

DESENVOLVIMENTO DE UM OSCILOSCÓPIO DIGITAL PORTÁTIL DE FÁCIL OPERAÇÃO E DE BAIXO CUSTO

Alessandro Correa Mendes¹, Airton Abrahão Martin², Luis Filipe Wiltgen Barbosa³

^{1,2}IP&D/PROBES/UNIVAP – São José dos Campos – SP
¹alcomen@univap.br e ²amartin@univap.br

³LRA/FEAU/UNIVAP – São José dos Campos – SP
³wiltgen@univap.br

Resumo – O osciloscópio é uma das ferramentas imprescindível em oficinas de reparos eletrônicos, laboratórios de calibração e desenvolvimento, entre outras áreas que necessitam uma visualização do sinal a ser mensurado. Com os osciloscópios podemos analisar sinais quanto à sua forma, amplitude e comportamento no tempo. Ainda hoje temos em grande parte desses setores a utilização de osciloscópios analógicos, por serem mais acessíveis economicamente. Estes osciloscópios utilizam tubo de raios catódicos e acabam ficando fisicamente maiores. O presente trabalho mostra a viabilidade do desenvolvimento de um osciloscópio digital que mantenha a fidelidade de seus resultados quanto à precisão e acurácia, com a vantagem de possuir tamanho físico reduzido permitindo sua utilização em campo com baterias e de baixo custo. O osciloscópio desenvolvido neste projeto disponibiliza todas as funções encontradas em um osciloscópio digital comercial como: Leitura de sinais com componentes CA e CC, ajuste de disparo (*trigger*) por borda ou nível de tensão, memória flash para armazenamento de 240.000 pontos (bit) de sinais ou formas de onda, valores digitais impressos na tela como tensão eficaz, tensão de pico, tensão RMS, frequência e período.

Palavras-chave: osciloscópio, microcontrolador, linguagem C, aquisição de dados, labview.

Área do Conhecimento: III - Engenharias

Introdução

A tecnologia digital vem crescendo muito a cada ano. Pode-se observar este crescimento simplesmente olhando à nossa volta, no qual os equipamentos são cada vez mais sofisticados e compactos.

Este crescimento apresenta uma grande vantagem, pois as novas tecnologias nunca estiveram tão acessíveis às mãos dos projetistas, que passam a utilizar circuitos integrados (*chips*) eletrônicos recém-lançados no mercado, quase simultaneamente com as fabricas de instrumentação eletrônica.

Entre estas tecnologias pode-se destacar o uso dos microcontroladores. Estes circuitos integrados (IC) apresentam características interessantes (Pereira, 2005b), como o processamento matemático avançado, fácil conectividade com o mundo externo (*WIRELESS, CAN, I2C, RS232, SPI, USB e ETHERNET*) e tamanho físico reduzido além do baixo custo.

A maioria das empresas de eletrônicos vem utilizando esta tecnologia na fabricação de equipamentos como, por exemplo, na área de instrumentação no qual se destacam os osciloscópios.

O osciloscópio é um equipamento eletrônico que apresenta de forma gráfica bi-dimensional, em um painel (tela) o sinal elétrico de tensão que é

coletado em uma entrada de tensão via uma ponta de prova. Pode apresentar dois ou mais sinais de tensão elétrica, estes equipamentos possuem diferentes canais de entrada, e sua capacidade em analisar sinais elétricos depende da velocidade de aquisição desses sinais externos.

As principais características dos osciloscópios analógicos existentes no mercado atual, é que o sinal apresentado na tela pode ser mensurado com base em sua amplitude de tensão na escala (*Y*) e variação no tempo (frequência) no eixo (*X*). A escala utilizada para a leitura da medida elétrica é alterada através de botões em sua parte frontal. Se a amplitude (*Y*) esta apresentada na forma de um volt por divisão gráfica da tela (*Volt/Divisão*) e variação do tempo (*X*) representada em um segundo por divisão gráfica da tela (*Segundo/Divisão*). A tela é graduada de forma que os valores selecionados nos botões frontais representam o valor de cada divisão na tela. Dessa forma, o usuário pode medir o sinal visualmente na própria tela do equipamento.

Atualmente existe a segunda geração de osciloscópios que são os osciloscópios digitais ou osciloscópios de armazenamento digital (*DSO*). Estes osciloscópios apresentam aquisição, tratamento e processamento de dados para sinais mais complexos e digitalização do sinal analógico em tempo real.

Outra característica visível de um osciloscópio digital é a relação de suas dimensões quando comparado aos osciloscópios analógicos. Isto trouxe muitas vantagens para os osciloscópios digitais, principalmente com relação à portabilidade destes equipamentos.

