

COOPERAÇÃO INTERNACIONAL E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: CONTROLE DO PROCESSO DE QUEIMA EM FORNOS HOFFMANN PARA CERÂMICA VERMELHA.

Edmo Carlos C. de Paiva Filho – edmocefet@hotmail.com

Rodrigo L. Agostinho – lehnemann@ig.com.br

Jorge L. T. S. Júnior – jsol2001@terra.com.br

Fabricio C. Bezerra – fabriciobezerra@terra.com.br

D. Sc. Paulo L. S. Aquino – aquino@cefet-rj.br

CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Av. Maracanã 229, Bloco E / 1º. andar – DEPES

CEP 20271-110 – Rio de Janeiro - RJ

***Resumo:** O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados dos estudos referentes ao processo de fabricação de blocos cerâmicos realizados dentro do convênio de cooperação internacional CEFET/RJ – Fachhochschule de Colônia. Através de estágios realizados na indústria alemã e do contato com a realidade do setor cerâmico no estado do Rio de Janeiro, foi verificada a necessidade do desenvolvimento de um sistema de controle da queima de combustível aplicável à indústria fluminense, levando-se em consideração as diferenças tecnológicas existentes entre as duas realidades e o contexto econômico da indústria local. Este estudo mostra que a problemática do desperdício energético, da baixa qualidade dos produtos e das limitações técnicas e econômicas pode ser superada através do desenvolvimento de tecnologias adaptadas à realidade brasileira. O sistema em questão baseia-se no uso de um Controlador Lógico Programável para o controle dos parâmetros do processo de queima dos blocos em fornos contínuos do modelo Hoffmann. Tal controle só é possível de ser realizado através de bases tecnológicas mínimas, onde se destaca a utilização do Gás Natural como fonte energética.*

***Palavras-chave:** Instrumentação Eletrônica; Desenvolvimento Tecnológico; Sistemas de Controle; Forno Hoffmann; Cerâmica Vermelha.*

1. INTRODUÇÃO

O convênio de cooperação internacional firmado entre o CEFET/RJ e a Fachhochschule de Colônia desenvolveu-se ao longo de três anos – 1999, 2000 e 2001 – e gerou diversos benefícios institucionais e pedagógicos, conforme citado em SOUZA (2002). Dentre as atividades, destacam-se as missões de estudo realizadas por alunos de engenharia do CEFET/RJ que produziram resultados consistentes no âmbito da pesquisa tecnológica nas áreas de processos de fabricação e tecnologia do produto cerâmico.

Um exemplo de como esse tipo de pesquisa pode beneficiar diretamente a indústria nacional foi o desenvolvimento do software para controle de custos na indústria cerâmica – “Ceramic”. O aplicativo, que foi apresentado como projeto final do curso de engenharia de produção e defendido no segundo semestre de 2003, apresenta-se como uma ferramenta de fácil manuseio e grande utilidade para a gestão das empresas do setor ceramista.

O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados dos estudos referentes ao processo de fabricação de blocos cerâmicos que convergiram para o desenvolvimento de um

sistema de controle de queima de combustível para fornos modelo Hoffmann. O sistema proposto utiliza um Controlador Lógico Programável para o controle dos parâmetros do processo de queima dos blocos em fornos contínuos do modelo Hoffmann. Tal controle só é possível de ser realizado através de bases tecnológicas mínimas, onde se destaca a utilização do Gás Natural como fonte energética, amplamente disponível em solo fluminense.

2. CENÁRIO TECNOLÓGICO

Nos últimos anos a indústria da cerâmica vermelha no Brasil vem sendo alvo de pesquisas nos mais diversos campos de conhecimento. As demandas tecnológicas do setor variam desde a caracterização, seleção e aprimoramento das matérias primas até o desenvolvimento de sistemas de controle de processos.

2.1 Panorama Energético

Existe hoje uma grande preocupação com o uso eficiente da energia elétrica, obviamente como reflexo da última crise de abastecimento, mas durante os últimos anos a conservação de energia tem sido tema de estudos envolvendo instituições públicas e o setor privado. Estas iniciativas vem contribuindo para a conscientização da importância da utilização racional dos recursos energéticos.

O processo de fabricação de produtos cerâmicos depende de dois tipos tipos de energia: A elétrica, para o funcionamento de máquinas e motores e a térmica, para a secagem e queima dos tijolos. Segundo WITTEWER (1997), estes insumos são responsáveis por cerca de 40 a 50% do custo total do produto. O foco de grande parte dos estudos envolvendo o setor de cerâmica vermelha tem sido a busca da redução deste consumo energético.

