

# MEDIÇÃO DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA UTILIZANDO INSTRUMENTOS DIGITAIS ENDEREÇÁVEIS

JOSÉ HELVECIO MARTINS<sup>1</sup>, PAULO RAIMUNDO PINTO<sup>2</sup>, PAULO MARCOS DE BARROS MONTEIRO<sup>3</sup>, DELLY OLIVEIRA FILHO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Ph.D., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, e-mail: jhmartins@ufv.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Eletricista, MS, CEFET, Ouro Preto – MG, e-mail: prp@cefetop.edu.br

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Eletricista, DS, DECAT, Escola de Minas, UFOP, Ouro Preto – MG, e-mail: paulo@em.ufop.br

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Eletricista, Ph.D., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, e-mail: delly@ufv.br

**Escrito para apresentação no**

**XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**

**31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB**

**RESUMO:** Em trabalhos anteriores utilizando a tecnologia *1-wire*<sup>TM</sup>, apenas o sensor de temperatura foi utilizado em rede de comunicação de dados, com alta confiabilidade e baixo custo. Neste trabalho, utilizou-se o sistema *1-wire*<sup>TM</sup> da Dallas Semiconductor para realizar a aquisição de dados de temperatura e umidade relativa, por meio de um conversor analógico-digital DS2438, que possui incorporado nele um sensor de temperatura. Como sensor de umidade relativa, foi utilizado um sensor capacitivo HIH-3610 da Honeywell, conectado à entrada do conversor DS2438 que serviu, neste caso, como endereçador para o sensor de umidade relativa. Medindo-se a temperatura e a tensão na entrada do DS2438, obteve-se a umidade relativa por meio de uma curva de calibração fornecida pelo fabricante do sensor HIH-3610. Os resultados foram comparados com os resultados obtidos utilizando-se um termômetro e um psicrômetro de referência. Concluiu-se que o grau de concordância entre os dados obtidos pelo instrumento proposto e o de referência foi excelente.

**PALAVRAS-CHAVE:** tecnologia *1-wire*<sup>TM</sup>, temperatura, umidade relativa.

## TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY MEASUREMENT USING DIGITAL ADDRESSABLE INSTRUMENTS

**ABSTRACT:** In previous works with *1-wire*<sup>TM</sup> technology only temperature sensors were used on data transmission network with high performance and low cost. In this work it was used the *1-wire*<sup>TM</sup> technology from Dallas Semiconductor to perform temperature and relative humidity data acquisition, through a DS2438 analog to digital (A/D) converter that has a temperature sensor embedded on it. A HIH-3610 capacitive sensor from Honeywell connected to the output of the DS2438 A/D converter was used to measure relative humidity. In this case, the DS2438 served as addresser for the relative humidity sensor. By measurement of the temperature and the voltage on the output of the DS2438 the relative humidity could be determined from a calibration curve furnished by the manufacturer of the HIH-3610 sensor. Results of temperature and relative humidity were compared with results obtained from a reference thermometer and a reference psychrometer, respectively. It was concluded that the degree of agreement between the results was excellent.

