



Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia – CCT
Departamento de Engenharia Civil – DEC



Relatório de Estágio Supervisionado

Aluno: Euriclides Góes Tôrres Matrícula: 29911186

Orientador/Supervisor: Carlos de Oliveira Galvão

Campina Grande, setembro de 2004.

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia – CCT
Departamento de Engenharia Civil – DEC

**Relatório
de
Estágio Supervisionado**



Euriclides Góes Tôres
(Estagiário)



Carlos de Oliveira Galvão
(Orientador/Supervisor)



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

Sumário

Apresentação	1
1 Introdução	2
2 Objetivos	3
3 Desenvolvimento do Estágio	3
4 Metodologia	3
5 Atividades Desenvolvidas	4
5.1 Execução de Testes Existentes e Estudo Orientado das Ferramentas Computacionais	4
5.2 Confecção de Testes de Aceitação	4
5.3 Revisão dos Testes Antigos e Atualização de seus Documentos	7
5.4 Testes para Avaliação das Mensagens de Erros	7
5.5 Confecção de Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos	7
5.6 Especificação de Interface para a Ferramenta de Testes Automáticos	8
5.7 Apoio na Realização de Outros Testes	9
5.8 Observações e Sugestões	10
6 Interação com Empresas do Setor de Petróleo	10
6.1 Reunião com a Equipe da PETROBRÁS	10
6.2 Visitas a Campo	11
7 Considerações Finais	11
Anexos	13
Plano de Estágio Supervisionado	
Documentos dos Testes Realizados (Testes: 39, 40 e 41)	
Relatório do Teste de Avaliação de Mensagens de Erros	
Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos	
Especificação de Interface para a Ferramenta de Testes Automáticos	
Observações e Sugestões sobre o SmartPunping	

Apresentação

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas pelo aluno Euriclides Góes Tôres, concluinte do curso de Engenharia Civil, durante a realização do estágio supervisionado, orientado pelo professor Carlos de Oliveira Galvão.

As atividades desse estágio constituíram, entre outras, na verificação, através de *Testes de Aceitação*, da qualidade dos resultados de um software de controle de bombeamento em malhas de oleoduto, o *SmartPumping*, e da confecção de um guia para elaboração desses testes pelo usuário final do sistema. Compreendendo também, visitas às instalações da PETROBRÁS e a algumas prestadoras de serviços.

Esse estágio foi realizado nos laboratórios de Hidráulica II, do Departamento de Engenharia Civil, e de Sistemas de Computação, no período compreendido entre 05 de julho e 27 de agosto de 2004, previsto no Plano de Estágio Supervisionado, que foi estendido até o dia 27 de setembro de 2004.

1 Introdução

A progressiva automação das malhas de oleodutos, uma realidade na indústria petrolífera, permite a implantação de sistemas computacionais de monitoramento e controle dos processos que possibilitam a obtenção de resultados relevantes em termos de redução de consumo de energia, riscos ao meio ambiente, e da produtividade e segurança operacional.

Com o objetivo de implantar um sistema que atuará na Unidade de Negócios do Rio Grande do Norte e Ceará (UN-RNCE), mais especificamente na região de Mossoró-RN, a PETROBRÁS e a UFPB campus II, atual UFCG campus I, firmaram em novembro de 2001 um convênio para o desenvolvimento de projeto, fazendo parte da carteira de projetos cooperativos do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural – CTPETRO, da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP. O desenvolvimento desse projeto teve como produto principal, o desenvolvimento de um sistema computacional para suporte à operação de sistemas de bombeamento de redes de escoamento de petróleo, o *SmartPumping*.

O software *SmartPumping* foi concebido com o objetivo de simular e otimizar a operação de malhas de escoamento de líquidos produzidos na prospecção terrestre de petróleo, de forma a garantir a máxima eficiência do escoamento da produção. Trata-se de uma ferramenta computacional, que visa dar suporte aos operadores das malhas de escoamento e possibilitar a operação remota do processo de extração terrestre de petróleo.

Ao longo da simulação, o *SmartPumping* calcula vários componentes do processo, como: vazão e velocidade em cada duto, pressão em cada nó, níveis dos tanques, propriedades do fluido em toda a malha, assim como o custo da operação simulada, possibilitando a visualização dos gráficos de todas essas variáveis e impressão de relatórios com os resultados da simulação. No entanto, para a determinação da qualidade dos resultados fornecidos pelo software, deve-se proceder a comparações entre estes dados e os valores admitidos como “reais”; processo chamado de *Testes de Aceitação*.

Testes de Aceitação são testes conduzidos para determinar se um sistema satisfaz ou não aos requisitos funcionais estabelecidos na sua especificação

Os testes realizados no *SmartPumping* utilizam uma malha de dutos, na qual as propriedades dos elementos e a previsão da produção são atribuídas. Os resultados dos testes são obtidos reproduzindo-se as especificações em ferramentas matemáticas auxiliares que podem ser, desde planilhas Excel, ambiente MATLAB, até calculadoras comuns.

A continuidade desse projeto foi recentemente aprovada pela FINEP, e objetiva agregar novas funcionalidades à plataforma de software desenvolvida no projeto anterior. Este projeto é executado pelo Departamento de Sistemas e Computação, responsável pela condução do processo de desenvolvimento do software, e pelo Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Civil, responsável pela engenharia hidráulica implementada no sistema. Todo o desenvolvimento é apoiado por engenheiros da UN-RNCE e do CENPES (Centro de Pesquisa da Petrobrás).

Foi no âmbito do desenvolvimento deste projeto, que se realizou o estágio supervisionado de que trata este relatório.

2 Objetivos

Os objetivos do estágio supervisionado relatado neste, definidos pelo orientador, Carlos de Oliveira Galvão, em consenso com o aluno Euriclides Góes Torres, foram:

- A geração de novos *Testes de Aceitação* para casos não explorados;
- A revisão de testes antigos, atualizando documentos sobre status dos mesmos;
- A especificação de uma interface para a ferramenta de execução dos *Testes de Aceitação Automáticos*;
- A confecção de um guia de auxílio ao usuário final, quando da necessidade de adição de seus próprios *Testes de Aceitação*.

3 Desenvolvimento do Estágio

A realização desse estágio se deu em regime parcial, sob uma carga horária de 30 horas semanais (06 horas diárias), de segunda a sexta-feira. Sendo previsto no Plano de Estágio Supervisionado, em anexo, o desenvolvimento do estágio no período compreendido entre o dia 05 de julho e 27 de agosto de 2004, porém esse foi estendido a 27 de setembro de 2004, totalizando 360 horas.

4 Metodologia

A metodologia empregada para a realização dos *Testes de Aceitação* no *SmartPumping*, foi a programação de planilhas Excel para a realização de cálculos necessários à verificação da qualidade dos resultados do software.

Na criação dos testes, foram reproduzidas as especificações do *SmartPumping* utilizando a planilha Excel. Os resultados obtidos foram organizados em forma de tabela,

onde cada propriedade ou variável testada, ao longo do tempo, foi alocada em células específicas, formando o chamado “arquivo padrão”, reconhecido pela ferramenta automática de testes. Os resultados obtidos com a planilha Excel foram comparados, automaticamente, com os obtidos pelo sistema.

Na criação dos testes foram utilizadas malhas de dutos, onde se definiram os elementos e suas características, e a previsão de produção das estações.

Para a verificação da qualidade dos resultados das variáveis fornecidos pelo software, comparando-os com os resultados obtidos matematicamente no Excel, admitiu-se aceitável uma discrepância máxima entre os resultados de 1,0%, para todas as variáveis testadas.

Os resultados da verificação dos *Testes de Aceitação* foram encaminhados à equipe de desenvolvimento, responsável pelo arquivamento dos testes e, quando necessário, pelas modificações no software.

5 Atividades Desenvolvidas

5.1 Execução de Testes Existentes e Estudo Orientado das Ferramentas Computacionais

Durante a primeira semana desse estágio, realizaram-se estudos orientados sobre programação na planilha Excel e ambiente MATLAB, além da realização de testes já existentes, necessários à familiarização com o *SmartPumping* e com a ferramenta de testes automáticos.

O estudo das ferramentas computacionais auxiliares e a execução de testes existentes contribuíram, sensivelmente, para o ótimo desenvolvimento do estágio. Pois esse dependia fundamentalmente do pleno uso do sistema, da ferramenta de testes automáticos, e das ferramentas matemáticas auxiliares.

5.2 Confeção de Testes de Aceitação

Após a realização do estudo das ferramentas auxiliares e de testes existentes, passou-se à fase da criação de novos testes. Os testes realizados foram os testes 39, 40 e 41, que receberam esses números por estarem nessa ordem na bateria de testes do software.

Teste 39

O teste 39 objetivou, principalmente, analisar a resposta do sistema *SmartPumping* para a situação de várias unidades consumidoras (UC's) com características de tarifação distintas, em uma mesma estação de uma malha. Ou seja, estações de bombeamento que tem

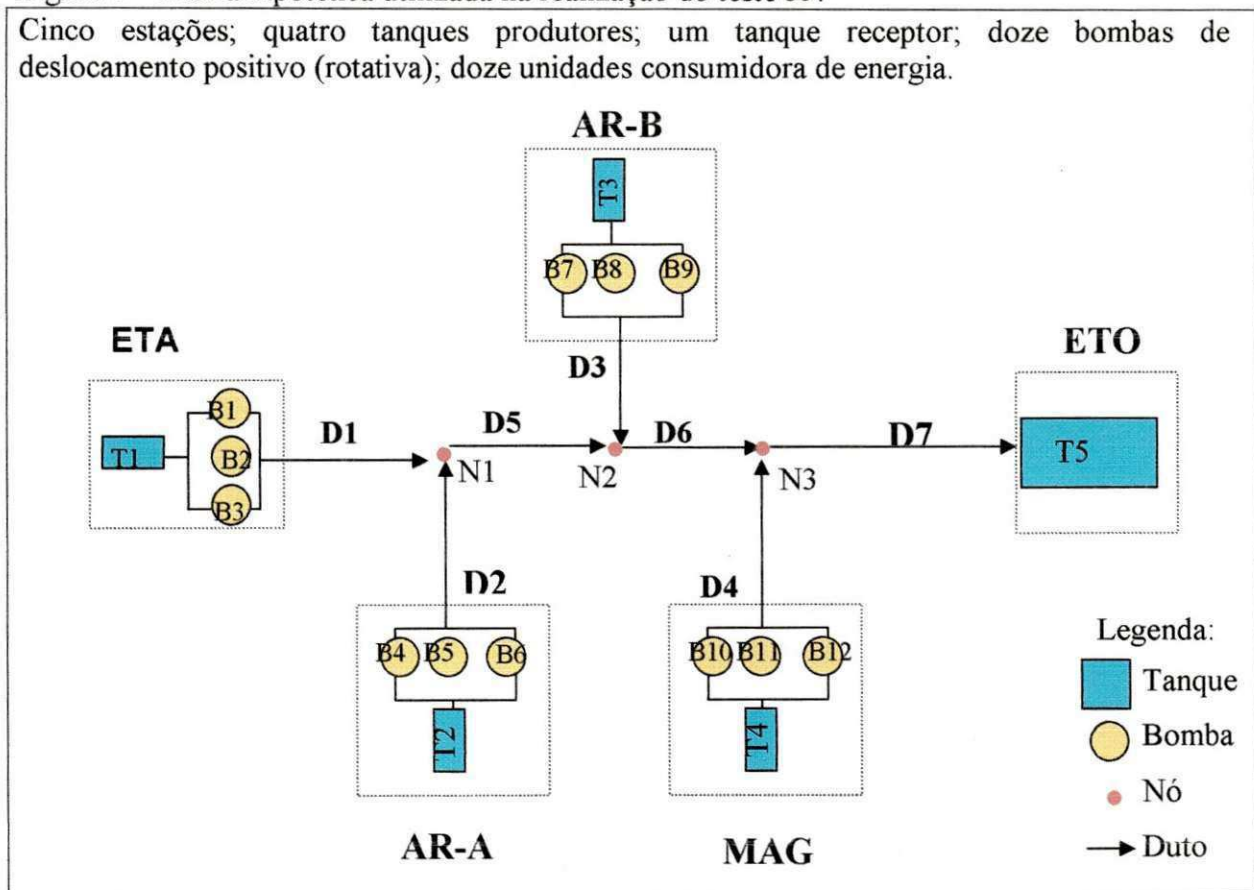
o fornecimento de energia feito por concessionárias que apresentam características de tarifação (preços, consideração de horário de pico, demandas contratuais, etc) diferentes.

Para a verificação da qualidade dos resultados, calcularam-se: a demanda consumida, demanda de ultrapassagem (quando necessário), consumo de energia em horários de ponta e fora de ponta, custos relativos à demanda e ao consumo de energia. Calculando-se, ainda, variáveis básicas como: vazão, nível dos tanques, potencia das bombas, etc.

A malha utilizada nesse teste foi a mostrada na Figura 1, a seguir:

Figura 1 – Malha hipotética utilizada na realização do teste 39.

Cinco estações; quatro tanques produtores; um tanque receptor; doze bombas de deslocamento positivo (rotativa); doze unidades consumidora de energia.



O resultado da verificação desse teste mostrou que, para a situação testada, o sistema é eficiente, pois os resultados das variáveis fornecidas por esse, ficaram no intervalo de tolerância (1,0%) em relação aos calculados na planilha Excel.

O documento contendo todas as informações sobre o teste 39, como: malha usada, diâmetros dos dutos, características das unidades consumidoras, etc. E os resultados dos cálculos na planilha Excel, encontram-se nos Anexos deste relatório.

Teste 40

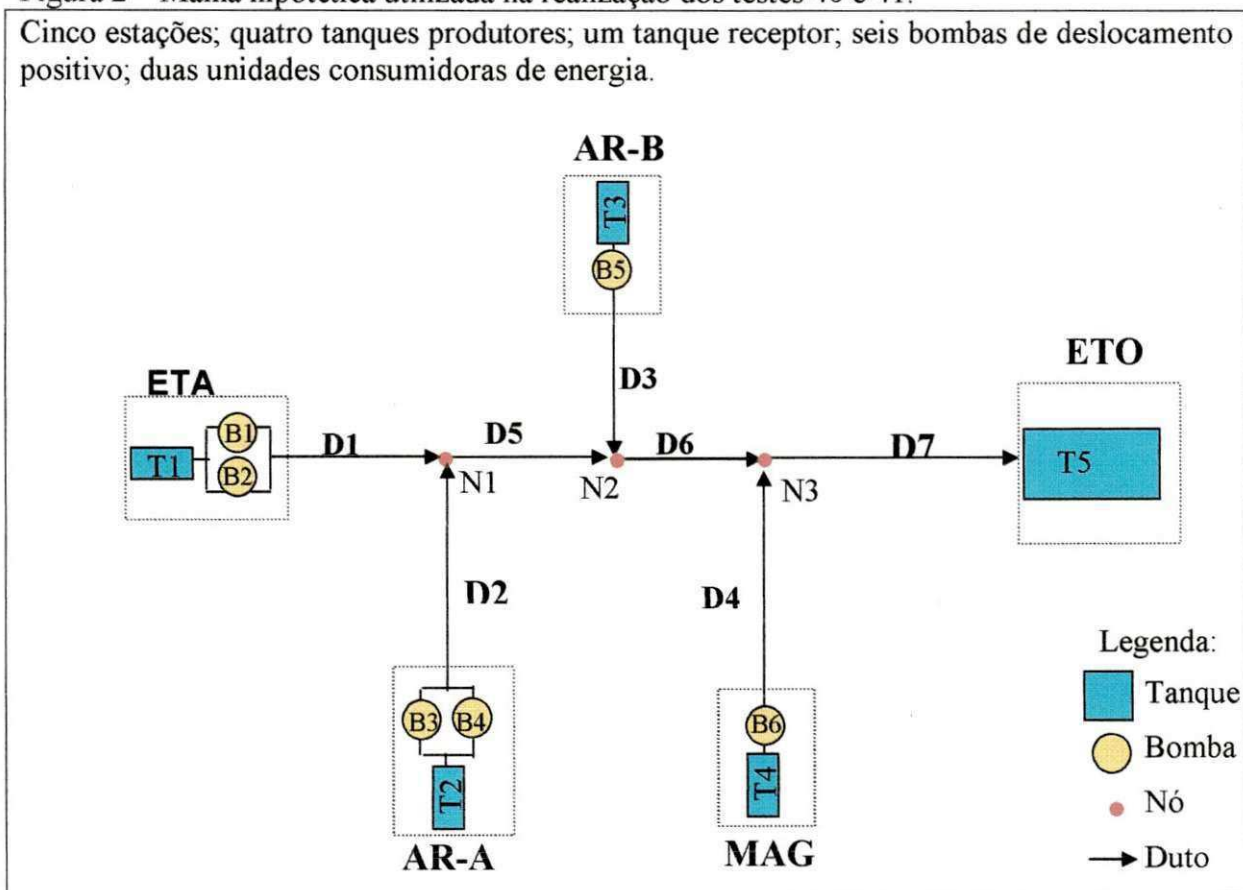
O teste 40 objetivou analisar a resposta do sistema *SmartPumping* para a situação de valores extremos máximos de temperatura, massa específica e BSW (porcentagem de água no fluido).

Para a verificação da qualidade dos resultados, calcularam-se: a demanda consumida, demanda de ultrapassagem (quando necessário), consumo de energia em horários de ponta e fora de ponta, custos relativos à demanda e ao consumo de energia. Calculando-se, ainda, variáveis básicas como: vazão, nível dos tanques, potencia das bombas, etc.

A malha utilizada nesse teste foi a mostrada na Figura 2, a seguir:

Figura 2 – Malha hipotética utilizada na realização dos testes 40 e 41.

Cinco estações; quatro tanques produtores; um tanque receptor; seis bombas de deslocamento positivo; duas unidades consumidoras de energia.



O resultado da verificação desse teste mostrou que, para a situação de valores extremos máximos de temperatura, massa específica e BSW, o sistema é eficiente, pois os resultados das variáveis fornecidas por esse, ficaram no intervalo de tolerância (1,0%) em relação aos calculados na planilha Excel.

O documento contendo todas as informações sobre o teste 40, como: malha usada, diâmetros dos dutos, características das unidades consumidoras, etc. E os resultados dos cálculos na planilha Excel, encontram-se nos Anexos deste.

Teste 41

O teste 41 objetivou analisar a resposta do sistema *SmartPumping* para a situação de valores extremos mínimos de temperatura, massa específica e BSW (porcentagem de água no fluido).

Para a verificação da qualidade dos resultados, calcularam-se: a demanda consumida, demanda de ultrapassagem (quando necessário), consumo de energia em horários de ponta e fora de ponta, custos relativos à demanda e ao consumo de energia. Calculando-se, ainda, variáveis básicas como: vazão, nível dos tanques, potência das bombas, etc.

A malha utilizada nesse teste foi a mesma usada no teste 40 (Figura 2).

O resultado da verificação desse teste mostrou que, para a situação de valores extremos mínimos de temperatura, massa específica e BSW, o sistema é eficiente, pois os resultados das variáveis fornecidas por esse, ficaram no intervalo de tolerância (1,0%) em relação aos calculados na planilha Excel. Porém, esse se mostrou pouco eficiente na convergência da solução, tornando a simulação excessivamente demorada.

O documento contendo todas as informações sobre o teste 41 encontra-se, como os documentos dos demais testes, nos Anexos deste relatório.

5.3 Revisão dos Testes Antigos e Atualização de seus Documentos

Durante o andamento desse estágio foram realizados, em conjunto com os respectivos autores, a revisões dos testes já existentes. Nessa revisão foram corrigida grande parte dos erros existentes, tanto nos cálculos das planilhas quanto no documento dos testes, e atualizada a documentação desses.

5.4 Testes para Avaliação das Mensagens de Erros

A realização de testes de avaliação das mensagens de erros foi feita com o objetivo de verificar a clareza nas mensagens apresentadas pelo software, em situação de inserção errada de dados pelo usuário.

No decorrer desse teste, além da observação da clareza das mensagens, procurou-se observar problemas de ordem estética e funcional das mensagens.

O relatório sobre esse teste encontra-se nos Anexos deste relatório.

5.5 Confeção de Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos

Dentre os objetivos desse estágio, a confeção do guia para a criação de testes pelo usuário merece grande destaque, pois se tratou de um objetivo que gerou a primeira versão de

um produto, o Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos, de grande importância. Pois esse auxiliará tanto ao usuário final, quando da necessidade da criação de um teste, como no treinamento dos responsáveis pelos testes futuros.

A proposta da primeira versão do guia de auxílio para elaboração de testes foi feita com base na familiaridade com o *SmartPumping*, com ferramentas auxiliares de cálculo (planilha Excel) e com a ferramenta de testes automáticos.

A proposta do Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos foi encaminhada à equipe de desenvolvimento e, após algumas correções, aprovado.

A primeira versão do Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos encontra-se nos Anexos deste relatório.

5.6 Especificação de Interface para a Ferramenta de Testes Automáticos

A ferramenta de verificação automática dos resultados dos testes, ou seja, da comparação dos dados fornecidos pelo simulados *SmartPumping* e pelas ferramentas matemáticas comuns, atualmente encontra-se sem interface. Dessa forma, a verificação dos testes é feita usando-se comandos do MS-DOS.

Um dos objetivos do estágio foi a especificação de uma primeira versão da interface para a ferramenta de testes automáticos. Após várias discussões sobre o tema com a coordenadora da equipe de desenvolvimento do software, Ester Vilar Brasileiro, e com a equipe responsável pelos primeiros testes executados, definiu-se a proposta da primeira versão da interface.

A Figura 3, a seguir, mostra a primeira versão proposta, da interface para a ferramenta. A especificação dessa, encontra-se nos Anexos deste.

Figura 3 – Proposta da primeira versão da interface para a ferramenta de testes automáticos.