No estado do Rio de Janeiro, esta energia é produzida basicamente pela queima de lenha e óleo BPF, gerando problemas ambientais como emissão de poluentes e exploração irregular de madeira. Segundo WAGNER (1998), 80% do consumo nas indústrias cerâmicas alemãs corresponde ao gás natural, que possibilita uma queima mais homogênea e produtos de melhor qualidade. A descoberta de grandes jazidas de gás natural tem impulsionado a utilização deste combustível no estado do Rio de Janeiro, notadamente nos setores de transporte e residencial, mas na indústria de cerâmica vermelha este aproveitamento tem sido tímido mesmo no pólo cerâmico de Campos dos Goytacazes, privilegiadamente localizado com relação à bacia de Campos.

Nos últimos 25 anos, as indústrias de cerâmica vermelha na Alemanha reduziram em mais de 40% o total de energia necessário à secagem e queima dos tijolos e reduziram em mais de 75% as emissões de CO₂ por Kg de tijolos cozidos. Segundo KOKOT (1998), na convenção sobre clima e recursos naturais de Berlim realizada em 1995, foi declarado que o objetivo da indústria de cerâmica vermelha na Alemanha é chegar em 2005 com um consumo específico máximo de 390 kcal/Kg de produtos cozidos. No Brasil, este consumo é até 70% maior na produção da mesma quantidade de material.

2.2 Matérias Primas

As argilas são sistemas complexos constituídos por substâncias orgânicas e inorgânicas que variam de acordo com a jazida e influenciam no processo de fabricação e nas características dos produtos cerâmicos. As argilas que possuem compostos hidrocópicos, como a montmorilonita, e menor presença de silício são mais plásticas pois retêm mais água durante a mistura e apresentam uma maior retração durante a secagem.

Algumas das substâncias comumente encontradas nas argilas são SiO₂ , Al₂O₃ , Fe₂O₃ , CaO , MgO , Na₂O e K₂O. Para corrigir as variações que a composição destas matérias-primas está sujeita deve-se realizar misturas de diferentes argilas, garantindo a homogeneidade

necessária para a fabricação de produtos com características semelhantes. O armazenamento em galpões fechados também é importante pois iguala a umidade das diversas camadas da argila.

A importância da seleção e tratamento adequados da matéria-prima se dá na medida em que toda a tecnologia desenvolvida para o controle e melhoria dos processos (desintegração, mistura, laminação, extrusão, secagem e queima) depende fundamentalmente da qualidade e das características da massa cerâmica utilizada.

2.3 Sinterização do Material Cerâmico

A sinterização é a grande responsável pelas transformações físico-químicas da argila, que definem as características mecânicas dos blocos cerâmicos. Este processo ocorre durante a queima dos tijolos em fornos onde se atingem temperaturas de até 1000 °C, obtendo-se a mudança cristalográfica do material. Esta mudança confere uma resistência mecânica superior ao produto final. Podemos verificar na Tabela 1 o comportamento das diversas substâncias durante o processo de queima, segundo KOKOT (1998)

Tabela 1 - Comportamento físico-químico dos componentes da argila durante a queima.

Fase da Queima	Reações	Defeitos possíveis
Zona de Pré-aquecimento: 200° a 400°C	Combustão de substâncias orgânicas, formação de poros e evaporação de água residual da montmorilonita.	Rachaduras e fragmentações devido à tensões provocadas pela emissão de vapor.
Zona de Queima: 400°C a 650°C	Inversão do Quartzo e decomposição de pirita.	Rachaduras e lascas.
Zona de Queima: 650°C a 750°C	Combustão de substâncias orgânicas, decomposição do calcário, combustão de carbono residual com conseqüente liberação de calor.	Deformações, manchas superficiais e rachaduras.
Zona de Queima: 750° a 900° C	Formação e expansão do corpo cerâmico, transformação de fase cristalográfica.	Patamar de temperatura e taxa de transferência térmica podem alterar as propriedades do produto.
Zona de resfriamento: 650° a 500°	Inversão do Quarzo cristalino.	Rachaduras.
Zona de resfriamento: 500° a 250°	Decomposição de Cristobalita.	Rachaduras.

A partir destes dados, podemos constatar a extrema importância do controle da temperatura durante o processo de queima dos blocos cerâmicos, pois esta etapa é a mais complexa e onde existe maior incidência de fatores críticos para a qualidade dos produtos.

