



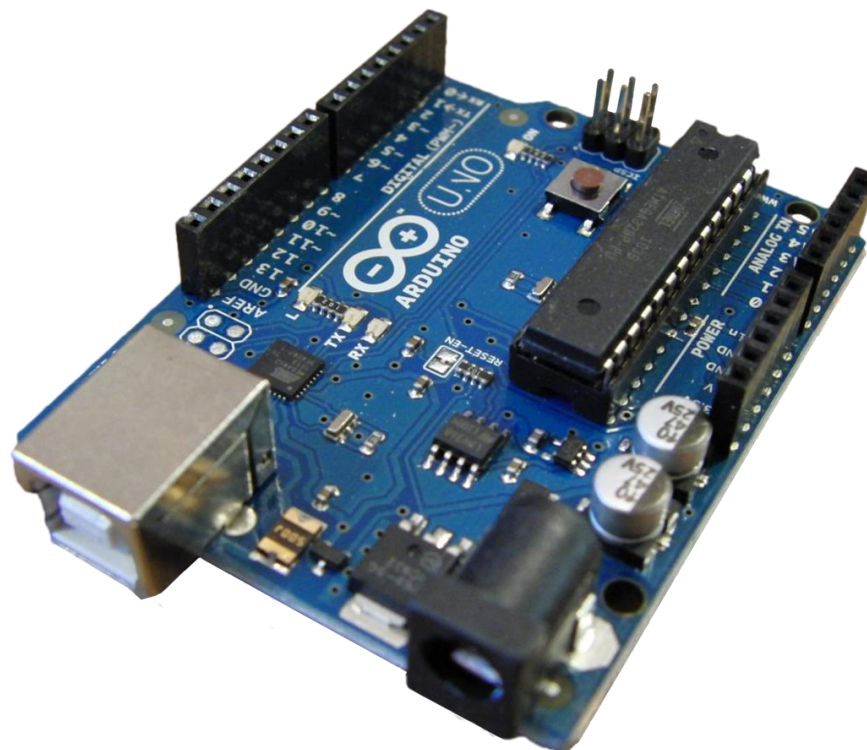
# Introdução

Marcos Antonio Jeremias Coelho

[marcos.coelho@satc.edu.br](mailto:marcos.coelho@satc.edu.br)

# Relembrando

- Arduino é uma plataforma de eletrônica aberta para a criação de protótipos baseada em software e hardware livres, flexíveis e fáceis de usar



# Relembrando

- O que vocês viram até agora?

# Componentes eletrônicos

- Resistores
- Fontes
- Capacitores
- LED's
- Fototransistores
- LDR's
- Relés
- Potenciômetros
- PZT's

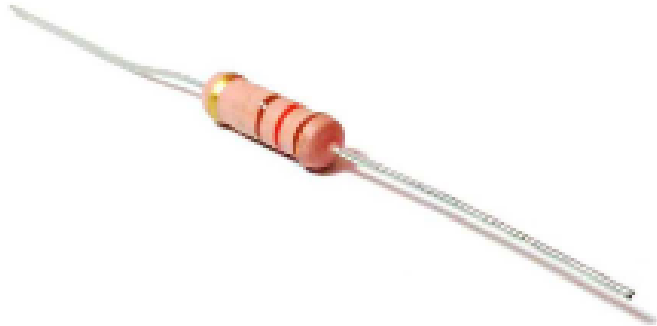
# Resistores

- Componente eletrônico que obedece à lei de Ohm quando atravessado por uma corrente elétrica  $i$ , de forma que podemos escrever:

$$V = R \times i$$

# Resistores

- Resistor e sua representação em circuitos elétricos.



# Fontes

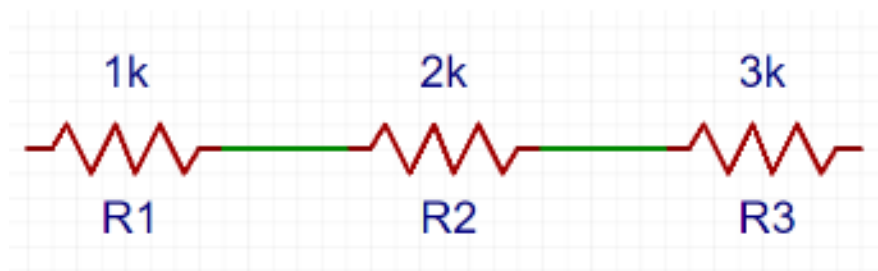
- Fontes de tensão, ou simplesmente fontes, são os dispositivos que geram uma diferença de potencial elétrico (ou, novamente, tensão) entre seus terminais. As tensões podem ser contínuas, quando o valor da tensão permanece constante no tempo, ou alternada, quando a tensão oscila periodicamente



