

# APLICAÇÕES DE MICROCONTROLADORES NO MANEJO DE CULTURAS PROTEGIDAS

**Igor FEREIRA DO PRADO (1); Jorge Ricardo DE ARAUJO KASCHNY (2)**

(1) Instituto Federal da Bahia – Campus Vitória da Conquista, Av. Amazonas 3150 CEP 45030-220  
Vitória da Conquista – BA, [igorfprado@yahoo.com.br](mailto:igorfprado@yahoo.com.br)

(2) Instituto Federal da Bahia – Campus Vitória da Conquista, Av. Amazonas 3150 CEP 45030-220  
Vitória da Conquista - BA, [kaschny@gmail.com](mailto:kaschny@gmail.com)

## RESUMO

Na presente contribuição apresentamos o desenvolvimento de uma unidade microcontrolada capaz de efetuar o monitoramento e o controle de temperatura, luminosidade e umidade, aplicável ao manejo de uma estufa para cultura protegida. Além das tarefas de aquisição de dados e acionamento, nosso protótipo é capaz de realizar pequenas tarefas de controle, comunicando-se com um PC via uma porta USB. Tal unidade potencialmente pode operar a distância, via rádio, em conjunto com outras unidades similares, apresentando assim uma razoável aplicabilidade para o controle e monitoramento das condições de cultivo em uma estufa de grande porte ou em diversas estufas independentes.

**Palavras-chave:** microcontroladores, controle, culturas protegidas

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a utilização de microcontroladores na aquisição de dados, no controle e no monitoramento de processos encontra-se largamente difundido nos ambientes acadêmico, industrial e doméstico. As aplicações podem ser as mais variadas possíveis, se estendendo desde um simples controle remoto de um televisor até complexas plantas de produção. Isso ocorre devido aos grandes avanços alcançados no projeto e fabricação de dispositivos semicondutores em larga escala. Consequentemente, nos dias de hoje é possível projetarmos um sistema microcontrolado com uma relativa facilidade, algo que seria inimaginável algumas décadas atrás.

No âmbito da agricultura, o emprego do cultivo protegido para fins comerciais esta cada vez mais freqüente. Entre os parâmetros que são interessantes controlar nesse tipo de cultivo podemos citar a temperatura, a iluminação e a umidade. Tais parâmetros, em uma estufa, são tipicamente controlados via o acionamento de mecanismos de ventilação natural e forçada, sombreamento e iluminação artificial, além de técnicas de irrigação e aspersão de água. Em tal contexto, o correto sensoriamento do ambiente controlado é sem dúvida essencial para reduzir o grau de subjetividade na avaliação desses parâmetros, além de propiciar um monitoramento conjunto dos mesmos de forma que suas inter-relações possam ser levadas em conta. Portanto, é interessante que as tarefas de controle sejam administradas continuamente por um sistema informatizado que seja capaz de centralizar as informações, processá-las adequadamente e acionar os dispositivos necessários para manter o cultivo em condições ótimas que maximizem sua produtividade.

Entre as varias abordagens possíveis para efetivar o interfaceamento de um sistema informatizado com o mundo real, podemos empregar unidades microcontroladas que sejam responsáveis pela leitura dos sensores, pelos acionamentos externos, pré-processamento dos dados ou mesmo tomadas de decisão em tarefas menos complexas. Isso proporciona uma maior eficiência na distribuição de tarefas, reduzindo significativamente a densidade do cabeamento de comunicação de dados ou até eliminá-lo.

Tendo em mente tais considerações, propomos na presente contribuição o desenvolvimento de uma unidade microcontrolada capaz de efetuar o monitoramento e o controle de temperatura, luminosidade e umidade em uma estufa, comunicando-se com um microcomputador via uma porta USB.

## **2 DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE**

O hardware foi desenvolvido com base no microcontrolador ATmega8, fabricado pela empresa ATMEL, que incorpora 6 conversores ADC de 10 bits. Tais conversores serão aqui os responsáveis pelas leituras dos parâmetros de interesse: temperatura, luminosidade e umidade. A leitura de temperatura é obtida via um sensor semiconductor LM35. O sinal DC obtido a partir do sensor é condicionado por um estágio amplificador e filtro passa-baixas, baseado no amplificador operacional LM358. O sinal resultante é então diretamente injetado em um dos conversores ADC disponíveis (pino 23 do ATmega8). O sensor de luminosidade usado presentemente é um simples LDR, sendo o correspondente sinal DC injetado em outro ADC (pino 24). Contudo, isto pode ser facilmente alterado, existindo a possibilidade da utilização de um segundo sensor capaz de monitorar, por exemplo, o nível de radiação ultravioleta de maneira independente. Salienta-se aqui que o único fator limitante para o número de sensores reside no número de conversores ADC disponíveis que, eventualmente, pode ser expandido usando conversores externos (ex. PCF8591). Com relação ao sensor de umidade, que é relativamente caro e de difícil aquisição, ressalta-se que sua presença foi apenas simulada por uma fonte tensão variável externa (0-5 V) aplicada a um dos ADC's disponíveis (pino 25). O acionamento de dispositivos externos é feito por um conjunto de relés acionados independentemente, aqui em número de 4, via os pinos de saída do microcontrolador. Evidentemente, tal número pode ser facilmente expandido.

