



**INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR**

**RT-IEN- 01/2006**

**Experimentos Didáticos no Circuito de Água do Laboratório  
de Termo-hidráulica Experimental  
(LTE/SETER/DIRE)**

por

***José Luiz Horacio Faccini***  
***Silvia Barbosa Galvão Cesar***  
***David Adjuto Botelho***  
***Sergio Carlos Freitas***  
***Jorge Alves Coutinho***  
***Paulo Felipe Varela***

Março/2006

NOTA  
ESTE RELATÓRIO É PARA USO EXCLUSIVO DO INSTITUTO DE  
ENGENHARIA NUCLEAR

O direito a utilização de informações relacionadas ao trabalho de pesquisa realizado no IEN é limitado aos servidores da CNEN e pessoal de organizações associadas, nos limites dos termos contratuais que regem os respectivos convênios. O conteúdo dos relatórios não pode ser separado ou copiado sem autorização escrita do IEN.



|   |                      |  |                                     |   |
|---|----------------------|--|-------------------------------------|---|
| Título: Experimentos Didáticos no Circuito de Água do Laboratório de Termo-hidráulica Experimental (LTE/SETER/DIRE)   |                      |  |                                     |   |
| Autor(es): José L. H. Faccini, Silvia B. G. Cesar, David A. Botelho, Sergio C. Freitas, Jorge A. Coutinho e Paulo F. Varela   |                      |  |                                     | e-mail:<br><a href="mailto:faccini@ien.gov.br">faccini@ien.gov.br</a> |
| Identificação:<br>RT-IEN-01.06  | Nº de páginas:<br>13 | Tipo de Divulgação:<br>Irrestrita (x) Restrita ( )   | Divulgar para:<br>DIRE, SETER, CENS | Localização:<br><a href="http://intranet_ien">http://intranet_ien</a> |
| Publicação externa associada (congresso/periódico):   |                      |  |                                     |   |
| Palavras chave: : bombas centrífugas, circuito de água, circuito termo-hidráulico, instrumentação <i>fieldbus</i> , medida de pressão, medida de temperatura, medida de vazão, medida de perda de carga em válvulas   |                      |  |                                     |   |
| Resumo:<br><br>Este relatório técnico apresenta a apostila elaborada para as aulas práticas das disciplinas de Engenharia de Reatores I, II, III, do curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Reatores do IEN. O objetivo das aulas é proporcionar conhecimentos práticos do procedimento do levantamento das curvas características de uma bomba centrífuga, determinação da perda de carga em válvulas em função da vazão, levantamento das características de 5 tipos de medidores de vazão, familiaridade com os instrumentos para a medida de vazão e de pressão, domínio dos conceitos físicos envolvidos e processamento computacional dos dados experimentais. |                      |  |                                     |   |
| Abstract:   |                      |  |                                     |   |
| Emissão   |                      | Nome   | Rubrica                             | Data  |
| Data:   | Elaboração:          | José L.H. Faccini, Silvia B.G. Cesar, David A. Botelho, Sergio C. Freitas, Jorge A. Coutinho e Paulo F. Varela |                                     |   |
| Divisão:  | Revisão:             | David Adjuto Botelho   |                                     |   |
| Serviço:  | Aprovação :          | Celso Marcelo Franklin Lapa  |                                     |   |
| Instituto de Engenharia Nuclear:<br>Via 5 s/n, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, CEP 21945-970, CP 68.550, Rio de Janeiro – RJ - Brasil .<br>Tel.: 00 55 21 2209-8080 Internet: <a href="http://www.ien.gov.br">www.ien.gov.br</a>  |                      |  |                                     |   |

## 1. Objetivo

Esta apostila apresenta os experimentos didáticos a serem realizados nas aulas práticas das disciplinas Engenharia de Reatores I, II e III do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Reatores do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN). Tais experimentos, básicos em estudos de termo-hidráulica, vieram incorporados da Alemanha ao projeto do Circuito, e são: (1) avaliação do desempenho da bomba centrífuga, traduzido por suas curvas características; (2) determinação da perda de carga em válvulas; (3) avaliação de medidores de vazão.

