

RELATÓRIO TÉCNICO DE ELETRÔNICA EMBARCADA

Projeto Final: Gerador de Funções

Alunos: Amós dos Santos Nunes de Lima e Gustavo de Carvalho Barbosa

Matrículas: 17/0098621 | 17/0011879

1 Resumo

Um gerador de funções é um equipamento eletrônico capaz de gerar diferentes formas de ondas periódicas, em diferentes frequências e em diferentes amplitudes de tensão. [2]

O objetivo do projeto é realizar um protótipo funcional de um gerador de funções. Desenvolvido a partir de um microcontrolador digital, a saber, a MSP430. O protótipo gera ondas digitais, discretizadas, a fim de simular ondas analógicas para aplicações que não necessitam de alta precisão.

Além das inúmeras aplicações do protótipo, o benefício do baixo consumo de energia se destaca na concepção de projeto. Assim, o protótipo se demonstra útil, barato, portátil e econômico (do ponto de vista energético).

2 Introdução

2.1 Justificativa

. Geradores de funções, em geral, fornecem inúmeros tipos de sinais, são eles: ondas senoidais, ondas quadradas, onda dente de serra, triangulares e etc. Desta forma, o produto pode ser utilizado para aplicações diversas, tendo em vista a gama de funções geradas.

Podem ser utilizados no desenvolvimento de novos projetos, no teste de equipamentos eletrônicos e também no reparo de produtos e componentes. Por exemplo, eles podem ser usados como fonte de sinal para testar amplificadores ou para introduzir um sinal de erro em um loop de controle.

Geradores de funções são usados principalmente para trabalhar com circuitos analógicos. Por isso, é um elemento indispensável para alunos da graduação, para engenheiros na indústria e para desenvolvedores do novos produtos.

Visto que um Gerador de funções é um equipamento de alto custo seria de grande ajuda ter à disposição um gerador funcio-

nal, acessível e, ainda melhor, portátil. A MSP430 pode ser facilmente alimentada utilizando uma bateria ou qualquer cabo microUSB que estiver à disposição. O que garante a portabilidade e o baixo custo financeiro e energético.

2.2 Objetivo

Portanto, o objetivo do projeto é desenvolver um gerador de funções simplificado usando o kit de desenvolvimento MSP430. A ideia passa por usar a capacidade de processamento (CPU) da placa, integrado às entradas e saídas digitais e analógicas e combina-las com componentes externos analógicos (resistores, capacitores, potenciômetros, amplificadores operacionais, transistores, diodos) e digitais (display LCD) para o desenvolvimento do projeto.

A intenção final do projeto é utilizar o processamento da MSP430 para, a partir do recebimento de sinais de comando externo, do usuário, gerir e controlar a geração do sinal de saída, como o qual tipo de onda será gerado, a frequência de saída, e a amplitude de tensão. Componentes externos, analógicos ou digitais, serão utilizados para tratamento dos sinais de saída a fim de que o sinal resultante seja o mais estável e preciso possível. Também é parte da ideia de projeto que informações úteis, como frequência e amplitude, por exemplo, sejam disponibilizadas em um display digital para informar ao usuário sobre a situação.

Depois de pronto, o protótipo será capaz de reproduzir os quatro tipos de onda padrão de geradores (senoidal, quadrada, triangular, dente de serra). Devido a característica de ser gerar sinais digitais, uma vez pronto, o protótipo é capaz de gerar inúmeros tipos de onda, sem a limitação dos formatos padrões. Bastando apenas incluir novos vetores no código de programação, como será demonstrado do tópico de desenvolvimento.

2.3 Revisão Bibliográfica

Na literatura, durante as pesquisas realizadas não foi possível encontrar um projeto com as mesmas implicações do protótipo proposto. É possível citar exemplos de projetos semelhantes utilizando o Arduino [1]. Entretanto, como já foi discorrido, aplicações como: Baixo consumo de energia, geração de qualquer tipo de sinal periódico e controle preciso dos timers para ajuste de frequência, ficam esquecidos dos protótipos pesquisados. Além do fato de que a MSP430F5529 é nova no mercado e não possui uma gama de projetos anteriores disponíveis.

Portanto, para a realização do projeto foram utilizados exemplos individuais semelhantes e os mesmos foram integrados a fim de cumprir o objetivo do projeto proposto. Foram utilizados: o *User Guide* disponibilizado pela *Texas Instruments*® [3] e códigos de apoio que serão disponibilizados no repositório.