Atualmente os osciloscópios apresentam um tamanho físico compatível com a maioria das aplicações nas mais diversas áreas de atuação. Entretanto, para os trabalhos desenvolvidos em campo, tais como nas áreas de telecomunicações, indústria automotiva e aeronáutica, necessitam um equipamento que possa ser portátil, simples de operar e que funcione com baterias comerciais, já que nem sempre contam com a opção de estar conectado a rede elétrica. Este tipo de equipamento esta disponível no mercado, mas em geral seu custo é muito elevado, em geral também integram muitas funções o que torna o equipamento de difícil operação e geralmente possuem uma baixa autonomia em uso, poucas horas de funcionamento.

A proposta desta pesquisa foi a construção de um osciloscópio digital portátil de simples operação e grande autonomia que possibilitasse maior portabilidade e o uso de baterias comerciais como fonte de alimentação. Na Figura 1 pode-se observar a comparação do tamanho físico dos tipos de osciloscópios existentes atualmente. Na comparação podem ser vistos, osciloscópios dos tipos analógico (3), digital (2) de bancada e o protótipo desenvolvido nesta pesquisa (1).

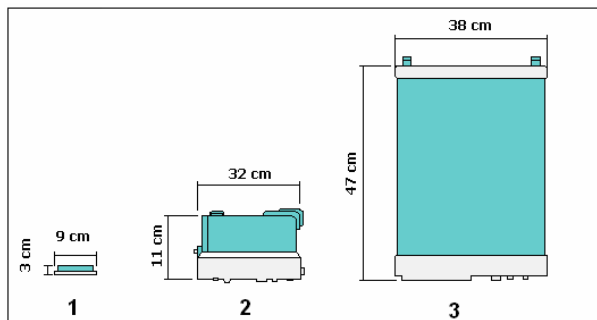


Figura 1 – Tamanho físico dos osciloscópios comerciais comparados ao protótipo desenvolvido nesta pesquisa.

Outro fator importante e decisivo na portabilidade de equipamentos utilizados em campo é peso bruto do equipamento. Na Tabela 1 pode-se observar as diferenças nos volumes e nos pesos dos três modelos de osciloscópios apresentados na Figura 1.

Observe a grande diferença existente entre os outros osciloscópios e o protótipo de osciloscópio portátil construindo nesta pesquisa que possui um peso de apenas 150 g com as baterias. Isto

possibilitará fixar o instrumento de medida ao uniforme, como no bolso da calça do operador em campo ou mesmo no operador que fica na manutenção de chão de fábrica.

Tabela 1 – Comparativo das dimensões e pesos entre os três modelos de osciloscópio mostrados na Figura 1.

Marca/Modelo	Dimensão (cm)	Peso (kg)
Tektronix/2430a	40 x 25	15,00
Tektronix/Tds2022	47 x 38	2,50
Protótipo Osciloscópio Portátil	11 x 32	0,15

O presente estudo propõe o desenvolvimento integral e a comercialização de um osciloscópio completo. Este equipamento apresenta as mesmas características encontradas nos equipamentos disponíveis no mercado atual. Entretanto, a finalidade principal deste equipamento é ser de uso geral, tanto em campo quanto em bancada. A grande vantagem está em seu custo reduzido, que permitirá as equipes de campo, ou manutenção, dispor de um equipamento deste tipo para cada operador aumentando muito a eficiência nas medidas de reparo e aquisição de dados.

Outro mercado que poderá se beneficiar bastante deste tipo de equipamento será o de monitoramento de sinais vitais. Que poderá ter definido os sinais e como estes deverão ser apresentados no painel para cada caso específico.

O grande diferencial esta relacionado ao baixo custo de fabricação deste equipamento, que propiciará sua aquisição dos mesmos por escolas de cursos técnicos profissionalizantes e oficinas mecânicas especializadas em injeção eletrônica e consertos de computadores automotivos (*Electronic Control Units – ECU*).

Desenvolvimento do Osciloscópio Portátil

Tendo em vista que o microcontrolador utilizado como cerne deste sistema (*PIC18F4520*) não possui memória interna suficiente para as necessidades de armazenamento de dados e formas de ondas do protótipo, foi necessário a utilização de uma memória, EEPROM (*24LC256*). Este componente consiste em uma memória EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only*) de baixo consumo de energia e grande facilidade de operação. Dos pinos existentes neste componente (8 pinos), apenas 2 pinos são utilizados para a comunicação com o

microcontrolador deixando assim, mais portas de entrada e saída do microcontrolador disponíveis.

