

APLICAÇÕES DE MICROCONTROLADORES EM SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Vinicius DUTRA ANDRADE (1); Jorge Ricardo DE ARAUJO KASCHNY (2)

- (1) Coordenação de Engenharia Elétrica, CEFET-BA UE Vitória da Conquista, Av. Amazonas
3150 CEP 45030-220 Vitória da Conquista – BA, e-mail: veni_ad@hotmail.com
(2) Coordenação de Engenharia Elétrica, CEFET-BA UE Vitória da Conquista, Av. Amazonas
3150 CEP 45030-220 Vitória da Conquista – BA, e-mail: kaschny@cefetba.br

RESUMO

Na presente contribuição, exploramos a aplicação de microcontroladores para a aquisição de dados. O protótipo construído utiliza um microcontrolador ATmega8, possuindo 6 entradas analógicas multiplexadas para um conversor analógico-digital com resolução de 10 bits, 4 conversores digital-analógico com resolução de 8 bits, 8 entradas e 8 saídas digitais. Ele possui ainda uma memória auxiliar de 512 kbits, expansível até 4096 kbits, adequada para estocar dados leituras e instruções, constituindo assim um sistema programável e parcialmente autônomo. O protótipo aceita ainda expansões que possibilita incorporarmos mais um conversor analógico-digital, 4 conversores digital-analógico, 8 entradas e 8 saídas digitais. O atual protótipo pode comunicar-se com um microcomputador pc via uma porta serial RS-232 ou uma porta USB. Existe ainda a possibilidade de estabelecermos uma comunicação sem fio utilizando um link de radiofrequência. Este sistema possui diversas aplicações, muitas delas relacionadas com atividades de laboratório. No presente estágio de desenvolvimento, o protótipo pode ainda ser conectado a internet via um servidor-pc, possibilitando a aquisição de dados e o monitoramento a distância, com um bom potencial para aplicações em educação a distância que estejam relacionadas com laboratórios didáticos remotos.

Palavras-chave: microcontroladores, microinformática, aquisição de dados

1. INTRODUÇÃO

A utilização de computadores, ou de seus similares, na aquisição de dados e no controle de equipamentos e processos, é largamente difundida nos meios industriais, acadêmicos e comerciais. Suas aplicações são as mais variadas possíveis, se estendendo desde simples equipamentos domésticos até complexos sistemas bancários.

Nas áreas relacionadas à pesquisa e ao setor industrial, sempre existiu um particular interesse no interfaceamento de um computador com o meio externo - um equipamento ou máquina, via portas de entradas e saídas digitais - normalmente utilizadas em controle e acionamento, e também via conversores ADC (conversor analógico-digital) e DAC (conversor digital-analógico). Isto em geral implica no desenvolvimento de uma placa de interface - que se comunique via o barramento interno, ou de uma unidade externa que se comunique via uma porta do computador - usualmente uma porta serial, paralela ou mais recentemente USB. Este tipo de implementação implica usualmente em uma atuação local, ou seja, o computador, responsável pelo processamento, se comunica com um equipamento que esteja somente a alguns metros de distância. Em geral este tipo de interfaceamento atua como um escravo do computador, não possuindo um processamento próprio. Em outras palavras, o computador controla integralmente o estado das entradas e saídas digitais e analógicas.

Devido ao grande desenvolvimento da tecnologia de fabricação de dispositivos microcontroladores, e a correspondente redução de custos, a abordagem atualmente proposta para este tipo de problema mudou seu enfoque. Hoje a tendência é a de implementar unidades autônomas, dedicadas tanto para controle como para a aquisição de dados. Isto pode ser comprovado pela enorme popularização no uso dos microcontroladores para as mais variadas finalidades (ver Elektor). Eles são empregados como os “cérebros” de tais unidades autônomas, tornando-as capazes de armazenar dados em memórias intermediárias, administrar as portas de entrada e saída, etc. De fato, o desenvolvimento tecnológico nesta área, está tornando cada vez mais difícil encontrarmos um lar onde não tenhamos ao menos um sistema deste tipo. Como exemplo, podemos citar o controle remoto de televisores, tarefa tipicamente executada por um microcontrolador.

