



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Desenvolvimento de um Sistema de Controle e Supervisão com Interface Humano Computador para Processo de Pasteurização

Por: João Vitor Borges¹⁶

joaovitorbor@gmail.com

Resumo:

Dentro dos processos de produção industrial os Sistemas Supervisórios são implementados conforme a necessidade da obtenção de dados de processamento produtivo ou parâmetros dos ingredientes e produtos. Esses sistemas são dotados de interfaces com o usuário e podem apresentar recursos para mais eficiência no processo. Neste trabalho, apresenta-se uma abordagem simplificada com aplicabilidade em equipamentos de baixo custo. Utilizando-se de hardware livre e sensores comerciais, a proposta apresenta um sistema de controle e supervisão com Interface Humano Computador para um processo de pasteurização lenta aplicado em uma planta minimizada.

Palavras-chave: Sistema; Controle e supervisão; Interface humano-computador; Pasteurização.

Rezumo:

Ene de la industriaj produktado-procezoj, Kontroligaj Sistemoj estas efektivigitaj laŭ la bezono akiri produktivajn prilaborojn aŭ parametrojn de la ingrediencoj kaj produktoj. Ĉi tiuj sistemoj estas dotitaj per uzantaj interfacoj kaj povas prezenti trajtojn por pli da efikeco. Ĉi tiu papero prezentas simplan alproksimiĝon kun aplikebla en malalta kosto. Uzante liberan aparataron kaj komercajn sensorojn, la propono prezentas kontrolon kaj supervisistemon kun Human Interface Computer por malrapida pasteuriga procezo

¹⁶ É graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – IFPR – Assis Chateaubriand e Técnico em Informática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – IFPR – Assis Chateaubriand. Atua como bolsista Monitor de redes de computadores no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – IFPR – Assis Chateaubriand.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

aplikita en minimumigita planto.

Ŝlosilvortoj: *Sistemo; Kontrolo kaj superrigardo; Interfaco de homa komputilo; Pasteurigo.*

Abstract:

Within the industrial production processes, the Supervisory Systems are implemented when the need for getting data from the production or processing parameters of the ingredients and products. These systems are equipped with user interfaces and can provide resources to better process efficiency. This paper presents a simplified approach with applicability in low-cost equipment. Using free hardware and commercial sensors, the proposal has a control and supervision system with Human Computer Interface for pasteurization process implemented in a minimized plant.

Keywords: *System; Control and supervision; Human-computer interface; Pasteurization.*

Introdução

Com o avanço da eletrônica e microeletrônica entre as décadas de 70 e 80, os microprocessadores se tornaram peças fundamentais em diversos equipamentos e setores industriais elevando, assim, o nível da produtividade e a necessidade de controle dos mais diversos processos em cada etapa fabril. (FRANCHI, 2012)

De acordo com Franchi (2012), antes dessas décadas fazia-se necessário aguardar o término do processo para avaliar o resultado da produção, pois não se dispunha de ferramentas e meios que apresentassem informações durante o procedimento fabril, que alertasse sobre alterações indesejadas ou falhas em etapas do encadeamento de produção. Posteriormente entre as datas do avanço da eletrônica iniciou-se o desenvolvimento de sistemas empregados para a função de supervisionar as etapas do processo, também chamados de Sistemas



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Supervisórios (SS).

Os Sistemas Supervisórios têm por atribuição estabelecer um informativo do estado atual da produção e das diversas variáveis que compõem o processo, não necessariamente atuando de forma direta no procedimento. Esses sistemas são dotados de sensores capazes de realizar leituras em tempo real e, com um processamento externo, podem ser programados para emissão de alertas, geração de relatórios e controle de qualidades. (SILVA e SALVADOR, 2004)

Na indústria alimentícia, o processamento autônomo pode proporcionar a menor manipulação humana do produto ou produção. Isso auxilia na adequação dos parâmetros de qualidade do produto, preconizado por legislação vigente (DECRETO Nº 30.691, DE 29 DE MARÇO DE 1952), e diminui o risco de contaminação no processo. (REGINATO, 2007)

Dentro da produção alimentícia evidenciam-se os processos de pasteurização que são empregados em diversos níveis da produção para aumentar qualidade dos ingredientes e garantir a sanidade do produto final, além de servir de base para processamento alimentar e confecção de subprodutos, sendo laticínios ou não. (LOPES, 2009)

Entretanto, segundo HOLANDA (2002), devido a fatores culturais e econômicos a implementação dessa solução é deixada de lado. Porém, essa alternativa uma vez que tenha baixo custo de instalação e comprovada eficiência, agrega valor ao produto e proporciona maior rentabilidade ao produtor.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Diante disso, este trabalho apresenta o desenvolvimento e aplicação de um Sistema Supervisor com uma *Graphical User Interface (GUI)* de fácil manipulação, aplicado em uma planta pasteurizadora de baixo custo, similar aos processos industriais. Montado com hardware livre ¹⁷e sensores comerciais, a proposta apresenta a possibilidade do cadastramento de receitas de processos possibilitando um controle embarcado gerenciando a produção por parâmetros pré-definidos. O sistema permite que o operador possa acompanhar e intervir, a distância, nos procedimentos.