Os experimentos didáticos pretendem proporcionar conhecimentos práticos e familiaridade com os instrumentos para medidas de vazão, de pressão, de temperatura e processamento computacional de dados.

## 2. Circuito de Água

O Circuito de Água, apresentado na Fig. 1, consiste de uma tubulação em aço inoxidável de diâmetro nominal 50 mm, ao longo da qual estão dispostas válvulas e medidores de pressão, vazão e temperatura, sendo a água impulsionada por uma bomba centrífuga. O circuito foi projetado para o treinamento de pessoal de formação técnica de nível médio, superior e de pós-graduação. Suas características permitem sua utilização na pesquisa, tanto em teses de pós-graduação, como para atender aos programas desenvolvidos no IEN.

O projeto e a construção foram realizados no Centro de Pesquisas Nucleares de Jülich (KFA - Jülich), Alemanha, tendo sido inaugurado no IEN em junho de 1981.

Desde 2002 é provido de um sistema de aquisição de dados de tecnologia *Fieldbus Foundation* de automação, no qual cada instrumento possui um microprocessador controlado por uma rede digital através do Sistema Supervisório AIMAX. O monitoramento do circuito pode ser acompanhado na tela de um computador na sala de controle do laboratório, e também com leituras diretamente nos instrumentos na instalação.

## 3. Experimentos

Após os procedimentos básicos de operação do Circuito de Água, ligando-se o computador onde está instalado o Sistema Supervisório AIMAX do circuito, aparece automaticamente no monitor a Tela Principal. Na área central de trabalho está uma planta do circuito com todos os seus instrumentos em rede *fieldbus*, e para escolher os de interesse para o ensaio, basta selecionar um a um. No canto esquerdo da tela está a barra de botões onde são informadas as condições do ensaio tais como o intervalo para coleta dos dados, o número de pontos a serem coletados, o nome do grupo que está realizando o ensaio, e os comentários que se julgar pertinentes. Nesta barra encontram-se, também, os botões de início e encerramento da coleta de dados, e aquele que permite o acesso à planilha/relatório gerada. A planilha gerada, em arquivo texto, apresenta um cabeçalho com o nome do

