

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

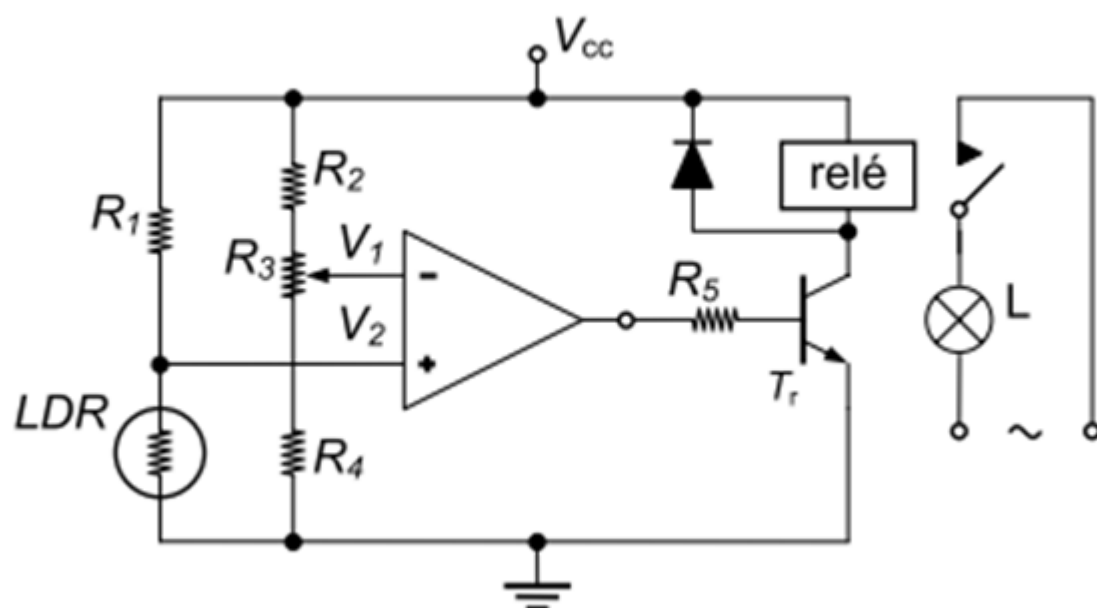
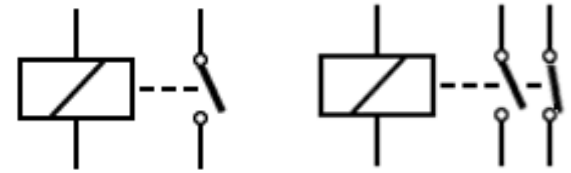
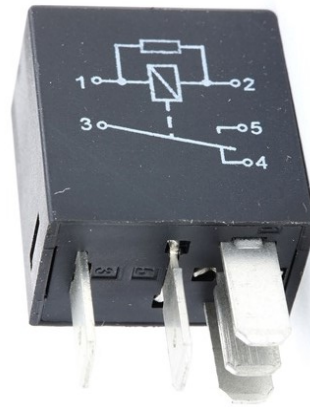
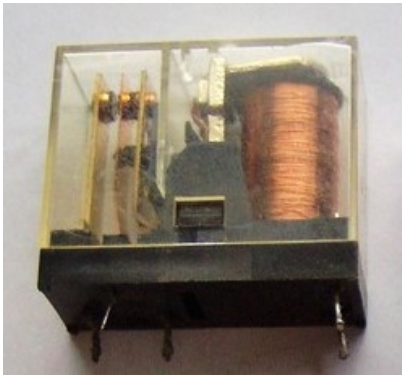


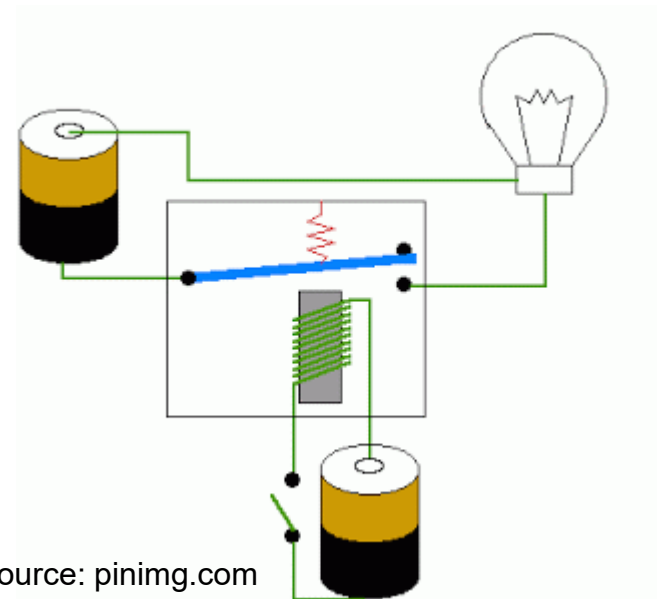
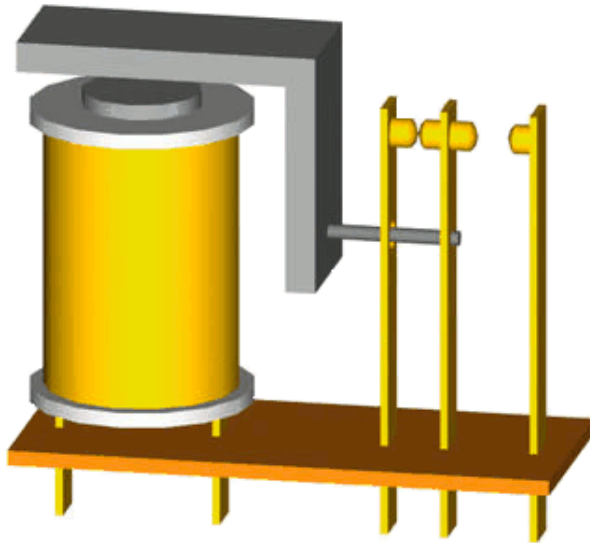
Figura 14



## Relé electromagnético – símbolos genéricos

<https://www.electrical-symbols.com/electric-electronic-symbols/relay-electromagnet-symbols.htm>