Essa interface será encaminhada à equipe de desenvolvimento que, em conjunto com a equipe de engenharia, optará ou não pela adoção dessa.

5.7 Apoio na Realização de Outros Testes

No decorrer da realização desse estágio procurou-se, além de cumprir os objetivos definidos para o estágio, apoiar a equipe de desenvolvimento do projeto *SmartPumping* no aperfeiçoamento do sistema, dando assistência na elaboração de outros testes que eventualmente a equipe necessitasse.

Exemplo disso foi a criação do teste 42, que objetiva simular um cenário hipotético em que o software parece não representar satisfatoriamente. Esse teste encontra-se em fase de análise, pois requereu o uso de regras de misturas, que não haviam sido reproduzidas em planilhas Excel, e apresentou resultados fora dos limites toleráveis.

Esse apoio auxiliou, sensivelmente, na aproximação da equipe de desenvolvimento com a de engenharia, tornando o estágio interdisciplinar.

5.8 Observações e Sugestões

A utilização do software *SmartPumping* durante todo o andamento desse estágio, permitiu desenvolver-se uma grande sensibilidade com o sistema. Essa sensibilidade possibilitou a verificação de pequenas falhas e inobservâncias, que podem facilmente ser solucionadas, como por exemplo:

- As janelas do *SmartPumping* às vezes não aparecem na frente da tela nem na barra de tarefa;
- O software está apresentando problemas no zoom e no deslocamento da malha e de componentes dessa;
- Deveria ser inserido um atalho para os comandos de copiar e colar propriedades;
- O sistema está apresentando problemas na tarifação;

Um breve texto contendo observações e sugestões sobre o software encontra-se nos Anexos deste.

6 Interação com Empresas do Setor de Petróleo

Além de todas as atividades realizadas durante esse estágio, esse proporcionou a oportunidade de realizarem-se visitas às instalações da PETROBRÁS e algumas prestadoras de serviços.

Essas visitas tornaram o estágio completo, pois permitiu o contato com instalações, equipamentos e técnicas empregadas no setor da indústria petrolífera, que gerou certa familiaridade com os processos.

6.1 Reunião com a Equipe da PETROBRÁS

Nos dias 13 e 14 de setembro, durante a extensão desse estágio, realizou-se na cidade do Natal-RN a primeira reunião da segunda fase do projeto.

Essa reunião foi realizada na sala de Reuniões do Suporte Técnico da UN-RNCE, e contou com a presença da equipe executora, equipe da UFCG, engenheiros do CENPES, que apoiarão o desenvolvimento do projeto, e dos engenheiros da UN, que darão suporte às atividades do projeto.

Na oportunidade tratou-se de assuntos relativos à execução do projeto, detalhando-se o cronograma de atividades e relacionando-se os produtos esperados.

Essa reunião permitiu o contato com as instalações do cliente do projeto, a PETROBRÁS tomando a realização do estágio, além de técnica e científica, prática.

6.2 Visitas a Campo

Estações da PETROBRÁS

Na ocasião da reunião na sede da UN, realizou-se uma visita às estações da PETROBRÁS no RN.

Visitaram-se as instalações da Unidade de Tratamento e Processamento de Fluidos _UTPF, estações satélites de bombeamento e campos de poços de petróleo, ativos e inativos, no município de Guamaré-RN.

Prestadoras de Serviços da PETROBRÁS

Na primeira semana de setembro, foram realizadas pelo Programa de Recursos Humanos para o Setor de Petróleo e Gás da ANP (PRH-25) visitas a três prestadoras de serviços da PETROBRÁS em Mossoró-RN, área de estudo do projeto.

As empresas visitadas foram: SOTEP Ltda, Schlumberger, empresa francesa, e Halliburton, americana. Empresas que atuam em sondagens, perfuração, cimentação, limpeza, avaliação e estimulação de poços de petróleo.

Nessas empresas, passou-se por ciclos de palestras, apresentação de equipamentos e demonstrações práticas das técnicas, e dos usos de equipamentos nas atividades do setor de exploração de petróleo.

7 Considerações Finais

O estágio supervisionado foi conduzido como o previsto no Plano de Estágio Supervisionado (ver Anexos), ou seja, realizou-se, com exceção da criação do teste na situação de dutos em paralelos com uma estação conectada a um dos dutos, todas as atividades previstas no cronograma do plano. Porém, devido à realização de atividades não previstas, como reuniões e visitas a campo, o período de execução foi estendido até 27 de setembro de 2004.

A realização desse estágio gerou os seguintes produtos:

Os testes 39, 40 e 41, que estudaram a situação de várias unidades consumidoras (UC's) em uma mesma estação, valores extremos de máximos e mínimos, respectivamente, de temperatura, massa específica e BSW, e que não apresentaram discrepâncias, maiores que a aceitável (1,0 %), nos valores das variáveis testadas;

- O teste 42, que estuda uma situação que requer o uso de regras de misturas, e que se encontra em fase de conclusão;

- Uma proposta para a primeira versão de uma interface para a ferramenta de testes automáticos;
- Uma primeira versão do Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos (ver Anexos).

O desenvolvimento desse estágio permitiu concluir que o software de controle de bombeamento em malhas de oleoduto, o *SmartPumping*, está representando bem os cenários reproduzidos até o presente momento. Porém, deve-se ampliar a bateria de *Testes de Aceitação* com as mais diferentes situações possíveis, para a aprovação incondicional do sistema.

Esse estágio foi, indiscutivelmente, muito importante para a formação acadêmica do aluno, pois permitiu a participação em um projeto de P&D, que oferece uma mistura de pesquisa científica e desenvolvimento de um produto para um cliente definido. Além da oportunidade de interagir com um setor da economia muito promissor, como o setor de petróleo, e que tem extrema necessidade de mão-de-obra especializada, o que o torna bastante atrativo para um recém formado.

Anexos



Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia – CCT
Departamento de Engenharia Civil – DEC
Área de Engenharia de Recursos Hídricos



Plano de Estágio Supervisionado

Aluno: Euriclides Góes Tôres Matrícula: 29911186

Orientador/Supervisor: Dr. Carlos de Oliveira Galvão

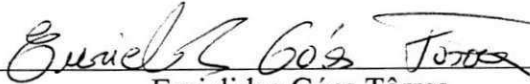
Início: 05/07/2004

Término: 27/08/2004

Regime de trabalho: Período parcial (30 horas semanais)

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Ciências e Tecnologia – CCT
Departamento de Engenharia Civil – DEC
Área de Engenharia de Recursos Hídricos

Plano de Estágio Supervisionado



Euríclides Góes Tôres
(Estagiário)



Dr. Carlos de Oliveira Galvão
(Orientador/Supervisor)

1.0 Introdução

A progressiva automação das malhas de dutos para escoamento da produção de petróleo, uma realidade na indústria petrolífera, permite a implantação de sistemas computacionais de monitoramento e controle do processo com possibilidade de obtenção de resultados relevantes em termos redução de consumo de energia, conseqüentemente de custos, e de riscos ao meio ambiente, aumentando a produção e a segurança operacional.

Objetivando a implantação de um sistema que atuará no Rio Grande do Norte, mais especificamente no oleoduto Mossoró-Guamaré, a PETROBRAS e a UFPB campus II, atual UFCG, firmaram em novembro de 2001, convênio para o desenvolvimento de projeto, fazendo parte da carteira de projetos cooperativos do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural – CTPETRO - da Diretoria Executiva da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP. Esse projeto é desenvolvido pelo Departamento de Sistemas e Computação e pelo Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Civil, e objetiva a implementação de um sistema computacional para o monitoramento remoto, distribuído, e em tempo real do sistema de escoamento de fluidos produzidos na extração de petróleo, de forma a garantir a máxima eficiência. Como conseqüência da execução deste obteve-se como resultado a criação do software *SmartPumping*.

O software *SmartPumping* foi concebido com o objetivo de simular e otimizar a operação de malhas de escoamento de líquidos produzidos na prospecção terrestre de petróleo, de forma a garantir a máxima eficiência no transporte; diminuindo os gastos com energia, a pressão nos dutos, os riscos de falhas operacionais e poluição ambiental e a perda de produção. É uma ferramenta computacional que visa dar suporte aos operadores das malhas de escoamento e possibilitar a operação remota do processo de extração terrestre de petróleo.

Ao longo da simulação, o *SmartPumping* calcula vários componentes do processo, como: vazão e velocidade em cada duto, pressão em cada nó, níveis dos tanques, propriedades do fluido em toda a malha, assim como o custo da operação simulada, resultante do custo relativo ao consumo e à demanda de energia, e possibilita a visualização dos gráficos de todas essas variáveis e impressão de relatórios com os resultados da simulação. No entanto, para a determinação da consistência dos dados fornecidos pelo software, deve-se proceder a comparações entre estes dados e os valores admitidos como “reais”; processo chamado de *Testes de Aceitação*.

Testes de Aceitação são testes formais conduzidos para determinar se um sistema satisfaz ou não aos requisitos funcionais estabelecidos na sua especificação. Utilizam dados ou cenários hipotéticos ou reais que fazem parte de um plano de testes.

Os testes realizados para aplicação no *SmartPumping* utilizam uma malha de dutos, na qual as propriedades dos elementos e a previsão da produção são atribuídas. Os resultados dos testes são obtidos reproduzindo as especificações em planilhas Excel e/ou em ambiente MATLAB. Em cada *Teste de Aceitação* é fornecida uma tabela de resultados para cada propriedade ou variável testada, ao longo do tempo, a qual é comparada com os resultados obtidos no software.

2.0 Objetivos

O estágio supervisionado de que trata este plano tem como objetivos:

- Gerar novos *Testes de Aceitação* para casos não explorados;
- Revisar testes antigos, atualizando documentos sobre status dos mesmos;
- Especificar interface para execução dos *Testes de Aceitação*;
- Confeccionar guia para o usuário final, que queira adicionar seus próprios *Testes de Aceitação*.

3.0 Metodologia

A metodologia empregada na realização das atividades previstas neste plano será basicamente a utilização de ferramentas computacionais (Excel e MATLAB) para a realização de *Testes de Aceitação* para o software *SmartPumping*, criando-se ambientes fictícios ou reais ainda não estudados, para a comparação dos resultados simulados com este software e os fornecidos pelas ferramentas adotadas. Para tanto, considera-se uma discrepância fisicamente aceitável para cada componente testado, observando-se que os erros são cumulativos devido a interdependência destes. Os resultados dos *Testes de Aceitação* serão encaminhados à equipe de desenvolvimento, que realizará alterações no software, se necessário.

4.0 Desenvolvimento do Estágio

Esse estágio será realizado sob uma carga horária de *30 horas* semanais (*06 horas* diárias), de segunda a sexta-feira, no período compreendido entre 05 de julho e 27 de agosto de 2004, *8 semanas*, totalizando uma carga horária de *240 horas*.

Documento dos Testes Realizados

Testes: 39, 40 e 41

TESTE DE ACEITAÇÃO 39 – MÓDULO TARIFAÇÃO**OBJETIVO**

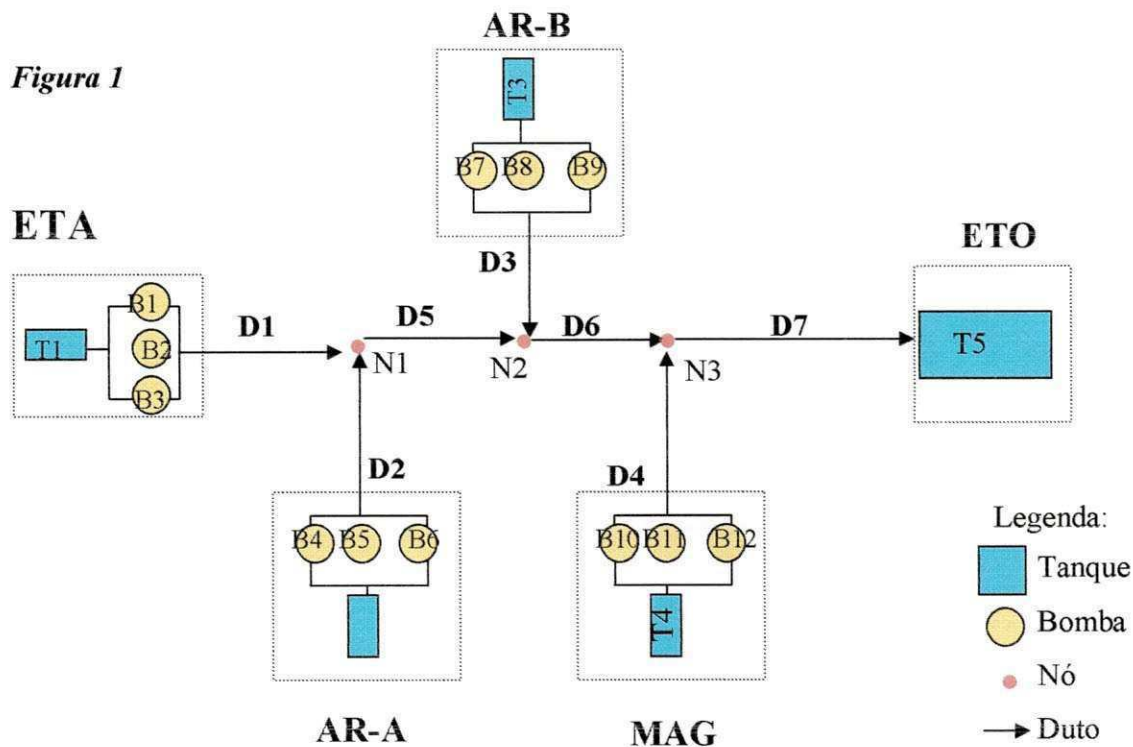
Cálculo:

- (a) da demanda consumida (normal);
- (b) da demanda de ultrapassagem (quando houver necessidade);
- (b) do consumo de energia (nos horários de ponta e fora de ponta);
- (c) custo relativo à demanda;
- (d) custo relativo ao consumo de energia.

Este teste tem como objetivo, verificar o sistema para a situação de diferentes UCs (tarifação horozonal verde) em uma mesma estação de uma malha.

MALHA

Cinco estações; quatro tanques produtores; um tanque receptor; doze bombas de deslocamento positivo (rotativa); doze unidades consumidora de energia.

Figura 1

Aceleração da gravidade = $9,8 \text{ m/s}^2$

DADOS DA TARIFAÇÃO

Simulação do dia: 18/07/2004 (segunda-feira) – 24 horas em intervalos de 20/20 minutos
 Período Seco
 Dia útil
 Horário de ponta: 17:40 a 20:20
 Período Seco: Maio a novembro (00:00 h do dia 01 de maio a 00:00 do dia 1 de dezembro)

TARIFAS – DEMANDAS CONTRATADAS

Unidade consumidora	Estação	Demanda contratada [kW]		Tarifação
		Normal	Tolerância	
UC1	ETA	350	10%=385	Verde
UC2	ETA	280	10%=308	Verde
UC3	ETA	400	5%=420	Verde
UC4	ARA	200	10%=220	Verde
UC5	ARA	400	10%=440	Verde
UC6	ARA	250	10%=275	Verde
UC7	ARB	250	20%=300	Verde
UC8	ARB	160	10%=176	Verde
UC9	ARB	300	5%=315	Verde
UC10	MAG	200	5%=210	Verde
UC11	MAG	300	5%=315	Verde
UC12	MAG	350	20%=420	Verde

Unidade consumidora (UC)	Estação	Demanda R\$/KW				Consumo R\$/MWh			
		Normal		Ultrapassagem		Ponta		Fora de Ponta	
	Horário/Período	1	2	3	4	Seca	Úmida	Seca	Úmida
Preço	1	2	3	4	5	6	7	8	
UC1	ETA	5,66		16,99		105,05	93,22	70,89	61,42
UC2	ETA	7,66		18,66		100,01	98,2	68,24	52,18
UC3	ETA	9,56		15,76		102,72	89,9	78,23	75,25
UC4	ARA	7,52		14,26		108,02	90,02	73,2	69,24
UC5	ARA	6,88		17,23		109,23	94,23	80,25	71,23
UC6	ARA	6,02		15,23		100,05	89,89	68,87	50,89
UC7	ARB	8,99		17,02		115,23	98,54	80,24	57,28
UC8	ARB	7,23		18,23		103,28	91,25	73,25	59,02
UC9	ARB	7,89		15,28		110,35	94,48	68,72	59,02
UC10	MAG	7,25		14,28		100,05	90,28	78,2	58,26
UC11	MAG	6,79		15,08		102,05	87,28	60,22	48,28
UC12	MAG	7,21		19,28		103,22	89,79	70,89	59,38

DADOS DOS TANQUES

Estação	Tanque	Cota de fundo h [m]	Nível máximo $n_{m\acute{a}x}$ [m]	Nível máximo de controle $nc_{m\acute{a}x}$ [m]	Nível mínimo de controle $nc_{m\acute{i}n}$ [m]	Diâmetro D [m]	Área da base Ab [m ²]	Capacidade útil do tanque V [m ³]
ETA	T1	29,8	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARA	T2	10,70	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARB	T3	17,10	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
MAG	T4	34,10	5,00	4,50	0,50	5,00	19,63	78,52
ETO	T5	71,90	12,20	11,50	0,50	10,60	88,25	970,75

DADOS DOS DUTOS

Duto	Diâmetro interno d [mm]	Comprimento l [m]	Rugosidade de ϵ [mm]	Cota de Montante h_{mon} [m]	Cota de jusante h_{jus} [m]	Pressão máxima P_{max} [mcf]	Pressão mínima P_{min} [mcf]	Velocidade de Máxima v_{max} [m/s]	Velocidade de Mínima v_{min} [m/s]
D1	337	7000	0,025	29,8	10,7	300	2	3,00	0,10
D2	337	1200	0,025	10,7	10,7	300	2	3,00	0,10
D3	337	1200	0,025	17,1	17,1	300	2	3,00	0,10
D4	337	1200	0,025	34,1	34,1	300	2	3,00	0,10
D5	591	4200	0,025	10,7	17,1	300	2	3,00	0,10
D6	591	6300	0,025	17,1	34,1	300	2	3,00	0,10
D7	591	20000	0,025	34,1	71,9	200	2	3,00	0,10

DADOS DAS BOMBAS

Estação	Nº de bombas*	Cota h [m]	Rendimento do motor n_M [%]	Rendimento da bomba		Curva Característica				
				n_B [%]		a	b	c		
ETA	T1	3	29,8	90	0	0	90	0	-200	12000
ARA	T2	3	10,7	90	0	0	90	0	-200	12000
ARB	T3	3	17,1	90	0	0	90	0	-200	12000
MAG	T4	3	34,1	90	0	0	90	0	-200	12000

* Todas as bombas de uma estação possuem os mesmos dados

$$H_{man} [\text{mcf}] = a \cdot Q^2 + b \cdot Q + c; Q [\text{l/s}]$$

PREVISÃO DA PRODUÇÃO

período	Vazão: Q [l/s]				
	ETA	ARA	ARB	MAG	ETO
00:00 a 04:00	90	90	100	80	465
04:00 a 13:00	90	90	100	80	320
13:00 a 15:40	90	90	100	80	500
15:40 a 22:20	90	90	100	80	320
22:20 a 00:00	90	90	100	80	465

Viscosidade Cinemática do fluido: $\nu = p \cdot T^q [\text{m}^2/\text{s}]$

período	ETA		ARA		ARB		MAG	
	p	q	p	q	p	q	p	q
00:00	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425

BSW [%]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	30	30	30	30

Temperatura do fluido: T [°C]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	37	37	37	37

Massa específica do fluido: ρ [kg/m ³]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	993,50	993,50	993,50	993,50

CONDIÇÕES INICIAIS DO SISTEMA

Estação	Tanque	Nível inicial n [m]	BSW [%]	Massa específica ρ [kg/m ³]	Viscosidade cinemática ν [m ² /s]		Temperatura do fluido T [°C]	Quantidade de bombas ligadas inicialmente
					p	q		
ETA	T1	5,00	30	993,5	0,0512023	-1,4425	37	3
ARA	T2	7,50	30	993,5	0,0512023	-1,4425	37	2
ARB	T3	8,10	30	993,5	0,0512023	-1,4425	37	2
MAG	T4	1,20	30	993,5	0,0512023	-1,4425	37	1
ETO	T5	10,20	30	993,5	0,0512023	-1,4425	37	-

