

## AULA 08 - IoT

ELETRÔNICA: CONCEITOS E COMPONENTES BÁSICOS - PRIMEIROS PASSOS.....	2
Resistores: necessidade e lei de Ohm.....	2
Lei de Ohm .....	2
Resistores: código de cores.....	3
Associação de resistores, divisor de tensão e potenciômetro.....	3
Associação de resistores .....	3
Divisor de tensão e Potenciômetro.....	5
A chave liga/desliga.....	6
Pull-Up e Pull-Down .....	6
Relê.....	7
Cálculo do resistor do LED.....	7
Associação de LEDs .....	9
Referências:.....	11

# ELETRÔNICA: CONCEITOS E COMPONENTES BÁSICOS - PRIMEIROS PASSOS

Resistores: necessidade e lei de Ohm

Resistores - <https://youtu.be/vFZKCD7Vdvc>

## Lei de Ohm

A Lei de Ohm é muito importante para a eletrônica, pois relaciona três grandezas fundamentais: tensão, corrente e resistência.

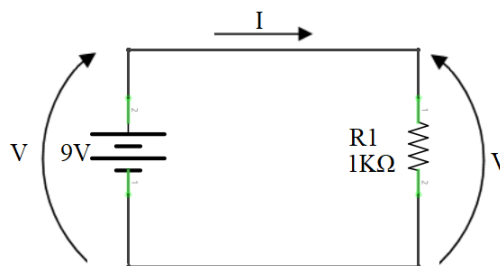
A Lei de Ohm nos diz que, numa temperatura constante, a corrente é proporcional à tensão, isto é, quanto maior a tensão maior a corrente. E que a resistência é inversamente proporcional à corrente, isto é, quanto maior a resistência menor a corrente. Esta relação é demonstrada na equação abaixo:

$$I = V/R$$

onde  $I$  = corrente,  $V$  = tensão,  $R$  = resistência

Note que a tensão  $V$  está no numerador - portanto, é proporcional à corrente  $I$ . A resistência  $R$  está no denominador - logo, é inversamente proporcional à corrente.

Em projetos de eletrônicos, usa-se a Lei de Ohm para calcular corrente, tensão ou resistência em circuitos. Um exemplo é o cálculo da corrente em um determinado circuito onde se sabe a tensão e a resistência. Vejamos no circuito abaixo:



Usa-se uma seta curvada para representar a tensão apontando para o positivo da fonte de tensão (no nosso caso uma bateria) com a letra  $V$ . E usa-se uma seta reta saindo do positivo da fonte de tensão com a letra  $I$ .

Como podemos calcular a corrente  $I$  neste caso?

$$V=9\text{v e } R=1000\Omega$$

(costuma-se usar  $1\text{K}\Omega$ )

Pela Lei de Ohm temos que:

$$I = V / R$$

ou

$$V = I \times R$$

ou

$$R = V / I$$

Como queremos calcular a corrente, temos:

$$I = V / R$$

$$I = 9 / 1000$$

$$I = 0,009\text{A} = 9\text{mA}$$

Para resistências com valores de  $1000\Omega$  é comum utilizar  $1\text{K}\Omega$  indicando um quilo Ohm. Por exemplo, uma resistência de  $1.500$  Ohms é indicada como  $1,5\text{K}\Omega$ , mas nas lojas é comum usar  $1\text{K5}$ . Resistências de  $1.000.000\Omega$  são representadas como  $1\text{M}\Omega$ , indicando um Mega Ohm.