# Associação de Resistores

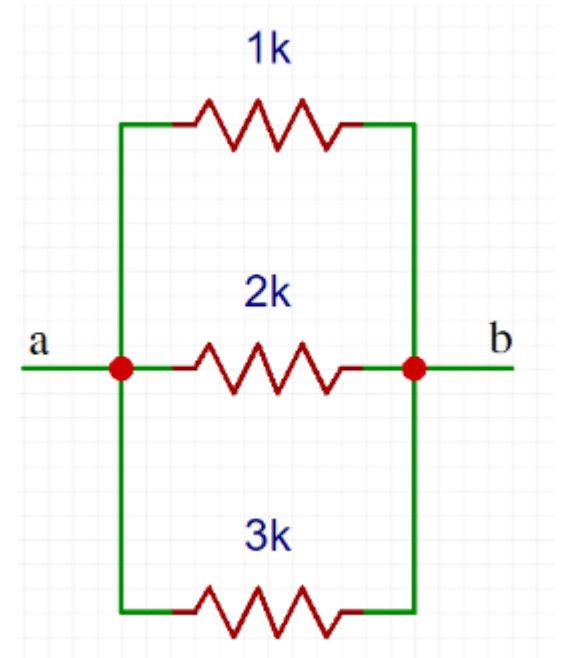
- Série

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$



- Paralelo

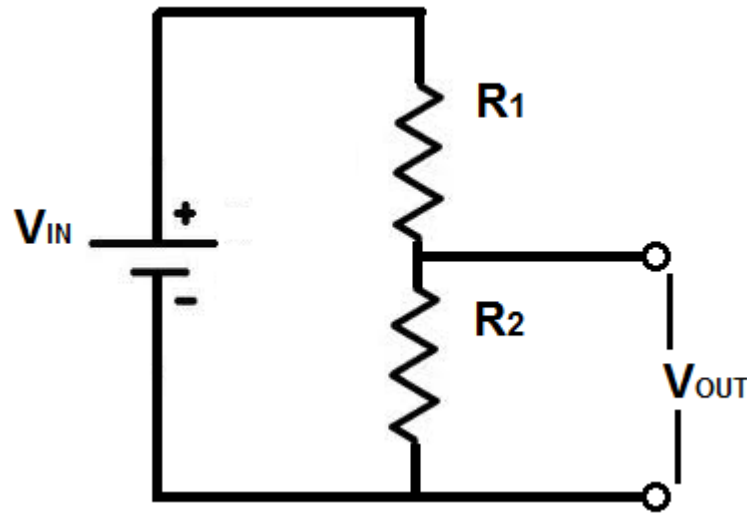
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$





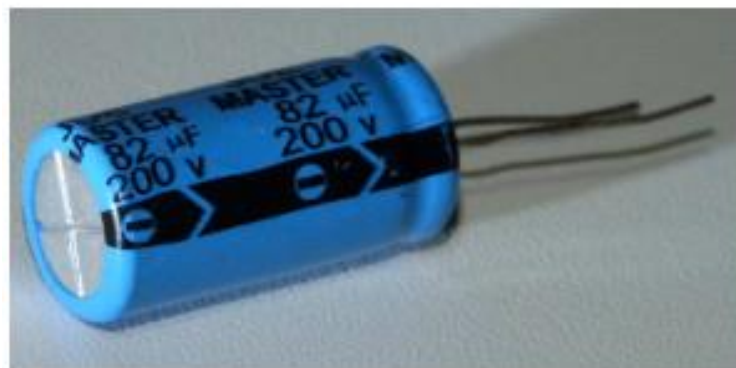
# Divisor de Tensão

- Associação de dois resistores em série com uma fonte de tensão alimentando-os



# Capacitores

- Um capacitor é um dispositivo eletrônico de dois terminais composto por dois condutores separados por uma região não-condutora, que armazena energia elétrica



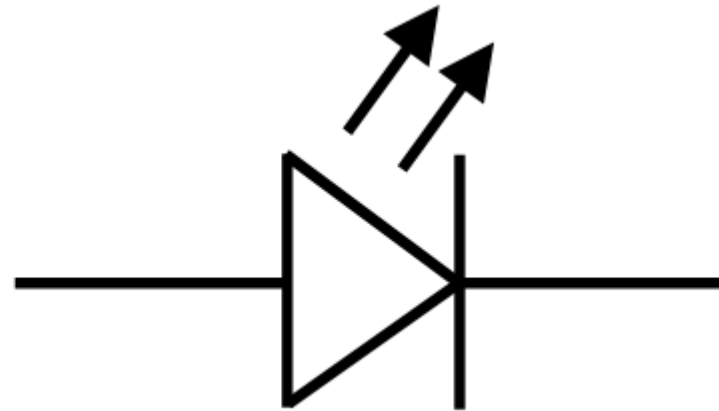
# Diodos

- Diodos são componentes que permitem a passagem da corrente em apenas um sentido. São importantes para evitar danos a dispositivos que não aceitam corrente reversa



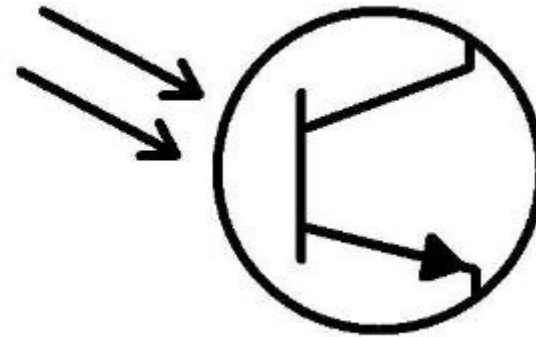
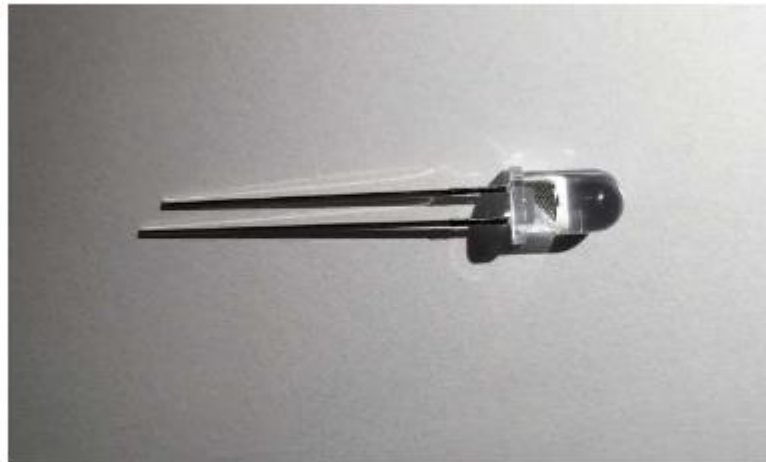
# LEDs

- LED's (*Light-Emitting Diode* - diodo emissor de luz) são dispositivos semicondutores que emitem luz quando uma diferença de potencial elétrico é aplicado em seus terminais



# Fototransistores

- Fototransistores são transistores sensíveis à luz. Na prática, eles são dispositivos que convertem luz em corrente elétrica. Assim, um uso bastante comum é em fotodetectores.



