

Capítulo 6

TRIAC

1 - INTRODUÇÃO

O retificador controlado de silício (SCR) que vimos no capítulo 3, é capaz de controlar o fluxo de corrente em uma direção, sendo, portanto, um dispositivo unidirecional. Para realizar o controle de um ciclo completo de um sinal CA, é necessário o uso de dois SCR's em antiparalelo ou então converter cada ciclo em um sinal CC pulsado, antes de aplicá-lo a um único SCR. Nestas aplicações, onde é preciso adquirir o controle total de um sinal alternado, frequentemente é mais fácil utilizar um dispositivo denominado Tiristor Bidirecional. Tal dispositivo é comumente referido como TRIAC. O TRIAC tem as mesmas características básicas de comutação que o SCR, entretanto, exibe estas características em ambas as direções. Isto torna o TRIAC equivalente a dois SCR's ligados em antiparalelo.

- ESTRUTURA INTERNA

Na figura 6.1.a, temos a estrutura interna do TRIAC, onde observamos um elemento NPNP em paralelo com um outro elemento PNP, ou seja, é como se tivéssemos dois SCR's em antiparalelo, como é apresentado na figura 6.1.b.

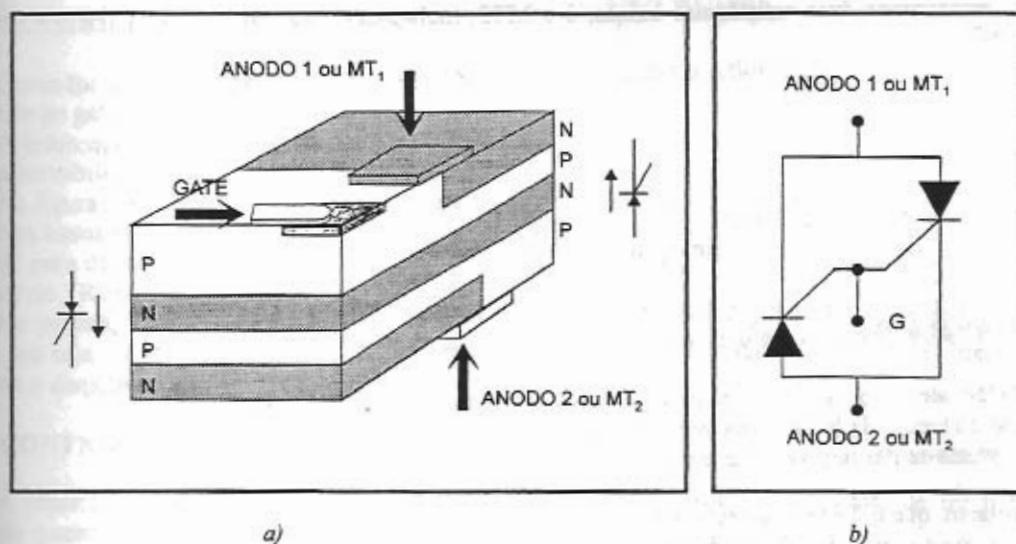


Fig.6.1 - a) Estrutura interna do TRIAC.
b) SCR's em antiparalelo.

Notemos que entre o gate e MT1 (Main Terminal 1 = Terminal principal 1) existe uma pastilha P comum aos dois terminais e por este motivo, na hora do teste, encontraremos uma baixa resistência entre estes 2 terminais, para qualquer polaridade.

6.3 - SÍMBOLO

Na figura 6.2 apresentamos o símbolo do TRIAC, bem como os seus terminais A1 ou MT1 (Main Terminal 1 = Terminal principal 1), A2 ou MT2 (Main Terminal 2 = Terminal principal 2) e G (Gate = porta).

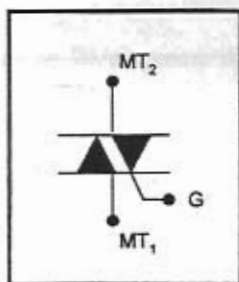


Fig.6.2 - Símbolo do TRIAC

Como podemos observar na figura 6.1, o terminal do gate se encontra próximo ao terminal MT1, inclusive são interligados à mesma pastilha P. Por este motivo, no símbolo MT1 se encontra próximo ao gate.