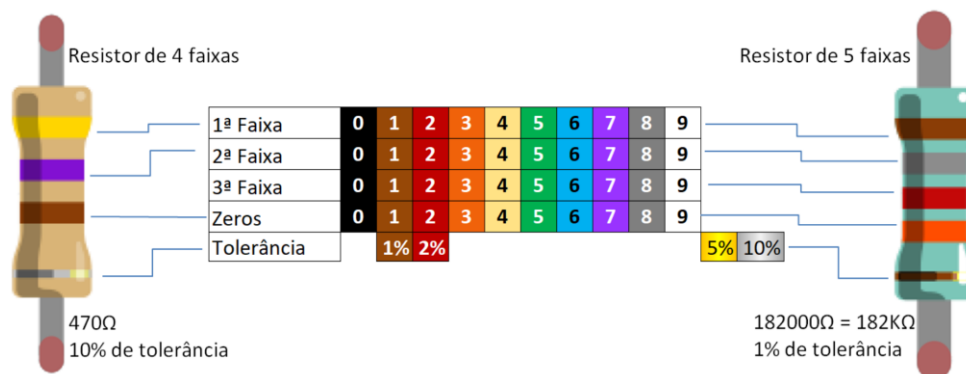
Um material com alta resistência elétrica é conhecido como isolante. Plásticos e madeiras, por exemplo, são bons isolantes. Já um material com uma resistência muito baixa é um condutor. Metais como cobre, alumínio, prata e ouro, são exemplos de bons condutores.

### Resistores: código de cores

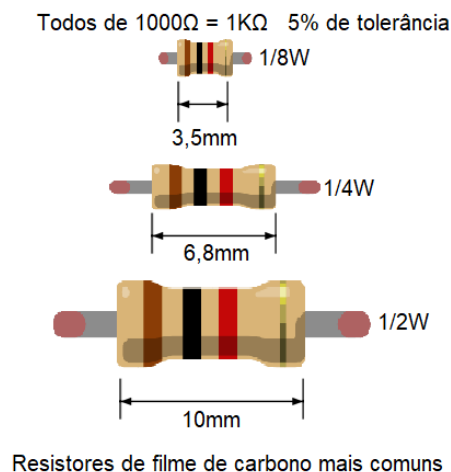
Conforme já visto em aulas anteriores, a resistência é equivalente à dificuldade imposta ao movimento dos elétrons no circuito. A resistência elétrica é medida em Ohms e o símbolo utilizado é a letra grega ômega  $\Omega$ .

Os resistores que utilizamos possuem diferentes valores, e agora vamos aprender como identificá-los.

O valor da resistência é representado por faixas coloridas:



A potência do resistor é determinada pelo seu tamanho. Os resistores mais comuns são os de filme de carbono, com 1/8 W (0,125 Watt), 1/4W (0,25 Watt) e 1/2W (0,5Watt).



Dentre estes, os resistores de 1/4 W são os mais usados.

### Associação de resistores, divisor de tensão e potenciômetro

Associação de resistores em paralelo e em série - <https://youtu.be/LCoBm3meT8g>

### Associação de resistores

Vamos agora ver o que acontece quando associamos alguns resistores. Para isso, é bom termos em mente duas ideias importantes:

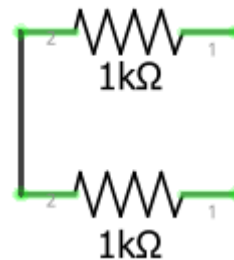
Num circuito em série, a corrente que percorre os resistores é a mesma, mas a tensão entre os pontos será diferente.

Num circuito em paralelo, a corrente se divide entre os ramos, mas a tensão entre eles é sempre a mesma.

Como já vimos em aula anterior, quando temos dois resistores de mesmo valor, por exemplo  $1\text{K}\Omega$ , é muito fácil calcular a resistência equivalente:



Série: Resistência equivalente  
 $R_{eq} = 1\text{K}\Omega + 1\text{K}\Omega = 2\text{K}\Omega$



Paralelo: Resistência equivalente  
 $R_{eq} = 1\text{K}\Omega / 2 = 500\Omega$

Entender o conceito de resistência equivalente é muito útil, pois é comum precisarmos de valores de resistores que não temos, mas que podemos obter associando os resistores disponíveis.

Se tivermos resistores de valores diferentes, também é possível calcular o valor de resistência equivalente.

