

APLICAÇÕES DE MICROCONTROLADORES NO CONTROLE E MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS RESIDENCIAIS

M.M. Souza e J.R. Kaschny

Instituto Federal da Bahia - Campus Vitória da Conquista
mirian_malheiro@hotmail.com – kaschny@ifba.edu.br

RESUMO

No presente trabalho apresentamos o projeto de um sistema modular microcontrolado que possibilita controlarmos o acionamento de equipamentos eletro-eletrônicos de uso doméstico e simultaneamente monitorarmos as condições na qual tal carga está operando. Para isso empregamos um microcontrolador ATMEL em conjunto com um conversor USB/UART, que possibilita a comunicação do módulo de controle com um microcomputador via uma porta USB. Toda a alimentação desse módulo é provida por tal porta, sendo o acionamento e monitoramento eletricamente isolado via opto acopladores e transformadores de isolamento. O monitoramento aqui mencionado se refere mais especificamente a leituras de tensão de rede, ao qual a carga encontra-se submetida, e leituras da respectiva corrente por ela solicitada. No presente estágio do desenvolvimento de nossos protótipos estamos utilizando um microcomputador para administrar essas tarefas. Contudo, desenvolvimentos posteriores podem conferir um maior grau de autonomia a tal sistema.

Palavras-chave: microcontroladores, automação, monitoramento

1. INTRODUÇÃO

A utilização de microcontroladores se faz cada vez mais presente nas mais inusitadas áreas. Em particular eles estão presentes em quase todos os equipamentos eletro-eletrônicos de nosso cotidiano podendo chegar a casos extremos. Por exemplo, hoje existem no mercado lanternas portáteis controladas por toque, que possibilitam o ajuste da intensidade da luz emitida e que em breve incluirão um ajuste da cor dessa luz. Tal evolução tecno-mercadológica se deve aos grandes avanços da microeletrônica e dos diversos outros setores envolvidos na concepção e produção de dispositivos. A miniaturização, que chega a dimensões sub-micrométricas, e a otimização dos meios de produção em larga escala fizeram com que os microcontroladores ficassem extremamente baratos e fáceis de usar, estimulando fortemente o desenvolvimento de soluções via software em detrimento do projeto de hardware dedicado. Comparativamente, nas décadas de 1970-80, um Intel 8080 que era um dos candidatos para desempenhar um papel similar a de um microcontrolador atual, custava o equivalente a R\$ 140,00. Ele era raramente encontrado no mercado e necessitava de um extenso circuito periférico para torná-lo operacional. Isso dificultava e encarecia sua aplicação, aumentando os custos para algo em torno de R\$ 1600,00, o que impossibilitava o desenvolvimento de aplicações por projetistas independentes ficando isto restrito à empresas e instituições acadêmicas (KASCHNY, 2011). Hoje um microcontrolador típico incorpora quase todos os recursos necessários, sendo facilmente adquirido no comércio local ou da internet por custos na faixa de 12,00 a 38,00 Reais. Além de um núcleo de processamento, que pode operar com frequências de clock consideráveis, muitos incluem recursos como conversores ADC, portas de comunicação UART, além de memórias Flash, EEPROM e SRAM. Dessa forma, a tarefa de desenvolvimento pode ser atualmente efetuada em pequena escala por um custo altamente convidativo.

Nos dias atuais, é razoavelmente fácil comprovarmos que a aplicação de microcontroladores na aquisição de dados e no controle de equipamentos e processos encontra-se largamente difundida nos meios industriais, acadêmicos e domésticos. Como já mencionamos, tais aplicações são as mais variadas possíveis, se estendendo desde equipamentos domésticos presentes em nosso cotidiano até complexas plantas industriais. Em particular, sempre existiu um grande interesse no interfaceamento de um computador com outros dispositivos. Um dos tipos de interfaceamento mais básico é o acionamento e monitoração, remota ou local, de equipamentos eletro-eletrônicos. A aplicabilidade disso se estende a diversos segmentos, ramificando-se desde o controle de processos até automação residencial.