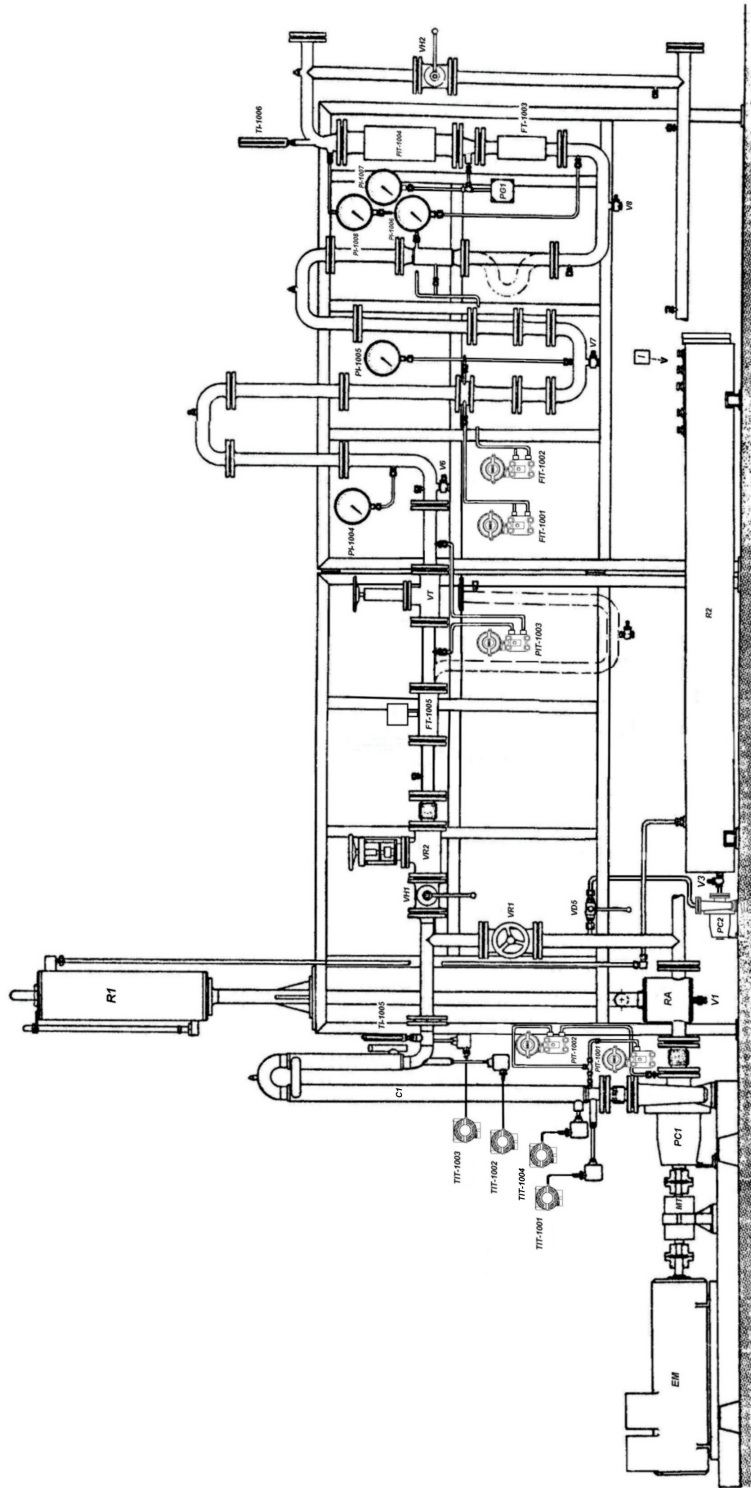


Figura 1 – Planta do Circuito de Água

grupo, os comentários, a hora e a data de início, e, em forma de tabela, as leituras acumuladas durante o ensaio com a identificação dos respectivos instrumentos.

Cada planilha deve ser gravada como arquivo antes do início de outro ensaio, pois, ele será apagado automaticamente, sem chance de recuperação.

**OBS.:** o aluno deverá consultar o responsável pela operação do circuito sempre que for necessário para a correta realização dos experimentos.

### **3.1- Experimento nº 3 – Comparação entre medidores de vazão (Engenharia de Reatores I)**

O objetivo deste experimento é a determinação das características de 4 tipos de medidores de vazão: placa de orifício FIT-1001, venturi FIT-1002, turbina FT-1005 e ultrassônico FIT-1007. Por estarem instalados em linha, é possível realizar uma comparação entre eles. Atualmente, o medidor tipo turbina FT-1005 é a referência da medida de vazão no Circuito de Água, possuindo também leitura digital no painel de controle.

Neste experimento os ensaios consistem em variar a vazão através da rotação da bomba, registrando os valores nos medidores FIT-1001, FIT-1002, FT-1005 e FIT-1007; e a temperatura no termômetro de resistência TIT-1002.

#### **3.1.1- Preparação (Responsável pela operação)**

1. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão REAL localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real–Time Trend List”.
  - a) Selecionar “Experimento 3”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.
  - b) Alterar as escalas de cada instrumento:
    - Clicar sobre um dos limites inferiores das escalas, no canto esquerdo da tela: o limite selecionado irá para o canto esquerdo.
    - Digitar o novo limite inferior e apertar a tecla <ENTER>: para os 5 instrumentos será zero.
    - Digitar o novo limite superior e apertar a tecla <ENTER>: para todos os medidores de vazão = 35 m<sup>3</sup>/h; TIT-1002 = 50 °C.
    - Repetir o procedimento para cada instrumento.
2. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão amarelo na barra de ferramentas: “volta à tela principal”.
  - a) Selecionar na tela principal os instrumentos FIT-1001, FIT-1002, FT-1005, FIT-1007, TIT-1002, clicando no botão vermelho no instrumento (a cor do botão irá mudar para verde).
  - b) Programar a barra de botões, clicando 2 vezes com o botão esquerdo do “mouse” sobre cada campo em vermelho, quando são apresentadas as telas para digitação.