6.4 - TESTE DO TRIAC

Na prática, devemos encontrar duas resistências baixas no teste do TRIAC. Estas duas resistências baixas são entre os terminais MT1 e Gate, nos dois sentidos de polarização, pois estamos pegando a resistência da pastilha P comum a estes dois terminais.

O terminal que sobrou, quando encontramos duas resistências baixas, é o MT2, inclusive o MT2, na maioria dos casos, é a carcaça do TRIAC.

Para identificarmos quem é MT1 e Gate, devemos consultar o manual, pois através do teste prático não podemos diferenciar estes dois terminais.

6.5 - CURVA CARACTERÍSTICA

Na figura 6.3 apresentamos a curva característica do TRIAC.

A curva da figura 6.3 mostra a corrente através do TRIAC como uma função da tensão aplicada entre os terminais MT2 e MT1.

O ponto V_{BO} (tensão de ruptura) é o ponto no qual o dispositivo passa de uma resistência alta para uma resistência baixa e a corrente, através do TRIAC, cresce com uma variação muito pequena na tensão entre os terminais MT2 e MT1.

O TRIAC permanece no estado "ON" até que a corrente diminua abaixo da corrente de manutenção I_H . Isto é realizado por meio da diminuição da tensão da fonte. Uma vez o TRIAC em condução, o gate não controla mais o mesmo, por esta razão, costuma-se dar um pulso de corrente no gate, evitando assim uma maior dissipação de energia.

A curva característica mostra, portanto, que o TRIAC apresenta as características de um SCR nas duas direções. Porém, esta curva não mostra como o gate do TRIAC é usado para controlar esta operação. Como no SCR, a tensão de disparo TRIAC (em qualquer das direções) pode ser variada pelo controle de quantidade de corrente de gate que flui por ele. Quando a corrente de gate é aumentada, a tensão do disparo é diminuída. Todavia, existe ainda uma diferença importante entre as características de gate do SCR e as do TRIAC. O SCR sempre requer uma tensão de gate positiva, enquanto o TRIAC irá responder tanto a uma tensão de gate positiva quanto a uma negativa. Em outras palavras, o disparo do TRIAC (em qualquer direção) pode ser

feito fazendo-se o gate mais positivo ou mais negativo com relação ao MT1, que é usado como terminal de referência. Esta tensão positiva ou negativa produz uma corrente correspondente no gate que vai para dentro ou para fora (deste terminal) e estas correntes, por sua vez, regulam o ponto no qual o dispositivo é ativado.

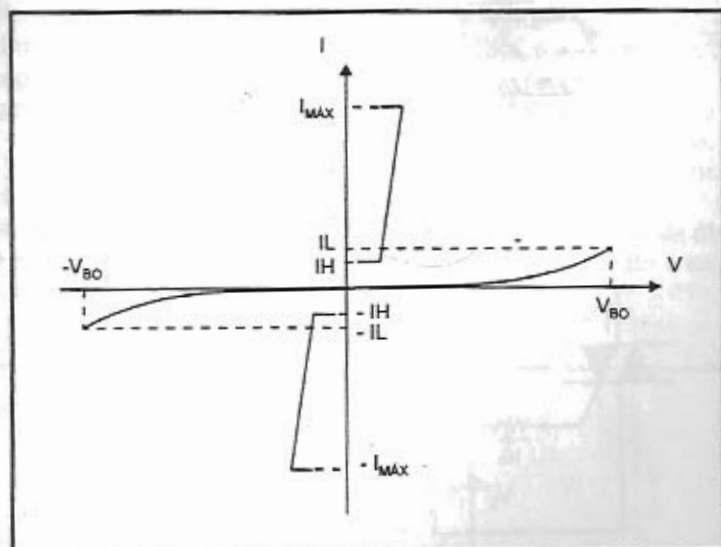


Fig.6.3 - Curva característica do TRIAC.

Como o SCR, o TRIAC está normalmente sujeito a tensões de operação situadas abaixo de sua tensão de ruptura (em ambas as direções). O dispositivo é ativado, quando submetido a uma corrente de gate suficientemente alta e é desativado pela simples redução de sua corrente anódica abaixo de seu respectivo valor I_H .