Interfaces Humano Computador (IHC)

As Interfaces Humano Computador, visam uma forma amigável e de fácil entendimento entre operador e o equipamento de controle do processo. Esses sistemas são planejados de forma que com pouco treinamento o utilizador possa realizar as operações básicas de leituras e alterações dos parâmetros do processo que será supervisionado (FERNANDES, 2011).

Essas interfaces necessitam ser construídas de forma que o operador se sinta seguro a realizar as operações desejadas. Uma IHC esconde toda a complexidade envolvida na leitura, cálculos e definições de parâmetros. Desse modo, o operador não se sente inseguro e o rendimento do mesmo tende a ser melhor (PRATES e BARBOSA, 2007). Por esse motivo, a interface tende a ser limpa e intuitiva sem possuir opções que podem levar à compreensão ambígua.

¹⁷ Eletrônico projetado e oferecido da mesma maneira que um software de código livre.

*IΦ-Sophia*

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Sistemas Supervisórios (SS)

Com o avanço da tecnologia, várias ferramentas obtiveram seu grau de importância nos processos industriais. Dentre elas, os Sistemas Supervisórios (SS) que, como o próprio nome sugere, é um sistema para supervisionamento (MOTT, 2012). Os primeiros SS apenas permitiam informar periodicamente o estado da corrente do processo que estava sendo monitorado através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface funcional com o operador (SILVA, 2004).

Com o avanço da tecnologia, esses sistemas começaram a exibir e armazenar diversos dados captados em todas as etapas do processo em tempo real. A procura por táticas que aumentassem a eficiência sem comprometer a qualidade fez com que os SS implementassem técnicas para automatizar as plantas industriais. Dessa maneira, utilizando-se dos dados obtidos através dos diversos sensores acoplados aos equipamentos envolvidos nas etapas do processo, esses sistemas conseguem, com base em parâmetros pré-definidos, tomar decisões sem necessitar de interação humana. Um SS também pode ser completamente monitorado e operado a distância, evitando o deslocamento de um operador a um possível ambiente que possa oferecer riscos.

Todavia, alguns sistemas podem ir muito além do que tomar simples decisões, podendo até conter uma programação para cálculo de tendências¹⁸ para diversos fatores, indo desde alertar sobre um possível futuro problema em algum equipamento, a até mesmo oferecer novos parâmetros para um melhor rendimento (VR PAINEIS, 2013).

¹⁸ Função matemática que possibilita realizar uma previsão com base em dados anteriores.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Aplicação Prática

Segundo FELLOWS (2007), a pasteurização é um processo utilizado no ramo alimentício com finalidade de eliminar a microbiota patogênica¹⁹, esterilizando parcialmente os produtos e prolongando sua conservação. O método da pasteurização leva esse nome em homenagem a Louis Pasteur, o primeiro a utilizar a inativação de microrganismos deterioradores em vinho por meio da aplicação de calor. Os procedimentos de pasteurização são diferenciados a cada grau de industrialização, mas tem por princípio o aquecimento a determinadas temperaturas, seguido de refrigeração.

A pasteurização lenta é executada com uma menor temperatura de aquecimento (65°C), com um tempo de permanência, nessa configuração, muito superior aos demais processos (30 minutos). Para a pasteurização rápida, a temperatura estabelecida é maior que a lenta (75°C), mas com um tempo de variação de temperatura relativamente curto (20 segundos), compreendido nesse curto período de tempo o aquecimento do produto da temperatura ambiente até a estabelecida. Já na pasteurização muito rápida, também conhecida como *Ultra High Temperature* (UHT), a variação de temperatura deve ser realizada no intervalo de 3 e 5 segundos com temperatura estabelecida entre 135°C a 150°C (FELLOWS, 2007), conforme a Tabela 1.

	Lenta	Rápida	Muito rápida
Temperatura	65° C	75°C	135°C a 150°C
Tempo	30 min	20 seg	3 a 5 seg

Tabela 1. Tipos e Parâmetros de Pasteurização Fonte: FELLOWS, 2007

¹⁹ Conjunto dos microorganismos infeccioso ou etiológico que habitam num ecossistema.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Fato a ser observado é que o processo de pasteurização se completa com o resfriamento do produto a temperatura de armazenamento ou a temperatura ambiente.

