulas de controle novas ou existentes, de forma a garantir um robusto controle da pressão e a reduzir cortes na linha. IDEAS também permite corrigir o tamanho de novas válvulas de controle e de mecanismos de instalação. Os recursos de gerenciamento de sistemas hidráulicos no pacote de *software* IDEAS *Transient* permitem uma avaliação segura das válvulas em procedimentos de parada e de partida, o que é valioso especialmente quando se opera perto da máxima pressão de operação aceitável.

Resultados típicos de projeto: Simulação de transientes

Visto que os *pipelines* percorrem grandes distâncias e apresentam grandes variações altimétricas ao longo do percurso, tais sistemas sempre tendem a apresentar significativos desafios operacionais. O risco de vazamentos que levariam à perda de produtos, danos ambientais e danos às pessoas leva à exigência de que o operador tenha um profundo conhecimento sobre as partes críticas do sistema.

É por essa razão que a ANDRITZ AUTOMATION desenvolveu o suplemento de *software* IDEAS Pipeline Transient. Essa ferramenta de simulação é capaz de resolver equações de regime transiente a fim de prever pressões e fluxos através de



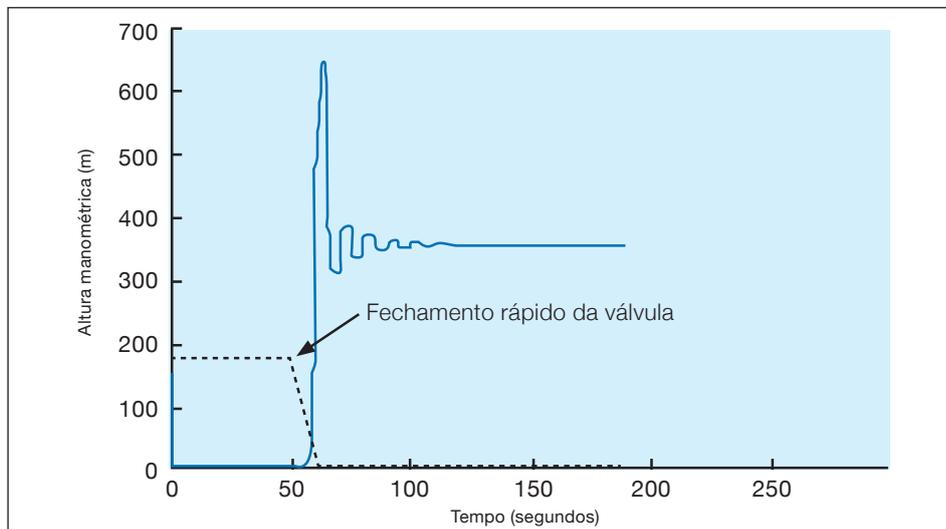
um mineroduto e/ou outras linhas de grande distância. Esse pacote também fornece respostas de mudanças operacionais em tempo real, como, por exemplo, a abertura de válvulas de estrangulamento ou o gerenciamento de água. Propriedades do fluido, tais como viscosidade e resistência ao atrito, também são incorporadas ao modelo.