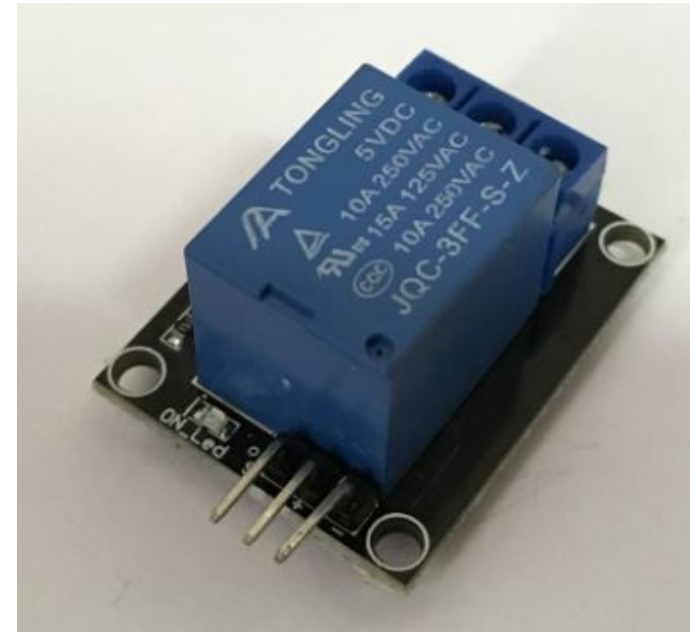
# LDRs

- LDR's (*Light-Dependent Resistor* - resistores dependentes da luz) são dispositivos cuja resistência varia com a intensidade da luz que incide sobre eles.



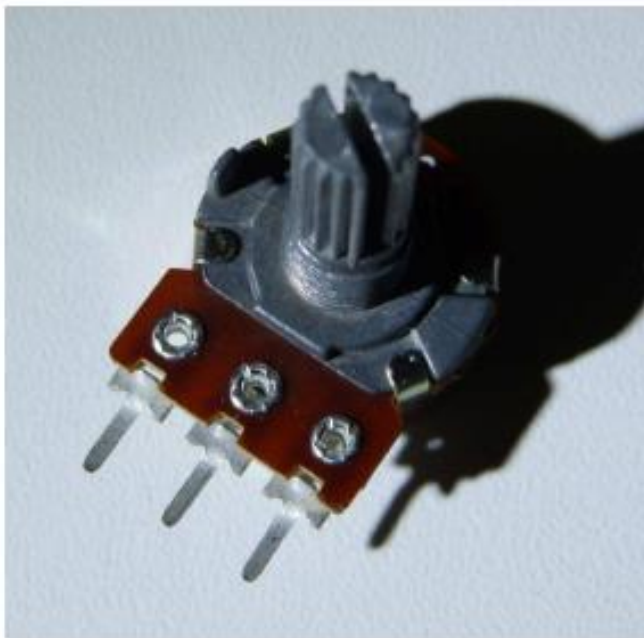
# Relés

- O relé é uma chave eletrônica. Nesse dispositivo, basicamente, algumas portas podem ser chaveadas (isto é, ter sua tensão regulada ou em 0 V ou em uma tensão máxima) dependendo da tensão em uma terceira porta.



# Potenciômetros

- O potenciômetro é resistor variável de três terminais, que pode ser ajustado com o auxílio de um botão girante



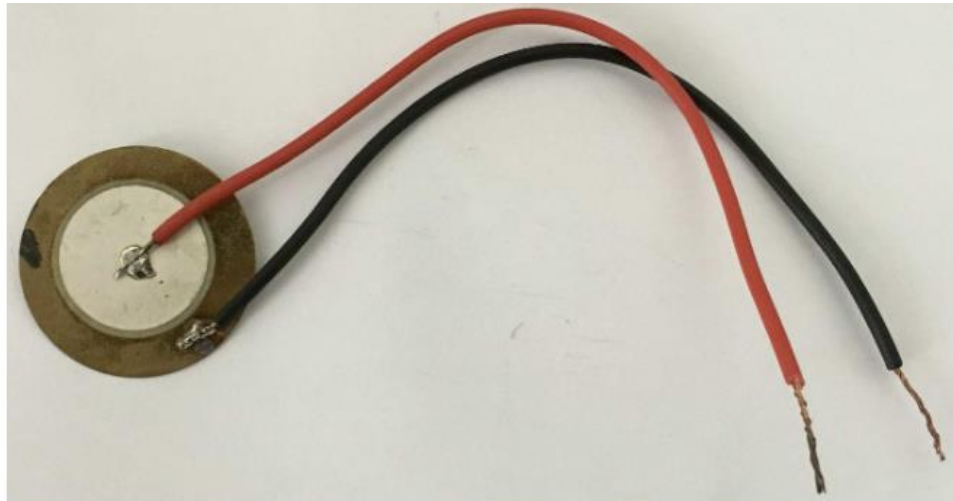


# Potenciômetros

- Na realidade, quando apenas dois dos seus terminais são usados, ele age como um simples resistor variável (reostato), enquanto que quando todos os três são usados, ele age como um divisor de tensão ajustável.