Hora	Perda de Carga							H Manométrica			
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	184,008	12,627	12,647	6,360	11,588	50,630	202,541	496,066	341,285	322,718	255,701
00:20	183,979	12,627	12,647	6,361	11,587	50,625	202,530	497,138	341,625	322,925	254,384
00:40	182,789	12,579	12,599	12,668	11,543	50,298	246,744	540,908	385,776	366,987	303,601
01:00	183,902	12,625	12,646	6,360	11,585	50,611	202,473	499,983	343,027	324,063	256,046
01:20	37,145	12,747	12,763	6,401	7,073	17,694	126,901	241,342	230,504	215,913	179,209
01:40	37,033	12,708	12,724	12,758	7,051	17,640	164,347	276,659	266,695	251,992	220,218
02:00	37,154	12,749	12,765	6,402	7,074	17,696	126,934	238,289	229,042	214,182	178,027
02:20	37,160	12,750	12,766	6,403	7,075	17,698	126,962	236,386	227,935	212,941	175,264
02:40	37,049	12,711	12,727	12,762	7,053	17,644	164,429	271,725	264,148	249,041	216,298
03:00	37,170	12,751	12,768	6,404	7,076	17,701	126,995	233,336	226,477	211,214	174,089
03:20	37,058	12,712	12,729	12,764	7,055	17,647	164,469	268,684	262,698	247,323	215,132
03:40	37,180	12,753	12,770	6,405	7,077	17,704	127,027	230,288	225,020	209,489	172,916
04:00	37,186	12,754	12,771	6,406	7,078	17,706	127,056	228,388	223,916	208,250	170,156
04:20	37,068	12,713	12,730	12,766	7,056	17,649	164,504	265,673	262,079	246,301	213,147
04:40	37,183	12,752	12,769	6,405	7,077	17,703	127,017	229,195	226,322	210,390	172,858
05:00	37,183	12,751	12,768	6,405	7,077	17,702	127,010	229,220	227,148	211,082	172,034
05:20	37,065	12,709	12,727	12,764	7,054	17,645	164,447	266,493	265,297	249,120	215,011
05:40	37,181	12,748	12,766	6,404	7,076	17,699	126,972	230,025	229,551	213,219	174,732
06:00	37,420	6,418	12,845	6,442	4,749	14,253	56,598	154,150	147,906	140,176	103,577
06:20	37,201	6,381	12,769	12,803	4,721	14,168	127,186	223,670	217,608	210,539	178,953
06:40	37,422	6,419	12,844	6,442	4,749	14,253	56,597	153,452	147,208	140,813	104,799
07:00	37,425	6,419	12,844	6,442	4,749	14,253	56,600	152,721	146,475	140,751	103,229
07:20	37,205	6,381	12,768	12,803	4,721	14,169	127,194	222,246	216,183	211,119	178,611
07:40	37,427	6,419	12,844	6,442	4,750	14,253	56,599	152,024	145,777	141,388	104,452
08:00	74,147	6,379	12,764	6,405	7,064	17,680	126,784	263,934	220,927	214,855	173,027
08:20	73,907	6,359	12,723	12,763	7,041	17,623	164,193	301,848	258,265	252,861	215,971
08:40	74,132	6,378	12,762	6,403	7,063	17,677	126,746	266,305	221,725	216,982	175,715
09:00	73,892	6,358	12,721	12,760	7,040	17,620	164,142	304,205	259,049	254,973	218,642
09:20	74,117	6,378	12,759	6,402	7,062	17,674	126,708	268,674	222,522	219,105	178,398
09:40	74,112	6,378	12,759	6,402	7,061	17,673	126,701	269,483	222,541	219,790	177,565
10:00	74,591	6,420	0,000	12,874	7,107	10,661	56,528	193,643	145,470	0,000	113,038
10:20	74,662	6,426	0,000	6,446	7,114	10,671	45,233	182,494	133,457	0,000	97,367
10:40	74,666	6,427	0,000	6,447	7,115	10,672	45,239	181,760	131,919	0,000	94,992
11:00	74,600	6,422	0,000	12,877	7,108	10,663	56,540	192,235	141,655	0,000	110,344
11:20	74,670	6,428	0,000	6,447	7,115	10,673	45,242	181,084	129,641	0,000	94,672
11:40	74,675	6,429	0,000	6,448	7,116	10,674	45,247	180,351	128,104	0,000	92,299
12:00	73,501	6,328	32,341	12,720	7,004	39,288	204,547	366,234	314,261	326,208	255,491
12:20	73,401	12,633	32,275	6,361	9,331	51,015	203,901	381,905	335,549	340,248	252,780

Hora	Perda de Carga							II Manométrica			
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	ETA	ARA	ARB	MAG
12:40	73,387	12,631	32,261	6,361	9,329	50,996	203,833	384,149	337,810	343,156	253,402
13:00	73,097	12,581	32,042	12,667	9,292	50,650	248,083	430,071	383,979	389,848	304,648
13:20	73,369	12,628	32,241	6,359	9,327	50,971	203,731	387,008	340,697	347,337	256,560
13:40	73,370	12,628	32,239	6,360	9,327	50,969	203,733	386,906	340,600	347,893	254,802
14:00	73,094	12,580	32,030	12,668	9,292	50,640	248,055	430,484	384,413	392,235	303,672
14:20	74,059	12,747	6,383	6,402	9,415	17,664	126,607	277,809	230,946	213,483	178,529
14:40	74,069	12,748	6,384	6,403	9,416	17,667	126,644	276,231	229,365	210,966	175,291
15:00	73,845	12,710	6,365	12,763	9,387	17,614	164,086	311,738	265,065	245,779	215,818
15:20	37,398	12,833	6,426	6,443	7,121	14,248	56,584	161,311	151,214	133,200	103,097
15:40	37,408	12,836	6,428	6,445	7,122	14,252	56,599	158,154	148,857	129,899	99,093
16:00	37,188	12,759	6,390	12,808	7,080	14,167	127,203	227,675	219,327	199,510	174,488
16:20	37,410	12,835	6,429	6,444	7,122	14,251	56,598	157,456	149,763	128,931	100,319
16:40	37,412	12,834	6,429	6,445	7,122	14,252	56,600	156,724	149,835	128,063	98,751
17:00	37,193	12,758	6,391	12,808	7,080	14,168	127,209	226,250	220,310	197,679	174,151
17:20	37,182	12,754	12,772	6,406	7,078	17,706	127,053	229,657	224,524	207,346	170,394
17:40	37,064	12,712	12,731	12,766	7,055	17,649	164,500	266,940	262,686	245,396	213,383
18:00	37,179	12,751	12,770	6,405	7,077	17,703	127,014	230,463	226,930	209,486	173,095
18:20	37,179	12,750	12,769	6,405	7,076	17,702	127,007	230,489	227,755	210,178	172,270
18:40	37,061	12,709	12,728	12,764	7,054	17,645	164,443	267,760	265,904	248,216	215,246
19:00	37,177	12,747	12,767	6,404	7,075	17,699	126,969	231,293	230,158	212,315	174,968
19:20	37,470	0,000	12,862	6,448	2,377	10,704	45,344	138,301	0,000	124,490	92,568
19:40	37,440	0,000	12,851	12,880	2,375	10,695	56,648	148,025	0,000	134,908	107,932
20:00	37,477	0,000	12,863	6,448	2,377	10,706	45,348	136,044	0,000	123,570	92,265
20:20	37,482	0,000	12,864	6,450	2,378	10,707	45,354	134,518	0,000	122,712	89,901
20:40	37,452	0,000	12,853	12,883	2,376	10,697	56,660	144,245	0,000	133,133	105,270
21:00	37,489	0,000	12,865	6,450	2,378	10,708	45,358	132,262	0,000	121,793	89,602
21:20	37,494	0,000	12,866	6,451	2,378	10,709	45,363	130,737	0,000	120,937	87,239
21:40	36,885	32,287	12,663	12,725	9,350	39,358	204,857	323,706	337,558	308,013	250,638
22:00	73,446	32,211	12,649	6,364	11,660	51,018	203,931	374,890	353,690	320,973	247,652
22:20	73,432	32,197	12,647	6,364	11,657	50,999	203,862	377,134	356,728	323,102	248,277
22:40	73,153	31,986	12,599	12,674	11,612	50,667	248,203	421,195	401,651	367,310	297,649
23:00	73,423	32,183	12,646	6,363	11,655	50,984	203,802	378,564	359,738	324,285	249,990
23:20	73,420	32,178	12,645	6,364	11,654	50,979	203,790	378,918	360,883	324,513	248,697
23:40	73,142	31,967	12,597	12,674	11,609	50,647	248,123	422,970	405,796	368,712	298,060
00:00	73,411	32,164	12,644	6,363	11,651	50,964	203,730	380,345	363,889	325,693	250,407

Potência (kW) = Demanda																
Hora	Estação 1	B1-UC1	B2-UC13	B3-UC14	estação 2	B4-UC4	B5-UC5	B6-UC6	estação 3	B7-UC7	B8-UC8	B9-UC9	estação 4	B10-UC10	B11-UC11	B12-UC12
00:00 a 00:20	1028,88	342,96	342,96	342,96	478,27	239,14	239,14	239,14	452,97	226,49	226,49	0,00	180,48	180,48	0,00	0,00
00:20 a 00:40	1031,01	343,67	343,67	343,67	478,74	239,37	239,37	239,37	453,26	226,63	226,63	0,00	179,57	179,57	0,00	0,00
00:40 a 01:00	1117,51	372,50	372,50	372,50	538,56	269,28	269,28	269,28	513,16	256,58	256,58	0,00	426,84	213,42	213,42	0,00
01:00 a 01:20	1036,65	345,55	345,55	345,55	480,64	240,32	240,32	240,32	454,81	227,40	227,40	0,00	180,72	180,72	0,00	0,00
01:20 a 04:40	170,56	170,56	0,00	0,00	326,10	163,05	163,05	163,05	305,83	152,92	152,92	0,00	127,32	127,32	0,00	0,00
01:40 a 02:00	194,93	194,93	0,00	0,00	376,14	188,07	188,07	188,07	355,84	177,92	177,92	0,00	311,82	155,91	155,91	0,00
02:00 a 02:20	168,44	168,44	0,00	0,00	324,07	162,03	162,03	162,03	303,43	151,71	151,71	0,00	126,49	126,49	0,00	0,00
02:20 a 02:40	167,12	167,12	0,00	0,00	322,53	161,27	161,27	161,27	301,70	150,85	150,85	0,00	124,56	124,56	0,00	0,00
02:40 a 03:00	191,53	191,53	0,00	0,00	372,62	186,31	186,31	186,31	351,77	175,88	175,88	0,00	306,37	153,18	153,18	0,00
03:00 a 03:20	165,01	165,01	0,00	0,00	320,51	160,25	160,25	160,25	299,30	149,65	149,65	0,00	123,73	123,73	0,00	0,00
03:20 a 03:40	189,44	189,44	0,00	0,00	370,62	185,31	185,31	185,31	349,39	174,69	174,69	0,00	304,75	152,37	152,37	0,00
03:40 a 04:00	162,90	162,90	0,00	0,00	318,49	159,24	159,24	159,24	296,89	148,45	148,45	0,00	122,91	122,91	0,00	0,00
04:00 a 04:20	161,58	161,58	0,00	0,00	316,95	158,48	158,48	158,48	295,17	147,58	147,58	0,00	120,98	120,98	0,00	0,00
04:20 a 04:40	187,36	187,36	0,00	0,00	369,77	184,88	184,88	184,88	347,98	173,99	173,99	0,00	301,99	150,99	150,99	0,00
04:40 a 05:00	162,14	162,14	0,00	0,00	320,29	160,15	160,15	160,15	298,15	149,07	149,07	0,00	122,87	122,87	0,00	0,00
05:00 a 05:20	162,16	162,16	0,00	0,00	321,44	160,72	160,72	160,72	299,11	149,56	149,56	0,00	122,29	122,29	0,00	0,00
05:20 a 05:40	187,93	187,93	0,00	0,00	374,21	187,10	187,10	187,10	351,87	175,94	175,94	0,00	304,58	152,29	152,29	0,00
05:40 a 06:00	162,72	162,72	0,00	0,00	324,77	162,39	162,39	162,39	302,09	151,04	151,04	0,00	124,18	124,18	0,00	0,00
06:00 a 06:20	109,75	109,75	0,00	0,00	105,36	105,36	0,00	0,00	199,83	99,92	99,92	0,00	74,06	74,06	0,00	0,00
06:20 a 06:40	158,31	158,31	0,00	0,00	154,09	154,09	0,00	0,00	298,36	149,18	149,18	0,00	254,27	127,14	127,14	0,00
06:40 a 07:00	109,26	109,26	0,00	0,00	104,86	104,86	0,00	0,00	200,73	100,36	100,36	0,00	74,92	74,92	0,00	0,00
07:00 a 07:20	108,74	108,74	0,00	0,00	104,35	104,35	0,00	0,00	200,64	100,32	100,32	0,00	73,81	73,81	0,00	0,00
07:20 a 07:40	157,32	157,32	0,00	0,00	153,10	153,10	0,00	0,00	299,16	149,58	149,58	0,00	253,80	126,90	126,90	0,00
07:40 a 08:00	108,25	108,25	0,00	0,00	103,86	103,86	0,00	0,00	201,54	100,77	100,77	0,00	74,68	74,68	0,00	0,00
08:00 a 08:20	372,33	186,16	186,16	0,00	156,40	156,40	0,00	0,00	304,36	152,18	152,18	0,00	122,99	122,99	0,00	0,00
08:20 a 08:40	424,44	212,22	212,22	0,00	182,25	182,25	0,00	0,00	357,04	178,52	178,52	0,00	305,91	152,96	152,96	0,00
08:40 a 09:00	375,60	187,80	187,80	0,00	156,96	156,96	0,00	0,00	307,32	153,66	153,66	0,00	124,87	124,87	0,00	0,00
09:00 a 09:20	427,67	213,83	213,83	0,00	182,80	182,80	0,00	0,00	359,96	179,98	179,98	0,00	309,63	154,81	154,81	0,00
09:20 a 09:40	378,86	189,43	189,43	0,00	157,51	157,51	0,00	0,00	310,27	155,14	155,14	0,00	126,75	126,75	0,00	0,00
09:40 a 10:00	379,98	189,99	189,99	0,00	157,52	157,52	0,00	0,00	311,22	155,61	155,61	0,00	126,17	126,17	0,00	0,00
10:00 a 10:20	274,81	137,40	137,40	0,00	103,64	103,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	161,51	80,76	80,76	0,00
10:20 a 10:40	259,23	129,61	129,61	0,00	95,18	95,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,65	69,65	0,00	0,00
10:40 a 11:00	258,20	129,10	129,10	0,00	94,10	94,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,97	67,97	0,00	0,00
11:00 a 11:20	272,84	136,42	136,42	0,00	100,96	100,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	157,70	78,85	78,85	0,00
11:20 a 11:40	257,26	128,63	128,63	0,00	92,49	92,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,74	67,74	0,00	0,00
11:40 a 12:00	256,23	128,12	128,12	0,00	91,40	91,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,05	66,05	0,00	0,00

Potência (kW) = Demanda																
Hora	Estação 1	B1-UC1	B2-UC13	B3-UC14	estação 2	B4-UC4	B5-UC5	B6-UC6	estação 3	B7-UC7	B8-UC8	B9-UC9	estação 4	B10-UC10	B11-UC11	B12-UC12
12:00 a 12:20	512,14	256,07	256,07	0,00	220,71	220,71	0,00	0,00	686,57	228,86	228,86	228,86	360,68	180,34	180,34	0,00
12:20 a 12:40	533,33	266,67	266,67	0,00	470,47	235,23	235,23	235,23	715,26	238,42	238,42	238,42	178,47	178,47	0,00	0,00
12:40 a 13:00	536,36	268,18	268,18	0,00	473,55	236,77	236,77	236,77	721,19	240,40	240,40	240,40	178,90	178,90	0,00	0,00
13:00 a 13:20	598,11	299,05	299,05	0,00	536,13	268,07	268,07	268,07	816,04	272,01	272,01	272,01	428,27	214,14	214,14	0,00
13:20 a 13:40	540,22	270,11	270,11	0,00	477,47	238,74	238,74	238,74	729,72	243,24	243,24	243,24	181,08	181,08	0,00	0,00
13:40 a 14:00	540,08	270,04	270,04	0,00	477,34	238,67	238,67	238,67	730,85	243,62	243,62	243,62	179,86	179,86	0,00	0,00
14:00 a 14:20	598,66	299,33	299,33	0,00	536,72	268,36	268,36	268,36	820,87	273,62	273,62	273,62	426,94	213,47	213,47	0,00
14:20 a 14:40	391,44	195,72	195,72	0,00	326,71	163,35	163,35	163,35	151,23	151,23	0,00	0,00	126,84	126,84	0,00	0,00
14:40 a 15:00	389,27	194,63	194,63	0,00	324,52	162,26	162,26	162,26	149,48	149,48	0,00	0,00	124,57	124,57	0,00	0,00
15:00 a 15:20	437,97	218,99	218,99	0,00	373,89	186,94	186,94	186,94	173,63	173,63	0,00	0,00	305,70	152,85	152,85	0,00
15:20 a 15:40	114,77	114,77	0,00	0,00	215,37	107,68	107,68	107,68	95,00	95,00	0,00	0,00	73,72	73,72	0,00	0,00
15:40 a 16:00	112,56	112,56	0,00	0,00	212,05	106,02	106,02	106,02	92,67	92,67	0,00	0,00	70,88	70,88	0,00	0,00
16:00 a 16:20	161,09	161,09	0,00	0,00	310,58	155,29	155,29	155,29	141,50	141,50	0,00	0,00	248,02	124,01	124,01	0,00
16:20 a 16:40	112,07	112,07	0,00	0,00	213,32	106,66	106,66	106,66	91,99	91,99	0,00	0,00	71,75	71,75	0,00	0,00
16:40 a 17:00	111,55	111,55	0,00	0,00	213,43	106,71	106,71	106,71	91,37	91,37	0,00	0,00	70,63	70,63	0,00	0,00
17:00 a 17:20	160,10	160,10	0,00	0,00	311,94	155,97	155,97	155,97	140,22	140,22	0,00	0,00	247,55	123,78	123,78	0,00
17:20 a 17:40	162,46	162,46	0,00	0,00	317,80	158,90	158,90	158,90	293,91	146,96	146,96	0,00	121,14	121,14	0,00	0,00
17:40 a 18:00	188,24	188,24	0,00	0,00	370,61	185,30	185,30	185,30	346,73	173,36	173,36	0,00	302,31	151,16	151,16	0,00
18:00 a 18:20	163,02	163,02	0,00	0,00	321,14	160,57	160,57	160,57	296,89	148,45	148,45	0,00	123,04	123,04	0,00	0,00
18:20 a 18:40	163,04	163,04	0,00	0,00	322,28	161,14	161,14	161,14	297,85	148,93	148,93	0,00	122,46	122,46	0,00	0,00
18:40 a 19:00	188,80	188,80	0,00	0,00	375,04	187,52	187,52	187,52	350,62	175,31	175,31	0,00	304,91	152,45	152,45	0,00
19:00 a 19:20	163,60	163,60	0,00	0,00	325,62	162,81	162,81	162,81	300,83	150,41	150,41	0,00	124,35	124,35	0,00	0,00
19:20 a 19:40	98,59	98,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	177,70	88,85	88,85	0,00	66,25	66,25	0,00	0,00
19:40 a 20:00	105,44	105,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	192,41	96,20	96,20	0,00	154,28	77,14	77,14	0,00
20:00 a 20:20	97,00	97,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	176,40	88,20	88,20	0,00	66,03	66,03	0,00	0,00
20:20 a 20:40	95,93	95,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	175,19	87,60	87,60	0,00	64,35	64,35	0,00	0,00
20:40 a 21:00	102,78	102,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	189,90	94,95	94,95	0,00	150,51	75,26	75,26	0,00
21:00 a 21:20	94,34	94,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	173,89	86,95	86,95	0,00	64,14	64,14	0,00	0,00
21:20 a 21:40	93,26	93,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,68	86,34	86,34	0,00	62,46	62,46	0,00	0,00
21:40 a 22:00	227,16	227,16	0,00	0,00	709,77	236,59	236,59	236,59	432,88	216,44	216,44	0,00	353,97	176,99	176,99	0,00
22:00 a 22:20	523,85	261,93	261,93	0,00	742,66	247,55	247,55	247,55	450,59	225,30	225,30	0,00	174,92	174,92	0,00	0,00
22:20 a 22:40	526,89	263,44	263,44	0,00	748,84	249,61	249,61	249,61	453,50	226,75	226,75	0,00	175,35	175,35	0,00	0,00
22:40 a 23:00	586,21	293,11	293,11	0,00	839,89	279,96	279,96	279,96	513,60	256,80	256,80	0,00	418,68	209,34	209,34	0,00
23:00 a 23:20	528,82	264,41	264,41	0,00	754,97	251,66	251,66	251,66	455,11	227,56	227,56	0,00	176,54	176,54	0,00	0,00
23:20 a 23:40	529,30	264,65	264,65	0,00	757,29	252,43	252,43	252,43	455,42	227,71	227,71	0,00	175,64	175,64	0,00	0,00
23:40 a 00:00	588,59	294,30	294,30	0,00	848,26	282,75	282,75	282,75	515,49	257,75	257,75	0,00	419,25	209,62	209,62	0,00