Simulação em regime transiente para minerodutos

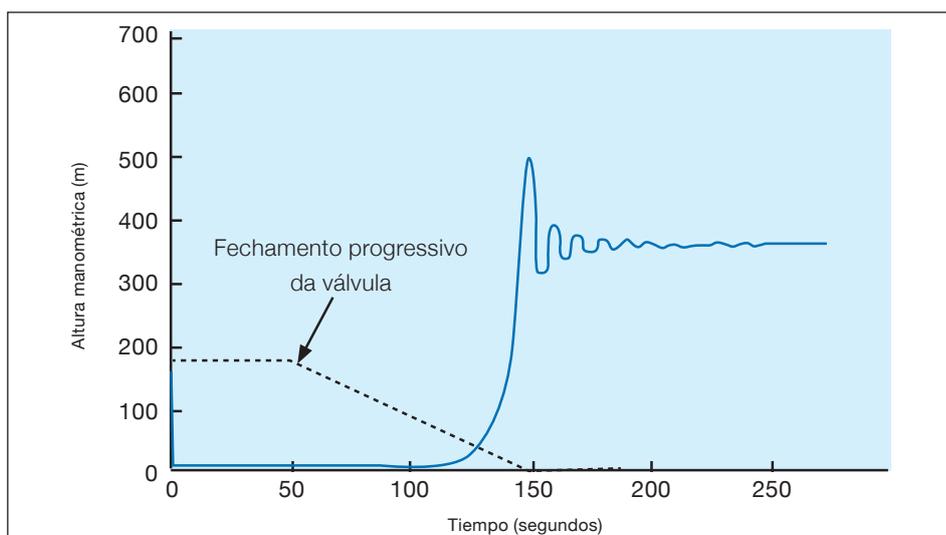
O objeto “*pipe*” do software IDEAS é capaz de resolver o modo transiente das equações de Navier-Stoke usando o “método das características”. Cada objeto “*pipe*” é dividido em regiões de tal maneira que o fluxo volumétrico (Q) e a altura manométrica (H) sejam calculados ponto a ponto. Assim é possível simular as variações na pressão, no fluxo e nas propriedades do fluido através do mineroduto. O número de seções é determinado de tal forma que o comprimento de cada região satisfaça os critérios de estabilidade das equações transientes. Em cada região, o objeto executa cálculos de balanço de massa e energia, assim como estimativas adequadas para determinar propriedades físico-químicas, como densidade e viscosidade. O fator de atrito utilizado é calculado usando a equação de Colebrook.

O fenômeno do golpe de aríete

A figura ilustra um exemplo de um *pipeline*, com fluxo descendente, com um diâmetro de 4 polegadas, um comprimento de 2,5



▲ Diagrama 1: Resposta da pressão ao fechamento da válvula de um *pipeline* com fluxo descendente



▲ Diagrama 2: Resposta da pressão ao fechamento progressivo da válvula de um *pipeline* com fluxo descendente

quilômetros em uma inclinação de 1,5 graus, que está transportando fluido com um peso específico de 1,4. No diagrama 1, é mostrada a resposta da pressão no final da linha ao fechamento de uma válvula. Quando a válvula é fechada, há um aumento da pressão que causa uma onda de pressão, a qual viaja para trás e para frente repetidas vezes entre ambos os extremos até se dissipar devido às perdas por atrito. Esse aumento da pressão pode causar a ruptura da linha se for excedido a máxima pressão operacional aceitável. No diagrama 2, o mesmo *pipeline* experimenta uma resposta da pressão diferente devido

a uma estratégia de fechamento da válvula. Nesse caso, o fechamento da válvula é realizado progressivamente ao longo de 100 segundos e o aumento de pressão resultante é menor que o anterior (uma altura de 500m contra uma altura anterior de 650 metros) e a resposta também é retardada. Dessa forma, pode-se concluir que o uso de uma simulação em um regime transiente para *pipelines* também pode demonstrar como um operador pode reduzir o risco de ruptura devido à alta pressão com um procedimento relativamente simples: operar a mesma válvula de controle de uma maneira diferente.

O desafio: Verificar se a lógica de controle irá funcionar corretamente na partida da planta

A solução: Simulação Dinâmica com o *software* IDEAS

IDEAS é uma ferramenta eficaz de verificação da lógica de controle, que ajuda na preparação e teste dos sistemas de controle de maneira rápida e precisa, minimizando assim os riscos na partida da planta.

A implementação da lógica de controle é uma tarefa difícil, uma vez que o desempenho da fábrica não depende apenas dos componentes elétricos e mecânicos instalados, mas está essencialmente ligada ao conceito de lógica de controle adotado.

