



## **DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AQUISIÇÃO E CONTROLE DE TEMPERATURA DE UM FORNO TUBULAR**

**C.M.A. Andrade**

Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – DATECI  
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN  
E-mail: cristian.araujo@gmail.com

**J.M.V.B.S. Silva**

Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica – UFRN  
Campus Universitário, Lagoa Nova CEP 59.072-970 Natal-RN  
E-mail: joaomorenovilasboas@gmail.com

**J.M. Lourenço**

Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – DATECI  
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN  
E-mail: magner@cefetrn.br

### **RESUMO**

Atualmente programas computacionais de supervisão estão cada vez mais vinculados a sistemas automatizados. Estes sistemas possibilitam ao operador do processo, a realização de uma análise com maior quantidade de informações em uma unidade menor de tempo, garantindo uma melhor resolução na análise e reprodutibilidade do processo.

Programas como estes são responsáveis por uma infinidade de tarefas que, em muitos casos, seria inviável tecnicamente. Em alguns casos, a falta de programas supervisórios pode até mesmo comprometer a segurança do usuário, expondo-o a riscos como ambiente hostil e/ou insalubre.

Neste trabalho é apresentado um programa computacional para aquisição e controle de temperatura de um forno tubular que será utilizado para processamento de materiais. Tendo sido desenvolvido em um ambiente de programação orientada a objetos, o programa permite o ajuste de parâmetros como taxa de aquecimento e patamar de temperatura, realizando o armazenamento e tratamento dos dados referente à variável. A aquisição de dados é realizada por meio de uma interface eletrônica, que é responsável por enviar o sinal do sensor ao programa para ser armazenado e processado pelo mesmo. O controle do processo é feito através de um motor de passo também controlado pelo programa. Os resultados do ensaio são armazenados em arquivos de texto tipo “txt”, que poderão posteriormente gerar gráficos de temperatura versus tempo em programas editores de gráfico.

**PALAVRAS-CHAVE:** programa computacional, aquisição de dados, interface eletrônica, automação.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente dispõe-se de uma variedade de técnicas para controle digital de processos em tempo real. Com o advento dos microcomputadores, abriu-se um vasto campo para sua crescente utilização no controle automático destes processos. Os controladores que antes eram desenvolvidos analogicamente, ou em alguns casos de forma manual, hoje podem ser substituídos por programas de controle e supervisão, tornando-os mais versáteis, flexíveis e precisos. Além disto, o microcomputador pode detectar situações de risco, permitindo uma melhor proteção do processo controlado, contra o mau funcionamento e talvez danificação do mesmo, além de possibilitar a obtenção de gráficos, tabelas e dados referentes ao estado do controlador, facilitando assim sua compreensão (Conceição, 2002; Gaião, 2004).

Um controlador é um dispositivo que recebe um sinal correspondente à diferença entre o valor desejado e o valor atual e manipula este sinal para obter a ação corretiva mais adequada. De um modo geral, o controle automático envolve uma série de ações que são efetuadas em uma sequência bem determinada, conforme ilustra a figura 1 (Kanazawa, 1999; Brunneto; Barbosa, 2003).

Figura 1: Diagrama de blocos de um sistema de controle

Desta forma qualquer diferença entre o valor real e o valor desejado, causada por qualquer perturbação no sistema, é sentida pelo elemento de sensoriamento e pelo elemento comparador, assim o elemento de controle atuará de forma a corrigir esta diferença, promovendo um ajuste no sinal.

O modo de controle adequado dependerá do processo a ser controlado, o qual envolve grandezas físicas tais como:

- a) Temperatura;
- b) Pressão;
- c) Umidade;
- d) PH;
- e) Densidade, etc.

Não se deve esquecer no entanto, que para cada grandeza física medida, é necessário fazer uso de um sensor específico, o qual transforma o valor da variável medida em um sinal de tensão ou corrente.

Este trabalho objetiva a descrição de um sistema de controle e supervisão de temperatura de um forno resistivo. O programa computacional desenvolvido trabalha em malha fechada e visa manter o processo em patamares adequados de temperatura. Assim o programa garante que os materiais a serem processados mantenham seus resultados próximos do esperado, com o mínimo de erros.

Utilizou-se como elemento sensor um termopar de Cromel-alumel, tipo K, por se bastante empregado em atmosferas oxidantes. O acionador ou atuador do sistema é um motor de passo que realiza a correção através de um controle do tipo flutuante, modificando a variável sempre que esta se desvia do valor pré-determinado pelo operador.

