Atividade_06 - Livro AVR e Arduino – Técnicas de Projeto
Capítulo: 9 (TEMPORIZADORES/CONTADORES)

REGINALDO GREGÓRIO DE SOUZA NETO
2252813

Título: Usando timers/contadores para gerar interrupções periódicas e PWMs – TC0, TC1 e TC2

Objetivos: Aprender a usar os timers dos microcontroladores da Atmel.

Nesta prática utilizaremos o Tinkercad para simular um circuito simples usando o microcontrolador Atmega328, utilizado nas placas Arduino UNO. Desta vez, programaremos usando um código C para acender e apagar LEDs usando interrupções geradas por timers. Também faremos um LED acender progressivamente e apagar progressivamente usando PWM.

1. Procedimentos:

1. Acesse sua conta no Tinkercad (tinkercad.com) e vá para a aba circuits (https://www.tinkercad.com/circuits).

2. Comece colocando uma placa do Arduino. Ligue três LEDs, um na porta PB5 (13), um na porta PB4 (12), e um na porta PB3 (11). Baixe o capítulo 9 do livro e mãos a obra.

3. Configure seu timer 0 para que a cada interrupção (escolha que interrupção), alterne o estado do LED no pino 13. O perído de tempo entre cada troca de estado do LED deve ser o mais próximo possível de 10ms. **Pergunta teórica: Quais os parâmetros do timer 0 que o fazem se aproximar do valor pedido (valores do prescaler e do comparador, mostre seus cálculos)? Qual o intervalo de tempo exato obtido?**

Solução:

Calculando a frequência para 10ms (0,01s):
$f = 1 \div 0.01 \Leftrightarrow 100Hz$

Para calcular o valor do registrador OCR0A utilizando prescaler para 1024, temos:
$(16000000 \div (1024 * 100)) - 1 = 156.25 - 1 \Leftrightarrow 155.25$

Assim, o intervalo de tempo mais próximo obtido é:
$156 * (1 \div 16000000) * 1024 = 0.009984ms$

4. Agora configure seu timer 1 para que a cada interrupção, alterne o estado do LED no pino 12. O perído de tempo entre cada troca de estado do LED deve ser o mais próximo possível de 998ms. **Pergunta teórica: Quais os parâmetros do timer 1 que o fazem se aproximar do valor pedido (valores do prescaler e do comparador, mostre seus cálculos)? Qual o intervalo de tempo exato obtido?**
DICA: Lembre-se de usar main() ao invés de setup() e loop(), pois com setup() o init() é invocado configurando o timer1.

Solução:

Calculando a frequência para 998ms (0,998s):
$f = 1 \div 0.998 \Leftrightarrow 1.00200401Hz$

Para calcular o valor do registrador OCR1A utilizando prescaler para 1024, temos:
$(16000000 \div (1024 * 1,00200401)) - 1 = 15592,74997$

Assim, o intervalo de tempo mais próximo obtido é:
$15593 * (1 \div 16000) * 1024 = 997.952ms$

5. Agora configure seu timer 2 como PWM. Configure o pino 11 (PB3) como saída do comparador do timer 2. Use o modo PWM rápido. Vamos fazer o LED ligado no pino 11 acender e apagar progressivamente. Para isto, use a interrupção do timer 0 para ajustar o valor do PWM. Como ele gera uma interrupção a cada 10ms, seu LED deve levar aproximadamente 2.5s para acender completamente e 2.5s para apagar por completo. **Atenção: Ative a saída do PWM como último passo de sua configuração, ou seja, a ativação dos bits COM2A1 ou COM2A2 deve ser o último passo da configuração.**

Solução:

Calculando a frequência para 2.5s:

$$f = 1 \div 2.5 \Leftrightarrow 0.4Hz$$

Para calcular o valor do registrador OCR2A utilizando prescaler para 1024, temos:

$$(16000000 \div (1024 * 0.4)) - 1 = 39062.5 - 1 \Leftrightarrow 39061.5$$

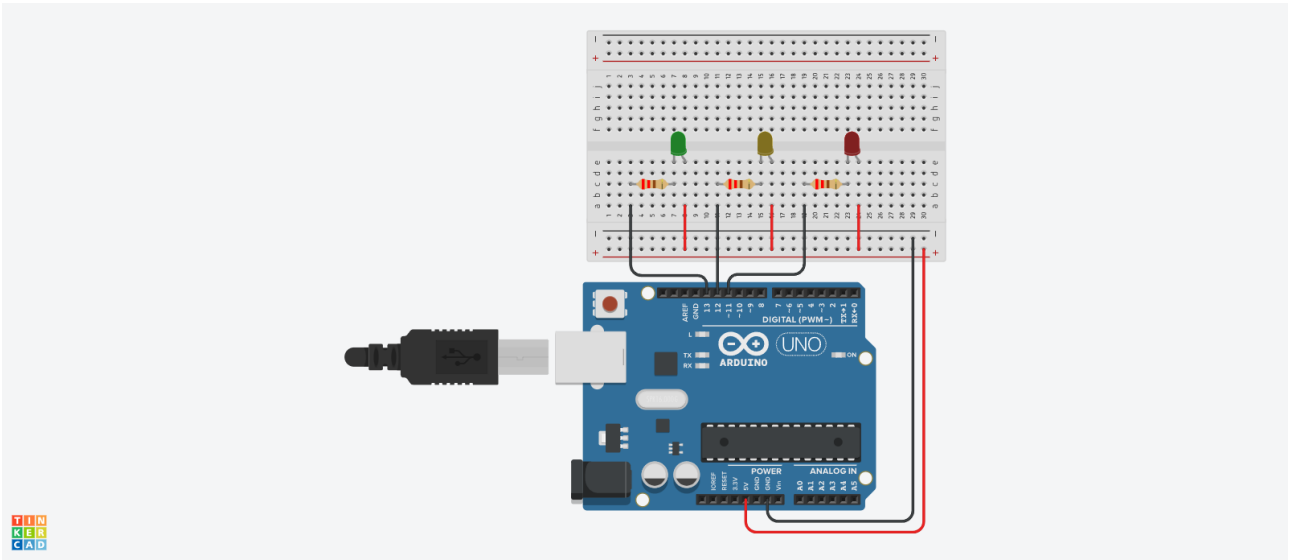
Assim, o intervalo de tempo mais próximo obtido é:

$$39061 * (1 \div 16000000) * 1024 = 2{,}499904ms$$

6. Cole o código fonte do microcontrolador ao final deste arquivo e inclua a imagem de seu design. Importante: Deixe seu circuito público no Tinkercad e cole o link para ele aqui:

ATENÇÃO: Documente seu código. Cada linha/bloco deve deixar explícito o seu papel.
ATENÇÃO: Na versão final do seu projeto, as funções pinMode(), digitalWrite() e digitalRead() são proibidas. O uso delas fará a nota atribuída ser zero.

LINK:
https://www.tinkercad.com/things/fYk7JBR4F7U-atividade-62252813



Código:

```
#define F_CPU = 16000000UL

#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>

#define cpl_bit(y,bit) (y^=(1<<bit)) //troca o estado lógico do bit x da variável Y
```

```
#define LED0 PB5
#define LED1 PB4
#define LED2 PB3

ISR(TIMER0_COMPA_vect){
 cpl_bit(PORTB,LED0);
}

ISR(TIMER1_COMPA_vect){
  cpl_bit(PORTB,LED1);
}

ISR(TIMER2_COMPA_vect){
  cpl_bit(PORTB,LED2);
}

int main(){


  DDRB = 0b00111000;     //somente pino do LED como saída
  PORTB = 0b11000111;    //apaga LED e habilita pull-ups nos pinos não utilizados

  //Timer 0
  TCCR0A = 0b01000000;

  OCR0A = 155;
  TCCR0B = (1<<CS02) | (1<<CS00); // TC0 com prescaler de 1024, a 100Hz
  TIMSK0 = 1<<OCIE0A;             //habilita a interrupção do TC0


  //Timer 1
  TCCR1A = 0b01000000;

  OCR1A = 15592;
  TCCR1B = (1<<CS11) | (1<<CS10); // TC1 com prescaler de 1024, a 1.00200401Hz
  TIMSK1 = 1<<OCIE1A;             //habilita a interrupção do TC1


  //Timer 2
  TCCR2A = 0b01010011;

  OCR2A = 39061;
  TCCR2B = (1<<CS22) | (1<<CS21) | (1<<CS20); // TC2 com prescaler de 1024, a 0.4Hz
  TIMSK2 = 1<<OCIE2A;             //habilita a interrupção do TC2


  sei();

  while(1){};

}
```

RÚBRICA:
TC0: 30%
TC1: 40%
TC2: 30%

Valor desta atividade na média: 0.8