

Data: _____ Bancada n° _____

Nota: _____

Nome: _____

RA: _____

Nome: _____

RA: _____

Nome: _____

RA: _____

MÓDULO 3: Conversão CA-CA e Aplicação de "TRIAC" com Controle por ciclos inteiros

3.1 Circuito Integrado para comando de tiristores

Circuitos integrados dedicados vêm-se sendo desenvolvidos para diversas aplicações industriais. Assim, neste laboratório, um CI é usado no circuito de controle de temperatura. A Figura mostra um diagrama de blocos dos circuitos internos do CA 3059. As ligações externas do circuito integrado devem obedecer às recomendações do fabricante. Para maiores detalhes, o estudante poderá recorrer aos manuais dos fabricantes do CI (RCA, Harris, etc.).

O limitador de tensão entre os pinos de entrada (5) e (7) grampeia a tensão CA de entrada entre ± 6 V pela ação de dois diodos zener ligados "costa a costa". A tensão limitada é aproveitada para se obter uma tensão CC positiva em relação ao pino (7). Esta tensão é usada para alimentar o restante do CI. No semiciclo positivo, a regulação é obtida pelo diodo zener e por um capacitor externo (1000 μ F, 16 V) que deve ser ligado à saída da fonte (pino (2)). No semiciclo negativo, a regulação depende somente do capacitor C_F . Para melhorar a estabilidade desta tensão e permitir alimentar outros circuitos, pode-se conectar uma fonte externa entre os pinos 2 (+) e 7 (GND), como será feito nesta experiência.

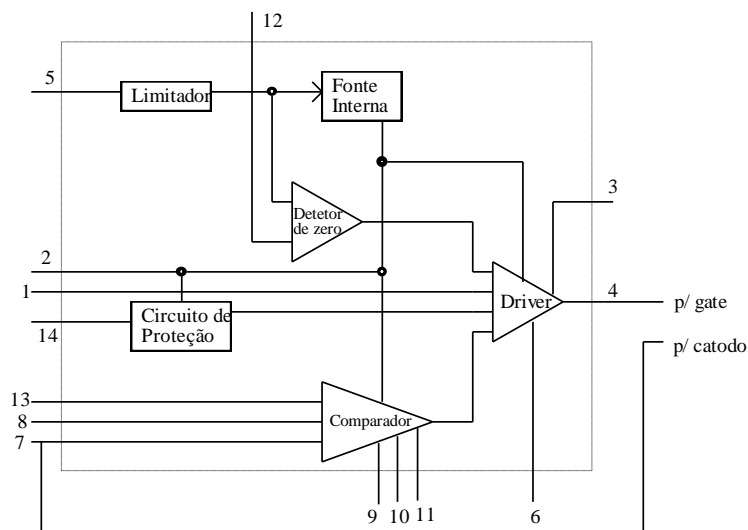
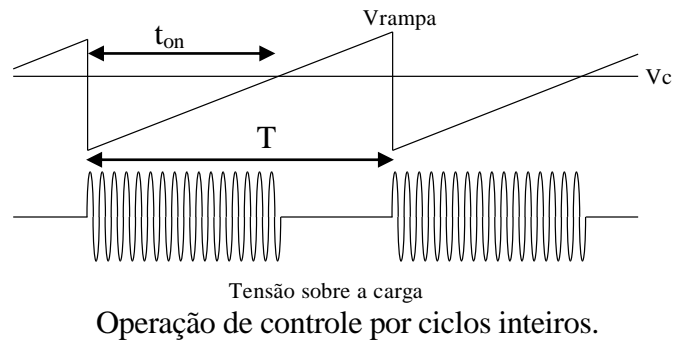


Diagrama de blocos do circuito interno do CA3059.

O detetor de cruzamento de zeros deve dar uma indicação toda vez que a tensão de linha cruza o zero. O comparador compara a tensão entre os terminais (9) e (13). No ponto 9 aplica-se uma onda triangular, que é produzida por um circuito externo.

O CI 555 (descrito a seguir) é utilizado como temporizador, produzindo a onda triangular com período T, utilizada como base de tempo do sistema. A tensão de controle é conectada ao ponto 13.