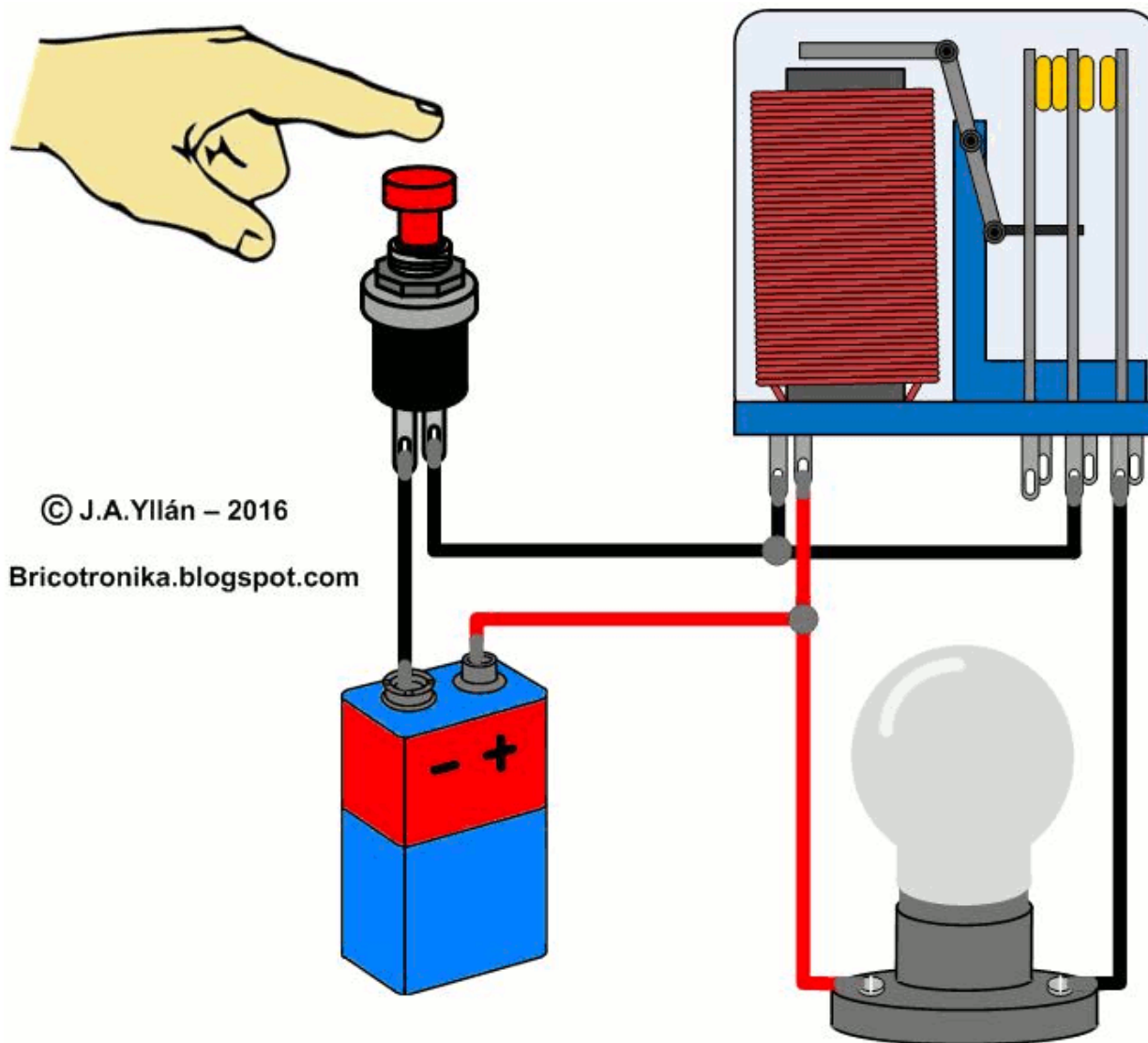
<http://mundoprojetado.com.br/rele-o-que-e-e-como-funciona/>



Source: pinimg.com

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Relay\\_principle\\_horizontal\\_new.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Relay_principle_horizontal_new.gif)

<https://gfycat.com/openunrealisticchysilophodon>



© J.A.Yllán – 2016

[Bricotronika.blogspot.com](http://Bricotronika.blogspot.com)

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

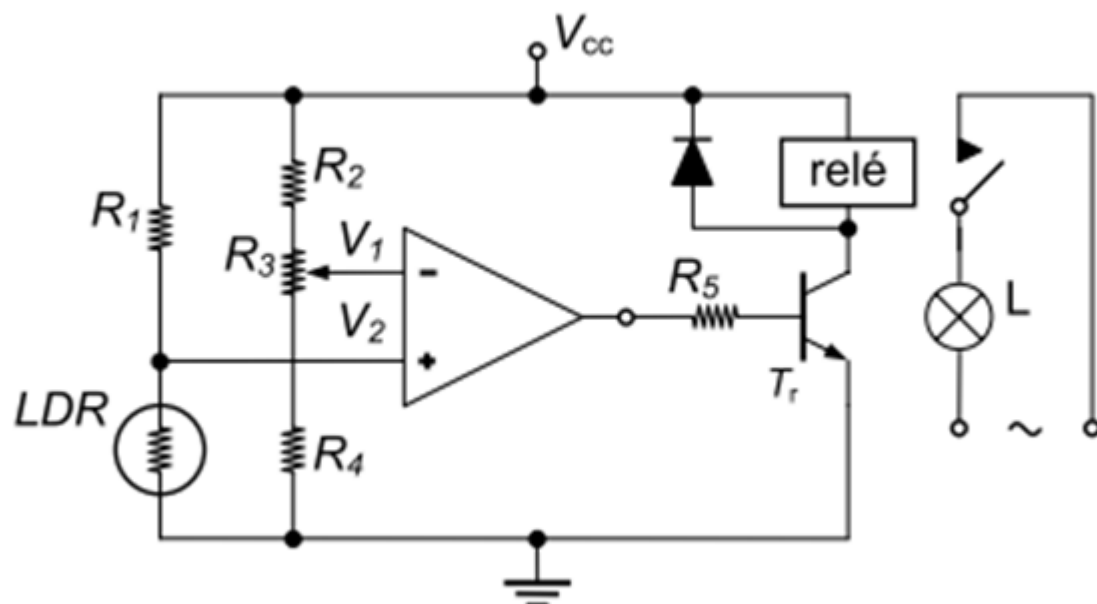


Figura 14

- 20.1 Qual deve ser a relação entre  $V_1$  e  $V_2$  para que a saída do AmpOp seja negativa à luz do dia?