- c) Digitar diretamente no teclado para:
    - Intervalo: 5
    - Pontos: 5
    - Grupo: nome do grupo que está executando o experimento.
    - Comentário: comentários do experimento. Ex.: “Rotação 600 rpm”.
  - d) Após cada digitação apertar a tecla <ENTER>.
3. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão Real localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real-Time Trend List”.
  4. Selecionar “Experimento 3”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.

### 3.1.2- Execução (Alunos)

1. Ajustar o valor para a rotação da bomba por meio do potenciômetro “RPM”, girando-o suavemente no sentido horário e observando a indicação do mostrador S1 no painel de controle. Atenção: a válvula VR2 deve estar aberta e a válvula VR1 fechada. Obs.: é recomendado executar o experimento com variações da rotação entre 600 rpm e 2200 rpm, com intervalos de 200 rpm.
2. Observar na tela gráfica a indicação de sinal nos instrumentos e aguardar até que fique estável (sem oscilações).
3. Clicar no botão amarelo na barra de ferramentas: volta à tela principal.
4. Na barra de botões da tela principal clicar no botão vermelho para iniciar a coleta de dados.
5. Quando a coleta de dados estiver terminada clicar no botão de planilha localizado na barra de botões para acessar a planilha gerada.
6. Salvar a planilha:
  - a) Clicar em “Arquivo”.
  - b) Clicar em “Salvar como”.
  - c) Clicar em “Disquete 3 1/2”.
  - d) Dar um nome ao arquivo. Sugere-se o mesmo nome do Comentário.
  - e) Fechar o Arquivo: aparece novamente a tela principal.
7. Voltar ao item (1). Antes de iniciar a próxima condição do experimento atualizar o **Comentário** conforme os itens (2.c) e (2.d) da **Preparação**.

8. Quando todas as condições de rotação tiverem sido executadas, o experimento está encerrado.
9. Antes de retirar o disquete do aluno do computador, o operador deverá salvar o seu conteúdo na pasta Aulas do IEN do disco rígido.

### **3.2- Experimento nº 2 – Perda de carga em válvulas (Engenharia de Reatores II)**

O objetivo deste experimento é a determinação da perda de carga em válvulas em função da vazão. Para tanto, o Circuito de Água dispõe de uma seção de testes na qual podem ser adaptados cinco diferentes tipos de válvulas, quais sejam: válvula globo reta, com assento inclinado e angular, válvula de esfera e válvula reguladora de vazão.

Os ensaios consistem em variar a vazão através da variação da rotação da bomba monitorando a vazão no medidor tipo turbina FT-1005; a temperatura no termômetro de resistência TIT-1002; e a diferença de pressão na válvula no transdutor de pressão diferencial PIT-1003.

Também pode-se fazer uma verificação da precisão dos cálculos tradicionais de perda de carga em válvulas e acessórios, comparando-se os valores calculados (via comprimento equivalente, coeficiente K, etc.) com os obtidos pela realização deste experimento.

Antes de dar início ao experimento propriamente dito, são necessários os procedimentos:

#### 1. Escolha da válvula:

- Nº 1 – válvula de esfera VT1
- Nº 2 – válvula globo – assento inclinado VT2
- Nº 3 – válvula globo – angular VT3
- Nº 4 – válvula globo – reta VT4
- Nº 5 – válvula reguladora (VR2) VT5

#### 2. Instalação da válvula:

- A válvula escolhida para teste deve ser colocada na posição “VT” do circuito.
- Para a instalação de VT3 (angular) deve ser utilizada a peça tubular em forma de “U”, como mostrado no Manual de Operação do Circuito de Água.
- Para o estudo da perda de carga na válvula reguladora VR2 (VT5), ela deve ser removida de sua posição normal e instalada em “VT”, e em seu lugar deve ser colocada uma outra válvula, por exemplo VT4.

#### **3.2.1- Preparação (Responsável pela operação)**

1. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão REAL localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real-Time Trend List”.