O circuito de disparo do TRIAC fornece em sua saída (pino (4)) pulsos nos instantes de cruzamento de zero enquanto a tensão V_{SENSOR} (V_S) entre os pinos (13) e (7) for maior que a tensão de referência V_R entre os terminais (9) e (7). Os demais pinos têm funções específicas que não será utilizadas e estão descritas no manual do CI.



Em relação ao temporizador 555, conforme mostra o diagrama completo a seguir, um transistor PNP (BC327) funciona como uma fonte de corrente que carrega o capacitor C_R (10 μF), fazendo com que a tensão sobre este varie linearmente. Quando esta tensão atinge $2/3$ da tensão de alimentação do CI, o C_R é descarregado via o pino 7 (do CI 555), até que a tensão caia a $1/3$ da alimentação, quando se reinicia o processo de carga. Para regulação de temperatura precisa, a base de tempo da rampa deve ser menor que a constante térmica do sistema, contendo muitos ciclos da tensão de linha (60 Hz), de modo que se tenha uma adequada capacidade de ajuste fino.

O diagrama completo do circuito de teste está mostrado na sequência.

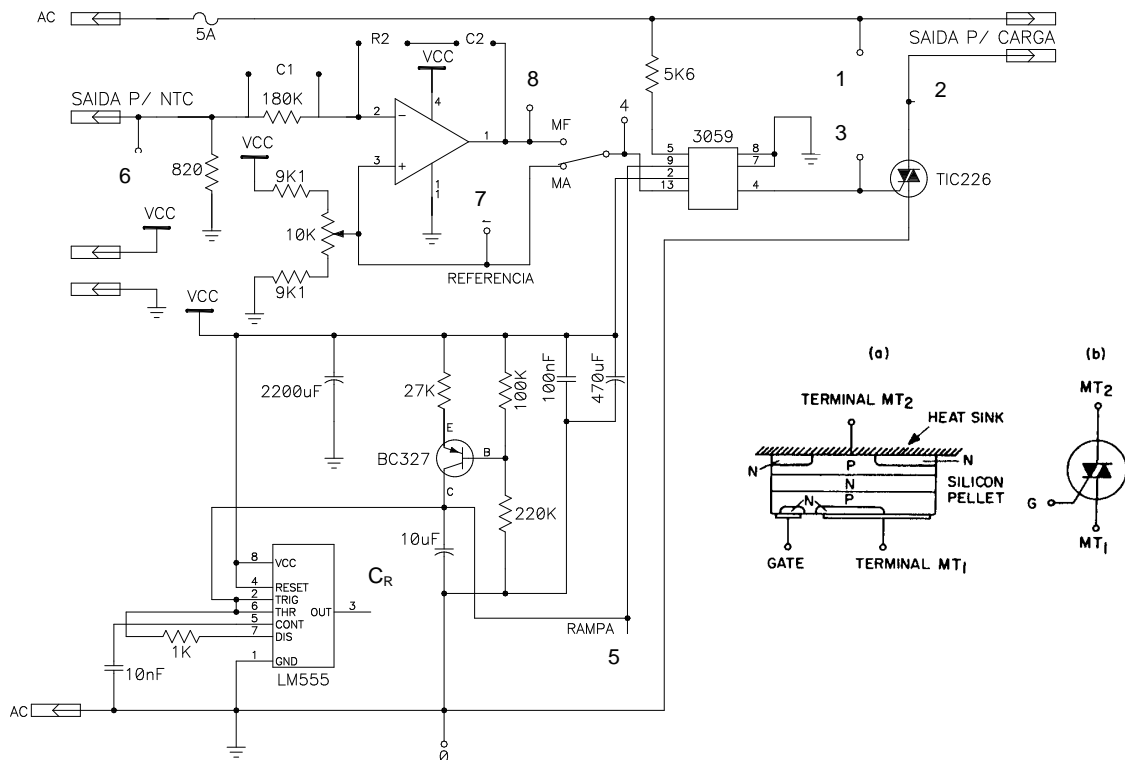


Diagrama elétrico do circuito de teste e esquema interno do TRIAC.

