



III Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica

III EnICT

ISSN: 2526-6772

IFSP – Câmpus Araraquara

19 e 20 de Setembro de 2018



SISTEMA GERADOR DE SEQUÊNCIAS DE PADRÕES DE SAÍDAS DIGITAIS

TAYNÁ BERTACINE DE ALMEIDA¹

FERNANDO HENRIQUE MORAIS DA ROCHA²

¹ Graduanda em Mecatrônica Industrial, IFSP Câmpus Araraquara, tayna.bertacine@aluno.ifsp.edu.br

² Doutor em Engenharia Elétrica, Docente, IFSP Câmpus Araraquara, fernandorocho@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Controle de Processos Eletrônicos, Retroalimentação – 3.04.05.03-3

RESUMO: Instrumentação virtual consiste em um computador equipado com software e um hardware que desempenham a função de instrumentos tradicionais. O sistema gerador de padrões de sequências digitais escreve em suas saídas os valores binários em determinados instantes e esses valores binários geram os padrões que controlam o acionamento dos equipamentos conectados as saídas. O valor de saída e o tempo de cada padrão são configurados utilizando comunicação com a unidade de computação embarcada. O presente projeto de pesquisa possui como proposta um sistema de instrumentação baseado em dispositivos microcontrolados utilizado para controlar experimentos de física de alta complexidade. Além disso, visa-se contribuir para o desenvolvimento de novos equipamentos de uso em bancada ou embarcados. Deste modo, oferece-se uma alternativa aos sistemas de instrumentação integrados que geralmente são demasiadamente caros ou com funções desnecessárias.

PALAVRAS-CHAVE: saídas digitais; computação embarcada; instrumentação; dispositivos microcontrolados.

INTRODUÇÃO

O conceito de Instrumentação Virtual surgiu há alguns anos e mudou a maneira como engenheiros e pesquisadores abordam os problemas na área de Automação e Controle Industrial. Um dos motivos que justifica tal fato é que a Instrumentação Virtual reduziu o tempo de desenvolvimento, dessa maneira, torna-se mais fácil projetar equipamentos e, conseqüentemente, abaixa-se o preço do produto final (OLIVEIRA, 2008).

Um instrumento virtual emula, em uma ferramenta de programação adequada, um equipamento de aquisição maleável que, acoplado a um computador pessoal, executam juntos as funções de instrumentos tradicionais como, por exemplo, osciloscópios e geradores de função (LOPES, 2007).

Os instrumentos virtuais são definidos pelo usuário a partir do desenvolvimento de uma aplicação. Desta forma, desenvolve-se um *software* baseado nas necessidades do usuário e define-se um *hardware* para a medição e controle de acordo com os requisitos de projeto (OLIVEIRA, 2008).

Com base neste panorama, o presente projeto de pesquisa possui como proposta um sistema de instrumentação baseado em dispositivos microcontrolados utilizado para controlar experimentos de física de alta complexidade. Além disso, visa-se contribuir para o desenvolvimento de novos equipamentos de uso em bancada ou embarcados. Deste modo, oferece-se uma alternativa aos sistemas de instrumentação integrados que geralmente são onerosos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Não há outra grandeza física medida com tamanha exatidão quanto à medida de frequência baseada em transições de níveis de energia atômica (RIEHLE, 2004). O instrumento utilizado para realizar tal medição são os relógios atômicos, nomenclatura mais conhecida, ou, em termos técnicos, padrões de

frequência. Um relógio atômico consiste em um padrão de frequência dotado de um acumulador para contar os sinais de saída de um sistema.

Um padrão de frequência atômico é um dispositivo que produz um pulso na saída, a uma taxa de ocorrência relacionada à oscilação eletromagnética de um dado átomo. Dado ao fato de a frequência de saída ser relacionada com as oscilações atômicas pode-se atingir medidas extremamente precisas (NIST, 2012).