IDEAS é a ferramenta ideal para testar o funcionamento da lógica de controle de sua planta. Se ela não for capaz de controlar o modelo dinâmico do processo simulado no IDEAS, certamente também não estará apta a colocar em operação os equipamentos da planta real. O uso do IDEAS para a verificação da lógica de controle proporcionará uma significativa redução dos gastos de tempo e dinheiro que poderiam atrasar a partida. De fato, os estudos apontam que a utilização da simulação na partida da planta pode



corrigir até 82% dos problemas de lógica de controle antes da implementação na planta real. A verificação da lógica de controle traduz-se em uma economia direta, mediante uma partida tranquila e segura, podendo proporcionar taxas de retorno sobre o investimento bastante atrativas.

O IDEAS é compatível com os principais sistemas de PLC ou SDCD, usando servidor e cliente OPC próprios, ou através de *drivers* de comunicação inteiramente personalizados. Desta maneira, nosso *software* de simulação permite que a verificação da lógica de controle seja feita de forma objetiva e consistente, totalmente

direcionada à demanda do cliente. Além disso, a lógica pode ser alterada, testada e verificada no simulador mesmo com a planta em operação.

Um dos maiores benefícios de se usar o IDEAS para a verificação da lógica de controle é que a equipe da ANDRITZ trabalha em conjunto com a sua equipe em cada fase do projeto. Nossa equipe de especialistas está preparada para atuar em parceria com os fornecedores dos equipamentos, empresas integradoras dos sistemas de controle e, principalmente, com o pessoal de processo da sua unidade durante o comissionamento.

Benefícios

- Detectar e corrigir até 82% dos erros de lógica de controle antes da implementação na planta real
- Obter uma partida mais rápida e tranquila, proporcionando retorno sobre o investimento

	Teste de malha fechada	Modelo do IDEAS
Verificação de I/O e testes de malha	✓	✓
Teste da lógica de controle em todo o processo	x	✓
Sintonia das malhas de controle	x	✓
Operação realista do processo	x	✓✓
Correção de erros da lógica de controle	x	✓✓
Otimização de lógicas para evitar erros de operação	x	✓✓
Verificação de lógicas de controle avançado	x	✓

Historia exitosa

Cliente: Enbridge Pipelines

Objetivo da simulação:

- Simulação para design e controle de oleoduto

Enbridge Pipelines, uma das maiores empresas norte-americanas de oleodutos, contou com a tecnologia IDEAS para ajudá-los a selecionar e desenvolver todo o seu sistema de controle de válvulas.

As válvulas de controle de pressão representam 90% dos elementos de controle na rede de 15.000 quilômetros de oleodutos da Enbridge na América do Norte

A Enbridge, juntamente com a empresa de consultoria R.W. Shirt Consulting, desenvolveu uma tecnologia única para avaliar o desempenho de válvulas de controle no sistema de oleodutos. Segundo Ph.D. Roger Shirt, "A interface flexível do IDEAS, a qual incorpora o padrão ISA de controle de válvulas, foi a ferramenta de engenharia ideal para nosso trabalho"; "IDEAS ajudou a Enbridge a atingir uma redução significativa dos custos de equipamentos, aumentou a estabilidade



da linha e reduziu os custos com energia para bombeamento."

O desafio desta linha envolvia a reposição de uma válvula de controle com 25 anos de idade, considerada pelos operadores da Enbridge como uma estação de resposta extremamente limitada. Um modelo de simulação do oleoduto analisado no

simulador IDEAS mostrou que o sistema de válvulas de controle existente estava superdimensionado para as condições de operação. Sistemas de válvulas de diversos fabricantes, incluindo inúmeras alternativas para o dimensionamento da tubulação, foram testados e avaliados em licitações.

Por meio desse processo foi possível identificar a solução mais efetiva, com excelente desempenho do sistema de controle e baixas quedas de pressão ao longo da instalação.

Segundo Shirt, "Economias anuais em torno de 20,000 USD em gastos energéticos com bombeamento foram obtidas a partir das alternativas escolhidas."