**KEYWORDS:** *1-wire*<sup>TM</sup> technology, temperature, relative humidity.



grandes correntes de bateria que circulam através de um resistor externo de  $0,05 \Omega$  com uma precisão assinalada de 10 bits de  $\pm 250 \text{ mV}$  na leitura máxima da escala. Dentre outras características, tais como relógio de tempo real, este circuito integrado (CI) fornece 40 bytes de memória não-volátil, o que é útil para armazenar informação sobre calibração, localização e função (AWTREY, 2001). Como o DS2438 foi projetado para o monitoramento de carga em baterias, contendo conversores analógico-digitais para temperatura e tensão, pode ser utilizado, por exemplo, para a medição da umidade relativa. O DS2438 realiza as medidas de temperatura, fornecendo valores digitais de 13 bits para cada dado medido. O tempo de conversão da temperatura na forma digital é de, aproximadamente, 10 ms. A faixa de medição de temperatura do dispositivo DS2438 varia de  $-55 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $+125 \text{ }^\circ\text{C}$  com resolução de  $0,03125 \text{ }^\circ\text{C}$  e exatidão de  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  para temperaturas compreendidas entre  $-40$  e  $85 \text{ }^\circ\text{C}$  (AWTREY, 2001). A faixa de medição de tensão do DS2438 varia de 0 a 10 V com resolução de 0,01 V. Os dados medidos são fornecidos na forma digital em valores de 10 bits, sendo que o tempo de conversão é de, aproximadamente, 10 ms. Para tensões ( $V_{DD}$ ) na faixa de 2,4 V a 10 V, as medidas realizadas pelo DS2438 apresentam exatidão de  $\pm 0,01 \text{ V}$  para os dados obtidos pelo pino  $V_{DD}$  e exatidão de  $\pm 0,025 \text{ V}$  para os dados obtidos pelo pino  $V_{AD}$ . Uma vez que cada dispositivo DS2438 possui um número de identificação (endereço) único, diversos dispositivos DS2438 podem ser ligados ao mesmo barramento *1-wire*<sup>TM</sup> permitindo, assim, endereçá-los individualmente e monitorar diversas grandezas ao mesmo tempo. Os CI's DS2438 estão disponíveis no mercado com encapsulamento SOIC, de 8 terminais. A umidade relativa é convertida, primeiramente, em um valor proporcional em volts por meio de um sensor de umidade relativa. O sensor utilizado foi o HIH-3610 fabricado pela *Honeywell* e recomendado pela *Dallas Semiconductor*. O sensor de umidade HIH-3610 (Figura 2) é fornecido com a equação de calibração para determinação da umidade relativa do ar.

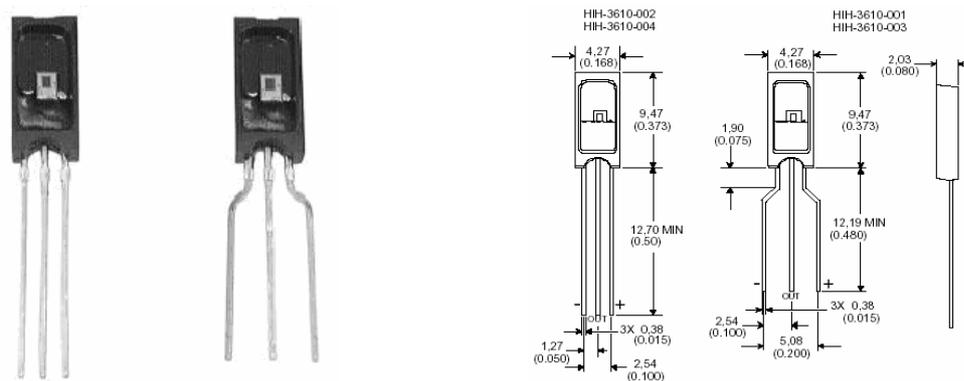


Figura 2. Sensor de umidade relativa HIH3610 – Foto e dimensões.

O elemento sensor capacitivo da *Honeywell* produz uma tensão linear em função da umidade relativa (UR) que é diretamente proporcional à tensão de alimentação. Isso torna necessário medir tanto a tensão no elemento sensor como sua tensão de saída. Além disso, o cálculo da UR real requer o conhecimento da temperatura no elemento sensor. Uma vez que ele possui todas as funções de medição necessárias para realizar os cálculos, o DS2438 pode ser usado para compor um instrumento digital endereçável (IDE) para medição da umidade relativa.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 1 e a Figura 3 mostram a comparação entre os dados observados de temperatura medida com um termômetro de referência e com o sensor incorporado ao DS2438. Observa-se um alto grau de correlação entre os valores obtidos pelos dois métodos, expresso pelo baixo erro relativo e alto coeficiente de determinação,  $R^2$ . A Tabela 2 e a Figura 4 mostram a comparação entre os dados observados de umidade relativa do ar medida com um psicrômetro de referência e com o sensor HIH-3610 integrado ao conversor A/D DS2438. Observa-se um alto grau de correlação entre os valores obtidos pelos dois métodos, expresso pelo baixo erro relativo e alto coeficiente de determinação,  $R^2$ . Neste caso em particular, o erro relativo permaneceu constante em de 5 %, com valores negativos, significando que o HIH-3610 subestimou os valores obtidos pelo psicrômetro de referência. Isto, possivelmente, pode ser explicado pela diferença no tempo de resposta dos dois sensores, sendo esse tempo muito menor para o HIH-3610.