Os requisitos mínimos para que um padrão de frequência de átomos frios possa funcionar, do ponto de vista de geração e aquisições de sinais, são: sistema gerador de sinal de *clock*, sistema gerador de seqüências de padrões de saídas digitais, sistema gerador de formas de onda analógicas, sistema de aquisição de dados analógicos, rede de comunicação local e uma unidade computação embarcada (PECHONERI, 2013).

Devido ao fato de esse projeto ter por objetivo obter um protótipo de sistema microprocessado, um dispositivo indispensável é um microprocessador embarcado. Nesse sentido, o mercado oferece várias opções de arquiteturas 8 bits, 16 bits, 32 bits, de diversos fabricantes com recursos e características bastante distintas. No quesito da velocidade de processamento, a diferença entre uma arquitetura ARM (*Advanced RISC Machine*) de 32 bits com relação as outras de 8 e 16 bits encontra-se entre dezenas de MHz (MIYADAIRA, 2012).

Quando se refere a uma unidade de controle e processamento local, faz-se necessário uma alta velocidade de processamento por parte do sistema. Pois existem inúmeras tarefas sendo executadas como, por exemplo, comunicação entre plataformas, controle das entradas e saídas digitais e analógicas, entre outras (Figura 1).

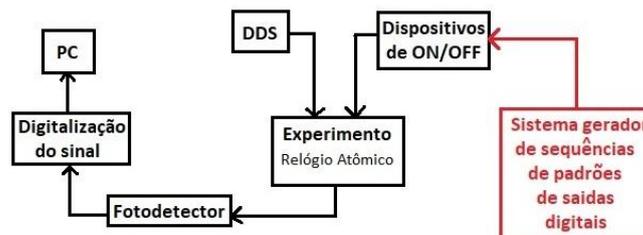


Figura 1. Aplicação do sistema gerador de padrões de saídas digitais

Fonte: Elaborada pelo autor

Com base no cenário visto anteriormente, pesquisou-se várias opções de microcontroladores comerciais, optou-se pela placa de desenvolvimento com o microprocessador LPC1768, fabricada pela *NXP Semiconductors*. Essas são voltadas para aplicações embarcadas, devido a seu rápido processamento, já que possuem um microcontrolador com a arquitetura ARM Cortex – M3.

METODOLOGIA

O sistema gerador de padrões de seqüências digitais utiliza sinal de *clock* como base de tempo para escrever em suas saídas digitais os valores binários em determinados instantes, como se fosse uma máquina de estados (Figura 2).

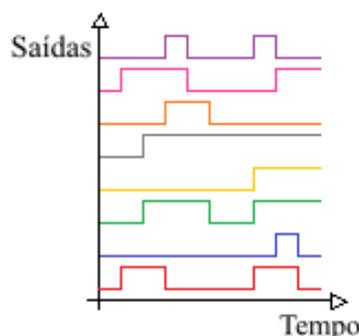


Figura 2. Saídas digitais
Fonte: Elaborada pelo autor

Esses valores binários geram os padrões digitais que controlam o acionamento dos equipamentos conectados as saídas como, por exemplo, sinal de RF, disparo de aquisição e bloqueio dos feixes. O valor de saída e o tempo de cada padrão são configurados utilizando comunicação com a unidade de computação embarcada (Figura 3).

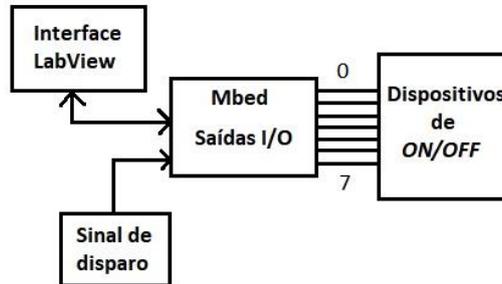


Figura 3. Esquemático do sistema
Fonte: Elaborada pelo autor

O LIEPO (Laboratório de Instrumentação Eletrônica para Óptica) disponibiliza um kit de desenvolvimento Mbed, que possui como núcleo um microcontrolador LPC1768. Esse kit foi desenvolvido principalmente para projetos de prototipagem rápida voltado para aplicações que exploram o uso de interfaces de rede e internet das coisas (MBED.ORG, 2015). A Figura 4 traz a organização dos pinos da placa Mbed.