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

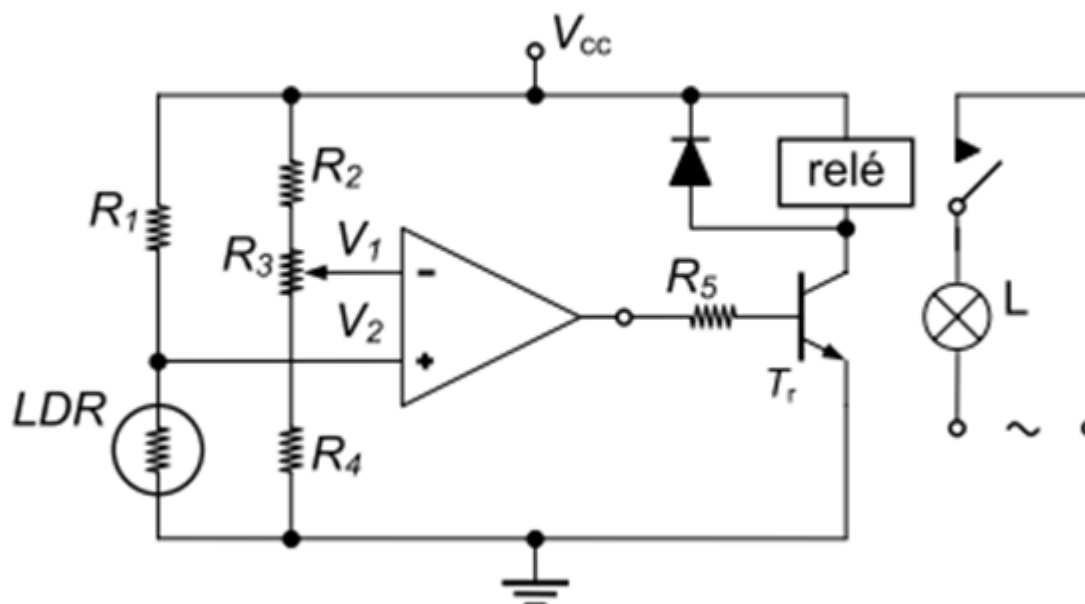


Figura 14

- 20.1 Qual deve ser a relação entre  $V_1$  e  $V_2$  para que a saída do AmpOp seja negativa à luz do dia?

$$V_1 > V_2$$

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

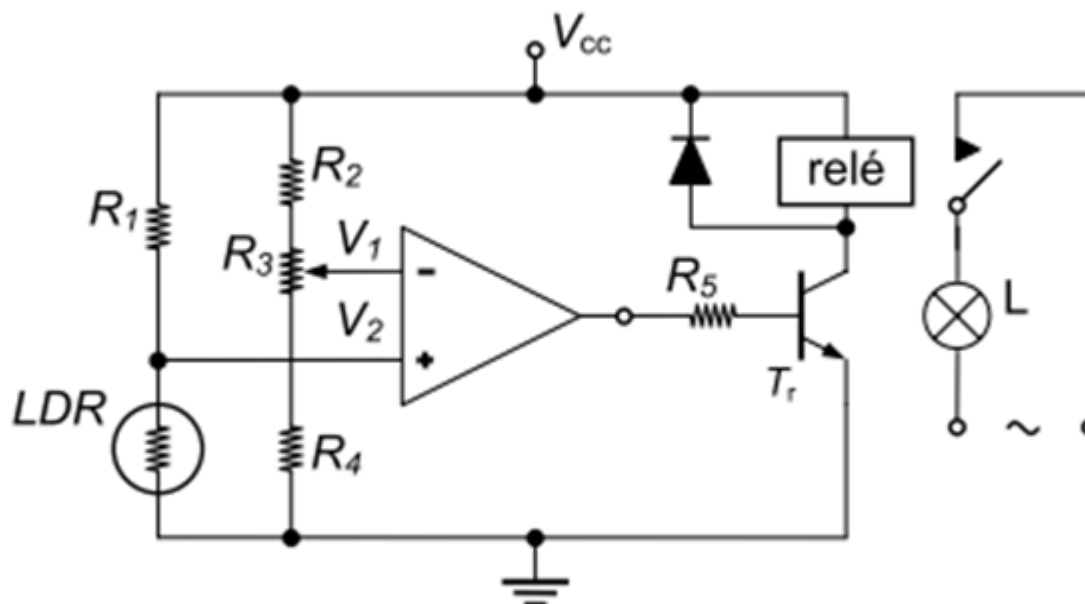


Figura 14

20.2 Diga o que acontece no escuro ...

(a) ... à resistência do LDR?

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

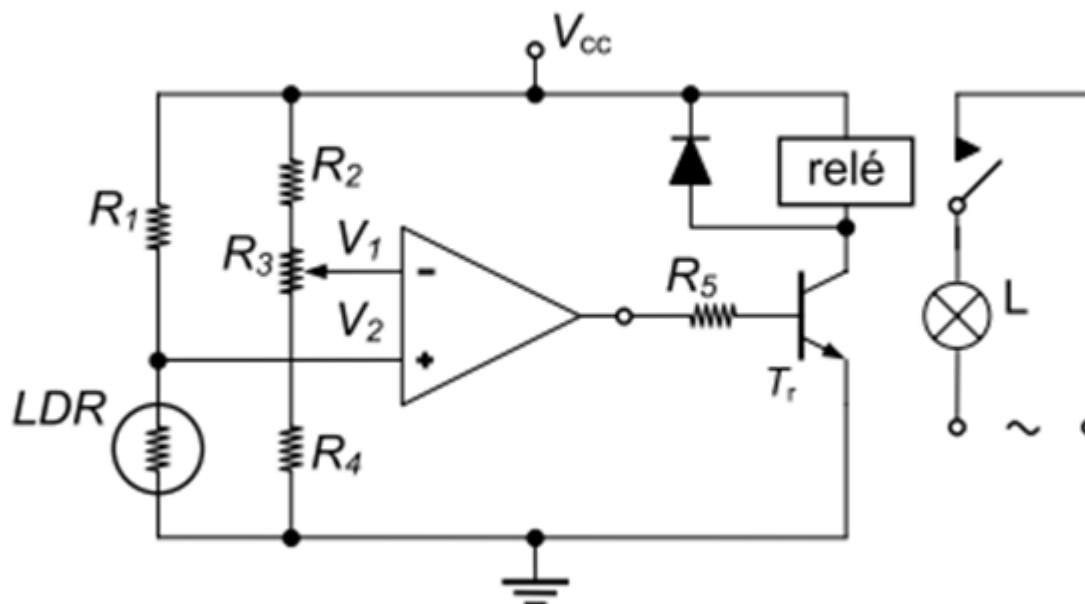


Figura 14

20.2 Diga o que acontece no escuro ...

(a) ... à resistência do LDR?