# PZTs

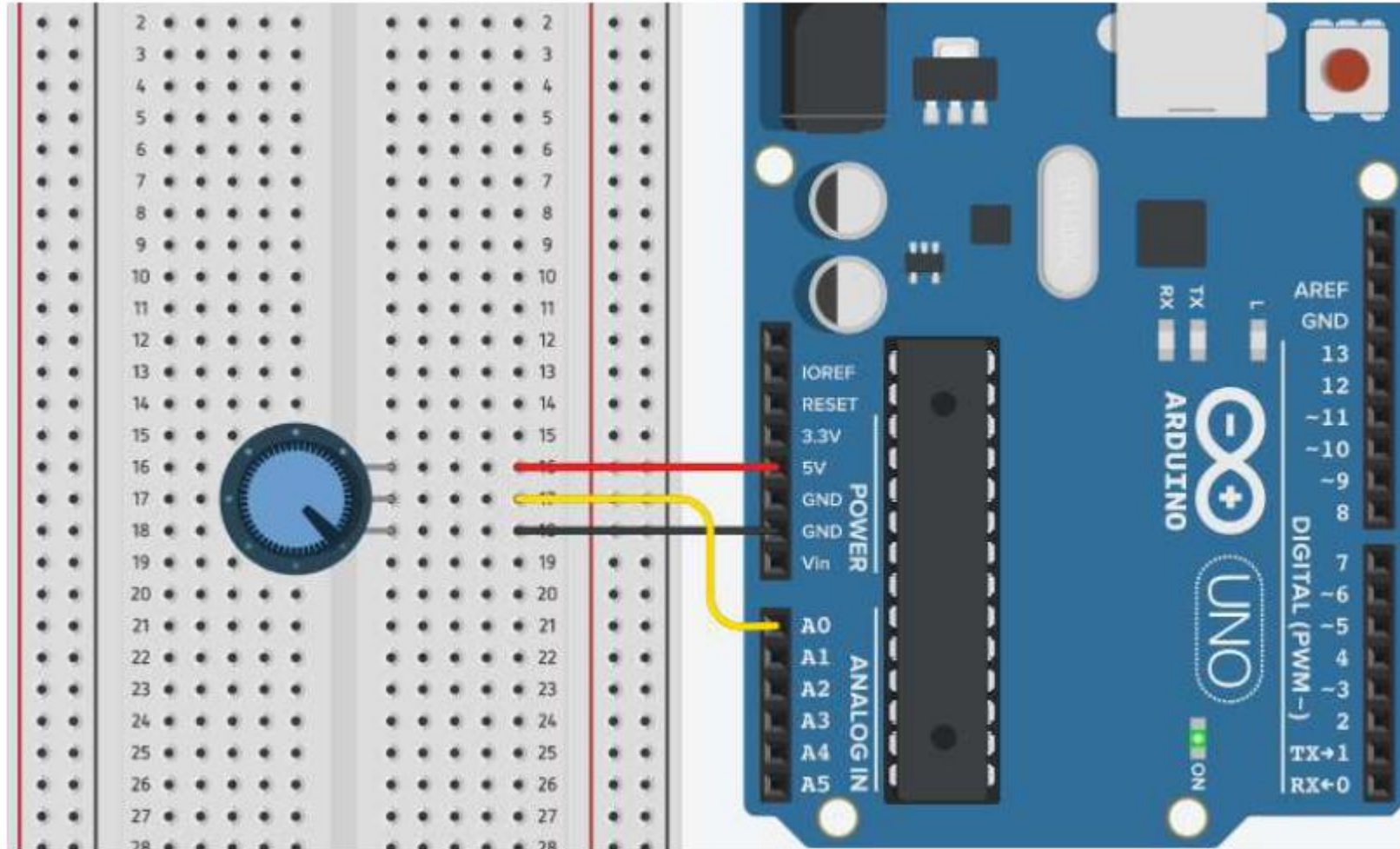
- O PZT (ou piezo) é uma cerâmica que tem propriedades piezoelétricas. Esses materiais sofrem expansão quando uma tensão elétrica é aplicada sobre ele e, de forma inversa, geram tensão quando ele é submetido a uma pressão



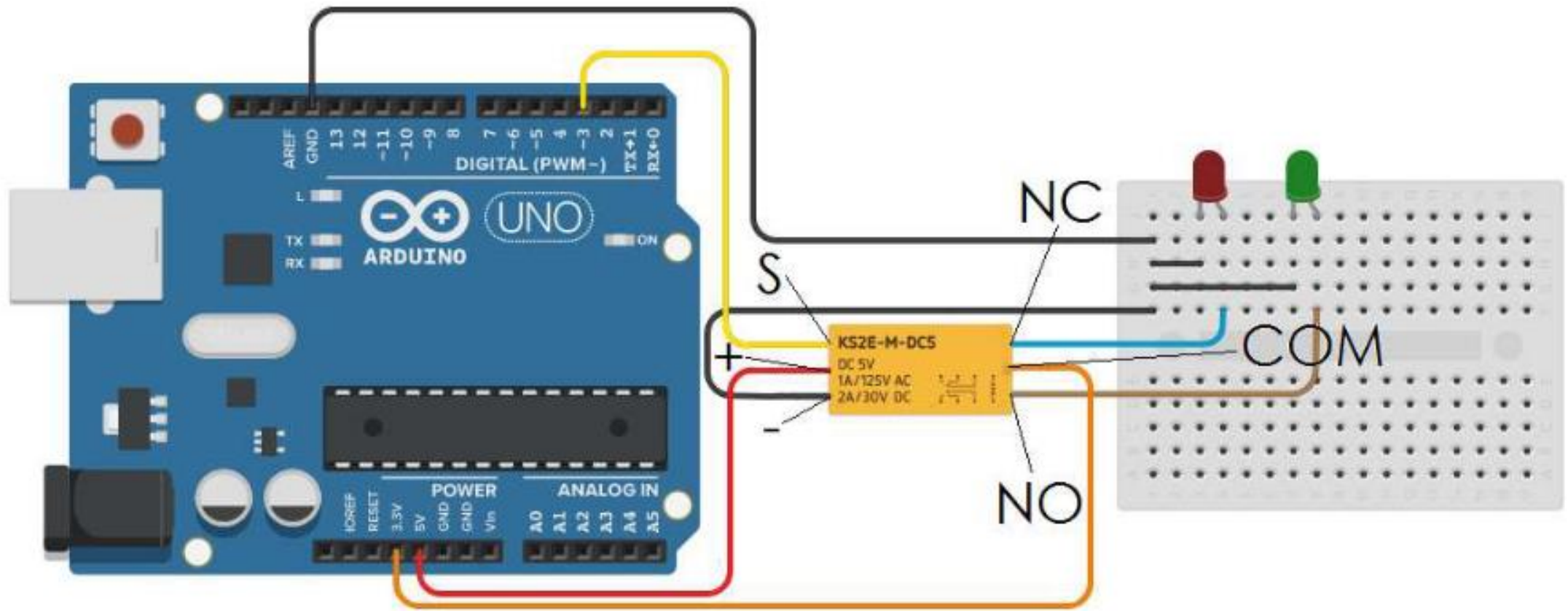
# Outros...

