

# ARDUINO

## em corrente alternada

Alexandre Aravecchia

22 de outubro de 2017



LATINO**WARE** 2017



## Sumário

<b>1</b>	<b>Proposta</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Fatores envolvidos</b>	<b>5</b>
2.1	Riscos envolvidos . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Corrente elétrica</b>	<b>8</b>
3.1	Corrente contínua . . . . .	9
3.2	Corrente alternada monofásica . . . . .	10
3.3	Corrente alternada bifásica . . . . .	11
3.4	Corrente alternada trifásica . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Divisores de tensão</b>	<b>13</b>
4.1	Efeito Joule . . . . .	14
4.2	Protocolo NE-555 . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Optoacopladores</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Tensões e correntes no Arduino.</b>	<b>19</b>
6.1	Alimentação externa . . . . .	20
6.2	Relay . . . . .	21
6.3	Contactores . . . . .	22
6.3.1	Quadro de energia . . . . .	25
6.4	Perturbações elétricas . . . . .	28
6.5	Snubber com diodo . . . . .	29
6.6	Snubber com Resistor e Capacitor . . . . .	31
6.7	Montagem correta . . . . .	33



---

<b>7 Relays de estado sólido</b>	<b>34</b>
<b>8 Controle de Potência por Fase.</b>	<b>35</b>
<b>9 Controladores Lógicos Programáveis</b>	<b>36</b>
<b>10 Controllino</b>	<b>38</b>
<b>11 Agradecimentos</b>	<b>44</b>
<b>12 Duvidas?</b>	<b>45</b>



# 1 Eletrônica para Arduino em corrente alternada

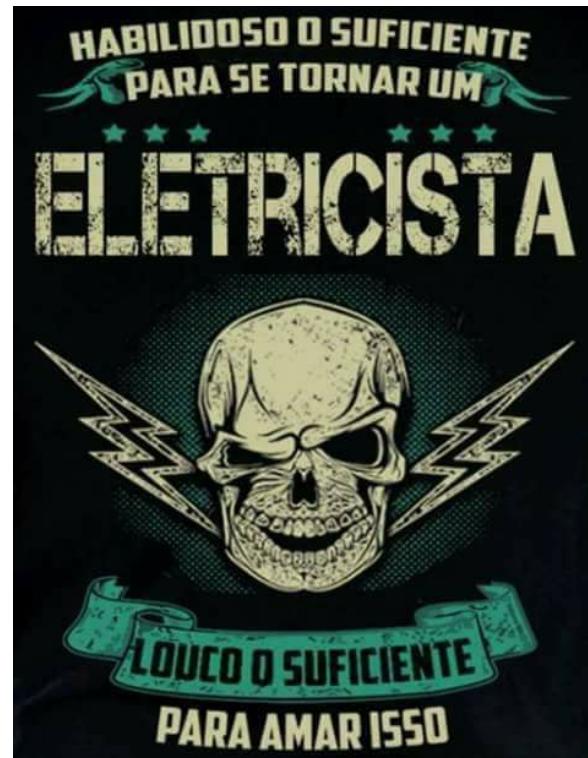
Arduino pode controlar máquinas de potências maiores.

- ✓ Maiores quanto?
- ✓ Como?
- ✓ Quais os fatores e riscos envolvidos no projeto?
- ✓ Posso ligar um Relay-Shield diretamente ao contador?
- ✓ Como devem ser projetadas as entradas e saídas?
- ✓ Como transmitir e armazenar dados?
- ✓ Como devem ser as interfaces homem-máquina?
- ✓ É seguro?
- ✓ É confiável?
- ✓ Arduino pode ser usado como CLP industrial?
- ✓ Quais normas devem ser seguidas?



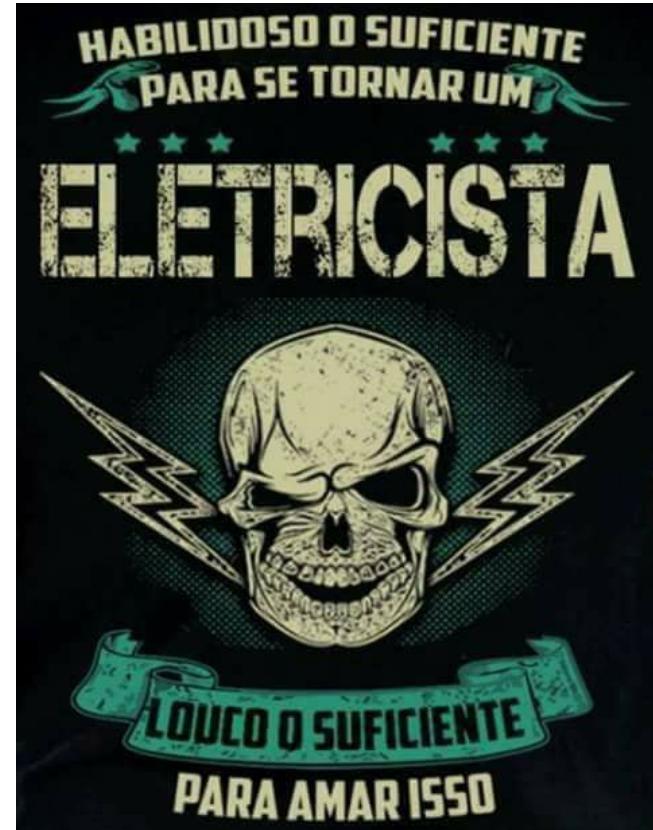
## 2 Fatores envolvidos

- ✓ Segurança.
- ✓ Tensões: 220 a 760 V.
- ✓ Correntes: 1 a 100 A.





- ✓ Ambiente propenso a acidentes.
- ✓ Falhas humanas.
- ✓ Corrosão.
- ✓ Falhas elétricas.
- ✓ Falhas mecânicas.
- ✓ Descargas atmosféricas.
- ✓ Curto-circuitos.
- ✓ Circuitos mal dimensionados.
- ✓ Desgaste.
- ✓ Falhas de isolamento.
- ✓ Lei de Murphy.





## 2.1 Riscos envolvidos

### Acidentes graves ou fatais:

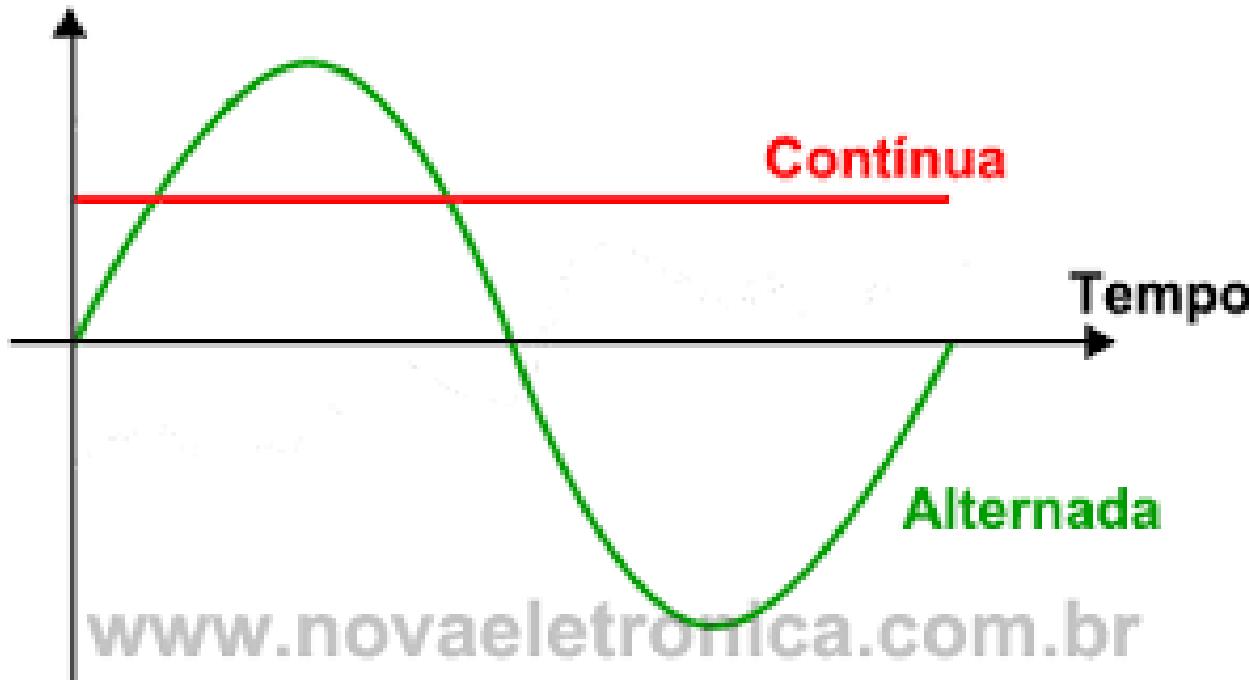
- ✓ Quedas de grandes alturas;
- ✓ Choques mecânicos;
- ✓ Esmagamento;
- ✓ Queimaduras graves;
- ✓ Paradas cardio-respiratórias;
- ✓ Mutilações;
- ✓ Morte instantânea.



Erros são inadmissíveis!