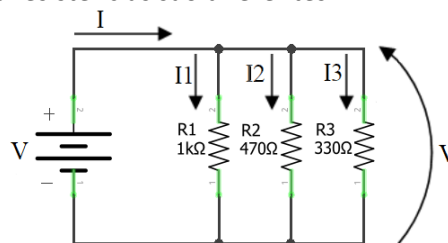
No caso da associação em série, basta somar os valores.

Por exemplo, um resistor de  $470\Omega$  em série com um de  $1\text{K}\Omega$  tem uma resistência equivalente de  $1470\Omega$ . Esta regra vale também se tivermos três resistores em série. Por exemplo, se tivermos resistores de  $1\text{K}\Omega$ ,  $470\Omega$  e  $330\Omega$  em série, teremos uma resistência equivalente de  $1800\Omega$ .



Série: Resistência equivalente  
 $R_{eq} = 1\text{K}\Omega + 470\Omega + 330\Omega = 1800\Omega$

No caso da associação em paralelo, será necessário um pouco mais de cálculos. Vejamos um exemplo, utilizando os mesmos resistores de  $1\text{K}\Omega$ ,  $470\Omega$  e  $330\Omega$ . Como eles estão em paralelo a tensão que for aplicada em um será a mesma aplicada aos outros, mas cada resistor terá uma corrente diferente, pois suas resistências são diferentes.



Paralelo: Resistores  $1\text{K}\Omega$ ,  $470\Omega$  e  $330\Omega$

Supondo que fosse aplicada uma tensão  $V$  nestes três resistores em paralelo, teremos as correntes  $I_1$ ,  $I_2$ , e  $I_3$  nos resistores de  $1\text{K}\Omega$ ,  $470\Omega$  e  $330\Omega$ , respectivamente. A soma destas correntes será a corrente  $I$  que sai da fonte.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

A resistência equivalente  $R_{eq}$  do circuito é justamente a resistência que produziria esta corrente, se aplicássemos a tensão  $V$  sobre ela.

$$R_{eq} = V/I \text{ e } I = V/R_{eq}$$

$$I_1 = V/R_1$$

$$I_2 = V/R_2$$

$$I_3 = V/R_3$$

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

Como  $V$  está em todos numeradores, podemos cancelá-lo:

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Calculando a resistência para o exemplo,  $R_1=1K\Omega$ ,  $R_2=470\Omega$  e  $R_3=330\Omega$

$$1/R_{eq} = 1/1000 + 1/470 + 1/330$$

$$1/R_{eq} = 0,001 + 0,00213 + 0,00303$$

$$1/R_{eq} = 0,00616$$

$$R_{eq} = 1/0,00616$$

$$R_{eq} = 162,3\Omega$$

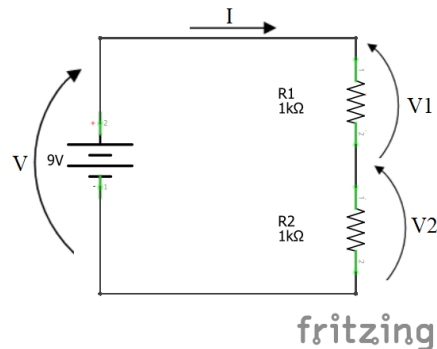
**Dica: a resistência equivalente de resistores em paralelo sempre será menor que o menor resistor da associação.**

Esta é a forma de calcular a resistência equivalente para resistores em paralelo. Ela vale para qualquer quantidade de resistores em paralelo. Se, por exemplo, tivéssemos um resistor  $R_4$  bastaria acrescentar ele no cálculo:

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$$

### Divisor de tensão e Potenciômetro

Agora vamos trabalhar circuitos com alguns resistores e aprender como a tensão é distribuída nestes circuitos. Vamos considerar o circuito abaixo com dois resistores em série.



Num circuito em série, a corrente é a mesma em todos os pontos. Portanto, teremos a mesma corrente passando pelos dois resistores.