A normatização brasileira aplicada na produção alimentícia, e a fiscalização desse procedimento, são bem desenvolvidas, tanto no quesito de qualidade como de comercialização. Desse modo, é necessário que haja um controle preciso de todas as variáveis do processo de pasteurização.

Visando atingir a esse objetivo, em alguns casos são empregados sistemas automatizados que manipulam o processo de pasteurização, como o apresentado nas páginas seguintes.

.SIMULAÇÃO DE PLANTA INDUSTRIAL DE PASTEURIZAÇÃO

A planta de pasteurização utilizada na validação prática deste trabalho trata-se de um modelo básico desenvolvido a um baixo custo, para aplicação em pequena escala de produção.

Essa estrutura conta com um tanque principal com capacidade para 60 L, podendo adaptar-se um cilindro interno para variações na pasteurização, como processamento em produtos já envazados ou produção de derivados e subprodutos. O aquecimento do tanque é obtido pelo uso de uma resistência elétrica de 4000 Watts alimentada em 220 Volts, e a circulação do produto é forçada por uma bomba d'água de 1/2 CV de potência com sucção e retorno no tanque principal.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Para o resfriamento é empregado um trocador de calor do tipo *chiller*²⁰ de placas, mas ainda com retorno ao tanque principal. Para todo esse processo são utilizados, um sensor de temperatura industrial tipo PT100, com o sinal condicionado por uma placa com amplificadores operacionais e uma plataforma *Arduino Mega*®²¹, utilizada para leitura do sensoriamento e interface de atuação entre o processamento supervisor e atuação na planta.

Software Supervisor e Controlador

Com base no problema objeto deste artigo, apresentado na Seção 1, buscou-se a solução com o desenvolvimento de um Software que integrasse tanto com controle quanto o supervisionamento junto a uma IHC para fácil utilização.

Esse, comunica-se com uma plataforma Arduino por meio de uma rede Ethernet utilizando protocolo TCP/IP que realiza uma conexão *socket* cliente-servidor que pode conectar-se na rede interna *lan* ou externa para receber as leituras dos sensores e do estado de operação da resistência e da bomba de circulação. Essa conexão é protegida, utilizando um código de identificação que é gerado e enviado junto aos comandos, caso outro *Supervisor* tente realizar a conexão com identificação diferente ele será barrado. A rede é utilizada ainda para o controle da planta, enviando comandos para ligar ou desligar a resistência ou a bomba com base nas configurações previamente definidas.

²⁰ É um trocador de calor com princípio de contra-fluxo, tendo como superfície de troca térmica placas de aço inox ou cobre.

²¹ Plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre.



IΦ-*Sophia*

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

A fim de maximizar a segurança, foi implantado um sistema que após 10 segundos sem receber o sinal de verificação do *Software* paralisa o processo, desliga os equipamentos e, libera o código de identificação para uma nova conexão.

A ferramenta produzida possui em sua tela inicial um painel, no qual é possível realizar o cadastro e executar as parametrizações.

Após realizado o cadastro da receita de pasteurização, na segunda aba do programa é possível, ainda, definir os degraus²² que o processo contém e, esses podem ter os seguintes dados: duração; temperatura máxima; razão de funcionamento da bomba; se deverá aguardar ou não confirmação para a execução do próximo *Step* e se tratasse de um degrau de aquecimento ou não.

A duração de um ciclo de temperatura, também chamado aqui de *Step*, é informada no formato hora-minuto (hh:mm) e acrescida do valor máximo de temperatura que pode ser escolhido de 1°C a 100° C. Uma vez definido um *Step* como de aquecimento, esse só terá início na contagem de tempo após o produto interno da pasteurizadora atingir a temperatura inicial estabelecida. Para um *Step* comum, de manutenção de temperatura de processo, a contagem temporal tem seu início imediato.

No parâmetro chamado Razão da Bomba, é incluído o tempo que a bomba de circulação forçada deve permanecer ligada. Por definição do *software* desenvolvido o ciclo de tempo da bomba é de dez minutos, com a razão completar ao tempo definido para bomba ligada, independentemente do tempo

²² Cada degrau corresponde a uma etapa do processo, contendo uma temperatura para um determinado tempo.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

total estipulado para cada etapa do processo. Por exemplo, ao definir a razão da bomba em três minutos, ela permanecerá três minutos ligada e sete minutos desligada; reiniciando o ciclo até que a etapa esteja concluída.