→ A resistência é muito elevada ( $M\Omega$ 's)

(b) ... à relação entre  $V_1$  e  $V_2$ ?

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

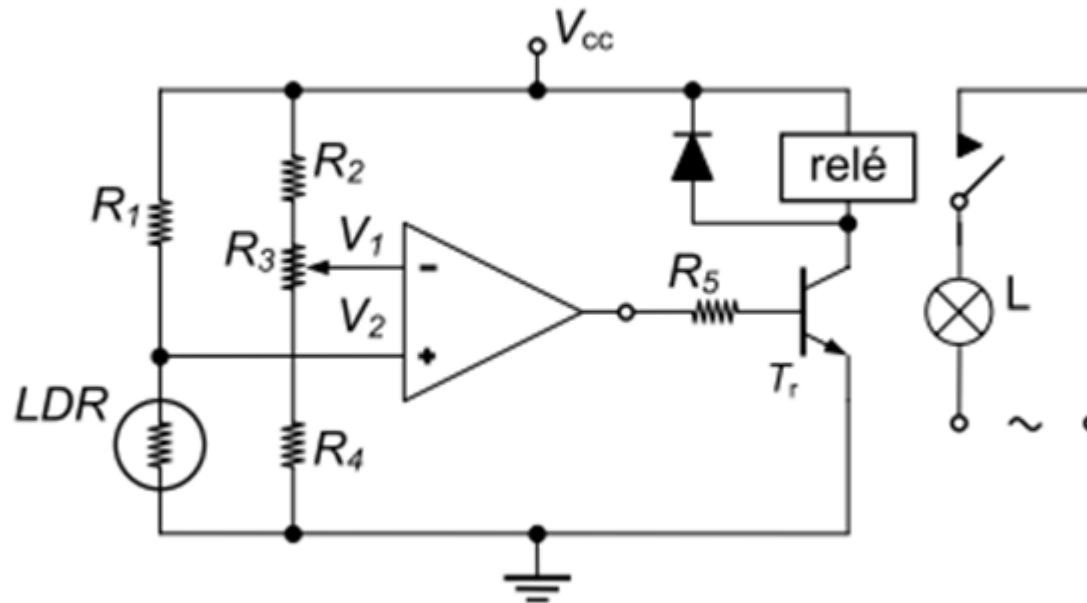


Figura 14

### 20.2 Diga o que acontece no escuro ...

- |   |   |
|---|---|
| (a) ... à resistência do LDR?           | → A resistência é muito elevada ( $M\Omega$ 's) |
| (b) ... à relação entre $V_1$ e $V_2$ ? | → $V_2 > V_1$                                   |
| (c) ... à saída do AmpOp?               |   |



- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

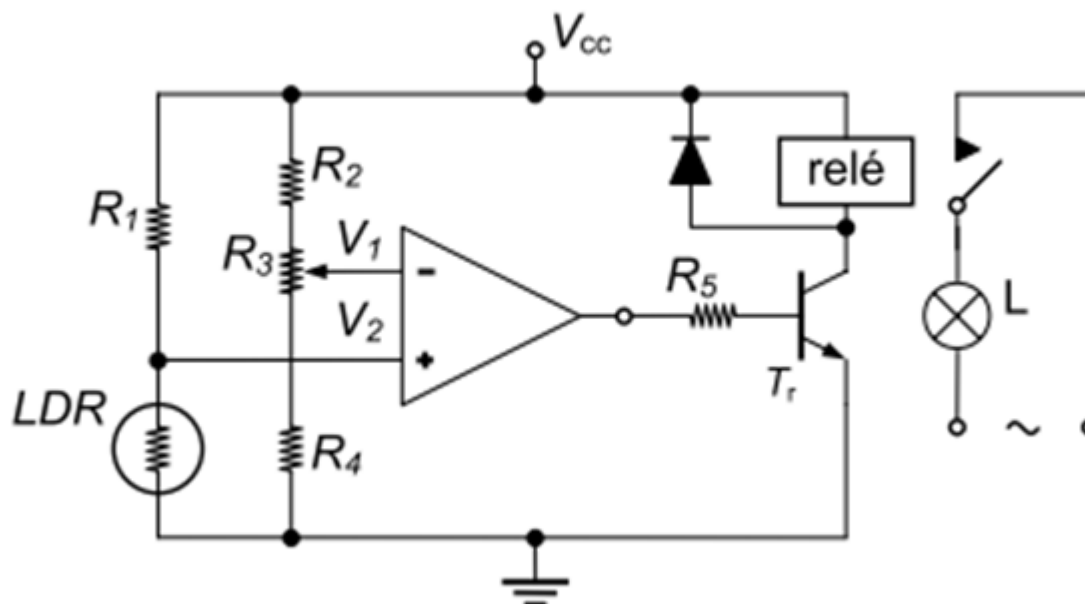


Figura 14

### 20.2 Diga o que acontece no escuro ...

- |   |   |
|---|---|
| (a) ... à resistência do LDR?           | → A resistência é muito elevada ( $M\Omega$ 's) |
| (b) ... à relação entre $V_1$ e $V_2$ ? | → $V_2 > V_1$                                   |
| (c) ... à saída do AmpOp?               | → $v_{\text{saída}} = +V_{\text{sat}}$          |
| (d) ... ao estado da saída de $T_1$ ?   |   |