Hora	Consumo UC1	Consumo UC13	Consumo UC14	Cunsumo UC4	Cunsumo UC5	Cunsumo UC6	Cunsumo UC7	Cunsumo UC8	Cunsumo UC9	Cunsumo UC10	Cunsumo UC11	Cunsumo UC12
	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)
00:00 a 00:20	114,32	114,32	114,32	79,71	79,71	79,71	75,50	75,50	0,00	60,16	0,00	0,00
00:20 a 00:40	114,56	114,56	114,56	79,79	79,79	79,79	75,54	75,54	0,00	59,86	0,00	0,00
00:40 a 01:00	124,17	124,17	124,17	89,76	89,76	89,76	85,53	85,53	0,00	71,14	71,14	0,00
01:00 a 01:20	115,18	115,18	115,18	80,11	80,11	80,11	75,80	75,80	0,00	60,24	0,00	0,00
01:20 a 04:40	56,85	0,00	0,00	54,35	54,35	54,35	50,97	50,97	0,00	42,44	0,00	0,00
01:40 a 02:00	64,98	0,00	0,00	62,69	62,69	62,69	59,31	59,31	0,00	51,97	51,97	0,00
02:00 a 02:20	56,15	0,00	0,00	54,01	54,01	54,01	50,57	50,57	0,00	42,16	0,00	0,00
02:20 a 02:40	55,71	0,00	0,00	53,76	53,76	53,76	50,28	50,28	0,00	41,52	0,00	0,00
02:40 a 03:00	63,84	0,00	0,00	62,10	62,10	62,10	58,63	58,63	0,00	51,06	51,06	0,00
03:00 a 03:20	55,00	0,00	0,00	53,42	53,42	53,42	49,88	49,88	0,00	41,24	0,00	0,00
03:20 a 03:40	63,15	0,00	0,00	61,77	61,77	61,77	58,23	58,23	0,00	50,79	50,79	0,00
03:40 a 04:00	54,30	0,00	0,00	53,08	53,08	53,08	49,48	49,48	0,00	40,97	0,00	0,00
04:00 a 04:20	53,86	0,00	0,00	52,83	52,83	52,83	49,19	49,19	0,00	40,33	0,00	0,00
04:20 a 04:40	62,45	0,00	0,00	61,63	61,63	61,63	58,00	58,00	0,00	50,33	50,33	0,00
04:40 a 05:00	54,05	0,00	0,00	53,38	53,38	53,38	49,69	49,69	0,00	40,96	0,00	0,00
05:00 a 05:20	54,05	0,00	0,00	53,57	53,57	53,57	49,85	49,85	0,00	40,76	0,00	0,00
05:20 a 05:40	62,64	0,00	0,00	62,37	62,37	62,37	58,65	58,65	0,00	50,76	50,76	0,00
05:40 a 06:00	54,24	0,00	0,00	54,13	54,13	54,13	50,35	50,35	0,00	41,39	0,00	0,00
06:00 a 06:20	36,58	0,00	0,00	35,12	0,00	0,00	33,31	33,31	0,00	24,69	0,00	0,00
06:20 a 06:40	52,77	0,00	0,00	51,36	0,00	0,00	49,73	49,73	0,00	42,38	42,38	0,00
06:40 a 07:00	36,42	0,00	0,00	34,95	0,00	0,00	33,45	33,45	0,00	24,97	0,00	0,00
07:00 a 07:20	36,25	0,00	0,00	34,78	0,00	0,00	33,44	33,44	0,00	24,60	0,00	0,00
07:20 a 07:40	52,44	0,00	0,00	51,03	0,00	0,00	49,86	49,86	0,00	42,30	42,30	0,00
07:40 a 08:00	36,08	0,00	0,00	34,62	0,00	0,00	33,59	33,59	0,00	24,89	0,00	0,00
08:00 a 08:20	62,05	62,05	0,00	52,13	0,00	0,00	50,73	50,73	0,00	41,00	0,00	0,00
08:20 a 08:40	70,74	70,74	0,00	60,75	0,00	0,00	59,51	59,51	0,00	50,99	50,99	0,00
08:40 a 09:00	62,60	62,60	0,00	52,32	0,00	0,00	51,22	51,22	0,00	41,62	0,00	0,00
09:00 a 09:20	71,28	71,28	0,00	60,93	0,00	0,00	59,99	59,99	0,00	51,60	51,60	0,00
09:20 a 09:40	63,14	63,14	0,00	52,50	0,00	0,00	51,71	51,71	0,00	42,25	0,00	0,00
09:40 a 10:00	63,33	63,33	0,00	52,51	0,00	0,00	51,87	51,87	0,00	42,06	0,00	0,00
10:00 a 10:20	45,80	45,80	0,00	34,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,92	26,92	0,00
10:20 a 10:40	43,20	43,20	0,00	31,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,22	0,00	0,00
10:40 a 11:00	43,03	43,03	0,00	31,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,66	0,00	0,00
11:00 a 11:20	45,47	45,47	0,00	33,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,28	26,28	0,00
11:20 a 11:40	42,88	42,88	0,00	30,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,58	0,00	0,00
11:40 a 12:00	42,71	42,71	0,00	30,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,02	0,00	0,00

Hora	Consumo UCI	Consumo UC13	Consumo UC14	Consumo UC4	Consumo UC5	Consumo UC6	Consumo UC7	Consumo UC8	Consumo UC9	Consumo UC10	Consumo UC11	Consumo UC12
	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)	(KW.h)
12:00 a 12:20	85,36	85,36	0,00	73,57	0,00	0,00	76,29	76,29	76,29	60,11	60,11	0,00
12:20 a 12:40	88,89	88,89	0,00	78,41	78,41	78,41	79,47	79,47	79,47	59,49	0,00	0,00
12:40 a 13:00	89,39	89,39	0,00	78,92	78,92	78,92	80,13	80,13	80,13	59,63	0,00	0,00
13:00 a 13:20	99,68	99,68	0,00	89,36	89,36	89,36	90,67	90,67	90,67	71,38	71,38	0,00
13:20 a 13:40	90,04	90,04	0,00	79,58	79,58	79,58	81,08	81,08	81,08	60,36	0,00	0,00
13:40 a 14:00	90,01	90,01	0,00	79,56	79,56	79,56	81,21	81,21	81,21	59,95	0,00	0,00
14:00 a 14:20	99,78	99,78	0,00	89,45	89,45	89,45	91,21	91,21	91,21	71,16	71,16	0,00
14:20 a 14:40	65,24	65,24	0,00	54,45	54,45	54,45	50,41	0,00	0,00	42,28	0,00	0,00
14:40 a 15:00	64,88	64,88	0,00	54,09	54,09	54,09	49,83	0,00	0,00	41,52	0,00	0,00
15:00 a 15:20	73,00	73,00	0,00	62,31	62,31	62,31	57,88	0,00	0,00	50,95	50,95	0,00
15:20 a 15:40	38,26	0,00	0,00	35,89	35,89	35,89	31,67	0,00	0,00	24,57	0,00	0,00
15:40 a 16:00	37,52	0,00	0,00	35,34	35,34	35,34	30,89	0,00	0,00	23,63	0,00	0,00
16:00 a 16:20	53,70	0,00	0,00	51,76	51,76	51,76	47,17	0,00	0,00	41,34	41,34	0,00
16:20 a 16:40	37,36	0,00	0,00	35,55	35,55	35,55	30,66	0,00	0,00	23,92	0,00	0,00
16:40 a 17:00	37,18	0,00	0,00	35,57	35,57	35,57	30,46	0,00	0,00	23,54	0,00	0,00
17:00 a 17:20	53,37	0,00	0,00	51,99	51,99	51,99	46,74	0,00	0,00	41,26	41,26	0,00
17:20 a 17:40	54,15	0,00	0,00	52,97	52,97	52,97	48,99	48,99	0,00	40,38	0,00	0,00
17:40 a 18:00	62,75	0,00	0,00	61,77	61,77	61,77	57,79	57,79	0,00	50,39	50,39	0,00
18:00 a 18:20	54,34	0,00	0,00	53,52	53,52	53,52	49,48	49,48	0,00	41,01	0,00	0,00
18:20 a 18:40	54,35	0,00	0,00	53,71	53,71	53,71	49,64	49,64	0,00	40,82	0,00	0,00
18:40 a 19:00	62,93	0,00	0,00	62,51	62,51	62,51	58,44	58,44	0,00	50,82	50,82	0,00
19:00 a 19:20	54,53	0,00	0,00	54,27	54,27	54,27	50,14	50,14	0,00	41,45	0,00	0,00
19:20 a 19:40	32,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,62	29,62	0,00	22,08	0,00	0,00
19:40 a 20:00	35,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,07	32,07	0,00	25,71	25,71	0,00
20:00 a 20:20	32,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,40	29,40	0,00	22,01	0,00	0,00
20:20 a 20:40	31,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,20	29,20	0,00	21,45	0,00	0,00
20:40 a 21:00	34,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,65	31,65	0,00	25,09	25,09	0,00
21:00 a 21:20	31,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,98	28,98	0,00	21,38	0,00	0,00
21:20 a 21:40	31,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,78	28,78	0,00	20,82	0,00	0,00
21:40 a 22:00	75,72	0,00	0,00	78,86	78,86	78,86	72,15	72,15	0,00	59,00	59,00	0,00
22:00 a 22:20	87,31	87,31	0,00	82,52	82,52	82,52	75,10	75,10	0,00	58,31	0,00	0,00
22:20 a 22:40	87,81	87,81	0,00	83,20	83,20	83,20	75,58	75,58	0,00	58,45	0,00	0,00
22:40 a 23:00	97,70	97,70	0,00	93,32	93,32	93,32	85,60	85,60	0,00	69,78	69,78	0,00
23:00 a 23:20	88,14	88,14	0,00	83,89	83,89	83,89	75,85	75,85	0,00	58,85	0,00	0,00
23:20 a 23:40	88,22	88,22	0,00	84,14	84,14	84,14	75,90	75,90	0,00	58,55	0,00	0,00
23:40 a 00:00	98,10	98,10	0,00	94,25	94,25	94,25	85,92	85,92	0,00	69,87	69,87	0,00

Hora	Custo de Energia												TOTAL
	Energia UC1	Energia UC13	Energia UC14	Energia UC4	Energia UC5	Energia UC6	Energia UC7	Energia UC8	Energia UC9	Energia UC10	Energia UC11	Energia UC12	
	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
00:00 a 00:20	8,10	7,80	8,94	5,83	6,40	5,49	6,06	5,53	0,00	4,70	0,00	0,00	58,86
00:20 a 00:40	8,12	7,82	8,96	5,84	6,40	5,50	6,06	5,53	0,00	4,68	0,00	0,00	58,91
00:40 a 01:00	8,80	8,47	9,71	6,57	7,20	6,18	6,86	6,26	0,00	5,56	4,28	0,00	69,92
01:00 a 01:20	8,17	7,86	9,01	5,86	6,43	5,52	6,08	5,55	0,00	4,71	0,00	0,00	59,19
01:20 a 04:40	4,03	0,00	0,00	3,98	4,36	3,74	4,09	3,73	0,00	3,32	0,00	0,00	27,26
01:40 a 02:00	4,61	0,00	0,00	4,59	5,03	4,32	4,76	4,34	0,00	4,06	3,13	0,00	34,84
02:00 a 02:20	3,98	0,00	0,00	3,95	4,33	3,72	4,06	3,70	0,00	3,30	0,00	0,00	27,05
02:20 a 02:40	3,95	0,00	0,00	3,93	4,31	3,70	4,03	3,68	0,00	3,25	0,00	0,00	26,86
02:40 a 03:00	4,53	0,00	0,00	4,55	4,98	4,28	4,70	4,29	0,00	3,99	3,07	0,00	34,40
03:00 a 03:20	3,90	0,00	0,00	3,91	4,29	3,68	4,00	3,65	0,00	3,23	0,00	0,00	26,66
03:20 a 03:40	4,48	0,00	0,00	4,52	4,96	4,25	4,67	4,27	0,00	3,97	3,06	0,00	34,18
03:40 a 04:00	3,85	0,00	0,00	3,89	4,26	3,66	3,97	3,62	0,00	3,20	0,00	0,00	26,45
04:00 a 04:20	3,82	0,00	0,00	3,87	4,24	3,64	3,95	3,60	0,00	3,15	0,00	0,00	26,27
04:20 a 04:40	4,43	0,00	0,00	4,51	4,95	4,24	4,65	4,25	0,00	3,94	3,03	0,00	34,00
04:40 a 05:00	3,83	0,00	0,00	3,91	4,28	3,68	3,99	3,64	0,00	3,20	0,00	0,00	26,53
05:00 a 05:20	3,83	0,00	0,00	3,92	4,30	3,69	4,00	3,65	0,00	3,19	0,00	0,00	26,58
05:20 a 05:40	4,44	0,00	0,00	4,57	5,01	4,30	4,71	4,30	0,00	3,97	3,06	0,00	34,33
05:40 a 06:00	3,84	0,00	0,00	3,96	4,34	3,73	4,04	3,69	0,00	3,24	0,00	0,00	26,84
06:00 a 06:20	2,59	0,00	0,00	2,57	0,00	0,00	2,67	2,44	0,00	1,93	0,00	0,00	12,21
06:20 a 06:40	3,74	0,00	0,00	3,76	0,00	0,00	3,99	3,64	0,00	3,31	2,55	0,00	21,00
06:40 a 07:00	2,58	0,00	0,00	2,56	0,00	0,00	2,68	2,45	0,00	1,95	0,00	0,00	12,23
07:00 a 07:20	2,57	0,00	0,00	2,55	0,00	0,00	2,68	2,45	0,00	1,92	0,00	0,00	12,17
07:20 a 07:40	3,72	0,00	0,00	3,74	0,00	0,00	4,00	3,65	0,00	3,31	2,55	0,00	20,96
07:40 a 08:00	2,56	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	2,70	2,46	0,00	1,95	0,00	0,00	12,19
08:00 a 08:20	4,40	4,23	0,00	3,82	0,00	0,00	4,07	3,72	0,00	3,21	0,00	0,00	23,44
08:20 a 08:40	5,01	4,83	0,00	4,45	0,00	0,00	4,77	4,36	0,00	3,99	3,07	0,00	30,48
08:40 a 09:00	4,44	4,27	0,00	3,83	0,00	0,00	4,11	3,75	0,00	3,25	0,00	0,00	23,66
09:00 a 09:20	5,05	4,86	0,00	4,46	0,00	0,00	4,81	4,39	0,00	4,04	3,11	0,00	30,73
09:20 a 09:40	4,48	4,31	0,00	3,84	0,00	0,00	4,15	3,79	0,00	3,30	0,00	0,00	23,87
09:40 a 10:00	4,49	4,32	0,00	3,84	0,00	0,00	4,16	3,80	0,00	3,29	0,00	0,00	23,90
10:00 a 10:20	3,25	3,13	0,00	2,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,11	1,62	0,00	12,63
10:20 a 10:40	3,06	2,95	0,00	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00	0,00	10,15
10:40 a 11:00	3,05	2,94	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	10,05
11:00 a 11:20	3,22	3,10	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	1,58	0,00	12,43
11:20 a 11:40	3,04	2,93	0,00	2,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	9,99
11:40 a 12:00	3,03	2,91	0,00	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72	0,00	0,00	9,89
12:00 a 12:20	6,05	5,82	0,00	5,39	0,00	0,00	6,12	5,59	5,24	4,70	3,62	0,00	42,53
12:20 a 12:40	6,30	6,07	0,00	5,74	6,29	5,40	6,38	5,82	5,46	4,65	0,00	0,00	52,11

Custo de Energia													TOTAL
Hora	Energia UC1	Energia UC13	Energia UC14	Energia UC4	Energia UC5	Energia UC6	Energia UC7	Energia UC8	Energia UC9	Energia UC10	Energia UC11	Energia UC12	
	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	
12:40 a 13:00	6,34	6,10	0,00	5,78	6,33	5,44	6,43	5,87	5,51	4,66	0,00	0,00	52,45
13:00 a 13:20	7,07	6,80	0,00	6,54	7,17	6,15	7,28	6,64	6,23	5,58	4,30	0,00	63,76
13:20 a 13:40	6,38	6,14	0,00	5,83	6,39	5,48	6,51	5,94	5,57	4,72	0,00	0,00	52,96
13:40 a 14:00	6,38	6,14	0,00	5,82	6,38	5,48	6,52	5,95	5,58	4,69	0,00	0,00	52,94
14:00 a 14:20	7,07	6,81	0,00	6,55	7,18	6,16	7,32	6,68	6,27	5,56	4,29	0,00	63,89
14:20 a 14:40	4,62	4,45	0,00	3,99	4,37	3,75	4,04	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	28,53
14:40 a 15:00	4,60	4,43	0,00	3,96	4,34	3,72	4,00	0,00	0,00	3,25	0,00	0,00	28,30
15:00 a 15:20	5,17	4,98	0,00	4,56	5,00	4,29	4,64	0,00	0,00	3,98	3,07	0,00	35,71
15:20 a 15:40	2,71	0,00	0,00	2,63	2,88	2,47	2,54	0,00	0,00	1,92	0,00	0,00	15,15
15:40 a 16:00	2,66	0,00	0,00	2,59	2,84	2,43	2,48	0,00	0,00	1,85	0,00	0,00	14,84
16:00 a 16:20	3,81	0,00	0,00	3,79	4,15	3,56	3,78	0,00	0,00	3,23	2,49	0,00	24,82
16:20 a 16:40	2,65	0,00	0,00	2,60	2,85	2,45	2,46	0,00	0,00	1,87	0,00	0,00	14,88
16:40 a 17:00	2,64	0,00	0,00	2,60	2,85	2,45	2,44	0,00	0,00	1,84	0,00	0,00	14,83
17:00 a 17:20	3,78	0,00	0,00	3,81	4,17	3,58	3,75	0,00	0,00	3,23	2,48	0,00	24,80
17:20 a 17:40	3,84	0,00	0,00	3,88	4,25	3,65	3,93	3,59	0,00	3,16	0,00	0,00	26,29
17:40 a 18:00	6,59	0,00	0,00	6,67	6,75	6,18	6,66	5,97	0,00	5,04	5,14	0,00	49,00
18:00 a 18:20	5,71	0,00	0,00	5,78	5,85	5,35	5,70	5,11	0,00	4,10	0,00	0,00	37,61
18:20 a 18:40	5,71	0,00	0,00	5,80	5,87	5,37	5,72	5,13	0,00	4,08	0,00	0,00	37,68
18:40 a 19:00	6,61	0,00	0,00	6,75	6,83	6,25	6,73	6,04	0,00	5,08	5,19	0,00	49,48
19:00 a 19:20	5,73	0,00	0,00	5,86	5,93	5,43	5,78	5,18	0,00	4,15	0,00	0,00	38,05
19:20 a 19:40	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,41	3,06	0,00	2,21	0,00	0,00	12,13
19:40 a 20:00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	3,31	0,00	2,57	2,62	0,00	15,90
20:00 a 20:20	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,39	3,04	0,00	2,20	0,00	0,00	12,02
20:20 a 20:40	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	2,14	0,00	1,68	0,00	0,00	8,43
20:40 a 21:00	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54	2,32	0,00	1,96	1,51	0,00	10,76
21:00 a 21:20	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	2,12	0,00	1,67	0,00	0,00	8,35
21:20 a 21:40	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	2,11	0,00	1,63	0,00	0,00	8,25
21:40 a 22:00	5,37	0,00	0,00	5,77	6,33	5,43	5,79	5,28	0,00	4,61	3,55	0,00	42,14
22:00 a 22:20	6,19	5,96	0,00	6,04	6,62	5,68	6,03	5,50	0,00	4,56	0,00	0,00	46,58
22:20 a 22:40	6,23	5,99	0,00	6,09	6,68	5,73	6,06	5,54	0,00	4,57	0,00	0,00	46,89
22:40 a 23:00	6,93	6,67	0,00	6,83	7,49	6,43	6,87	6,27	0,00	5,46	4,20	0,00	57,14
23:00 a 23:20	6,25	6,01	0,00	6,14	6,73	5,78	6,09	5,56	0,00	4,60	0,00	0,00	47,16
23:20 a 23:40	6,25	6,02	0,00	6,16	6,75	5,79	6,09	5,56	0,00	4,58	0,00	0,00	47,21
23:40 a 00:00	6,95	6,69	0,00	6,90	7,56	6,49	6,89	6,29	0,00	5,46	4,21	0,00	57,46
Total	331,24	171,83	36,63	289,05	246,92	213,71	304,54	249,81	39,86	247,79	80,79	0,00	2212,16

TESTE DE ACEITAÇÃO 40 – MÓDULO TARIFAÇÃO (VALORES EXTREMOS)**OBJETIVO**

Cálculo:

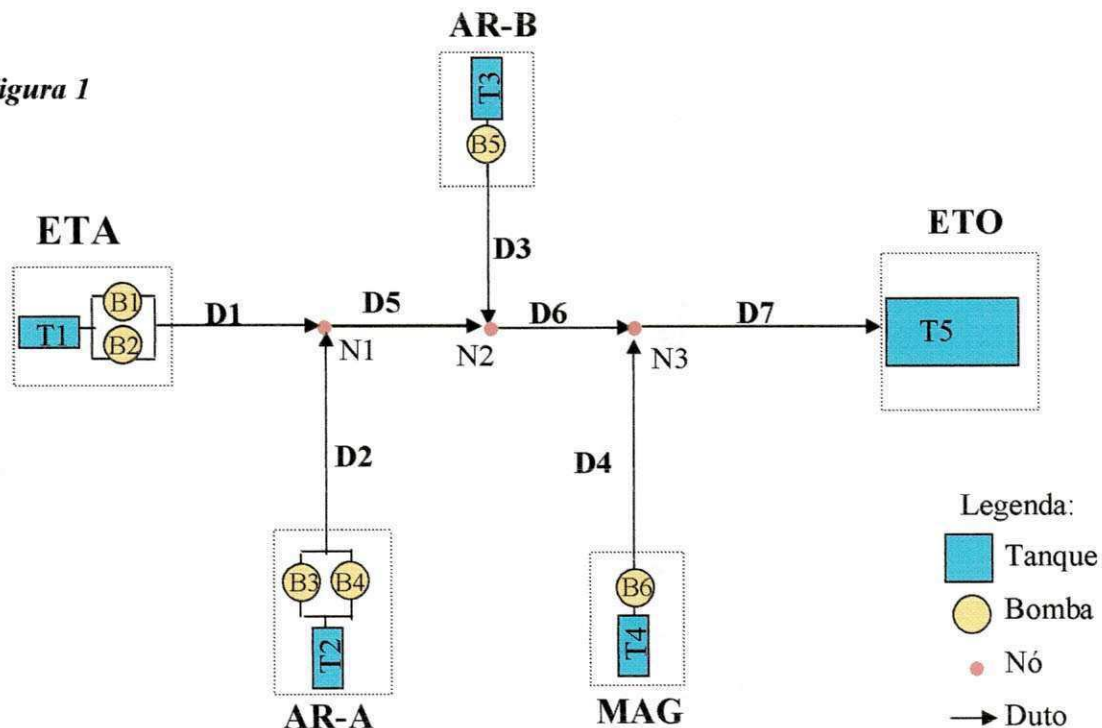
- (a) da demanda consumida (normal);
- (b) da demanda de ultrapassagem (quando houver necessidade);
- (b) do consumo de energia (nos horários de ponta e fora de ponta);
- (c) custo relativo à demanda;
- (d) custo relativo ao consumo de energia.

Este teste tem como objetivo, verificar o sistema para a situação de valores extremos (valores altos) de temperatura, BSW e massa específica do fluido. Adotando-se duas UCs (tarifação horo-sazonal verde) em uma mesma malha.

