

# SISTEMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO REMOTO PARA APLICAÇÕES AGROINDUSTRIAIS

**Juliano Simionatto, Jerson Kamphorst & Emerson Giovani Carati**  
UTFPR

**Resumo** - Este trabalho apresenta um sistema de controle e monitoramento remoto para variáveis de umidade e temperatura em atividades no setor agroindustrial. O sistema proposto integra um software do tipo SCADA, para gerenciamento e supervisão dos processos, e módulos remotos, localizados próximo ao ambiente a ser controlado, que atuam no controle do processo. Estes subsistemas interagem através de dispositivos de comunicação sem-fio (wireless) de longo alcance.

**Palavras-Chave:** SCADA, sistema supervisório, monitoramento remoto, microcontrolador, wireless

## REMOTE CONTROL AND MONITORING SYSTEM FOR AGROINDUSTRIAL APPLICATIONS

**Abstract-** This work presents a remote control and monitoring system applied to humidity and temperature variables in agroindustrial applications. The proposed system integrates SCADA software, for process management and supervision, and remote modules located next to controlled environment, that acts in the process control

**KeyWord:** SCADA, supervisory system, remote monitoring, microcontroller, wireless

### 1. INTRODUÇÃO

O setor de automação de ambientes agroindustriais é um campo que recentemente tem se desenvolvido significativamente e, com o surgimento de novos mercados internacionais, a tendência é um crescimento ainda maior nos próximos anos. Nestes ambientes, tarefas como o monitoramento e a climatização vêm sendo automatizadas através do uso de controladores, sensores e atuadores apropriados. Neste sentido, mesmo os produtores mais tradicionais estão automatizando seus processos considerando ganhos de produção, economia de recursos e melhoria da qualidade do produto final (FAVARETTO, 2001).

Os sistemas automatizados microcontrolados permitem que o monitoramento e o controle do sistema em tempo real sejam realizadas sem a interferência humana, ininterruptamente (NATALE, 2000). Um grande número de sistemas para tal finalidade tem sido desenvolvidos e já se encontram disponíveis no mercado (SILVEIRA et al, 2002). Entretanto, tais sistemas são geralmente do tipo controladores dedicados e não permitem o registro e/ou monitoramento das variáveis envolvidas. Além disso, a configuração dos parâmetros dos controladores não é uma tarefa trivial para os usuários leigos, tornando necessária a presença de um técnico especializado para configurá-lo, dificultando assim seu uso em pequenas propriedades (PAGNANO, 2003). Por outro lado, a realização destas tarefas remotamente é particularmente atrativa quando se trata de aplicações distribuídas em campo (ROLIM & MAITELLI, 2000).

Entre as principais aplicações, o controle de temperatura e umidade está em evidência no setor de agronegócios, tais como em silos, aviários e estufas. O principal objetivo, nestes casos, é manter a temperatura em uma faixa de conforto térmico ideal através do acionamento de diversos dispositivos de controle. Os principais fatores térmicos normalmente considerados são: radiação solar, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.

Este trabalho propõe a implementação de um sistema microcontrolado para controle e monitoramento remoto para aplicações em ambientes agroindustriais. Na seção 2 é descrita a configuração deste sistema. A seção 3 apresenta resultados e discussões. As considerações finais são apresentadas na seção 4.

### 2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto é formado basicamente por um subsistema local, composto por um módulo local de interface e um microcomputador, no qual um aplicativo de supervisão é utilizado para o monitoramento das variáveis, e módulos remotos localizados junto à aplicação (figura 01).

As variáveis de interesse são monitoradas pelo módulo remoto, o qual pode atuar no processo de modo a manter as condições de operação pré-selecionadas.

O sistema de supervisão, desenvolvido em linguagem de alto nível orientada a objetos (Object Pascal), realiza a coleta de dados nos módulos remotos e os armazena em

um banco de dados.

