

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E UMIDADE

José Alberto Naves Cocota Júnior¹

¹ Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas - Campus Morro do Cruzeiro,
cocotajr@yahoo.com.br

Resumo – Este presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de temperatura de bulbo seco e umidade relativa que opere em uma rede com arquitetura distribuída, possibilitando no futuro a implementação de atuadores para o controle destas variáveis. Fez-se um estudo dos sensores de temperatura e umidade disponíveis no mercado, e optou-se por sensores que apresentassem facilidade no desenvolvimento do sistema de amostragem. Sendo de interesse que o sistema apresentasse bom desempenho, larga faixa de aplicação, facilidade de comunicação com outros sistemas, aquisição de dados por microcomputador, amigável interface com o usuário, e que dispensasse calibração dos sensores. Com os resultados alcançados, e validados através das amostras realizadas em três distintos ambientes, elaborou-se propostas de controle de temperatura e umidade por condicionamento do ar em museus através do sistema desenvolvido, necessitando-se apenas de pequenas modificações.

Palavras-Chave: instrumentação; redes; sistemas embutidos; controle.

Abstract – This present work presents the development of a data acquisition system temperature of a dry bulb and relative humidity that operates in a net with distributed architecture, making possible in the future the implementation of actuators for the control of these variables. A study of the temperature and humidity sensors available in the market became, and was opted to sensors that presented easiness in the development of the sampling system. Being of interest that the system presented good performance, wide application band, easiness of communication with other systems, acquisition of data for microcomputer, friendly user interface, and that it excused sensors calibration. With the results reached, and validated through the samples carried through in three distinct environments, was elaborated proposals of temperature and humidity controls for air conditioning in museums through the developed system, needing itself only small modifications.

Keywords: instrumentation, nets, embedded systems, control.

1. Introdução

A maioria dos museus no Brasil não apresenta um controle eficiente da umidade relativa do ar e da temperatura. As degradações ambientais constituem uma preocupação maior de todo museu. Umidade relativa do ar, temperatura, poluição (sujeira, poeira e terra) e mofo são alguns dos exemplos de fontes de depredações ambientais que podem ser evitadas ou reduzidas através de um adequado condicionamento de ar, para uma melhor conservação do acervo nos museus.

“Quanto mais elevada a temperatura, mais umidade a atmosfera poderá reter. Os objetos compostos de dois ou mais tipos diferentes de material (mistos) são os mais sensíveis às variações de umidade e precisam portanto de cuidado especial. A taxa de dilatação e contração dos materiais é diferente. A umidade tem um papel muito importante na origem de deterioração química, e os problemas de umidade se acentuam quando a dilatação e a contração dos objetos se devem a variações de umidade relativa do ar. Tais problemas podem ser prevenidos com a manutenção de uma umidade relativa do ar constante, idealmente em 55%” (BURKE e ADELOYE, 1988).

Pela NBR-6401, para instalações com a finalidade de ambientes de arte, utilizados para museus e galerias de artes, é recomendado a manutenção de temperatura de bulbo seco na faixa de 21 a 23°C e umidade relativa de 50 a 55% constantes para o ano inteiro. Já para ambientes utilizados como depósitos de livros, manuscritos e obras raras, a faixa de umidade relativa recomendada muda para de 40 a 50% sendo constante para o ano todo.

Segundo a ASHRAE (1997) “um sistema de controle automático HVAC (Heating, Ventilation, and Air-Conditioning) pode ser elaborado usando um controlador digital, pneumático, mecânico, elétrico ou eletrônico e sugere que a intervenção do homem seja restrita a partida e parada do equipamento e ao ajuste dos parâmetros do controlador”.