- a) Selecionar “Experimento 2”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.
- b) Alterar as escalas de cada instrumento:
  - Clicar sobre um dos limites inferiores das escalas, no canto esquerdo da tela: o limite selecionado irá para o canto esquerdo.
  - Digitar o novo limite inferior e apertar a tecla <ENTER>: para os 3 instrumentos será zero.
  - Digitar o novo limite superior e apertar a tecla <ENTER>: para FT-1005 = 40 m<sup>3</sup>/h; PIT-1003 = 5 bar; TIT-1002 = 50 °C.
  - Repetir o procedimento para cada instrumento.
2. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão amarelo na barra de ferramentas: “volta à tela principal”.
  - a) Selecionar na tela principal os instrumentos FT-1005, TIT-1002 e PIT-1003, clicando no botão vermelho no instrumento (a cor do botão irá mudar para verde).
  - b) Programar a barra de botões, clicando 2 vezes com o botão esquerdo do “mouse” sobre cada campo em vermelho, quando são apresentadas as telas para digitação.
  - c) Digitar diretamente no teclado para:
    - Intervalo: 5
    - Pontos: 5
    - Grupo: nome do grupo que está executando o experimento.
    - Comentário: comentários do experimento. Ex.: “Perda de carga na válvula globo reta VT4 Vaz7”.
  - d) Após cada digitação apertar a tecla <ENTER>.
3. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão Real localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real-Time Trend List”.
4. Selecionar “Experimento 2”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.

### 3.2.2- Execução (Alunos)

1. Variar a rotação da bomba por meio do potenciômetro “RPM”, girando-o suavemente no sentido horário e observando a indicação da vazão desejada no medidor FT-1005. Recomenda-se executar o experimento com vazões variando de 7 m<sup>3</sup>/h até a máxima possível, aproximadamente 35 m<sup>3</sup>/h, com intervalos de 3 m<sup>3</sup>/h.
2. Observar na tela gráfica a indicação de sinal nos instrumentos e aguardar até que fique estável (sem oscilações).
3. Clicar no botão amarelo na barra de ferramentas: volta à tela principal.



4. Na barra de botões da tela principal clicar no botão vermelho para iniciar a coleta de dados.
5. Quando a coleta de dados estiver terminada clicar no botão de planilha localizado na barra de botões para acessar a planilha gerada.
6. Salvar a planilha:
  - a) Clicar em “Arquivo”.
  - b) Clicar em “Salvar como”.
  - c) Clicar em “Disquete 3 1/2”.
  - d) Dar um nome ao arquivo. Sugere-se o mesmo nome do Comentário.
  - e) Fechar o Arquivo: aparece novamente a tela principal.
7. Voltar ao item (1). Antes de iniciar a próxima condição do experimento atualizar o **Comentário** conforme os itens (2.c) e (2.d) da **Preparação**.
8. Quando todas as condições de vazão tiverem sido executadas, o experimento está encerrado.
9. Antes de retirar o disquete do aluno do computador, o operador deverá salvar o seu conteúdo na pasta Aulas do IEN do disco rígido.

### **3.3- Experimento nº 1 - Desempenho da bomba centrífuga (Engenharia de Reatores III)**

O objetivo deste experimento é a obtenção de dados para: a) avaliação do desempenho da bomba centrífuga que equipa o circuito e b) levantamento da curva do circuito (curva do sistema). As curvas características fazem parte de um conjunto de informações que, geralmente, são fornecidas pelos fabricantes de bombas para auxiliar o projetista no correto dimensionamento de um sistema de bombeamento.

No primeiro caso, (a), para cada velocidade de rotação da bomba, a vazão é variada, por meio da válvula reguladora VR2, desde zero até o valor máximo atingido em cada rotação. Dessa maneira, com a vazão e a pressão diferencial na bomba pode-se calcular a energia efetivamente entregue pela bomba à água, assim como, com o valor do torque e da velocidade de rotação da bomba determinar a energia que foi entregue pelo motor elétrico à bomba. Calcula-se, também, a altura manométrica H, para a obtenção das curvas características da bomba centrífuga.

Para a obtenção da curva do circuito, (b), faz-se variar a rotação da bomba, registrando-se a vazão e a pressão diferencial, estando a válvula reguladora VR2 totalmente aberta.

O monitoramento da vazão pelo sistema supervisor é feito através dos dados coletados no medidor de vazão tipo turbina FT-1005; o da temperatura no termômetro de resistência TIT-1002; e o da diferença de pressão no transdutor de pressão diferencial da bomba PIT-1002.