2.4 Curva de Queima

O ciclo térmico que o tijolo atravessa no forno, também é conhecido como “Curva de Queima” e fornece a taxa de transferência de calor que a peça deve ser submetida em cada instante de tempo no forno. A figura 1 mostra uma curva de queima típica de blocos cerâmicos alemães.

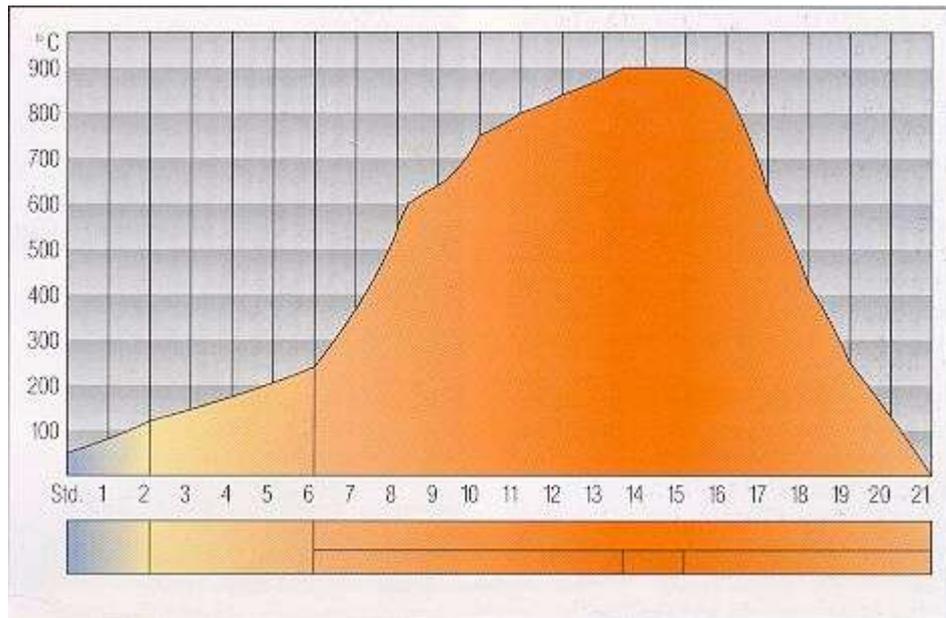


Figura 1 - Curva de Queima típica de cerâmica vermelha.

Cada produto cerâmico possui uma curva de queima específica, determinada empiricamente e que deve ser respeitada dentro de limites que garantam as características cristalográficas desejadas.

Na Alemanha a curva de queima de um produto cerâmico é otimizada em laboratório utilizando corpos cerâmicos de prova e pequenos fornos. Os principais fatores que influenciam uma curva de queima são as dimensões do bloco e sua composição química (mistura de argilas e agregados).

2.5 Fornos Cerâmicos e Controle de Queima

Os fornos para a queima de cerâmica vermelha se dividem em dois grupos: Contínuos e intermitentes. Os fornos intermitentes mais utilizados na indústria fluminense são: Caieira, Chama Reversível, Abóbada e Plataforma. Estes fornos apresentam uma concepção antiga que se caracteriza pela necessidade de interrupção da produção para carga e descarga dos tijolos (fornada). Neles, o controle da queima é feito visualmente, com base na cor que os tijolos assumem em diferentes faixas de temperatura, procedimento que depende da experiência e percepção dos funcionários.

Esta falta de precisão acarreta um consumo extra de combustível e conseqüentemente um processo de sinterização inadequado às características do produto. No caso de blocos estruturais, estes fatores são decisivos para a obtenção de produtos com índices confiáveis de resistência à compressão, visto que qualquer descontinuidade física tanto a nível macro como microestrutural pode gerar pontos de acúmulo de tensões mecânicas.

Os fornos contínuos (Hoffmann e Túnel) são mais modernos e podem trabalhar por longos períodos sem interromper a produção. Nestes fornos, enquanto um lote de peças está chegando ao final da queima outro está iniciando, sem descontinuidade do processo. Estes fornos apresentam boas condições para o controle da temperatura e dos gases de exaustão.

Os fornos-túnel são os mais utilizados em todo o mundo por serem mais modernos e eficientes. Eles são constituídos por câmaras interligadas que reproduzem as temperaturas das zonas de pré-aquecimento, queima e resfriamento. A zona de queima é onde ocorre a combustão, atingindo temperaturas entre 800° e 1000°C.