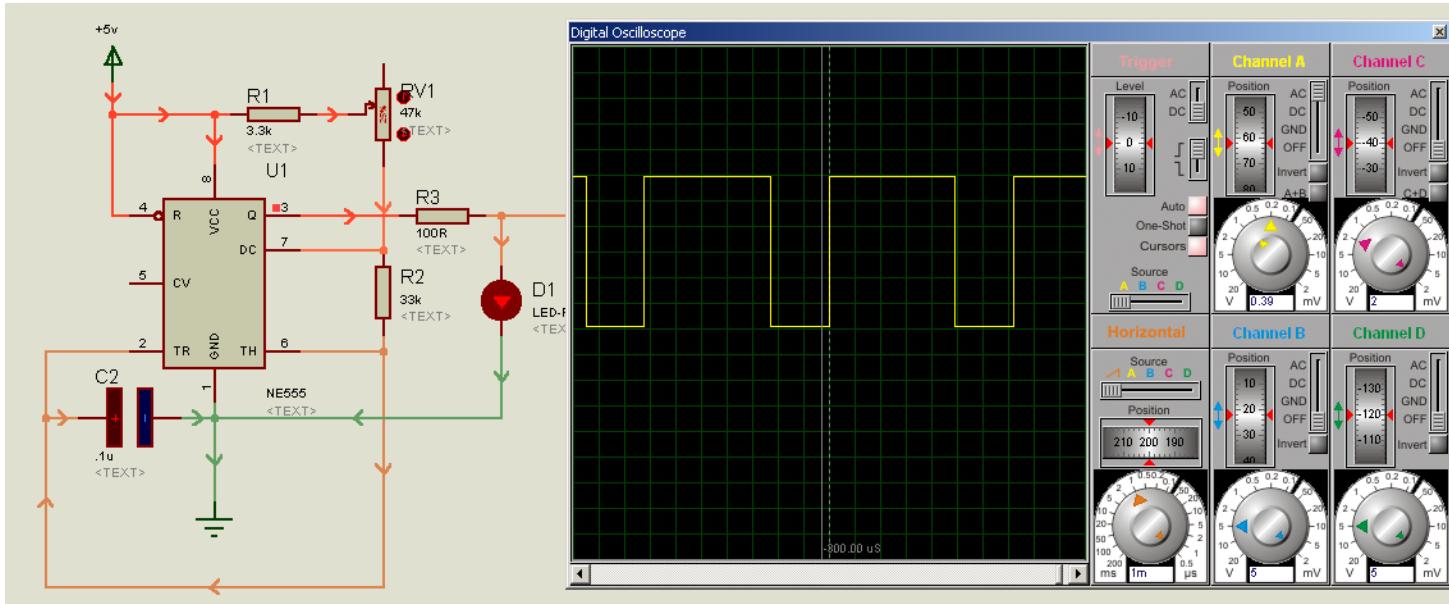
### 3 Corrente elétrica





## 3.1 Corrente contínua

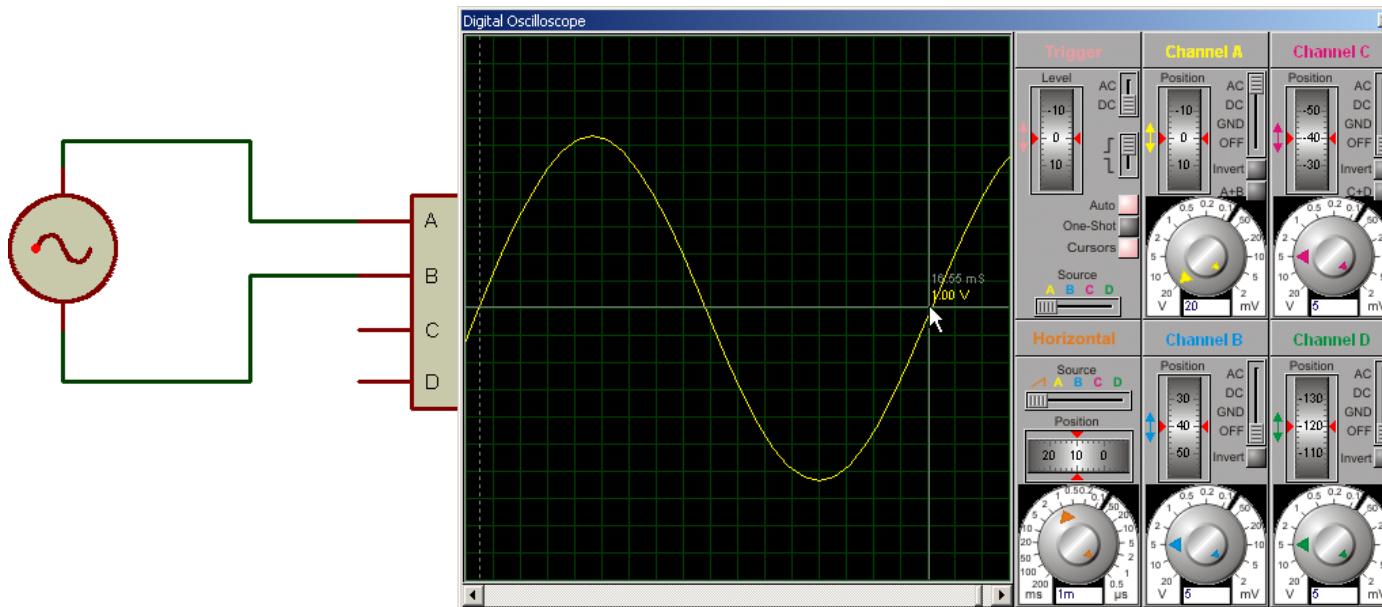
Transmissão de dados.





## 3.2 Corrente alternada monofásica

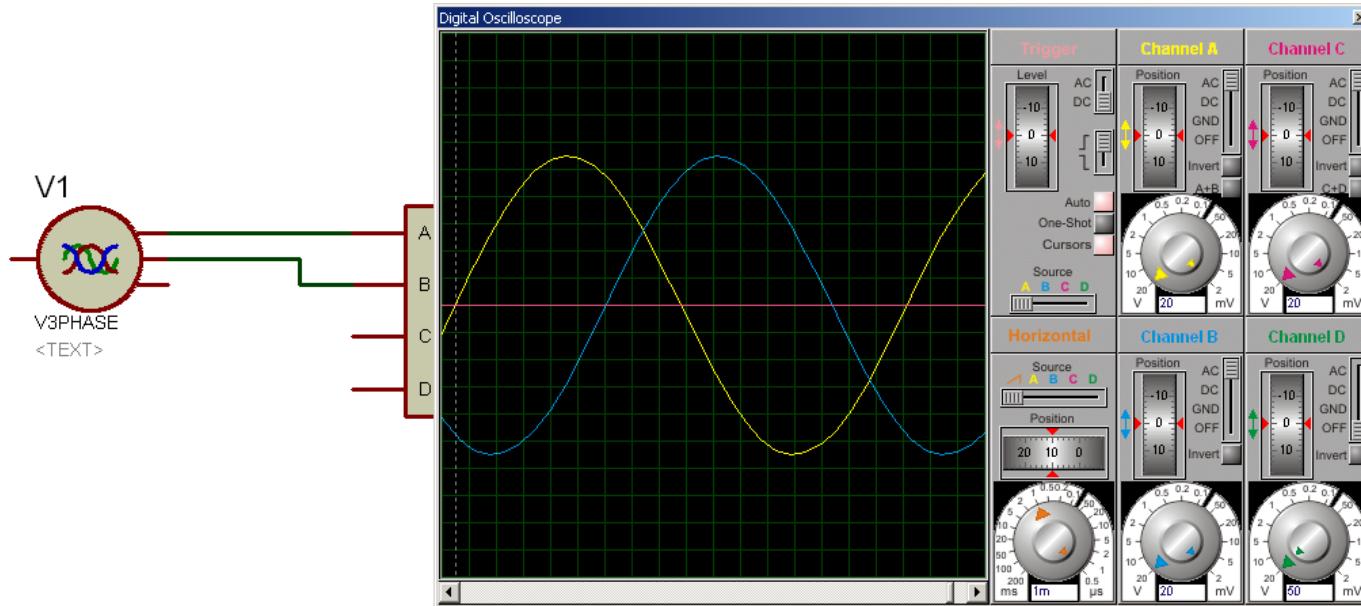
Transmissão de energia entre uma fase e um neutro.





### 3.3 Corrente alternada bifásica

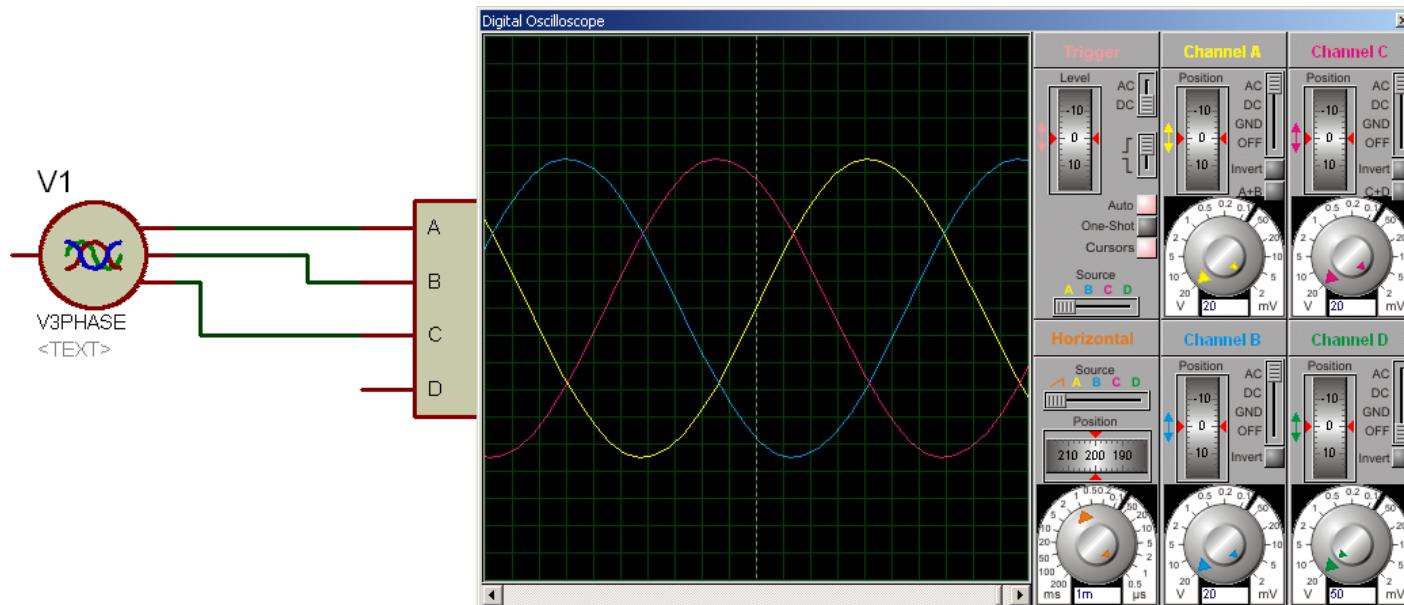
Transmissão de energia em 2 fases.





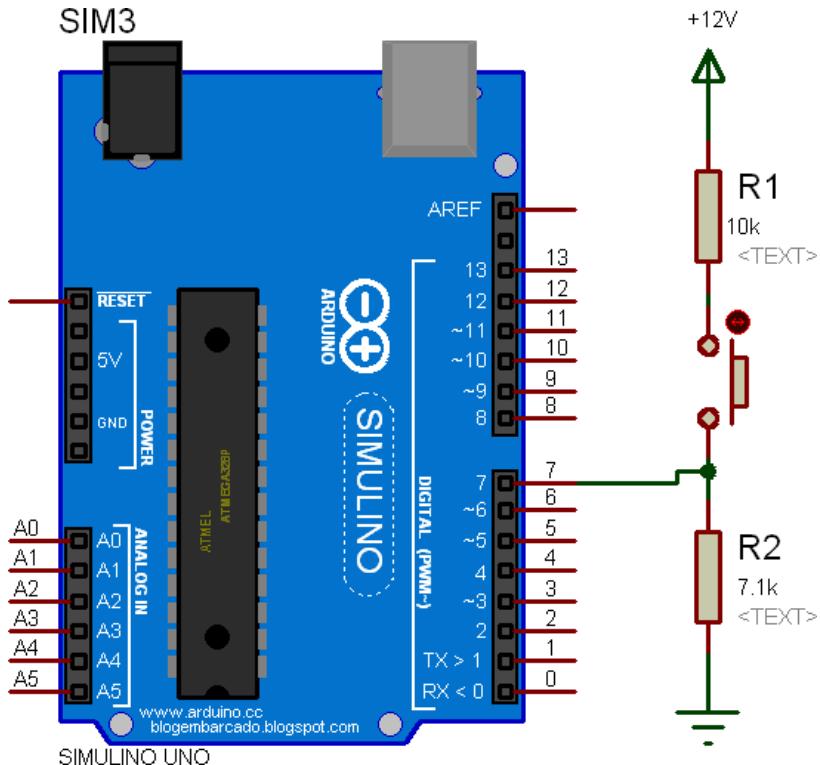
## 3.4 Corrente alternada trifásica

Transmissão de energia em 3 fases.





## 4 Divisores de tensão.



$$V_{in} = \frac{R_2 * V_{cc}}{R_1 + R_2}$$

$$5 = \frac{R_2 * 12}{10000 + R_2}$$

$$50000 + 5R_2 = 12R_2$$

$$7R_2 = 50000$$

$$R_2 = 7142\Omega$$

$$R_2 \sim 7.1k\Omega$$



## 4.1 Efeito Joule.



$$R = \frac{\sigma * L}{A}$$

$R \Rightarrow$ Resistência;

$\sigma \Rightarrow$ Resistividade=  $1.72 * 10^{-8} \Omega * m$ ;

$L \Rightarrow$ comprimento (m);

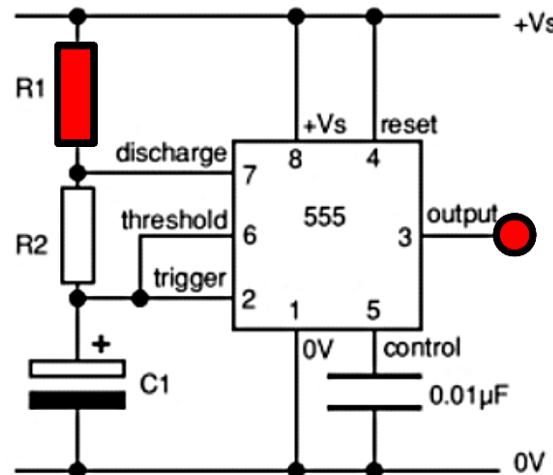
$A \Rightarrow$ seção do condutor ( $m^2$ );



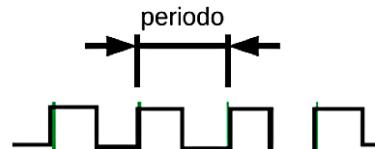
## 4.2 Protocolo NE-555.