### 3.3.1- Preparação (Responsável pela operação)

1. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão REAL localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real–Time Trend List”.
  - a) Selecionar “Experimento 1”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.
  - b) Alterar as escalas de cada instrumento:
    - Clicar sobre um dos limites inferiores das escalas, no canto esquerdo da tela: o limite selecionado irá para o canto esquerdo.
    - Digitar o novo limite inferior e apertar a tecla <ENTER>: para os 3 instrumentos será zero.
    - Digitar o novo limite superior e apertar a tecla <ENTER>: para FT-1005 = 40 m<sup>3</sup>/h; PIT-1002 = 5 bar; TIT-1002 = 50 °C.
    - Repetir o procedimento para cada instrumento.
2. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão amarelo na barra de ferramentas: “volta à tela principal”.
  - a) Selecionar na tela principal os instrumentos FT-1005, TIT-1002 e PIT-1002, clicando no botão vermelho no instrumento (a cor do botão irá mudar para verde).
  - b) Programar a barra de botões, clicando 2 vezes com o botão esquerdo do “mouse” sobre cada campo em vermelho, quando são apresentadas as telas para digitação.
  - c) Digitar diretamente no teclado para:
    - Intervalo: 5
    - Pontos: 5
    - Grupo: nome do grupo que está executando o experimento.
    - Comentário: comentários do experimento. Ex.: “Curva do Sistema – 1000 rpm”; ou “Curva da Bomba – 1000 rpm, Vazão 7”, conforme o caso.
  - d) Após cada digitação apertar a tecla <ENTER>.
3. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão Real localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real–Time Trend List”.
4. Selecionar “Experimento 1”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.

### 3.3.2- Execução (Alunos)

#### 3.3.2.1- Curva do circuito (Curva do sistema)

1. Ajustar o valor para a rotação da bomba por meio do potenciômetro “RPM”, girando-o suavemente no sentido horário e observando a indicação do mostrador S1 no painel de controle. Atenção: a válvula VR2 deve estar aberta e a válvula VR1 fechada. Obs.: é

recomendado executar o experimento com variações da rotação entre 600 rpm e 2200 rpm, com intervalos de 200 rpm.

2. Observar na tela gráfica a indicação de sinal nos instrumentos e aguardar até que fique estável (sem oscilações).
3. Clicar no botão amarelo na barra de ferramentas: volta à tela principal.
4. Na barra de botões da tela principal clicar no botão vermelho para iniciar a coleta de dados.
5. Quando a coleta de dados estiver terminada clicar no botão de planilha localizado na barra de botões para acessar a planilha gerada.
6. Salvar a planilha:
  - a) Clicar em “Arquivo”.
  - b) Clicar em “Salvar como”.
  - c) Clicar em “Disquete 3 ½”.
  - d) Dar um nome ao arquivo. Sugere-se o mesmo nome do Comentário.
  - e) Fechar o Arquivo: aparece novamente a tela principal.
7. Voltar ao item (1). Antes de iniciar a próxima condição do experimento atualizar o **Comentário** conforme os itens (2.c) e (2.d) da **Preparação**.
8. Quando todas as condições de rotação tiverem sido executadas, o experimento está encerrado.
9. Antes de retirar o disquete do aluno do computador, o operador deverá salvar o seu conteúdo na pasta Aulas do IEN do disco rígido.

### 3.3.2.2- Curvas da bomba

1. Ajustar o valor para a rotação da bomba por meio do potenciômetro “RPM”, girando-o suavemente no sentido horário e observando a indicação do mostrador S1 no painel de controle. Obs.: Pré-selecionar duas rotações.
2. Na tela principal, atualizar o Comentário.
3. Clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” no botão REAL localizado na barra de botões da tela principal quando é apresentada a tela gráfica em tempo real “Real-Time Trend List”.
4. Selecionar “Experimento 1”: clicar uma vez com o botão esquerdo do “mouse” sobre o experimento selecionado e, a seguir, clicar em “OK”.