Na presente contribuição apresentamos o projeto e construção de um pequeno sistema modular que possibilita controlarmos o acionamento de equipamentos eletro-eletrônicos domésticos e monitorar seu consumo. Em linhas gerais, descrevemos o desenvolvimento de um sistema microcontrolado que pode se comunicar com um computador via uma porta USB, cujo projeto pode ser facilmente reproduzido.

2. CONCEPÇÃO DO PROTÓTIPO

No desenvolvimento do projeto dividimos o protótipo em 3 seções, ou módulos, de acordo com suas funções específicas. Salienta-se que os circuitos foram montados e testados usando protoboard e um kit de desenvolvimento AVR. Tal kit foi elaborado por KASCHNY (2009) e faz parte de nossa infraestrutura para desenvolvimento de projetos com microcontroladores, tal como mostrado na figura 1.

2.1 Módulo de controle

No módulo de controle, ilustrado no diagrama esquemático da figura 2, foi empregado um microcontrolador ATmega8 (ATMEL, 2011) operando com um clock de 7.3728 MHz. Para efetivar a

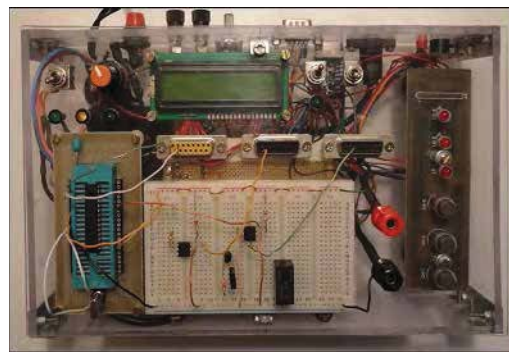


Figura 1 - Testes dos módulos de controle e acionamento.

comunicação deste módulo com um microcomputador utilizou-se um conversor USB/UART, FT232R (FDTI CHIP, 2011), que é diretamente conectado a porta UART disponível no ATmega8. Este conversor é extremamente conveniente, pois os drivers estão disponíveis gratuitamente no site do fabricante, sendo o dispositivo reconhecido pelo sistema operacional como uma porta serial adicional. Outra facilidade proporcionada por tal escolha reside no fato deste integrado ser fornecido na forma de módulo pré-montado pela empresa TATO (TATO, 2011). Isso evita o trabalho adicional da montagem de uma placa de circuito impresso para componentes SMD e possibilita o uso de um protoboard durante as etapas de desenvolvimento. Salienta-se que toda a seção de controle é alimentada exclusivamente pela porta USB do microcomputador e, portanto opera de forma independente aos demais módulos. Nesta versão do circuito, os pinos PB3, PB4 e PB5 do ATmega8 são utilizados como saídas de controle que são diretamente conectados aos 3 módulos de acionamento independentes. Os pinos PC0 até PC5, que constituem as 6 entradas dos conversores analógico-digital (ADC) incorporados no microcontrolador, são usadas como as entradas de monitoramento de tensão de rede e corrente da carga.