O desafio: Treinar seus operadores em um novo processo, cumprindo o cronograma de partida

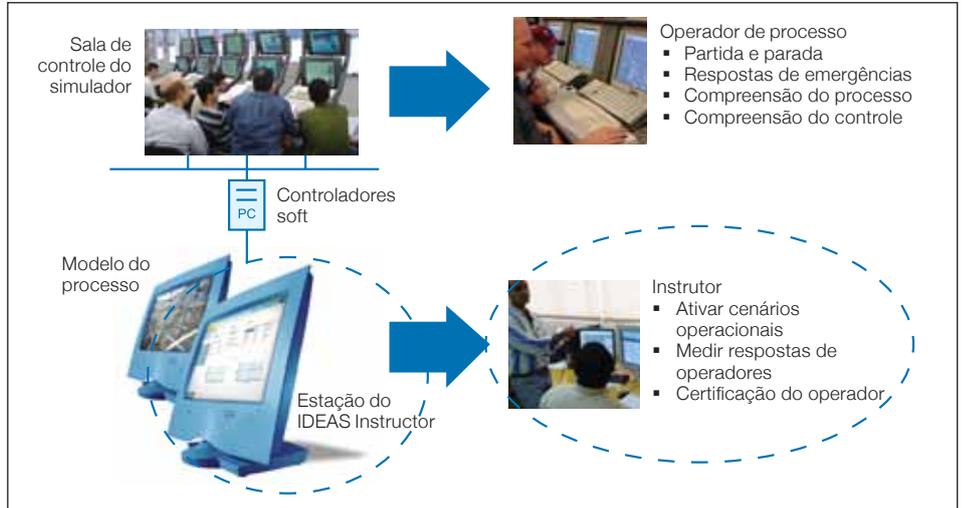
A solução: O software IDEAS Instructor

O IDEAS é uma ferramenta essencial para o treinamento de operadores e funciona de maneira semelhante a um simulador de voo, fornecendo aos operadores módulos de treinamento práticos e realistas, reduzindo os riscos de falhas e acidentes.

O módulo IDEAS Instructor pode ajudar a treinar os operadores meses antes da fábrica estar concluída e operando. Ele ajuda a formar operadores bem treinados, os quais irão realizar a partida dos novos processos de maneira mais ágil, reagindo de forma adequada às variações do processo e tornando-se mais produtivos. IDEAS Instructor permite configurar cenários para ensinar, treinar e desafiar os participantes em situações de perturbações no processo, incluindo dois dos mais intensos e complexos procedimentos—a partida e a parada de uma planta.

Benefícios

- Instruir os operadores de forma segura e confiável
- Possibilitar aos funcionários a prática constante de procedimentos intensivos e complexos
- Monitorar o progresso dos participantes no treinamento e avaliar os seus desempenhos
- Criar e padronizar treinamentos consistentes



▲ Como o IDEAS Instructor se adapta a um sistema de treinamento de operadores

Para exemplificar a importância desse treinamento, imagine o seguinte cenário: um operador relativamente novo está no turno quando, de repente, uma linha de rejeitos começa a transbordar. Na maioria dos casos, tal cenário teria consequências significativas para a segurança, o meio ambiente ou a produção, mas seu novo operador, que praticou partidas e paradas no simulador IDEAS, toma imediatamente as decisões corretas e seu processo continua sem incidentes.

Interface do operador

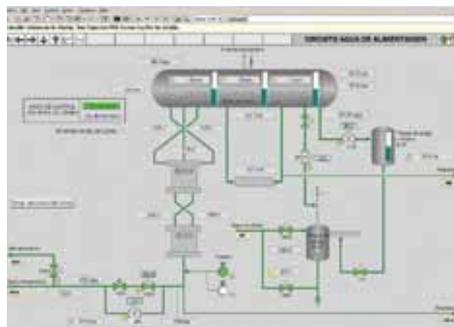
O simulador permite que a configuração da fábrica real seja carregada no sistema de treinamento, de modo que os operadores sejam treinados usando a mesma interface

que será utilizada na instalação física (incluindo os mesmos gráficos, cenário e lógica). O simulador aprimora o processo de aprendizagem, envolvendo ativamente os operadores e fornecendo *feedback* imediato, sem riscos de falhas ou acidentes.