**Arduino** não pode ler sensores analógicos a distâncias maiores que 2 metros.

### Conversores Analógicos Digitais



Arduino:  
função pulseIn()





## Deduzindo das equações de Steinhart-Hart e NE-555:

$$T_{Celsius} = \left\{ \left( \frac{1}{K_0} \right) + \left\{ \frac{\ln \left[ \frac{\left( \frac{1.44T}{C_1} - 2R_2 \right)}{R_0} \right]}{B} \right\} \right\}^{-1} - 273$$

**Onde:**

$K_0$  = Temperatura característica do termistor (em Kelvin):  $25^\circ C = 298K$

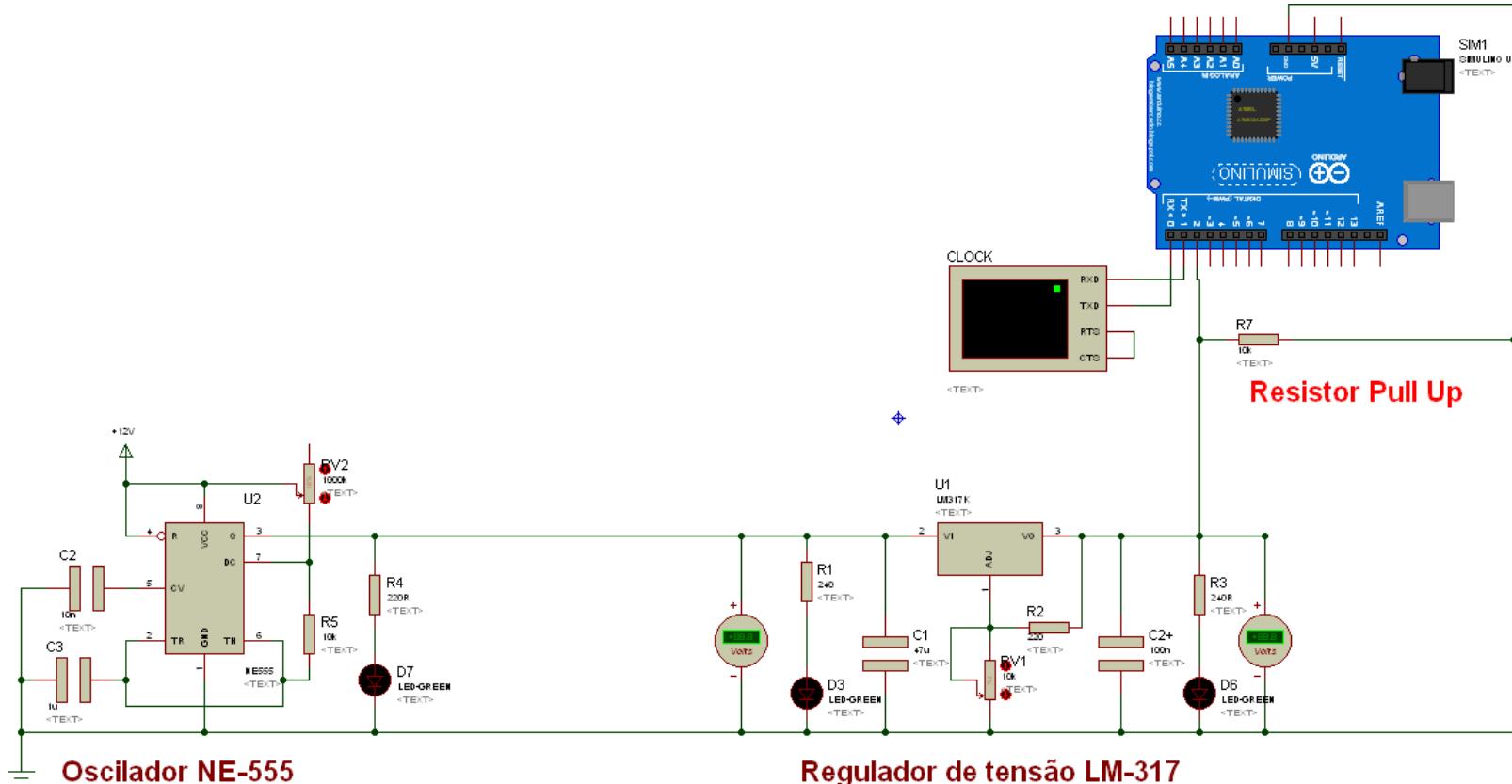
$T$  = Período (em segundos);

$C_1$  = Capacitor principal;

$R_2$  = Resistor ligado ao trigger (pino 6 do NE-555);

$R_0$  = Resistência característica do termistor ( $100k\Omega - 25^\circ C$ );

$B$  = Fator Beta (ver datasheet).



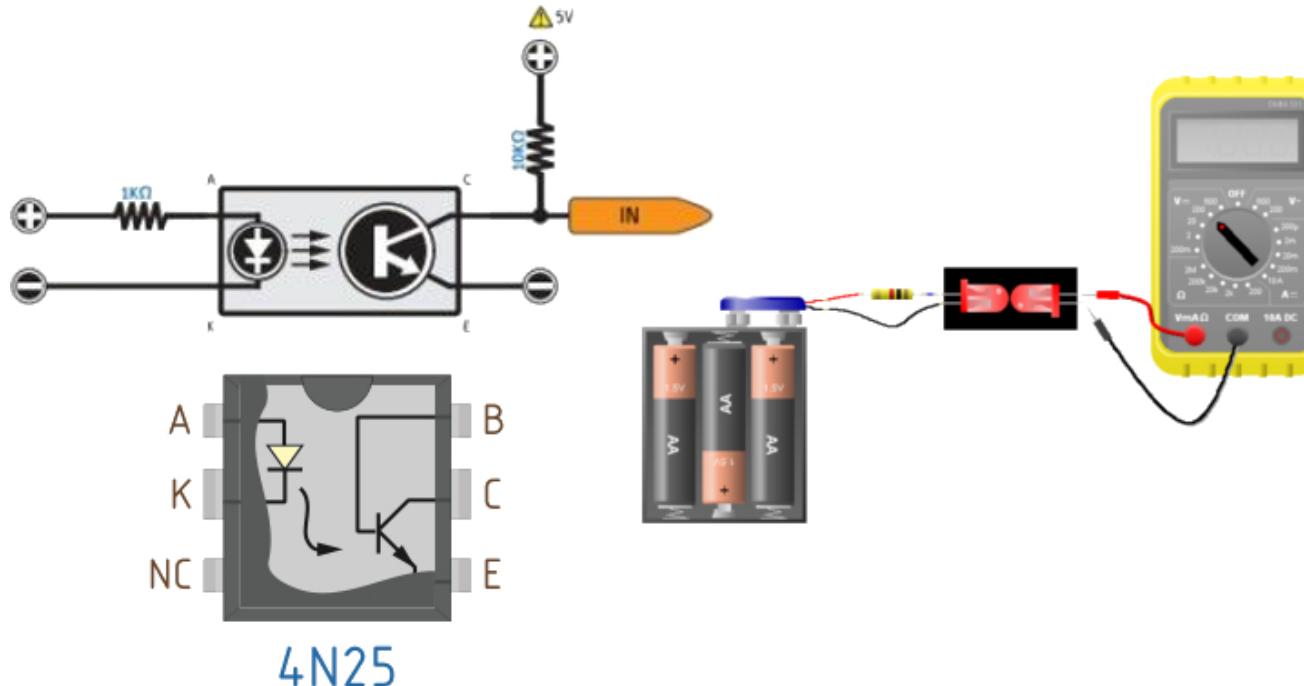
Oscilador NE-555

Regulador de tensão LM-317



## 5 Optoacopladores.

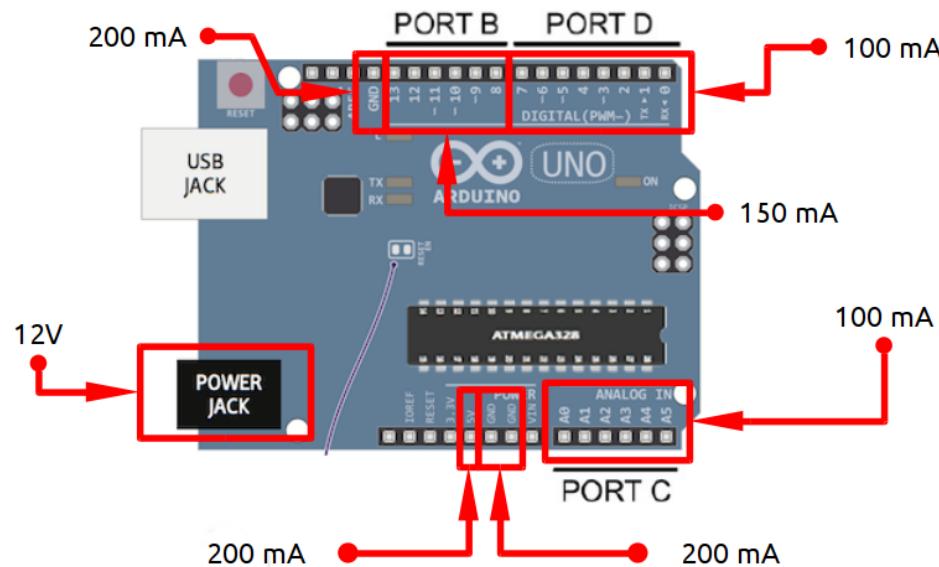
**Garantem a segurança** (do Arduino, não a sua!)





## 6 Tensões e correntes no Arduino

Alimentação externa acima de 5V ou 40mA.

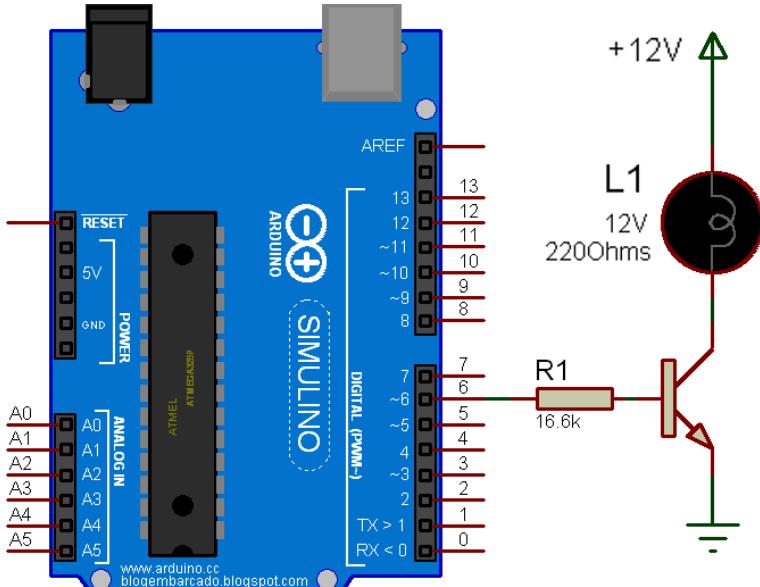




## 6.1 Alimentação externa

### Polarização de transistores:

Dimensionamento de resistores.