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

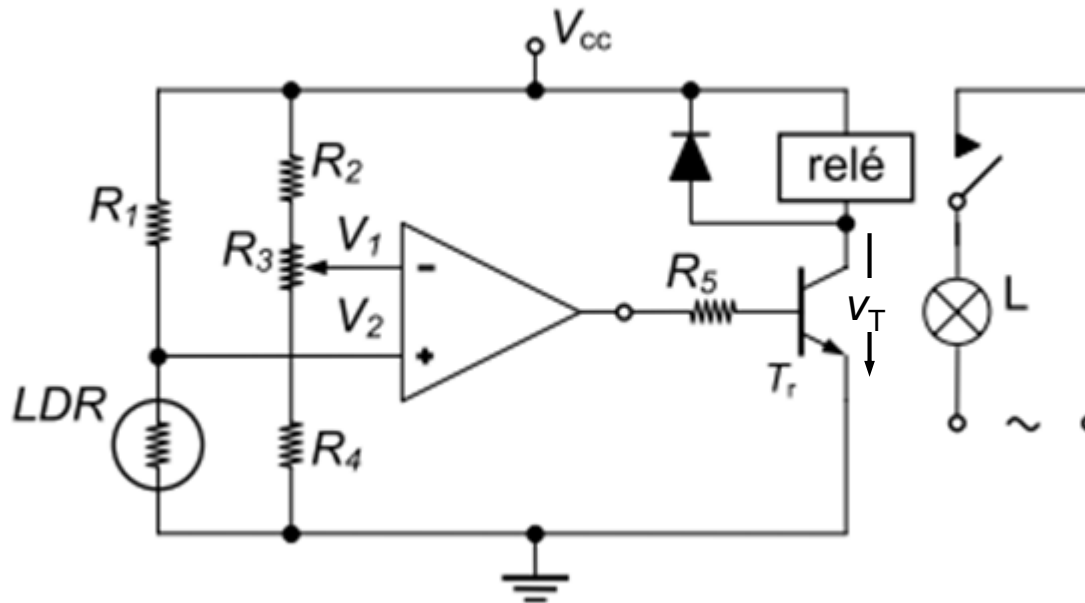


Figura 14

### 20.2 Diga o que acontece no escuro ...

- |   |   |
|---|---|
| (a) ... à resistência do LDR?           | → A resistência é muito elevada ( $M\Omega$ 's) |
| (b) ... à relação entre $V_1$ e $V_2$ ? | → $V_2 > V_1$                                   |
| (c) ... à saída do AmpOp?               | → $v_{\text{saída}} = +V_{\text{sat}}$          |
| (d) ... ao estado da saída de $T_1$ ?   | → $v_T \approx 0$ V (transistor saturado)       |
| (e) ... ao relé (ligado? desligado?)?   |   |

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

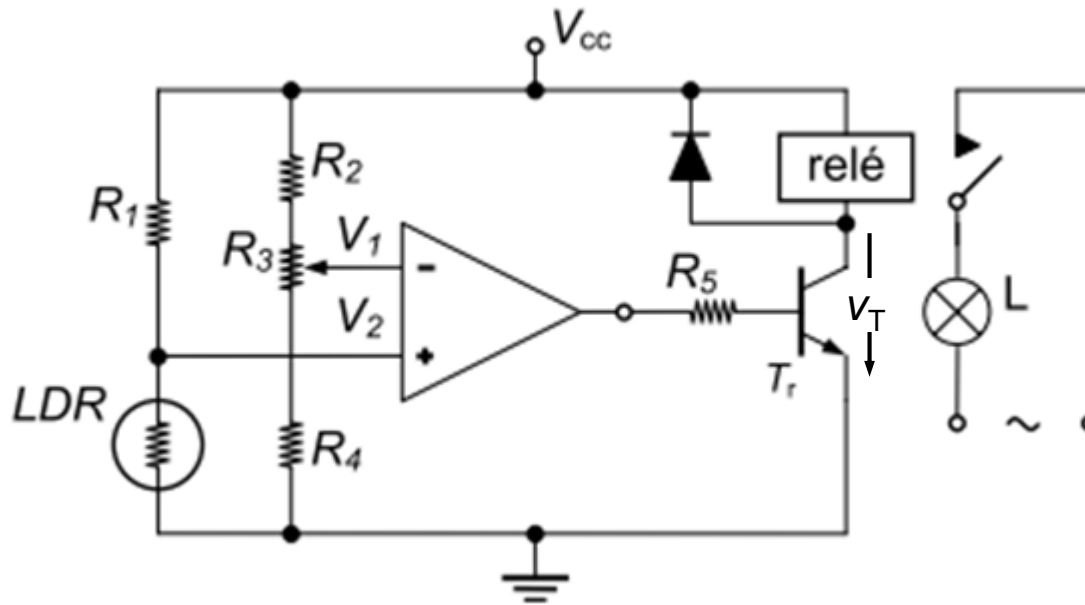


Figura 14

### 20.2 Diga o que acontece no escuro ...

- |   |   |
|---|---|
| (a) ... à resistência do LDR?           | → A resistência é muito elevada ( $M\Omega$ 's) |
| (b) ... à relação entre $V_1$ e $V_2$ ? | → $V_2 > V_1$                                   |
| (c) ... à saída do AmpOp?               | → $v_{\text{saída}} = +V_{\text{sat}}$          |
| (d) ... ao estado da saída de $T_1$ ?   | → $v_T \approx 0$ V (transistor saturado)       |
| (e) ... ao relé (ligado? desligado?)?   | → O relé está ligado (a lâmpada acende)         |