Interface do IDEAS Instructor

O software IDEAS Instructor permite que você rastreie o desempenho individual dos funcionários, incluindo o gerenciamento de *logins* e de cenários de falha. Além disso, o desempenho dos operadores na execução de procedimentos de partida, parada e operação normal podem ser avaliados por meio da supervisão de variáveis de processo selecionadas, tais como temperatura, pressão e vazão.

A vista da tela do simulador é idêntica à tela do SDCD verdadeiro. ▼



Tela do IDEAS Instructor, demonstrando sua interface amigável. ▼



Historia exitosa

Cliente: Antofagasta PLC

Objetivo da simulação:

- Design do processo
- Verificação da lógica de controle
- Treinamento dos operadores

Após a ocorrência de incidentes operacionais em sua mina “Los Pelambres”, no Chile, a mineradora Antofagasta contratou os serviços da ANDRITZ AUTOMATION para projetar e desenvolver um sistema de treinamento para seus operadores que trabalham no controle dos minerodutos de concentrado de minério e de rejeitos.

Foram elaborados modelos suficientemente detalhados do sistema com o objetivo de se realizar um rigoroso treinamento operacional. A simulação foi construída usando o pacote de *software* IDEAS Transient para *pipeline*. O modelo obtido pelo IDEAS foi verificado e ajustado pelo atual designer do mineroduto, aqui identificado como PSI. Os resultados obtidos pelas análises do modelo IDEAS em regimes estacionário e transiente foram bastante fieis à realidade e foram comparados e verificados com as ferramentas de projeto usadas por PSI e com os dados atuais da planta.

Como resultado desse projeto, ANDRITZ AUTOMATION conseguiu entregar uma ferramenta customizada para a simulação em regime transiente do sistema, a qual será capaz de gerenciar mudanças na concentração dos fluidos transportados rapidamente e emular bombeamentos de polpa de minério. Além disso, caso necessário, o modelo IDEAS pode ser facilmente convertido para uma ferramenta de simulação totalmente dinâmica.

Para o treinamento, a ANDRITZ AUTOMATION construiu um centro de desenvolvimento operacional em Santiago, onde os operado-



res da mina “Los Pelambres” puderam participar de um programa completo de treinamento. Alguns dos cenários programados típicos do pacote de treinamento incluíam vazamento do mineroduto, entupimento do mineroduto e falha de equipamentos.

Esse centro de desenvolvimento operacional dispõe de:

- Simulação IDEAS para minerodutos e para outros equipamentos
- Emulador do sistema de controle Emerson da mina (DeltaV) conectado ao *software* IDEAS via OPC
- Emulador das estações de operação Emerson
- *Software* IDEAS Instructor para o gerenciamento e realização do treinamento
- Instrutores Técnicos terceirizados para desenvolver o treinamento de cada operador

O primeiro grupo de operadores foi treinado em 2011 e os resultados obtidos foram

excelentes. Os modelos não apenas foram aprovados na verificação feita por PSI, mas os operadores também adquiriram uma valiosa experiência por meio de uma simulação que reproduziu com precisão o sistema de minerodutos da mina atual.

