



TRIAC

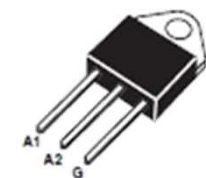
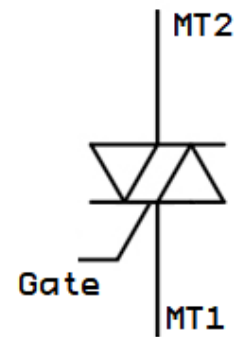
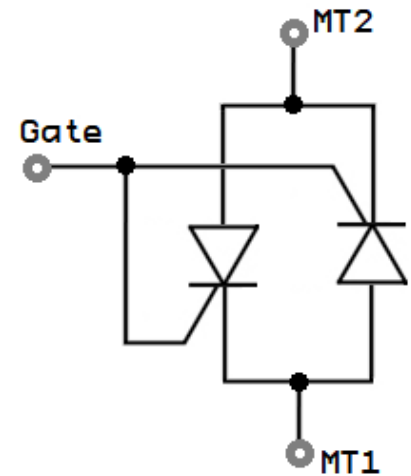
Triodo de Corrente Alternada

© Prof. Engº esp Luiz Antonio Vargas Pinto
www.vargasp.com

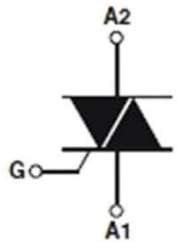
O TRIAC

- ▶ O TRIAC apresenta as mesmas características funcionais de um SCR com a vantagem de conduzir nos dois sentidos de polarização

- ▶ Este equivale ao modelo com 2 SCRs:

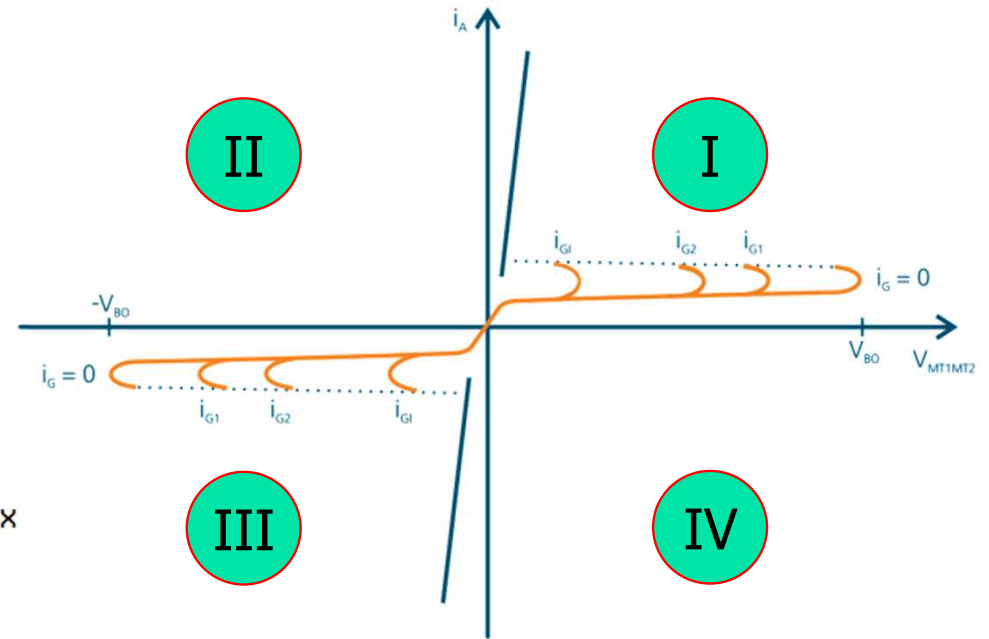
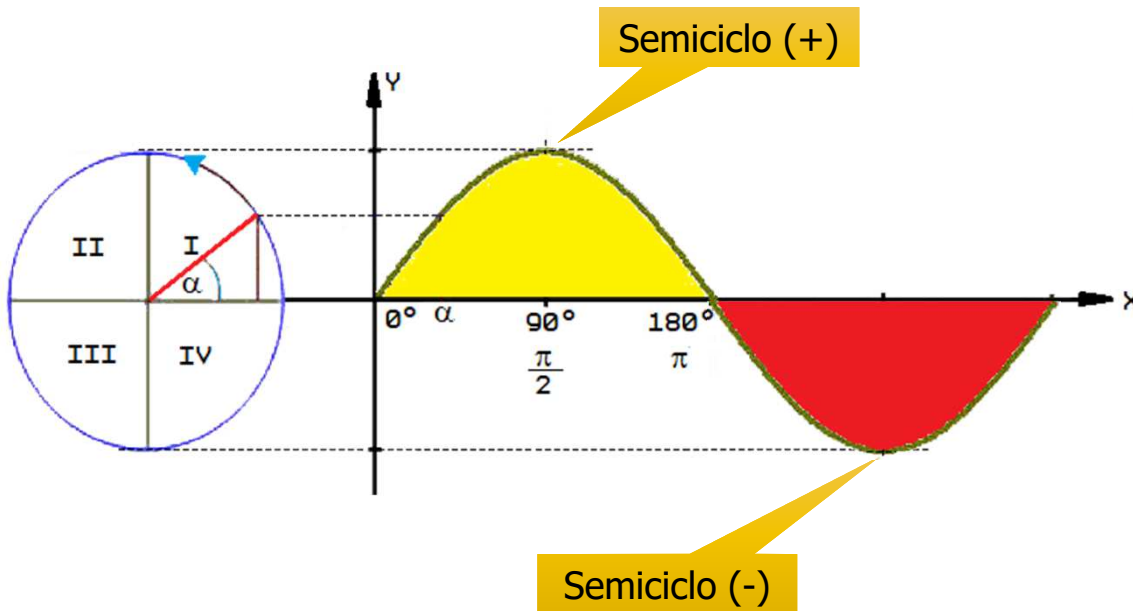


