

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO TÉRMICO DE FORNOS INDUSTRIAIS

Bruno Henrique Oliveira Mulina; Vinícius Costa Fereira; Valério Luiz Borges; Solidônio Rodrigues de Carvalho.

Resumo: Neste trabalho propõe-se o desenvolvimento de um sistema eletrônico para monitoramento da temperatura em fornos industriais. O sistema deve permitir a instalação de um número quase ilimitado de sensores, que possam ser adequados à necessidade de cada processo, possibilitando a personalização do mesmo conforme o tipo de forno. Para simplificar a instalação e reduzir custos de manutenção, o sistema foi dividido em três partes - sensores, central de controle e servidor - estruturadas de acordo com o número de componentes e a complexidade das funções realizadas. Um protótipo foi concebido e instalado em fornos de alvenaria, destinados à produção de carvão vegetal, para monitorar os perfis de temperatura em seu interior. Os testes realizados em campo confirmaram a eficácia do sistema e permitiram realizar ajustes no mesmo a fim de garantir o perfeito funcionamento em um forno industrial.

Palavras chaves: temperatura, automação, forno.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Cassano (2003), a temperatura é a segunda grandeza mais medida no mundo, perdendo apenas para o tempo, o que reflete a importância da medição dessa grandeza, uma vez que ela influencia em praticamente todos os processos industriais. Por isso, estudar e controlar a temperatura são questões primordiais na prática industrial.

Nesse sentido, com o objetivo de desenvolver um sistema para medição de temperaturas de baixo custo e resistente à intempéries, este trabalho propõe projetar, construir e testar em campo, um sistema eletrônico destinados à análise térmica de fornos industriais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Um protótipo foi concebido para atuar em fornos de alvenaria capazes de produzir individualmente 40 toneladas de carvão vegetal. A Fig. 1 apresenta um forno típico para produção de carvão vegetal.



Figura 1: Forno de produção de carvão vegetal RAC220 típico.

O processo de produção de carvão vegetal tradicional consiste em carbonizar a madeira a determinadas temperaturas em fornos de alvenaria. Em tais fornos, a produção é baseada no empirismo e experiência prática dos operadores. Todavia, nas últimas décadas inúmeros estudos têm concentrado esforços para se definir metodologias e equipamentos capazes de atuar e controlar as três etapas do processo de produção de carvão vegetal: secagem, pirólise e resfriamento (Assis, 2002; Guimarães Neto, 2005; Raad e Winter, 2007; Oliveira, 2009; Mulina, 2011). Assim, este trabalho propõe a concepção de softwares e hardwares que possam auxiliar na análise térmica de tais fornos. Espera-se, por meio de tal iniciativa, identificar e propor técnicas operacionais que possam tornar o processo de produção de carvão vegetal sustentável e paralelamente reduzir o tempo de produção de carvão, minimizar as perdas e impactos ambientais, por meio do aumento da eficiência térmica dos fornos e minimização de emissões dos

gases de efeito estufa.

3. HARDWARE E SOFTWARE

Para simplificar a instalação e reduzir custos de manutenção, o sistema é dividido em três partes - sensores, central de controle e servidor - estruturadas de acordo com o número de componentes e a complexidade das funções realizadas. O sistema de monitoramento proposto é a base para uma automação, permitindo o controle autônomo do processo no qual está instalado.

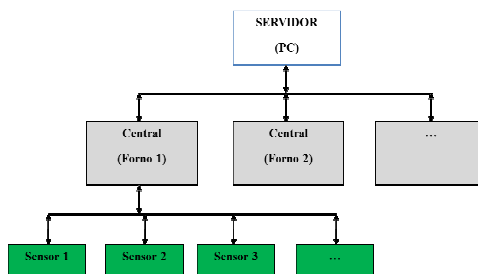
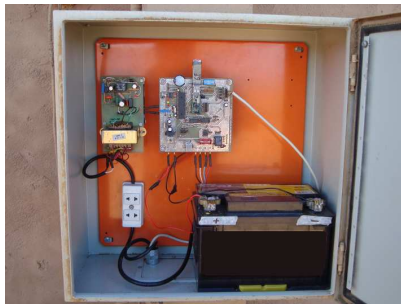