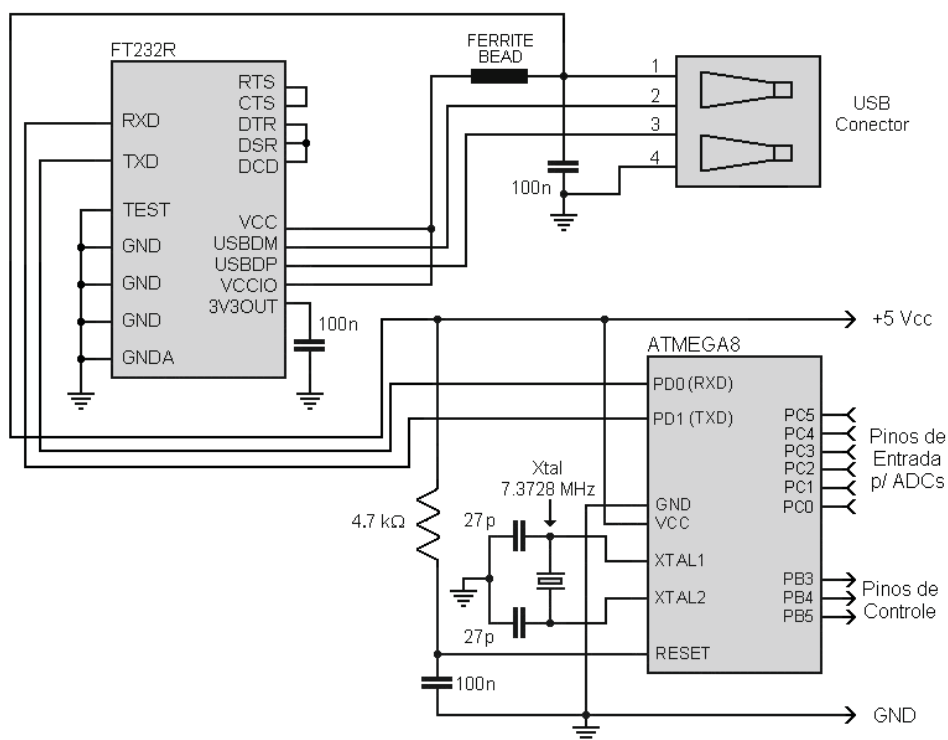


Figura 2 - Diagrama esquemático do módulo controlador com comunicação USB. Todos os valores de resistores dados em Ohms [Ω] e capacitores em Farads [F].

2.2 Módulo de acionamento

A concepção do módulo de acionamento é mostrada no diagrama esquemático da figura 3. Como se pode observar, quando a entrada de controle é chaveada para +5V o led integrado no opto acoplador é ligado, o que possibilita a ativação de um relé via um circuito transistorizado bastante simples, que por sua vez aciona a carga. Desta forma, o módulo de controle fica eletricamente isolado de qualquer ponto da rede alternada. Salienta-se aqui que a alimentação deste módulo fica a cargo de uma fonte de +12V completamente independente. Como exemplo, é mostrado na figura 4 uma sugestão para sua construção. Nesta versão simplificada, tal fonte pode operar na faixa de tensão de rede de 100 a 240 VCA sem o uso de uma chave comutadora, devendo-se, contudo acrescentar-se um fusível de proteção. Para manter a confiabilidade da isolação elétrica deve-se ainda ressaltar que o ponto $\emptyset V_{cc}$, indicado no diagrama, não deve em hipótese alguma ser confundido com o ponto GND dos demais circuitos.

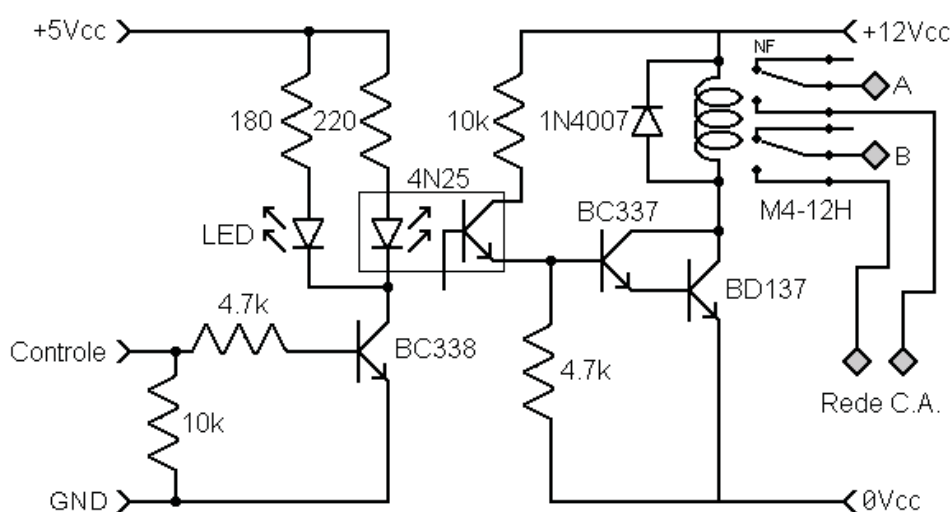


Figura 3 - Diagrama esquemático do módulo de acionamento. Note que os pontos $\emptyset V_{cc}$ e GND são distintos. Todos os valores de resistores dados em Ohms [Ω] e capacitores em Farads [F].