- Existem uma gama gigantes de componentes e dispositivos, vamos ver outros durante o curso...

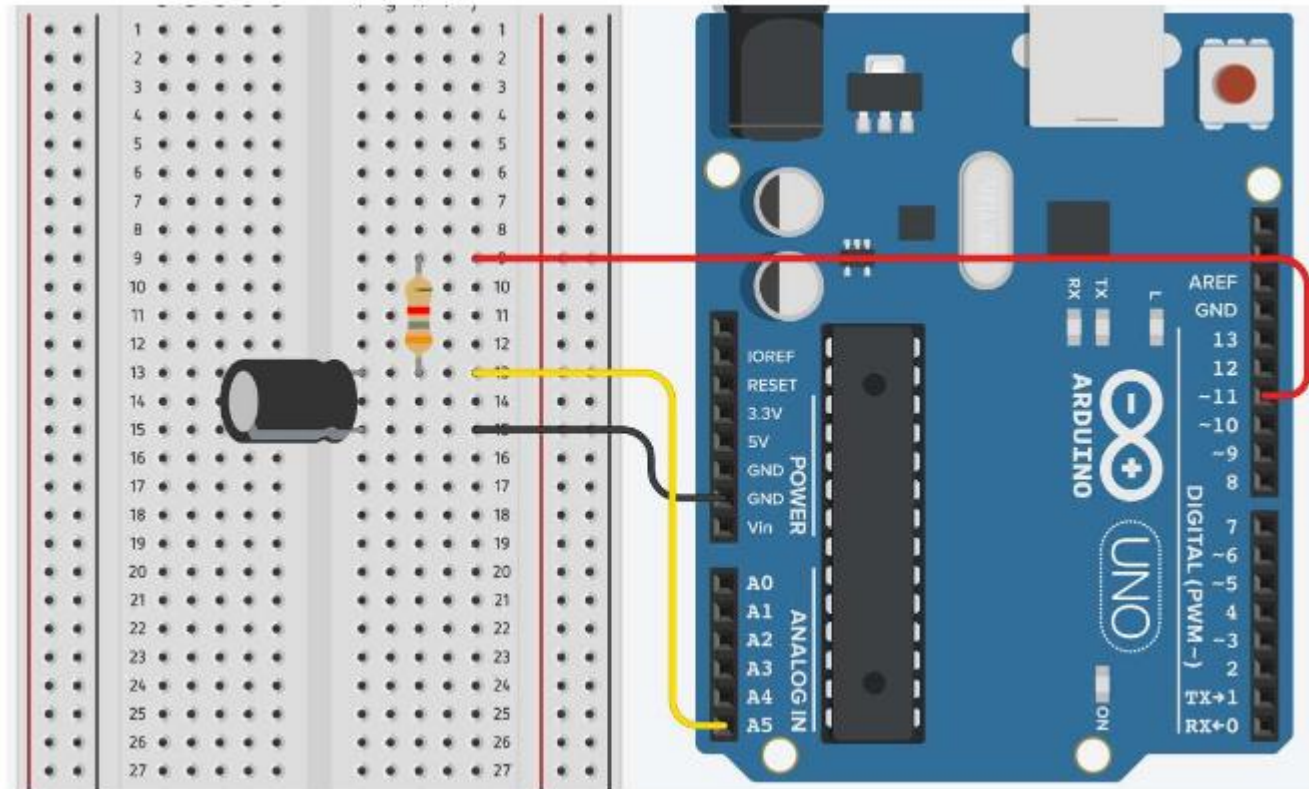
# Leitura de Entrada Analógica



# Saída à Relé



# Carga e Descarga de Capacitor

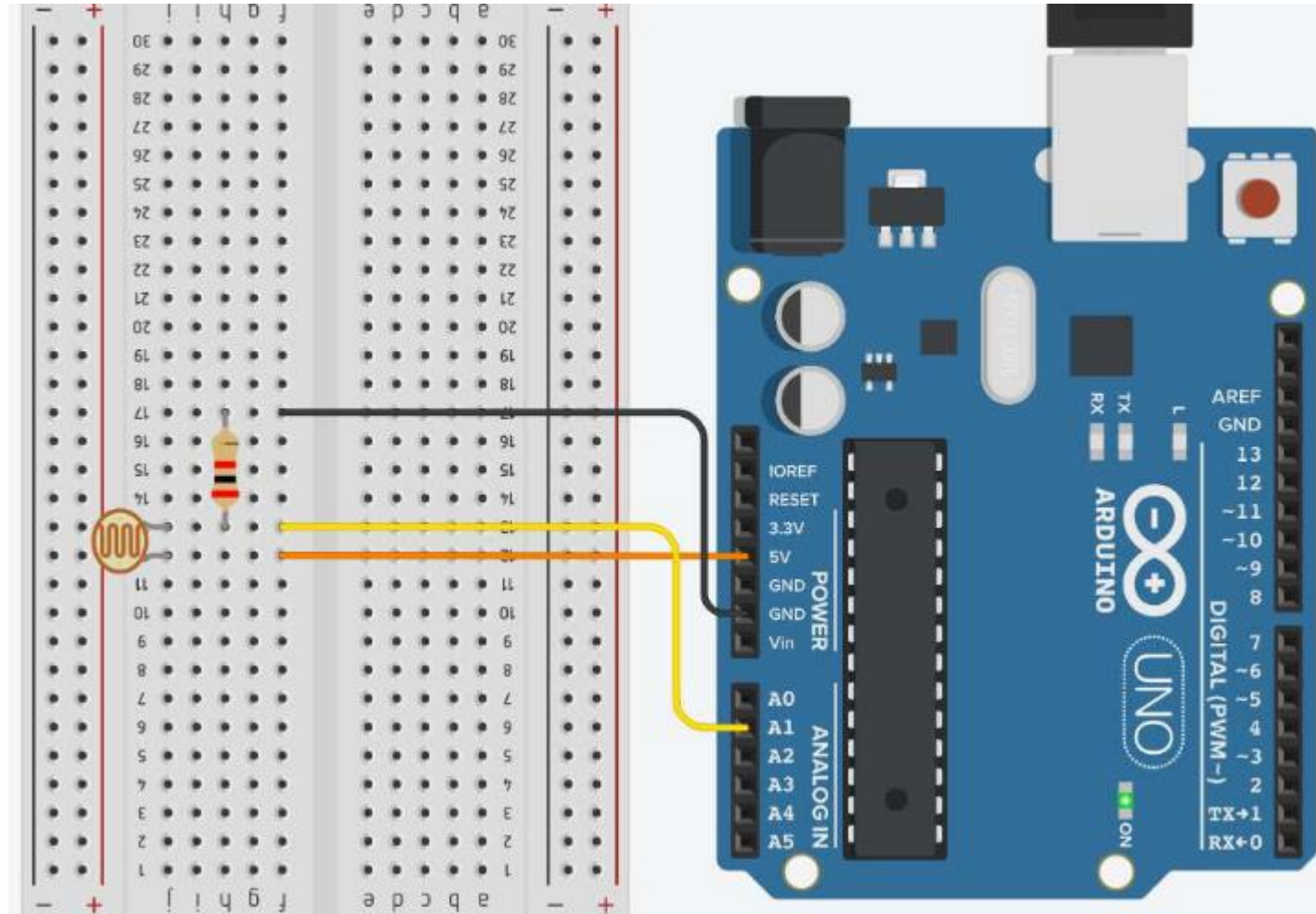


# Atividade 1

- Introduza um LED no circuito acima e faça uma modificação no código para que o LED acenda quando o capacitor fique com carga acima de 80% da sua carga máxima.