2. METODOLOGIA

2.1 Protocolo de comunicação

Levando em consideração principalmente a velocidade de aquisição de dados, este sistema teve por base o uso da interface paralela de um microcomputador. Para que fosse possível receber e enviar dados através dos pinos de dados, operou-se no modo EPP (“Enhanced Parallel Port”). A figura 1 nos mostra um esquema da porta DB25 utilizada neste trabalho, assim como a disposição de seus pinos e o sentido do tráfego de dados no modo EPP.

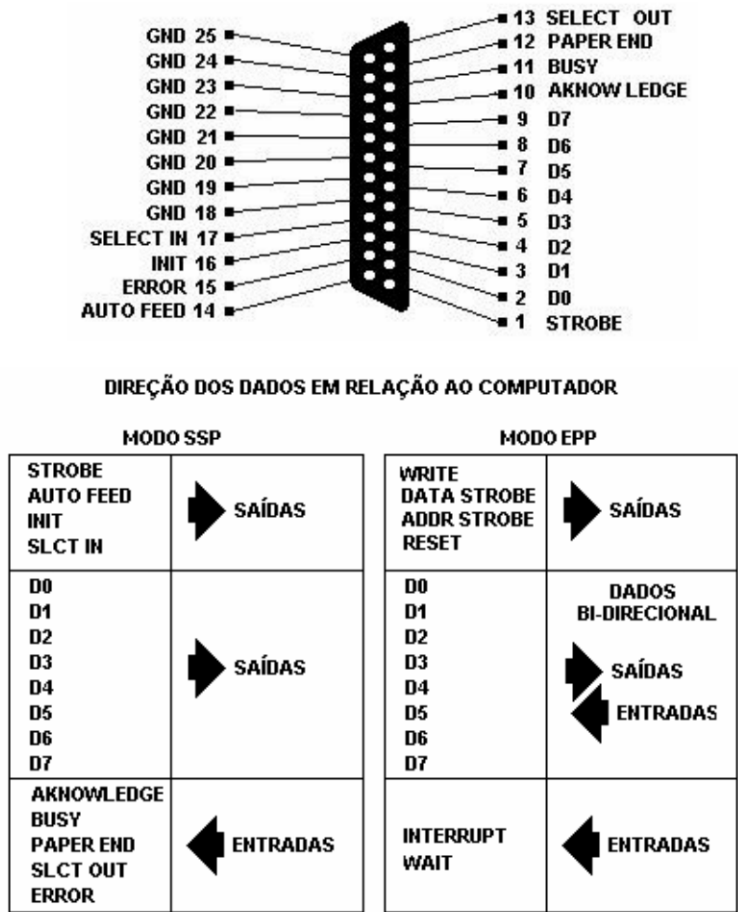


Figura 1: Configuração da Porta paralela no modo EPP.

2.2 Descrição do programa computacional

O programa de controle foi desenvolvido usando a linguagem de programação Delphi, que é um ambiente de desenvolvimento de projetos orientado a objeto. Esse programa possui basicamente duas funções: comandar e monitorar o aquecimento de um forno tubular. Este comando é realizado através do controle de motores de passo ligados a uma fonte de tensão DC, enquanto que o monitoramento é feito através da leitura de um termopar acoplado ao forno tubular (Figura 2).



Figura 2: Programa de controle.

O uso do programa é bastante simples, o usuário deve inicialmente acessar a opção “controle do processo” e configurar os patamares de temperatura do processo. Em cada patamar de temperatura o usuário deve definir três parâmetros, são eles:

- *Taxa de aquecimento*: Esse parâmetro vai determinar a velocidade de comutação das bobinas do motor de passo, a fim de controlar a velocidade de aquecimento do forno tubular;
- *Temperatura do processo*: Esse parâmetro vai identificar a temperatura em que o forno tubular deve parar de aquecer e receber as informações do novo patamar de temperatura;
- *Tempo de permanência*: Esse parâmetro funcionará como um relógio, indicando ao programa o tempo em que o sistema deve ficar inerte antes de receber as informações do novo patamar de temperatura.

Após determinar os patamares de temperatura, o usuário deve informar ao sistema a temperatura ambiente e em seguida iniciar o processo de aquecimento do forno. O processo de aquecimento ocorre de forma cíclica na seguinte sequência lógica: envio de dados, leitura de dados, armazenamento de dados e verificação. A seguir as quatro etapas acima mencionadas serão detalhadas.

#### 2.2.1 Envio de dados

Nesta etapa, o programa executa a função que produz um passo no motor de passo a fim de aumentar a temperatura do forno. O aumento na temperatura do forno é diretamente proporcional ao aumento da tensão na resistência elétrica que está envolto do mesmo. Esta diferença de potencial por sua vez, é controlada por uma fonte regulável de tensão AC, que tem o seu eixo regulador acoplado a um motor de passo por meio de sistema de transmissão de engrenagens. A velocidade em que o programa vai executar a função que movimenta o motor vai depender da “taxa de aquecimento” do patamar de temperatura.