Os dados retidos na memória são enviados a um painel feito com um *display* gráfico (TECH12864G) que pode ser utilizado para apresentar diversas formas gráficas e/ou símbolos e caracteres alfa numéricos para representar os valores medidos no instrumento.

Estes dados também podem ser enviados para um computador do tipo IBM-PC para serem analisados posteriormente ajudando na composição de relatórios.

A transferência dos dados do osciloscópio para o computador PC é realizada através da saída serial do tipo RS232 presente neste osciloscópio através um aplicativo desenvolvido no programa LabView® (Bishop, 2006).

Para obter um acoplamento perfeito dos sinais do computador e do microcontrolador em uma comunicação serial, foi necessário também o uso do circuito integrado de condicionamento de sinal em RS232 da Texas Instruments (MAX232), que além de realizar o acoplamento entre o PC e o osciloscópio, também mantém fixos os níveis de tensão elétrica na comunicação (Pereira, 2005b)

A Figura 2 mostra a disposição em um sistema em blocos do funcionamento do protótipo do osciloscópio digital portátil, inclusive com a opção de conexão via PC.

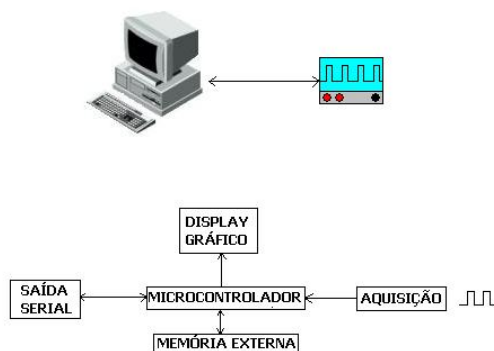


Figura 2 – Funcionamento do protótipo do osciloscópio digital portátil. Observe que existe a alternativa de utilizar o mesmo com um computador PC.

O microcontrolador PIC18F4520 é o principal componente do projeto. Suas principais características são, frequência de operação do relógio (*clock*) de 40 MHz (~10 MIPS), devido ao pré-scaler interno, conversor de sinais analógico/digital com resolução de 10 bits e taxa de aquisição de 400 ksps (400 mil amostras por segundo) por canal. Este dispositivo possui encapsulamento do tipo *Quad Flat No-lead (QFN)*, encapsulamento miniaturizado, que reduz seu

tamanho físico, principalmente se comparado ao mesmo modelo convencional de encapsulamento do tipo *Dual In-line Package (DIP)*, encapsulamento padrão dos CI que são utilizados em soquetes.

O microcontrolador é o dispositivo responsável por realizar a aquisição dos sinais, reter valores obtidos em uma memória auxiliar EEPROM (24LC256), comunicar e apresentar valores gráficos e numéricos em um display e realizar a comunicação serial com o computador no modo aquisição.

Resultados e Testes

Com relação à dimensão final do equipamento, seu tamanho ficou próximo do esperado, ou seja, pode ser transportado facilmente dentro de qualquer caixa de ferramentas ou até mesmo no bolso.

A Figura 3, pode-se observar a aquisição de um sinal elétrico na forma de onda quadrada através de um osciloscópio digital comercial e mesma forma de onda no mesmo instante de tempo no protótipo desenvolvido. Notar a diferença no tamanho físico entre eles.

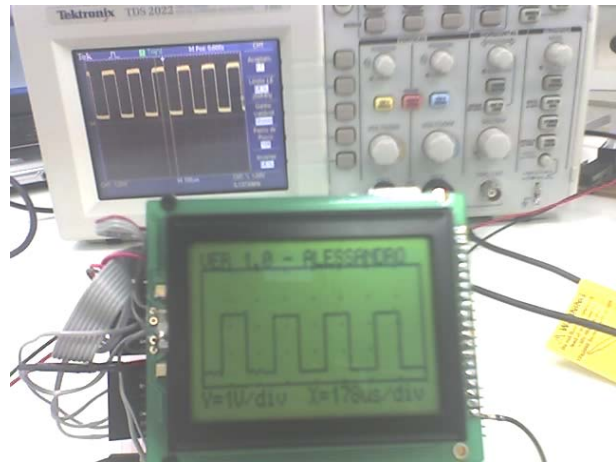


Figura 3 – Aquisição de um sinal externo realizado através do osciloscópio digital comercial e o protótipo construído nesta pesquisa em primeiro plano.

Os resultados de leitura dos parâmetros, tensão e frequência, foram obtidos através de leituras diretas e comparativas entre o protótipo proposto e um osciloscópio digital comercial da marca Tektronix® modelo TDS2022.