A comunicação serial via porta USB é feita pelo conversor FT232R, fabricado pela FTDI e implementado pela TATO em um kit de fácil acesso. A grande vantagem do uso desse conversor está na disponibilidade gratuita dos drivers. Com isso, o dispositivo é reconhecido pelo sistema operacional como uma nova porta de comunicação serial, facilitando significativamente o desenvolvimento do software de comunicação. Contudo, para que tal comunicação ocorra sem erros, a uma taxa de até 115200 bps, escolhemos uma frequência de clock para o microcontrolador igual a 7.3728 MHz. Adicionalmente, cabe observar que todos os circuitos lógicos e sensores são, na presente versão, alimentados a partir da porta USB. Entretanto, o acionamento dos relés é alimentado por uma fonte independente de 12 V. O diagrama esquemático do atual estágio de desenvolvimento de nosso protótipo é mostrado na figura 1.

Uma implementação adicional ao presente hardware está na inserção de módulos híbridos de comunicação via rádio, por exemplo, os fabricados pela empresa Keymark. Para isso a ligação entre os terminais RXD e TXD do FT232R com os pinos 2 e 3 do ATmega8 são interrompidos. Por um lado, introduzimos um receptor de 315 MHz e um transmissor de 434 MHz interligando os mesmos aos terminais RXD e TXD do FT232R. Por outro, ligamos um transmissor de 315 e um receptor de 434 MHz nos correspondentes terminais do microcontrolador. Assim, podemos facilmente criar um canal bidirecional de comunicação sem alterar significativamente a abordagem inicialmente proposta.