### Verificação direta:

- ✓ Verificar se o Arduino suporta  $I_B$ :

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

- ✓ Verificar a corrente  $I_{MAX}$  no coletor:

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_T}{R_C}$$

- ✓ Calcular  $R_B$  diretamente:

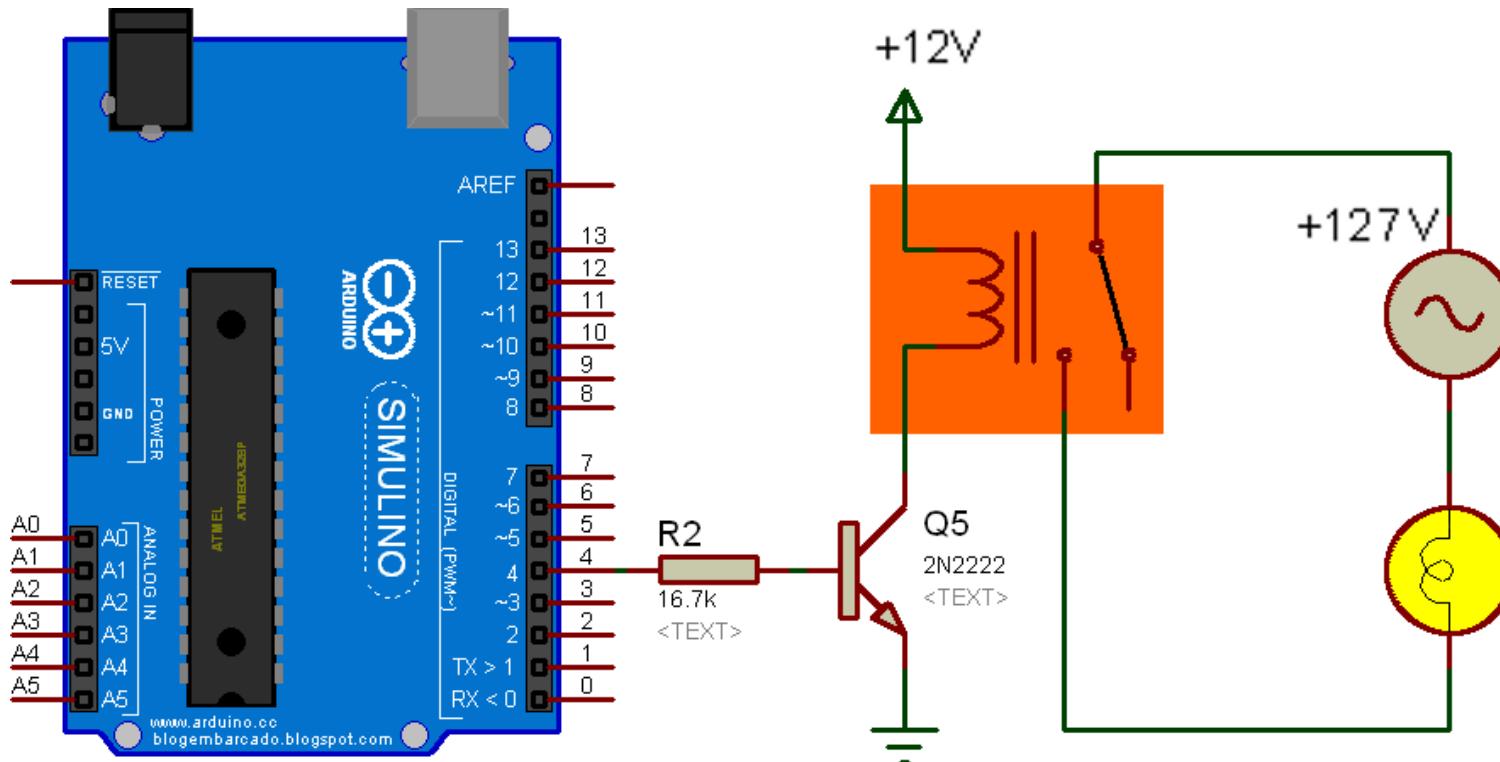
$$R_B = \frac{V_B * \beta * R_C}{V_{CC} - V_T}$$

- ✓ Potência no emissor:

$$P_E = (V_{CC} - V_T) * (I_C + I_B)$$

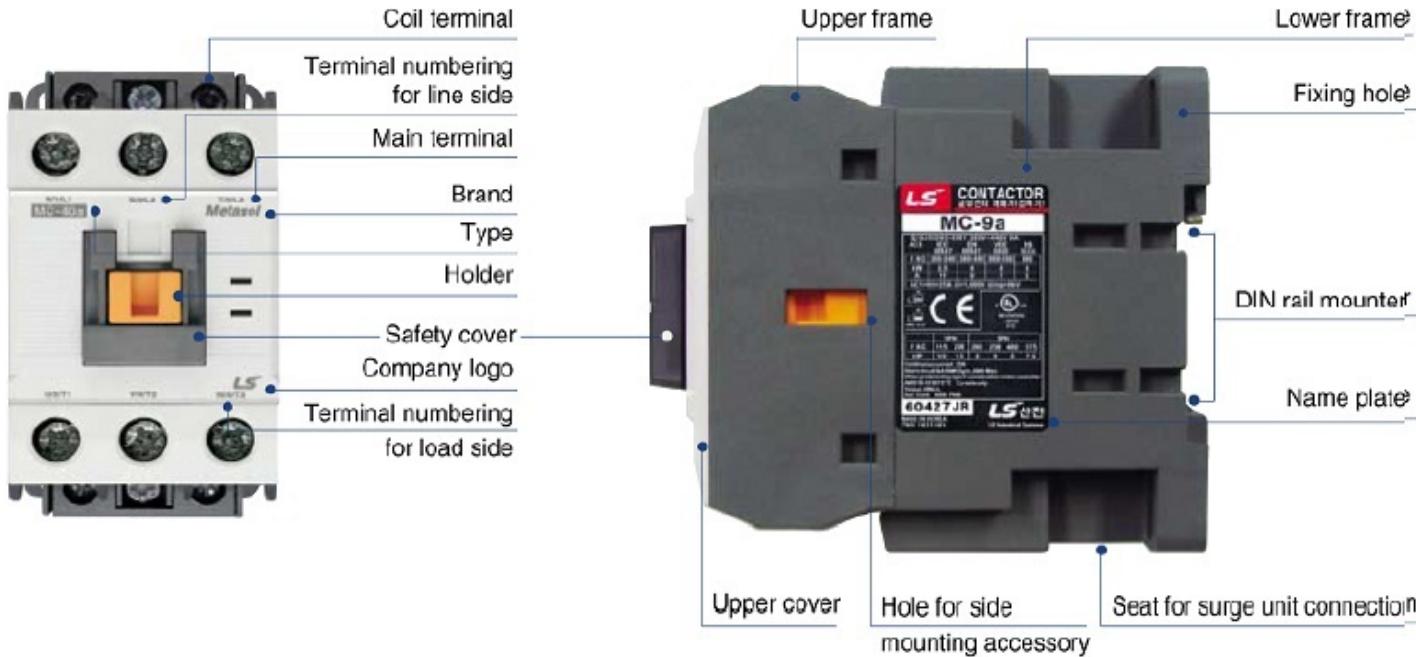


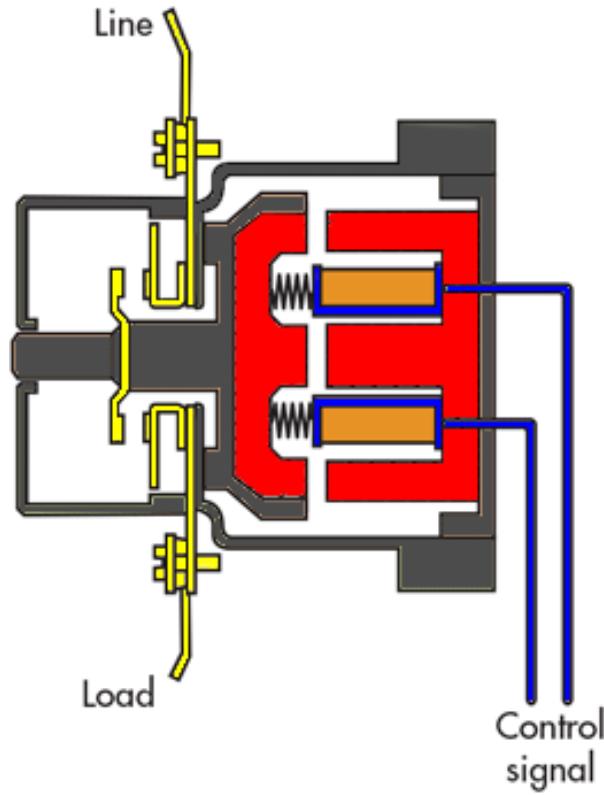
## 6.2 Relay



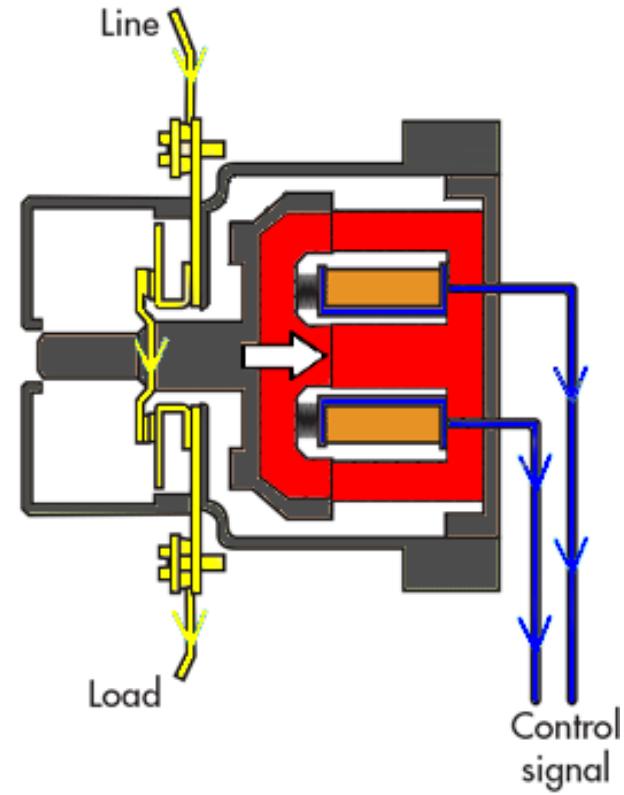


## 6.3 Contactores

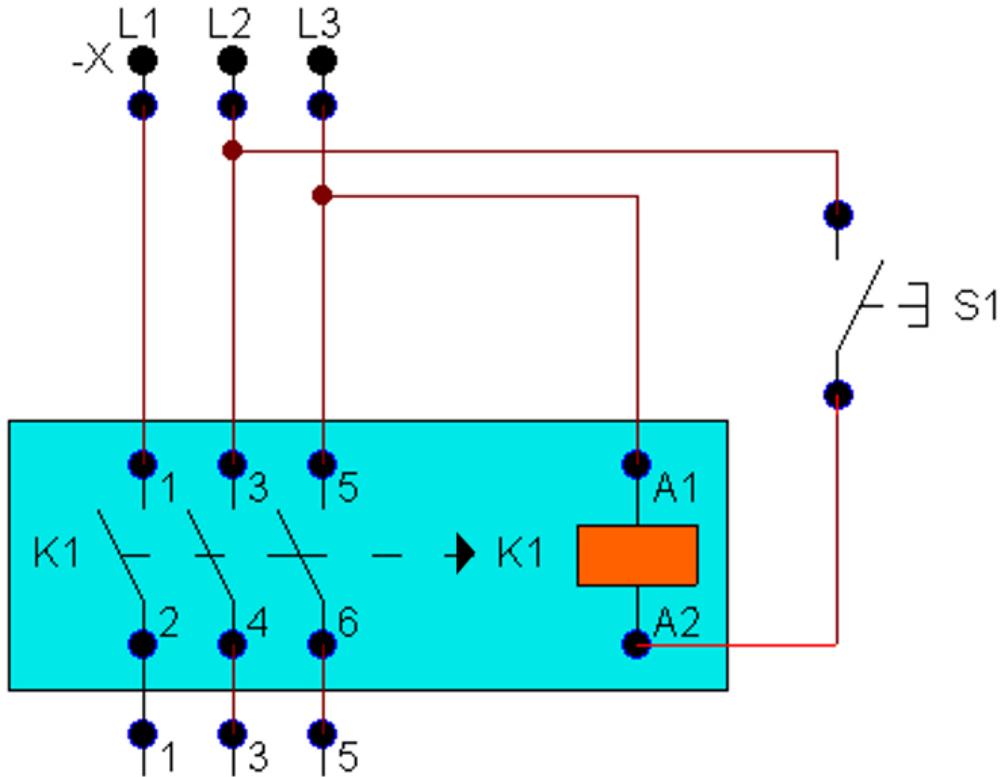
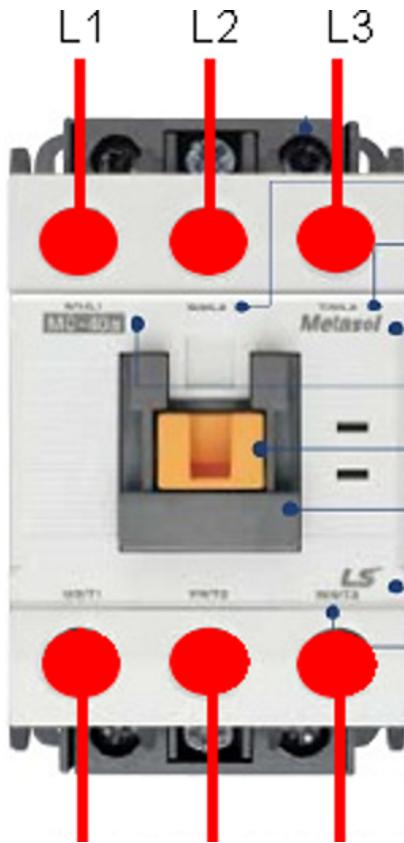