Os gases da combustão são facilmente reaproveitados na zona de aquecimento do forno e, dependendo do projeto, podem ser aproveitados na secagem dos tijolos, evitando assim o

consumo extra de combustível nesta fase do processo produtivo. Este aproveitamento depende do nível de isolamento térmico dos vagonetes, tubulações e da própria estrutura do forno, visando a menor perda possível por condução e convecção térmica. Em geral são utilizadas mantas de material isolante para cobrir as tubulações de ar e tijolos refratários especiais nas paredes internas do forno e nos vagonetes.

Os tijolos são conduzidos por sistemas de vagonetes sobre trilhos, ou seja, enquanto um vagonete entra no forno carregado com tijolos crus, outro vagonete sai carregado com tijolos cozidos.

Os fornos-túnel mais modernos utilizam o gás natural como combustível mas no Brasil é comum a utilização de óleo BPF. Estes fornos funcionam seguindo o princípio da “imersão na corrente inversa de calor”, ou seja, os gases quentes da queima são lançados ao encontro dos tijolos, transferindo assim o calor para as peças. A figura 2 mostra um esquema do funcionamento de um forno-túnel:

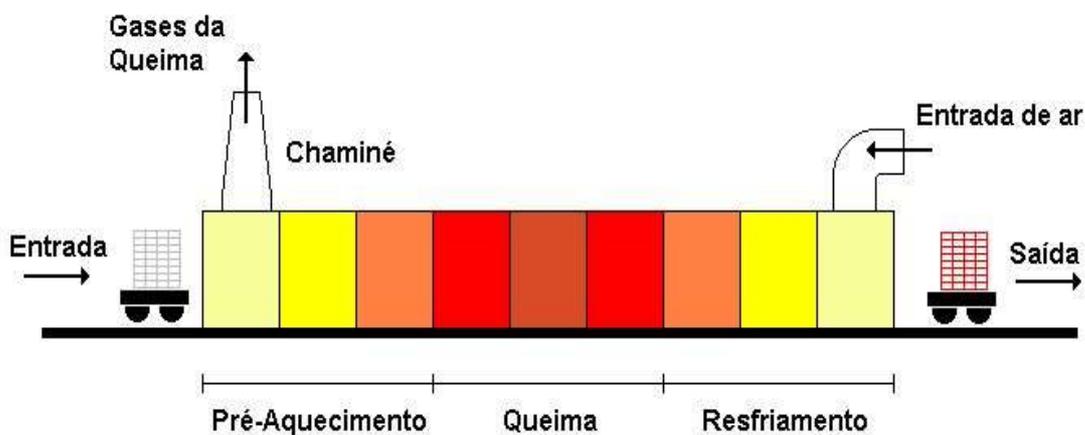


Figura 2 - Esquema de funcionamento de um forno-túnel.

No Brasil, devido ao alto custo de implantação, os fornos-túnel são mais utilizados na indústria de cerâmica branca que fabrica produtos de alto valor agregado como azulejos e louças. Na cerâmica vermelha é mais comum a utilização de fornos contínuos do modelo Hoffmann. Segundo WITTWER (1997), no Estado do Rio de Janeiro, este modelo de forno é responsável por cerca de 70% da produção total de tijolos.

Os fornos Hoffmann não apresentam os mesmos níveis de qualidade e eficiência dos fornos-túnel pois sua concepção inviabiliza níveis de automação mais sofisticados. Neste modelo os tijolos ficam estáticos em câmaras separadas e os queimadores de combustível se deslocam ao longo do forno, definindo as zonas de queima, aquecimento e resfriamento de forma cíclica. A carga e descarga dos tijolos é realizada manualmente nas câmaras mais afastadas e o pré-aquecimento é feito através da transferência forçada dos gases da câmara que está sendo queimada para as câmaras à frente, conforme mostra a figura 3.