TOP3 Insulated
(BTA41)



Curva característica

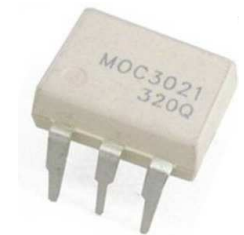
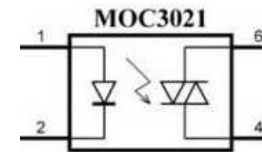
► Observe a ação nos quadrantes I e III



Fonte: CTISM, adaptado de Almeida, 2009

Condições de disparo

- ▶ Disparo por corrente de gatilho;
- ▶ Disparo por sobretensão quando V_{AK} ultrapassa a tensão de break-over mesmo sem pulso no gatilho;
- ▶ Disparo por variação de tensão (dV/dt);
- ▶ Disparo por aumento de temperatura;
- ▶ Disparo por luz ou radiação - caso dos optotriacs.
- ▶ O TRIAC pode ser disparado tanto por sinal (+) quanto por sinal (-).
- ▶ O SCR só é disparado por pulso (+) em relação ao seu catodo
- ▶ Em condução, V_{AK} (entre MT1 e MT2) é 1 a 2V (salvo dado fornecido pelo fabricante).



Modos de disparo do TRIAC

Existem 4 modos diferentes para disparo de um TRIAC, operando em 4 quadrantes.

▶ Disparo no 1º quadrante:

- ☒ Terminais MT2 e gate (G) estão (+) em relação a MT1

▶ Disparo no 2º quadrante:

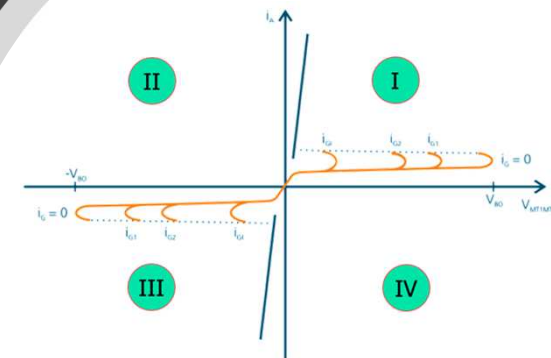
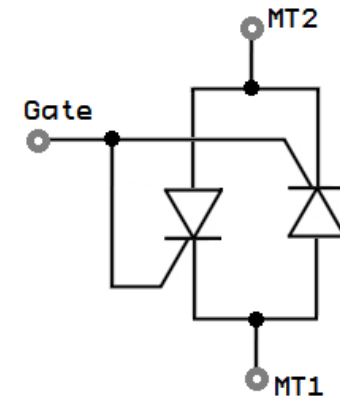
- ☒ Terminal MT2 está (+) e o G está (-), ambos em relação a MT1

▶ Disparo no 3º quadrante:

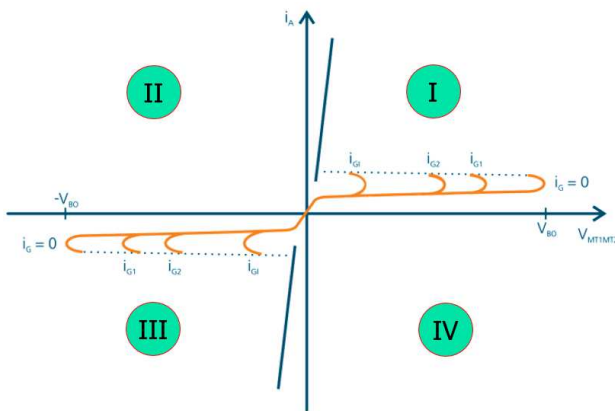
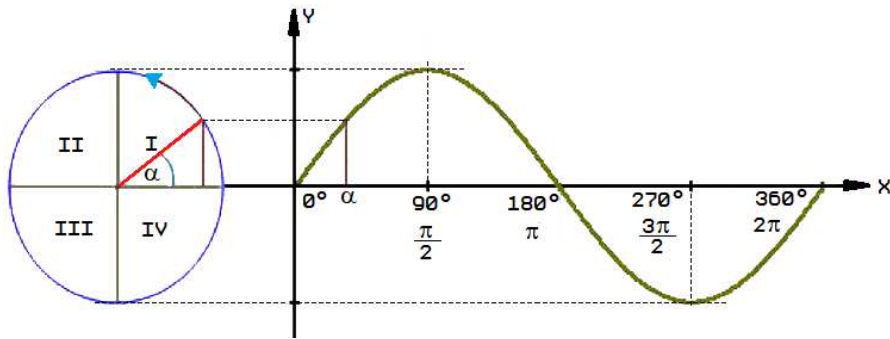
- ☒ Terminal MT2 está (-) e o G está (-), ambos em relação a MT1.

▶ Disparo no 4º quadrante:

- ☒ Terminal MT2 está (-) e o terminal G está (+), ambos em relação a MT1.



Considerações



- ▶ Da curva característica vê-se que o disparo no 1º e 3º quadrantes é mais funcional para o TRIAC em relação às outras possibilidades.

E observando a senóide ao lado, vemos que o ângulo α fica :

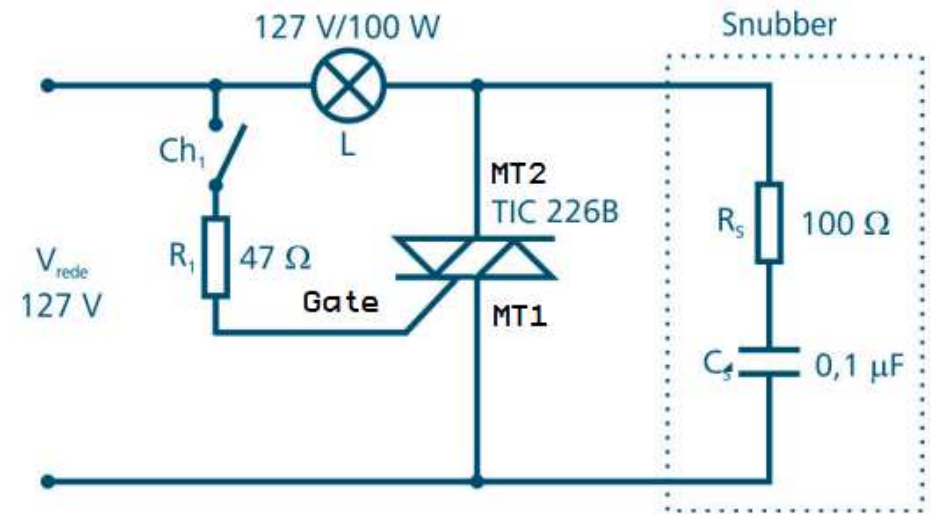
a) $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ (I e II)

b) $180^\circ < \alpha \leq 360^\circ$ (III e IV)

- ▶ No 2º quadrante, é ainda mais reduzida, devendo ser utilizada somente em TRIACs concebidos especialmente para este fim
- ▶ No 4º quadrante, a sensibilidade é pequena

Controle de onda completa

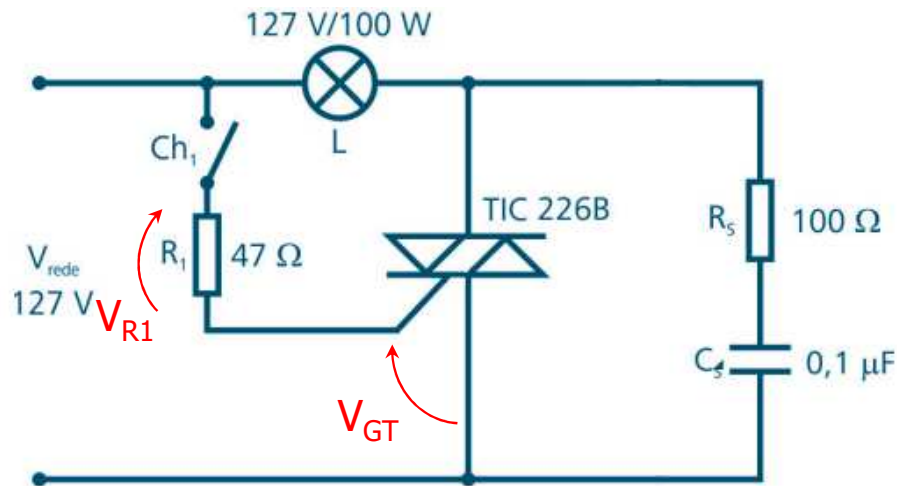
- ▶ Este circuito efetua disparos no 1° e 3° quadrantes (observe a conexão de G e MT2).
- ▶ Com $i_{GT} = 50 \text{ mA}$ para o 1° e o 3° quadrantes, podemos calcular em quais ângulos serão efetuados os disparos. Para isso, vamos considerar que a queda de tensão típica entre G e MT1 que é $V_{GT} = 1.2 \text{ V}$