A utilização de um controlador digital implementado por um computador proporciona as seguintes vantagens: maior precisão na obtenção dos valores das variáveis; espaço reduzido; rápida resposta do sistema a perturbações; facilidade de armazenamento de dados; e maior flexibilidade na implementação do modelo de controle, possibilitando a implementação de um controle de duas posições (on-off), P (proporcional), PI (proporcional e integral), PID (proporcional, integral e derivativo) e até mesmo o de lógica fuzzy, alterando-se apenas o algoritmo de controle armazenado no computador. Segundo a ASHRAE (1997) “um controle PI desempenha de forma satisfatória o controle na maioria dos sistemas HVAC”.

2. Sensores de Temperatura

A medição da temperatura pode ser realizada através dos seguintes sensores elétricos / eletrônicos: resistências metálicas (RTD), termopares, termistores (NTC e PTC), sensores de silício, sensores de radiação.

Em geral a maior dificuldade consiste em decidir entre RTDs e termopares, ou entre NTCs e sensores de silício. Os sensores de radiação têm aplicações mais definidas e por isso não entram em comparação com outros sensores no momento de escolha.

2.1. Termistores: NTCs

Os NTCs são resistências de materiais semicondutores cuja resistência diminuem com o aumento da temperatura, e são constituídos por uma mistura de óxidos metálicos.. O mecanismo de condução deste tipo de material semicondutor é complexo, se comparado com o que ocorre com um simples cristal de silício. Basicamente, o incremento da temperatura contribui com a energia necessária para que se incremente o número de portadores capazes de se moverem, o que leva ao incremento na condutividade do material.

A característica da resistência em relação a temperatura em um NTC está mostrada pela figura 1. Se observa que a relação entre a resistência e a temperatura não é linear, sobre tudo, quando se considera uma ampla margem de temperatura. Por outro lado, sua sensibilidade é grande a baixas temperaturas e diminui conforme aumenta esta.

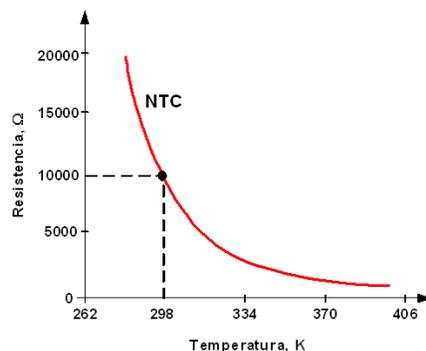


Figura 1. Relação entre resistência e temperatura de um NTC de 10 KΩ a 25°C

Os NTCs são componentes robustos, confiáveis, sensíveis e econômicos. Seus maiores inconvenientes são: lenta resposta, a presença de grandes tolerâncias em sua fabricação, relativa estabilidade e um campo de medida limitado.

2.2. Sensores de Silício

O sensor LM35 é um sensor de temperatura de precisão, que apresenta uma tensão de saída linear e proporcional a variação de temperatura. O LM35 não requer qualquer calibração externa ou ajuste perfeito de capacitância e resistência no circuito, para obter precisão de 0.25°C a temperatura ambiente, e de 0.75° para a faixa de -55°C a $+150^{\circ}\text{C}$. Baixa impedância de saída, saída linear, e precisão inerente a calibração são características deste sensor que tornam o interfaceamento para leitura da temperatura uma tarefa simples.

A saída linear do sensor LM35DZ está representada pela figura 2. Observa-se nesta figura que a cada variação de um grau Celsius, haverá a variação de 10 mV.

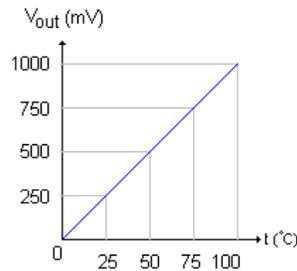


Figura 2. Representação da tensão de saída do sensor em relação a variação de temperatura.

3. Sensores de Umidade

A umidade pode ser descrita como: Umidade relativa: pela razão de água em relação a pressão de saturação; Umidade específica: pela massa de água por unidade de massa de ar seco; Razão de volume: pela parte de vapor de água por milhões de partes de ar.