MALHA

Cinco estações; quatro tanques produtores; um tanque receptor; seis bombas de deslocamento positivo; duas unidades consumidoras de energia.

Figura 1



Aceleração da gravidade = $9,8 \text{ m/s}^2$

DADOS DA TARIFICAÇÃO

Simulação do dia: 30/07/2004 (sábado) – 24 horas em intervalos de 20/20 minutos

Período Seco

Dia útil

Tarifação Horozasonal verde

Horário de ponta: 17:40 a 20:20

Período Seco: Maio a novembro (00:00 h do dia 01 de maio a 00:00 do dia 1 de dezembro)

TARIFAS – DEMANDAS CONTRATADAS

Unidade consumidora	Estação	Demanda contratada [kW]				Tarifação
		Ponta	Tolerância	Fora de ponta	Tolerância	
UC4	ETA/ARA	-	-	750	10% = 825	verde
UC5	ARB/MAG	-	-	500	5% = 525	verde

Unidade consumidora (UC)	Estação	Demanda R\$/KW		Demanda de ultrapassagem R\$/KW		Consumo R\$/MWh				
		Ponta	Fora de Ponta	Ponta	Fora de Ponta	Ponta		Fora de Ponta		
						Seca	Úmida	Seca	Úmida	
		Preço	1	2	3	4	5	6	7	8
UC4	ETA/ARA	-	5,66	-	16,99	105,05	93,22	70,89	61,42	
UC5	ARB/MAG	-	9,14	-	27,43	167,18	154,33	81,03	71,73	

DADOS DOS TANQUES

Estação	Tanque	Cota de fundo h [m]	Nível máximo $n_{m\acute{a}x}$ [m]	Nível máximo de controle $nc_{m\acute{a}x}$ [m]	Nível mínimo de controle $nc_{m\acute{i}n}$ [m]	Diâmetro D [m]	Área da base Ab [m ²]	Capacidade útil do tanque V [m ³]
ETA	T1	29,8	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARA	T2	10,70	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARB	T3	17,10	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
MAG	T4	34,10	5,00	4,50	0,50	5,00	19,63	78,52
ETO	T5	71,90	12,20	11,50	0,50	10,60	88,25	970,75

DADOS DOS DUTOS

Duto	Diâmetro interno d [mm]	Comprimento l [m]	Rugosidade de ϵ [mm]	Cota de Montante h_{mon} [m]	Cota de jusante h_{jus} [m]	Pressão máxima p_{max} [mcf]	Pressão mínima p_{min} [mcf]	Velocidade Máxima v_{max} [m/s]	Velocidade Mínima v_{min} [m/s]
D1	591	7000	0,025	29,8	10,7	300	2	3,00	0,10
D2	337	1200	0,025	10,7	10,7	300	2	3,00	0,10
D3	255	1200	0,025	17,1	17,1	300	2	3,00	0,10
D4	255	1200	0,025	34,1	34,1	300	2	3,00	0,10
D5	591	4200	0,025	10,7	17,1	300	2	3,00	0,10
D6	591	6300	0,025	17,1	34,1	300	2	3,00	0,10
D7	591	20000	0,025	34,1	71,9	200	2	3,00	0,10

DADOS DAS BOMBAS

Estação	Nº de bombas*	Cota h [m]	Rendimento do motor n_M [%]	Rendimento da bomba			Curva Característica			
				n_B [%]			a	b	c	
ETA	T1	2	29,8	90	0	0	90	0	-200	12000
ARA	T2	2	10,7	90	0	0	90	0	-200	12000
ARB	T3	1	17,1	90	0	0	90	0	-200	28000
MAG	T4	1	34,1	90	0	0	90	0	-200	3000

* Todas as bombas de uma estação possuem os mesmos dados

$$H_{man} [\text{mcf}] = a.Q^2 + b.Q + c; Q [\text{l/s}]$$

PREVISÃO DA PRODUÇÃO

Vazão: Q [l/s]					
período	ETA	ARA	ARB	MAG	ETO
00:00 a 05:00	90	90	100	10	380
05:00 a 10:00	90	90	100	10	260
10:00 a 11:20	90	45	100	10	260
11:20 a 13:00	90	45	80		260
13:00 a 16:00	90	45	80	10	150
16:00 a 18:20	90	45	80	10	350
18:20 a 22:20	90	45	80	10	150
22:20 a 00:00	90	45	80	10	380

Viscosidade Cinemática do fluido: $\nu = p \cdot T^q$ [m²/s]

período	ETA		ARA		ARB		MAG	
	p	q	p	q	p	q	p	q
00:00	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425

BSW [%]

período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	100	100	100	100

Temperatura do fluido: T [°C]

período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	100	100	100	100

Massa específica do fluido: ρ [kg/m³]

período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

CONDIÇÕES INICIAIS DO SISTEMA

Estação	Tanque	Nível inicial n [m]	BSW [%]	Massa específica ρ [kg/m ³]	Viscosidade cinemática ν [m ² /s]		Temperatura do fluido T [°C]	Quantidade de bombas ligadas inicialmente
					p	q		
ETA	T1	5,00	100	1000,0	0,0512023	-1,4425	100	2
ARA	T2	7,50	100	1000,0	0,0512023	-1,4425	100	1
ARB	T3	8,10	100	1000,0	0,0512023	-1,4425	100	1
MAG	T4	1,20	100	1000,0	0,0512023	-1,4425	100	1
ETO	T5	10,20	100	1000,0	0,0512023	-1,4425	100	-

HORA	Perda de carga [m]							Iman [m]				Potência (kw)				Demanda [kw]		Consumo [kw.h]	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	ETA	ARA	AR3	MAG	ETA	ARA	ARB	MAG	UC1	UC2	UC1	UC2
00:00	0,000	3,359	54,750	1,148	0,568	9,913	35,577	0,000	113,317	157,141	83,525	0,00	81,48	264,68	14,74	81,48	279,41	27,16	93,14
00:20	0,000	11,033	54,673	1,141	2,716	15,563	54,341	0,000	144,868	179,742	100,294	0,00	207,79	302,50	17,59	207,79	320,09	69,26	106,70
00:40	0,000	11,042	54,693	0,000	2,718	15,572	49,436	0,000	138,907	173,932	0,000	0,00	199,34	292,78	0,00	199,34	292,78	66,45	97,59
01:00	0,000	11,044	54,697	0,000	2,718	15,574	49,442	0,000	137,644	172,814	0,000	0,00	197,55	290,91	0,00	197,55	290,91	65,85	96,97
01:20	4,507	10,940	54,495	0,000	8,924	29,948	95,074	173,800	202,479	231,489	0,000	248,68	289,01	388,86	0,00	537,69	388,86	179,23	129,62
01:40	4,507	10,939	54,494	0,000	8,924	29,947	95,071	174,112	202,786	231,944	0,000	249,12	289,44	389,62	0,00	538,56	389,62	179,52	129,87
02:00	4,507	10,939	54,492	0,000	8,923	29,946	95,067	174,423	203,094	232,398	0,000	249,56	289,87	390,38	0,00	539,43	390,38	179,81	130,13
02:20	4,506	10,938	54,491	0,000	8,923	29,945	95,063	174,735	203,401	232,853	0,000	250,00	290,30	391,13	0,00	540,30	391,13	180,10	130,38
02:40	4,502	10,928	54,468	1,126	8,914	29,922	101,418	181,371	210,027	239,622	138,905	259,34	299,59	402,40	24,04	558,93	426,45	186,31	142,15
03:00	4,502	10,927	54,465	1,126	8,913	29,920	101,411	181,869	210,521	240,264	139,286	260,05	300,28	403,47	24,10	560,33	427,58	186,78	142,53
03:20	4,501	10,926	54,463	1,126	8,913	29,918	101,405	182,368	211,015	240,905	139,667	260,75	300,98	404,54	24,17	561,72	428,71	187,24	142,90
03:40	4,501	10,925	54,461	1,126	8,912	29,916	101,398	182,866	211,509	241,547	140,047	261,45	301,67	405,61	24,23	563,11	429,84	187,70	143,28
04:00	4,501	10,925	54,459	1,126	8,911	29,914	101,391	183,363	212,002	242,188	140,428	262,15	302,36	406,68	24,29	564,51	430,97	188,17	143,66
04:20	4,500	10,924	54,457	1,126	8,911	29,913	101,384	183,861	212,495	242,828	140,808	262,85	303,05	407,74	24,35	565,90	432,10	188,63	144,03
04:40	4,546	11,036	0,000	1,147	9,002	13,503	47,536	114,247	142,944	0,000	87,367	164,29	205,06	0,00	15,39	369,35	15,39	123,12	5,13
05:00	4,547	11,038	0,000	1,147	9,004	13,506	47,547	112,915	141,610	0,000	85,917	162,39	203,17	0,00	15,15	365,56	15,15	121,85	5,05
05:20	4,547	11,037	0,000	1,147	9,004	13,505	47,545	113,196	141,886	0,000	86,086	162,79	203,56	0,00	15,17	366,36	15,17	122,12	5,06
05:40	4,546	11,037	0,000	1,147	9,003	13,505	47,543	113,477	142,163	0,000	86,254	163,19	203,95	0,00	15,20	367,15	15,20	122,38	5,07
06:00	4,546	11,037	0,000	1,147	9,003	13,504	47,540	113,758	142,440	0,000	86,423	163,59	204,35	0,00	15,23	367,94	15,23	122,65	5,08
06:20	4,546	11,036	0,000	1,147	9,002	13,504	47,538	114,038	142,716	0,000	86,591	163,99	204,74	0,00	15,26	368,73	15,26	122,91	5,09
06:40	4,524	3,332	54,601	1,135	5,449	22,285	76,460	148,449	169,441	200,630	115,672	212,86	121,26	337,40	20,18	334,12	357,58	111,37	119,19
07:00	4,523	3,331	54,596	1,135	5,448	22,282	76,448	149,787	169,972	202,107	116,896	214,75	121,64	339,86	20,39	336,39	360,25	112,13	120,08
07:20	4,526	3,334	54,610	0,000	5,452	22,293	70,771	145,481	164,859	197,952	0,000	208,66	118,03	332,93	0,00	326,69	332,93	108,90	110,98
07:40	4,525	3,334	54,606	0,000	5,451	22,291	70,764	146,629	165,200	199,240	0,000	210,28	118,27	335,08	0,00	328,55	335,08	109,52	111,69
08:00	4,524	3,333	54,602	0,000	5,450	22,288	70,756	147,777	165,541	200,527	0,000	211,91	118,51	337,22	0,00	330,42	337,22	110,14	112,41
08:20	4,523	3,333	54,597	0,000	5,450	22,286	70,748	148,924	165,882	201,813	0,000	213,53	118,75	339,37	0,00	332,29	339,37	110,76	113,12
08:40	4,523	3,333	54,593	0,000	5,449	22,283	70,741	150,071	166,222	203,100	0,000	215,16	118,99	341,52	0,00	334,15	341,52	111,38	113,84
09:00	0,946	3,348	54,684	0,000	2,723	15,584	49,474	116,959	135,896	176,525	0,000	84,08	97,53	297,12	0,00	181,61	297,12	60,54	99,04
09:20	0,945	3,346	54,665	1,143	2,721	15,577	54,392	121,423	140,357	181,920	96,242	87,25	100,70	306,14	16,91	187,95	323,05	62,65	107,68
09:40	0,945	3,346	54,663	1,143	2,721	15,577	54,391	121,173	140,106	182,616	96,684	87,07	100,52	307,30	16,98	187,59	324,28	62,53	108,09
10:00	0,945	3,346	54,661	1,143	2,721	15,576	54,390	120,923	139,854	183,311	97,126	86,90	100,34	308,46	17,06	187,24	325,52	62,41	108,51
10:20	0,945	3,346	54,658	1,143	2,721	15,576	54,388	120,672	140,213	184,004	97,567	86,72	100,60	309,62	17,13	187,31	326,75	62,44	108,92
10:40	0,945	3,346	54,656	1,142	2,721	15,576	54,386	120,420	140,572	184,698	98,008	86,54	100,85	310,78	17,21	187,39	327,99	62,46	109,33
11:00	0,945	3,345	54,654	1,142	2,721	15,575	54,384	120,169	140,931	185,391	98,448	86,36	101,10	311,94	17,28	187,46	329,22	62,49	109,74
11:20	0,945	3,345	54,651	1,142	2,721	15,575	54,382	119,917	141,289	186,085	98,888	86,18	101,36	313,10	17,35	187,54	330,46	62,51	110,15
11:40	0,949	3,369	0,000	1,157	2,741	4,111	15,935	69,782	91,784	0,000	60,899	50,36	66,12	0,00	10,83	116,48	10,83	38,83	3,61

HORA	Perda de carga [m]							Tlman [m]				Potência (kw)				Demanda [kw]		Consumo [kw.h]	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	ETA	ARA	ARB	MAG	ETA	ARA	ARB	MAG	UC1	UC2	UC1	UC2
12:00	0,950	3,370	0,000	1,158	2,741	4,112	15,941	67,661	90,275	0,000	59,477	48,84	65,04	0,00	10,58	113,88	10,58	37,96	3,53
12:20	0,950	3,371	0,000	1,158	2,742	4,113	15,946	65,541	88,766	0,000	58,056	47,32	63,96	0,00	10,33	111,28	10,33	37,09	3,44
12:40	0,950	3,371	0,000	1,159	2,743	4,114	15,951	63,422	87,257	0,000	56,636	45,80	62,88	0,00	10,08	108,68	10,08	36,23	3,36
13:00	0,950	3,372	0,000	1,159	2,744	4,115	15,956	61,303	85,749	0,000	55,216	44,27	61,80	0,00	9,84	106,08	9,84	35,36	3,28
13:20	0,950	3,372	0,000	1,159	2,744	4,116	15,957	60,674	85,730	0,000	55,287	43,82	61,79	0,00	9,85	105,61	9,85	35,20	3,28
13:40	0,950	3,373	0,000	0,000	2,745	4,118	13,072	57,163	82,830	0,000	0,000	41,30	59,71	0,00	0,00	101,01	0,00	33,67	0,00
14:00	0,951	3,374	0,000	0,000	2,745	4,118	13,073	56,335	82,613	0,000	0,000	40,70	59,56	0,00	0,00	100,26	0,00	33,42	0,00
14:20	0,947	3,350	54,722	0,000	2,727	15,600	49,524	103,417	130,286	165,463	0,000	74,43	93,55	278,61	0,00	167,98	278,61	55,99	92,87
14:40	0,947	3,350	54,714	0,000	2,726	15,597	49,516	104,459	131,937	167,718	0,000	75,17	94,72	282,38	0,00	169,89	282,38	56,63	94,13
15:00	0,947	3,349	54,706	0,000	2,726	15,595	49,507	105,501	133,588	169,972	0,000	75,91	95,90	286,16	0,00	171,81	286,16	57,27	95,39
15:20	4,529	3,333	54,603	0,000	5,454	22,297	70,783	140,841	165,941	200,118	0,000	202,08	118,80	336,54	0,00	320,88	336,54	106,96	112,18
15:40	4,523	3,329	54,573	1,135	5,447	22,276	76,427	149,109	174,015	208,782	117,974	213,79	124,49	351,00	20,57	338,28	371,57	112,76	123,86
16:00	4,521	3,328	54,562	1,133	5,445	22,269	76,399	151,919	176,629	211,998	120,675	217,77	126,33	356,37	21,02	344,10	377,39	114,70	125,80
16:20	4,521	3,328	54,560	1,133	5,445	22,269	76,397	152,045	176,560	212,537	120,683	217,95	126,28	357,27	21,02	344,23	378,29	114,74	126,10
16:40	4,521	3,328	54,559	1,133	5,445	22,268	76,396	152,171	176,491	213,075	120,691	218,13	126,23	358,17	21,02	344,36	379,19	114,79	126,40
17:00	4,521	3,328	54,557	1,133	5,445	22,268	76,394	152,297	176,421	213,613	120,699	218,31	126,19	359,06	21,02	344,49	380,09	114,83	126,70
17:20	4,542	0,000	54,653	1,142	2,725	15,585	54,416	121,063	0,000	185,590	98,739	173,99	0,00	312,27	17,33	173,99	329,60	58,00	109,87
17:40	4,542	0,000	54,654	1,142	2,725	15,586	54,420	120,405	0,000	185,343	97,963	173,06	0,00	311,86	17,20	173,06	329,06	57,69	109,69
18:00	4,575	0,000	0,000	1,158	2,745	4,118	15,960	69,866	0,000	0,000	58,739	100,84	0,00	0,00	10,45	100,84	10,45	33,61	3,48
18:20	4,577	0,000	0,000	1,159	2,746	4,119	15,968	67,339	0,000	0,000	56,099	97,22	0,00	0,00	9,99	97,22	9,99	32,41	3,33
18:40	4,577	0,000	0,000	1,159	2,746	4,119	15,967	67,521	0,000	0,000	56,170	97,48	0,00	0,00	10,00	97,48	10,00	32,49	3,33
19:00	4,577	0,000	0,000	1,159	2,746	4,119	15,967	67,702	0,000	0,000	56,241	97,74	0,00	0,00	10,02	97,74	10,02	32,58	3,34
19:20	4,576	0,000	0,000	1,159	2,746	4,119	15,967	67,883	0,000	0,000	56,312	98,00	0,00	0,00	10,03	98,00	10,03	32,67	3,34
19:40	4,576	0,000	0,000	1,159	2,746	4,119	15,966	68,064	0,000	0,000	56,383	98,26	0,00	0,00	10,04	98,26	10,04	32,75	3,35
20:00	4,578	0,000	0,000	0,000	2,747	4,120	13,080	65,364	0,000	0,000	0,000	94,38	0,00	0,00	0,00	94,38	0,00	31,46	0,00
20:20	4,578	0,000	0,000	0,000	2,747	4,120	13,080	65,346	0,000	0,000	0,000	94,36	0,00	0,00	0,00	94,36	0,00	31,45	0,00
20:40	4,547	0,000	54,718	0,000	2,728	15,603	49,534	113,214	0,000	166,728	0,000	162,82	0,00	280,73	0,00	162,82	280,73	54,27	93,58
21:00	4,545	0,000	54,710	0,000	2,727	15,600	49,524	115,061	0,000	168,981	0,000	165,45	0,00	284,50	0,00	165,45	284,50	55,15	94,83
21:20	4,544	0,000	54,702	0,000	2,727	15,597	49,514	116,907	0,000	171,233	0,000	168,08	0,00	288,27	0,00	168,08	288,27	56,03	96,09
21:40	4,543	0,000	54,694	0,000	2,726	15,594	49,504	118,752	0,000	173,485	0,000	170,70	0,00	292,03	0,00	170,70	292,03	56,90	97,34
22:00	0,943	10,985	54,572	1,134	5,440	22,258	76,366	153,251	174,308	209,161	118,202	109,83	249,39	351,64	20,61	359,22	372,24	119,74	124,08
22:20	0,943	10,980	54,561	1,133	5,437	22,250	76,337	155,253	177,718	212,373	120,900	111,24	254,20	357,00	21,06	365,44	378,05	121,81	126,02
22:40	0,943	10,979	54,561	1,134	5,437	22,251	76,338	154,167	178,046	212,507	120,501	110,48	254,66	357,22	20,99	365,14	378,21	121,71	126,07
23:00	0,943	10,979	54,560	1,134	5,437	22,251	76,339	153,081	178,373	212,640	120,102	109,71	255,12	357,44	20,92	364,83	378,36	121,61	126,12
23:20	0,943	10,978	54,560	1,134	5,438	22,251	76,341	151,995	178,701	212,773	119,703	108,94	255,58	357,66	20,86	364,52	378,52	121,51	126,17
23:40	0,943	10,978	54,559	1,134	5,438	22,251	76,342	150,910	179,029	212,907	119,305	108,17	256,05	357,89	20,79	364,22	378,68	121,41	126,23
00:00	0,943	10,977	54,559	1,134	5,438	22,251	76,344	149,824	179,356	213,040	118,907	0,00	81,48	264,68	14,74	81,48	279,41	27,16	93,14

hora	Custo energia (R\$)		Custo energia total (R\$)
	UC4	UC5	
00:00 a 00:20	1,93	6,36	8,28
00:20 a 00:40	4,91	7,28	12,19
00:40 a 01:00	4,71	6,66	11,37
01:00 a 01:20	4,67	6,62	11,29
01:20 a 04:40	12,71	8,85	21,55
01:40 a 02:00	12,73	8,86	21,59
02:00 a 02:20	12,75	8,88	21,63
02:20 a 02:40	12,77	8,90	21,66
02:40 a 03:00	13,21	9,70	22,91
03:00 a 03:20	13,24	9,73	22,97
03:20 a 03:40	13,27	9,75	23,03
03:40 a 04:00	13,31	9,78	23,08
04:00 a 04:20	13,34	9,80	23,14
04:20 a 04:40	13,37	9,83	23,20
04:40 a 05:00	8,73	0,35	9,08
05:00 a 05:20	8,64	0,34	8,98
05:20 a 05:40	8,66	0,35	9,00
05:40 a 06:00	8,68	0,35	9,02
06:00 a 06:20	8,69	0,35	9,04
06:20 a 06:40	8,71	0,35	9,06
06:40 a 07:00	7,90	8,13	16,03
07:00 a 07:20	7,95	8,19	16,14
07:20 a 07:40	7,72	7,57	15,29
07:40 a 08:00	7,76	7,62	15,39
08:00 a 08:20	7,81	7,67	15,48
08:20 a 08:40	7,85	7,72	15,57
08:40 a 09:00	7,90	7,77	15,66
09:00 a 09:20	4,29	6,76	11,05
09:20 a 09:40	4,44	7,35	11,79
09:40 a 10:00	4,43	7,38	11,81
10:00 a 10:20	4,42	7,40	11,83
10:20 a 10:40	4,43	7,43	11,86
10:40 a 11:00	4,43	7,46	11,89
11:00 a 11:20	4,43	7,49	11,92
11:20 a 11:40	4,43	7,52	11,95
11:40 a 12:00	2,75	0,25	3,00
12:00 a 12:20	2,69	0,24	2,93
12:20 a 12:40	2,63	0,24	2,86
12:40 a 13:00	2,57	0,23	2,80
13:00 a 13:20	2,51	0,22	2,73
13:20 a 13:40	2,50	0,22	2,72
13:40 a 14:00	2,39	0,00	2,39
14:00 a 14:20	2,37	0,00	2,37
14:20 a 14:40	3,97	6,34	10,31
14:40 a 15:00	4,01	6,42	10,44
15:00 a 15:20	4,06	6,51	10,57
15:20 a 15:40	7,58	7,66	15,24
15:40 a 16:00	7,99	8,45	16,45