Fonte: CTISM, adaptado de Almeida, 2009

- ▶ Importante lembrar que o TRIAC corta ao passar pelo zero da senóide. No nosso caso como a carga é puramente resistiva, a tensão passa por zero no mesmo instante da corrente, ou seja, a tensão e a corrente estão em fase. Neste circuito a lâmpada receberá praticamente todo o ciclo de onda

Calculando...



$$V_{rede} - V_{R1} - V_{GT} = 0$$

$$V_{rede} = V_{R1} + V_{GT}$$

$$V_{rede} \times \sqrt{2} \times \text{sen}(\alpha) = R_1 \times i_{GT} + V_{GT}$$

$$\text{sen}(\alpha) = \frac{R_1 \times i_{GT} + V_{GT}}{V_{rede} \times \sqrt{2}}$$

▶ $i_{GT} = 50 \text{ mA}$

▶ $V_{GT} = 1.2 \text{ V}$.

$$\text{sen}(\alpha) = \frac{47 \times 50 \times 10^{-3} + 1.2}{127 \times \sqrt{2}}$$

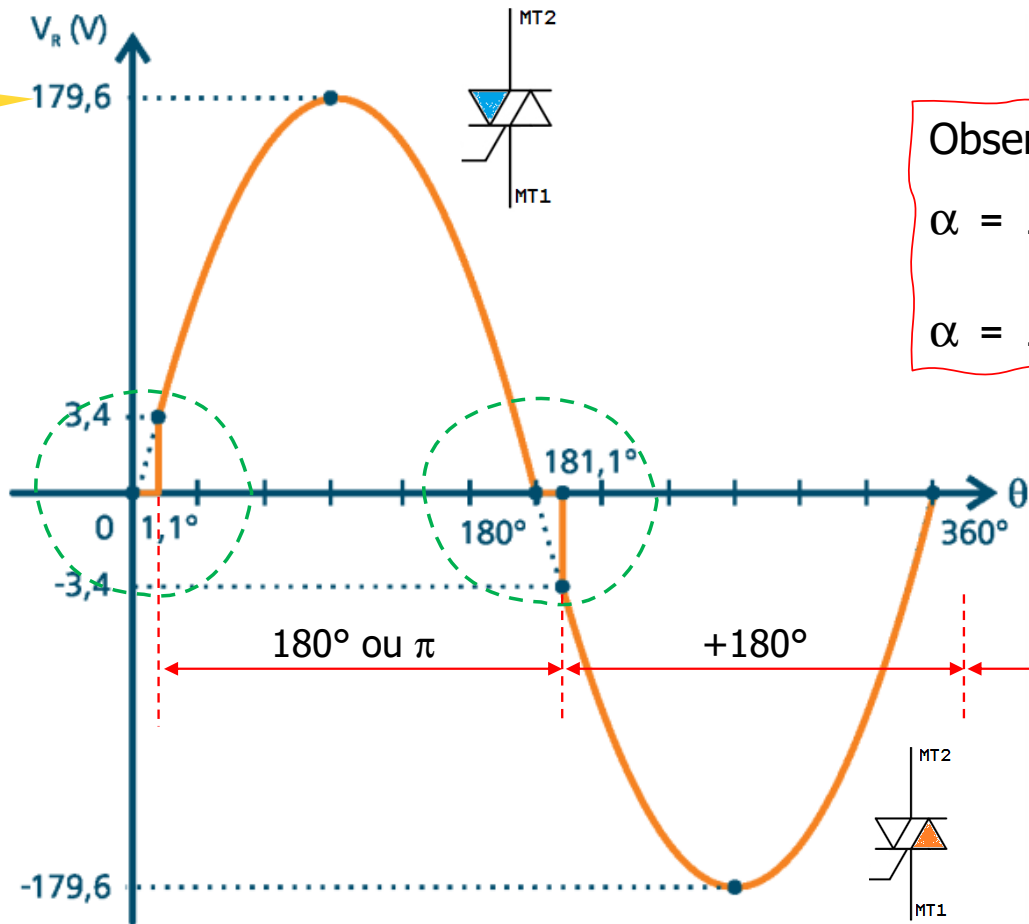
$$\text{sen}(\alpha) = 0.0198$$

$$\alpha = 1.13^\circ$$

- ▶ O TRIAC irá disparar em 1.13° (I^oQ) e em 181.13° (III^oQ).

