

LABORATÓRIO TPSE I



Lab 07: Habilitando a Modulação PWM

Prof. Francisco Helder

20 de outubro de 2022

1 Conceito sobre PWM

A modulação por largura de pulso (PWM) é uma maneira de gerar uma forma de onda digital (pense em um sinal de relógio). Você pode especificar dois componentes principais da forma de onda digital:

1. Período: Quanto tempo existe entre o início de um ciclo e o seguinte. Este é o tempo entre as bordas ascendentes da forma de onda.
2. Duty Cycle: Este é o percentual do ciclo em que o sinal está alto (ou baixo, dependendo de sua configuração). Juntos, esses dois parâmetros permitem gerar ondas como as mostradas na Figura.

Em algumas situações, é necessária uma tensão analógica. Uma onda PWM pode ser usada para criar tal voltagem aplicando hardware extra (capacitores) para suavizar ou reduzir a forma de onda. Por exemplo, quando o sinal está entre 0 e 3,3 V, um ciclo de trabalho de 50% teria uma média de 1,65 V (metade de 3,3 V).

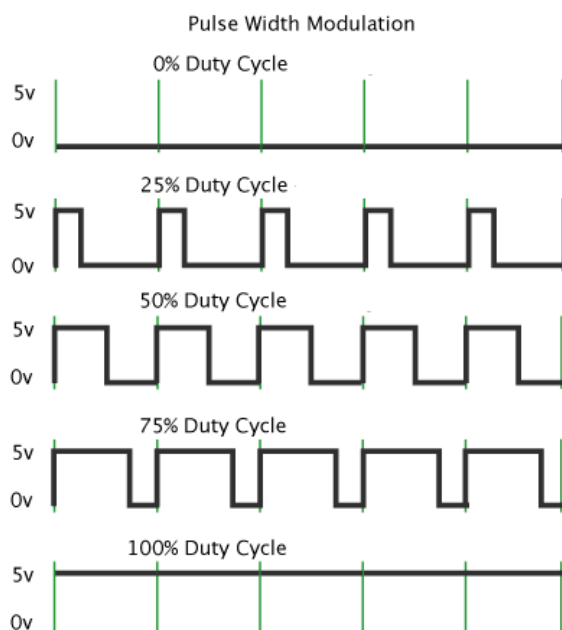


Figura 1: Forma de onda PWM de diferentes Duty Cycle.

Os canais PWM que podemos usar na Beaglebone black estão listados abaixo. Observe que nem todos os canais PWM são usados: alguns não são usados no BBB e outros são usados pelo hardware HDMI.

Tabela 1: Pinos do expensor que podem ser utilizados na prática.

Canais PWM	Pinos BBB	Linux Path
PWM-0A	P9-22	/sys/class/pwm/pwmchip0/pwm0/
PWM-1B	P9-19	/sys/class/pwm/pwmchip2/pwm1/
PWM-2A	P8-19	/sys/class/pwm/pwmchip4/pwm0/
PWM-1A	P9-14	/sys/class/pwm/pwmchip2/pwm0/

2 Implementando PWM na Beaglebone Black

O Linux tem suporte para módulos Enhanced Pulse Width Modulator (ePWM) e Auxiliary Pulse Width Modulator (APWM). APWM é o módulo Enhanced Capture (eCAP) configurado no modo PWM. Esses dispositivos fazem parte do Subsistema de Modulação por Largura de Pulso (PWMSS).

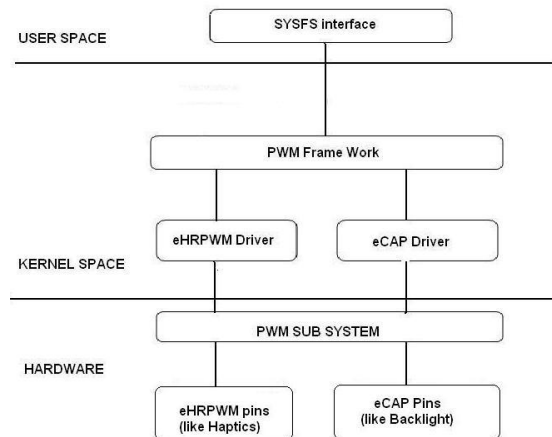


Figura 2: Arquitetura de software PWMSS.

2.1 Configuração do Driver PWM

Habilite o driver eHRPWM na configuração do seu buildroot:

```
Device Drivers --->
  <*> Pulse Width Modulation(PWM) Support --->
    <*> eHRPWM PWM support
```

Habilite o driver eCAP na configuração do seu buildroot:

```
Device Drivers --->
  <*> Pulse Width Modulation(PWM) Support --->
    <*> eCAP PWM support
```

2.2 Usando o Driver eCAP

A versão atual do driver suporta apenas o modo PWM. O eCAP pode ser controlado a partir do espaço do usuário por meio da interface SYSFS. A interface SYSFS para eCAP está disponível em:

```
$ cat /sys/class/pwm/pwmchipN
```

Onde 'N' é a instância eCAP. Existem 2 tipos de atributos SYSFS estão disponíveis:

1. Atributos de solicitação e controle;
2. Atributos de configuração.

Para atributos do tipo 1, podemos realizar um pedido ao kernel para exportar um canal PWM, nesse caso vamos usar a instância eCAP 0. Gravando 0 no atributo **export** faz com que o canal seja adquirido e gravando 0 no atributo **unexport** faz com que o canal seja Liberado. Antes de realizar qualquer operação, o dispositivo deve ser solicitado primeiro.

- solicitação do dispositivo:

```
$ echo 0 > /sys/class/pwm/pwmchip0/export
```

- liberação do dispositivo:

```
$ echo 0 > /sys/class/pwm/pwmchip0/unexport
```

- Habilitando do dispositivo:

```
$ echo 1 > /sys/class/pwm/pwmchip0/pwm0/enable
```

- Desabilitando do dispositivo:

```
$ echo 0 > /sys/class/pwm/pwmchip0/pwm0/enable
```

Atenção: antes de habilitar o módulo, o módulo precisa ser configurado usando os atributos de configuração abaixo. Caso contrário, a operação adequada não é garantida.

Para o atributo do tipo 2, podemos definir o período da forma de onda PWM, entrando com o período em nanosegundos. Se o período for 1 sec, então entre:

```
$ echo 1000000000 > /sys /class/pwm/pwmchip0/pwm0/period
```

temos também que definir o Duty Cycle (DC) da forma de onda PWM, entrando com o Duty Cycle em nanosegundos:

```
$ echo 1000000000 > /sys /class/pwm/pwmchip0/pwm0/duty_cycle
```

3 Atividades Práticas

pratica 1:

Escolha um pino para PWM e realize uma configuração básica, e utilizando o osciloscópio confira a forma de onda e se os valores definidos estão corretos (ex: período e DC).

pratica 2:

Altere outras configurações do PWM e analise no osciloscópio o seu resultado (não esqueça de capturar as imagens e salvar).