#### 2.2.2 Leitura de dados

Nesta etapa, o programa faz a leitura do valor de tensão produzido por um termopar do tipo K que está fixado dentro do forno tubular. Através da função abaixo, o valor é então convertido em temperatura:

$$t_{atual} = kv + t_{amb}, \quad \text{onde: } \begin{cases} t_{amb} = \text{temperatura ambiente} \\ t_{atual} = \text{temperatura no forno tubular} \\ k = \text{constante de conversão para termopares K} \end{cases} \quad (1)$$

Onde “ $t_{atual}$ ” é a temperatura no forno tubular, “ $k$ ” é a constante de conversão para termopares K, “ $t_{amb}$ ” é a temperatura ambiente e “ $v$ ” é um sinal digital equivalente ao valor de tensão produzido pelo termopar.

### 2.2.3 Armazenamento de dados

Nesta etapa, o programa armazena o valor de temperatura “ $t_{\text{atual}}$ ” e o tempo atual do processo em um arquivo tipo TXT. Posteriormente, este arquivo “txt” pode ser lido por um programa editor de gráficos e gerar um gráfico (temperatura x tempo) do processo de aquecimento do forno tubular.

### 2.2.4 Verificação

Nesta etapa, o programa irá verificar se deve passar para o próximo patamar de temperatura, manter o patamar atual ou terminar o processo de aquecimento do forno. Para isso, o valor de temperatura “ $t_{\text{atual}}$ ” é comparado com o valor do parâmetro “temperatura do processo” que é indicado no patamar de temperatura. Caso o valor de “ $t_{\text{atual}}$ ” seja maior ou igual ao valor do parâmetro “temperatura do processo”, o programa irá ficar inerte durante o “tempo de permanência” que é outro parâmetro definido no patamar de temperatura. Ao final do “tempo de permanência” o processo vai assumir os parâmetros do patamar de temperatura seguinte. Caso não haja outro patamar de temperatura o processo será finalizado. Porém, se o processo não for finalizado, o programa iniciará uma nova sequência lógica já mencionada anteriormente.

Em cada ensaio realizado, foi feita a aquisição de dados em tempo real. Os dados coletados foram temperatura e tempo. Os dados foram gravados em arquivos TXT, sendo possível traçar gráficos carga versus número de passos através de um programa editor de gráficos.

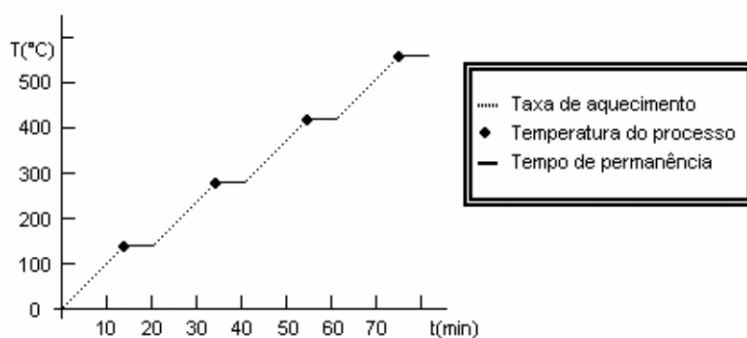


Figura 3: Modelo de gráfico do processo de aquecimento do forno tubular.

## 3. CONCLUSÃO

Como pode ser observado no trabalho apresentado, o programa computacional desenvolvido apresentou resultados satisfatórios. Demonstrando ser de fácil operação e possuindo uma interface amigável, proporcionou confiabilidade e reprodutibilidade no processo de aquecimento de um forno tubular. Portanto apresentou o que se espera de um sistema automático de medição, consistindo assim em uma etapa fundamental para a geração de bons resultados.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Conceição, F. C. **Controle automático de temperatura de aquecedor de água**. Monografia – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2002.

Brunneto, J. R.; Barbosa, L. R. R. **Sistema de Controle de Temperatura de Caldeira**. Monografia – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2003.

Gaião E. N. *et al.* **Uma Interface Lab-Made para Aquisição de Sinais Analógicos Instrumentais Via Porta Paralela Do Microcomputador**. Quim. Nova, 27:5, p. 825-828, 2004

Kanazawa, M. *et al.* **Desenvolvimento de uma Interface de Aquisição e Controle de Dados**. Lavras: InfoComp, 1, p. 20-25, 1999.