# Sensor de luminosidade com um LDR





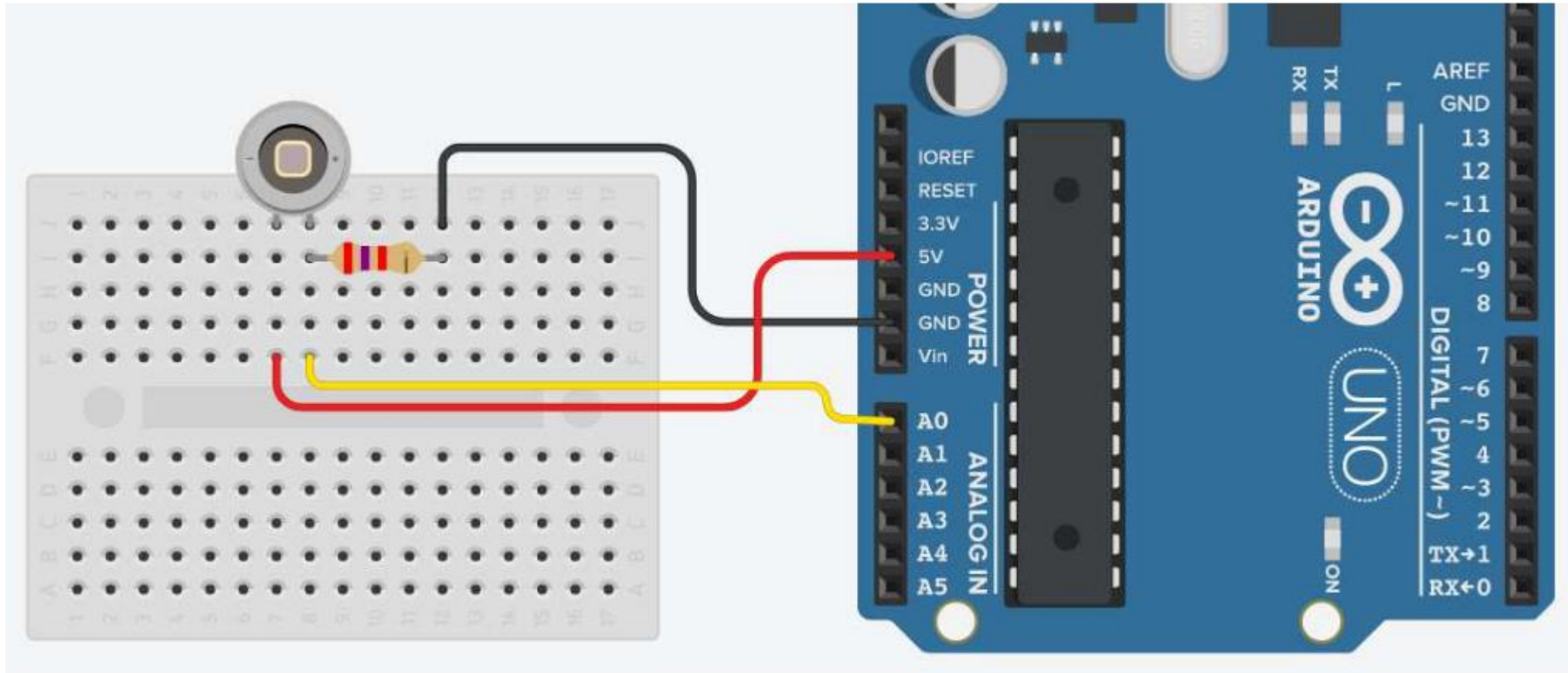
## Atividade 2

- Modifique o circuito acima para mudando o resistor por um potenciômetro, de forma que esse projeto possa funcionar em todos os ambientes mediante ajuste nesse componente.

## Atividade 3

- Modifique o código e o circuito acima para incluir um LED, que deve acender se o ambiente estiver escuro e apagar se o ambiente estiver claro. Como “claro” e “escuro” são bastante relativos, você deve decidir quando um ambiente pode ser considerado claro ou escuro (dica: crie uma variável para decidir entre a interface claro/escuro)