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

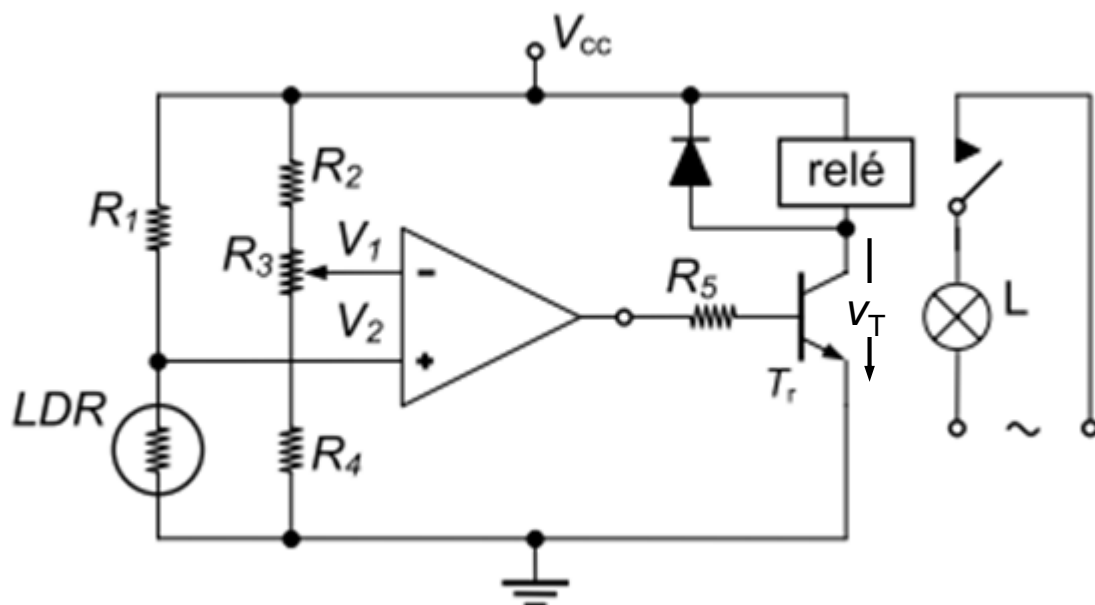


Figura 14

20.3 Como alteraria o circuito para que o relé ficasse desligado no escuro e ligado à luz do dia?

- 20 O circuito da Figura 14 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

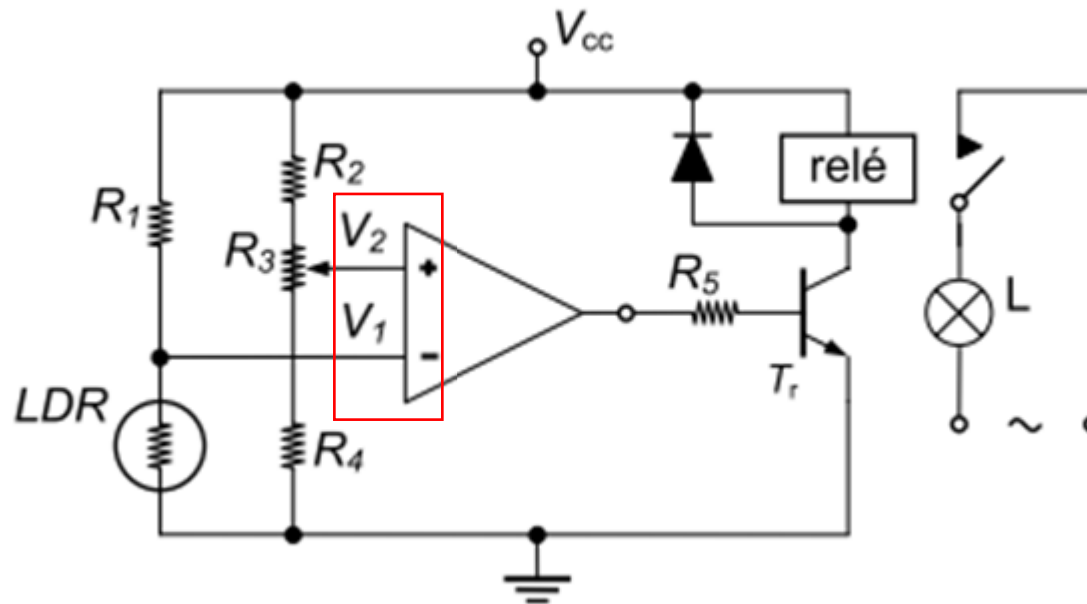


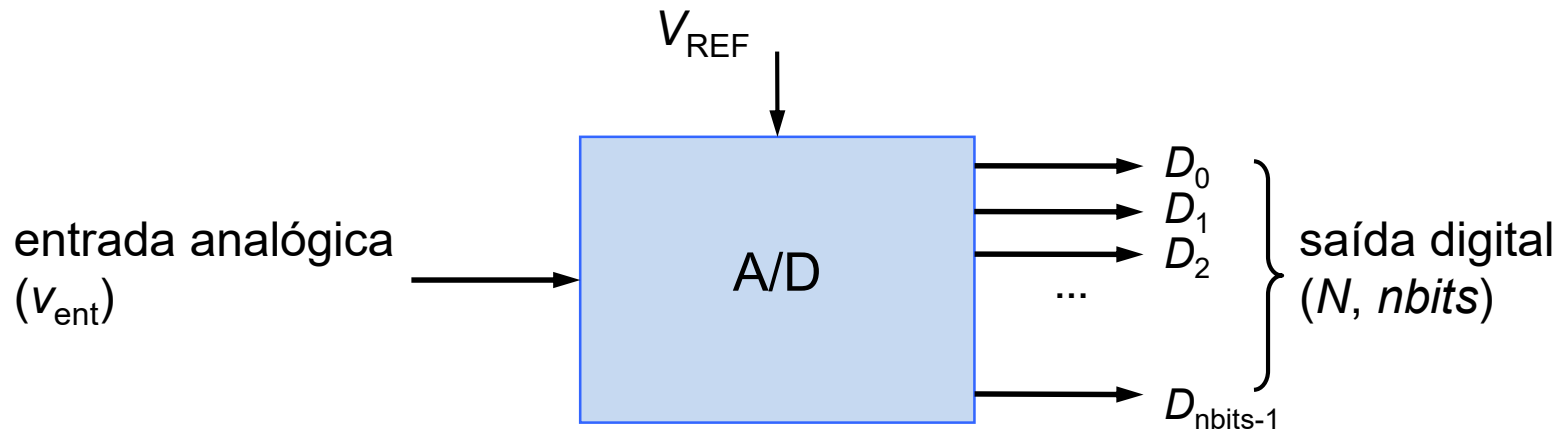
Figura 14

20.3 Como alteraria o circuito para que o relé ficasse desligado no escuro e ligado à luz do dia?

Trocava as ligações de entrada do comparador!

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.1 Qual é a resolução da conversão em volts?