16:00 a 16:20	8,13	8,58	16,72
16:20 a 16:40	8,13	8,60	16,74
16:40 a 17:00	8,14	8,63	16,76
17:00 a 17:20	8,14	8,65	16,79
17:20 a 17:40	4,11	7,50	11,61
17:40 a 18:00	6,06	10,97	17,03
18:00 a 18:20	3,53	0,35	3,88
18:20 a 18:40	3,40	0,33	3,74
18:40 a 19:00	3,41	0,33	3,75
19:00 a 19:20	3,42	0,33	3,76
19:20 a 19:40	3,43	0,33	3,77
19:40 a 20:00	3,44	0,33	3,78
20:00 a 20:20	3,30	0,00	3,30
20:20 a 20:40	2,23	0,00	2,23
20:40 a 21:00	3,85	6,39	10,23
21:00 a 21:20	3,91	6,47	10,38
21:20 a 21:40	3,97	6,56	10,53
21:40 a 22:00	4,03	6,64	10,68
22:00 a 22:20	8,49	8,47	16,96
22:20 a 22:40	8,64	8,60	17,23
22:40 a 23:00	8,63	8,60	17,23
23:00 a 23:20	8,62	8,61	17,23
23:20 a 23:40	8,61	8,61	17,22
23:40 a 00:00	8,61	8,61	17,22
TOTAL	473,46	405,81	879,27

TESTE DE ACEITAÇÃO 41 – MÓDULO TARIFAÇÃO (VALORES EXTREMOS)**OBJETIVO**

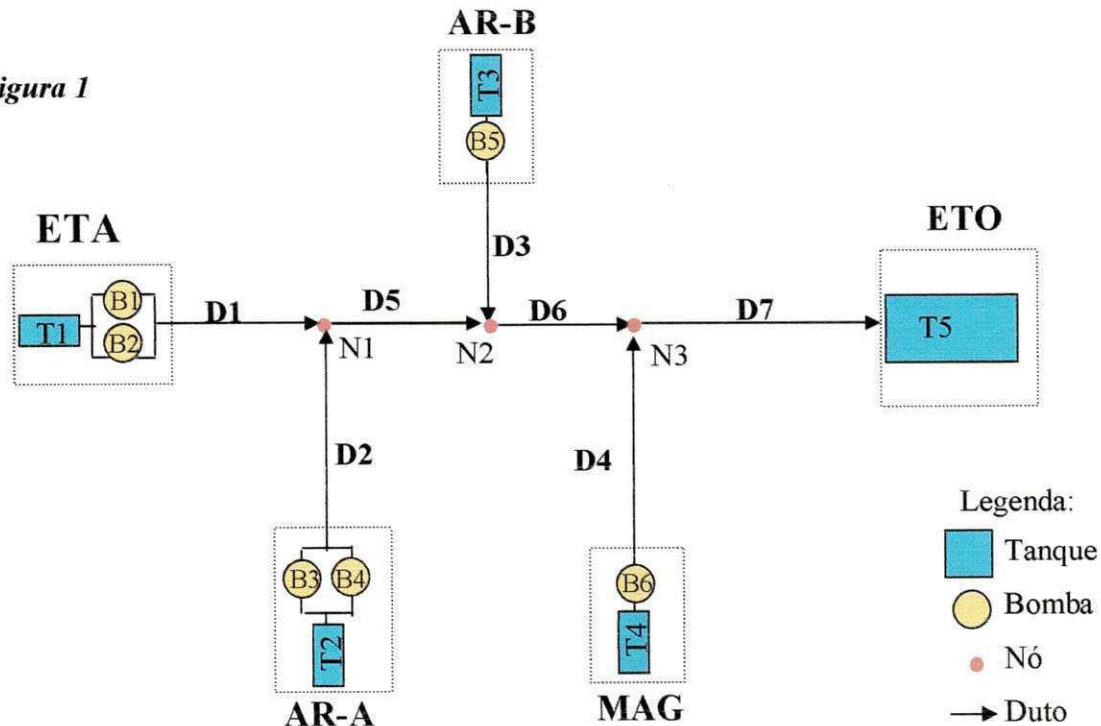
Cálculo:

- (a) da demanda consumida (normal);
- (b) da demanda de ultrapassagem (quando houver necessidade);
- (b) do consumo de energia (nos horários de ponta e fora de ponta);
- (c) custo relativo à demanda;
- (d) custo relativo ao consumo de energia.

Este teste tem como objetivo, verificar o sistema para a situação de valores extremos (valores baixos) de temperatura, BSW massa específica do fluido. Adotando-se duas UCs (tarifação horo-sazonal verde) em uma mesma malha.

MALHA

Cinco estações; quatro tanques produtores; um tanque receptor; seis bombas de deslocamento positivo; duas unidades consumidoras de energia.

Figura 1

Aceleração da gravidade = $9,8 \text{ m/s}^2$

DADOS DA TARIFICAÇÃO

Simulação do dia: 30/07/2004 – 24 horas em intervalos de 20/20 minutos

Período Seco

Dia útil

Tarifação Horozasonal verde

Horário de ponta: 17:40 a 20:20

Período Seco: Maio a novembro (00:00 h do dia 01 de maio a 00:00 do dia 1 de dezembro)

TARIFAS – DEMANDAS CONTRATADAS

Unidade consumidora	Estação	Demanda contratada [kW]		Tarifação
	Horário/Período	Normal	Tolerância	
UC1	ETA	350	10%=385	Verde
UC2	ETA	280	10%=308	Verde

TARIFAS – DEMANDAS CONTRATADAS

Unidade consumidora (UC)	Estação	Demanda R\$/KW				Consumo R\$/MWh			
		Normal		Ultrapassagem		Ponta		Fora de Ponta	
	Horário/Período	1	2	3	4	Seca	Úmida	Seca	Úmida
	Preço					5	6	7	8
UC1	ETA	5,66		16,99		105,05	93,22	70,89	61,42
UC2	ETA	7,66		18,66		100,01	98,2	68,24	52,18

DADOS DOS TANQUES

Estação	Tanque	Cota de fundo h [m]	Nível máximo $n_{m\acute{a}x}$ [m]	Nível máximo de controle $n_{c_{m\acute{a}x}}$ [m]	Nível mínimo de controle $n_{c_{m\acute{i}n}}$ [m]	Diâmetro D [m]	Área da base Ab [m ²]	Capacidade útil do tanque V [m ³]
ETA	T1	29,8	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARA	T2	10,70	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARB	T3	17,10	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
MAG	T4	34,10	5,00	4,50	0,50	5,00	19,63	78,52
ETO	T5	71,90	12,20	11,50	0,50	10,60	88,25	970,75

DADOS DOS DUTOS

Duto	Diâmetro interno d [mm]	Comprimento l [m]	Rugosidade de ϵ [mm]	Cota de Montante h_{mon} [m]	Cota de jusante h_{jus} [m]	Pressão máxima p_{max} [mcf]	Pressão mínima p_{min} [mcf]	Velocidade de Máxima v_{max} [m/s]	Velocidade de Mínima v_{min} [m/s]
D1	591	7000	0,025	29,8	10,7	300	2	3,00	0,10
D2	337	1200	0,025	10,7	10,7	300	2	3,00	0,10
D3	255	1200	0,025	17,1	17,1	300	2	3,00	0,10
D4	255	1200	0,025	34,1	34,1	300	2	3,00	0,10
D5	591	4200	0,025	10,7	17,1	300	2	3,00	0,10
D6	591	6300	0,025	17,1	34,1	300	2	3,00	0,10
D7	591	20000	0,025	34,1	71,9	200	2	3,00	0,10

DADOS DAS BOMBAS

Estação	Nº de bombas*	Cota h [m]	Rendimento do motor n_M [%]	Rendimento da bomba			Curva Característica		
				n_B [%]			a	b	c
ETA	T1	2	90	0	0	90	0	-200	12000
ARA	T2	2	90	0	0	90	0	-200	12000
ARB	T3	1	90	0	0	90	0	-200	28000
MAG	T4	1	90	0	0	90	0	-200	3000

* Todas as bombas de uma estação possuem os mesmos dados

$$H_{man} \text{ [mcf]} = a.Q^2 + b.Q + c; Q \text{ [l/s]}$$

PREVISÃO DA PRODUÇÃO

Vazão: Q [l/s]					
período	ETA	ARA	ARB	MAG	ETO
00:00 a 05:00	80	80	100	2,5	250
05:00 a 10:00	80	80	100	2,5	250
10:00 a 11:20	80	45	100	2,5	250
11:20 a 17:00	80	45	80	2,5	250
17:00 a 22:00	80	45	80	2,5	200
22:00 a 00:00	80	45	80	2,5	250

Viscosidade Cinemática do fluido: $\nu = p \cdot T^q$ [m ² /s]								
período	ETA		ARA		ARB		MAG	
	p	q	p	q	p	q	p	q
00:00	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425

BSW [%]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	0	0	0	0

Temperatura do fluido: T [°C]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	2	2	2	2

Massa específica do fluido: ρ [kg/m ³]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	100,0	100,0	100,0	100,0

CONDIÇÕES INICIAIS DO SISTEMA

Estação	Tanque	Nível inicial n [m]	BSW [%]	Massa específica ρ [kg/m ³]	Viscosidade cinemática ν [m ² /s]		Temperatura do fluido T [°C]	Quantidade de bombas ligadas inicialmente
					p	q		
ETA	T1	5,00	0	100,0	0,0512023	-1,4425	2	2
ARA	T2	7,50	0	100,0	0,0512023	-1,4425	2	1
ARB	T3	8,10	0	100,0	0,0512023	-1,4425	2	1
MAG	T4	1,20	0	100,0	0,0512023	-1,4425	2	1
ETO	T5	10,20	0	100,0	0,0512023	-1,4425	2	-

RESULTADO DA SIMULAÇÃO

hora	Vazões de entrada [l/s]					Níveis dos tanques [m]					bombas ligadas				Vazões de saída [l/s]					Pressão à montante [met]						
	ETA	ARA	ARB	MAG	ETO	t1	t2	t3	t4	t5	t1	t2	t3	t4	ETA	ARA	ARB	MAG	ETO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
00:00	80	80	100	2,5	246,061	5,000	7,500	8,100	1,200	10,200	2	2	1	1	70,981	68,978	107,029	0,00	250,00	4906,92	5109,66	6602,32	3186,68	4607,04	4223,27	3207,32
00:20	80	80	100	2,5	246,064	5,123	7,650	8,004	1,410	10,146	2	2	1	1	70,982	68,980	107,029	0,00	250,00	4906,92	5109,67	6602,30	3186,69	4607,04	4223,26	3207,31
00:40	80	80	100	2,5	246,067	5,245	7,800	7,909	1,619	10,093	2	2	1	1	70,983	68,981	107,028	0,00	250,00	4906,93	5109,69	6602,29	3186,70	4607,04	4223,26	3207,30
01:00	80	80	100	2,5	246,070	5,368	7,950	7,813	1,828	10,039	2	2	1	1	70,984	68,983	107,028	0,00	250,00	4906,94	5109,70	6602,27	3186,71	4607,05	4223,25	3207,28
01:20	80	80	100	2,5	246,073	5,490	8,099	7,718	2,038	9,986	2	2	1	1	70,985	68,984	107,027	0,00	250,00	4906,94	5109,71	6602,26	3186,72	4607,05	4223,25	3207,27
01:40	80	80	100	2,5	246,076	5,613	8,249	7,622	2,247	9,933	2	2	1	1	70,987	68,985	107,027	0,00	250,00	4906,95	5109,72	6602,25	3186,73	4607,05	4223,24	3207,26
02:00	80	80	100	2,5	246,079	5,736	8,399	7,527	2,456	9,879	2	2	1	1	70,988	68,987	107,026	0,00	250,00	4906,96	5109,73	6602,23	3186,74	4607,05	4223,24	3207,24
02:20	80	80	100	2,5	246,083	5,858	8,549	7,431	2,665	9,826	2	2	1	1	70,989	68,988	107,026	0,00	250,00	4906,97	5109,75	6602,22	3186,75	4607,05	4223,23	3207,23
02:40	80	80	100	2,5	246,086	5,981	8,698	7,336	2,874	9,773	2	2	1	1	70,990	68,989	107,026	0,00	250,00	4906,97	5109,76	6602,20	3186,75	4607,06	4223,23	3207,22
03:00	80	80	100	2,5	246,089	6,103	8,848	7,240	3,083	9,719	2	2	1	1	70,991	68,991	107,025	0,00	250,00	4906,98	5109,77	6602,19	3186,76	4607,06	4223,23	3207,20
03:20	80	80	100	2,5	246,092	6,226	8,998	7,144	3,292	9,666	2	2	1	1	70,992	68,992	107,025	0,00	250,00	4906,99	5109,78	6602,18	3186,77	4607,06	4223,22	3207,19
03:40	80	80	100	2,5	246,095	6,348	9,148	7,049	3,501	9,613	2	2	1	1	70,994	68,994	107,024	0,00	250,00	4907,00	5109,80	6602,16	3186,78	4607,06	4223,22	3207,18
04:00	80	80	100	2,5	246,098	6,471	9,297	6,953	3,710	9,560	2	2	1	1	70,995	68,995	107,024	0,00	250,00	4907,00	5109,81	6602,15	3186,79	4607,06	4223,21	3207,17
04:20	80	80	100	2,5	246,101	6,593	9,447	6,858	3,919	9,507	2	2	1	1	70,996	68,996	107,024	0,00	250,00	4907,01	5109,82	6602,14	3186,80	4607,07	4223,21	3207,15
04:40	80	80	100	2,5	246,104	6,716	9,596	6,762	4,128	9,454	2	2	1	1	70,997	68,998	107,023	0,00	250,00	4907,02	5109,83	6602,12	3186,81	4607,07	4223,20	3207,14
05:00	80	80	100	2,5	246,108	6,838	9,746	6,667	4,336	9,401	2	2	1	1	70,998	68,999	107,023	0,00	250,00	4907,03	5109,84	6602,11	3186,82	4607,07	4223,20	3207,13
05:20	80	80	100	2,5	246,111	6,960	9,896	6,571	4,545	9,348	2	2	1	1	70,999	69,000	107,022	0,00	250,00	4907,03	5109,86	6602,10	3186,83	4607,07	4223,19	3207,11
05:40	80	80	100	2,5	246,114	7,083	10,045	6,476	4,754	9,295	2	2	1	1	71,000	69,002	107,022	0,00	250,00	4907,04	5109,87	6602,08	3186,84	4607,08	4223,19	3207,10
06:00	80	80	100	2,5	246,117	7,205	10,195	6,380	4,962	9,242	2	2	1	1	71,002	69,003	107,022	0,00	250,00	4907,05	5109,88	6602,07	3186,85	4607,08	4223,18	3207,09
06:20	80	80	100	2,5	246,120	7,327	10,344	6,285	5,170	9,190	2	2	1	1	71,003	69,004	107,021	0,00	250,00	4907,06	5109,89	6602,05	3186,85	4607,08	4223,18	3207,07
06:40	80	80	100	2,5	246,123	7,450	10,494	6,190	5,379	9,137	2	2	1	1	71,004	69,006	107,021	0,00	250,00	4907,06	5109,91	6602,04	3186,86	4607,08	4223,18	3207,06
07:00	80	80	100	2,5	246,126	7,572	10,643	6,094	5,587	9,084	2	2	1	1	71,005	69,007	107,020	0,00	250,00	4907,07	5109,92	6602,03	3186,87	4607,09	4223,17	3207,05
07:20	80	80	100	2,5	246,129	7,694	10,793	5,999	5,795	9,031	2	2	1	1	71,006	69,009	107,020	0,00	250,00	4907,08	5109,93	6602,01	3186,88	4607,09	4223,17	3207,04
07:40	80	80	100	2,5	246,132	7,817	10,942	5,903	6,004	8,979	2	2	1	1	71,007	69,010	107,020	0,00	250,00	4907,09	5109,94	6602,00	3186,89	4607,09	4223,16	3207,02
08:00	80	80	100	2,5	246,135	7,939	11,092	5,808	6,212	8,926	2	2	1	1	71,008	69,011	107,019	0,00	250,00	4907,09	5109,96	6601,99	3186,90	4607,09	4223,16	3207,01
08:20	80	80	100	2,5	246,139	8,061	11,241	5,712	6,420	8,874	2	2	1	1	71,010	69,013	107,019	0,00	250,00	4907,10	5109,97	6601,97	3186,91	4607,10	4223,15	3207,00
08:40	80	80	100	2,5	246,142	8,184	11,391	5,617	6,628	8,821	2	2	1	1	71,011	69,014	107,018	0,00	250,00	4907,11	5109,98	6601,96	3186,92	4607,10	4223,15	3206,98
09:00	80	80	100	2,5	246,145	8,306	11,540	5,521	6,836	8,769	2	2	1	1	71,012	69,015	107,018	0,00	250,00	4907,12	5109,99	6601,95	3186,93	4607,10	4223,15	3206,97
09:20	80	80	100	2,5	246,148	8,428	11,689	5,426	7,043	8,716	2	2	1	1	71,013	69,017	107,017	0,00	250,00	4907,12	5110,01	6601,93	3186,94	4607,10	4223,14	3206,96
09:40	80	80	100	2,5	246,151	8,550	11,839	5,331	7,251	8,664	2	2	1	1	71,014	69,018	107,017	0,00	250,00	4907,13	5110,02	6601,92	3186,95	4607,11	4223,14	3206,95
10:00	80	45	100	2,5	246,154	8,672	11,988	5,235	7,459	8,611	2	2	1	1	71,015	69,020	107,017	0,00	250,00	4907,14	5110,03	6601,91	3186,96	4607,11	4223,13	3206,93
10:20	80	45	100	2,5	246,154	8,795	11,661	5,140	7,667	8,559	2	2	1	1	71,017	69,017	107,016	0,00	250,00	4907,09	5109,96	6601,85	3186,93	4607,05	4223,08	3206,88
10:40	80	45	100	2,5	246,154	8,917	11,335	5,044	7,874	8,507	2	2	1	1	71,019	69,015	107,016	0,00	250,00	4907,04	5109,88	6601,79	3186,91	4607,00	4223,02	3206,83
11:00	80	45	100	2,5	246,155	9,039	11,008	4,949	8,082	8,455	2	2	1	1	71,020	69,012	107,016	0,00	250,00	4906,99	5109,81	6601,73	3186,88	4606,94	4222,97	3206,78
11:20	80	45	80	2,5	246,155	9,161	10,682	4,853	8,289	8,402	2	2	1	1	71,022	69,009	107,016	0,00	250,00	4906,95	5109,73	6601,67	3186,86	4606,88	4222,92	3206,73

MDTP - Teste de aceitação 41 - Tarifação

hora	Custo energia (R\$)		Custo energia total (R\$)
	UC4	UC5	
00:00 a 00:20	200,09	193,42	393,51
00:20 a 00:40	200,09	193,42	393,51
00:40 a 01:00	200,09	193,43	393,51
01:00 a 01:20	200,09	193,43	393,52
01:20 a 04:40	200,09	193,43	393,52
01:40 a 02:00	200,08	193,43	393,52
02:00 a 02:20	200,08	193,44	393,52
02:20 a 02:40	200,08	193,44	393,52
02:40 a 03:00	200,08	193,44	393,52
03:00 a 03:20	200,08	193,44	393,52
03:20 a 03:40	200,08	193,45	393,52
03:40 a 04:00	200,08	193,45	393,52
04:00 a 04:20	200,07	193,45	393,53
04:20 a 04:40	200,07	193,45	393,53
04:40 a 05:00	200,07	193,46	393,53
05:00 a 05:20	200,07	193,46	393,53
05:20 a 05:40	200,07	193,46	393,53
05:40 a 06:00	200,07	193,46	393,53
06:00 a 06:20	200,07	193,47	393,53
06:20 a 06:40	200,06	193,47	393,53
06:40 a 07:00	200,06	193,47	393,53
07:00 a 07:20	200,06	193,47	393,54
07:20 a 07:40	200,06	193,48	393,54
07:40 a 08:00	200,06	193,48	393,54
08:00 a 08:20	200,06	193,48	393,54
08:20 a 08:40	200,06	193,48	393,54
08:40 a 09:00	200,05	193,49	393,54
09:00 a 09:20	200,05	193,49	393,54
09:20 a 09:40	200,05	193,49	393,54
09:40 a 10:00	200,05	193,50	393,55
10:00 a 10:20	200,05	193,50	393,55
10:20 a 10:40	200,05	193,50	393,55
10:40 a 11:00	200,05	193,50	393,55
11:00 a 11:20	200,05	193,50	393,55
11:20 a 11:40	200,05	193,51	393,55
11:40 a 12:00	200,05	193,51	393,56
12:00 a 12:20	200,05	193,52	393,57
12:20 a 12:40	200,05	193,52	393,57
12:40 a 13:00	200,05	193,53	393,58
13:00 a 13:20	200,05	193,54	393,59
13:20 a 13:40	200,05	193,54	393,59
13:40 a 14:00	200,05	193,55	393,60
14:00 a 14:20	200,05	193,56	393,61
14:20 a 14:40	200,05	193,56	393,61
14:40 a 15:00	200,05	193,57	393,62
15:00 a 15:20	177,92	2,28	180,20
15:20 a 15:40	177,90	2,28	180,18
15:40 a 16:00	177,89	2,28	180,17

16:00 a 16:20	177,87	2,28	180,16
16:20 a 16:40	177,86	2,29	180,15
16:40 a 17:00	177,85	2,29	180,13
17:00 a 17:20	177,83	2,29	180,12
17:20 a 17:40	200,02	193,37	393,38
17:40 a 18:00	296,41	283,41	579,82
18:00 a 18:20	296,41	283,43	579,84
18:20 a 18:40	296,42	283,45	579,87
18:40 a 19:00	296,43	283,47	579,90
19:00 a 19:20	213,12	274,16	487,27
19:20 a 19:40	296,44	283,50	579,94
19:40 a 20:00	296,45	283,52	579,97
20:00 a 20:20	296,45	283,54	579,99
20:20 a 20:40	200,06	193,48	393,54
20:40 a 21:00	143,84	187,14	330,98
21:00 a 21:20	143,84	187,15	330,99
21:20 a 21:40	143,84	187,16	331,00
21:40 a 22:00	143,85	187,17	331,02
22:00 a 22:20	143,85	187,18	331,03
22:20 a 22:40	143,84	187,19	331,03
22:40 a 23:00	143,84	187,19	331,03
23:00 a 23:20	143,84	187,19	331,03
23:20 a 23:40	143,83	187,20	331,03
23:40 a 00:00	143,83	187,20	331,03
TOTAL	14374,59	13239,74	27614,33

**Relatório do Teste de Avaliação
de Mensagens de Erros**

Durante a realização desse teste, que objetivou a verificação das mensagens exibidas pelo SP em situação de erros de inserção de dados, pode-se observar algumas incoerências e falta de clareza nas mensagens. Algumas dessas, estão apresentadas a seguir:

- No comando “deletar”, a mensagem “Não existe nenhum elemento selecionado” poderia ser substituída por “Não há elemento(s) selecionado(s)”, para a padronização das mensagens com as outras existentes;
- Foi observado mistura de formatos das letras (caixas alta e baixa) nas mensagens. Pois algumas mensagens aparecem em caixas altas e outras não. Deve-se verificar esse fato e padronizar as mensagens;
- No comando “alinha e enviar”, as mensagens devem ser substituídas por “Não há elemento(s) selecionado(s)”, acrescentando-se na existente a letra “s” entre parenteses. Isso tomará a mensagem mais completa, pois possibilitará a seleção de mais de um elemento selecionado, como é admitido pelo software;

Além das observações feitas anteriormente, foram encontradas pequenas incoerências e falta de clareza nas mensagens de inclusão de dados errados nos elementos da malha. Essas se encontram descritas a seguir, subdivididas em função dos elementos e de suas variáveis analisadas:

Tanques

- Nível

A mensagem está boa. No entanto, a unidade que ela apresenta é dispensável, já que a mensagem é relativa a outro dado, que é um valor bem definido.