Figura 2: Estrutura do sistema de aquisição

A Fig. 2 apresenta a estrutura do sistema desenvolvido. O servidor, apresentado na Fig.3a, gerencia todo o sistema de aquisição, além de armazenar o histórico de temperatura e produção. Ligado a ele por uma rede wireless, um conjunto de centrais, tendo uma delas apresentada na Fig.3b, que concentram informações dos sensores térmicos, mostrado na Fig.3c, conectados por meio de fios. A escolha do uso da rede *wireless* na ligação entre servidor e central se deve a grande distância entre o escritório, onde está instalado o servidor, e o processo instrumentado (mais de 1Km). Como a distância entre os sensores e a central é menor, o uso de fios para interligação permite a transmissão dos dados e da energia para funcionamento dos mesmos. A central pode operar em modo direto com o servidor, enviando e recebendo os dados em tempo real pela rede *wireless*, ou em modo independente, armazenando as temperaturas em um cartão *SDCard* ou um *pendrive*. Todas as funções realizadas pela central são concentradas em um microcontrolador R8C/2B, gentilmente fornecido pela Renesas Electronics America.



a)



b)



c)

Figura 3: Foto dos componentes do sistema: a) Servidor; b) Placa da central de controle instalada; c) Sensor com o circuito eletrônico instalado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente o sistema instalado em uma mufla presente no laboratório LTCM-UFU (Fig. 4), com o objetivo de analisar a evolução e distribuição térmica em seu interior. Foram instalados seis sensores, transmitindo as temperaturas a um computador, apresentando em tempo real o perfil térmico no interior da mufla. Os resultados obtidos permitiram propor um novo controle das resistências de aquecimento, possibilitando uma melhor distribuição térmica mesmo sem ventilação forçada.