A facilidade que hoje temos para a implantação de redes de computadores - LAN's e WAN's (Soares, Lemos e Colcher, 1999), com variadas tecnologias de cabeamento físico ou mesmo sem fio (wireless), possibilita que além de tarefas simples tais unidades autônomas sejam capazes de se comunicar entre si ou mesmo com microcomputadores. Isto abre um enorme leque de possibilidades. Por exemplo, podemos descentralizar o controle de diversos equipamentos e aquisição de dados de diversas procedências, montando uma rede de unidades autônomas, dotadas de alguma “inteligência”, que eventualmente se comunicam com um computador central, um front-end, para troca de informações e eventual interação com um usuário. Esta mesma idéia pode ser empregada como base de um sistema de sensoriamento remoto, onde dados são coletados a partir de diversos locais, distantes entre si, sendo as informações reunidas em uma unidade ou computador central para posterior processamento.

Na presente contribuição, exploramos a aplicação de microcontroladores para a aquisição de dados e mostramos alguns detalhes sobre a construção de um sistema que, no atual estágio de desenvolvimento, comunica-se com um computador pessoal (PC) via uma porta serial RS232 ou USB. O protótipo desenvolvido é capaz de executar instruções de entrada e saída de sinais digitais e analógicos possuindo um bom potencial para aplicações em educação a distância (EAD) que estejam relacionadas com laboratórios didáticos remotos.

2. DESENVOLVIMENTO DE INFRA-ESTRUTURA

Para possibilitar o desenvolvimento do protótipo, foi necessária a montagem inicial de alguns dispositivos para compor a infra-estrutura básica. O primeiro passo consistiu a construção de um clone do programador STK200/STK300, adequado para a programação dos microcontroladores ATMEL, que utilizaremos. O projeto deste programador foi baseado em diversas informações encontradas na Internet, recebendo algumas implementações de segurança adicionais, tal como proposto por Plons (2008), tendo em vista a eventual danificação da porta paralela do PC que este tipo de gravador pode acarretar. O diagrama esquemático deste programador é mostrado na figura 1 juntamente com uma ilustração de sua montagem.

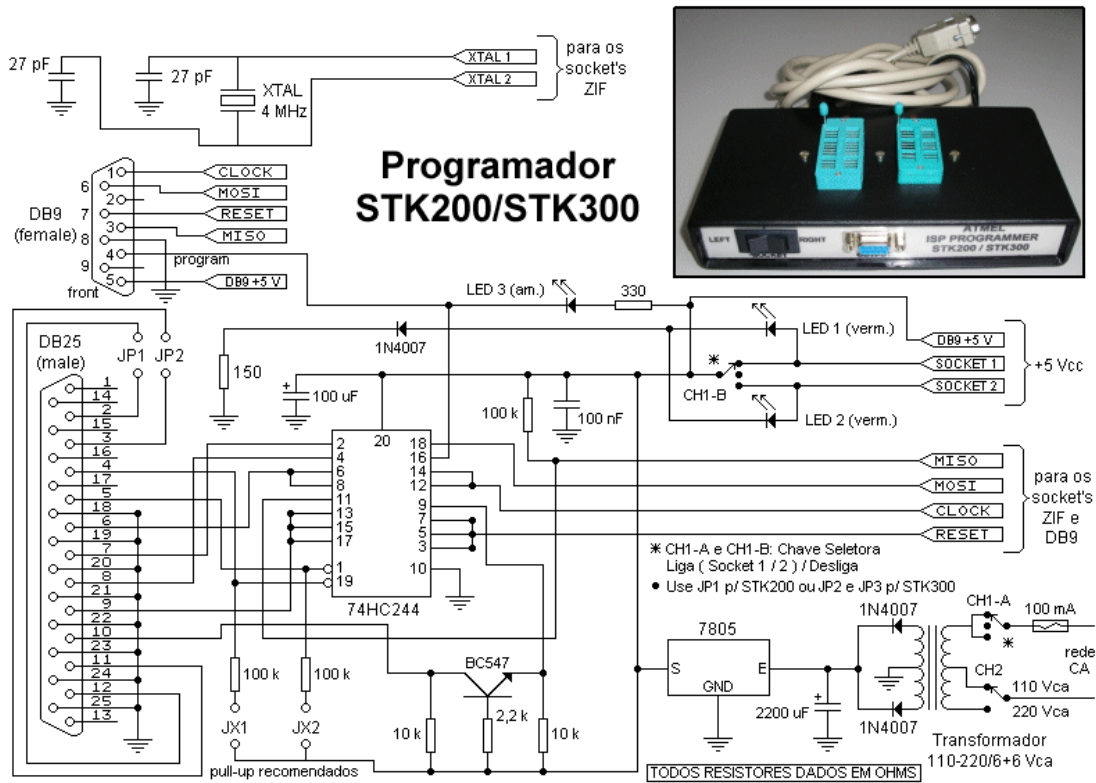


Figura 1 – Diagrama esquemático e exemplo de montagem de um programador STK200/STK300.