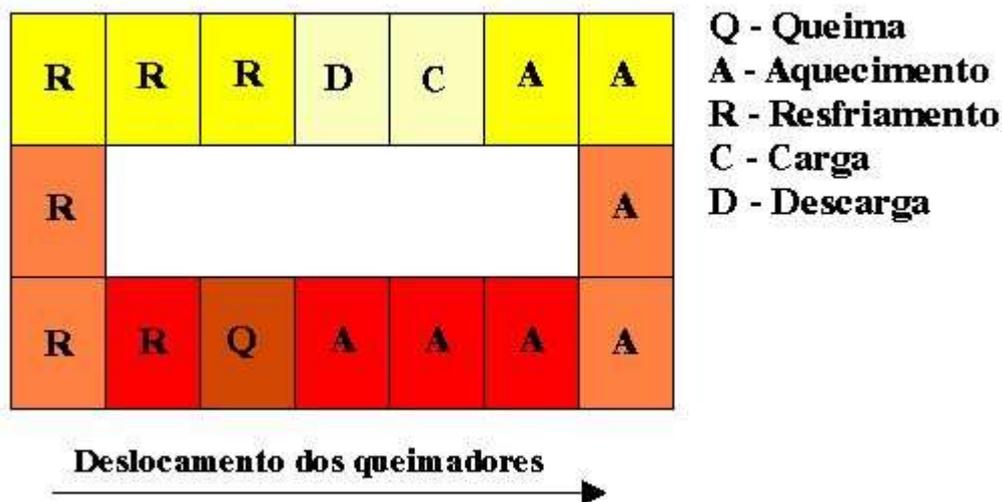


Figura 3 - Esquema de funcionamento de um forno Hoffmann.

Devido à intensa intervenção manual no processo caracterizada pelo empilhamento das peças dentro da câmara e pelo fechamento das portas com camadas de tijolos e argamassa, verificamos que os fornos Hoffmann apresentam grande limitação em termos de automação do fluxo de produção, sendo inclusive classificados por alguns autores como fornos semi-contínuos. No entanto estes fornos são largamente utilizados pela indústria ceramista no Estado do Rio de Janeiro e não devem portanto ser desprezados no âmbito da pesquisa tecnológica.

2.6 Automação na Indústria Alemã

No que se refere à tecnologia empregada na fabricação, verificamos que todas as grandes indústrias alemãs automatizaram seus processos com a utilização exclusiva de fornos-túnel. As máquinas são interligadas por processadores que controlam o fluxo de material, evitando desperdícios e interrupções na linha de produção. O controle de qualidade ocorre desde a matéria prima até o produto final e não há manipulação humana no processo. Em geral, são necessários de 6 a 7 pessoas para controlar uma produção de até 500 toneladas / dia.

Cada área da planta é gerenciada por um processador que sincroniza o funcionamento das máquinas de forma a integrá-las. Os processadores recebem as informações necessárias através de sensores que medem grandezas como o volume de matéria-prima processada, temperatura em vários pontos do forno, pressão na extrusora, altura da pilha de tijolos, etc. Estas informações podem ser acompanhadas em tempo real através de monitores e painéis, facilitando a detecção e correção de eventuais falhas e a emissão de relatórios para o controle de qualidade.

3. SISTEMA DE CONTROLE DE QUEIMA PARA FORNOS HOFFMANN

3.1 Motivação

As informações levantadas pela equipe de cerâmica do CEFET/RJ no intuito de delinear melhorias e adaptações nas indústrias locais indicaram a viabilidade da pesquisa tecnológica de um sistema de controle do processo de queima que a princípio pudesse ser aplicado aos fornos Hoffmann e posteriormente ampliado para a utilização em fornos-túnel e que possuísse determinadas características, como simplicidade de operação e baixo custo, facilitando uma futura implantação na indústria. O desenvolvimento deste sistema foi proposto como projeto final de graduação em engenharia eletrônica e encontra-se em fase de testes no CEFET/RJ.

É importante ressaltar que qualquer tipo de controle torna-se inviável sem a utilização de parâmetros mínimos em todas as fases do processo produtivo. A melhoria de qualidade da cerâmica vermelha no Brasil passa por um rigoroso controle das etapas do processo de fabricação, o que pode ser realizado pois não depende de automação de alto nível.

Em resumo, ao propor um sistema de controle de temperaturas na queima, assumimos que a massa cerâmica deve ser corretamente desintegrada, misturada e umidecida, obter uma boa homogeneidade granulométrica na laminação e ser extrudada sob pressão compatível com o produto desejado.

3.2 Delineamento do Sistema

O sistema em desenvolvimento baseia-se na adoção do gás natural como combustível no processo de queima. Este energético possui um maior poder calorífico e proporciona uma queima mais homogênea e controlada em relação à lenha e ao óleo BPF. O sistema tem como principais objetivos:

- Reduzir o consumo do processo de queima;
- Diminuição das perdas de produção;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Melhorar a gestão ambiental.