Parte Experimental

Material:

- 1 Osciloscópio com pontas x10.
- 1 Aquecedor (sugere-se 400W/127V)
- 1 Lâmpada 25W/127V,
- 1 Circuito de teste
- 1 Fonte CC estabilizada
- 1 Transformador de isolamento (1:1)

3.2 Análise do circuito de potência

Procedimentos iniciais:

Nesta experiência, o osciloscópio será conectado diretamente à rede e **o circuito de teste que estará isolado da rede pelo transformador**. Isto garante que o terminal de terra da ponta de prova pode ser conectado a qualquer potencial do circuito sem risco de curto-circuito. Ambos os canais sempre devem ter o mesmo ponto de referência. Por segurança, sempre desligue o contator antes de fazer alterações nas conexões na placa de testes.

Os sinais a serem observados poderão estar em bases de tempo muito diferentes. Por exemplo, a rede apresenta uma frequência de 60 Hz, enquanto a base de tempo do controlador de temperatura é de aproximadamente 1s. Procure ajustar a base de tempo do osciloscópio de maneira a visualizar os detalhes importantes das formas de onda.

As medições são feitas sempre em relação ao ponto 0. A numeração indicada a seguir se refere aos pontos de teste e não às numerações dos pinos dos CIs.

As manobras no circuito (conexão e desconexão de carga, mudanças de pontos de observação **SEMPRE** devem ser feitas com o contator desligado)

- a) Coloque a chave na posição MA (malha aberta¹). Conecte a fonte CC na placa e ajuste a tensão em 6 V. Ligue o contator e meça o valor eficaz da tensão da rede no ponto 1.

- b) Observe os pontos 5 e 7 (em relação ao 0). Varie a referência (pto 7) variando o potenciômetro. Observe as formas de onda. Anote os valores mínimos e máximos da tensão no ponto 7.

Valor mínimo Valor máximo

Qual a duração da base de tempo do controle?

Verifique os valores mínimos e máximos da rampa:

Rampa (ponto 5): valor mínimo valor máximo

- c) Ajuste a referência em um valor intermediário, de modo que a carga fique alimentada durante aproximadamente 50% do intervalo de controle.

- d) Conecte o aquecedor (400 W) na saída para carga. Coloque a lâmpada de 25 W/127 V em paralelo com o aquecedor. Essa lâmpada será usada *para visualizar* o comportamento de liga-desliga da alimentação da carga. **ATENÇÃO: a resistência de aquecimento pode atingir temperaturas elevadas, por isso coloque-a em um local isolado da bancada para evitar acidentes.**

- e) Observe e analise as formas de onda nos pontos 2 (tensão entre os terminais principais do TRIAC) e 3 (tensão de *gate*), ambas em relação ao ponto 0. Explique o comportamento de “oposição” entre os sinais.

¹ Essa experiência permite realizar o controle de temperatura de um processo. No entanto, tal parte do experimento não será realizada.

- f) Supondo que a resistência da carga (aquecedor) é constante, **qual a expressão analítica (fórmula)** para a tensão eficaz e a potência ativa entregue à carga considerando o intervalo de controle (período da rampa). No ponto de operação ajustado (item c), indique quais devem ser os valores de potência e de tensão (eficaz). Considere que o aquecedor tem potência máxima de 400 W.

P=

V_{ef}=

- g) Desligue o contator e desconecte a carga (aquecedor e lâmpada). Observe os pontos 3 e 1, verifique, observando os instantes de ocorrência dos pulsos de disparo do TRIAC, se efetivamente está ocorrendo chaveamento síncrono. Use uma escala de tempo que permita ver em detalhe o sinal no ponto 3, identificando os pulsos de disparo do TRIAC produzidos pelo CA3059. Qual a duração do pulso de disparo?

- h) Quais os modos de operação do TRIAC em **relação aos pulsos** de disparo? Consulte a parte teórica.

- i) Reconecte a carga (aquecedor e lâmpada). Qual a origem da tensão que se observa no ponto 3 **entre** os pulsos de disparo?

- j) Observe e meça (usando os cursores) a queda de tensão (ΔV) que ocorre na amplitude do sinal no ponto 1 (tensão CA) quando o TRIAC liga e alimenta a carga:

- k) Conecte a lâmpada de 25 W na saída disponível do **transformador** e veja o comportamento de seu brilho. Quais as causas da variação do brilho da lâmpada? Quais as causas da variação da tensão?