Por questões de ordem prática, e fazendo uso do programador acima, desenvolvemos um segundo gravador baseado na arquitetura do AVR910 (Atmel, 2002), seguindo as modificações de firmware propostas por Leidinger (2007) e incorporando uma comunicação USB baseada no chip FT232R fabricado pela FTDI e implementado pela TATO em um kit de montagem compacta e de fácil acesso. O diagrama esquemático deste gravador é mostrado na figura 2 juntamente com uma ilustração de sua montagem.

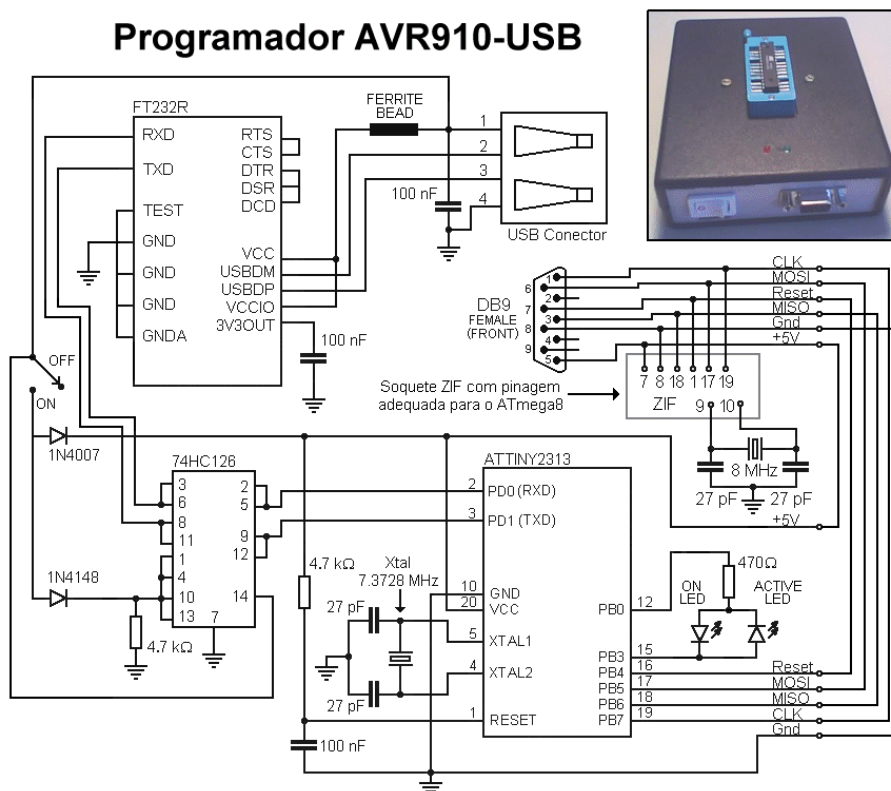


Figura 2 – Diagrama esquemático e exemplo de montagem de um programador AVR910-USB.

As vantagens de tal programador são muitas, entre elas destacamos a rapidez do processo de gravação/leitura, o fato de dispensar alimentação externa e principalmente dele ser “hot-pluggable”, algo que os programadores STK200/STK300 não são. Adicionalmente cabe mencionar que, para o desenvolvimento dos programas que serão gravados nos microcontroladores (firmware), empregamos as plataformas AVR-STUDIO (versão 4), que possibilita o desenvolvimento deste firmware em linguagem C ou Assembly, e alternativamente a plataforma BASCOM (versão 1.11.8.3), que possibilita tais implementações usando uma variante da linguagem Basic.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O diagrama de blocos, que reflete o atual estado de desenvolvimento do nosso protótipo, pode ser visto na figura 3. O sistema de aquisição de dados é composto basicamente por: (a) Módulo de controle, armazenamento e comunicação; (b) Módulo de saídas analógicas; (c) Módulo de entradas e saídas digitais. Além disso, tendo em mente o desejo de desenvolvermos unidades com um certo grau de autonomia, a alimentação do circuito deve ser fornecida por uma fonte de alimentação independente ou mesmo um banco de baterias, de forma que a alimentação do circuito independa do PC ao qual ele está conectado.

