

## Sistema de Controle de Produtos em Temperatura e Tempo Padrão

*Daniela Aparecida de Lima<sup>1</sup>, Luis Carlos Raimundo<sup>2</sup>,  
Lineu Fernando Stege Mialaret<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> UNIVAP / FCC, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, S.J.Campos – SP [Daniela\\_limaec@yahoo.com.br](mailto:Daniela_limaec@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> UNIVAP / FCC, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, S.J.Campos – SP [luis.raymundo@yahoo.com.br](mailto:luis.raymundo@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> UNIVAP / FCC, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, S.J.Campos – SP [lineu@univap.br](mailto:lineu@univap.br)

**Resumo** - Este artigo enfoca um projeto de automatização de controle de produtos em temperatura e tempo padrão, onde as atividades hoje são realizadas de forma manual e propensa a falhas. O objetivo é o desenvolvimento de um hardware em contato com um software supervisor de controle, onde um microcontrolador recebe sinais de sensores e faz o controle da temperatura de uma “HOT ROOM” (Sala Quente), além de que, um aplicativo desenvolvido faz o controle do tempo de exposição dos produtos e também, toda parte de interface com o usuário. Este projeto descreve situações reais encontradas em ambientes profissionais de esterilização de produtos por Óxido de Etileno (Et.O) que deve seguir rigorosamente as leis e regulamentações do governo do seu país e, também, normas e diretrizes internas da própria empresa (mundialmente). Para o desenvolvimento deste projeto foram levadas em consideração, as normas exigidas pela garantia de qualidade, na qual o processo de automatização da retirada do residual seja completamente segura e dentro do padrão estabelecido.

**Palavras-chave:** Esterilização, Óxido de Etileno, “HOT ROOM”, temperatura.

**Área do Conhecimento:** Engenharia da Computação.

### Introdução

No atual contexto do setor industrial são poucos os processos industriais que não apresentam alguma forma de automação ou monitoração de operação. A forte concorrência do mercado faz surgir à necessidade de uma linha de produção veloz, capaz de obter resultados ótimos sem desperdício de recursos. Por este motivo, processos monitorados e automatizados se fazem tão importantes para indústrias de alta produtividade.

Em processos industriais no qual a temperatura é uma variável envolvida na produção, erros de operação e desperdício de recursos é um fator comum e que, em muitos casos, pode diminuir a competitividade de uma empresa no mercado.

Como estudo, será desenvolvida uma automatização para área de esterilização por Óxido de Etileno, sendo que um dos processos área, é a retirada do residual de Et.O que continua após a esterilização. Esta retirada é feita através de uma “HOT ROOM” (Sala Quente), onde os produtos são submetidos a um range de temperatura por determinadas horas, onde este tempo é definido pela característica de cada produto.

Hoje em dia este processo é feito manualmente e totalmente propenso à falhas. Há um registrador local que faz a leitura e impressão dos gráficos de temperatura que são utilizados para fazer este

controle. O input de dados é feito em uma planilha de Excel pelo técnico de esterilização.

Cada produto é digitado nesta planilha, assim como o seu tempo submetido à temperatura necessária para retirar o residual. No caso em que o produto X ficou fora do range de temperatura em que deveria ser submetido, o técnico responsável registra nesta planilha a quantidade de tempo que ficou fora do range e o produto continua sendo submetido à determinada temperatura necessária, até que se complete a quantidade de tempo estabelecido.

A demanda de trabalho manual faz com que um técnico fique responsável por este processo, assim como a passagem do ocorrido durante aquele turno para o próximo. Visando pela cia, este recurso não estaria sendo bem aproveitado, uma vez que sua capacidade poderia estar sendo utilizada em outra atividade. Levando em consideração que a cia trabalha em três turnos, haveria três recursos alocados somente para esta atividade.

Existem inúmeras formas de realizar tal tarefa e vários níveis de automação. A transformação de alguns processos industriais para o modo automatizado não requer gastos exorbitantes e sua implantação não causa grande impacto ambiental dentro de uma fábrica.

O objetivo da realização deste projeto é melhorar o hardware de controle da temperatura para um controle digital, desenvolver um software para o controle que hoje é feito em Excel, onde

haverá um ganho de tempo e confiabilidade dos dados e desenvolver um processo de alarme, no qual o coordenador da área possa ser notificado quando houver algum problema nesta “HOT ROOM”, em horários em que não haveria nenhum técnico do setor observando este processo. A figura 1 é um exemplo deste processo:



Figura 1 - Processo pós-projeto

O sistema de controle de temperatura dentro de uma “HOT ROOM” será baseado na tecnologia de microcontroladores e monitoração por software supervisorio, onde realizará o controle ON/OFF da temperatura, alterando o valor desta variável através de atuadores. Os parâmetros do processo serão fornecidos pelo operador ou usuário do sistema através do software supervisorio, através do qual são fornecidas informações sobre o processo em tempo real.