Pelo método clássico, a umidade relativa é obtida nas cartas psicrométricas e definida pela leitura de dois termômetros. Realizando a medida da temperatura de bulbo seco e a de bulbo úmido, encontra-se através de fórmulas a umidade relativa.

3.1. Sensores Resistivos

O transdutor elétrico do tipo Dunmore foi o primeiro sensor de umidade relativa fabricado em massa, sendo ele largamente utilizado. Foi desenvolvido pela primeira vez em 1944 por F. W. Dunmore nos laboratórios da National Bureau of Standards (NIST).

Basicamente, um sensor do tipo Dunmore é um elemento resistivo que muda sua resistência com a umidade relativa. O elemento resistivo é construído a partir de um duplo espiral de fios de metal nobre em uma forma plástica com espaços definidos entre os fios, sendo os espirais cobertos por uma solução de cloreto de lítio. A relação da impedância do sensor em relação a variação da umidade é caracterizado por uma função exponencial negativa, como indicado na figura 3. A relação entre a resistência e a umidade relativa é completamente não linear e, geralmente, um único transdutor pode cobrir apenas uma pequena extensão de leitura, da ordem de 10% da umidade relativa.

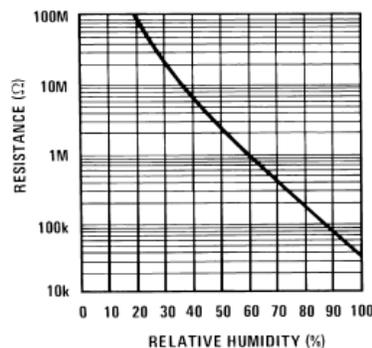


Figura 3. Curva da resistência x umidade relativa do sensor PCRC-55

3.2 Sensores Capacitivos

Os sensores de umidade relativa são utilizados em diversas aplicações industriais. Por exemplo, é necessário controlar a umidade na indústria têxtil, alimentícia, fabricação de papel, armazenamento, farmacêutica, etc.

Um sensor capacitivo de umidade com o dielétrico constituído de um material polímero, apresenta a habilidade de absorver moléculas de água, que resulta na mudança da constante dielétrica do condensador.

“Sensores capacitivos de filmes finos têm recentemente se tornados populares na leitura da umidade relativa” (Doebelin, 1990). A curva característica do sinal de saída do sensor HIH-3610, fabricado pela Honeywell, está representada na figura 4.

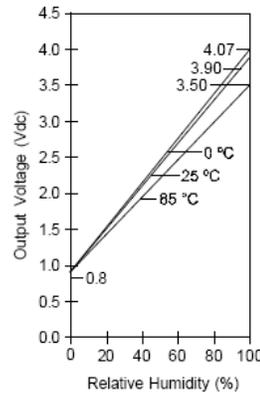


Figura 4. Tensão de saída x umidade relativa, a 0, 25 e 85°C

4. O Projeto

A concepção deste projeto está no desenvolvimento de um sistema de monitoramento de temperatura e umidade, que opere em uma rede com arquitetura distribuída possibilitando, no futuro, a implementação de atuadores para o controle das variáveis de interesse. A arquitetura distribuída é caracterizada por vários núcleos inteligentes (terminais microcontrolados) que se comunicam com outros dispositivos através de uma rede digital.

A comunicação foi implementada através da rede RS485, que apresenta alta imunidade a ruído e longo alcance. Trabalha com apenas um par de fios para a comunicação e possibilita a ligação de até 32 terminais microcontrolados. Estes terminais podem ser de medição das variáveis de interesse ou de atuação no sistema, como indicado na figura 5.

O computador comunica-se com os terminais microcontrolados através de um conversor RS232/RS485. Sendo ele definido como transmissor (mestre) na maior parte do tempo de operação do sistema e passando a ser receptor (escravo), apenas em curtos intervalos, para aquisição dos dados amostrados por um terminal microcontrolado. Os terminais microcontrolados, a priori, são sempre receptores (escravos), e são transmissores, apenas em curtos intervalos, para a transmissão dos dados amostrados solicitados pelo computador.