- SENSIBILIDADES DE DISPARO

Como foi dito anteriormente, o TRIAC pode conduzir, tanto com sinal positivo como com sinal negativo aplicado ao gate.

A diferença de comportamento do TRIAC, para as possíveis polaridades admitidas para o mesmo, está na sua sensibilidade de disparo.

Na figura 6.4 apresentamos as quatro polarizações possíveis para o TRIAC.

Nos casos onde gate e MT2 possuem a mesma polaridade, são as polarizações mais sensíveis, ou seja, o TRIAC para disparar exige um valor menor de IG. Nestes casos, as correntes circulam no mesmo sentido no interior do TRIAC.

Na prática, a polarização mais sensível de todas é quando MT2 e gate são positivos em relação a MT1, ou seja, dentro das duas polarizações mais sensíveis, esta última citada é a que exige menor valor de corrente para o disparo do TRIAC.

- CONTROLE DE POTÊNCIA COM TRIAC

A principal utilização do TRIAC é no controle de potência, sendo que pelo fato de ser bidirecional, permite o controle dos dois semiciclos do sinal da rede.

O circuito de controle de potência, como o nome sugere, serve para controlar a potência dissipada pela carga, obtendo assim, o controle do brilho das lâmpadas, o controle da velocidade de motores, o controle da temperatura de fornos, estufas etc.

Na figura 6.5 apresentamos um circuito de controle de potência com TRIAC.

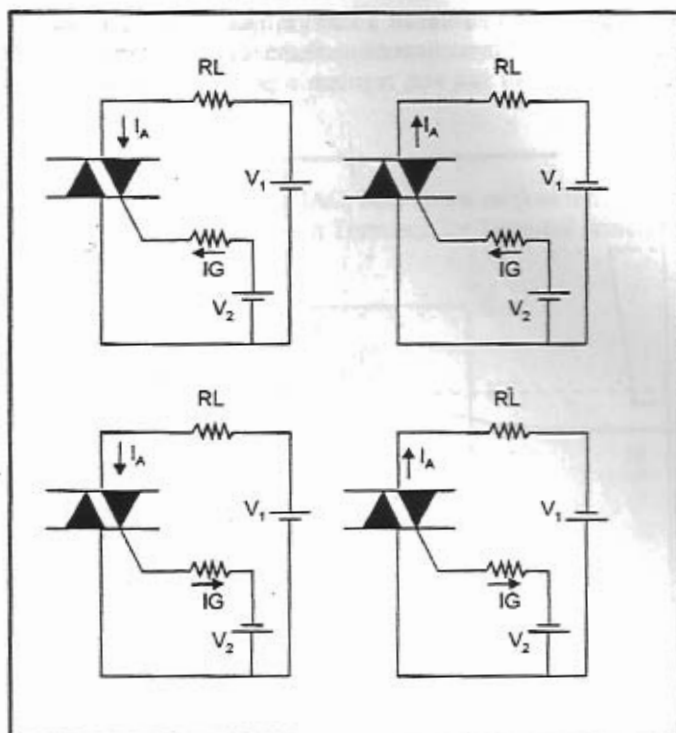


Fig.6.4 - Polarizações possíveis para o TRIAC.

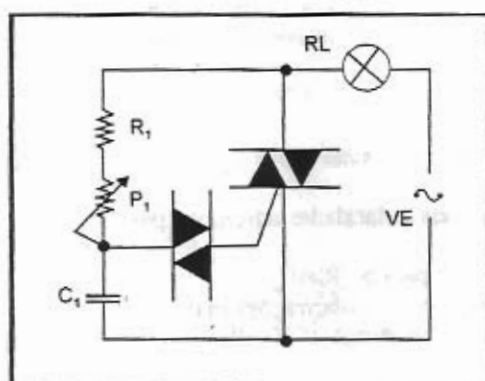


Fig.6.5 - Controle de potência com TRIAC.

O capacitor se carrega através de R_1 e P_1 e quando a tensão nos seus terminais atinge o valor de V_{BO} do DIAC, este componente passa a conduzir, propiciando a descarga do capacitor, através do DIAC e da região gate - MT1 do TRIAC, com isto fazendo surgir I_G , disparando assim o TRIAC.

