Vitor Amadeu Souza

Implementando um

Soft-Starter

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. SOFT-STARTER 26

1. TÉCNICA PARA IMPLEMENTAÇÃO 26

2. HARDWARE PARA TESTES 30

3. FLUXOGRAMA 30

4. CÓDIGO FONTE 32

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 soft-starter 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.

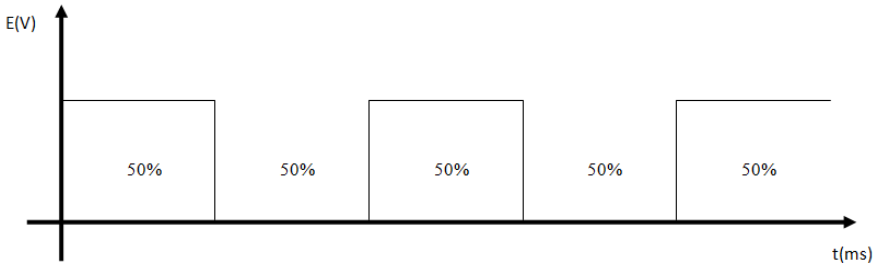
A placa didática utilizada foi a *Blue Pill* STM32F103C8 juntamente com um driver de potência, onde tal kit está à venda no site www.cerne-tec.com.br.

Capítulo II

PWM

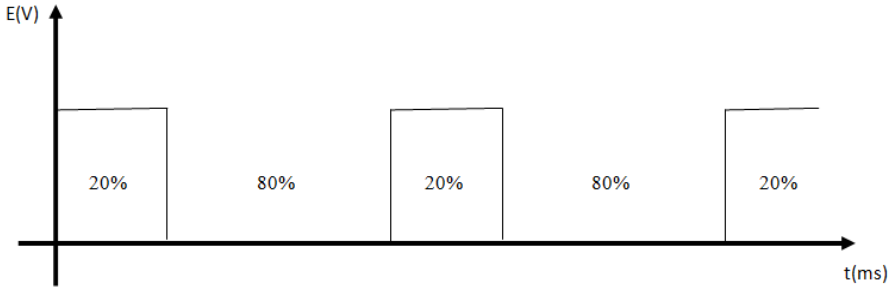
1. Introdução

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.



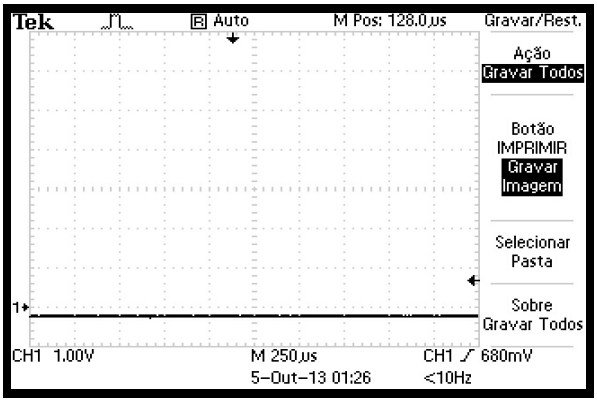
Neste exemplo, a frequência é constante e analisando o período, nota-se que do tempo total, apenas 50% ficam ativos e 50% não. Quando isso ocorre, diz-se que o ciclo ativo ou *duty cycle* é de 50%. Se for conectada uma carga DC linear a uma destas saídas, pode-se

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.

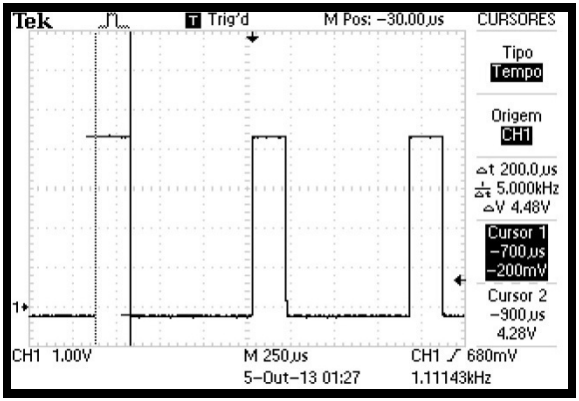


Nota-se outro exemplo em que o duty cycle é diferente, ficando 20% ativo e 80% não. Neste caso, considerando novamente uma carga DC linear, a mesma ficaria com a potência de 1/5 (20%) do total. Sendo assim, através do PWM pode-se mudar a tensão média fornecida ao motor do ventilador, obtendo como resultado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

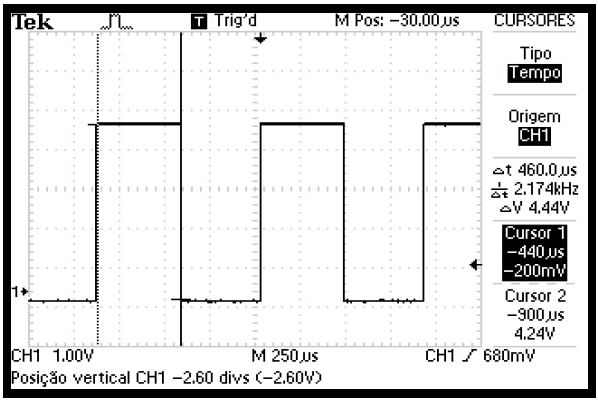
O ciclo ativo pode ser configurado na faixa de 0 a 65535, onde 0 corresponde a 0% e 65535 a 100%. Considere que o duty cycle configurado para o Arduino seja 0, o resultado observado com o osciloscópio neste caso será o plotado na figura a seguir.



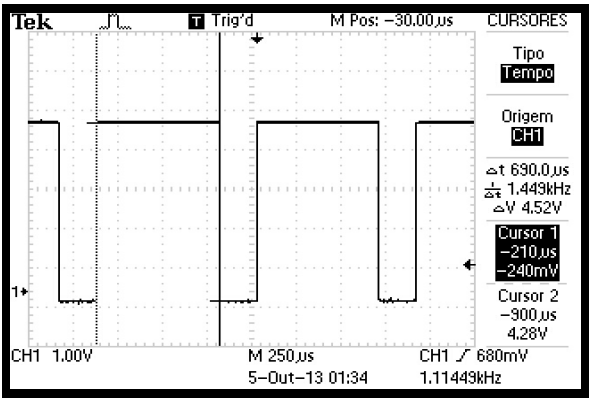
A seguir o duty cycle ajustado em 13107, o que equivale a 20% do passo total que é de 65535 observado através de um osciloscópio digital.



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.