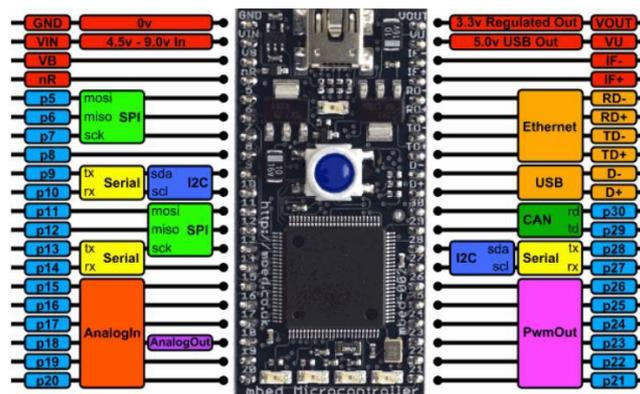


Figura 4. Kit de hardware para desenvolvimento Mbed.
Fonte: MBED.ORG (2015).

A partir de pesquisas realizadas, esse kit mostra-se como uma boa alternativa para prototipagem e programação dos microcontroladores, pois oferece como plataforma de *software* uma SDK (*Software Development Kit*) de código aberto e *online*. Desta forma, dispensa a instalação de compiladores, além disso, possui bibliotecas em linguagem C para o *core* e periféricos disponíveis no LPC1768. Outra vantagem desta plataforma é o suporte para compartilhamento de códigos fonte para comunidade de desenvolvedores e usuários da mesma (PECHONERI et al., 2016).

O computador *host* faz interface com o kit como um disco removível: o código é compilado no servidor por meio do programa escrito em linguagem C e é carregado na memória presente no kit de *hardware* do microcontrolador. Quando o kit é reiniciado, o código na memória externa é gravado na memória de programa (ROM do Inglês *Read-Only Memory*) do LPC1768.

Portanto, o kit de *hardware* e sua plataforma de desenvolvimento de *software* (developer.mbed.org) formam um ambiente integrado bastante ágil para o desenvolvimento de programação do *firmware* do sistema de instrumentação e prototipagem do circuito eletrônico.

O presente trabalho foi separado em 3 etapas: estágio de amplificação, condicionamento do sinal do microcontrolador para os dispositivos de saída; fonte de alimentação, a adaptação de uma fonte DC; e a terceira etapa é a montagem, desenvolvimento de um invólucro para o armazenamento do sistema de

amplificação, o microcontrolador e a fonte de alimentação. A seguir, serão descritas, de maneira mais detalhada, cada etapa.

- **Estágio de amplificação**

O microcontrolador não possui capacidade de fornecer corrente elétrica suficiente para diversas cargas que poderão ser utilizadas nas saídas digitais. Sendo assim, faz-se necessário uma etapa de amplificação de corrente ou estágio de potência.

Para isolar o circuito de controle do circuito de potência foi utilizado um optoacoplador (Figura 5). Acopladores ópticos são componentes que possibilitam a transferência de um sinal de controle de um circuito para outro, sem uma ligação elétrica entre eles. O sinal é transferido por um feixe de luz produzido por um LED e recebido por um sensor, que pode ser um foto-diodo ou um foto-diac.