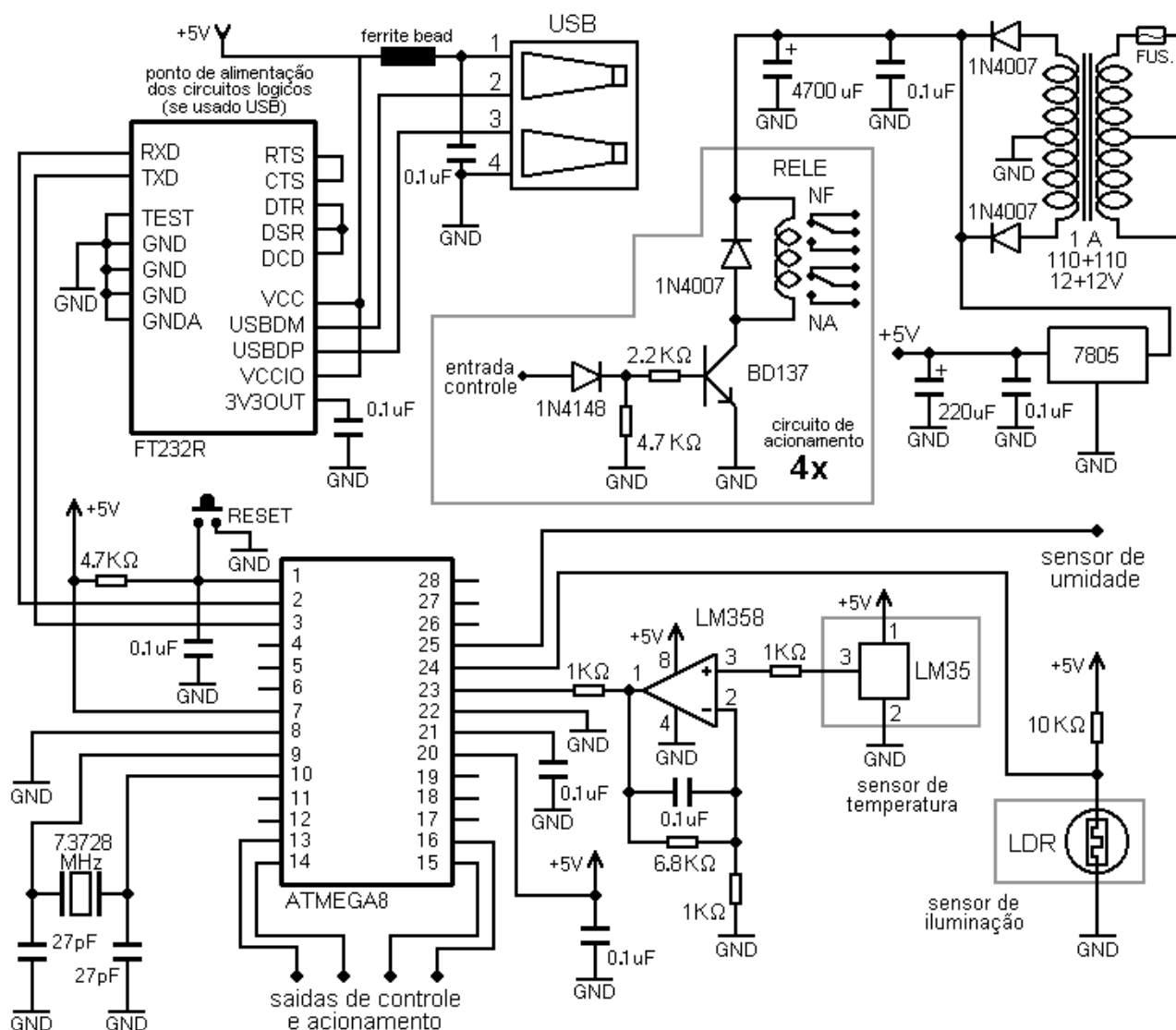
## **3 IMPLEMENTAÇÃO DO FIRMWARE**

O firmware foi escrito utilizando-se a plataforma de desenvolvimento BASCOM, em conjunto com uma versão USB do gravador AVR910 por nós desenvolvido (Andrade 2008) e com o auxílio do software AVRProg, parte integrante do AVR-Studio.

O programa firmware é responsável tanto pela leitura quanto pelo acionamento dos dispositivos externos. Ele é constituído basicamente por um laço (loop) interminável, onde todos os parâmetros são inicialmente lidos e os devidos acionamentos providenciados posteriormente. Em sequência, as requisições do microcomputador são recebidas pela unidade e todas as leituras e estados dos acionamentos enviadas em bloco como resposta. Em uma categoria especial de requisições, denominadas imperativas, podemos habilitar e desabilitar acionamentos, acionar e desligar dispositivos externos, além de especificar os valores limites para o controle de cada parâmetro.

Para o controle dos parâmetros definimos para cada um deles um intervalo no qual eles devem ser mantidos. No caso da temperatura se elevar acima do valor limite superior, a ventilação forçada é automaticamente ativada ao passo que se ela cair abaixo do limite inferior um grupo de aquecedores serão conjuntamente ativados. Procedimentos similares são adotados para as demais variáveis, luminosidade e umidade, ativando-se ou não um banco de lâmpadas ou válvulas para alimentação de água, respectivamente.

Tendo em vista a posterior implementação da comunicação via radio e prevendo a existência de diversas unidades idênticas espalhadas na(s) estufa(s), cada requisição feita pelo microcomputador é acompanhada de um código que identifica para qual unidade a requisição é endereçada. De fato, todas as unidades recebem a requisição, mas somente a unidade especificada interpreta e responde a mesma. Assim, garantimos que somente uma unidade específica responda a requisição, de forma similar a uma rede de computadores.



**Figura 1 – Diagrama esquemático do atual estágio de desenvolvimento do protótipo.**

No tocante ao controle, fica claro que o firmware não incorpora decisões mais complexas. Isto pode, por exemplo, envolver a avaliação conjunta de parâmetros e estratégias mais sofisticadas de controle. Na presente proposta, tais tarefas deverão ser efetuadas pelo microcomputador que além de monitorar os parâmetros pode atuar imperativamente sobre as decisões de cada unidade. Sendo assim, as unidades microcontroladas atuam tanto como unidades autônomas quanto como unidades escravas, apresentando também alguma capacidade de programação.

O software de comunicação, que deverá ser executado pelo microcomputador, ainda não foi efetivamente desenvolvido. Até o presente momento nos limitamos a testes via terminal de comunicação. Tais implementações constituirão o próximo passo para o desenvolvimento de nossa proposta.

## **4 COMENTÁRIOS FINAIS**

Em resumo, apresentamos na presente contribuição o desenvolvimento de uma unidade microcontrolada capaz de efetuar o monitoramento e o controle de temperatura, luminosidade e umidade, com o objetivo de automatizar o manejo de uma cultura protegida. Além das tarefas de aquisição de dados e acionamento, nosso protótipo é capaz de realizar pequenas tarefas de controle, comunicando-se com um PC via uma porta USB. Tal abordagem está sendo melhorada para operar a distância, conjuntamente com outras unidades similares, viabilizando assim sua aplicação no controle e monitoramento das condições de cultivo em uma estufa de grande porte dividida em células ou em diversas estufas independentes.

## **REFERÊNCIAS**

ATMEL. Disponível em: <http://www.atmel.com>

FTDI. Disponível em: <http://www.ftdichip.com>

ANDRADE, V.D.; KASCHNY, J.R. Aplicações de microcontroladores em sistemas de aquisição de dados, III CONNEPI, Fortaleza – CE, 2008. Disponível também em <http://physika.info>

TATO. Disponível em: <http://www.tato.ind.br>