**CONTACTOR DEENERGIZED**

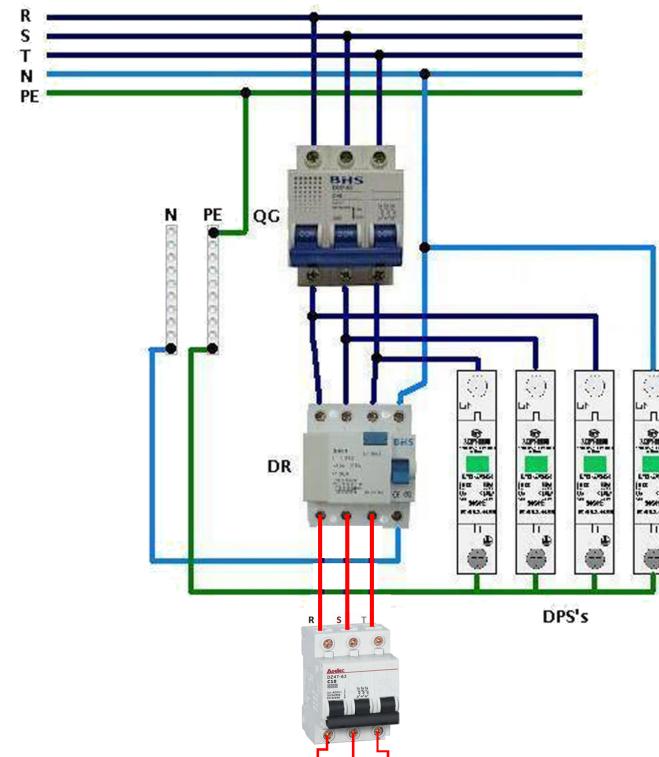
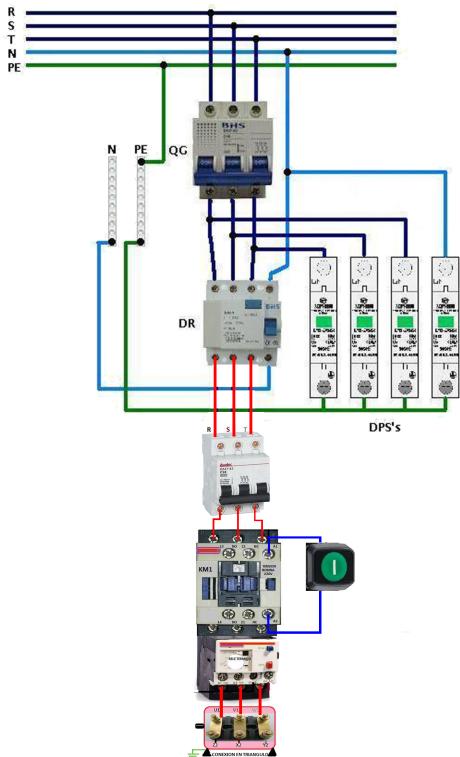


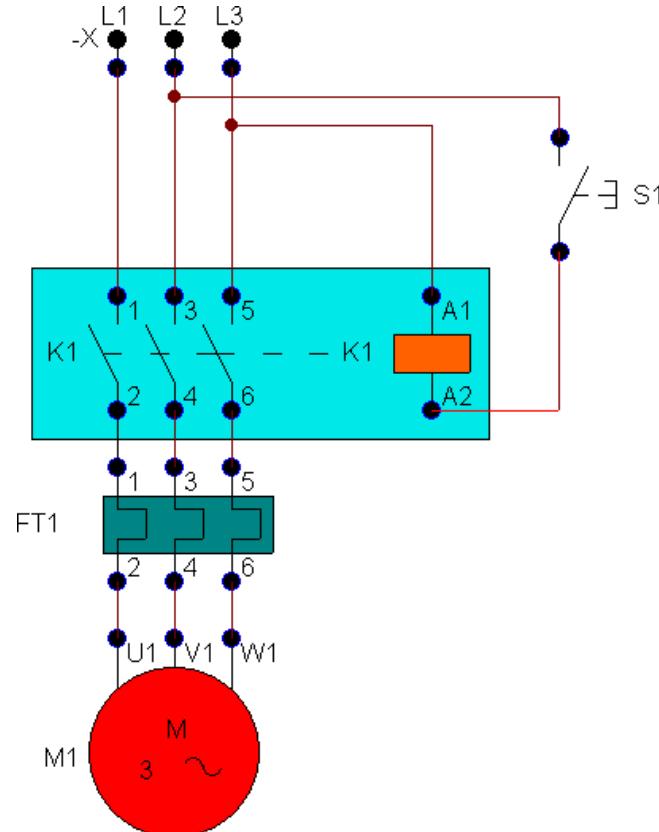
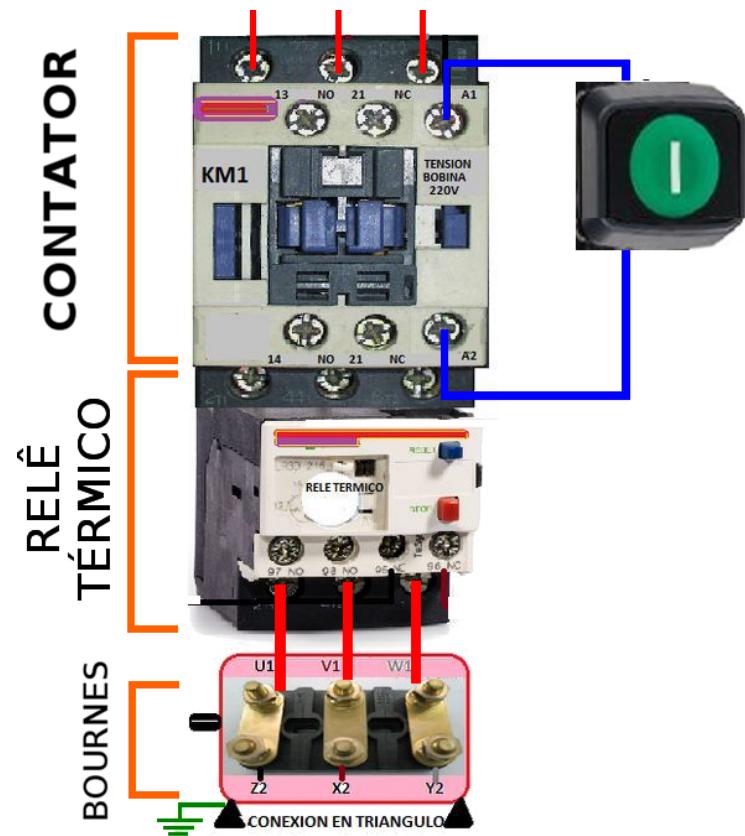
**CONTACTOR ENERGIZED**

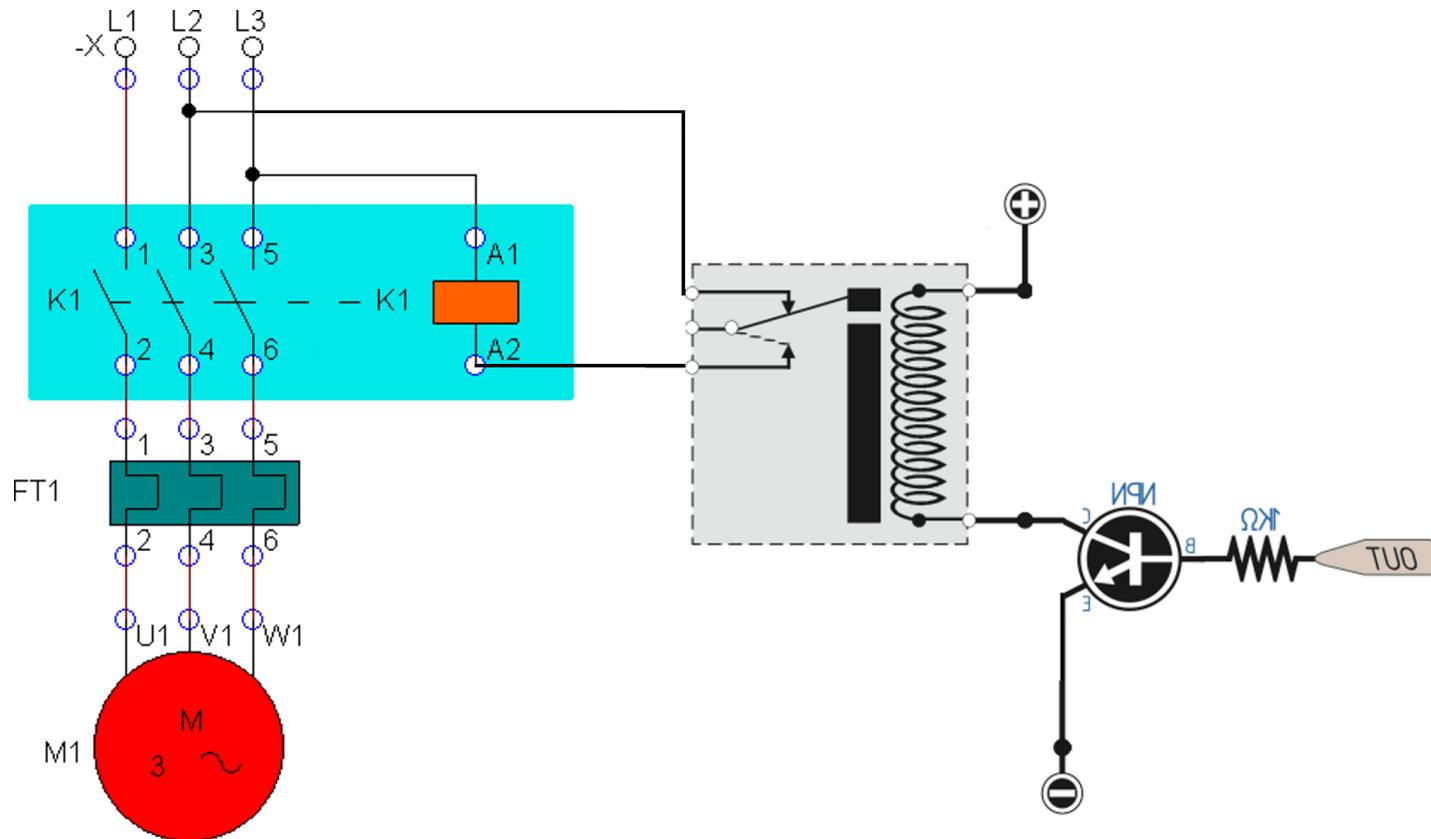




## 6.3.1 Quadro de energia

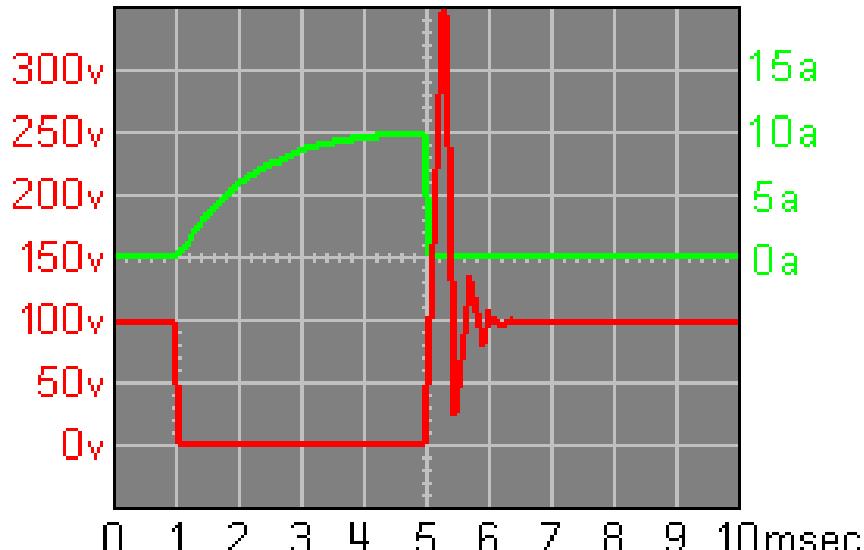
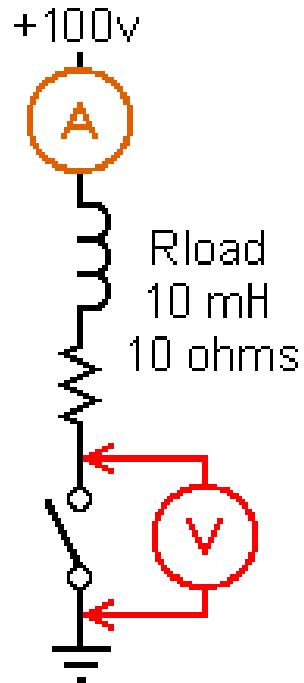