## Metodologia

Uma das regulamentações da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) relacionado aos produtos esterilizados por Et.O, exige que o residual de Et.O deve ser menor que 250 ppm (parte por milhão) para que este produto possa entrar no mercado. Portanto, durante todo o processo de fabricação das suturas na J&J existe o cuidado para se garantir que os produtos atenderão esta especificação.

Neste artigo, será enfatizado o processo de retirada deste residual. Os produtos são submetidos à “HOT ROOM”, que é uma câmara onde permanecem aerando durante um determinado tempo e a uma determinada temperatura constante.

Este processo de submissão a uma determinada temperatura por um determinado tempo é um processo muito parecido como o controle de temperatura de caldeiras industriais, sendo diferente a variação do range de temperatura e, é claro, sua finalidade.

O intuito é a criação de um sistema automatizado de controle de temperatura capaz de amenizar os custos de operação e aproveitamento máximo de sua capacidade de produção. Para a

realização desta tarefa pretende-se utilizar algumas ferramentas e tecnologias disponíveis no mercado neste momento. O sistema operará através de um módulo de hardware, responsável pela realização do controle da temperatura, baseado em um microcontrolador. A interface com o usuário ou operador será realizada através de um módulo de software supervisorio, desenvolvido em linguagem orientada a eventos.

O resultado obtido será um sistema capaz de medir altas temperaturas, onde os parâmetros do processo serão determinados pelo usuário, o que torna o sistema uma ferramenta extremamente flexível. A possibilidade de monitoração em tempo real do controle de temperatura diminui os riscos de operação quando comparados ao processo manual.

O sistema criado para o controle de produtos em temperatura e tempo padrão, por ser um sistema de controle em tempo real, necessita de um controlador capaz de desempenhar esta função. O microcontrolador PIC 16F876 será o encarregado de realizar este controle, em tempo real da temperatura e o software supervisorio, uma ferramenta de interface com o usuário. Esta medida irá deixar o controle independente do PC (do inglês, Personal Computer) e reduzirá significativamente os riscos de falhas.

Uma característica importante que será presente neste sistema, e que se mostra adequada para a função, é a aplicação da tecnologia de microcontroladores em substituição a tecnologia de CLPs, usualmente utilizada em soluções de automação industrial. O microcontrolador suprirá de maneira satisfatória as funções de controle, sendo eficientemente integrado com o software em desenvolvimento.

## Resultados

No intuito de se achar uma melhor solução para o problema existente, foram definidos alguns componentes de hardware e software que objetivam posicionar o projeto num determinado contexto e identificar os assuntos relacionados ao mesmo. Sendo eles:

- **Termopar:** Os termopares são um dos sensores de temperatura mais usados, principalmente pelo seu baixo custo e larga faixa de operação. Um termopar surge sempre que dois metais diferentes são unidos por uma de suas extremidades.
- **Microcontrolador PIC:** Tipicamente um microcontrolador se caracteriza por incorporar no mesmo encapsulamento um microprocessador, memória de programa e dados e vários periféricos como temporizadores, “watchdog timers”, comunicação serial, conversores Analógico/Digital, geradores de PWM, etc,

fazendo com que o hardware final fique extremamente complexo.

- **Linguagem de programação:** Uma linguagem de programação é um vocabulário e um conjunto de regras gramaticais usadas para escrever programas de computador. Esses programas instruem o computador a realizar determinadas tarefas específicas. Cada linguagem possui um conjunto único de palavras-chave (palavras que ela reconhece) e uma sintaxe (regras) específica para organizar as instruções dos programas.

A princípio será desenvolvido um protótipo da "HOT ROOM", pois fisicamente seria inviável montar uma sala com o tamanho e proporções ideais para a finalidade proposta. Para o desenvolvimento do protótipo será utilizado uma maquete em madeira ou algum material similar, observando-se que este material deverá ser resistente a uma certa temperatura, para que se possa obter êxito na exposição do projeto.

Para o detalhamento deste projeto, a "HOT ROOM" será separada em módulos funcionais. Todos estes módulos serão implementados e testados separadamente e posteriormente integrados, permitindo que o sistema seja testado de maneira completa.

Ao todo são três módulos funcionais descritos a seguir:

### 1) Módulo Primário (Atuadores e Sensores):

Neste módulo se encontram os atuadores de aquecimento e aeração, responsáveis por agir diretamente na temperatura da "HOT ROOM". Como atuadores de aquecimento serão utilizadas resistências elétricas e, como aeração, ventiladores.