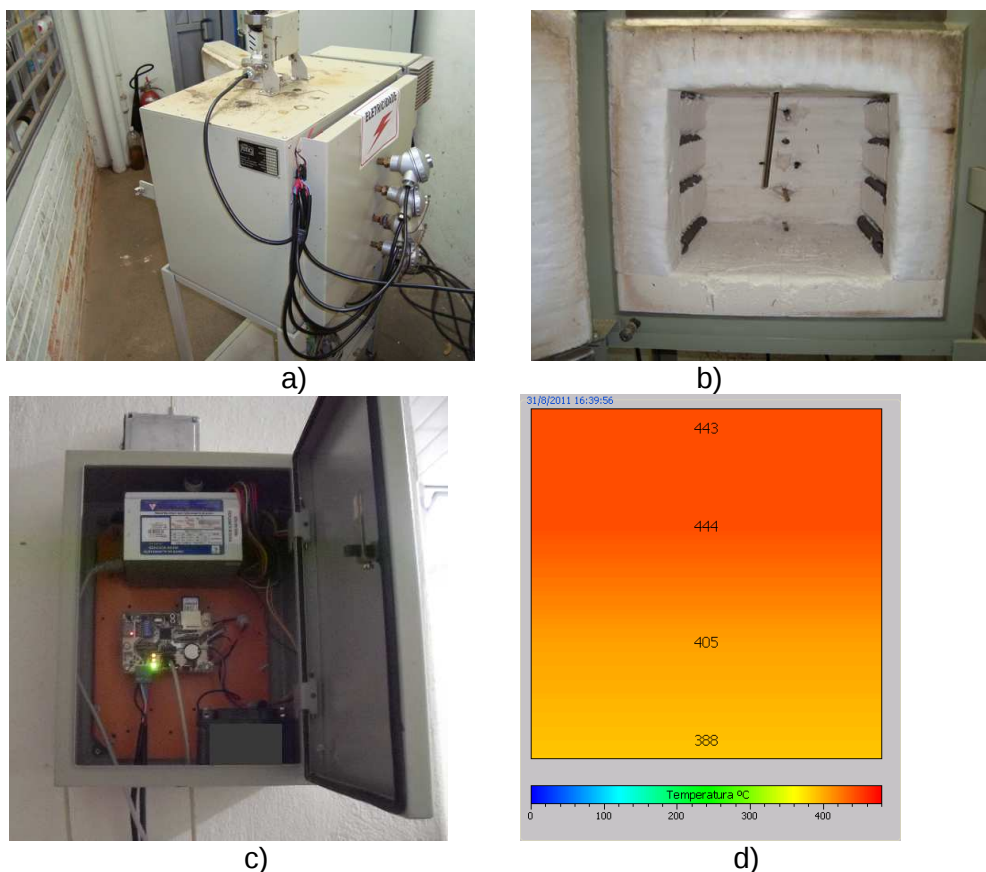


Figura 4: Mufla instrumentada: a) parte traseira da mufla instrumentada; b) Interior da mufla; c) Central de controle; d) Perfil térmico obtido.

Após os testes em laboratório, o sistema eletrônico foi instalado em fornos destinados à produção de carvão vegetal, contribuindo para o controle da temperatura no processo. Por meio de um monitoramento térmico contínuo, o carbonizador pôde ser alertado para a correção de falhas operacionais em tempo real de produção. Tais ações proporcionaram melhorias no ciclo de produção e na qualidade do carvão produzido. Por meio de diversos testes, notou-se ainda que o controle térmico reduz os impactos ambientais, pois permite produzir carvão de qualidade e minimizar refugos e emissões de gases de efeito estufa. Nesse sentido, por meio de tais estudos, este trabalho permitiu identificar novas ferramentas de controle que podem ser incorporadas futuramente no sistema eletrônico para auxiliar a tornar o processo produtivo sustentável.

Atualmente foram inseridas outras funções no sistema eletrônico para que o mesmo se torne apto a promover a automação de um processo de compostagem. Neste caso, além da medição da temperatura, o sistema será responsável pelo acionamento de ventiladores centrífugos e do controle dos níveis de oxigênio no processo.

5. CONCLUSÕES

Em laboratório o sistema se mostrou satisfatório, no entanto diversos problemas foram identificados quando o mesmo foi implantado no processo industrial. Tais problemas contribuíram para que melhorias fossem inseridas, garantindo maior robustez ao conjunto de hardwares e softwares desenvolvidos no decorrer da pesquisa. De uma forma geral, a partir de diversos estudos científicos e de ciclos de produção, verificou-se que a instrumentação térmica de fornos destinados à produção de carvão vegetal acarreta em uma minimização dos impactos ambientais e consequentemente permite um aumento na qualidade do produto final e na minimização dos custos operacionais.

Vale ressaltar que o sistema desenvolvido, em relação a sistemas já existentes, apresenta menor custo e facilidade de adaptação à diversos tipos de fornos e processos onde a automação se faz necessária.

6. AGRADECIMENTOS

O autor agradece a parceria da Votorantim Siderurgia Unidade Florestal, às Agências do Governo – CNPq, FAPEMIG e CAPES – pelo apoio financeiro e à empresa *Reneas Electronics America*, por disponibilizar amostras de seus produtos para desenvolvimento dos protótipos, além do suporte técnico oferecido por seu representante.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, C. O., 2002, “Sistema alternativo para carbonização de madeira”, Dissertação de Mestrado, UFL, MG.
- CASSANO, D., 2003, “ Os limites da Temperatura”. Revista & Instrumentação, São Paulo, v.3, n. 21, p. 18-24, jun. 2003.
- GUIMARÃES NETO, R. M., 2005, “Avaliação técnica e econômica de um forno container em escala industrial”, Dissertação de Mestrado, UFV, MG.
- MULINA, B. H. O., BORGES, V.L., CARVALHO, S. R. , 2011, “Thermal instrumentation and its economic advantages in charcoal production”, Proceedings of COBEM 2011, p. 1-10, Natal – RN.
- MULINA, B. H. O. , 2011, “Desenvolvimento de um sistema eletrônico para monitoramento térmico de fornos industriais”, Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG.
- RAAD, T. J., WINTER, M., 2007, “Pesquisa e desenvolvimento na produção de carvão vegetal”, V&M Florestal.