## 6.4 Perturbações elétricas

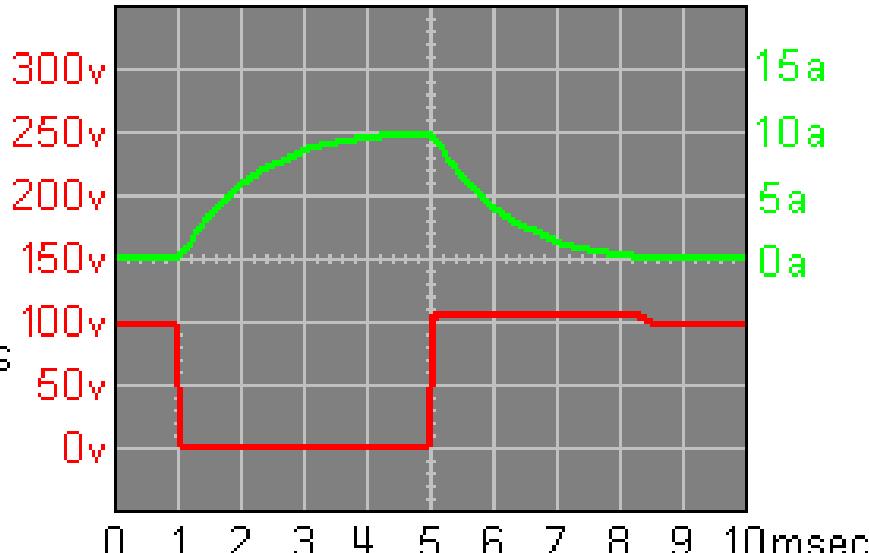
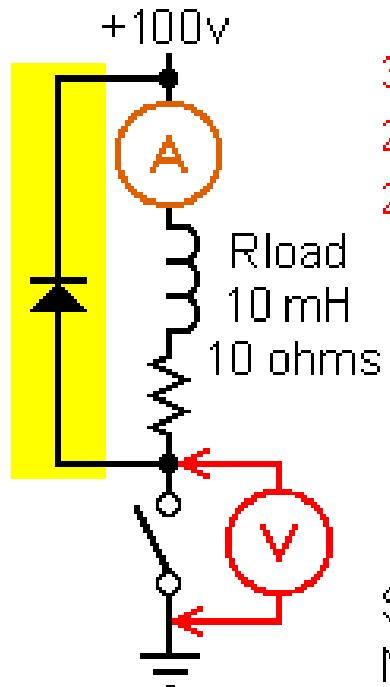


Switching an inductive load (no snubber)  
Huge voltage spike, serious ringing!

Fonte: chuyendedientu.blogspot.com

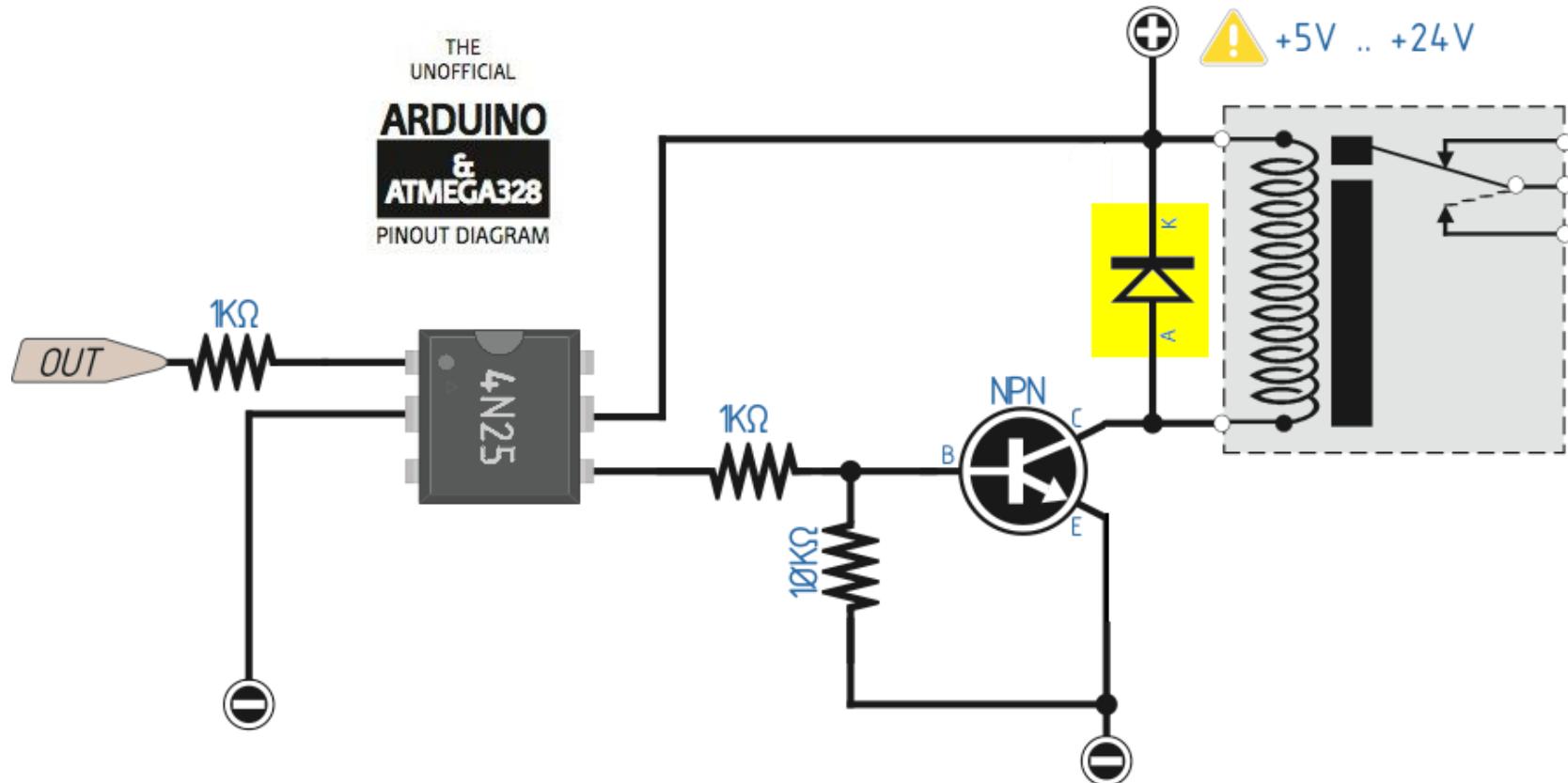


## 6.5 Snubber com diodo.



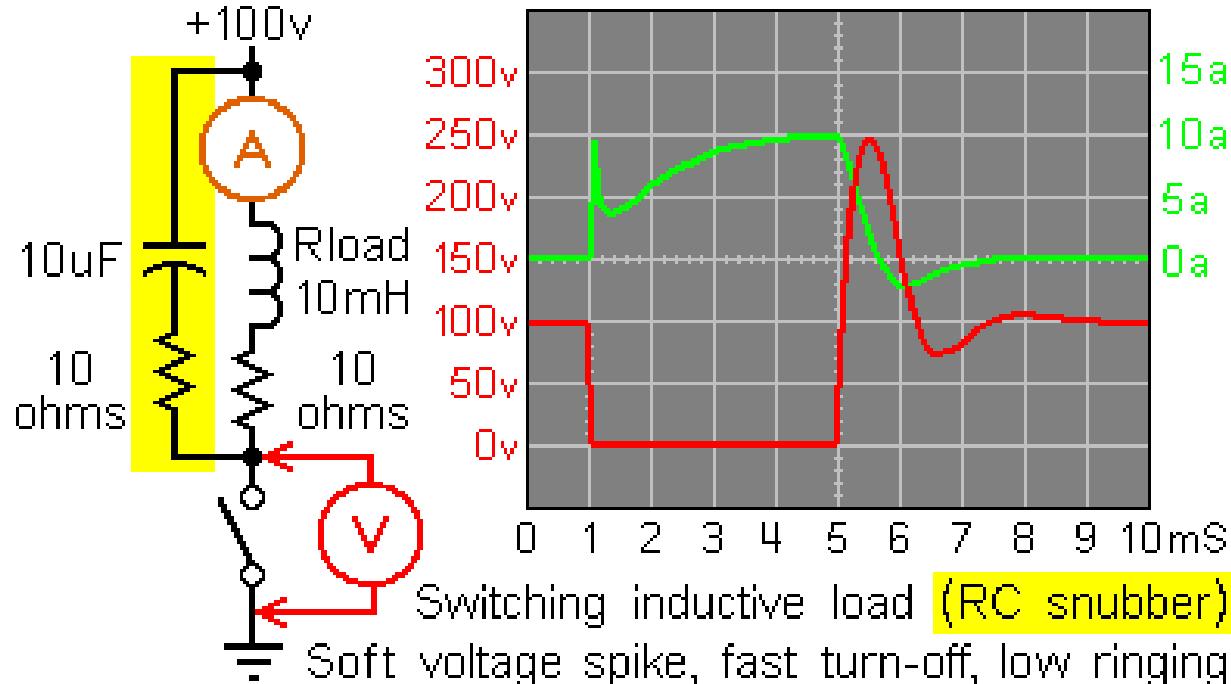
Switching inductive load (diode snubber)  
No voltage spike or ringing, slow turn-off