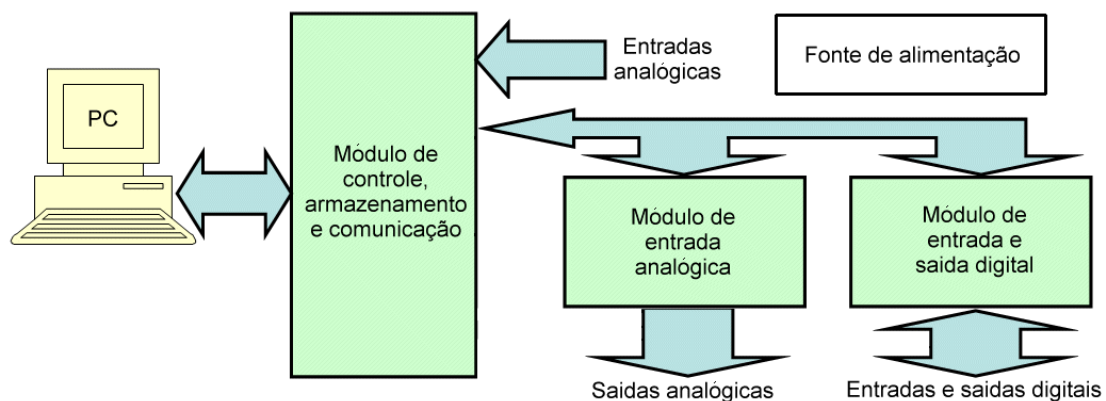


Figura 3 – Diagrama em blocos do sistema de aquisição de dados em desenvolvimento.

3.1. Módulo de controle, armazenamento e comunicação

Este módulo, cujo diagrama esquemático é mostrado na figura 4, é composto basicamente pelo microcontrolador ATmega8, pela memória AT24C516B, do tipo “two-wire serial EEPROM” com capacidade de 512 kbit, pelo driver MAX232, cuja função é converter os sinais TTL para a norma de comunicação serial RS232 e, alternativamente, pelo chip FT232R, destinado a comunicação USB. A capacidade de memória pode ser facilmente expandida até 8×512 kbit ao incorporarmos outros chips AT24C512B e efetuando as devidas alterações no firmware gravado no ATmega8. No atual estágio de desenvolvimento, a comunicação com um PC pode ser efetuada via uma porta serial RS232 ou USB. Contudo, dependendo de futuros desenvolvimentos, tal comunicação poderá ainda ser wireless ou via rede ethernet.

As 6 entradas analógicas são diretamente conectadas aos conversores analógico-digital (ADC) disponíveis no microcontrolador. O ATmega8 é, portanto, responsável por todo o processamento, comunicação, conversão analógico/digital e controle dos demais circuitos periféricos. Ele recebe os comandos de um PC, enviando as correspondentes respostas (dados) quando for o caso. No atual estágio de desenvolvimento, as entradas analógicas dos ADC’s não possuem circuitos de proteção ou conformação de sinais. Isto será adicionado em breve. Desta maneira, cabe salientar que um grande cuidado deve ser tomado ao utilizar tais entradas, observando a faixa de tensão para a qual elas são especificadas, que está situada entre 0 e 5 V.

Os demais circuitos periféricos, ou seja, os conversores digital-analógico (DAC) e os circuitos de entrada e saída digital (I/O), são controlados pelos sinais DTO, DTI, CLK e SE(X) (X = A, B ou C). As linhas DTO e DTI correspondem à saída e entrada de dados seriais no microcontrolador, sendo a linha CLK o respectivo sinal de clock que controla esta comunicação com os periféricos. As linhas SE(X) são utilizadas para selecionar o periférico que está em uso naquele momento, ou seja, que otimizará as linhas de comunicação DTO e DTI.

Adicionalmente, temos 4 pinos do microcontrolador que ainda não estão em uso. Tais pinos estão reservados para algum código de jumpers de configuração, que possa ser identificado pelo firmware, ou mesmo futuras expansões, como por exemplo geradores de sinais, displays alfanuméricos, teclados, etc. Contudo a utilização deles irá necessitar de um estudo prévio, uma vez que o tamanho firmware se encontra limitado a 8 kByte's, que corresponde a capacidade de armazenamento de programas do microcontrolador empregado.