Tabela 1. Comparação entre a temperatura padrão e a medida com o DS2438

Temp. Padrão (°C)	Temp. DS2438 (°C)	Erro Relativo (%)
19,5	20,0	2,56
21,5	21,6	0,47
23,5	23,2	-1,28
25,5	25,9	1,57
27,5	27,5	0,00
.	.	.
.	.	.
.	.	.
47,5	47,5	0,00
49,5	48,4	-2,22
51,5	51,7	0,39
53,5	53,7	0,37
55,5	55,9	0,72
57,5	57,5	0,00
59,5	59,6	0,17

Tabela 2. Comparação entre a umidade relativa padrão e a medida com o DS2438/HIH-3610

UR Referência (%)	UR HIH-3610 (%)	Erro Relativo (%)
65	61,75	-5,00
64	60,80	-5,00
66	62,70	-5,00
65	61,75	-5,00
64	60,80	-5,00
64	60,80	-5,00
64	60,80	-5,00
63	59,85	-5,00
62	58,90	-5,00
63	59,85	-5,00
63	59,85	-5,00
63	59,85	-5,00
62	58,90	-5,00
62	58,50	-5,65
62	58,90	-5,00

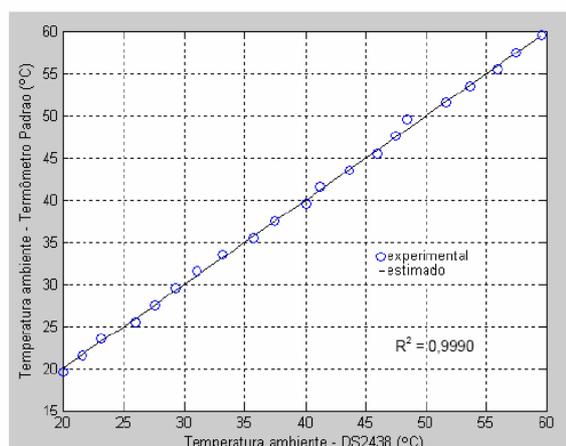


Figura 3. Comparação entre a temperatura padrão e a medida com o DS2438.

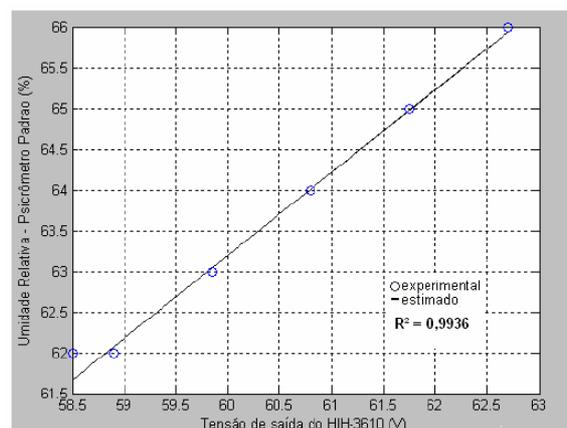


Figura 4. Comparação entre a umidade relativa padrão e a medida com o DS2438/HIH3610.

**CONCLUSÃO:** O sensor de temperatura integrado ao DS2438 pode ser utilizado para medir temperatura com alta precisão e baixo tempo de resposta, e o sensor de umidade relativa HIH-3610, integrado ao DS2438, pode ser utilizado para medir umidade relativa com alta precisão e baixo tempo de resposta.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG e do CNPq.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWTREY, D. **Transmitting Data and Power over a One Wire Bus**. Sensors - The Journal of Applied Sensing Technology, Vol. 14, Nº 2, p.48-51, fevereiro, 1997. Disponível em: <<http://www.advantstar.com>>. Acesso em: 13/11/2001.

AWTREY, D. **1-Wire Addressable Digital Instruments for Environmental Monitoring**. Application Note 755, 2001. Disponível em: <[http://www.maxim-ic.com/appnotes.cfm/appnote\\_number/755](http://www.maxim-ic.com/appnotes.cfm/appnote_number/755)>. Acesso em: 10/02/2006.

MARTINS, J.H., MONTEIRO, P.M.B., MOTA, A.M.M.N., OLIVEIRA FILHO, D. **Temperature and Humidity Measurement based on 1-Wire™ Technology**. In: Proceedings of 5<sup>th</sup> Portuguese Conference on Automatic Control – CONTROLO 2002, Aveiro, Portugal, 2002. p.81-85.