Fonte: chuyendedientu.blogspot.com

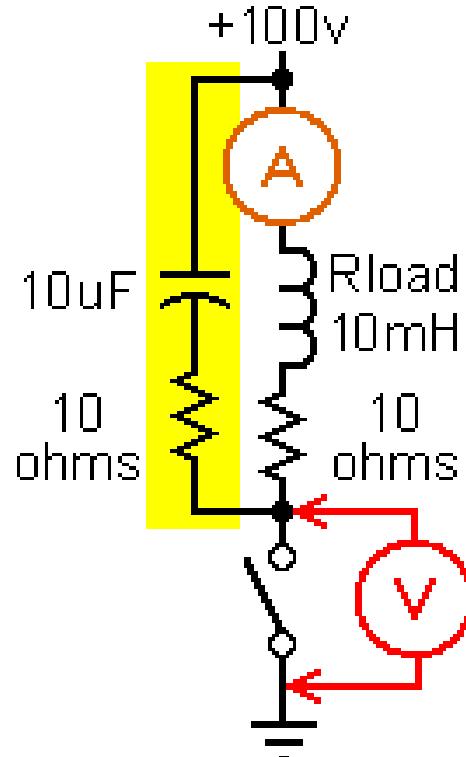




## 6.6 Snubber com Resistor e Capacitor.



Fonte: chuyendedientu.blogspot.com



**Capacitor comum para  
corrente alternada.**

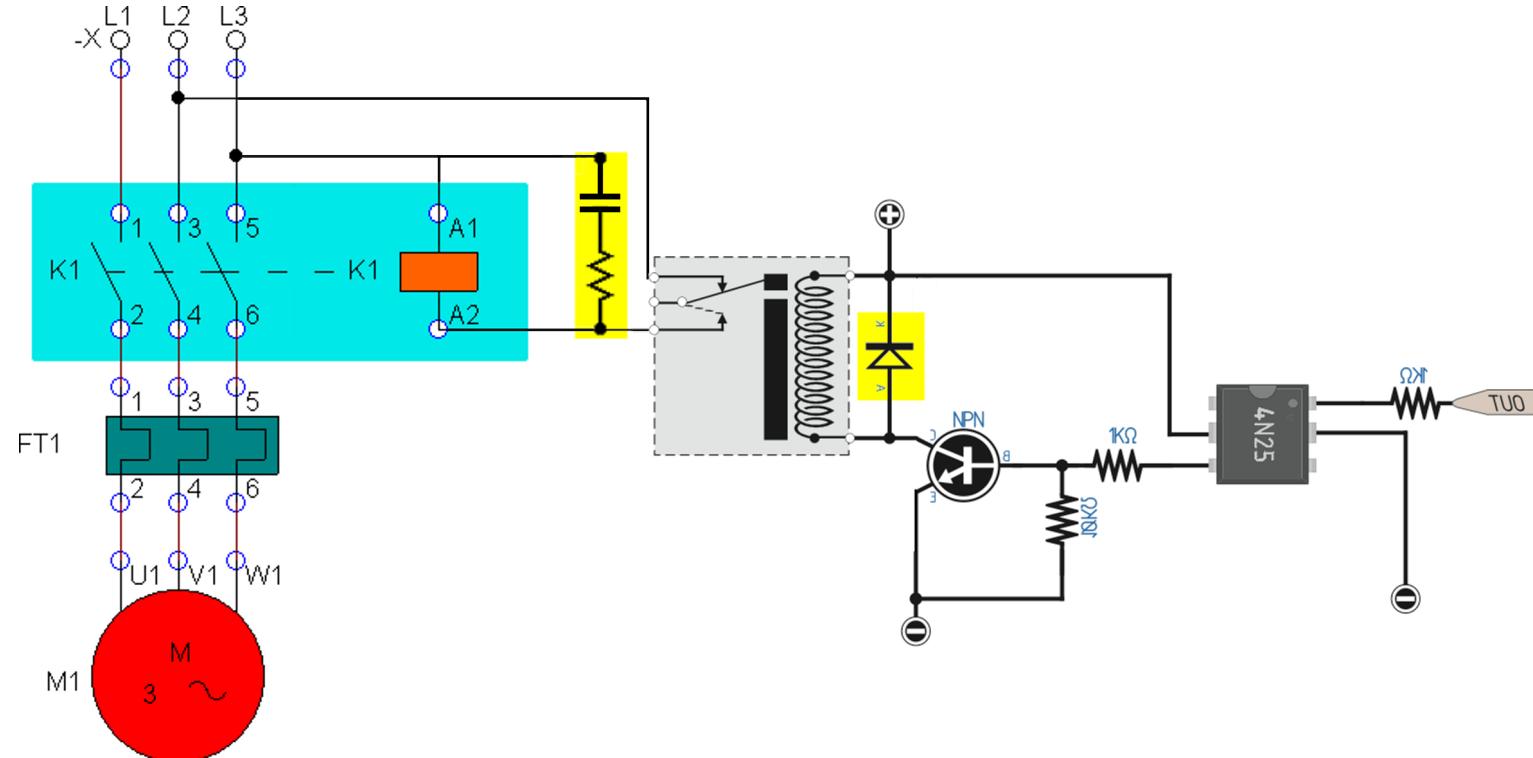
$$C = \frac{I^2}{10} (\mu F)$$

$$R = \frac{V}{10 * I * \left(1 + \frac{50}{V}\right)}$$

Fonte: chuyendedientu.blogspot.com



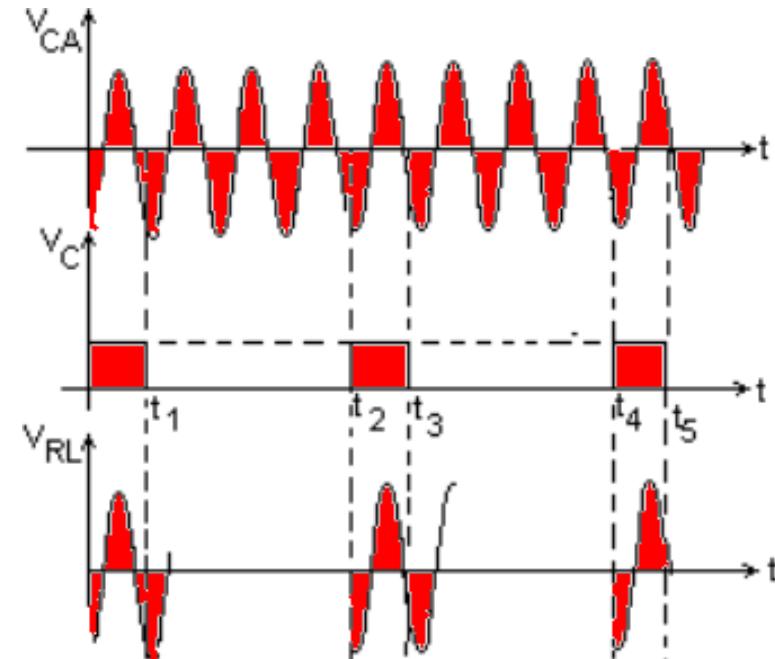
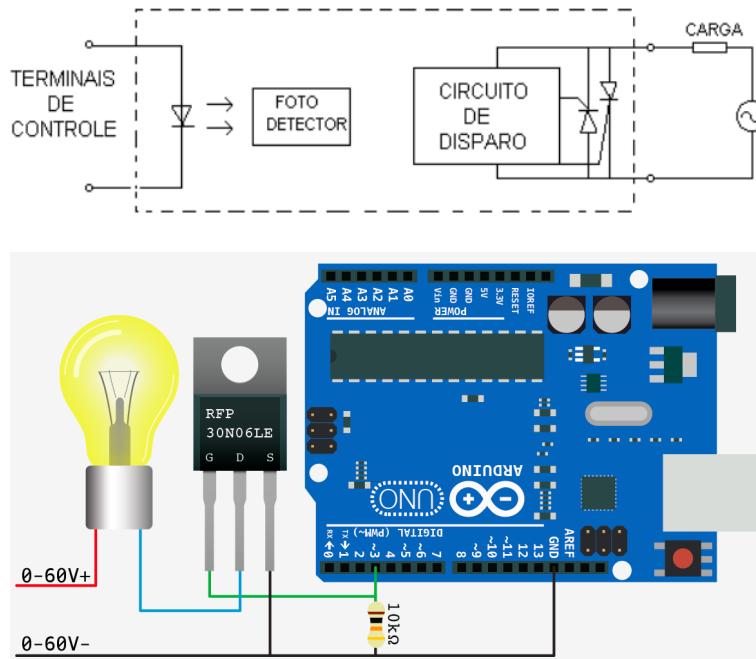
## 6.7 Montagem correta.





## 7 Relays de estado sólido

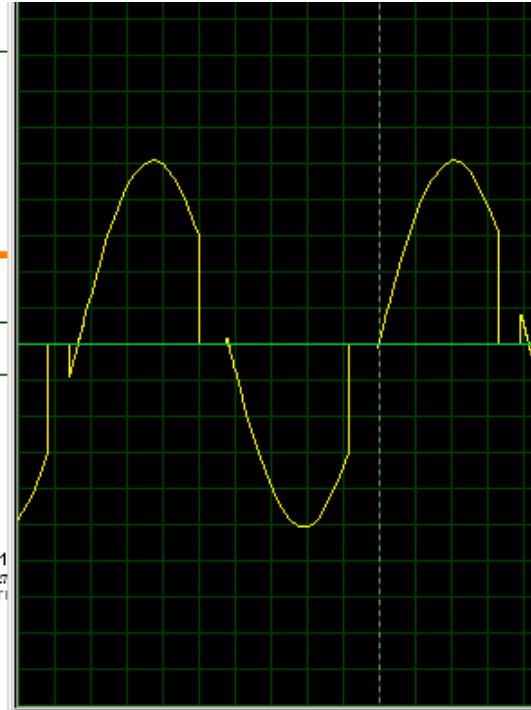
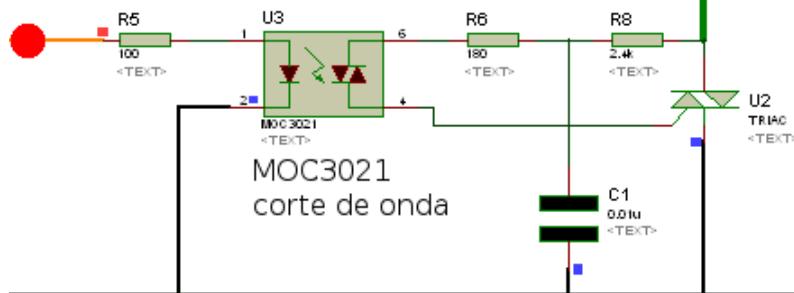
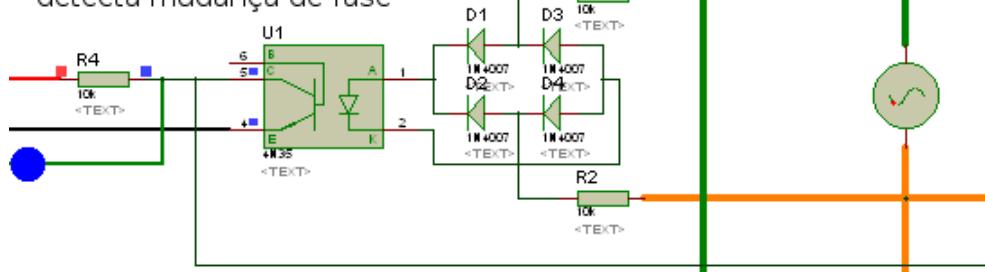
Controle por PWM (Pulse Width Modulation) em ciclo de onda completa.





## 8 Controle de Potência por Fase

4N35 + retificador  
detecta mudança de fase



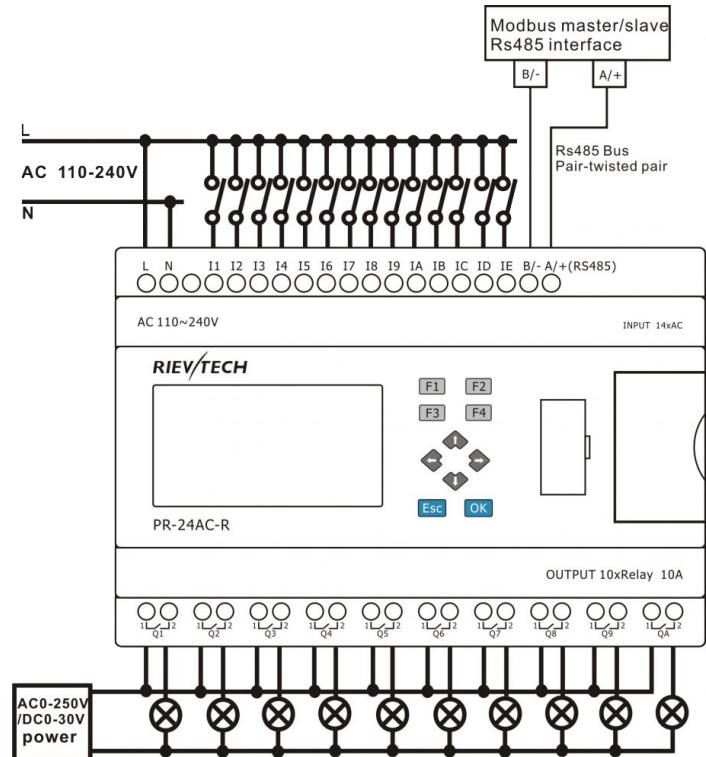


## 9 Controladores Lógicos Programáveis

Fonte: [www.embarcados.com.br](http://www.embarcados.com.br)

- ✓ Alta confiabilidade;
- ✓ Imunidade a ruídos e interferências;
- ✓ Isolação elétrica de entradas e saídas;
- ✓ Detecção de falhas e auto-diagnose;
- ✓ Modularidade e expansão de E/S;
- ✓ Operação em condições ambientais severas;
- ✓ Segurança intrínseca (atmosfera explosiva).
  