5. Atuar na válvula VR2 até o valor de vazão estabelecido. Obs.: Para cada rotação, a vazão deve variar de zero (válvula totalmente fechada) até a máxima (válvula totalmente aberta). Sugere-se os valores apresentados na Tab.1.

| <b>Rotação (rpm)</b>           | 1000              | 1500                          | 2000                           |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b> | 0, 7, 9, 11, máx. | 0, 7, 9, 11, 13, 15, 17, máx. | 0, 7, 10, 13, 16, 19, 22, máx. |

Tabela 1 – Condições para o levantamento da Curva da bomba

6. Observar na tela gráfica a indicação de sinal nos instrumentos e aguardar até que fique estável (sem oscilações).
7. Clicar no botão amarelo na barra de ferramentas: volta à tela principal.
8. Na barra de botões da tela principal clicar no botão vermelho para iniciar a coleta de dados.
9. Quando a coleta de dados estiver terminada clicar no botão de planilha localizado na barra de botões para acessar a planilha gerada.
10. Salvar a planilha:
- Clicar em “Arquivo”.
  - Clicar em “Salvar como”.
  - Clicar em “Disquete 3 ½”.
  - Dar um nome ao arquivo. Sugere-se o mesmo nome do Comentário.
  - Fechar o Arquivo: aparece novamente a tela principal.
11. Voltar ao item (2).
12. Quando todas as condições de vazão tiverem sido executadas, voltar ao item (1).
13. Quando as duas condições de rotação tiverem sido executadas, o experimento está encerrado.
14. Antes de retirar o disquete do aluno do computador, o operador deverá Salvar o seu conteúdo na pasta Aulas do IEN do disco rígido.

#### 4. Cálculos e Relatório

O relatório é individual e deve ser entregue, preferencialmente na forma impressa, ao professor responsável 2 semanas após a realização do experimento (14 dias corridos).

O relatório deve ser elaborado com uso de processador de texto. Não serão aceitos relatórios manuscritos.

O processamento de dados deve ser feito, preferencialmente, programando em uma linguagem de programação Fortran, Pascal, C, MatLab, Mathematica, etc. A listagem do programa deve ser anexada ao relatório junto com o arquivo de entrada, que contém os dados experimentais originais, e o arquivo de saída, do qual são feitos os gráficos. Será também aceito cálculo feito com planilha Excel, caso o aluno não tenha domínio de nenhuma linguagem de programação acima mencionada ou similar.

O programa de processamento deve realizar as seguintes tarefas:

- 1- Ler dados experimentais originais de um arquivo de dados;
- 2- Processar os dados experimentais, de acordo com o experimento;
- 3- Escrever os valores obtidos para um ou mais arquivos de saída, dos quais serão traçados gráficos.

O relatório deve seguir o roteiro abaixo:

- 1- Folha de rosto, identificando o aluno autor do relatório.
- 2- Introdução, descrição geral do experimento explicando os conceitos envolvidos.
- 3- Descrição da instalação, com diagrama do Circuito e dados de especificação dos componentes.
- 4- Procedimento do experimento.
- 5- Resultados experimentais na unidade de leitura e na forma de tabela.
- 6- Discussão sobre as curvas levantadas.
- 7- Conclusões.
- 8- Bibliografia consultada.

#### 5. Referências

1. *Modernização do Circuito de Água do LTE – Avaliação da Nova Instrumentação com Tecnologia Fieldbus*, Silvia Barbosa Galvão Cesar, José Luiz Horacio Faccini, Sergio Carlos Freitas e Jorge Alves Coutinho, RT-IEN-41.02, setembro/2002, IEN/CNEN, Rio de Janeiro.
2. *Acessórios para Tubulações*, Sergio Viçosa Möller, Nota Técnica – DERE/DITRA – 006/80, IEN/CNEN, Rio de Janeiro.
3. *Manual de Operação – Circuito de Água, Revisão 1*, Silvia Barbosa Galvão Cesar e José Luiz Horacio Faccini, RT-IEN-04.03, abril/2003, IEN/CNEN, Rio de Janeiro.
4. *Noções Básicas sobre Ensaio de Bombas Centrífugas*, José Luiz Horacio Faccini, Silvia Barbosa Galvão Cesar, Su Jian, Sergio Carlos Freitas e Jorge Alves Coutinho, RT-IEN-35.03, dezembro/2003, IEN/CNEN, Rio de Janeiro.