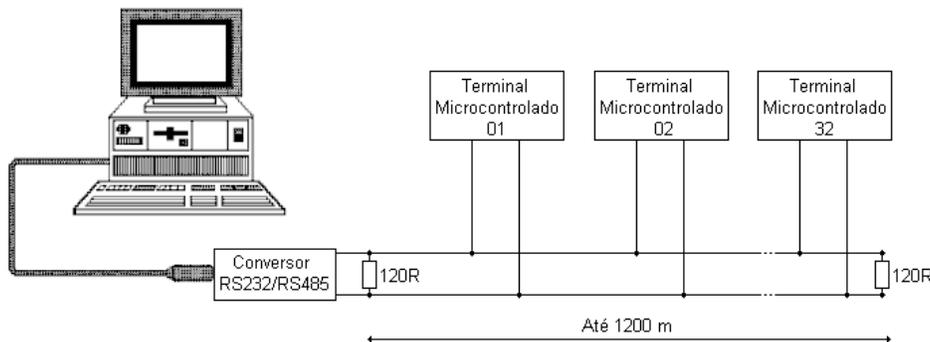


Figura 5. Diagrama da rede.

4.1. O Conversor RS232/RS485

A figura 6 apresenta a vista externa do conversor RS232/RS485. Ele é composto basicamente por uma entrada RS232 que deve ser ligado a porta serial do PC e uma saída RS485 que permite a ligação do computador a rede. Há também uma chave para ligar e desligar o conversor, e um LED que indica se o mesmo se encontra ligado ou desligado.



Figura 6. Vista externa do conversor RS232/RS485 em uma caixa metálica de 25x15x10 cm

4.2 Terminal Microcontrolado

Os terminais microcontrolados desenvolvidos, responsáveis pela medida de temperatura e umidade, baseiam-se em alguns conceitos de sensores inteligentes, apresentando conversão analógica / digital, auto-identificação, e comunicação com uma rede digital. Na figura 7 encontram-se duas vistas externas do terminal, com dimensão de 4x5x3 cm, destacando-se os principais elementos da parte frontal e traseira.



Figura 7. Vista externa dos terminais microcontrolados.

5. Conclusão

Neste trabalho, foi possível desenvolver um estudo teórico multidisciplinar com posterior aplicação da prática. Os campos de instrumentação tais como amostragem analógica, transmissão de dados e aquisição de sinais, assim como a eletrônica embarcada, redes de comunicação, programação e controle foram explorados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Obteve-se como resultado desta pesquisa, o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de temperatura e umidade compacto, que permite longas distâncias para comunicação, e a ligação de até 32 terminais.

A proposta para continuação deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de controle que possa atuar de maneira eficaz no controle da temperatura e umidade relativa em ambientes fechados. Este sistema de controle poderá ser implementado através de um controle de duas posições (on-off), PI (proporcional e integral), ou até mesmos através de um controle nebuloso.

Uma vez conhecido o funcionamento da rede RS485, e dos terminais microcontrolados empregados, o desenvolvimento de um controlador de duas posições (on-off) se torna rápido e de fácil implementação. A única mudança necessária a ser realizada nos terminais desenvolvidos para que possam atuar no sistema, é a utilização de uma saída digital para o envio de sinal a relés, contadores, ou outros dispositivos que possibilitem o acionamento de sistemas de condicionamento de ar.

6. Referências

- BURKE, R. B., ADELOYE, S. Manual de segurança básica de museus. Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Seguros / Fundação Pró-Memória, p. 37, 1988.
- ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Handbook, fundamentals volumes. Atlanta: S.I. Edition, p. 37.1-37.12, 1997.
- PÉREZ et al. Instrumentación electrónica. Madrid: Thomson, p. 207-740, 2004.
- DOEBELIN, Ernest O. Measurement systems. 4. ed. United States of America: McGraw-Hill, p. 727, 1990.