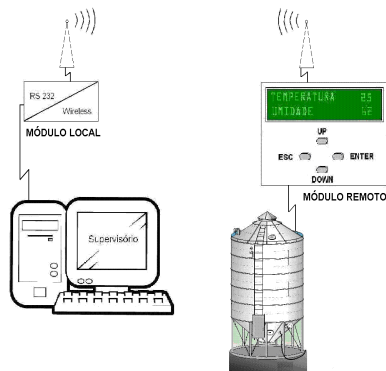


Figura 01: Composição básica do sistema

O mesmo possui opções de visualização em tempo real, onde, através de gráficos ou tabelas, pode-se analisar a variação das variáveis envolvidas num período de tempo selecionado. O usuário tem ainda a opção de intervir no processo através da utilização do sistema supervisório, de modo que podem ser configurados novos parâmetros a serem seguidos pelos módulos remotos.

Cada módulo remoto é composto por um sistema microcontrolado, um dispositivo de interface de comunicação sem fio (wireless), sensores e atuadores, também como uma interface homem-máquina (IHM), para parametrização e a visualização dos dados in loco. As informações obtidas pelos módulos remotos são transmitidas por meio de uma rede sem fio ao módulo local. Esse módulo é responsável pela comunicação do sistema supervisório, através de uma porta serial UART, utilizando o protocolo de rede industrial Modbus.

### 2.1. Módulo remoto

Cada um dos módulos remotos é constituído basicamente por um microcontrolador de baixo custo (MC68HC908GP32), uma banco de memória não volátil (EEPROM), sensores com saída digital, atuadores (relés) e IHM (visor alfanumérico e teclado), conforme mostra a figura 02. Os sensores, que coletam as informações sobre temperatura e umidade, possuem conversor analógico digital de 14 bits (A/D) e uma interface de comunicação, de modo que o microcontrolador pode realizar a leitura dos dados na forma digital através de uma porta de entrada/saída (I/O). O princípio de funcionamento consiste em uma arquitetura centralizada no microcontrolador. Este realiza uma varredura na saída dos sensores, para coletar os dados digitais registrados pelos mesmos a partir de uma pré-programação. Em seguida, o microcontrolador compara estes dados com os dados pré-definidos pelo usuário. A partir da comparação, baseado em uma lógica/lei de controle definida pelo programador, o microcontrolador irá atuar sobre o sistema, através de chaves controladas eletronicamente (relés), acionando adequadamente ventiladores, aquecedores, aspersores, entre outros dispositivos de atuação. Desta forma, a planta pode ser regulada para permanecer em condições desejadas. Além disso, os dados coletados pelos sensores

são armazenados em uma memória não volátil, podendo ser visualizados pelo usuário no momento que desejar, no visor alfanumérico.

A interface homem/máquina (IHM) permite a interação entre o usuário e o módulo remoto.

Esta interface é realizada através de um visor alfanumérico (visor de cristal liquido LCD) e um dispositivo de entrada com quatro botões (teclado). Desta forma, o módulo desenvolvido possui grande flexibilidade, permitindo sua utilização em uma gama de aplicações e com facilidade de programação em linguagem C, contando apenas com uma arquitetura relativamente simples. Para parametrização do módulo pelo usuário foi utilizado um teclado com quatro teclas, sendo duas de direção (up e down), uma de seleção (enter) e uma de cancelamento (esc). Através destas o usuário pode selecionar as variáveis a serem controladas e valores de ganhos em controladores. No visor LCD pode-se visualizar os valores das variáveis, tanto em relação aos valores atuais dos ambientes (monitoramento real time) quanto aos valores de configuração ou aqueles armazenados na memória não volátil.