3 Desenvolvimento

Na primeira parte do código, são definidas as Macros que serão usadas no código, assim como as variáveis e, mais importante, os vetores que armazenam os valores pré-definidos de saída que servirão para gerar as formas de ondas. Assim, na primeira parte da Main, manipula-se os registradores de controle de clock para acelerar o DCO até 12Mhz. Depois configura-se os pinos que serão usados como saídas e entradas para o sistema, além da configuração de duas entradas ADC12 na resolução de 8 bits, a configuração dos Timers A0 e A1, para funções dedicadas (ver o diagrama de blocos do sistema, figura 1). Por fim, são implementadas as interrupções que irão gerir o funcionamento do sistema (ver o diagrama de blocos da figura 1), incluindo uma interrupção da porta 2, que funciona a partir de um push button para que o usuário possa mudar a forma de onda a ser

gerada. Todo o sistema está sempre em modo de low power enquanto não há nenhuma ação a ser feita.

É importante ressaltar neste ponto que as soluções adotadas tais como o gerenciamento do sistema somente por interrupções além uma resolução mais baixa do ADC12, o uso de múltiplos timers, a comunicação em paralelo o com display LCD e o uso de um display 7 segmentos separado, visam agilizar e sincronizar todo o processo de temporização do sistema para que a sinal gerado não sofra interferências de forma a prejudicar a formação da onda de saída. Por exemplo, para isso, todo processo de comunicação e envio de informação para os displays LCD e 7seg é realizada na interrupção do Timer A1 que gera interrupções somente a cada 1s, pois estes processos consomem muito tempo de processamento, principalmente o LCD.

Como parte de Hardware, foram usados para a parte de comunicação com o usuário, além de vários resistores de variados valores de resistências, um Display LCD 16x2 para informar ao usuário informações sobre frequência (em hz) e amplitude da forma de onda (em volts). Também foi usado de um display de 7 segmentos para a informação da forma de onda que está sendo gerada, dentre 4 possíveis tipos (ver tabela 1). Além disso, usou-se 2 potenciômetros de 1k Ohm para a leitura do ADC e um push button para a seleção da onda.

Tabela 1: Tipos de Onda

Valor	Tipo de onda
1	Senoidal
2	Triangular
3	Dente de Serra
4	Quadrada

Para a parte de hardware necessária para a geração do sinal de saída, foi adquirido um CI conversor digital-analógico dedicado,

