

EA871 – Laboratório de Programação Básica de Sistemas Digitais

Atividade 08 – 2s2023

1. Objetivos

- Configurar temporizadores para gerar formas de onda conforme a modulação por largura de pulso (PWM).
- Utilizar um sinal PWM para regular a tensão média de alimentação de um LED (*dimmer*).
- Usar um sinal PWM para controlar a posição do eixo de um servo motor.

2. Atividade em aula

O desafio proposto exercício é desenvolver um programa que faça com que a intensidade luminosa de um LED seja controlada por um sinal PWM gerado no terminal 5 da placa de desenvolvimento (OC0B). Mais especificamente, desejamos que a intensidade luminosa cresça em, aproximadamente, 1 segundo desde a mínima até a máxima (*fade in*), de maneira que enxerguemos o LED acendendo aos poucos. Então, uma vez atingida a máxima intensidade, devemos reduzi-la até o valor mínimo (*fade out*) também em um intervalo de, aproximadamente, 1 segundo.

Durante o *fade in*, o LED incorporado (pino 13) deve permanecer aceso e, durante o *fade out*, apagado. Ou seja, ele deve piscar com frequência de aproximadamente 0,5 Hz, **sincronizado** com o acionamento do outro LED. O sinal gerado no pino 13 pode ser usado para se verificar se os tempos de *fade in* e *fade out* estão corretamente configurados. Um osciloscópio pode ser usado para validar o funcionamento no Tinkercad.

Somente o temporizador 0 poderá ser utilizado, sendo que o modo de operação explorado deve ser o *Fast PWM* com $TOP = OCR0A$. O circuito a ser usado pode ser copiado no link: <https://www.tinkercad.com/things/bYxjUTRQXCR>

3. Resumo da Atividade

Um servo motor é um tipo de motor cujo ângulo do eixo pode ser controlado e mantido com precisão. Alguns modelos de servos são controlados por um sinal PWM: a largura do pulso (intervalo em que o sinal permanece em nível alto) de um sinal com uma frequência específica determina a posição do eixo. As especificações do sinal de controle do micro servo SG90, ilustrado na Figura 1, são mostradas na Tabela 1.



Figura 1: Micro servo SG90.

Tabela 1

Frequência/Período do sinal PWM		50Hz/20ms
Largura do pulso	ângulo mínimo (0°)	0,5ms
	ângulo central (90°)	1,5ms
	ângulo máximo (180°)	2,5ms

O fio marrom corresponde ao terra (GND), o vermelho ao 5V (VCC) e o laranja recebe o sinal de controle (PWM). O acionamento do servo deve ser feito através do canal B do Temporizador 1. O circuito do sistema é mostrado na Figura 2 e o link para o Tinkercad é: <https://www.tinkercad.com/things/0xVUQUq7TMj>

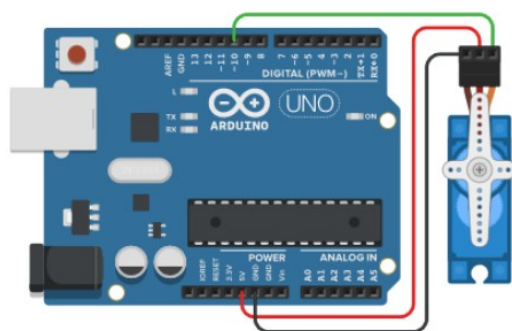


Figura 2: Circuito do sistema.

Construa um programa que repita indefinidamente o seguinte movimento do eixo: deslocamento do ângulo mínimo até o máximo e depois retorno até o ângulo mínimo, em passos de 30°. Ou seja, cada ciclo do movimento deve ser composto pela seguinte sequência de ângulos: 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 150°, 120°, 90°, 60° e 30°. O eixo deve permanecer 800ms em cada ângulo e os ciclos devem se repetir indefinidamente.

Para definir as configurações que são necessárias para o temporizador gerar o sinal de controle conforme especificado, os seguintes passos podem ser seguidos:

1. Defina o modo de operação a ser usado;
2. Verifique qual é o valor de prescaler que permite a geração de um sinal PWM de 50Hz, ou seja, considerando a configuração escolhida, qual é o máximo período que pode ser obtido para cada possível valor de prescaler;
3. Ajuste a faixa de contagem de forma a obter exatamente um período de 20ms (50Hz);
4. Calcule a largura do pulso associada a cada ângulo do ciclo;
5. Considerando o prescaler escolhido, calcule o número de ciclos de contagem necessários para se obter cada uma das larguras de pulso.

Com estas informações, é possível obter as configurações dos registradores necessárias para produzir o sinal especificado.

IMPORTANTE: Algumas vezes, a ordem com que os registradores do temporizador são configurados pode travar a simulação no Tinkercad. Trata-se de um problema do simulador que não tem base no manual do microcontrolador. Portanto, sugiro a seguinte ordem na sequência de configuração: OCR1X, TIMSK1, TCCR1B e TCCR1A. No entanto, usem o Tinkercad com cautela, pois a simulação do Temporizador 1 nem sempre funciona bem nele. Recomendo que vocês façam o desenvolvimento diretamente placa e usem um osciloscópio para validar as características do sinal PWM obtido.

Instruções para a submissão do trabalho

- 1) Nos comentários do código-fonte (main.txt), explique o funcionamento geral do programa e justifique as operações e os valores carregados em todos os registradores. **Em especial, como há diferentes estratégias para resolver o desafio, é fundamental que a opção feita pelo aluno seja explicada nos comentários logo no início do código-fonte, de modo a justificar as configurações do temporizador.** Lembre-se que seus comentários fazem parte do relatório. Programas sem comentários terão nota máxima 4. Justificativas de configuração incorretas, mesmo que a configuração esteja certa, serão penalizadas fortemente, principalmente se tiverem sido discutidas em exemplos disponibilizados em vídeo.
- 2) Ao final da atividade, salve o código-fonte com nome "seu_ra.txt" (Exemplo: 025304.txt).
- 3) Faça o **upload** da sua solução da atividade 8 no Google Classroom.