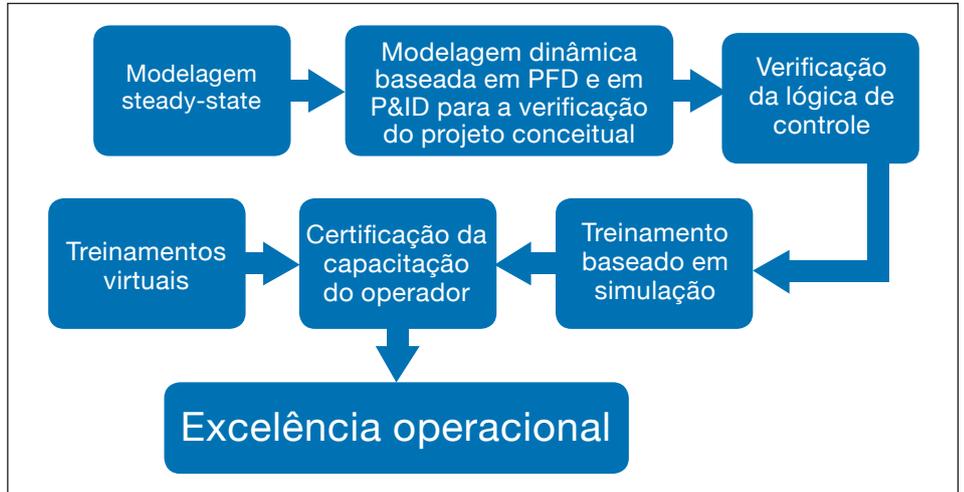
É usual que, devido ao ruído natural dos instrumentos, os detectores de vazamentos instalados na tubulação do sistema de minerodutos enfrentem dificuldades para a identificação de pequenos vazamentos, o que dificulta uma prevenção mais efetiva contra este tipo de problema. Apesar disso, os operadores treinados agora estão capacitados à reagir com mais confiança, rapidez e precisão caso ocorra algum incidente.

Desafio: Obter o maior valor presente líquido (VPL) a partir do capital investido

A solução: Software de simulação IDEAS

IDEAS é o simulador líder para vários setores, como por exemplo na indústria de papel e celulose, e está rapidamente se tornando o simulador eleito para a indústria de mineração.

IDEAS tem auxiliado diversas operações de mineração nas Américas do Norte e do Sul a atingirem partidas mais rápidas, seguras e econômicas. Usando IDEAS, as mineradoras já economizaram centenas de milhares de dólares.



▲ Como a simulação auxilia o seu projeto de potássio a atingir a excelência operacional

Especialistas em simulação

Podemos modelar qualquer equipamento, de qualquer fornecedor, e nossos sistemas são compatíveis com os sistemas de SDCD de todos os fornecedores, de modo que os operadores são treinados nas mesmas interface e lógica que irão usar na planta física.

Modelos de processo realistas

IDEAS possui modelos de simulação realistas para representar o seu processo com precisão, de acordo com os princípios fundamentais da química e da física. IDEAS permite também modelar sua planta ou processo em um nível micro ou macro de fidelidade, dependendo de sua necessidade.

Partida mais tranquila

O uso do IDEAS permite identificar centenas de erros na lógica de controle antes da



partida da planta, o que significa que será possível iniciar a operação de sua unidade e atingir a produção nominal dentro do cronograma previsto ou mesmo antes dele.

Implementação in loco

Nossa equipe conta com profissionais com experiência em projetos nas áreas de celulose e papel, mineração e metalurgia, geração e distribuição de energia, entre outras, dominando conceitos e aspectos desses setores. A fim de trabalhar diretamente com os fabricantes e fornecedores de controle durante essa etapa, fazemos o comissionamento in loco nas suas instalações.

Treinamento sem riscos

O módulo IDEAS Instructor permite que a simulação e o treinamento dos operadores ocorram em total segurança, sem riscos de falhas ou acidentes. Podemos citar, como exemplo, a utilização desse treinamento em uma unidade na América do Sul. Nessa unidade, os operadores usaram o simulador IDEAS para praticar as sequências de partida, parada e emergência nos meses anteriores à partida. Esse treinamento permitiu que os operadores estivessem muito bem preparados nos momentos da partida e operação da planta física. Nesta

planta, um teste padronizado com cerca de 300 perguntas aleatórias foi desenvolvido para avaliar a competência dos operadores. As perguntas do teste foram apresentadas em três momentos—uma vez antes de qualquer treinamento, uma vez após um treinamento tradicional em classe e uma vez após o treinamento com o IDEAS. Os resultados mostraram claramente que o treinamento com o IDEAS resultou em um notável aprimoramento da competência dos operadores.