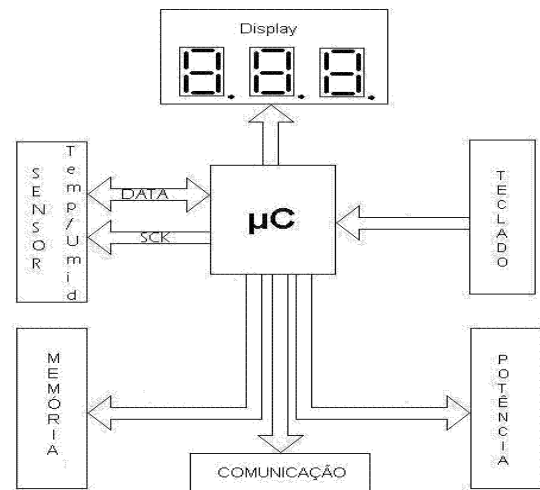


Figura 02: Fluxograma básico do módulo microcontrolado

O módulo remoto se comunica com um sistema local através de um dispositivo de comunicação sem fio (wireless), transmitindo em tempo real ao sistema supervisório os valores captados pelos sensores. O dispositivo de comunicação sem fio é um módulo wireless bidirecional (AC4490-A) com alcance de até 36km, conforme o fabricante Aerocomm, e transmissão de dados transparente aos usuários. A comunicação entre o módulo remoto e o módulo local utiliza protocolo de rede industrial Modbus, onde o módulo remoto atua como escravo, com isso apenas enviando os dados solicitados pelo mestre (sistema supervisório).

Além de operar como um módulo escravo na comunicação com a rede, o sistema remoto pode operar em modo autônomo, podendo agir no sistema e interagir com o usuário, sem a interferência do sistema supervisório.

## 2.2 Software - Sistema Supervisório

O sistema supervisório é um software dedicado do tipo SCADA, que possui a função de monitorar e gerenciar o processo. Este software é desenvolvido em ambiente de programação Borland Delphi, utilizando linguagem Object Pascal. Comparativamente, o software é semelhante aos desenvolvidos com ferramentas de criação de sistemas supervisórios, como Elipse SCADA (GAIDZINSKI, 2003).

Para interface do sistema supervisório com o módulo de comunicação wireless a porta serial do computador é utilizada. O protocolo de rede industrial Modbus auxilia garantindo a integridade das informações e a consistência dos dados envolvidos na comunicação, através do uso de um cálculo de verificação (checksum). Sua arquitetura é do tipo cliente servidor, onde o computador é o cliente. As informações (data, hora, temperatura e umidade), coletadas do sistema remoto, são gravadas no disco rígido em um banco de dados Access, com suporte a comandos SQL (KORTH & SILBERSCHATZ, 1995), e simultaneamente são exibidas ao usuário em tempo real. O sistema desenvolvido possui recursos para a análise e interpretação das informações como a opção de visualização gráfica, onde se pode analisar a variação de temperatura e umidade que ocorreram na planta. O software conta também com a opção de geração de relatórios das variáveis envolvidas, como umidade e temperatura. Os dados obtidos da planta além de serem armazenados na base de dados podem ser exportados em forma de planilhas eletrônicas, como o formato Microsoft Excel, facilitando ainda mais a interpretação dos resultados em outras ferramentas. Além disso, a implementação de outros formatos para planilhas, como o valor separado por vírgulas (CSV), é uma tarefa simples considerando os formatos já desenvolvidos.

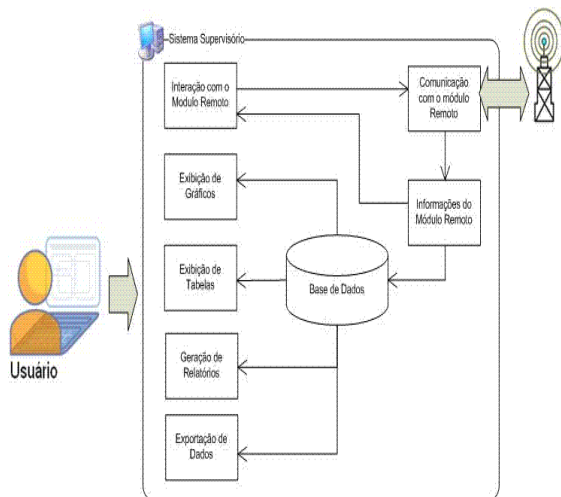


Figura 03: Arquitetura do Sistema Supervisório

Através da utilização do sistema supervisório o usuário possui a opção de interagir com o processo, onde podem ser configurados novos parâmetros de temperatura e umidade, os quais são enviados ao módulo

microcontrolado para serem implementados. Além disso, o sistema supervisório possui comandos diretos para abertura e fechamento de chaves através do módulo remoto. A figura 03 apresenta uma visão simplificada da arquitetura do sistema supervisório.