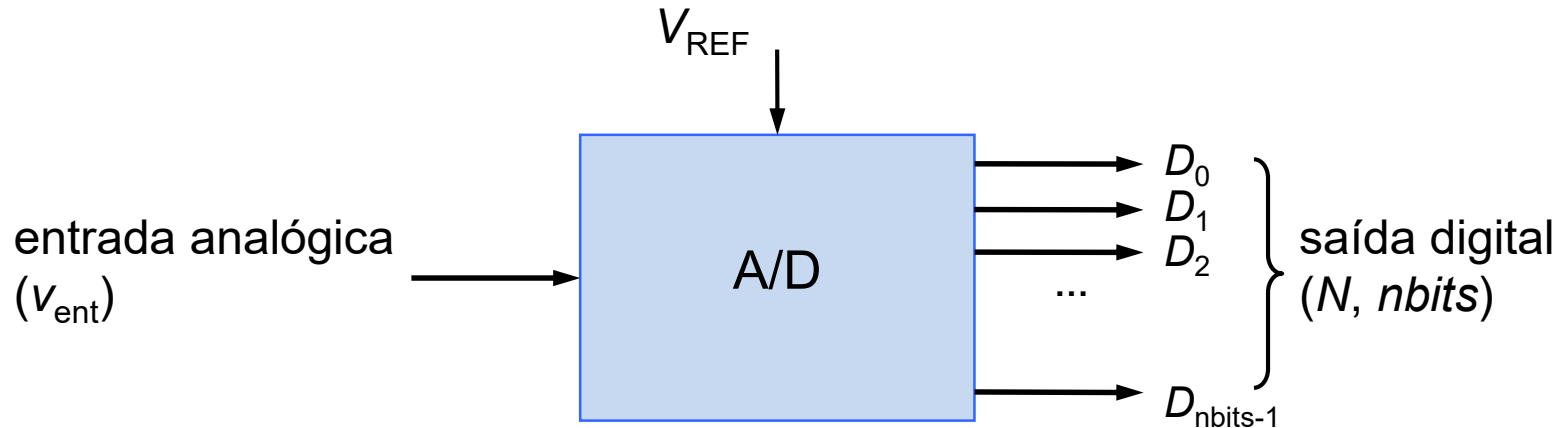


$$resolução = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1}$$

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.1 Qual é a resolução da conversão em volts?



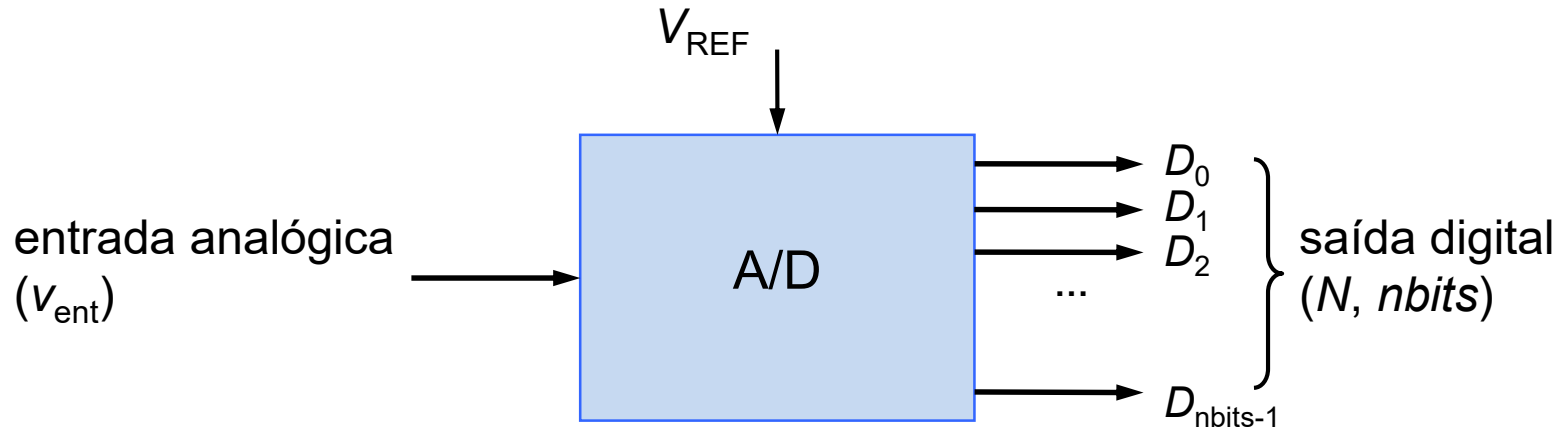
$$resolução = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1}$$

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$

$$V_{REF} = 10 \text{ V}, \quad nbits = 8$$

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.1 Qual é a resolução da conversão em volts?



$$resolução = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1}$$

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$

$$V_{REF} = 10 \text{ V}, \quad nbits = 8 \quad \rightarrow \quad resolução = \frac{10 \text{ V}}{2^8 - 1} = 0,0392 \text{ V}$$



- 60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.
- 60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

- 60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.
- 60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$

- 60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.
- 60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$

$$\rightarrow N_{(6V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,0V \right) = 153$$

$$\rightarrow N_{(6,2V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,2V \right) = 158$$

- 60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.
- 60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$
$$\rightarrow N_{(6V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,0V \right) = 153$$
$$\rightarrow N_{(6,2V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,2V \right) = 158$$

$$V_{N_{(6V)}} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \times N_{(6V)} = \frac{10}{255} \times 153 = 6,0 \text{ V}, \quad V_{N_{(6,2V)}} = \frac{10}{255} \times 158 = 6,19607...V$$

- 60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.
- 60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right)$$
$$\rightarrow N_{(6V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,0V \right) = 153$$
$$\rightarrow N_{(6,2V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,2V \right) = 158$$

$$V_{N_{(6V)}} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \times N_{(6V)} = \frac{10}{255} \times 153 = 6,0 \text{ V}, \quad V_{N_{(6,2V)}} = \frac{10}{255} \times 158 = 6,19607... \text{ V}$$

Em valor absoluto:

$$\rightarrow \text{Erro}_{(6V)} = 6V - 6V = 0V, \quad \text{Erro}_{(6,2V)} = 6,19607 \text{ V} - 6,2 \text{ V} = 0,0039V$$

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right) \quad \rightarrow N_{(6V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,0V \right) = 153$$
$$\rightarrow N_{(6,2V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,2V \right) = 158$$

$$V_{N_{(6V)}} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \times N_{(6V)} = \frac{10}{255} \times 153 = 6,0 \text{ V}, \quad V_{N_{(6,2V)}} = \frac{10}{255} \times 158 = 6,19607... \text{ V}$$