Benefícios contínuos

Como a simulação do IDEAS é modular e escalonável, muitas fábricas continuam a usar o simulador após a partida para várias aplicações, as quais incluem o design de novos processos e o treinamento de novos operadores.

Retorno sobre o investimento

O uso do IDEAS permite à sua planta atingir as metas de produção e cumprir o cronograma projetado para a partida, uma vez que o simulador ajuda a solucionar problemas e otimizar o *start-up*. O retorno sobre o investimento tem surpreendido os clientes em diversos casos.



História de sucesso

Cliente: BHP Billiton

Objetivo da simulação:

- Modelagem de processos

BHP Billiton é a maior companhia de recursos diversificados do mundo, com mais de 128,000 funcionários trabalhando em mais de 141 operações em 26 países. Como tal, ao escolher uma ferramenta de simulação que se tornaria padrão procurou a melhor solução disponível no mercado.



Após um rigoroso e competitivo processo de seleção, com duração de nove meses, o grupo de materiais em aço inoxidável da BHP Billiton escolheu o *software* IDEAS como sua ferramenta padrão para modelagem de processos por decidir que o IDEAS apresentou o melhor benefício a longo prazo. Isso porque o pacote de simulação do IDEAS apresenta uma série de vantagens em relação aos seus concorrentes, associadas ao excelente serviço de atendimento ao cliente

ANDRITZ e às equipes ANDRITZ de desenvolvimento.

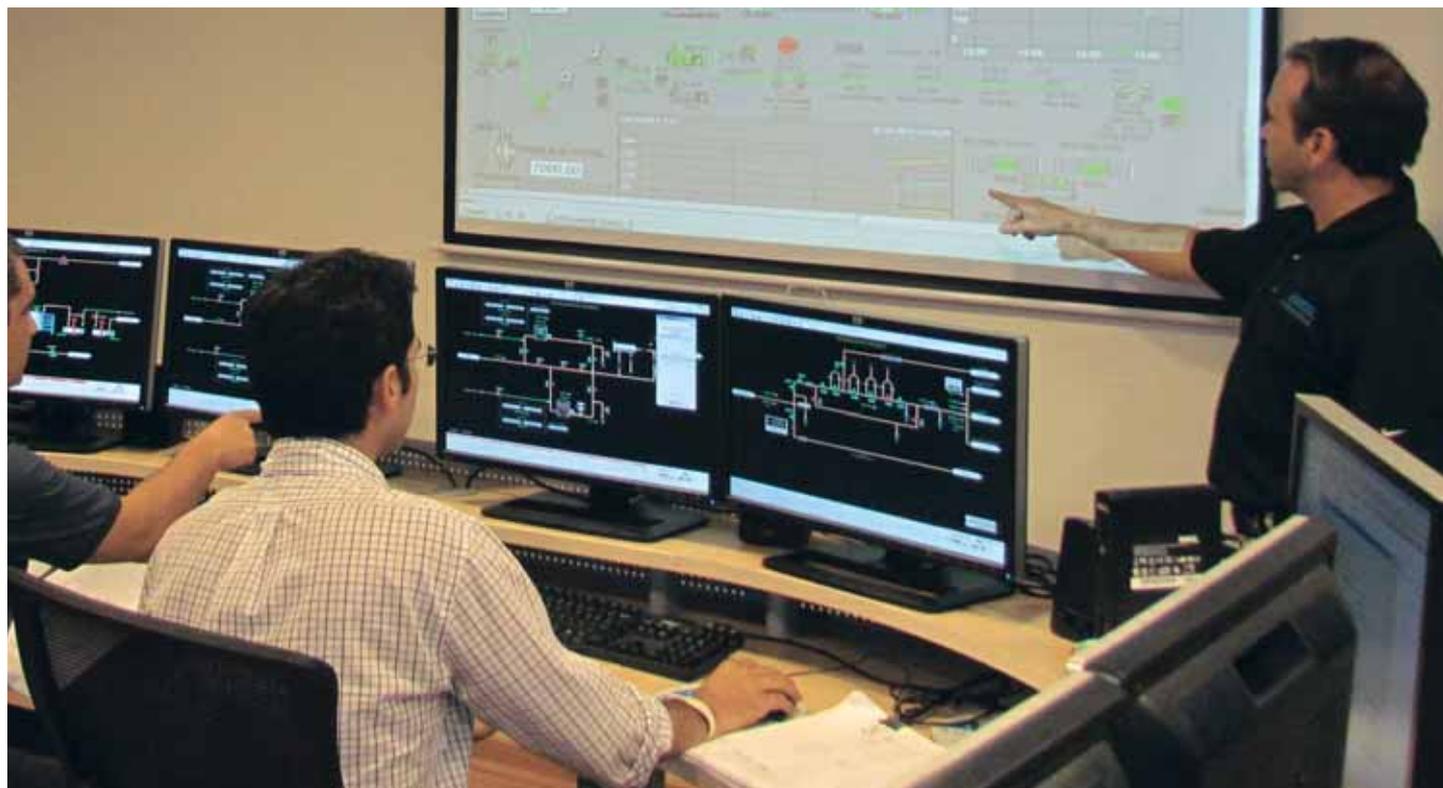
A simulação, por ser uma importante ferramenta no design de processos, auxiliou a BHP Billiton a desenvolver suas tecnologias, melhorar o desempenho operacional e promover projetos de grande porte.