Acoplados internamente a "HOT ROOM" estarão os sensores de temperatura (Termopares), responsáveis pela emissão de sinais elétricos equivalentes a temperatura interna do mesmo, juntamente com o circuito de condicionamento dos sinais dos sensores, baseado em amplificadores de instrumentação.

### 2) Módulo de Controle (Hardware):

Responsável pelo controle da temperatura da "HOT ROOM", o módulo de Controle receberá os sinais provenientes dos sensores. Com o auxílio desses sinais, este módulo determinará o estado dos atuadores do sistema. Tem como componente principal o microcontrolador PIC16F877.

A programação do PIC utilizará linguagem C e Assembler para se comunicar com o Computador (PC).

### 3) Módulo Supervisório (Software):

Este módulo será responsável por realizar a interface com o usuário, permitindo o acompanhamento do processo em tempo real, o

cadastro dos produtos em um banco de dados, além de poder emitir relatórios e analisar a situação destes produtos.

A interface gráfica será construída em Visual Basic (VB).

O sistema supervisor entre o PC e o PIC será desenvolvido em Linguagem C, C++ e Assembler.

O banco de dados será desenvolvido em Access, mas poderá futuramente ser migrado para SQL, já que os banco de dados da Empresa (J&J) utilizam esta linguagem.

A figura 2 fornece uma visão geral da configuração do sistema, seus módulos funcionais e a maneira pela qual tais módulos serão interligados.

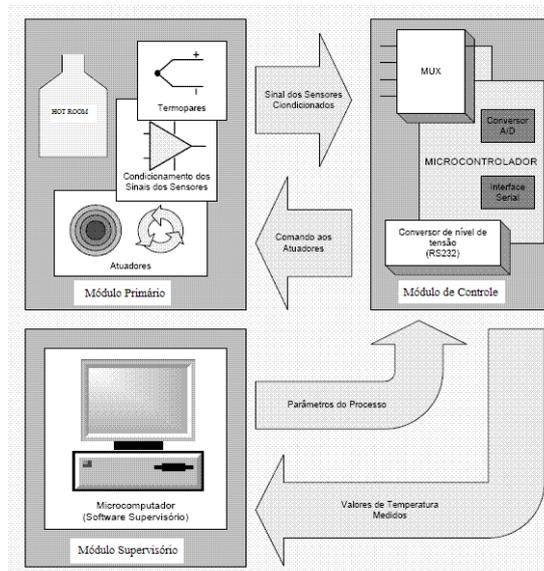


Figura 2: Diagrama de módulos funcionais do sistema.

### 4) Módulo Discadora:

Este módulo será implantado de maneira funcional, e usará apenas seus conceitos básicos, a complexidade de sua real funcionalidade poderá ser considerada para um futuro projeto, pois é um módulo opcional neste projeto.

Neste módulo será desenvolvida uma discadora telefônica, que terá a função de acionar um ou mais responsáveis, via celular, caso ocorra um alarme na "HOT ROOM" e não tenha ninguém trabalhando na área no momento. Esta discadora será interligada com o micro controlador e os sistemas de alarmes.

Uma vez que este projeto ainda não foi realizado, não há um resultado real, porém pode-se levar em consideração o mesmo processo realizado em um Sistema de Controle de Temperaturas em Estufas no qual também realiza o controle automático, onde é possível definir-se a temperatura mínima e máxima ou o controle manual, onde o usuário poderá optar por acionar periféricos de aquecimento, resfriamento e desligamento da mesma. Os resultados, para este caso, foram satisfatórios.

## Conclusão

Por meio das pesquisas realizadas, foi identificado que no contexto do setor industrial os processos industriais necessitam de automação ou monitoração de operação. A forte concorrência do mercado faz surgir à necessidade de uma linha de produção veloz, capaz de obter resultados ótimos sem desperdício de recursos. Por este motivo, processos monitorados e automatizados se fazem tão importantes para indústrias de alta produtividade.

## Referências

- MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. Eletrônica: Dispositivos e Circuitos. 2.ed. São Paulo: McGraw Hill, 1981.
- PRESSMAN, Roger; Engenharia de Software, 6 ed. São Paulo: McGraw- Hill, 2005.
- JESUZ, J.C.; RADÜNZ, L.L; MELO, E. C.; ROCHA, R.P.; BERBERT, P.A. - Automação do Controle da Temperatura do Ar em Secador de Plantas Medicinais e Aromáticas. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/siesalq/pm/jesu.pdf>. Acesso em: 10 Set.2007.
- MICROCHIP, Microcontrollers PIC Datasheet. The Microchip Worldwide Site. Disponível em: <http://www.microchip.com>. Acesso em 10 Set. 2007.
- WIKIPEDIA, Dicionário da Internet. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Wiki>. Acesso em: 10 Set. 2007.