- Altura do tanque

Deve-se retirar da mensagem a palavra “atual”, pois o nível à que ela se refere não está especificada pelo termo “nível atual”, mas somente por “nível”.

A mensagem também dispensa, pelo mesmo motivo explicitado anteriormente, o uso da unidade.

- Nível máximo de controle

Na mensagem deve ser substituído o termo “nível atual”, por “Nível mínimo de controle”.

- Nível mínimo de controle

A mensagem dispensa, pelo mesmo motivo citado anteriormente, o uso de unidades.

- Base

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.0, separador inglês de casas decimais, por 0,0, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

- Massa específica

Nessa mensagem deve ser substituído, como no caso da Base, o 0.0 por 0,0.

Nessa mensagem deve-se, ainda, retirar-se a unidade já que o interesse é que o valor da massa específica não seja menor que zero, independente da unidade.

- Temperatura

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.1, separador inglês de casas decimais, por 0,1, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

Já o uso da unidade (°C) se faz necessário, já que o SP não está admitindo valores de temperatura menores que 0,1 °C.

- Equação da Viscosidade

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.0, separador inglês de casas decimais, por 0,0, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

- BSW

Nessa mensagem deve ser substituído o 100.0, pelo mesmo motivo citado anteriormente, por 100,0.

- Latitude

Está admitindo-se qualquer valor para esse dado, o que é uma incoerência inaceitável, pois o valor da latitude na Terra varia somente entre -90,0° e 90,0°, ou, 90° norte e 90° sul.

- Longitude

Está-se admitindo qualquer valor para esse dado, o que é uma incoerência inaceitável, pois o valor da latitude na Terra varia somente entre -180,0° e 180,0°, ou, 180° leste e 180° oeste.

Motor-Bomba

- Rendimento

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.0, separador inglês de casas decimais, por 00, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

Já o uso da unidade (%) se faz necessário, já que o SP não está admitindo valores de rendimento menores que 0,0 %.

- Coeficiente de Rendimento

Na mensagem, o "a" deve ser substituído por "A" que foi convencionado na equação do rendimento. Deve-se também substituir o 0,0 não 0.0, pelo motivo já mencionado.

Na mensagem, o "c" deve ser substituído por "C" que foi convencionado na equação do rendimento. Deve-se também substituir o 0.0 por 0,0, pelo motivo já mencionado.

- Coeficiente da Bomba

Na mensagem, o "a" deve ser substituído por "A" que foi convencionado na equação do rendimento. Deve-se também substituir o 0.0 por 0,0, pelo motivo já mencionado.

Na mensagem, o "c" deve ser substituído por "C" que foi convencionado na equação do rendimento. Deve-se também substituir o 0.0 não 0,0, pelo motivo já mencionado.

- Coordenadas

Latitude

Está-se admitindo qualquer valor para esse dado, o que é uma incoerência inaceitável, pois o valor da latitude na Terra varia somente entre $-90,0^\circ$ e $90,0^\circ$, ou, 90° norte e 90° sul.

Longitude

Está-se admitindo qualquer valor para esse dado, o que é uma incoerência inaceitável, pois o valor da longitude na Terra varia somente entre $-180,0^\circ$ e $180,0^\circ$, ou, 180° leste e 180° oeste.

Dutos

- Diâmetro Interno

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.01, separador inglês de casas decimais, por 0,01, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

Já o uso da unidade se faz necessário, já que o SP não está admitindo valores de diâmetro menores que 0,01 m.

- Comprimento

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.0, separador inglês de casas decimais, por 0,0, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma. Não sendo necessário o uso de unidade, já que o SP admite qualquer valor para o comprimento do duto, inclusive 0,0.

- Rugosidade

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.01, separador inglês de casas decimais, por 0,01, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

Já o uso da unidade se faz necessário, já que o SP limita o valor da rugosidade em $1,0 \times 10^{-6}$ m.

- Velocidade Máxima

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.01, separador inglês de casas decimais, por 0,01, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

Já o uso da unidade se faz necessário, já que o SP limita o valor da velocidade 0,01 m/s.

- Velocidade Mínima

Nessa mensagem deve ser substituído o 0.01, separador inglês de casas decimais, por 0,01, pois o software está reconhecendo a separação dessa forma.

A mensagem dispensa, quando relacionada à velocidade máxima, o uso de unidade.

- Pressão Máxima

Deve-se retirar da mensagem a palavra "controle", pois o nível à que ela se refere não está especificada pelo termo "Pressão mínima de controle", mas somente por "Pressão mínima".

A mensagem também dispensa, pelo mesmo motivo explicitado anteriormente, o uso da unidade.

- **Pressão Mínima**

Deve-se retirar da mensagem a palavra “controle”, pois o nível à que ela se refere não está especificada pelo termo “Pressão máxima de controle”, mas somente por “Pressão máxima”.

A mensagem também dispensa, pelo mesmo motivo explicitado anteriormente, o uso da unidade.

Nó

- **Coordenadas**

Latitude

Está-se admitindo qualquer valor para esse dado, o que é uma incoerência inaceitável, pois o valor da latitude na Terra varia somente entre $-90,0^\circ$ e $90,0^\circ$, ou, 90° norte e 90° sul.

Longitude

Está-se admitindo qualquer valor para esse dado, o que é uma incoerência inaceitável, pois o valor da longitude na Terra varia somente entre $-180,0^\circ$ e $180,0^\circ$, ou, 180° leste e 180° oeste.

Previsão

- Durante a edição da previsão, está sendo possível inserir qualquer informação a respeito das variáveis dos elementos, mesmo os valores que não devem ser aceitos.

Verificação da Consistência da Malha

- Na mensagem de “Inconsistência Encontrada”

Deve-se retirar os dois pontos após o elemento, para se ter uma padronização com a legenda mostrada na primeira linha da mensagem.

Busca por Elementos da Simulação (malha, controle, previsão, etc.)

- **Mensagem**

A mensagem mostrada quando o elemento procurado não foi erroneamente selecionado está muito comprido, chegando a sair da tela, portanto, deve-se fazer um ajuste.

Guia para Elaboração de Testes de Aceitação Automáticos

1.0 Apresentação

No SmartPumping, os *Testes de Aceitação* são realizados para determinar a qualidade do sistema quanto aos requisitos funcionais estabelecidos na sua especificação. Ou seja, objetiva verificar se os resultados das propriedades fornecidos pelo simulador representam, com uma tolerância pré-definida, os resultados obtidos pelos métodos matemáticos convencionais.

Na criação desses testes, são utilizados dados e cenários hipotéticos e/ou reais, para verificar se a solução implementada no software realmente atende à solução do problema especificado.

Este guia tem como objetivo, auxiliar o usuário na elaboração de testes de aceitação para o software de controle de bombas em redes de oleoduto, o *SmartPumping*.

2.0 Os Testes

Os testes são realizados reproduzindo-se as especificações do software (SmartPumping) com ferramentas auxiliares que podem ser, desde planilhas Excel, ambiente MATLAB, calculadoras comuns, até cálculos manuais (pouco práticos). Os resultados obtidos com essas ferramentas são comparados com os valores obtidos no simulador. Em geral, os testes utilizam uma malha de dutos, na qual as propriedades dos elementos e a previsão da produção são atribuídas.

Devido à ineficiência da realização dos testes realizados manualmente, ou seja, a comparação dos resultados da ferramenta usada e do simulador, parâmetro a parâmetro, a cada intervalo de tempo (passo), desenvolveu-se uma ferramenta auxiliar para automatizar a verificação de tais testes.

Para a realização dos testes automaticamente, faz-se necessário a criação de um arquivo acessório que especifiquem o teste, o arquivo padrão do teste, a malha do teste, as previsões e o controle adotados no teste, além do passo do cálculo em segundos e do horizonte de operação da simulação (geralmente 24 horas), tendo esse arquivo uma extensão **.in**.

O arquivo padrão, mencionado anteriormente, é um arquivo que contém os resultados de cada propriedade ou variável testada, ao longo do tempo, obtidos convencionalmente, em forma de tabela. As células da tabela do arquivo padrão devem ser colocadas estrategicamente obedecendo aos requisitos pré-estabelecido (padronizado), ou seja, cada variável em cada instante alocada na sua posição específica. O arquivo padrão deve ter uma extensão **.txt**.

Atualmente podem ser testadas as seguintes variáveis dos respectivos elementos da simulação:

Elemento	Variáveis						
Duto	Vazão		Nº de Reynolds do escoamento		Fator de atrito	Perda de carga	Pressão a montante
	Pressão a jusante		Viscosidade cinemática do fluido		Massa específica do fluido	Alarme de sobre-pressão	Alarme de sub-pressão
	Velocidade		Alarme de velocidade máxima		Alarme de velocidade mínima	BSW	Temperatura
Tanque	Nível	Estado real	Aptidão	Alarme de nível máximo	Alarme de nível mínimo	BSW	Temperatura
Bomba	Estado	Pressão a montante	Pressão a jusante	Hman	Rendimento da bomba	Potência	Vazão da bomba
Unidade Consumidora	Demanda consumida	Energia consumida	Custo da energia consumida	Demanda máxima ponta	Demanda máxima fora de ponta	Custo da demanda	Custo total

Onde:

- Alarme de sobre-pressão: Acionado quando a pressão no duto excede a especificada para aquele esse duto;
- Alarme de sub-pressão: Acionado quando a pressão no duto torna-se inferior a especificada para esse duto. Não sendo acionado quando a vazão no duto for nula;
- Alarme de velocidade máxima: Acionado quando há a velocidade no duto excede a especificada para aquele duto;
- Alarme de velocidade mínima: Acionado quando a velocidade no duto torna-se inferior a especificada para aquele duto. Não é acionado quando a vazão no duto for nula;
- Estado real:do tanque: Representa a situação do tanque no que se refere ao estado de recepção, transferência e recepção e transferência concomitante;
- Aptidão do tanque: Representa a condição do tanque em termos de aptidão à execução da recepção, transferência e das duas situações concomitantemente;
- Alarme de nível máximo: Acionado quando o nível do fluido no tanque excede o nível máximo de controle especificado, para aquele tanque;
- Alarme de nível mínimo: Acionado quando o nível do fluido no tanque se torna inferior ao nível mínimo de controle especificado, para aquele tanque;

- Estado da bomba: Representa a situação da bomba no que se refere ao estado ligado ou desligado.

3.0 Metodologia

3.1 Criação do Arquivo Acessório

O arquivo acessório deve, para auxiliar na identificação, conter os dados citados, da seguinte forma:

testesDeAceitacao/TesteX/padraomalhaX.txt	(especificação do arquivo padrão usado no teste)
testesDeAceitacao/TesteX/malhaX.xml	(especificação da malha usada no teste)
testesDeAceitacao/TesteX/previsaomalhaX.xml	(especificação da previsão usada no teste)
testesDeAceitacao/TesteX/controlemalhaX	(especificação do controle usado no teste)
1200	(especificação do intervalo de cálculo do teste)
86400	(especificação do período estudado no teste)

Obs.: O X representa o número do teste em questão.

3.2 Criação do Arquivo Padrão

Para a realização dos testes automáticos, faz-se necessária a organização dos resultados dos dados calculados com ferramentas auxiliares (Excel, MATLAB, etc.) de forma convencional, criando-se dessa forma o arquivo padrão.

O arquivo padrão deve ter uma extensão **.txt**, e deve ser composto de uma tabela, onde cada célula representa uma variável pré-definida com a seguir:

1) As três primeiras linhas representam:

1ª linha → a especificação do elemento verificado.

Ex.: data, duto, tanque, bomba, UC.

2ª linha → a especificação do número do elemento verificado.

Ex.: duto 1, 2, 3, etc.

3ª linha → a especificação da variável de interesse, do elemento definido na 1ª linha

Ex.: Vazão do duto, Nível do tanque, etc.

2) Cada elemento, nº do elemento, e variável da tabela obedecem à convenção seguinte:

a) O número 1 nas primeira, segunda e terceira linhas da primeira coluna explicitam que nesta coluna serão alocados os dados sobre as data e hora do teste, usando as unidades mostradas nos quadro:

Elemento	1 – Data
Variável	1 – Passo
Unidade	DD/MM/AAAA hh:mm

Vejamos um exemplo:

1
1
1
4/6/2003 00:00

No exemplo mostrado a data do teste é 04/06/2004, ou seja, para a malha e características definidas o dia de interesse do teste é 04/06/2004.

b) O número 2 na(s) célula(s) da primeira linha explicita que o elemento estudado naquela(s) coluna(s) será(ão) o(s) duto(s).

Os números (1, 2, 3, etc.) na(s) célula(s) da segunda linha, abaixo da(s) células(s) do(s) “duto(s)”, designarão o número do duto estudado. E os números (1, 2, 3 ... 15) na(s) célula(s) da terceira linha, abaixo da(s) células(s) dos números do(s) “duto(s)”, a variável estudada no duto, como resumido no quadro a seguir:

Elemento	2 – Duto							
Variável	1 Vazão	2 Reynolds	3 Fator de atrito	4 Perda de carga	5 Pressão a montante	6 Pressão a jusante	7 Viscosidade Cinemática do fluido	8 Massa Específica do fluido
Unidade	l/s	-	-	mcl	mcl	mcl	m ² /s	Kg/m ³

Elemento	2 – Duto						
Variável	9 Alarme de sobre-pressão	10 Alarme de sub-pressão	11 Velocidade	12 Alarme de velocidade máxima	13 Alarme de velocidade mínima	14 BSW	15 Temperatura
Unidade	-	-	m/s	-	-	%	°C

Vejamos um exemplo:

1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	9	9
4/6/2003 00:00	117,922	58,885	907,314	794,563	0,071	0,081	7,877	6,378	212,840	230,441	224,063	224,063	0	0

No exemplo mostrado pode-se verificar que, para o instante 00:00 do dia 04/06/2003, teve-se:

- A vazão no duto 1 é igual a 117,922 l/s, e no duto 2 é 58,885 l/s;
- O número de Reynolds no escoamento do duto 1 é igual a 907,314, e no duto 2 é 794,563;
- O fator de atrito é 0,071 no duto 1 e 0,071 no duto 2;
- A perda de carga acontecida ao longo do duto 1 é igual a 7,877 mcl e 6,378 mcl no duto 2;
- A pressão à montante do duto 1 foi igual a 212,840 mcl e no duto 2, 230,441 mcl;

- A pressão à jusante do duto 1 foi igual a 224,063 mcl e no duto 2, 224,063 mcl;
- O alarme de sobre-pressão foi igual a 0 em ambos os dutos, ou seja, não a pressão não excedeu à especificada para os dutos.

c) O número 3 na(s) célula(s) da primeira linha designa que o elemento estudado naquela(s) coluna(s) será(ão) o(s) tanque(s). Os números (1, 2, 3, etc.) na(s) célula(s) da segunda linha, abaixo da(s) células(s) do(s) “tanque(s)”, designarão o número do tanque estudado. E os números (1, 2, 3 ... 7) na(s) célula(s) da terceira linha, abaixo da(s) células(s) dos números do(s) “tanque(s)”, a variável estudada no tanque, como resumido no quadro a seguir:

Elemento	3 – Tanque						
Variável	1 Nível	2 Estado real	3 Aptidão	4 Alarme de Nível máximo	5 Alarme de Nível mínimo	6 BSW	7 Temperatura
Unidade	m	-	-	-	-	%	°C

Vejamos um exemplo:

1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7
06/2003 00:00	5,000	7,500	8,100	0	0	0	0	0	0	30	25,00	40,00	35,00	30,00	37,00

No exemplo mostrado pode-se verificar que, para o instante 00:00 do dia 04/06/2003, teve-se:

- Que os níveis nos tanques 1, 2 e 3 foram 5,00, 7,50 e 8,10 m, respectivamente;
- Que o alarme de nível máximo foi 0 em todos os tanques, ou seja, nesse instante o nível dos tanques não excederam os limites especificados;
- Que o alarme de nível mínimo foi 0 em todos os tanques, ou seja, nesse instante o nível dos tanques não foi inferior aos limites especificados;
- Que os BSW's dos fluidos nos tanques 1, 2 e 3 foram 30,0, 25,0 e 40,0 %, respectivamente;
- Que as temperaturas dos fluidos nos tanques 1, 2 e 3 foram 35,0 , 30,0 e 37,0 °C, respectivamente.

d) O número 4 na(s) célula(s) da primeira linha é usado para designar que o elemento estudado naquela(s) coluna(s) será(ão) a(s) bomba(s). Os números (1, 2, 3, etc.) na(s) célula(s) da segunda linha, abaixo da(s) células(s) da(s) “bomba(s)”, designarão o número da bomba estudada. E os números (1, 2, 3 ... 7) na(s) célula(s) da terceira linha, abaixo da(s) células(s) dos números da(s) “bomba(s)” a variável estudada na bomba, como resumido no quadro a seguir:

Elemento	4 – Bomba						
Variável	1 Estado da bomba	2 Pressão a montante	3 Pressão a jusante	4 Hman da bomba	5 Rendimento da bomba	6 Potência da bomba	7 Vazão da bomba
Unidade	-	mcl	mcl	mcl	%	kW	l/s

Vejam os um exemplo:

1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
4/6/2003 00:00	1	1	6,50	7,20	218,35	164,25	326,46	285,56	76,00	68,00	97,277	293,533	59,278	139,071

No exemplo mostrado pode-se verificar que, para o instante 00:00 do dia 04/06/2003, teve-se:

- Que o estado das duas bombas eram 1, ou seja, ambas as bombas estavam ligadas nesse momento;
- Que a pressão a montante das bombas 1 e 2 eram, respectivamente, 6,50 e 7,20 mcl;
- Que a pressão a jusante das bombas 1 e 2 eram, respectivamente, 218,35 e 164,25 mcl;
- Que a altura manométrica das bombas 1 e 2 eram, respectivamente, 326,46 e 285,56 mcl, respectivamente;
- Que o rendimento das bombas 1 e 2 eram, 76,0 e 68,0 %, respectivamente;
- Que a potência das bombas 1 e 2 eram, respectivamente, 97,277 293,533 kW;
- Que a vazão das bombas 1 e 2 eram, respectivamente, 59,278 e 139,071 l/s.

e) O número 5 na(s) célula(s) da primeira linha indicam que o elemento estudado naquela(s) coluna(s) será(ão) a(s) UC(s). Os números (1, 2, 3, etc.) na(s) célula(s) da segunda linha, abaixo da(s) células(s) da(s) “UC(s)”, designam o número da UC estudada.