O baixo custo do projeto é garantido pela utilização de um CLP (Controlador Lógico Programável) como elemento controlador de uma malha fechada, em que a grandeza a ser controlada é a temperatura na zona de queima do forno Hoffmann monitorada por um termopar e tendo como atuador um conjunto de válvulas, conforme mostra a figura 4:



Figura 4 – Diagrama de blocos do sistema de controle

Apesar do objetivo inicial ser o processo de queima em fornos Hoffmann, com o controle ocorrendo apenas no setor de queima do forno, está prevista a expansão do sistema de forma modular para contemplar a operação em fornos-túnel com queimadores estáticos em vários setores do forno.

3.3 Elementos do Sistema

Basicamente o sistema é formado pelo CLP, dois módulos de entradas / saídas analógicas, um termopar, um transdutor de temperatura, um conjunto de 4 queimadores e 4 válvulas solenóides acionadas por relés, um painel de operação manual e um supervisório (IHM) rodando em um PC. A figura 5 mostra a todos os elementos do sistema de controle e suas respectivas ligações.

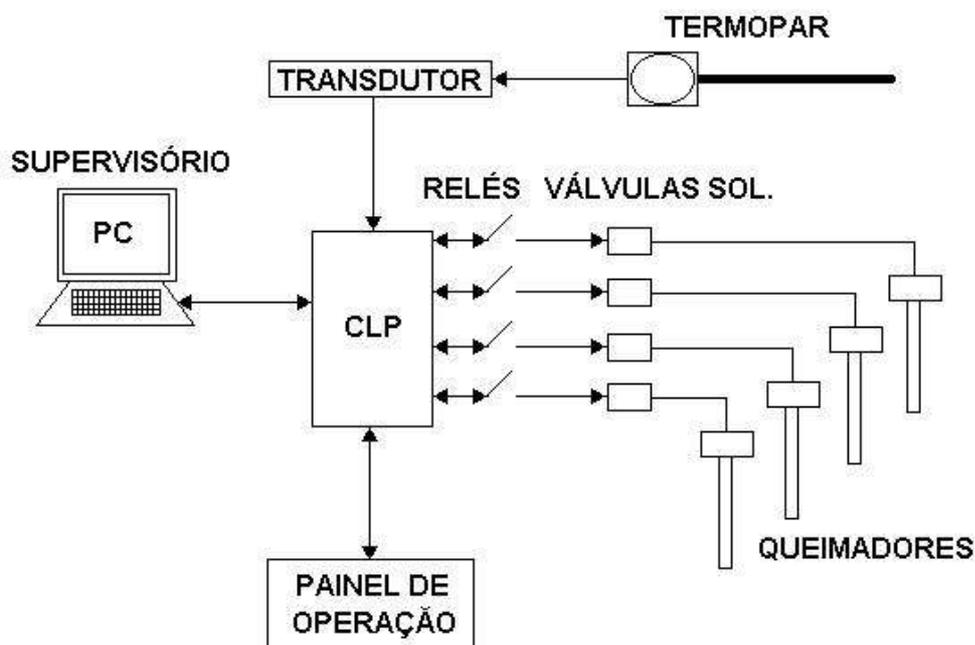


Figura 5 - Elementos do sistema de controle.

3.3.1 Válvulas Solenóides

As válvulas de gás NF (normalmente fechadas) são os elementos atuadores do sistema. São acionadas por relés controlados por pulsos PWM, cuja largura é definida pelo CLP. Quanto maior o tempo “Ton” do pulso, mais tempo a válvula ficará aberta deixando passar o gás para o queimador e maior será a transmissão de energia térmica para o processo.

3.3.2 Queimadores

Na indústria cerâmica são usados basicamente dois tipos de queimadores de gás: Os queimadores de alta velocidade e os queimadores por impulso.

Os de alta velocidade possuem ignição elétrica própria e podem trabalhar com gás natural, butano ou propano. A alta velocidade dos gases de combustão garante uma temperatura uniforme ao longo do forno e a ótima estabilidade da chama determina uma combustão ampla e segura.

O sistema em questão utiliza queimadores por impulso, pois são mais econômicos que os de alta velocidade. Neles a queima é feita na forma de impulsos temporários. Eles não possuem ignição própria e portanto é necessário que a temperatura externa esteja no ponto de ignição do combustível. A figura 5 mostra um esquema simplificado de um queimador por impulso.