Pela lei de Ohm temos:

$$I = V / R_{eq}$$

Como os dois resistores de  $1K\Omega$  estão em série, a resistência equivalente  $R_{eq}$  será:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 1K + 1K = 2K$$

Logo a corrente será:

$$I = 9 / 2000 = 4,5mA$$

Se a corrente é de  $4,5mA$  e  $V = R * I$ , logo:

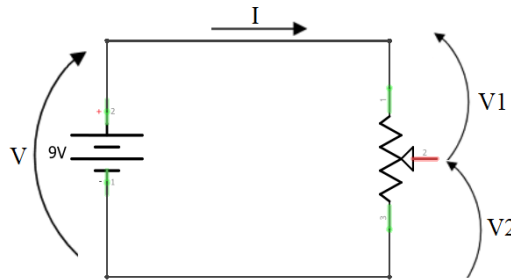
$$V_1 = R_1 * I = 1000 * 4,5mA = 4,5V$$

Como R2 também é de 1KΩ e a corrente é a mesma, a tensão V2 também será de 4,5V, logo fica claro que:

$$V = V1 + V2 = 4,5V + 4,5V = 9V$$

Trata-se de um princípio importante: se a fonte fornece uma tensão, esta tensão será distribuída entre os resistores em série. Por este motivo, este circuito é conhecido como divisor de tensão. Ele é muito importante para fornecer um determinado valor de tensão que corresponde a uma fração da fonte de alimentação.

Vejam uma aplicação prática do divisor de tensão com um potenciômetro:



Ao variar a resistência, girando o eixo do potenciômetro, são produzidos valores de V1 e V2 diferentes, mas que, se somados, sempre resultam no valor da fonte de tensão - no nosso caso 9v.

Este circuito é interessante, pois ele simula o que você encontrará em muitas aplicações de Internet das Coisas: um sinal de tensão que varia da tensão máxima até zero. É o que acontece com sensores de luminosidade, temperatura entre outros.

### A chave liga/desliga

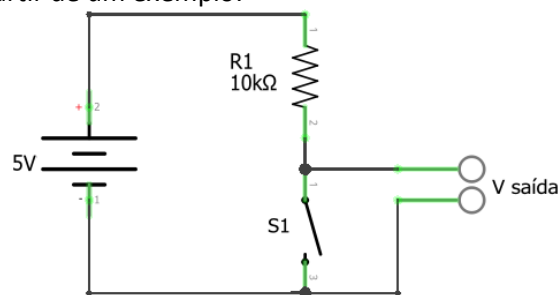
Associação de resistores em paralelo e em série - <https://youtu.be/WeRfo0Ljg6I>

### Pull-Up e Pull-Down

Em aplicações de Internet das Coisas é comum usar o Pull-UP ou o Pull-Down.

Trata-se do uso de um resistor e de um push-button de forma a produzir o sinal de saída que pode ser 0V ou 5V (caso sua fonte seja de 5V).

Vejam o Pull-Up a partir de um exemplo:



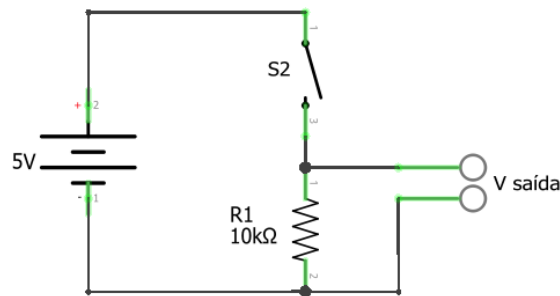
Observando o circuito acima temos um resistor de 10KΩ (este tipo de resistor é muito comum para este uso) ligado diretamente ao pólo positivo da fonte.

Com o push-button aberto, o circuito está aberto, logo não flui corrente e a tensão de saída será a mesma da entrada: 5V.

Com o push-button pressionado o circuito fecha e flui corrente (apenas 0,5mA, pois o resistor é de 10KΩ). Se observarmos a saída vemos que temos 0V pois os dois terminais da saída estão ligados ao negativo da fonte.