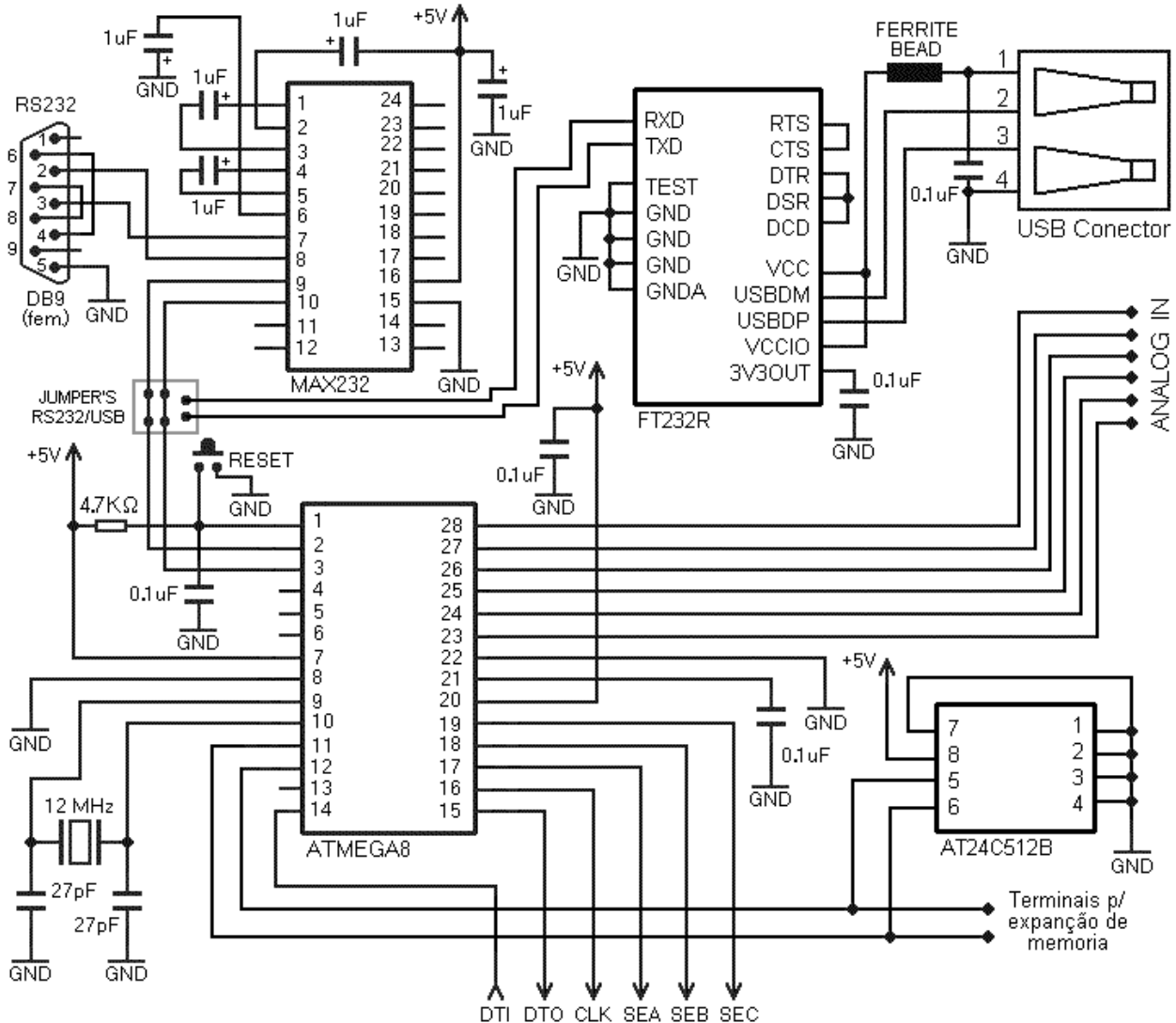


Figura 4 – Diagrama esquemático do módulo de controle, armazenamento e comunicação.

3.2. Módulo de entrada e saída digital

O módulo de entrada e saída digital é composto pelos registradores de deslocamento (shift register) de 8 bits 4021 (8 entradas) e 4094 (8 saídas). Tanto a escrita no 4094 quanto a leitura no 4021 são executadas pelo microcontrolador de modo serial via as linhas DTO e DTI respectivamente, sendo a sincronização dada pela linha de clock CLK. A seleção entre leitura ou escrita é feita pelas linhas SEB (escrita no 4094) e SEC (leitura do 4021). O respectivo diagrama esquemático é mostrado na figura 5.