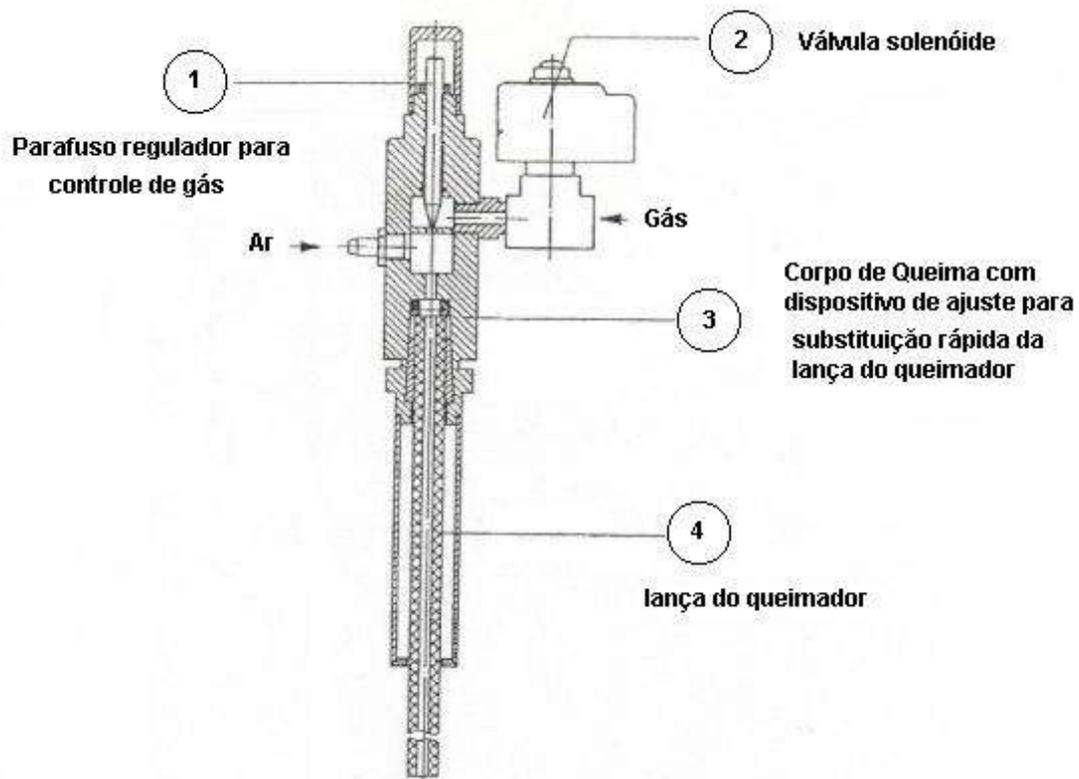


Fig 6 – Esquema de um queimador por impulso.

3.3.3 Termopar / Transdutor

Os termopares são os sensores de temperatura mais utilizados devido à sua robustez e baixo custo. São constituídos por dois fios de metais diferentes. Duas pontas dos fios são conectadas e formam a junta de medição (junta quente) enquanto as outras duas formam a junta de referência (junta fria).

Seu funcionamento está baseado no efeito de Seebeck que consiste no aparecimento de uma tensão da ordem de milivolts entre os terminais da junta de referência quando a junta de medição é submetida a uma outra temperatura.

O elemento de medição utilizado no sistema é o termopar do tipo K, que possui uma faixa de medição entre 0 e 1260°C, o que contempla a quase totalidade dos processos envolvendo cerâmica vermelha, e limite de erro padrão de $\pm 2,2^\circ\text{C}$. Foi adotado um transdutor de temperatura para fazer a interface do termopar com o CLP. Este equipamento faz a compensação da temperatura de junta fria (diferença entre a temperatura ambiente e a referência de 0°C) e realiza a interface entre a curva característica de resposta do termopar e o padrão 0-20mA utilizado nas entradas analógicas do CLP.

3.3.4 Controlador Lógico Programável

São equipamentos destinados à execução de tarefas de intertravamento, temporização, contagem e operações matemáticas, substituindo com vantagens contadores auxiliares, relés de tempo, e contadores eletromecânicos, reduzindo o espaço necessário em painéis de comando e facilitando significativamente atividades de reprogramação de fábrica e de manutenção.

Estes equipamentos dispõem de contadores rápidos, relógio de tempo real e interface homem-máquina para programação. As linguagens mais utilizadas são a “Ladder” (Diagrama de Contatos) ou STL (Linha de Comandos).

O CLP a ser utilizado é o Siemens SIMATIC S7 – 200, CPU 224 com dois módulos de entradas analógicas incorporados. O equipamento é de baixo custo e fácil manipulação, sendo bastante utilizado em projetos de automação de sistemas na indústria em geral.