2.3 Módulo de leitura

Outro módulo de construção bastante simples é o de leitura, tal como mostrado na figura 5. Cabe observar que este módulo é diretamente conectado ao módulo de acionamento vias os pontos assinalados com as letras A e B, sendo assim inserido entre o relé e a carga. Para a leitura de tensão foi usado uma pequena fonte passiva que alimenta o led incorporado no opto acoplador. Portanto,

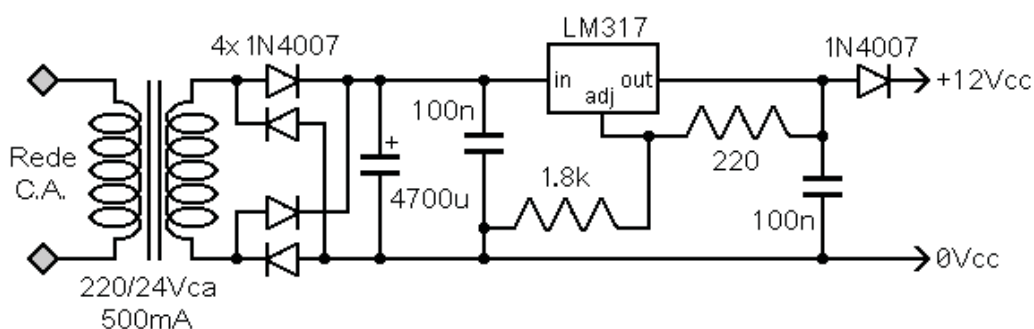


Figura 4 - Exemplo de uma fonte de +12V destinada para a alimentação do módulo de acionamento. Todos os valores de resistores dados em Ohms [Ω] e capacitores em Farads [F].

variando a corrente que passa por este led pode-se facilmente obter uma leitura de tensão proporcional a corrente de emissor do respectivo fototransistor. Assim tem-se um sinal contínuo cuja amplitude, lida por um dos ADCs, é proporcional a tensão de rede correspondente a faixa de 90 a 240 VCA. A tensão que a carga esta submetida é então determinada com o auxílio de uma curva de calibração implementada no software de controle. Contudo, para a leitura de corrente na carga é necessária uma abordagem um pouco distinta. Para que isso fosse possível, foi construído um pequeno transformador com núcleo de ferrite composto por um primário contendo 12 espiras de cabo esmaltado 28 AWG e um secundário de 350 espiras com o mesmo tipo de fio. Como pode ser observado o primário deste transformador é ligado em série com a carga. Assim, quanto maior a corrente por ela solicitada maior será a corrente que fluirá pelo primário, induzindo assim, uma diferença de potencial proporcionalmente maior no secundário. A tensão de secundário é então retificada, amplificada e filtrada, sendo o sinal contínuo resultante aplicado na entrada de um dos ADCs. Com um certo espanto, verificou-se que esta abordagem mostra um desempenho bem melhor que o esperado, e também, que a tensão de saída obtida para uma carga de 60 W, operando em 220 VCA, foi de cerca de 2 VCC. De maneira equivalente a anterior, a corrente solicitada pela carga é determinada com o auxílio de uma curva de calibração, também implementada no software de controle.