Este circuito é muito usado e é conhecido como Pull-Up, pois o resistor está no lado de positivo da fonte de energia (UP). Quando o push-button não está acionado, a tensão de saída será a tensão da fonte de energia e quando está pressionado será 0V.

Agora vejamos no exemplo abaixo a configuração Pull-Down.



Observando o circuito acima temos um resistor de 10KΩ ligado diretamente ao pólo negativo da fonte.

Com o push-button aberto o circuito está aberto, logo não flui corrente. A tensão de saída será 0V, pois os dois terminais da saída estão ligados ao negativo da fonte (um diretamente o outro passando pelo resistor).

Com o push-button pressionado o circuito fecha e flui corrente (apenas 0,5mA, pois o resistor é de 10KΩ). Se observarmos a saída vemos que temos a tensão da fonte 5V, pois um ponto da saída está diretamente ligado ao pólo negativo da fonte e o outro ponto da saída está ligado diretamente ao pólo positivo da bateria.

Este circuito é muito usado e é conhecido como Pull-Down, pois o resistor está no lado de negativo da fonte de energia (DOWN). Quando o push-button não está acionado, a tensão de saída será 0V e quando pressionado será a tensão de energia.

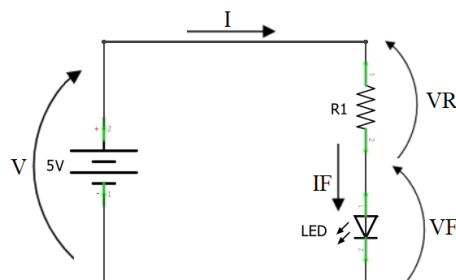
## Relê

Relê - <https://youtu.be/vFZKCD7Vdvc>

## Cálculo do resistor do LED

Aprendemos no começo deste curso que, em um circuito com fonte e tensão de 5V é preciso colocar um resistor em série com o LED.

Vimos também que há resistores de diferentes valores. Vamos aprender agora como escolher o resistor mais adequado para o nosso circuito, calculando o valor da resistência que precisamos. Vamos começar com um exemplo. Considerando o circuito abaixo, qual seria o valor de R1 para que o LED se acenda adequadamente?



Primeiramente, sabemos que a corrente que flui no circuito é a mesma em todos os pontos dele, pois todos os elementos estão em série. Assim, a corrente que passa pelo resistor será a mesma

que passa pelo LED. No entanto, teremos uma queda de tensão (VR) no resistor R1, e uma queda de tensão no LED (VF) - e sabemos que a soma de VR + VF será igual a 5V.

Pela lei de Ohm, o cálculo da resistência (R1) é o seguinte:

$$R1 = VR / I$$

Se não sabemos qual o valor de VR, como podemos calcular a resistência?

Aqui temos um conceito importante: sabemos que o LED é um diodo emissor de luz. E, como qualquer diodo, o LED tem a característica de fixar a tensão sobre ele em um determinado valor quando está conduzindo corrente.

VF, conhecida com Forward Voltage, equivale à queda de tensão no LED, e é um valor especificado pelo seu fabricante. Você pode descobrir o valor VF do seu LED procurando as especificações do componente na Internet. Dessa forma, se sabemos VF e V (5V), podemos obter o valor de VR:  $V = VR + VF$ , e portanto:

$$VR = V - VF$$

Outra informação importante, é que, para que LED acenda adequadamente, há um valor da corrente ideal que deve passar por ele. Este valor é especificado pelo fabricante, e é conhecido como Forward Current (IF).

Ainda falta saber o valor da corrente I que percorre o circuito. Como o resistor está em série com o LED, a corrente que passa no resistor é a mesma que passa no LED. Isto é:  $I = IF$ .

O fabricante do LED fornece os valores VF e IF. Com estas duas informações podemos calcular o valor de R1:  $R1 = VR / I$ , e portanto:

$$R1 = (V - VF) / IF$$

Mas, para calcular R1, precisamos da informação de VF e IF para o nosso LED (sabemos que V = 5V, que corresponde ao valor de tensão da fonte que escolhemos).