Momentos de disparo

Tensão eficaz



Observe que o ângulo α fica :
 $\alpha = 1.13^\circ$ fica no I^oQ
e
 $\alpha = 181.3^\circ$ fica no III^oQ

Caso 1

▶ $i_{GT} = 50 \text{ mA}$, $V_{GT} = 2.5 \text{ V}$, $i_{Tmax} = 8 \text{ A}$

▶ $V_{RRM} = 200 \text{ V}$

Maximum Repetitive Reverse Voltage) Máxima tensão reversa que o diodo suporta

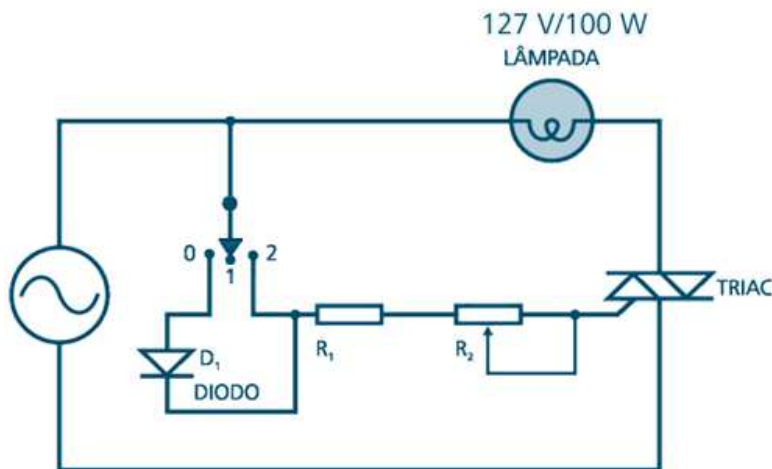
$V_{REDE} = 127 \text{ V}_{CA}$ 60 Hz

$R_1 = 470 \Omega$ e $R_2 = 1200 \Omega$

(Potenciômetro de 5K na posição 1K2)

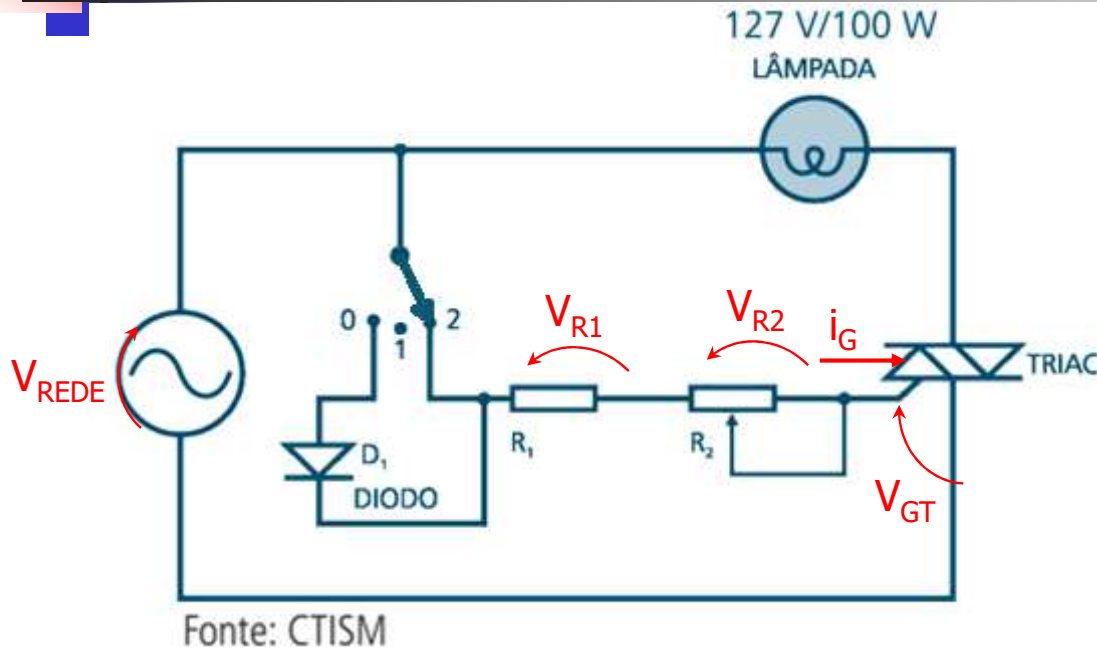


- ▶ Com a chave na posição 2, determinaremos o **ângulo de disparo** α do TRIAC, sabendo-se que, enquanto o TRIAC não estiver conduzindo a tensão sobre a lâmpada é nula.
- ▶ Desprezaremos a queda de tensão sobre o TRIAC quando em condução.