# Sensor de luminosidade com um fototransistor



# Sinal PWM – *Pulse Width Modulation* (Modulação por Largura de Pulso)

- O Arduino UNO possui 6 (seis) portas PWM, 3, 5, 6, 9, 10 e 11.
- O sinal PWM pode variar de 0 a 255 e para ativá-lo basta usar a seguinte instrução em uma das portas PWM:

*analogWrite(pin, sinal\_pwm);*

- Note que as portas PWM são todas digitais, porém o sinal é modulado “como se fosse” um sinal analógico.

# Sinal PWM – *Pulse Width Modulation* (Modulação por Largura de Pulso)

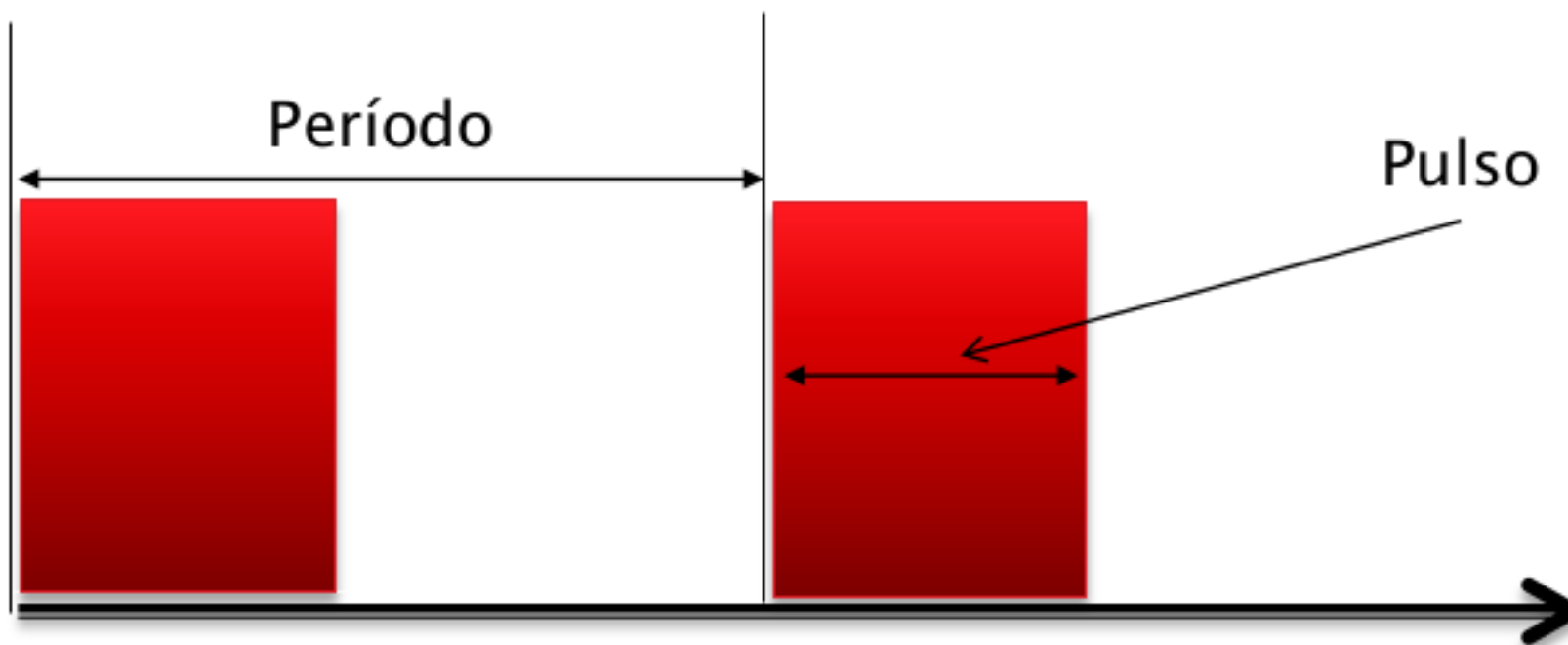
Ciclo de Trabalho – *Duty-Cycle*

- O sinal PWM possui um ciclo de trabalho que determina com que frequência o sinal muda do nível lógico *HIGH* para o nível lógico *LOW* e vice versa.
- No Arduino a frequência do PWM pode ser definida entre 32Hz até 62kHz.