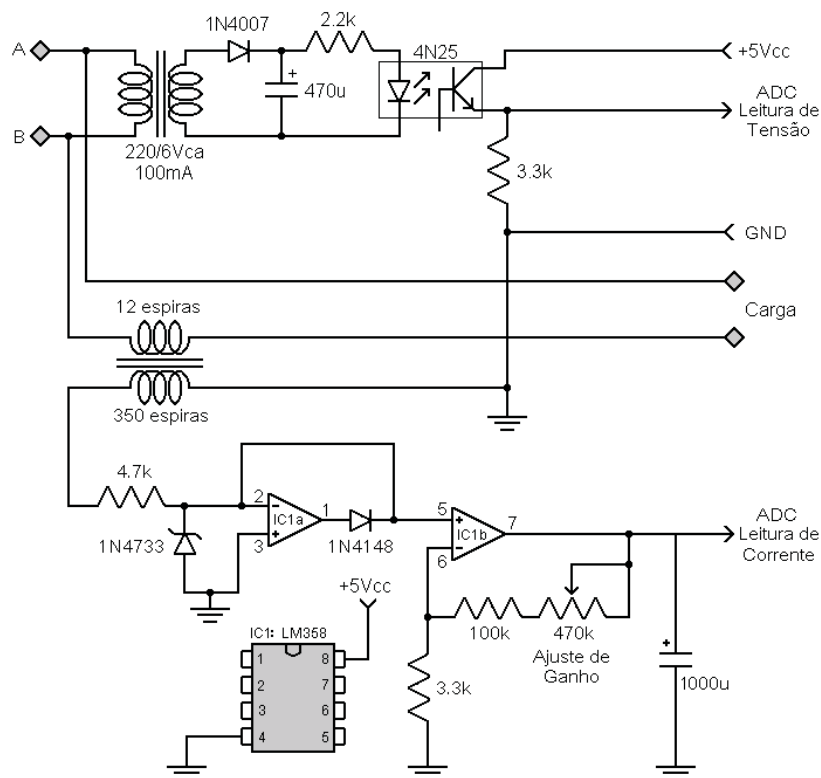


Figura 5 - Diagrama esquemático do módulo de leitura. Este circuito é diretamente ligado aos pontos A e B do módulo de acionamento. Todos os valores de resistores dados em Ohms [Ω] e capacitores em Farads [F].

3. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE E OPERAÇÃO

Para o desenvolvimento do firmware foi utilizado a plataforma de desenvolvimento Bascom - AVR (MCS ELECTRONIC, 2011). Quando iniciado, este programa espera a confirmação do aplicativo de controle - em execução no microcomputador, e fica aguardando os comandos de acionamento, leitura de tensão e leitura de corrente. Nesses últimos dois casos o valor mostrado pelo aplicativo de controle

corresponde ao valor médio de 10 amostras da respectiva grandeza medida. Isso tem como objetivo aumentar o grau de confiabilidade das leituras, reduzindo a significância de eventuais fontes de ruído.

O aplicativo de controle, responsável pela passagem de comandos para o módulo de controle, está sendo escrito em JustBASIC (SHOPTALK SYSTEMS, 2011). Embora isso ainda esteja em curso, os testes preliminares foram conduzidos usando um terminal de comunicação serial, como por exemplo, o hyperterminal disponível em qualquer versão do sistema operacional Windows. A tabela 1 traz uma lista dos comandos enviados pelo software de controle que são interpretados pelo firmware, juntamente com as correspondentes respostas que o mesmo deverá enviar. Nessa tabela n representa o equipamento a ser ligado ou desligado ($n = 1, 2, 3$), XXX é o valor de tensão aplicada na carga e YYY a correspondente corrente por ela solicitada. Salienta-se que XXX e YYY são números inteiros entre 0 a 255, que devem ser convertidos em valores reais usando as curvas de calibração anteriormente mencionadas.

