Vitor Amadeu Souza

Implementando um

Inversor de Frequência

No STM32F103C8 programado no Arduino

© 2020 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.
© 2020 by Vitor Amadeu Souza

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem autorização prévia e escrita de **Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.** Este livro publica nomes comerciais e marcas registradas de produtos pertencentes a diversas companhias. O editor utiliza as marcas somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários das marcas, sem nenhuma intenção de atingir seus direitos.

Setembro de 2020

Direitos reservados por:
Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda
Produção: *Cerne Tecnologia e Treinamento*
E-mail da Empresa: *cerne@cerne-tec.com.br*
Home Page: *www.cerne-tec.com.br.com.br*
Atendimento ao Consumidor: *sac@cerne-tec.com.br*
Contato com o Autor: *vitor@cerne-tec.com.br*



FEITO NO BRASIL

Dedicatória

Como nos meus outros livros, dedico este livro a minha querida esposa Renata Leal.

"Qual a raiz do mal? A cobiça, o ódio e a inveja..."

Buda

Kits Didáticos e Gravadores da Cerne Tecnologia

A Cerne tecnologia têm uma linha completa de aprendizado para os microcontroladores da família PIC, 8051, Holtek, ARDUINO, dsPIC, ARM, etc. Veja os detalhes de cada um nas figuras abaixo:



Kit Cerne Arduino

- Microcontrolador ATMEGA8;
- Comunicação serial RS232;
- Alimentação de 12V;
- Pinos de I/O;

Uma linha completa de componentes para o desenvolvimento de seus projetos eletrônicos como displays, PICs, botões, leds, cristais, etc. Visite a nossa página na Internet, no endereço **www.cerne-tec.com.br** e conheça melhor nossos serviços e produtos.

Cerne
Conhecimento para o Desenvolvimento

www.cerne-tec.com.br

Sumário

METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO 6

II. PWM 8

1. CONCEITO DE PWM 8

2. ESQUEMA ELÉTRICO 11

3. CÓDIGO FONTE 12

III. CONVERSOR MONOFÁSICO->TRIFÁSICO 13

1. CONVERSOR 13

2. ESQUEMA ELÉTRICO 14

3. SAÍDA COM ONDA QUADRADA (SQUARE WAVE) 17

4. SAÍDA COM ONDA SENOIDAL (SINE WAVE) 22

IV. INVERSOR DE FREQUÊNCIA 26

1. RELAÇAO FREQUÊNCIA X ROTAÇÃO 26

2. TÉCNICA PARA IMPLEMENTAÇÃO 27

3. HARDWARE PARA TESTES 29

4. FLUXOGRAMA 29

5. CÓDIGO FONTE 30

Introdução

Metodologia de desenvolvimento

1. Introdução

Esta literatura é uma continuação da obra *Programando o ARM no Arduino – Com base no modelo STM32F103C8* (2019) do mesmo autor e editora, onde o objetivo é desenvolver um inversor de frequência trifásico. Para isso, além da programação o hardware utilizado também é apresentado, mostrando a etapa de retificação, chaveamento através de um conjunto de IGBTs e controle no qual o Arduino implementa uma tabela de senos que implementa uma defasagem de 120º entre cada fase.

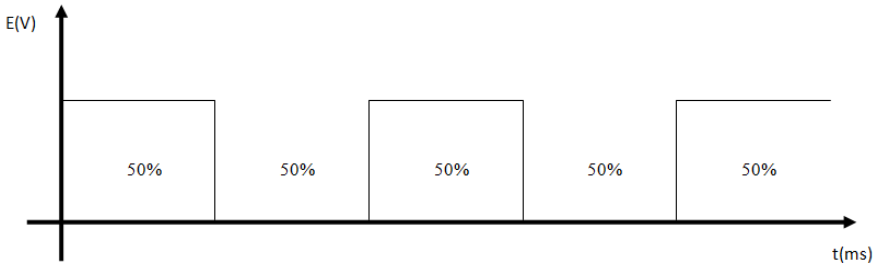
A placa didática utilizada foi a *Blue Pill* STM32F103C8 juntamente com um driver de potência, onde tal kit está à venda no site www.cerne-tec.com.br.

Capítulo II

PWM

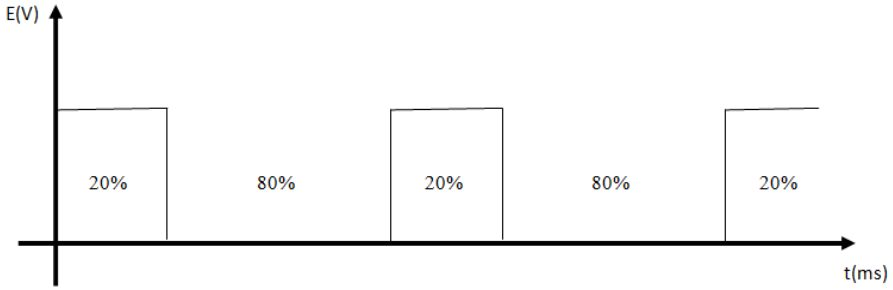
1. Introdução

O PWM (Pulse Width Modulation – Modulação por Largura de Pulso) é circuito onde a frequência de funcionamento é constante, porém a largura do pulso, ou seja, o ciclo ativo (duty cycle) pode alterar, permitindo desta forma que o Arduino tenha controle de potência de cargas DC como motores, lâmpadas, leds e no caso específico deste tópico do controle da velocidade do motor, pois a velocidade poderá ser controlada do valor mínimo ao máximo. Observe no gráfico abaixo um exemplo de sinal PWM.