Em valor absoluto:

$$\rightarrow \text{Erro}_{(6V)} = 6V - 6V = 0V, \quad \text{Erro}_{(6,2V)} = 6,19607 \text{ V} - 6,2 \text{ V} = 0,0039V$$

Em % do valor lido:

$$\rightarrow \text{Erro}_{(6V)} \% = \frac{6V - 6V}{6V} = 0\%, \quad \text{Erro}_{(6,2V)} \% = \frac{6,19607 \text{ V} - 6,2 \text{ V}}{6,2 \text{ V}} = 0,063\%$$

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

$$N = INT \left( \frac{2^{nbits} - 1}{V_{REF}} \times V_{ent} \right) \quad \rightarrow N_{(6V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,0V \right) = 153$$
$$\rightarrow N_{(6,2V)} = INT \left( \frac{255}{10} \times 6,2V \right) = 158$$

$$V_{N_{(6V)}} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \times N_{(6V)} = \frac{10}{255} \times 153 = 6,0 \text{ V}, \quad V_{N_{(6,2V)}} = \frac{10}{255} \times 158 = 6,19607... \text{ V}$$

Em valor absoluto:

$$\rightarrow \text{Erro}_{(6V)} = 6V - 6V = 0V, \quad \text{Erro}_{(6,2V)} = 6,19607 \text{ V} - 6,2 \text{ V} = 0,0039V$$

Em % do valor lido:

$$\rightarrow \text{Erro}_{(6V)} \% = \frac{6V - 6V}{6V} = 0\%, \quad \text{Erro}_{(6,2V)} \% = \frac{6,19607 \text{ V} - 6,2 \text{ V}}{6,2 \text{ V}} = 0,063\%$$

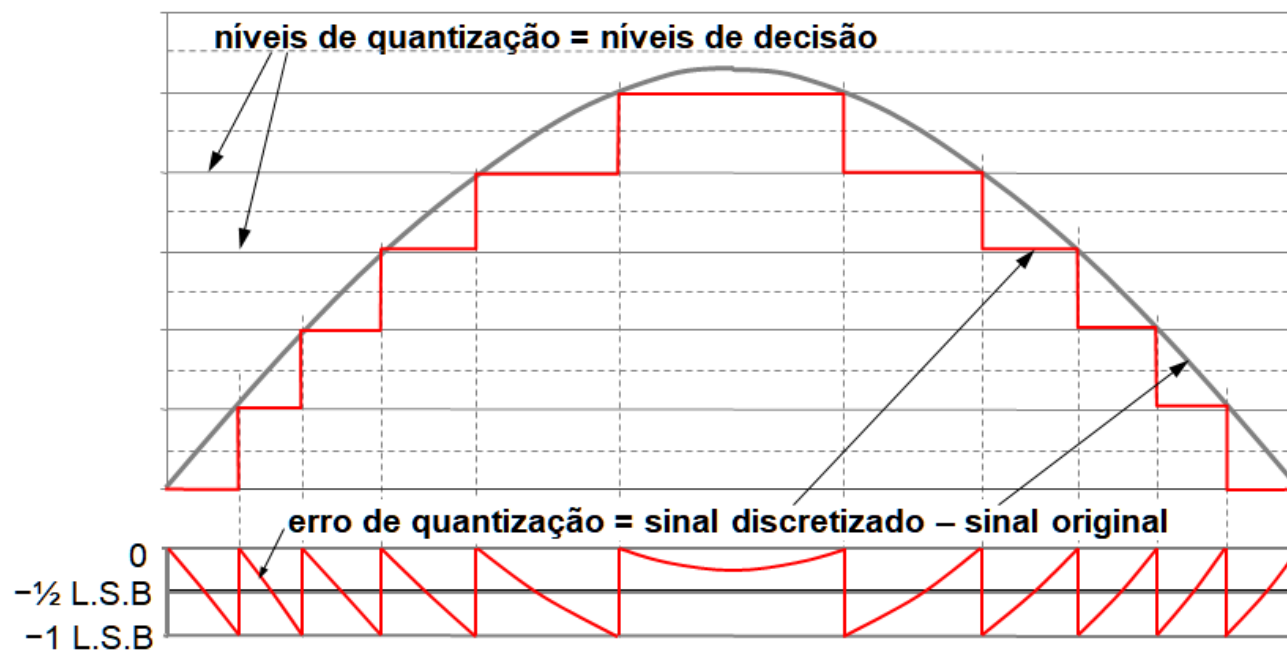
Em % do do fim de escala (FS, 10V):

$$\rightarrow \text{Erro}_{(6V)} \% = \frac{6V - 6V}{10V} = 0\%, \quad \text{Erro}_{(6,2V)} \% = \frac{6,19607 \text{ V} - 6,2 \text{ V}}{10 \text{ V}} = 0,039\%$$

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.3 Qual é o maior erro resultante da quantização em percentagem do fim de escala?

$$\Delta V_{\max} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1}, \rightarrow \text{erro}_{\max} \% = \left( \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \right) / V_{REF} \times 100\%$$





**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.3 Qual é o maior erro resultante da quantização em percentagem do fim de escala?

$$\Delta V_{\max} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1}, \rightarrow \text{erro}_{\max} \% = \left( \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \right) / V_{REF} \times 100\%$$

$$\rightarrow \text{erro}_{\max} \% = \frac{1}{2^{nbits} - 1} \times 100\% = \frac{1}{255} \times 100\% = 0,39\%$$

**60** Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

60.3 Qual é o maior erro resultante da quantização em percentagem do fim de escala?

$$\Delta V_{\max} = \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1}, \rightarrow \text{erro}_{\max} \% = \left( \frac{V_{REF}}{2^{nbits} - 1} \right) / V_{REF} \times 100\%$$

$$\rightarrow \text{erro}_{\max} \% = \frac{1}{2^{nbits} - 1} \times 100\% = \frac{1}{255} \times 100\% = 0,39\%$$

60.4 Qual seria a resolução (em volts) para uma gama de tensões de entrada entre -10V e +10V?

$$\text{resolução} = \frac{20}{2^8 - 1} = 0,0784 \text{ V}$$