Ao iniciar o ciclo da receita, a tela atual é fechada e uma nova é exibida, onde nessa tela são informados o estado de operação da bomba e a resistência, assim como a temperatura atual, tempo decorrido, e um botão que permite pausar o tempo, o controle da bomba e resistência ainda continuam operando nessa fase.

A tela exibida possui um segundo painel para controle manual do processo no qual é possível realizar as seguintes alterações: modo de operação da bomba (automática, desligada, ligada); modo de operação da resistência (automática, desligada, ligada); e alterar a temperatura máxima.

O programa desenvolvido possui recursos extras, são eles: a possibilidade de o *Software* realizar uma varredura em toda a rede *lan* para localizar o Arduino, sendo essa varredura realizada 4 vezes e no caso de não ser possível localizar o Arduino uma mensagem é exibida na tela, informando o operado. No caso de algum problema causar o desligamento ou encerramento durante uma execução, o programa, ao ser reaberto, informará que havia um processo em andamento e permitirá o retorno ao estado anterior do processo. Isso é possível pois o sistema salva no banco de dados o estado de execução do processo a cada segundo.

Ao fim do processo, um gráfico é gerado com a data e horário da conclusão, e esse possui a temperatura em função do tempo de cada *Step*

*IΦ-Sophia*

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

gravada a cada segundo. O gráfico é salvo como imagem para possibilitar a fácil impressão, o nome do arquivo é salvo com data e horário.

Conclusão

No contexto das vantagens, a utilização do *Software* desenvolvido é capaz de melhorar tanto a qualidade como a eficácia do processo e do produto final sem acrescentar um alto custo à planta. Importante salientar que esse processo automatizado e supervisionado facilita a produção sem exigir amplo conhecimento técnico.

Além disso, destaca-se a facilidade de implementação deste sistema às plataformas similares de produção industrial como caldeiras, torrefação, cozimento e outros processos de aquecimento e resfriamento. Sem grandes alterações estruturais, com relevante facilidade de adequação e modulação a equipamentos já existentes e em operação.

Outro aspecto relevante fica aparente na agregação de diversidade de produção, com a utilização desse sistema supervisor permite-se a fabricação e extração de uma maior gama de produtos e subprodutos.

Referências

- FRANCHI, Claiton Moro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Controladores Lógicos Programáveis: Sistemas Discretos**. São Paulo : Érica, 2012.
- FERNANDES, Leandro Augusto Frata. **Interface Homem/Máquina: Aula 4**. 2011. Disponível em: http://www2.ic.uff.br/~laffernandes/teaching/2011.1/tcc-00.184/aula_04.pdf. Acesso em: 22/09/2015.

*IΦ-Sophia*

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Prates, R. O. & Barbosa, S.D.J. “Introdução à Teoria e Prática da Interação Humano-Computador fundamentada na Engenharia Semiótica” *In* KOWALTOWSKI, T. & BREITMAN, K. (Orgs.) **Jornadas de Atualização em Informática**, JAI 2007, pp. 263-326.

MOTT, Anderson. **O que são sistemas supervisórios? 2012**. Disponível em: <http://www.automacaoindustrial.info/o-que-sao-sistemas-supervisorios/>.

Acesso em: 25/09/2015.

SILVA, Ana Paula Gonçalves da; SALVADOR, Marcelo. **O que são sistemas supervisórios? 2004**. Disponível

em:http://www.wectrus.com.br/artigos/sist_superv.pdf. Acesso em: 25/09/2015.

SANTOS, Michelle Mendes. **Sistemas Supervisórios. 2010**. Disponível em: http://www.cpdee.ufmg.br/~michelle/fabrai/index_arquivos/Aula%20%20-%20Sistemas%20Supervisorios%20parte%201.pdf. Acesso em: 25/09/2015.

VR PAINÉIS **Vantagens dos Sistemas Supervisórios. 2013**. Disponível em: <http://www.vrpaineis.com.br/index.php/noticias/121-vantagens-dos-sistemas-supervisorios>. Acesso em: 25/09/2015.

REGINATO, Romeu. **Sistemas SCADA e Sistemas Supervisórios. 2007**. Disponível em: http://www.foz.unioeste.br/~romeu/CIP/2_Aula_scada.pdf. Acesso em: 25/09/2015.

FELLOWS, J. P. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. Porto Alegre: Artmed, 2006;

LOPES, Marco Aurélio Moreira. **A importância dos sistemas supervisórios no controle de processos industriais**. Monografia de graduação em Engenharia de Controle e Automação. Ouro Preto: UFOP, 2009. 49 f. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2009/MARCO%20AURELIO%20M.%20LOPES.pdf>. Acesso em: 26 set. 2015.