# Sinal PWM – *Pulse Width Modulation* (Modulação por Largura de Pulso)

- Ciclo de Trabalho – *Duty-Cycle*

Duty cycle =  $(100\% * \text{largura do pulso}) / \text{período}$

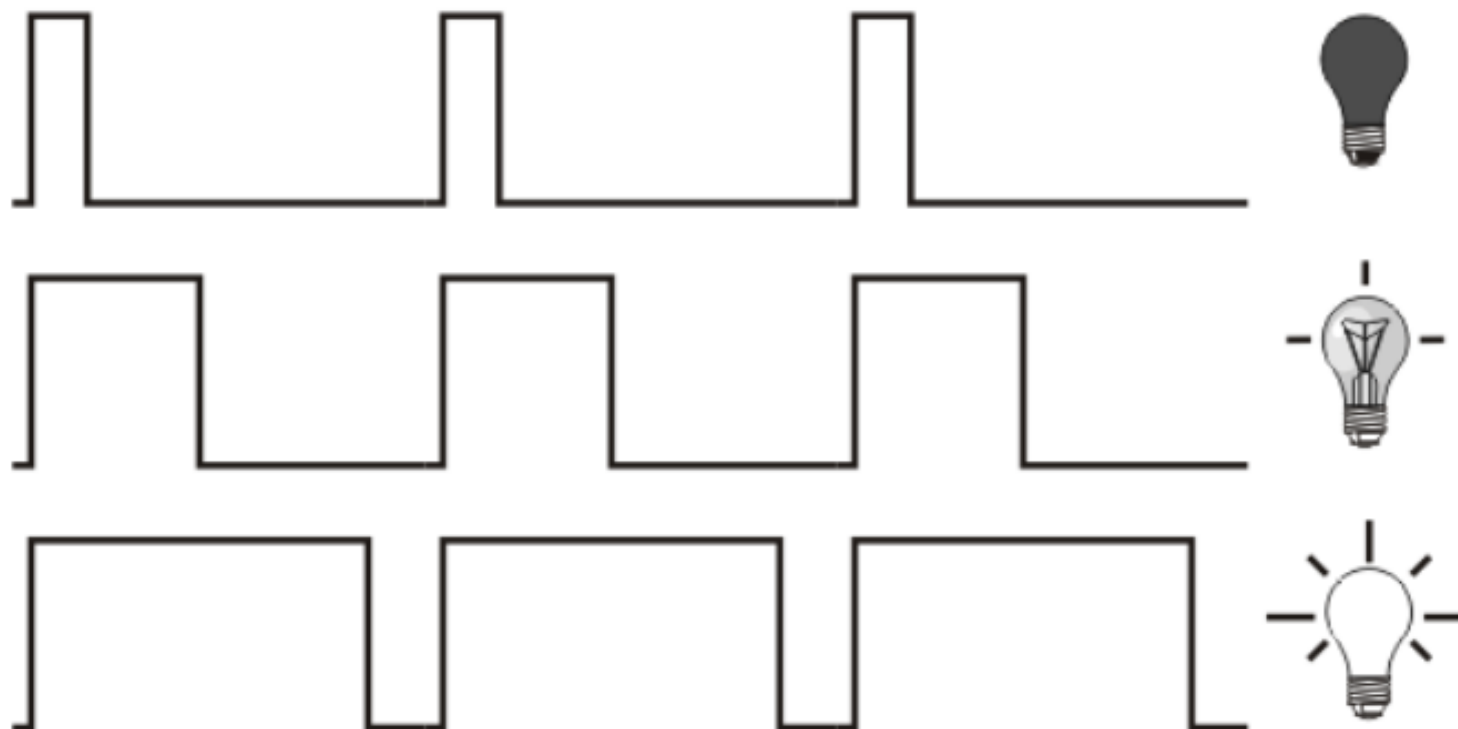


# Sinal PWM – *Pulse Width Modulation* (Modulação por Largura de Pulso)

- Exemplo PWM – extraído de **Teach Yourself PIC**

**Microcontrollers for Absolute Beginners** – M. Amer Iqbal

Qureshi, 2006.



# Sinal PWM – *Pulse Width Modulation* (Modulação por Largura de Pulso)

Frequência	Tempo por troca de ciclo	Pinos
30Hz	32 milissegundos	9 e 10, 11 e 3
61 Hz	16 milissegundos	5 e 6
122Hz	8 milissegundos	9 e 10, 11 e 3
244Hz	4 milissegundos	5 e 6, 11 e 3
488Hz	2 milissegundos	9 e 10, 11 e 3
976Hz (1kHz)	1 milissegundos	5 e 6, 11 e 3
3.906Hz (4kHz)	256 microssegundos	9 e 10, 11 e 3
7.812Hz (8kHz)	128 microssegundos	5 e 6
31.250Hz (32kHz)	32 microssegundos	9 e 10, 11 e 3
62.500Hz (62kHz)	16 microssegundos	5 e 6



# Controlando a luminosidade de um LED

- Ligue um resistor em série com um LED entre o Pino 11 e GND

## Atividade 4

- Modifique o código acima para fazer a luminosidade do LED variar periodicamente com o tempo. Dica: use a uma função periódica para isso.