

EA201 - EXERCÍCIO PRÁTICO 1

Vinícius Esperança Mantovani, 247395

Introdução:

Neste trabalho, foi usada a ferramenta “Saleae Logic” para analisar os sinais dos pinos de saída de dois timers internos de uma MCU ST32F103C8 (dados disponibilizados no enunciado). Esses sinais foram um em modo “output compare” e outro em modo “PWM”, sendo, portanto, possível analisar algumas características de cada um e compará-las para nos aprofundarmos nos conhecimentos a respeito de ambos os modos e a respeito de timers.

Item 1:

Neste item, foram usados os valores apresentados nas imagens abaixo.

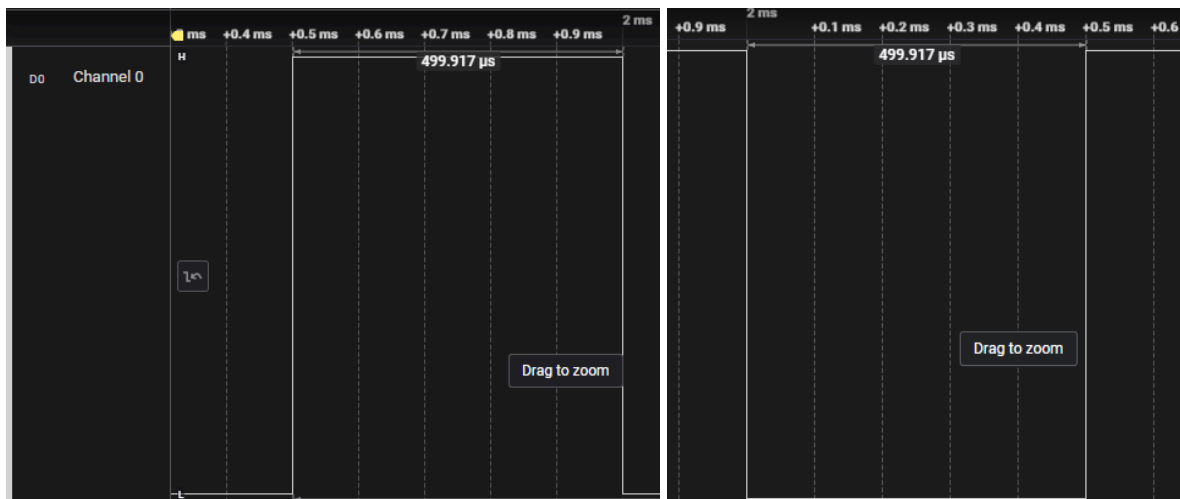


Figura 1: mouse sobre canal 0 (output compare), medidas dos tempos de alto e baixo.

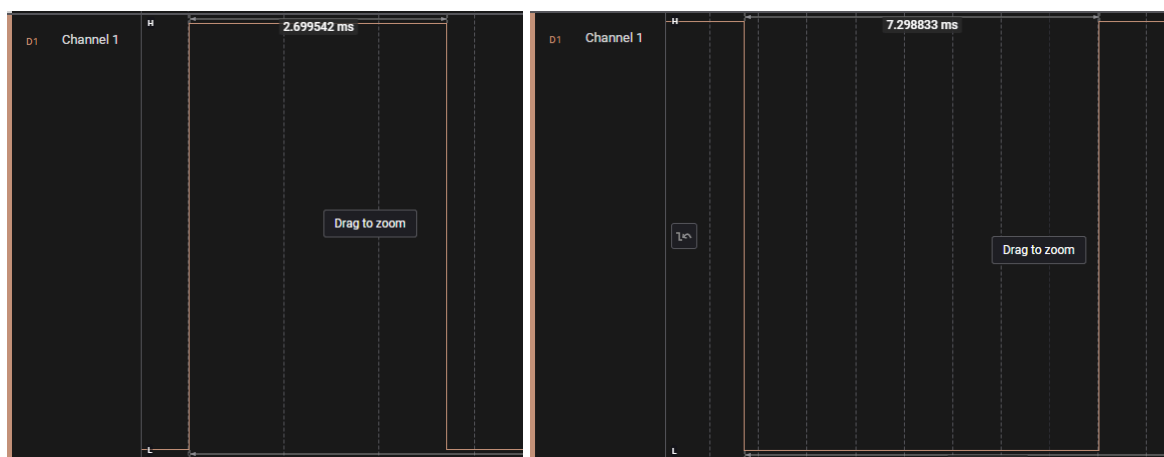


Figura 2: mouse sobre canal 1 (PWM), medidas dos tempos de alto e baixo.