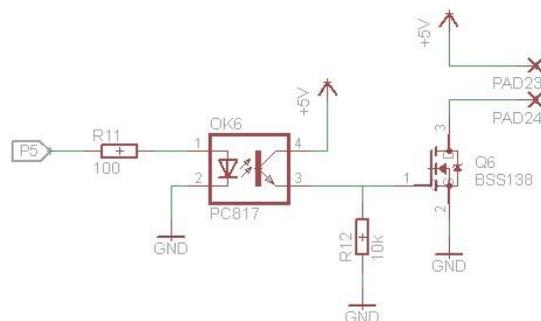


Figura 5. Circuito optoacoplador
Fonte: Elaborada pelo autor

- **Fonte de alimentação**

Devido à dificuldade de acesso à fonte de alimentação DC reguladas, o sistema será alimentado com uma fonte de tensão alternada, rede elétrica de 110V ou 220V. No entanto, o circuito eletrônico necessita de corrente contínua para o funcionamento, então foi utilizada uma fonte AC/DC comum de 5V, facilmente encontrada em lojas de produtos eletrônicos, composta por um transformador 5V, um regulador 7805 e dois capacitores polarizados, ambos de 1000uF.

- **Montagem (caixa)**

Para que o equipamento fique esteticamente mais próximo de um equipamento comercial ou de bancada para instrumentação, a parte eletrônica do projeto foi montada dentro de uma caixa de alumínio, como pode ser visto na Figura 6.

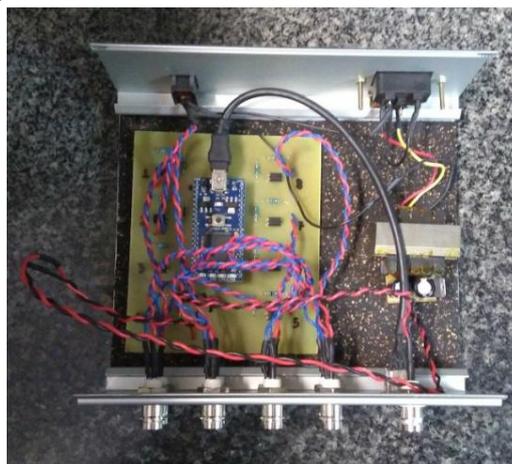


Figura 6. Montagem da caixa
Fonte: Elaborada pelo autor

Após a conclusão das três etapas mencionadas anteriormente, foram iniciadas as simulações, os resultados obtidos podem ser vistos na próxima seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar os testes, faz-se necessário a visualização dos sinais de saída do sistema microcontrolado. Para isso, utilizou-se um analisador lógico *Saleae logic Analyzer 24MHz 8CH*, pertencente ao LIEPO. A escolha desse analisador se deu ao fato de haver o número de entradas compatíveis com as saídas do sistema desenvolvido neste projeto.

O *software* escolhido para as simulações foi o *Logic 1.1.30*. As vantagens do Logic são: a sua compatibilidade com analisador disponibilizado; e a sua interface gráfica de fácil interpretação, apesar de não ter sido encontrada uma versão em português (Figura 7).

Para as simulações foi utilizado, além do analisador lógico e do *software*, um gerador de sinal. Este teve a função de fornece o disparo *clock* para ativar as saídas de acordo com o padrão inserido pelo usuário.

A inserção dos padrões é feita por meio de um programa chamado PuTTY. Este gera um arquivo de texto que é lido e interpretado pela Mbed, que configura as saídas, de acordo com as informações contidas no arquivo.

O valor inserido no PuTTY deve estar na base decimal, mas sempre com 4 dígitos (em uma faixa de valores que vão de 0016 a 4080, que representa o valor máximo que é possível configurar as saídas) e os valores de tempo também devem possuir 4 dígitos, o valor apresentado para esta grandeza se encontra na unidade de milissegundos.

Os valores inseridos, pelo usuário, no PuTTY serão lidos e convertidos (da base decimal para a binária) pelo próprio programa da Mbed. Cada bit do valor inserido vai fazer o acionamento de uma saída.