A expansão do numero de entradas digitais pode ser feita adicionando em “cascata” novos registradores 4021. Para isto conecta-se as linhas o pino 11 de um integrado no pino 3 do próximo integrado, juntamente com as linhas DTI e CLK, de maneira similar ao diagrama esquemático mostrado. Por outro lado, a expansão do número de entradas digitais pode ser feita adicionando em “cascata” novos registradores 4094. Para isto conecta-se as linhas o pino 9 de um integrado no pino 2 do próximo integrado, juntamente com as linhas DTO e CLK, de maneira similar ao diagrama esquemático da figura 5.

Em principio, o numero de entradas e saídas digitais poderiam ser expandidas sem limites. Contudo, devemos ter em mente que cada operação de escrita ou leitura vai demorar um tempo progressivamente

maior, criando assim uma certa limitação na capacidade de expansão. Levando isto em conta, parece razoável limitarmos este numero em 32 entradas e 32 saídas. Cabe salientar que a adição de novos registradores de deslocamento sempre irá necessitar uma alteração adequada no software do microcontrolador, ou seja, no firmware.

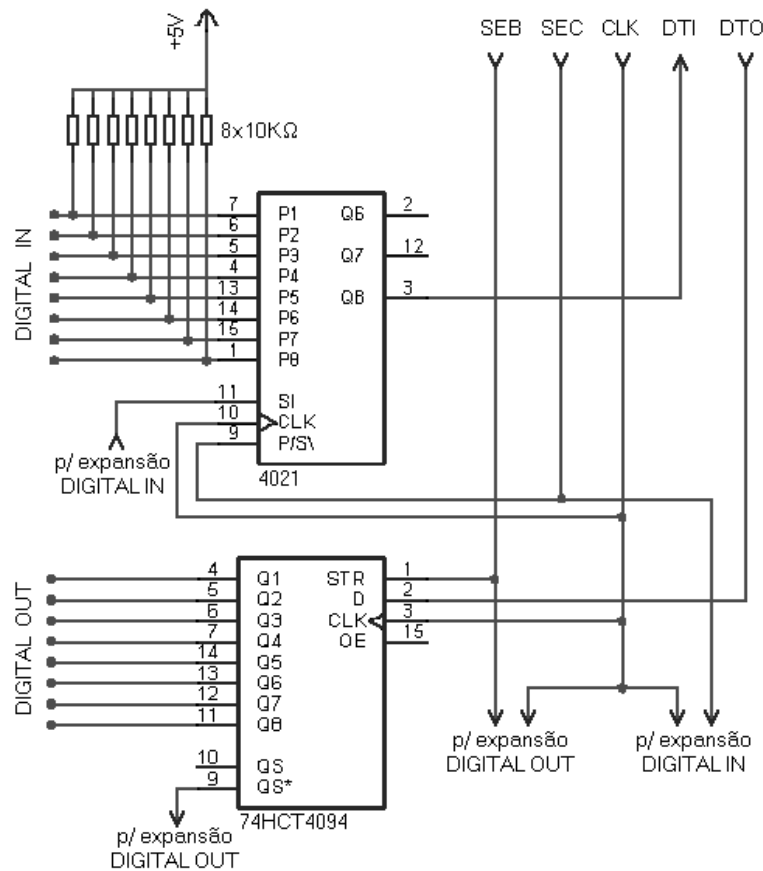


Figura 6 – Diagrama esquemático do módulo de I/O digital.

3.3. Módulo de saída analógica

Na atual versão, este módulo é composto de 4 registradores de deslocamento 4094, ligados em “cascata”, 4 conversores DAC0800 e 4 amplificadores operacionais TL071, tal como indicado no diagrama esquemático da figura 6.

Este módulo é selecionado via a linha SEA, sendo os dados escritos pelo microcontrolador de modo serial (bit por bit) via a linha DTO, sendo a devida sincronização dada pela linha de clock CLK. Após a escrita os dados são passados diretamente aos conversores DAC0800 ao desabilitarmos a linha SEA. Sendo assim, todas as 4 saídas analógicas ficam automaticamente sincronizadas. De maneira similar ao módulo de entrada e saída digital, o número de saídas analógicas poderia ser expandido sem limites. Contudo, devemos ter em mente que cada operação de escrita vai demorar um tempo progressivamente maior, criando assim uma certa limitação na capacidade de expansão de um único módulo.