Os testes foram realizados com frequências de até 200 kHz (200 mil ciclos por segundo) com estabilidade nas medidas. Os resultados estão apresentados no gráfico comparativo de tensão elétrica medida durante os testes (Figura 4).

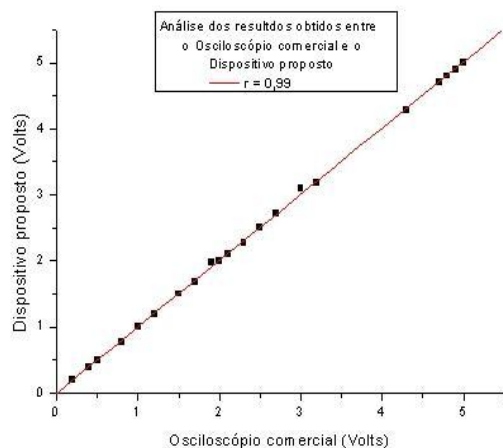


Figura 4 – Medidas realizadas comparando o osciloscópio comercial com o protótipo desenvolvido nesta pesquisa.

Para a digitalização de sinais analógicos foi utilizado um conversor analógico/digital disponibilizado no próprio microcontrolador. Apresentando uma resolução ou precisão de medida de 4,88 mV à uma taxa de 460 ksps (460 mil amostras por segundo).

Discussão

Os resultados apresentados nos testes foram satisfatórios para esta etapa de desenvolvimento, com um coeficiente de correlação de 0,99.

Entretanto, observa-se que algumas melhorias podem ser implementadas imediatamente visto que grande parte dos periféricos envolvidos no projeto são integrados ao microcontrolador ocasionando uma limitação, como por exemplo:

- a substituição do conversor analógico/digital (ADC – Analog to Digital Converter) por um modelo mais rápido e de maior resolução e maior precisão com frequência de amostragem superior a 100 MHz e resolução de 24 bits;
- a troca do microcontrolador de 8 bits por um de 32 bits poderá garantir uma maior velocidade de processamento e de cálculo;
- o incremento de um soquete para armazenamento e leituras de resultados em cartões do tipo SD ou Pendrive, dará maior flexibilidade nas transferências de dados e aumento de capacidade de armazenamento;
- finalmente a possibilidade de implementar uma saída de comunicação do tipo USB.

Estas melhorias já estão em fase de testes na segunda versão do protótipo do osciloscópio digital portátil de fácil operação e baixo custo.

Conclusão

Este dispositivo apresenta as funcionalidades encontradas nos osciloscópios digitais comerciais, que disponibilizam seus resultados na forma de arquivos digitais e proporcionam várias formas de portabilidade. Este equipamento, diferentemente dos similares comerciais, apresenta baixo consumo de energia, menor do que 25 mA, possibilitando a utilização de baterias comerciais.

Sua aplicação na área biomédica como monitor de sinais biológicos e de parâmetros vitais demonstra sua versatilidade em diversas áreas.

Pode ser utilizado nas áreas industriais, comerciais, médicas, acadêmicas, entre outras.

Uma aplicação importante para este equipamento é seu uso em campo, dado sua versatilidade tanto em tamanho, quanto na autonomia da baterias. Isto permite ao operador transportar o equipamento com facilidade, dado o baixo peso, e manuseá-lo em locais pequenos e de acesso restrito, dado sua pequena dimensão.

Referências

24LC256 – MEMÓRIA FLASH. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632b.pdf>. (Acessado em 13/03/2008).

BISHOP R. H., LabVIEW 7 Express. STUDENT EDITION – NATIONAL INSTRUMENTS – Ed. Pearson, 2006.

LM7805 – REGULADOR DE TENSÃO. <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM7805.pdf>. (Acessado em 13/03/2008).

MAX232 – DRIVER PARA COMUNICAÇÃO SERIAL RS232. <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>. (Acessado em 13/03/2008).

PEREIRA F., PIC programação em C – Ed. Érica, 1ª Edição, 2003.

PEREIRA F., Microcontroladores PIC. Técnicas Avançadas – Ed. Érica, 2ª Edição, 2005a.

PEREIRA F., Microcontroladores MSP430 – Ed. Érica, 1ª Edição, 2005b.

PIC18F4520 – MICROCONTROLADOR. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632b.pdf>. (Acesso em 13/03/2008).

SOUZA D. S., ARM7. O poder dos 32 bits – Ed. Érica, 1ª Edição, 2006.

TECH12864G – LCD GRÁFICO. <http://www.picbasic.org/forum/attachment.php?attachmentid=238>. (Acessado em 13/03/2008).