A principal função do CLP é receber as informações do transdutor de temperatura e realizar os ajustes no pulso PWM das válvulas através de um modo de controle Proporcional, Integral e Derivativo (PID) de maneira que o patamar de temperatura desejado para o processo sofra a menor variação possível em cada instante de tempo.

3.3.5 Interface Homem-Máquina

O software utilizado na IHM (Interface Homem-Máquina) do sistema é o Elipse SCADA que é um software de supervisão de grande versatilidade, possuindo diversos recursos que agilizam a tarefa de desenvolvimento de aplicações. Permite a monitoração de variáveis em tempo real, através de gráficos e objetos que estão relacionados com as variáveis físicas de campo.

A IHM é utilizada para a supervisão remota do processo de queima e é composta das seguintes telas:

1. Tela de Login: Acesso ao sistema;
2. Tela Principal: Acompanhamento do processo de queima;
3. Tela de Diagrama do Processo: Informações diversas;
4. Tela de Relatórios/Tendências: Para gerar relatórios;
5. Tela de Alarme: Informa sobre situações indesejadas ou de risco.

3.3.6 Painel de Operação Manual

A operação manual do sistema é realizada através de um painel de comandos, onde o operador pode visualizar a temperatura do processo em um display digital e ajustar os tempos de abertura e fechamento das válvulas através de potenciômetros.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos da equipe do CEFET/RJ apontam um grande distanciamento tecnológico entre as indústrias alemã e fluminense que impacta diretamente nos índices de qualidade, produtividade e eficiência energética. No entanto, as peculiaridades do mercado de construção civil no Brasil, bem como as diferenças econômicas e até culturais dos países estudados inviabilizam a simples transferência de tecnologias sem adaptações para a nossa realidade.

Por outro lado, temos um cenário favorável ao desenvolvimento e implantação de tecnologias aproveitando a base já instalada, recursos e conhecimentos disponíveis no país. Neste sentido, verificamos que o comprometimento com o desenvolvimento sustentável através da utilização de matérias-primas e combustíveis de melhor qualidade e desempenho torna-se um fator indispensável, bem como parcerias entre órgãos governamentais, indústria, universidades e institutos de fomento, visando não simplesmente a melhoria da qualidade dos produtos, mas criar condições para uma evolução dos conceitos de fabricação cerâmica e de sua utilização na construção civil, abrindo espaço para a adoção de sistemas de construção modernos baseados em cerâmica estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, C. G.; et all. Resultados do Intercâmbio entre o CEFET-RJ e a FH Köln envolvendo projeto de inovação tecnológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 7, 2002, Rio de Janeiro. **Anais**. Piracicaba: Unimep, 2002.

VIANA, S. V.; et all. Sistema para levantamento de curvas características de termopares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 7, 2002, Rio de Janeiro. **Anais**. Piracicaba: Unimep, 2002.

WAGNER, S.; et all. **Ökologisches Bauen mit Ziegeln**. Bonn, Alemanha: Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e.V., 1998.

WITTWER, Enrique & DE FARIA, Ricardo Wargas (coord.). **Relatório final - Conservação de energia: estudos setoriais, aspectos econômicos e tecnológicos**. SEBRAE/RJ. Rio de Janeiro, 1997.

KOKOT, C. **Jahrbuch für die Ziegel Baukeramik und Steinzeugröhren Industrie**. Berlin, Alemanha: Bauer Verlag GmbH., 1998.

LAIETE, S. M. Recuperação de gases quentes em fornos intermitentes. Aplicação na indústria de cerâmica estrutural **Cerâmica Industrial**. São Paulo, Maio/Junho, 01(02), 1996.

INTERNATIONAL COOPERATION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT: CONTROL OF THE BURNING PROCESS IN HOFFMANN CERAMIC OVENS

Abstract: *This paper presents the studies results of the ceramic bricks production process inside of the agreement of international cooperation CEFET/RJ - Fachhochschule of Cologne. The work experiences in the German industry and the contact with the reality of the ceramic industry in the state of Rio de Janeiro shows the need of the development of a burning process control system applicable to the national industry, being taken into account the existent technological differences between the two realities and the economical context of the local industry. This study shows that the problem of the energy waste, the low quality of the products and the technical and economical limitations can be overcome through the development of technologies adapted to the local reality. The system in subject is based on the use of a Programmable Logical Controller for the burning process parameters control in Hoffmann ovens and the natural gas as energy source.*

Key-words: *Electronic instrumentation; Technological development; Systems of Control; Hoffmann Oven; Ceramic Bricks.*