Pelo que foi visto, o nosso protótipo é composto pelo módulo de controle interligado a 3 módulos de acionamento, sendo cada um destes conectados a um módulo de leitura independente que por sua vez fornecem os valores de tensão de rede e corrente de carga aos ADCs do microcontrolador. Então, uma vez estabelecida a comunicação com um microcomputador, via porta USB, o módulo de controle é alimentado e o firmware entra em execução. Supondo que a fonte que alimenta os módulos de acionamento esteja ligada, cada comando enviado pelo microcomputador para o módulo de controle será por este interpretado e a ação desejada será executada. Em outras palavras, pode-se ligar ou desligar três equipamentos, por exemplo, um abajur, um equipamento de áudio, um monitor de vídeo, etc. Além disso, é possível ler a qualquer instante a tensão de rede ao qual cada equipamento está submetido e a corrente que está sendo por ele solicitada.

Tabela 1 - Lista de comandos e dados da comunicação entre o software de controle e o firmware.

Comando	Significado	Resposta do Firmware
RT	Desvia a execução do firmware para seu início, desligando todos os equipamentos.	OKRT
EXECON	Habilita iniciar a interpretação de comandos. Este é o primeiro comando que deve ser enviado para que o módulo microcontrolado obedeça a comandos posteriores. Deve ser repetido a cada RT.	OKEXCON
Ln	Liga o equipamento número n.	OK Ln XXX YYY
Dn	Desliga o equipamento número n.	OK Dn XXX YYY
Vn	Ler tensão de rede aplicada no equipamento n.	OK n XXX
In	Ler tensão de corrente solicitada pelo equipamento n.	OK n YYY
	Qualquer outra situação gera uma mensagem de erro.	ILEGAL

4. CONCLUSÕES

Em resumo, foi apresentada uma descrição completa do projeto e construção de um sistema modular, microcontrolado, destinado ao acionamento de equipamentos eletro-eletrônicos e que permite o monitoramento conjunto das condições na qual tal carga esta operando. Testes de operação e desempenho foram executados fornecendo resultados satisfatórios e demonstrando um bom grau de confiabilidade nas leituras e atuações. Ao passo que o módulo de controle e parte do módulo de leitura são alimentados pela porta USB, os módulos de acionamento contam com uma alimentação independente sendo comandado via opto acopladores. Isso garante o isolamento elétrico entre a rede e

o módulo microcontrolado, com evidentes reflexos na segurança do sistema como um todo. Contudo, testes de operação continuada (burn-in) não foram efetuados. Isso será feito posteriormente à elaboração de uma placa de circuito impresso e de sua montagem final em um gabinete adequado.

REFERÊNCIAS

ATMEL. **8-bit AVR with 8K Bytes In-System Programmable Flash – ATMEGA8 / ATMEGA8L** Disponível em: <<http://www.atmel.com>>. Acesso em 10 set 2011.

FTDI CHIP. **FT232R USB UART I.C.** Disponível em: <<http://www.ftdichip.com>>. Acesso em 10 set 2011.

KASCHNY, J.R. **Kit de Desenvolvimento AVR.** Disponível em: <<http://physika.info>>. Acesso em 20 set 2011. Pagina publicada em 2009.

KASCHNY, J.R. **Comunicação Privada.** Tais considerações são baseadas na experiência pessoal de um dos autores, mais especificamente de suas recordações de juventude, entre 1975 e 1985. Uma retrospectiva histórica mais concreta pode ser montada pelo leitor consultando as revistas de divulgação em eletrônica: Antenna, Eletrônica Popular e principalmente a Nova Eletrônica; publicadas no referido período. Alguns exemplares dessas revistas podem ser encontrados em fóruns da Internet ou eventualmente em alguma biblioteca que ainda as conservam em arquivo. Nota dos autores, 2011.

MCS ELECTRONICS. **Bascom AVR Compiler.** Disponível em: <<http://www.mcselec.com>>. Acesso em 10 set 2011.

SHOPTALK SYSTEM. **JustBASIC.** Disponível em <<http://www.justbasic.com>>. Acesso em 20 set 2011.

TATO. **TATO Equipamentos Eletrônicos.** Disponível em: <<http://www.tato.ind.br>>. Acesso em 10 set. 2011.