A BHP Billiton não considerou apenas o IDEAS como a ferramenta certa para

atingir seus objetivos, mas também levou em consideração que a ANDRITZ AUTOMATION dispõe da melhor equipe de desenvolvimento e dos melhores recursos para responder às necessidades atuais e futuras de simulação.

Automation solutions

Release your full potential



**Entre em contato hoje mesmo
com nossa equipe de vendas:**

Bob Harris (Global)
Celular: +1 (360) 223 4816
bob.harris@andritz.com

Luiz Vega (Brasil)
Celular: +55 (31) 9299 1201
luiz.vega@andritz.com

Marcos Freitas (Australásia)
Celular: +61 (407) 487 568
marcos.freitas@andritz.com

Andrés Rojas G. (América Latina)
Celular: +56 (9) 8230 8752
andres.rojas@andritz.com

Josef Czmaidalka (Europa)
Celular: +43 (664) 4137990
josef.czmaidalka@andritz.com

ANDRITZ Inc.
Atlanta, GA, USA
Phone: +1 (404) 370 1350

Australia: Melbourne | Austría: Vienna | Brasil: Belo Horizonte, Curitiba | Canada: Nanaimo, Prince George, Richmond, Terrace | Chile: Santiago | Finlândia: Kotka, Tampere, Varkaus | Índia: Bangalore | USA: Bellingham, Montoursville

www.andritz.com
automation-sales@andritz.com

Todos os dados, informações, declarações, fotos e ilustrações gráficas desse folheto, não devem gerar qualquer obrigação ou responsabilidade, nem se incorporar a quaisquer contratos de vendas da ANDRITZ AG ou de quaisquer de suas afiliadas, para equipamentos e/ou sistemas aqui referidos. © ANDRITZ AG 2015. Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desse trabalho autoral pode ser reproduzida, modificada ou distribuída de nenhuma forma ou por qualquer meio, ou armazenada em qualquer sistema de banco de dados ou de recuperação, sem a prévia autorização por escrito da ANDRITZ AG ou de suas afiliadas. Qualquer uso não autorizado para qualquer propósito, é uma violação das leis de direitos autorais pertinentes. ANDRITZ AG, Stattegger Strasse 18, 8045 Graz, Austria. BrainWave é uma marca registrada no Canadá e nos EUA.