4. MONTAGEM E PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA

No atual estagio de desenvolvimento, a montagem do circuito foi efetuada usando um proto-board. Contudo, após a devida otimização, pretendemos montar o sistema em uma placa de circuito impresso adequada.

A programação do microcontrolador foi feita fora do circuito, usando um dos programadores citados anteriormente, em conjunto com a plataforma de desenvolvimento AVR-STUDIO ou BASCOM. O firmware encontra-se em fase de desenvolvimento e otimização. De fato, a operação do sistema limitou-se até o momento a sistemáticos testes de funcionamento. Portanto, a versão final do firmware pode sofrer alterações bastante significativas. A comunicação com um PC é administrada com o auxilio de um programa bastante

primitivo escrito em JUST-BASIC (similar ao MS-QuickBasic), executa operações de comunicação e gravação de dados. Portanto, um razoável esforço será ainda necessário para concretizarmos o desenvolvimento de uma interface (software) adequada as nossas pretensões.

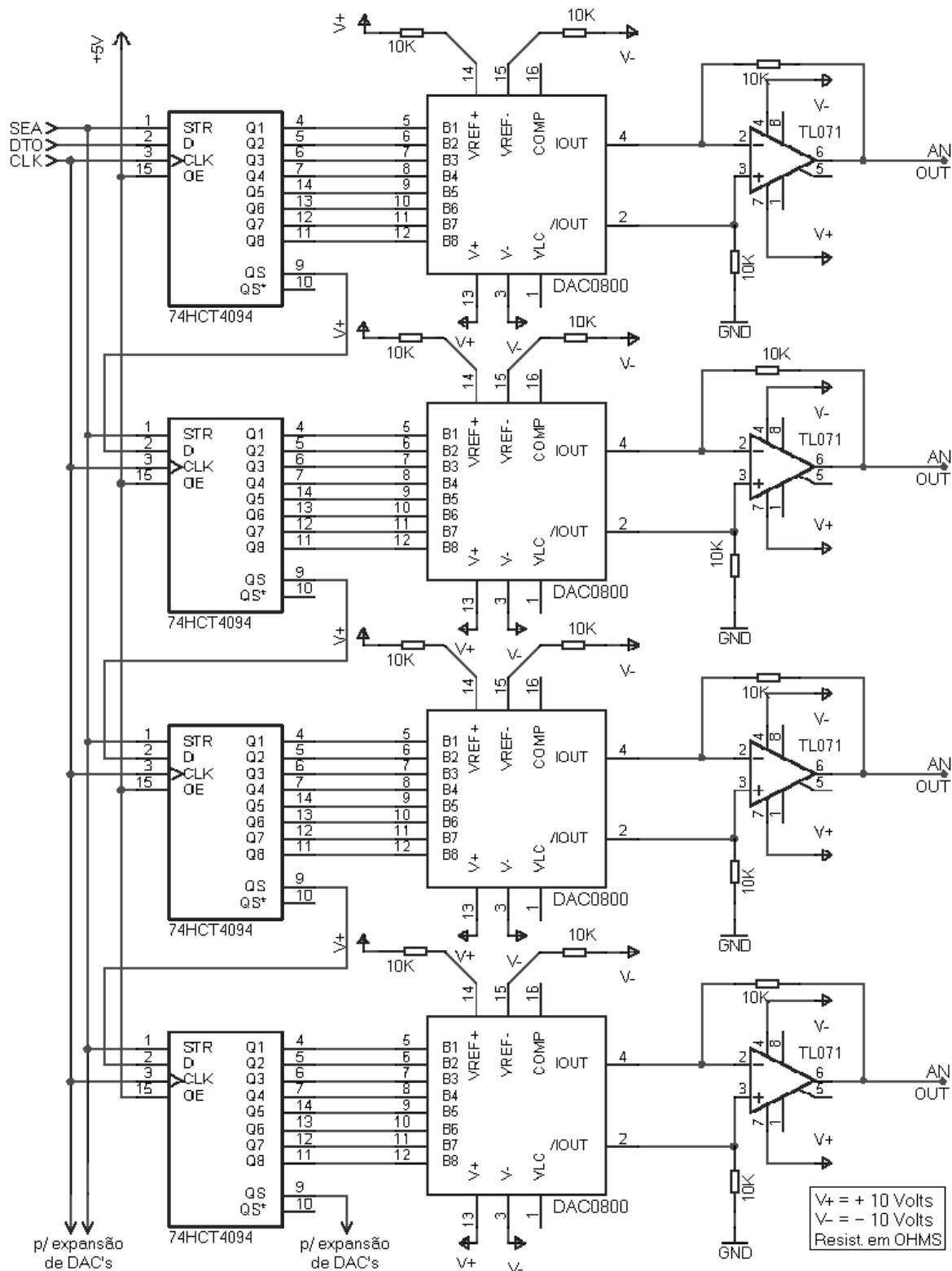


Figura 6 – Diagrama esquemático do módulo de saída analógica.

Apesar de incorporarmos no circuito uma memória EEPROM, fizemos até o momento poucos testes. Estamos presentemente desenvolvendo um firmware que possibilite tanto o armazenamento de instruções a serem executadas pelo sistema, como de dados de entrada e saída. Atualmente, o sistema executa diretamente

solicitações de leitura e escrita, digital e analógica, diretamente a partir de solicitações feitas por um PC, ou seja, o sistema “escuta” requisições feitas pelo microcomputador mestre, via porta RS232 ou USB, executa imediatamente tal solicitação e apresenta uma resposta correspondente (dados), quando este for o caso. Desta maneira, o design atual do sistema permite que este atue apenas como uma porta de I/O para sinais analógicos e digitais.

Contudo, nossas pretensões nos levaram a imaginarmos algo um pouco diferente. A introdução de um banco de memória junto ao módulo de controle, possibilita armazenarmos um pequeno programa constituído de uma série de requisições enviadas pelo PC mestre, formando uma fila de instruções que seriam executadas. Desta maneira, estamos alterando a concepção inicial para obtermos um sistema programável que poderá executar tarefas de aquisição de dados, controle e armazenamento de informações com um maior grau de autonomia. A dificuldade que esta sob estudo, reside nas limitações impostas pela capacidade de armazenamento de programas do microcontrolador em uso. Sendo assim, poderemos em breve substituir o ATmega8 por um ATmega32, ampliando tal capacidade sem alterar significativamente o hardware já testado.