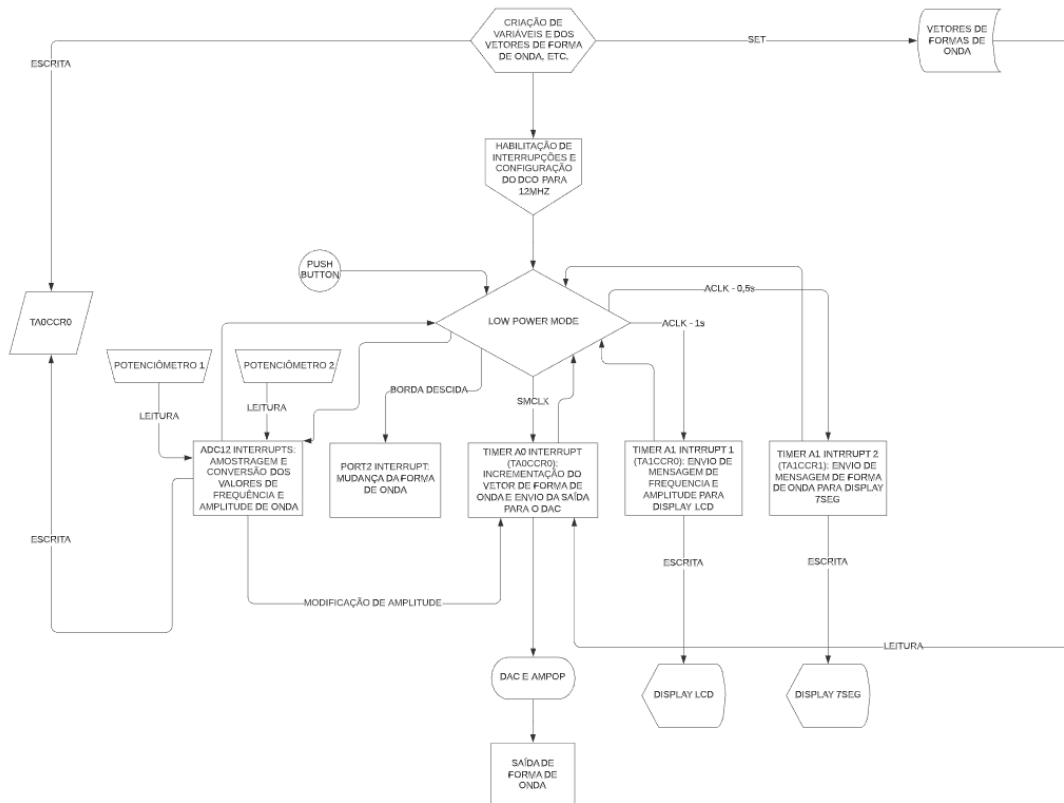


Figura 1: Diagrama de funcionamento do sistema

com resolução de 8 bits, o DAC0800. Além disso, para a amplificação de tensão, foi usado um CI de amplificador operacional LM741. Na saída do AmpOp, foi usado um capacitor de acoplamento de 100nF para bloqueio de qualquer componente de corrente contínua do sinal de saída e também foi implementado um filtro Passa-Baixa RC a fim de suavizar a discretização do sinal gerado a partir do DAC. A lista completa de materiais utilizados está disponível na tabela 2.

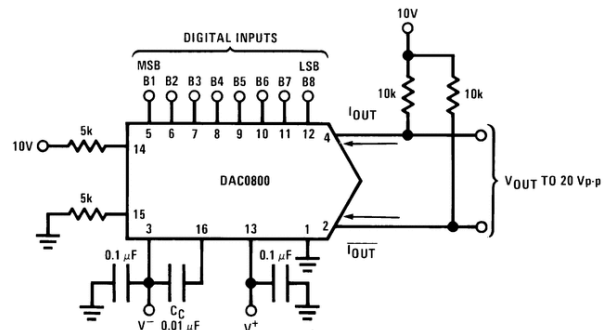


Figura 2: Configuração utilizada para o DAC.

Tabela 2: Bill of Materials.	
Quantidade	Material
1	MSP430F5529
1	Display LCD 16x2
1	Display 7 segmentos
1	DAC0800
1	LM741
1	Push button
3	Potenciômetro de 1k Ohm
2	Resistor de 1k Ohm
2	Resistor de 4.7k Ohms
7	Resistor de 330 Ohms
2	Resistor de 270 Ohms
4	Capacitor de 100nF
1	Capacitor de 10nF

4 Resultados

Portanto, ao comparar o protótipo final apresentado com a proposição inicial é possível considerar o projeto como um sucesso. Uma vez que, mesmo diante várias dificuldades, o protótipo se assemelha muito ao esperado.

Foram obtidos sinais bem aceitáveis, tanto no formato de onda como na suavização da discretização da onda gerada. Características como o baixo consumo e a portabilidade foram fielmente seguidas no projeto. Os sinais de onda apresentados foram os propostos. Notando também o padrão de geração de onda através dos vetores, sendo possível gerar todo tipo de onda periódica.

Devido à limitação do clock na MSP430 (no caso, o SMCLK a 12Mhz) limitou o range de frequência dos sinais gerados. Onde o range de frequência do sinal é inversamente proporcional à precisão do vetor de onda e limitado pela a velocidade do clock utilizado. Mas é possível considerar um bom range para teste, 100hz - 1Khz.

5 Discussão e Conclusões

Tendo em vista o sucesso do projeto de acordo com o planejado, cabe agora aos projetistas desenvolverem melhor a ideia apre-

sentada. Propondo soluções para aumentar a capacidade de range da frequência.

Cabe também aos desenvolvedores pensar em formas criativas e viáveis de desenvolvimento de forma que esse projeto possa ser replicado e utilizado por alunos da engenharia com facilidade.

Referências

- [1] Portable function generator on arduino. <https://www.instructables.com/id/Portable-Function-Generator-on-Arduino>.
- [2] BATSCHAUER, A. L., HEERDT, J. A., MEZARROBA, M., AND GIACOMINI, N. Gerador de sinais periódicos genéricos para utilização em fontes de alimentação ca. *Proc. of CBA* (2006), 643–648.
- [3] INSTRUMENTS, T. Msp430x5xx and msp430x6xx family user's guide (slau208m).