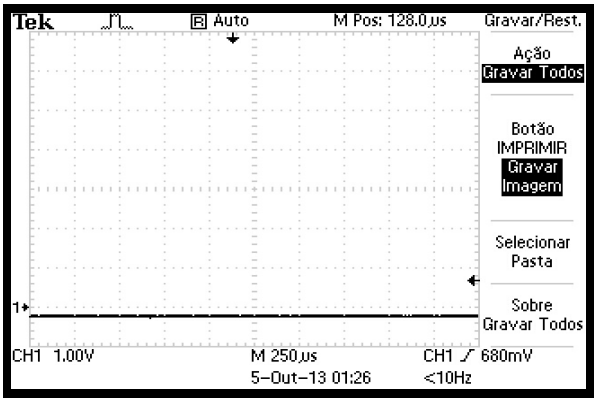
Neste exemplo, a frequência é constante e analisando o período, nota-se que do tempo total, apenas 50% ficam ativos e 50% não. Quando isso ocorre, diz-se que o ciclo ativo ou *duty cycle* é de 50%. Se for conectada uma carga DC linear a uma destas saídas, pode-se

afirmar que neste instante ela estaria na metade de sua potência total se a mesma tiver uma resposta linear. A seguir outro gráfico a ser analisado.

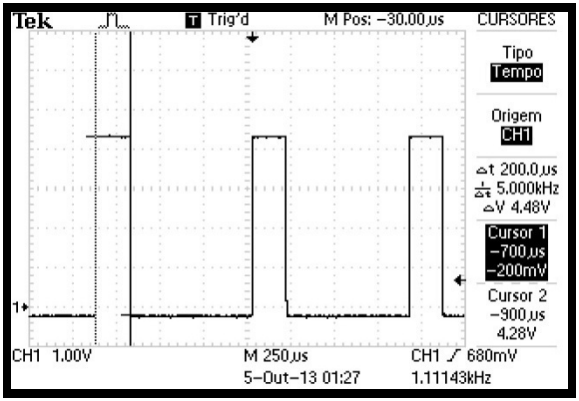


Nota-se outro exemplo em que o duty cycle é diferente, ficando 20% ativo e 80% não. Neste caso, considerando novamente uma carga DC linear, a mesma ficaria com a potência de 1/5 (20%) do total. Sendo assim, através do PWM pode-se mudar a tensão média fornecida ao motor do ventilador, obtendo como resultado a rotação máxima a mínima.

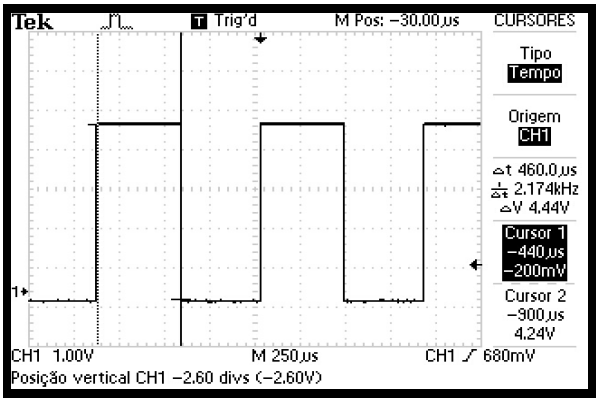
O ciclo ativo pode ser configurado na faixa de 0 a 65535, onde 0 corresponde a 0% e 65535 a 100%. Considere que o duty cycle configurado para o Arduino seja 0, o resultado observado com o osciloscópio neste caso será o plotado na figura a seguir.



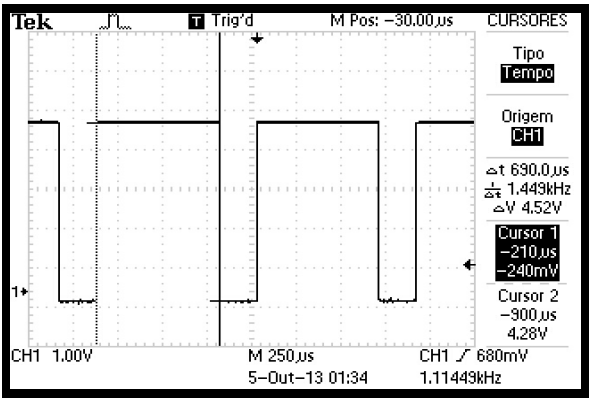
A seguir o duty cycle ajustado em 13107, o que equivale a 20% do passo total que é de 65535 observado através de um osciloscópio digital.



A próxima figura é para o duty cycle ajustado em 32767, o que equivale a 50% do passo total que é de 65535 observado através de um osciloscópio digital.



Na figura a seguir, a variável está carregada em 49151, o que corresponde a 75% do ciclo ativo.



A próxima figura é para o duty cycle ajustado em 65535 equivalente a 100% do passo total que é de 65535 observado através de um osciloscópio digital.