Quando variamos P_1 , variamos o tempo que o capacitor leva para atingir o V_{BO} do DIAC e com isto o ângulo de disparo (α) é variado.

Neste circuito, enquanto o TRIAC não dispara, se comporta como uma chave aberta, não há tensão na carga e toda tensão de entrada fica em cima dos terminais MT2 e MT1.

Quando o TRIAC dispara, ele se comporta como uma chave fechada, a tensão nos seus terminais é baixa e a tensão de entrada aparece nos terminais da carga.

Pelo fato de ser um componente bidirecional, o comportamento do TRIAC, para o semiciclo negativo, é idêntico ao do semiciclo positivo.

Na figura 6.6, apresentamos as formas de ondas para o circuito da figura 6.5, com diversos ajustes de P_1 . A faixa de controle de α é $0^\circ < \alpha < 180^\circ$ e como podemos perceber, a faixa de controle de potência da carga é $0\% < P_{RL} < 100\%$. Para $\alpha \approx 0^\circ$, praticamente todo o sinal da rede passa para a carga e como há o aproveitamento dos dois semiciclos a carga irá dissipar $\approx 100\%$. Na prática, o α não é exatamente 0° , pois é necessário tempo para o capacitor atingir o V_{BO} do DIAC e isto não ocorre para $\alpha = 0^\circ$.

Na figura 6.6, podemos observar que, ocorrendo o aumento de P_1 a cada ciclo, o capacitor levará mais tempo para disparar o DIAC e com isto o TRIAC levará mais tempo para ser disparado.

Na carga (R_L) observamos que, com o aumento de P_1 , o tempo de tensão aplicada à carga diminui e com isto a mesma irá dissipar uma menor potência.

Nos circuitos de controle de potência, através do controle de fase (ângulo de disparo), à medida que o ângulo de disparo é aumentado, o ângulo de condução é reduzido e com isto a carga leva menos tempo conduzindo, ou seja, a carga dissipa menos potência.