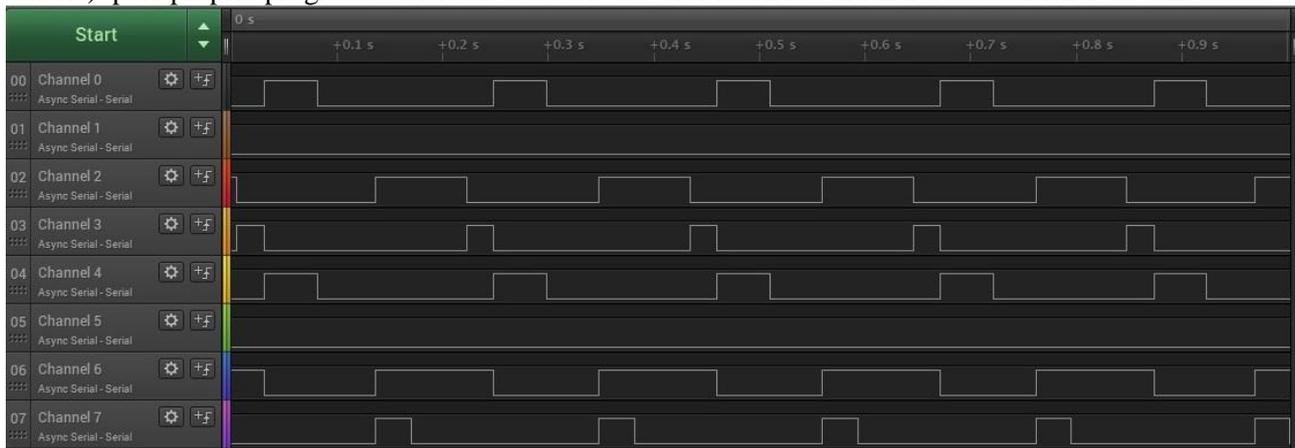


Figura 7. Visualização do padrão de saídas por meio do *software* Logic

Fonte: Elaborada pelo autor

CONCLUSÕES

O sistema gerador de sequências de padrões de saídas digitais desenvolvido neste projeto atingiu menor custo de desenvolvimento em comparação com os já existentes no mercado, além de contribuir para o desenvolvimento de novos equipamentos de uso em bancada.

Devido a muitos usuários terem dificuldade com a interpretação dos valores inseridos para o ativamente das saídas, está em desenvolvimento uma IHM (Interface Homem-Máquina) de fácil utilização. Esta será desenvolvida no *software* LabView e facilitará a interpretação e a inserção direta dos valores. A ideia consiste em que o usuário, por meio da interface, selecione quais saídas serão ligadas e quais desligadas em um espaço de tempo determinado por ele.

REFERÊNCIAS

LOPES, V. J. S. **Instrumentação virtual aplicada ao ensino experimental de engenharia elétrica**. 2007. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09012008-150802/pt-br.php>> Acesso em 31 jul. 2018.

MBED.ORG. **Explore | mbed**. 2015. Disponível em: <<https://developer.mbed.org/explore/>>. Acessado em 14/03/2018 as 16:30.

MIYADAIRA, A. N. **Microcontroladores ARM Cortex M3**. 2012. 690 p.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Basic questions and answers about chip-scale atomic clocks**. 2012. Disponível em: <<http://tf.nist.gov/ofm/smallclock/Q&A.html>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

OLIVEIRA, E. de. **Prototipagem rápida de sistemas mecatrônicos baseada em instrumentação virtual**. Dissertação de Mestrado, Campinas, 2008. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265030/1/Oliveira_Edgarde_M.pdf> Acesso em: 31 jul. 2018.

PECHONERI, R. et al. Portable compact cold atoms clock topology. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 733, n. 1, 2016. ISSN 17426596

PECHONERI, Rodrigo Duarte. **Sistema de controle e monitoramento para padrão atômico de frequência de Césio**. 2013. Dissertação (Mestrado em Dinâmica das Máquinas e Sistemas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. doi:10.11606/D.18.2013.tde-17052013-133752. Acesso em: 2018-08-06.

RIEHLE, F. **Frequency standards: Basics and applications**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. (2004).