Os números 1, 2, 3 na(s) célula(s) da terceira linha, abaixo da(s) células(s) dos números da(s) “UC(s)”, indicam as variável estudada na UC que são calculadas a cada intervalo de cálculo (passo); e os números 4, 5, 6 e 7 as variáveis que são calculadas ao longo de todo o horizonte da simulação. Essas variáveis estão resumidas no quadro a seguir:

Elemento	5 – Unidade Consumidora (UC)						
Variável	1 Demanda consumida	2 Energia consumida	3 Custo da energia consumida	4 Demanda máxima ponta	5 Demanda máxima fora de ponta	6 Custo da demanda	7 Custo total
Unidade	kW	kWh	R\$	kW	kW	R\$	R\$

Vejam os um exemplo:

1	5	5	5	5	5	5	5
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	3	4	5	6	7
4/6/2003 00:00	631,187	210,396	15,41	156,582	380,426	166,94	798,88

No exemplo mostrado pode-se verificar que, para o instante 00:00 do dia 04/06/2003, teve-se:

- Que a demanda consumida pela unidade consumidora 1 foi de *631,187 kW*;
- Que a energia consumida pela unidade consumidora 1 foi de *210,396 kWh*;
- Que o custo da energia consumida pela unidade consumidora 1 foi de *15,41 R\$*.

E para todo o horizonte da simulação, dia 04/06/2003, teve-se:

- Que a unidade consumidora 1 teve uma demanda máxima no horário de ponta (horário de maior demanda e conseqüente maior tarifa de energia) igual a *156,582 kW*;
- Que a unidade consumidora 1 teve uma demanda máxima no horário fora de ponta (horário de menor demanda e conseqüente menor tarifa de energia) igual a *380,426 kW*;
- Que a unidade consumidora 1 teve, com a demanda requerida, um custo total de *166,94 R\$*;
- Que a unidade consumidora 1 teve um custo total (com a demanda requerida e com a energia efetivamente consumida) de *798,88 R\$*.

Unidades: As unidades das variáveis inseridas na tabela do arquivo padrão devem ser as especificadas nos quadros mostrados acima.

Legenda:

- mcl = metro coluna de líquido;
- Nas variáveis de “Alarme de sobre-pressão, sub-pressão e de velocidade máxima e mínima”: 0 (zero) significa que não ocorreu; 1 (um) significa que ocorreu;
- Nas variáveis “Estado e aptidão dos tanques”: 0 (zero) significa neutro ou não apto a transferir ou receber (N); 1 (um) significa recebendo ou apto a receber (R); 2 (dois) significa transferindo ou apto a transferir (T); e 3 (três) significa recebendo e transferindo ou apto aos dois (TR);
- Nas variáveis “Alarmes de nível máximo e mínimo”: 0 (zero) significa não ocorreu; 1 (um) significa ocorreu;
- Nas variáveis “Estado das bombas e alarme de NPSH”: 0 (zero) significa desligada ou não ocorreu; e 1 (um) significa ligada ou ocorreu.

Discrepâncias Admissíveis:

As discrepâncias admissíveis para a aceitação dos resultados pela ferramenta de teste podem ser definidas pelo usuário, sendo possível definir erro em termos percentuais e absolutos.

Atualmente a discrepância percentual admitida pela ferramenta de testes é de 1,0% para todas as variáveis. Em termos absolutos, a tolerância atual para cada variável são as mostradas no quadro a seguir:

Elemento	Variáveis	Erros Máximos Absolutos (EMA)
Duto	Vazão	0,001 (l/s)
	Nº de Reynolds	1,000
	Fator de atrito	0,000001
	Perda de carga	0,100 (mcl)
	Pressão a montante	0,100 (mcl)
	Pressão a jusante	0,100 (mcl)
	Viscosidade cinemática do fluido	0,000001 (m ² /s)
	Massa específica do fluido	1,000 (Kg/m ³)
	Alarme de sobre-pressão	0
Duto	Alarme de sub-pressão	0
	Velocidade	0,001 (m/s)
	Alarme de velocidade máxima	0
	Alarme de velocidade mínima	0
	BSW	0,001 (%)
	Temperatura	0,001 (°C)
Tanque	Nível	0,001 (m)
	Estado real	0
	Aptidão	0
	Alarme de nível máximo	0
	Alarme de nível mínimo	0
	BSW	0,001 (%)
	Temperatura	0,001 (°C)
Bomba	Estado	0
	Pressão a montante	0,100 (mcl)
	Pressão a jusante	0,100 (mcl)
	Hman	0,100 (mcl)
	Rendimento da bomba	1,000 (%)
	Potência	1,000 (kW)
	Vazão da bomba	0,001 (l/s)
Unidade Consumidora	Demanda consumida	1,000 (kW)
	Energia consumida	1,000 (kWh)
	Custo da energia consumida	0,10 (R\$)
	Demanda máxima ponta	1,000 (kW)
	Demanda máxima fora de ponta	1,000 (kW)
	Custo da Demanda	0,10 (R\$)
	Custo Total	0,10 (R\$)

3.3 Exemplo (teste 27)

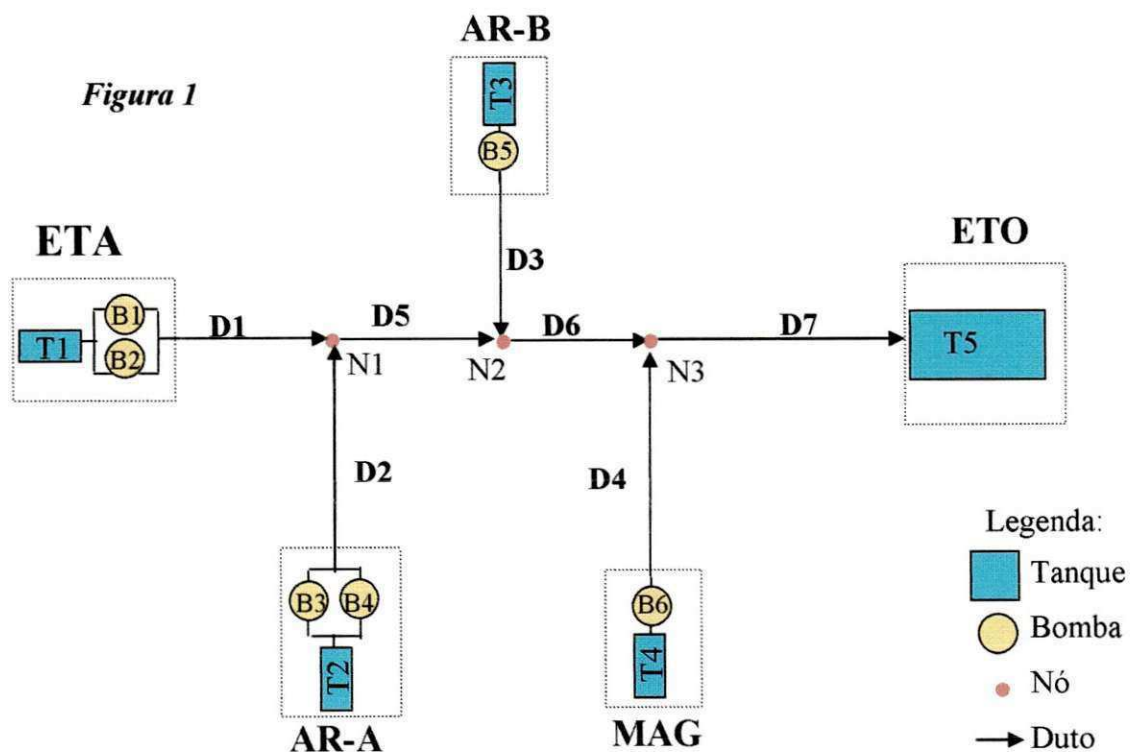
Neste tópicó será mostrado, para a malha mostrada na Figura 1 e características do sistema especificado a seguir, os resultados dos cálculos e o arquivo padrão.

Esse teste tem como objetivo verificar os alarmes de pressão máxima e pressão mínima nos dutos, calculando-se vazões, pressões e níveis de tanques nas seguintes situações:

- malha hipotética, com apenas um tanque por estação;
- fluido único (sem mistura);
- dinâmica, com duração de 24 horas e passo de 20 minutos.

Malha dada

Cinco estações; quatro tanques produtores; um tanque receptor; seis bombas de deslocamento positivo.



Aceleração da gravidade

Para a realização desse teste adotou-se a aceleração da gravidade igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Dados da Tarifação

Os dados da tarifação adotados nesse teste foram:

Data: 4/6/2003	período seco
Horário de ponta entre 17:30h e 20:30h	
Demanda contratada na ponta = 1400 KW (tolerância = 10%)	
Demanda contratada fora de ponta = 1000 KW (tolerância = 10%)	
Aceleração da gravidade = 9,8 m/s ²	
Unidade consumidora única	
Preços R\$ – demanda (p – fp – up – ufp) – consumo (ps – pu – fps – fpu)	
21,02 – 5,66 – 63,06 – 16,99 – 105,05 – 93,22 – 70,89 – 61,42	
p: ponta; fp: fora de ponta; up: ultrapassagem na ponta; ufp: ultrapass. fora de ponta	
ps: ponta período seco; pu: ponta período úmido; fps: fora de ponta período seco; fpu: fora de ponta úmido	

Dados dos Tanques

Tabela 1 – Dados Relativos aos Tanques

Estação	Tanque	Cota de fundo h [m]	Nível máximo n _{máx} [m]	Nível máximo de controle nc _{máx} [m]	Nível mínimo de controle nc _{min} [m]	Diâmetro D [m]	Área da base Ab [m ²]	Capacidade útil do tanque V [m ³]
ETA	T1	29,8	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARA	T2	10,70	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
ARB	T3	17,10	9,60	9,10	0,50	10,60	88,25	758,95
MAG	T4	34,10	5,00	4,50	0,50	5,00	19,63	78,52
ETO	T5	71,90	12,20	11,50	0,50	10,60	88,25	970,75

Dados dos Dutos

Tabela 2 – Dados Relativos aos Dutos

Duto	Diâmetro interno d [mm]	Comprimento l [m]	Rugosidade ε [mm]	Cota de Montante h _{mon} [m]	Cota de jusante h _{jus} [m]	Pressão máxima p _{max} [mcf]	Pressão Mínima P _{min} [mcf]	Velocidade Máxima V _{max} [m/s]	Velocidade Mínima v _{min} [m/s]
D1	591	7000	0,025	29,8	10,7	280	70	3,00	0,10
D2	337	1200	0,025	10,7	10,7	280	70	3,00	0,10
D3	255	1200	0,025	17,1	17,1	300	70	3,00	0,10
D4	255	1200	0,025	34,1	34,1	250	80	3,00	0,10
D5	591	4200	0,025	10,7	17,1	250	70	3,00	0,10
D6	591	6300	0,025	17,1	34,1	250	80	3,00	0,10
D7	591	20000	0,025	34,1	71,9	200	2	3,00	0,10

Dados das Bombas

Tabela 3 – Dados Relativos às Bombas

Estação	Nº de bombas*	Cota h [m]	Rendimento do motor n_M [%]	Rendimento da bomba n_B [%]				Curva Característica		
				a	b	c				
ETA T1	2	29,8	90	0	0	9	0	-200	12000	
ARA T2	2	10,7	90	0	0	9	0	-200	12000	
ARB T3	1	17,1	90	0	0	9	0	-200	28000	
MAG T4	1	34,1	90	0	0	9	0	-200	3000	

* Todas as bombas de uma estação possuem os mesmos dados
 $H_{man} [mcf] = a.Q^2 + b.Q + c; Q [l/s]$

Dados da Produção

Tabela 4 – Dados Relativos às Vazões no Sistema

Vazão: Q [l/s]					
período	ETA	ARA	ARB	MAG	ETO
00:00 a 10:00	90	90	100	10	316
10:00 a 11:20	90	45	100	10	316
11:20 a 17:20	90	45	80	10	240
17:20 a 20:00	90	45	80	10	110
20:00 a 00:00	90	45	80	10	300

Tabelas 5 – Características do Fluido

Tabela 5.1 – Viscosidade

Viscosidade Cinemática do fluido: $\nu = p \cdot T^q [m^2/s]$								
período	ETA		ARA		ARB		MAG	
	P	q	p	q	p	q	p	q
00:00	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425	0,0512023	-1,4425

Tabela 5.2 – BSW

BSW [%]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	30	30	30	30

Tabela 5.3 – Temperatura

Temperatura do fluido: T [°C]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	37	37	37	37

Tabela 5.4 – Massa Específica

Massa específica do fluido: ρ [kg/m ³]				
período	ETA	ARA	ARB	MAG
00:00	943,82	943,82	943,82	943,82

Dados das Condições Iniciais do Sistema

Tabela 6 – Condições Iniciais do Sistema

Estação	Tanque	Nível inicial n [m]	BSW [%]	Massa específica ρ [kg/m ³]	Viscosidade cinemática ν [m ² /s]		Temperatura do fluido T [°C]	Quantidade de bombas ligadas inicialmente
					p	q		
ETA	T1	5,00	30	943,82	0,0512023	-1,4425	37	2
ARA	T2	7,50	30	943,82	0,0512023	-1,4425	37	1
ARB	T3	8,10	30	943,82	0,0512023	-1,4425	37	1
MAG	T4	1,20	30	943,82	0,0512023	-1,4425	37	1
ETO	T5	10,20	30	943,82	0,0512023	-1,4425	37	-

Resultados dos Cálculos

Para a realização dos cálculos desse teste, usou-se como ferramenta auxiliar a planilha Excel. Os resultado dos cálculos do sistema estão apresentados na Tabela 7, das páginas seguintes:

Arquivo Padrão

O arquivo padrão resultante dos cálculos encontra-se a Tabela 8, nas páginas seguintes:

3.4 Executando o Teste Automático

Atualmente a ferramenta de testes automáticos encontra-se sem interface, portanto, para a realização de testes utilizando tal ferramenta, deve-se seguir as seguintes instruções:

- a) Deve-se ir ao prompt do MS-DOS;
- b) Usando-se o DOS, deve-se ir ao diretório petrobras, onde está instalado o software SmartPumping;
- c) Após encontrar o diretório, deve-se dar o seguinte comando: **run.bat tools.TesteAutomatico testesDeAceitacao\TesteX\testeX.in.**

O resultado do teste X, ou seja, o resultado da comparação dos valores obtidos com o SmartPumping e os dados do arquivo padrão, será gerado, automaticamente, na pasta “resultados” encontrada no diretório testesDeAceitação.

Especificação de Interface
para a Ferramenta de Testes Automáticos

- A ferramenta de “teste automático” deverá conter um ícone ou atalho, independente do SmartPumping, que deverá ser alocado no local de preferência do usuário;
- O acesso à ferramenta deverá ser feito com um duplo click sobre o ícone da mesma, caso essa esteja na Área de Trabalho, e click único nas outras situações, como é convencional pelos programas vendidos no mercado;
- A ferramenta deverá ser visualizada, após o comando de acesso, em uma janela de inserção de informações sobre o teste de interesse, que deverá ser de fácil entendimento e de agradável visualização;
- A janela da ferramenta deverá ter uma forma simples de inserção dos dados sobre o teste, sendo essa composta de locais para as seguintes informações:

I) Data do início da simulação

Onde deverão ser inseridas as informações sobre a data de início da simulação, no formato dd/mm/aaaa, e que deverá ser de fácil edição.

II) Hora do início da simulação

Onde deverão ser inseridas as informações sobre a hora de início da simulação, no formato hh:mm:ss, e que deverá ser de fácil edição.

III) Caixa de seleção do teste de interesse, “teste convencional” e/ou “teste alternativo”.

IV) Subjanela “Convencional”

Ao ser selecionada a opção “teste convencional”, será acionada a subjanela “convencional”, onde deverão ser inseridas as informações sobre o “diretório do(s) teste(s)”, através de uma ferramenta de localização.

A ferramenta de teste deverá ser capaz de localizar o(s) arquivo(s) .in encontrados no diretório especificado, e partir desse(s) reconhecer seus respectivos elementos (malha, controle, previsão, arquivo padrão, etc.) para a execução do teste.

V) Subjanela “Alternativo”

Essa subjanela deverá ser utilizada em casos excepcionais onde se deseja explicitar, dado a dado, os elementos do teste. Esse poderá ser usado quando, por exemplo, se desejar utilizar uma mesma malha para testes com diversas produções diferentes.

Ao ser selecionada a opção “teste alternativo”, será acionada a subjanela “Alternativo”, onde deverão ser inseridas as informações sobre:

a) Malha

Onde deverão ser definida a “malha do teste”, através de uma ferramenta de localização.

b) Controle

Onde deverá ser definido o “controle adotado no teste”, através de uma ferramenta de localização.

c) Previsão

Onde deverá ser definida a “previsão adotada no teste”, através de uma ferramenta de localização.

d) Arquivo padrão

Onde deverá ser definido o “arquivo padrão do teste”, através de uma ferramenta de localização.

e) Passo

Onde deverá ser digitado o intervalo de cálculo, e definido, em uma caixa de seleção de unidade anexa, a unidade do tempo definido.

f) Horizonte

Onde deverá ser digitado o intervalo de cálculo, e definido, em uma caixa de seleção de unidade anexa, a unidade do tempo definido.

g) Nome

Onde deverão ser inseridas, através de ferramenta de localização ou digitada, já que a maioria dos testes alternativos ainda não deverá estar definida, o nome do teste que está sendo editado. Neste local, será possível acessar todos os testes alternativos através de um botão de acesso, localizado ao lado do local dos nomes dos testes.

Na subjanela deverá existir, ainda, um outro botão de confirmação dos dados dos testes, que deverá ser acionada após a inclusão dos dados de cada teste. Depois de um click nesse botão, as opções de informações dos testes estarão novamente disponíveis. Após o término da inclusão dos dados dos testes alternativos, o procedimento de início da verificação se dará normalmente, ou seja, especificando o local de saída dos resultados e clicando no botão “iniciar” na janela do teste.

VI) Local de saída dos resultados do teste

Onde deverão ser inseridas as informações sobre o diretório onde o usuário deseja que seja gravado o arquivo com os resultados do teste”, através de uma ferramenta de localização.

No diretório selecionado, serão gravados, nos casos dos testes convencionais, os resultados das verificações. No caso dos testes Alternativos deverão ser gravados, além dos resultados das verificações, um arquivo contendo todas as informações as

b) Controle

Onde deverá ser definido o “controle adotado no teste”, através de uma ferramenta de localização.

c) Previsão

Onde deverá ser definida a “previsão adotada no teste”, através de uma ferramenta de localização.

d) Arquivo padrão

Onde deverá ser definido o “arquivo padrão do teste”, através de uma ferramenta de localização.

e) Passo

Onde deverá ser digitado o intervalo de cálculo, e definido, em uma caixa de seleção de unidade anexa, a unidade do tempo definido.

f) Horizonte

Onde deverá ser digitado o intervalo de cálculo, e definido, em uma caixa de seleção de unidade anexa, a unidade do tempo definido.

g) Nome

Onde deverão ser inseridas, através de ferramenta de localização ou digitada, já que a maioria dos testes alternativos ainda não deverá estar definida, o nome do teste que está sendo editado. Neste local, será possível acessar todos os testes alternativos através de um botão de acesso, localizado ao lado do local dos nomes dos testes.

Na subjanela deverá existir, ainda, um outro botão de confirmação dos dados dos testes, que deverá ser acionada após a inclusão dos dados de cada teste. Depois de um click nesse botão, as opções de informações dos testes estarão novamente disponíveis. Após o término da inclusão dos dados dos testes alternativos, o procedimento de início da verificação se dará normalmente, ou seja, especificando o local de saída dos resultados e clicando no botão “iniciar” na janela do teste.

VI) Local de saída dos resultados do teste

Onde deverão ser inseridas as informações sobre o diretório onde o usuário deseja que seja gravado o arquivo com os resultados do teste”, através de uma ferramenta de localização.

No diretório selecionado, serão gravados, nos casos dos testes convencionais, os resultados das verificações. No caso dos testes Alternativos deverão ser gravados, além dos resultados das verificações, um arquivo contendo todas as informações as

respeito dos testes (malha, previsão, etc.), com extensão .in, para eventuais testes no modo convencional com esses arquivos.

- Na janela do teste automático deverá existir, ainda, um botão do comando de início e interrupção da verificação, que se apresenta em função da situação do processo, e um botão de saída da ferramenta;
- A janela poderá ter uma apresentação como a figura a seguir:

Teste Automático [X]

Data Inicial:
Hora Inicial:

Teste Convencional
 Teste Alternativo

Convencional

Diretório do(s) Teste(s): **Buscar**

Alternativo

Malha: **Buscar** Passo: ▼
Controle: **Buscar** Horizonte: ▼
Previsão: **Buscar** Teste: ▼
Padrão: **Buscar**

Confirmar

Local de Saída: **Buscar**

Iniciar **Sair**

Observações e Sugestões

Sobre o

SmartPumping

Observações e sugestões:

- Deveria ser inserida a opção da visualização da impressão;
- Deveria ser inserir a opção da configuração da(s) página(s) para impressão;
- O comando de configuração das propriedades poderia ser feito apenas com um click no “enter”, ou seja, a opção “OK” deveria está ficar pré-selecionada;
- As propriedades dos dutos deveriam poder ser copiáveis;
- Na pág. 37 do “Manual Técnico” o ícone indicado no 2º tópico do parágrafo CRIANDO UMA SIMULAÇÃO, está incorreto;
- Deveria se inserido, no “Resultado Instantâneo”, um controle de deslocamento temporal da simulação, através de uma barra de rolagem no. Isso dinamizaria o processo de visualização.
- As janelas do SP às vezes não aparecem na frente da tela nem na barra de tarefa;
- O SP está apresentando problemas no zoom e no deslocamento da malha e de componentes dessa;
- Deveria ser inserido um atalho para o comando de copia e cola das propriedades;
- O SP está apresentando problemas na tarifação;
- Deveria ser possível editar o tipo de tarifação (verde, convencional ou azul) da UC;