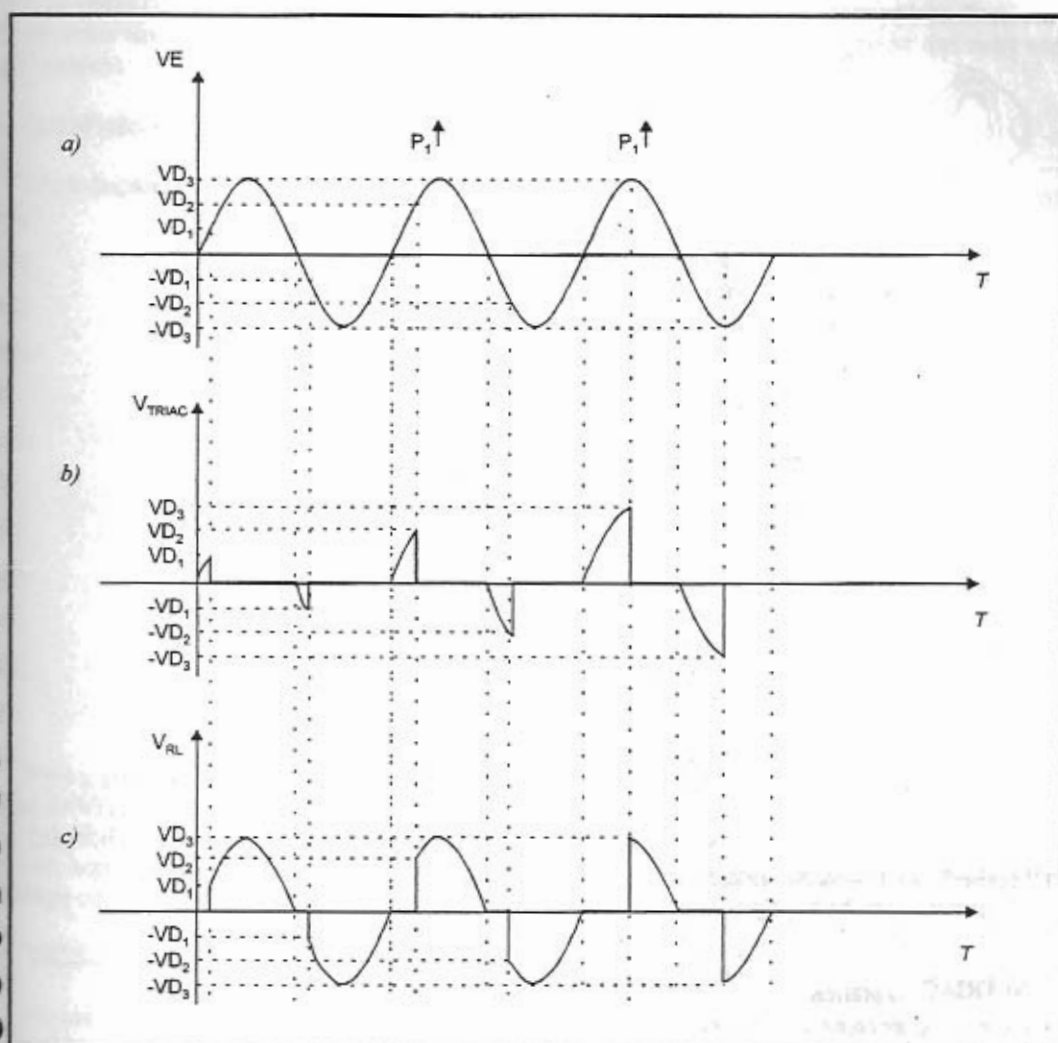


Fig. 6.6 - Formas de ondas no circuito de controle de potência com TRIAC com aumento de P_1 .

6.8 - DESVANTAGENS DO TRIAC EM RELAÇÃO AO SCR

Embora o TRIAC tenha a capacidade de controlar a corrente nas duas direções e responder a correntes de gate que fluam em qualquer destas direções, o dispositivo apresenta certas desvantagens quando comparado ao SCR. Em geral, os TRIAC's têm valores de corrente menores que os do SCR e não competem com estes quando correntes extremamente elevadas devem ser controladas.

A frequência máxima na qual o TRIAC pode operar, fica em torno de 300Hz, visto que o mesmo opera nos dois semiciclos da rede.

6.9 - TRIAC's COMERCIAIS

No comércio, através da consulta do data Book, encontramos TRIAC's com valores de I_{TRMS} de até 300A e valores de V_{DRM} de até 1,6KV. Por estes dados, podemos perceber que 300A é pouco, frente ao SCR que possui valores de corrente acima de 3000A.

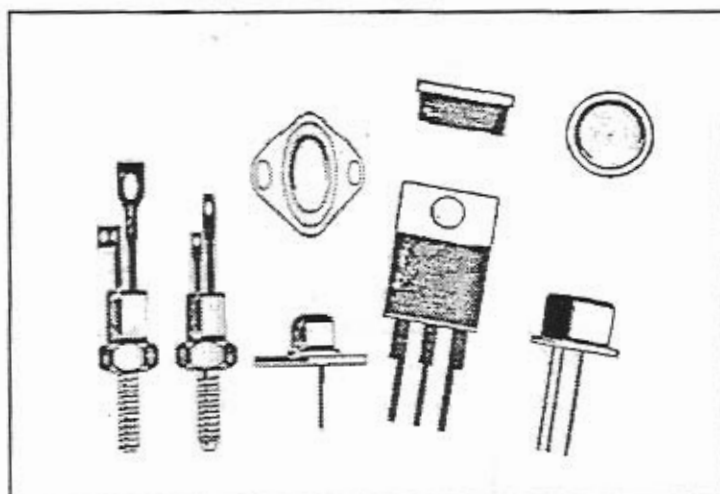


Fig. 6.7 - TRIAC Comercial.

Exercício:

- 1º) Explique o funcionamento do circuito de controle de potência com TRIAC.
- 2º) Explique qual o papel do DIAC nos circuitos de controle de potência com TRIAC.
- 3º) Apresente as vantagens e desvantagens do TRIAC em relação ao SCR.
- 4º) Explique como é feito o teste do TRIAC na prática.
- 5º) Analise o circuito equivalente do TRIAC com SCR's.