Fonte: CTISM

Determinando α



- ▶ Observe que a condição tira D_1 da análise
- ▶ Por kirchoff:

$$V_{rede} = V_{R1} + V_{R2} + V_{GT}$$

$$127 \times \sqrt{2} \times \sin(\alpha) = R_1 \times i_G + R_2 \times i_G + V_{GT}$$

$$127 \times \sqrt{2} \times \sin(\alpha) = (R_1 + R_2) \times i_G + 2.5$$

$$\sin(\alpha) = \frac{(R_1 + R_2) \times i_G + 2.5}{127 \times \sqrt{2}}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{(470 + 1200) \times 0.050 + 2.5}{127 \times \sqrt{2}}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{83.5 + 2.5}{179.61}$$

$$\sin(\alpha) = 0.4788$$

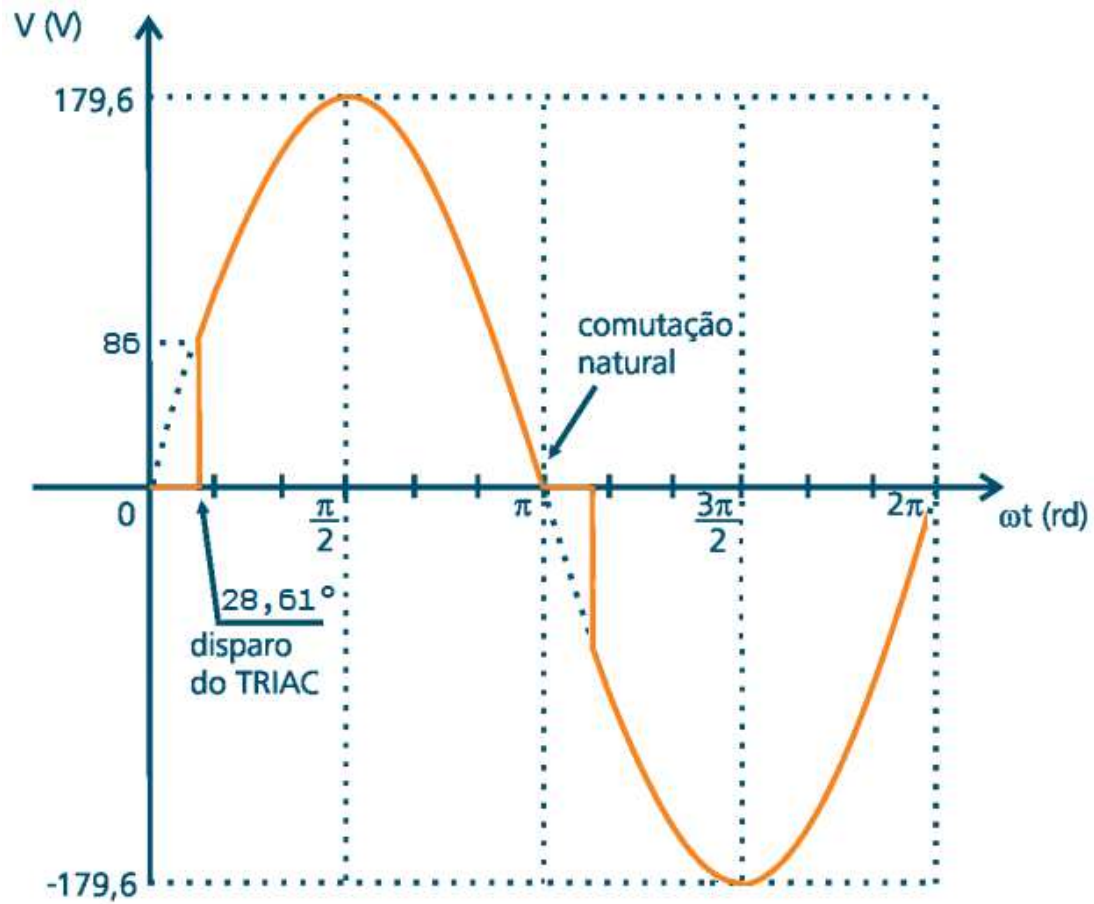
$$\alpha = 28.61^\circ$$

- ▶ Cuja tensão da rede corresponde a:

$$V_{rede} = 127 \times \sqrt{2} \times \sin(28.61^\circ)$$

$$V_{rede} = 86 V$$

Graficamente



Caso 2

▶ $i_{GT} = 50 \text{ mA}$, $V_{GT} = 2.5 \text{ V}$, $i_{Tmax} = 8 \text{ A}$

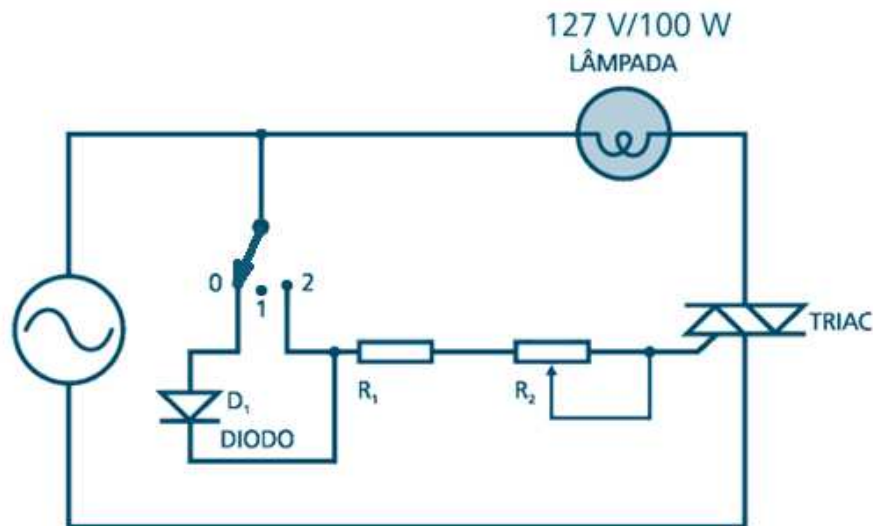
▶ $V_{RRM} = 200 \text{ V}$

Maximum Repetitive Reverse Voltage) Máxima tensão reversa que o diodo suporta

$V_{REDE} = 127 \text{ V}_{CA}$ 60 Hz

$R_1 = 470 \text{ } \Omega$ e $R_2 = 1200 \text{ } \Omega$

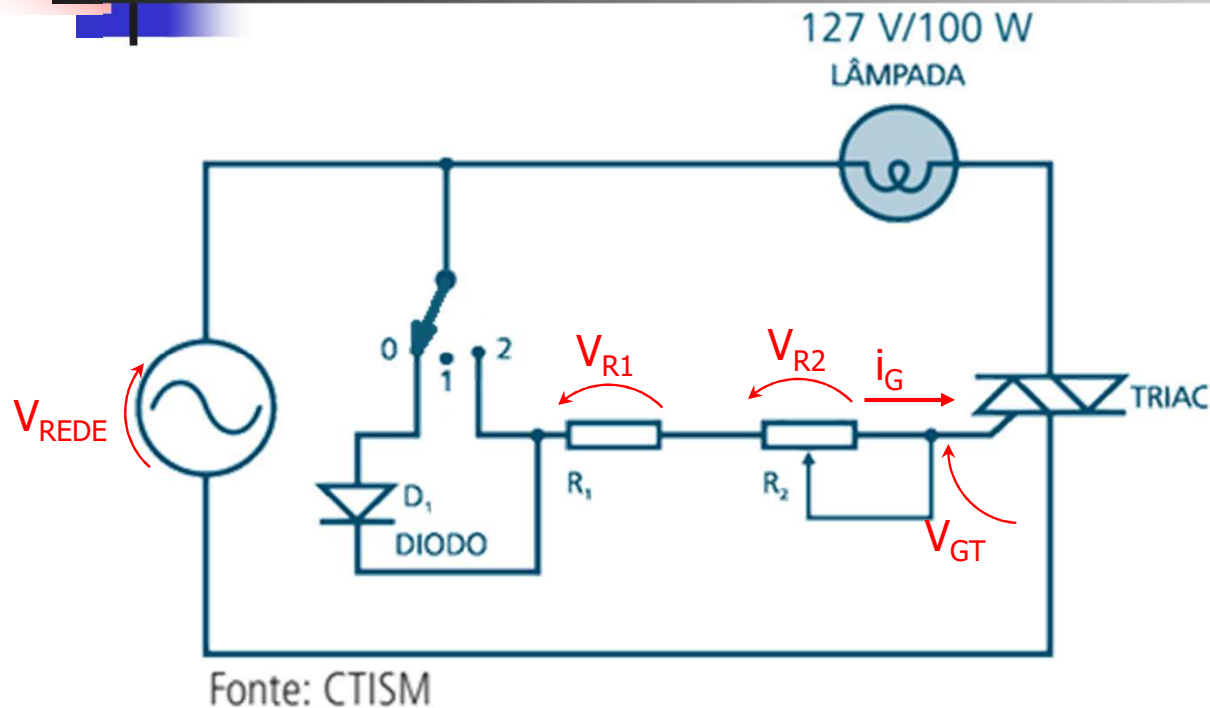
(Potenciômetro de 5K na posição 1K2)



Fonte: CTISM

- ▶ Com a chave na posição 0, determinaremos o novo valor de R_2 que proporciona um ângulo de disparo do TRIAC em 45° da tensão da rede, e considerando uma queda de 0.7 V sobre o diodo.
- ▶ Desprezaremos a queda de tensão sobre o TRIAC, quando em condução.