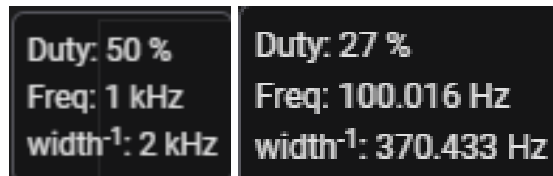


Figura 3: medidas de frequência, duty cycle e largura de pulsos dos canais 0 e 1 respectivamente.

Observando as imagens, reconhecemos que:

1) Canal 0 (timer 1):

- $t_H = 499,917\mu s \approx 500\mu s$
- $t_L = 499,917\mu s \approx 500\mu s$
- Frequência = 1kHz
- Período = 1ms

2) Canal 1 (timer 2):

- $t_H = 2,699542ms \approx 2,7ms$
- $t_L = 7,298833ms \approx 7,3ms$
- Frequência = 100,015Hz \approx 100Hz
- Período \approx 10ms

Item 2 (canal 0):

Efetuando a divisão da frequência do sistema pela frequência de 100kHz estabelecida, encontra-se o valor do prescaler acrescido de 1:

$\frac{16MHz}{100kHz} = 160 \rightarrow$ A divisão foi por 160, logo, o registrador do prescaler tem o valor 159 escrito.

Item 3:

Tem-se uma frequência do sinal de saída do canal 0 igual a 1kHz, conforme visto no item 1. Logo, para descobrir o valor escrito no registrador de máximo, precisa-se conhecer o fator de redução dividido por dois da frequência do timer para 1kHz. A divisão por dois ocorre, porque o toggle ocorre em meio período, não em um período completo do sinal do canal 0. Fazendo a divisão:

$\frac{100kHz}{2 * 1kHz} = 50 \rightarrow$ A cada 50 períodos do sistema, tem-se um toggle, portanto, o valor escrito no registrador de máximo é 49.

Item 4 (canal 1):

Efetuando a divisão da frequência do sistema pela frequência de 10kHz estabelecida, encontra-se o valor do prescaler acrescido de 1:

$\frac{16MHz}{10kHz} = 1600 \rightarrow$ A divisão foi por 1600, logo, o registrador do prescaler tem o valor 1599 escrito.

Item 5:

Sabe-se que o sinal no canal 1 fica em estado alto durante o tempo em que o timer não atingiu o valor escrito no registrador “pulso” e em estado alto entre o valor definido por “pulso” e o registrador máximo. Logo, para encontrar o valor escrito no registrador de máximo, é necessário usar a divisão da frequência do timer pela frequência do sinal no canal 1, que representa todo o ciclo de contagem até o máximo, conforme feito a seguir:

$\frac{10kHz}{100Hz} = 100 \rightarrow$ Para cada 100 períodos do sistema, tem-se um período do sinal PWM do canal 1, logo, o valor escrito no registrador de máximo é 99.

Item 6:

Neste exercício, conforme visto no item 1, o duty cycle do sinal PWM é igual a 27%, o que significa que, em 27% do tempo de um ciclo, o sinal está em estado alto. Sabemos, portanto, que o valor do “pulso” é igual a 27% do valor de máximo, o que pode ser calculado da seguinte forma:

$0,27 * 100 = 27 \rightarrow$ Nos primeiros 27 períodos do timer, tem-se o sinal em estado alto e, nos últimos 73, o estado é baixo. Logo, temos que o valor do registrador de “pulso” é $27 - 1 = 26$.

Item 7:

Neste exercício, a relação entre o duty cycle e o valor do registrador de pulso é bastante simples, uma vez que, como visto no item 6, cada unidade do valor no registrador “pulso” (considerando o 0 como uma unidade da contagem) equivale a 1% do duty cycle. Isso pode ser visto a seguir:

$$x = \frac{27\%}{26+1} = 1\%/\text{unidade do valor no registrador}.$$

Item 8:

No presente item, o timer é determinado no processo a seguir:

- 1) máximo de unidades de contagem = $2^{16} = 65536$
- 2) resolução ideal (melhor possível) = $\frac{3s}{65536} \cong 45,776\mu s$
- 3) $16MHz \rightarrow T = 62,5ns$
- 4) número de períodos do sistema em um período do timer = $\frac{45,776\mu s}{62,5ns} = 732,416$.
- 5) Como não usamos valor quebrado no registrador de prescaler, temos de usar 732 (divisão por 733) no registrador e, por conseguinte, resolução = $733 * 62,5ns = 45,8125\mu s$

Em síntese, ter-se-ia o valor de 732 no registrador de prescaler (divisão por 733) e, uma resolução de $45,8125\mu\text{s}$ no timer!