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Na presente contribuição, reportamos o atual estado de desenvolvimento de um sistema microcontrolado dedicado à aquisição de dados. O protótipo construído utiliza um microcontrolador ATmega8, possuindo 6 entradas analógicas multiplexadas para um conversor analógico-digital com resolução de 10 bits, 4 conversores digital-analógico com resolução de 8 bits, 8 entradas e 8 saídas digitais. Ele possui ainda uma memória auxiliar de 512 kbits, adequada para estocar dados leituras e instruções. Atualmente estamos investindo grandes esforços no desenvolvimento de um firmware e de softwares de comunicação/programação adequados objetivando o desenvolvimento de um sistema programável e com maior grau de autonomia.

Além disso, a comunicação via rede Ethernet ainda não foi explorada. Ela pode ser feita via a conexão serial do sistema com um servidor HTTP, tarefa esta executada, por exemplo, pelo APACHE (XAMPP) em conjunto com rotinas do tipo CGI-BIN ou similares em PHP ou JAVA, tal como proposto por Santos (2006). Contudo, uma estratégia mais complexa parece ser mais atraente. Esta estratégia envolve a conexão direta do sistema a uma rede Ethernet via um micro-web-server, tal como proposto no projeto ETHERRAPE. Isto será ainda alvo de discussões, estudos e avaliações.

No atual contexto, após otimizarmos o circuito e principalmente o software, pretendemos implementar uma versão “sem fio” da comunicação com um PC. Isto será feito pela adição de módulos transceptores de rádio.

REFERÊNCIAS

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

ELEKTOR. Revista Elektor Eletrônica e Microinformática; Disponível em: <http://www.elektorbrasil.com.br>.

ETHERRAPE. Disponível em: <http://www.lochraster.org>

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

LEIDINGER, K. Disponível em: <http://www.klaus-leidinger.de>

PLONS, A. Disponível em: <http://www.aplomb.nl>

SOARES, LEMOS e COLCHER. **Redes de computadores**. ed. Campus, 1999.

SANTOS, L. G. **Desenvolvimento de hardware e software para experimentos de física via web**. Monografia de conclusão de curso UEFS, 2006. Disponível em: <http://kaschny.googlepages.com>

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