## 3. RESULTADOS OBTIDOS

O sistema de monitoramento e controle de ambiência foi desenvolvido visando o gerenciamento e a automatização de um sistema de secagem de produtos agrícolas.

Atualmente este sistema encontra-se em fase de testes, sendo que o módulo remoto e o sistema supervisório estão sendo testados separadamente. Resta ainda a implementação da comunicação entre estes sistemas através dos dispositivos wireless.

Na arquitetura do sistema, as informações adquiridas do módulo de controle remoto ficam gravadas numa base de dados, produzindo desta maneira, históricos sobre temperatura e umidade.

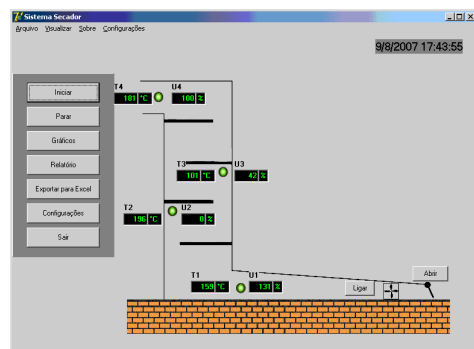


Figura 04: Tela de Monitoramento do processo

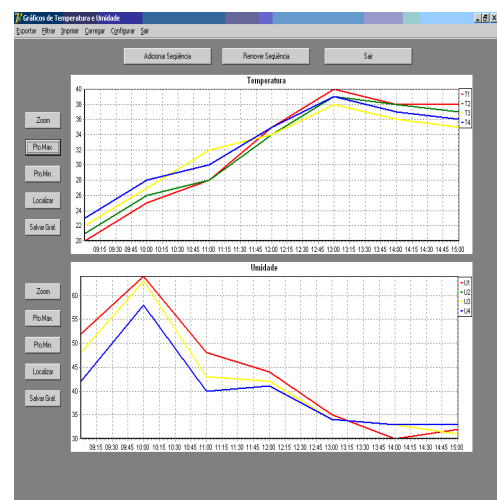


Figura 05: Gráficos de histórico de temperatura e umidade

Nas figuras 04 e 05 são apresentadas telas implementadas do software supervisório apresentando resultados a partir do banco de dados da aplicação. A figura 4 apresenta a tela de monitoramento do processo, onde podem ser visualizadas as variáveis envolvidas e os pontos de

medição no sistema real. Na figura 5 é apresentada a tela relativa aos gráficos de histórico de temperatura e umidade lidos a partir da base de dados. Esta base de dados foi preenchida a partir de um software desenvolvido para simular o sistema real.

O módulo remoto encontra-se implementado em Prot-o-board e vários testes de variação de temperatura e umidade foram realizados. Nestes testes o módulo se demonstrou eficaz no monitoramento de temperatura na precisão requerida na aplicação, uma vez que os dados lidos foram comparados e confirmados com termômetros de laboratórios. Em relação a umidade verificou-se que o sensor acompanhou a variação imposta. Além disso, o controle dos atuadores por parte do microcontrolador deu-se de maneira eficiente, acionando e desacionando os mesmo de acordo com a variação das variáveis medidas.