Determinando R_2



► Por kirchoff:

$$V_{rede} = V_{D1} + V_{R1} + V_{R2} + V_{GT}$$

$$127 \times \sqrt{2} \times \sin(\alpha) = V_{D1} + R_1 \times i_G + R_2 \times i_G + V_{GT}$$

$$127 \times \sqrt{2} \times \sin(45^\circ) = V_{D1} + (R_1 + R_2) \times i_G + 2.5$$

$$127 = 0.7 + (470 + R_2) \times 0.05 + 2.5$$

$$127 - 2.5 - 0.7 = (470 + R_2) \times 0.05$$

$$123.5 = (470 + R_2) \times 0.05$$

$$\frac{123.5}{0.05} = 470 + R_2$$

$$2470 = 470 + R_2$$

$$2470 - 470 = R_2$$

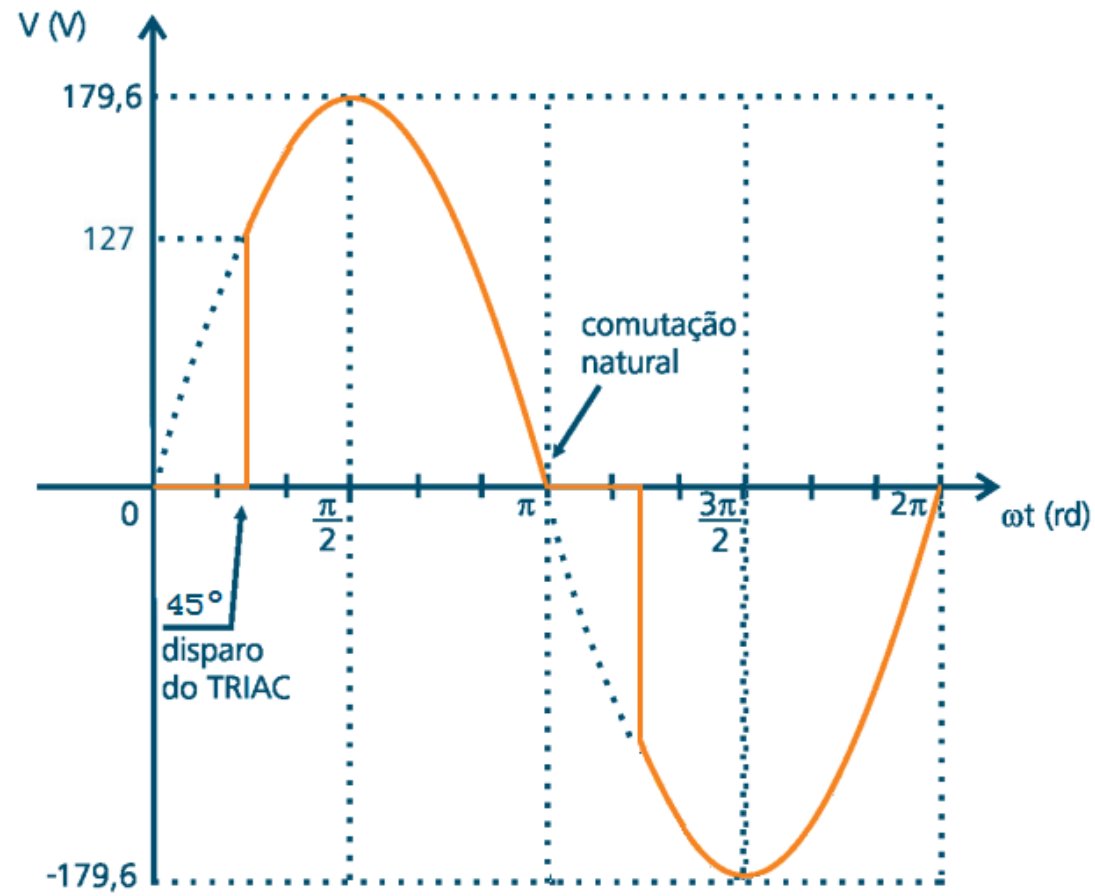
$$R_2 = 2000 \Omega$$

► Cuja tensão da rede corresponde a:

$$V_{rede} = 127 \times \sqrt{2} \times \sin(45^\circ)$$

$$V_{rede} = 127 V$$

Graficamente





Considerações

- ▶ A máxima corrente de gatilho precisa ser limitada por um resistor que estabelece i_{GT} . Se for fixo, ele limita a corrente mas define o ângulo de disparo, então R_1 deve ser suficiente para delimitar a corrente i_{GT} garantindo o limiar do disparo, quando V_{GT} torna-se 2.5V, e mesmo assim deixar a possibilidade do controle do ângulo de disparo. Anexando um potenciômetro R_2 em série com R_1 , temos o controle do ângulo de disparo.

Referências

- ▶ e-tec Brasil - Eletrônica de Potência e Acionamentos Elétricos