- ✓ R\$750,00

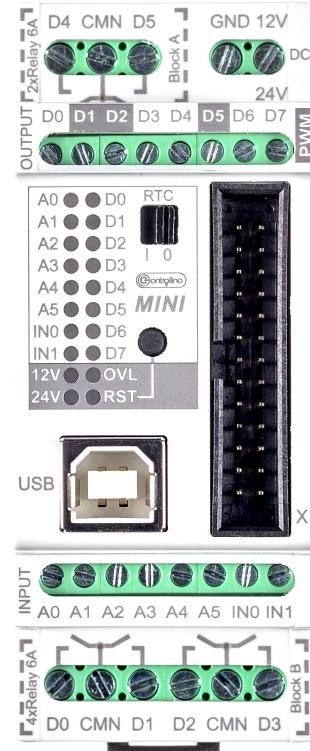




- ✓ Software proprietário
- ✓ Hardware proprietário



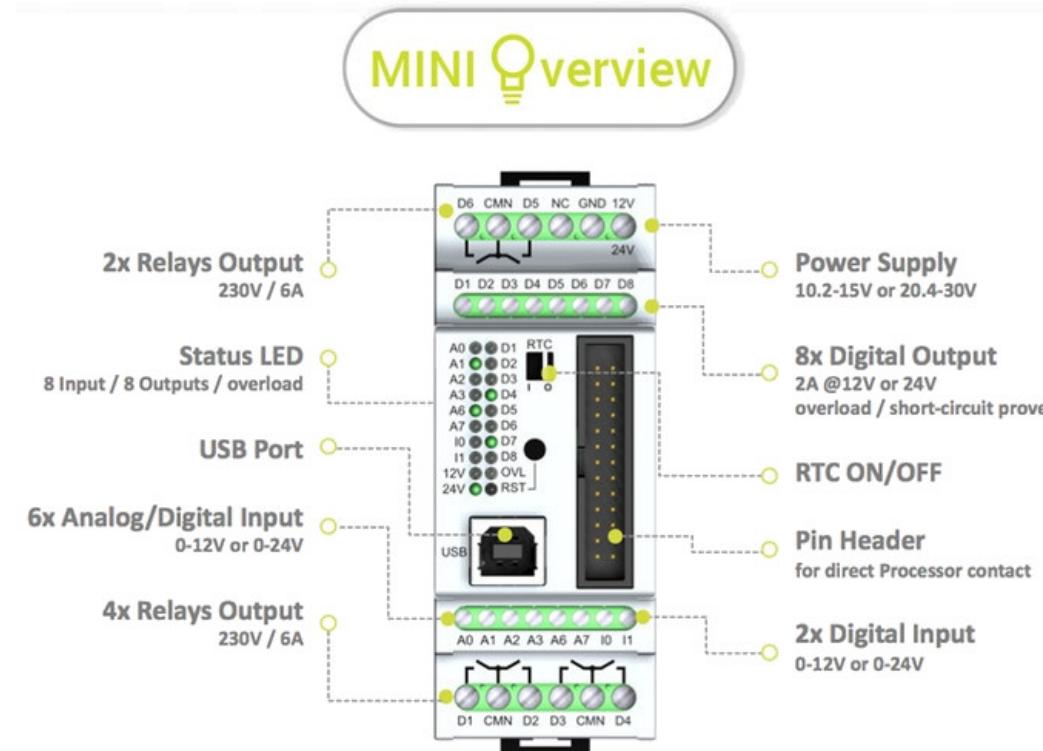
# 10 Controllino







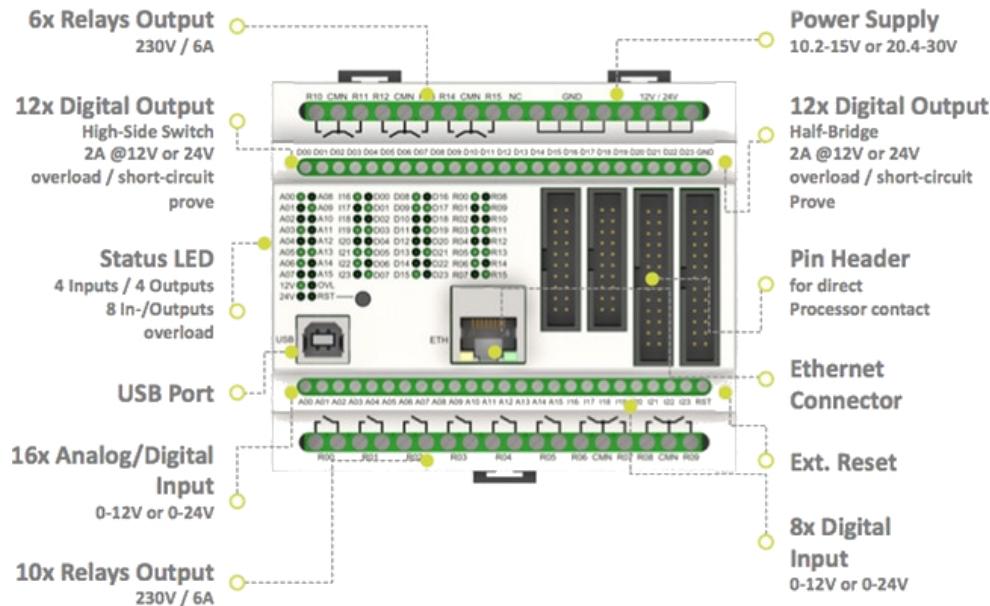
R\$139





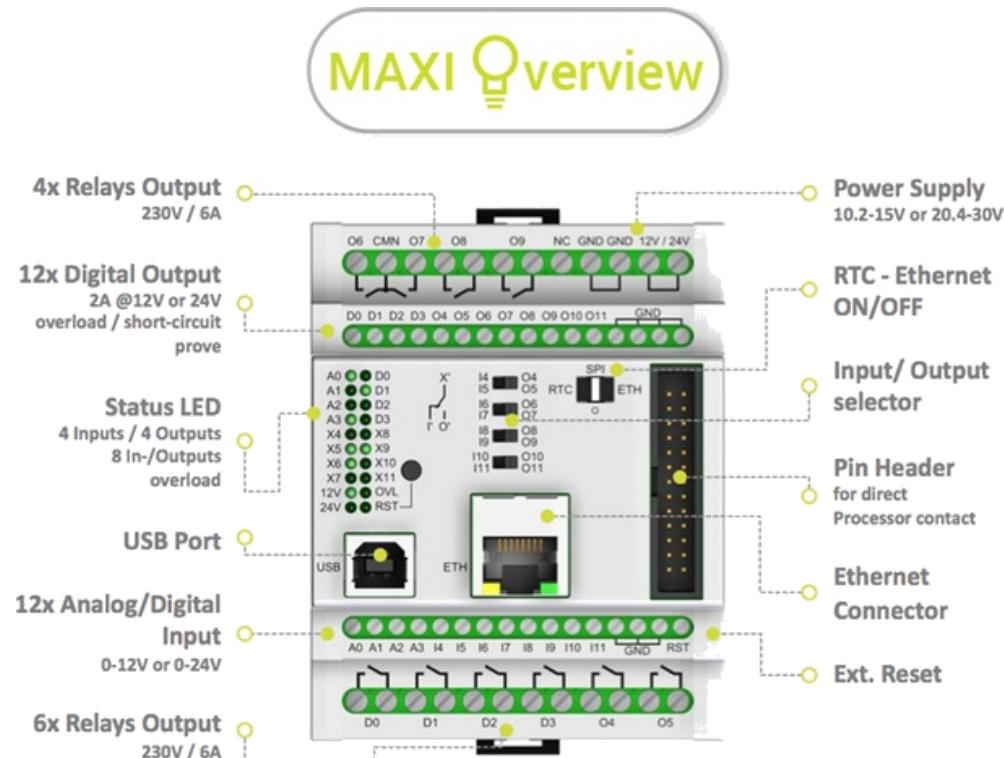
**R\$189**

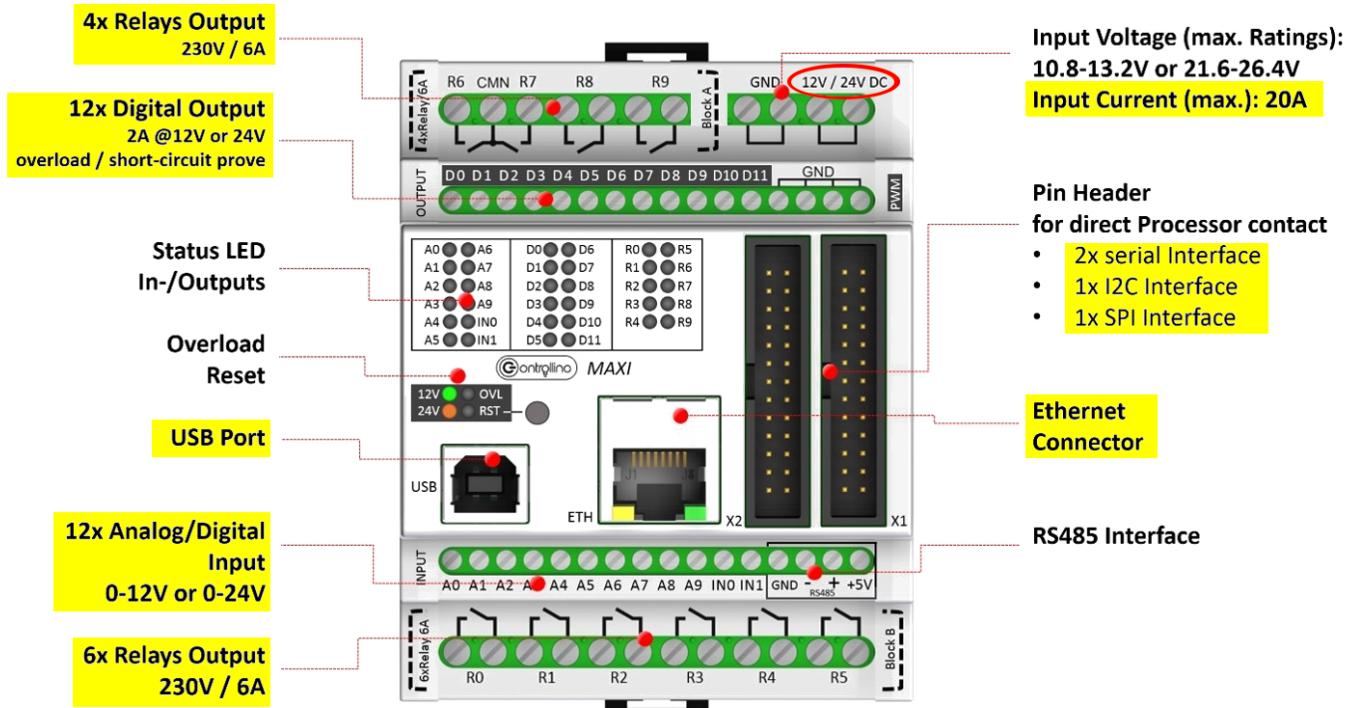
# MEGA Overview





R\$325







## 11 Agradecimentos



Rui Viana



Almir Bispo Filho



Renyer Slauta



Adriano de Alcântara



---

## 12 Dúvidas?

[aravecchia@gmail.com](mailto:aravecchia@gmail.com)

[www.aravecchia.weebly.com](http://www.aravecchia.weebly.com)



**LATINOWARE** 2017