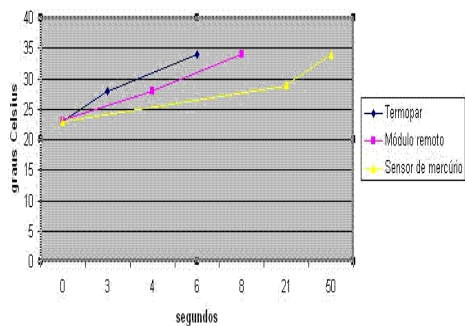


Figura 06: Gráfico de variação de temperatura

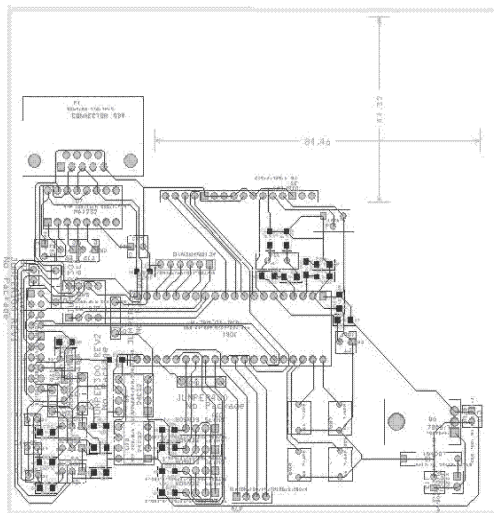


Figura 07: Placa roteada em face simples

A figura 06 apresenta um comparativo, em graus Celsius, da variação de temperaturas medidas pelo módulo remoto, por um termopar e por um termômetro de mercúrio. As curvas, obtidas a partir de uma variação de 23oC a 34oC, comprovam a boa precisão do módulo em relação aos sistemas convencionais de medição de temperatura, já que tanto a temperatura inicial quanto a final foram idênticas

nos três métodos. Além disso, pode-se verificar que a resposta do sensor do módulo remoto é significativamente mais rápida que o termômetro de mercúrio.

Apesar do módulo estar funcionando em sistema experimental em Prot-o-board a placa de circuito impresso (figura 07) onde o mesmo será montado de modo definitivo está em fase de montagem.

#### 4. CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentado um sistema de controle e monitoramento remoto para aplicações agroindustriais. Um microcontrolador de baixo custo é utilizado apresentando boa resposta para aplicação de tratamento de dados e supervisão da ambiência de processos. Aliado a utilização de acionamentos controlados eletronicamente e de sensores digitais de precisão, para coleta de dados referentes a temperatura e umidade, o módulo desenvolvido é uma ferramenta de grande versatilidade para monitoramento e controle da ambiência. Além disso, o software supervisorio desenvolvido com código aberto permite que o programador utilize todas as ferramentas/funções/bibliotecas disponíveis no ambiente de desenvolvimento Delphi. Desta forma, o programador, com acesso a todo o código, pode adicionar qualquer personalização que deseje ao sistema, o que é uma vantagem sobre a maioria das metaferramentas de criação de softwares supervisorios. Entre as diversas vantagens do uso da arquitetura de monitoramento proposta está o fato de o mesmo possibilitar o controle a ambiência de pavilhões agroindustriais sem a presença ininterrupta de pessoas. Além disso, esta estrutura também permite que sejam armazenadas em bases de dados as variações das condições ambientais, possibilitando assim estudos e melhoramentos futuros na produção, além de ser um sistema de monitoramento a longa distância com uma interface completa.

Atualmente, estão sendo realizados os testes para a integração dos módulos através do uso de um dispositivo de comunicação sem fio a longa distância.

#### 5. REFERÊNCIAS

FAVARETTO, F. Uma Contribuição ao Processo de Gestão da Produção pelo uso da Coleta Automática de Dados de Chão de Fábrica . São Carlos, SP, 2001. Doutorado (Engenharia Mecânica) PPGEM, Universidade de São Paulo (USP).

KORTH, H. F.; SILBERSCHATZ, A. Sistema de bancos de dados. 2. ed. Makron: São Paulo, 1995.

NATALE, F. Automação Industrial. 8. ed. Érica: São Paulo, 2000.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. Automação e Controle Discreto. 4. ed. Érica: São Paulo, 2002.

PAGNANO, M. A. O. Interface Homem Máquina na Era da Internet. Revista Controle e Instrumentação, v. 76, 2003.

ROLIM, T. A.; MAITELLI, A. L. Implementation of a Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) system using a telephony system. IV Conferência de Aplicações Industriais - Induscon 2000, pp. 209-214, Porto Alegre, novembro 2000.

GAIDZINSKI, V. H. A Tecnologia da Informação no Chão de Fábrica: as Novas Ferramentas e a Gestão Integrada da Informação. Florianópolis, 2003. Mestrado (Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).