Os fabricantes de qualquer componente eletrônico fornecem informações sobre eles em documentos conhecidos como Datasheets. Faça uma busca na Internet com o nome do componente e a palavra datasheet (por exemplo: "LED datasheet") para ver como é este documento. Esta consulta é comum quando projetamos um circuito e precisamos de informações sobre os componentes.

Se você quiser apenas ver o LED acender, você pode adotar os valores da tabela abaixo como referência para LEDs de 5mm e 3mm (os mais comuns). Observe que a corrente IF é medida em mA (ou mili amperes), que corresponde a milésimos de amperes (por exemplo, 15mA = 0,015 A).

Cor	VF (V)	IF (mA)
INFRAVERMELHO	1,5	15
VERMELHO	2,0	15
LARANJA	2,0	15
AMARELO	2,1	15
VERDE	2,2	15
AZUL	3,3	15
BRANCO	3,3	15
ULTRAVIOLETA	3,3	15

Dica: Se o valor que você calcular para o resistor não for o valor de um resistor comercial (por exemplo 950Ω), arredonde o valor da resistência sempre para cima, pois é sempre melhor consumir menos corrente. Para saber os valores comerciais de resistores basta fazer uma busca na internet com: "valores comerciais de resistores".

Assumindo que temos agora o valor de VF e IF fornecidos para o nosso LED, voltemos ao exemplo:

$$R1 = (V - VF) / IF$$

Considerando que estamos usando um LED vermelho, VF = 2V e IF = 0,015A. Assim:

$$R1 = (5 - 2) / 0,015$$



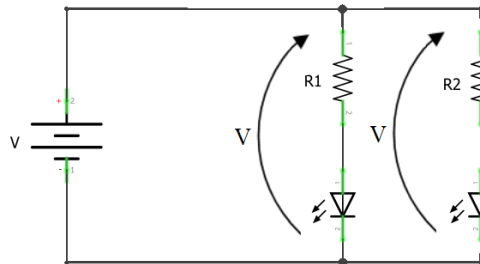
$$R1 = 3 / 0,015 = 200\Omega$$

Portanto, precisamos de um resistor de 200Ω. Porém, o valor do resistor comercial mais próximo é de 220Ω (é o valor de resistência superior mais próximo ao valor que calculamos). Neste caso, utilizamos então um resistor de 220Ω.

### Associação de LEDs

Agora vamos considerar uma outra situação: vamos imaginar que no nosso circuito queremos acender dois LEDs. Qual é a melhor forma de fazer isso?

Circuito 1: Vamos começar pela forma mais correta: LEDs em paralelo, com um resistor para cada LED:



Sabemos que a tensão em cada ramo do circuito será a mesma, e podemos calcular R1 e R2 de forma independente.

Considerando que temos dois LEDs vermelhos idênticos, sabemos que:

- $V = 5V$  (a tensão da nossa bateria)
- $V_F = 2$  (fornecido pelo fabricante do LED)
- $I_F = 0,015$  (fornecido pelo fabricante do LED)

Já calculamos anteriormente o valor do resistor para este caso, que seria de 220Ω. Logo:

- $R1=220\Omega$  e  $R2=220\Omega$ .

Bastante simples!

Vejamos agora uma outra situação, na qual temos dois LEDs diferentes no nosso circuito. Vamos supor que:

- O LED ligado a R1 tem  $V_F = 2V$  (fornecido pelo fabricante)
- O LED ligado a R2 tem  $V_F = 3,3V$  (fornecido pelo fabricante)

E vamos considerar também que:

- $V = 5V$ , e
- $I_F = 0,015A$

Já sabemos que  $R1=220\Omega$ , pois nada mudou neste ramo (mantivemos o mesmo LED do exemplo anterior)

Vamos calcular agora o valor de R2, para o novo LED:

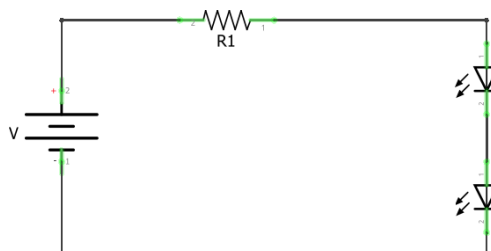
$$R2 = (V - V_F) / I_F$$

$$R2 = (5 - 3,3) / 0,015$$

$$R2 = 1,7 / 0,015 = 113,3\Omega$$

O valor do resistor comercial mais próximo e maior é 120Ω. Assim, neste exemplo, temos  $R1=220\Omega$  e  $R2=120\Omega$ .

Circuito 2: Outra opção seria colocar todos os componentes em série, conforme o esquemático abaixo:



Este circuito pode funcionar em algumas situações, mas é necessário calcular R1 levando em consideração a soma da queda de tensão dos dois LEDs. E, se este valor for maior que a tensão da fonte, o circuito não funcionará adequadamente.

Exemplo 1: Dois LEDs com  $V_F = 3,3V$ .

Neste caso, teríamos uma queda de tensão nos LEDs de  $6,6V$  ( $3,3V + 3,3V$ ). Se a fonte for de  $5V$ , o circuito não irá funcionar adequadamente, pois não há tensão suficiente para acender os dois LEDs.

Exemplo 2: Dois LEDs com  $V_F = 2V$ .

Neste caso, teríamos uma queda de tensão nos LEDs de  $4V$ . Com uma fonte de  $5V$ , é possível calcular o resistor adequado:

Considerando:

- $V = 5V$ ,
- $I_F = 0,015A$ , e
- Dois LEDs com  $V_F = 2V$  cada.

Temos:

$$R1 = (V - (V_F + V_F)) / I_F$$

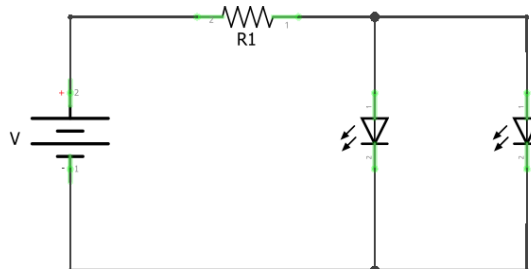
$$R1 = (5 - (2 + 2)) / 0,015$$

$$R1 = (5 - 4) / 0,015$$

$$R1 = 1 / 0,015 = 66,67\Omega$$

O valor comercial mais próximo e maior que  $66,67$  seria  $68\Omega$ .

Circuito 3: Podemos ainda imaginar uma associação com os LEDs em paralelo, mas com um único resistor:



Neste caso, não há como garantir o comportamento adequado de cada LED, já que eles podem ter valores de  $V_F$  diferentes. Portanto, esta configuração não é adequada.

## Referências:

- Material integralmente extraído e adaptado do curso **Eletrônica: conceitos e componentes básicos**, da plataforma 'Code IoT', criado em parceria com a Samsung e LSI-TEC Escola Politécnica da USP - [https://codeiot.org.br/courses/course-v1:LSI-TEC+IOT103+2020\\_O2/about](https://codeiot.org.br/courses/course-v1:LSI-TEC+IOT103+2020_O2/about) - Acessado em 31/05/2020.
  - Licença disponível em [https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt\\_BR](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR) - Acessado em 31/05/2020.
  - Plano de aula disponível em [https://codeiot.org.br/assets/courseware/v1/687b175d48cb59f4afafb1f795b6a22c/asset-v1:LSI-TEC+IOT103+2020\\_O2+type@asset+block/Plano\\_de\\_Aula\\_Eletronica\\_Semana\\_3.pdf](https://codeiot.org.br/assets/courseware/v1/687b175d48cb59f4afafb1f795b6a22c/asset-v1:LSI-TEC+IOT103+2020_O2+type@asset+block/Plano_de_Aula_Eletronica_Semana_3.pdf) - Acessado em 06/07/2020.