

MINHA TORRADEIRA ELÉTRICA PIFOU E EU ME DIVERTI!

Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC

Introdução

Eu possuo uma torradeira de pão de dois compartimentos para pão, de marca nacional muito conhecida, mostrada na Figura 1, que



Figura 1

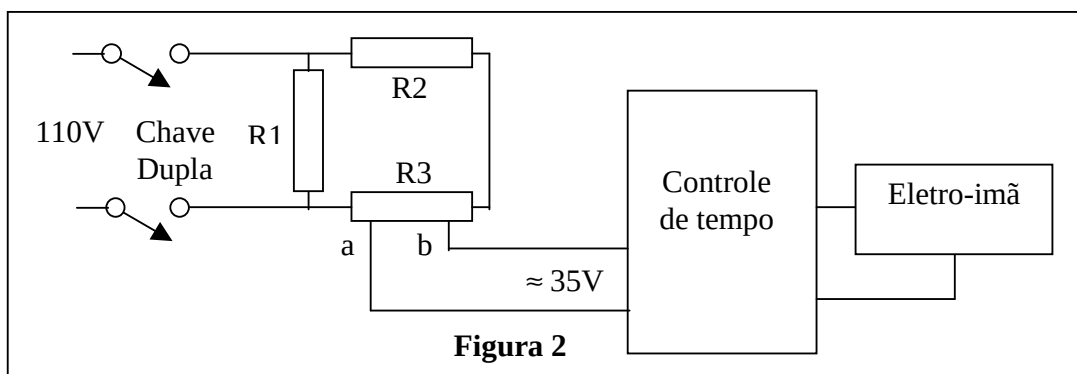
porém se estragou. Na verdade, essa torradeira tem um problema de projeto (sob o ponto de vista do usuário e não do fabricante). Quando certa parte de sua resistência queima, a tensão sobre o circuito de controle de tempo se eleva muito, destruindo vários componentes.

Através do ‘knob’ quadrado do centro, liga-se o aparelho. O botão redondo grande à direita embaixo controla o tempo de ação que pode ser ajustado de 1 a 5 minutos. O botão redondo

pequeno (tipo ‘push-button’) à esquerda é usado para desligar o aparelho no meio da ação.

O diagrama original do aparelho está mostrado na Figura 2, sem os detalhes do circuito de controle de tempo.

Nessa figura, R1 é a parte da resistência central na caixa da torradeira e R2 e R3 são as resistências das partes laterais da mesma. R1 dissipa maior potência porque tem de aquecer os pães dos dois compartimentos e as laterais somente o pão de seu próprio compartimento. A chave dupla é acionada pela alavanca de ligar, lançando a alimentação de 110V nas



resistências. A resistência R3 tem duas saídas a e b, que, em condições normais de operação produzem uma diferença de potencial de aproximadamente 35 VAC que alimenta o circuito de controle de tempo.

Quando a alavanca de liga/desliga é acionada, o eletro-ímã da figura a prende na posição inferior, mantendo tudo ligado, até que o tempo pré-estabelecido ocorra, o que corta a corrente no eletro-ímã, soltando a alavanca e desligando tudo.

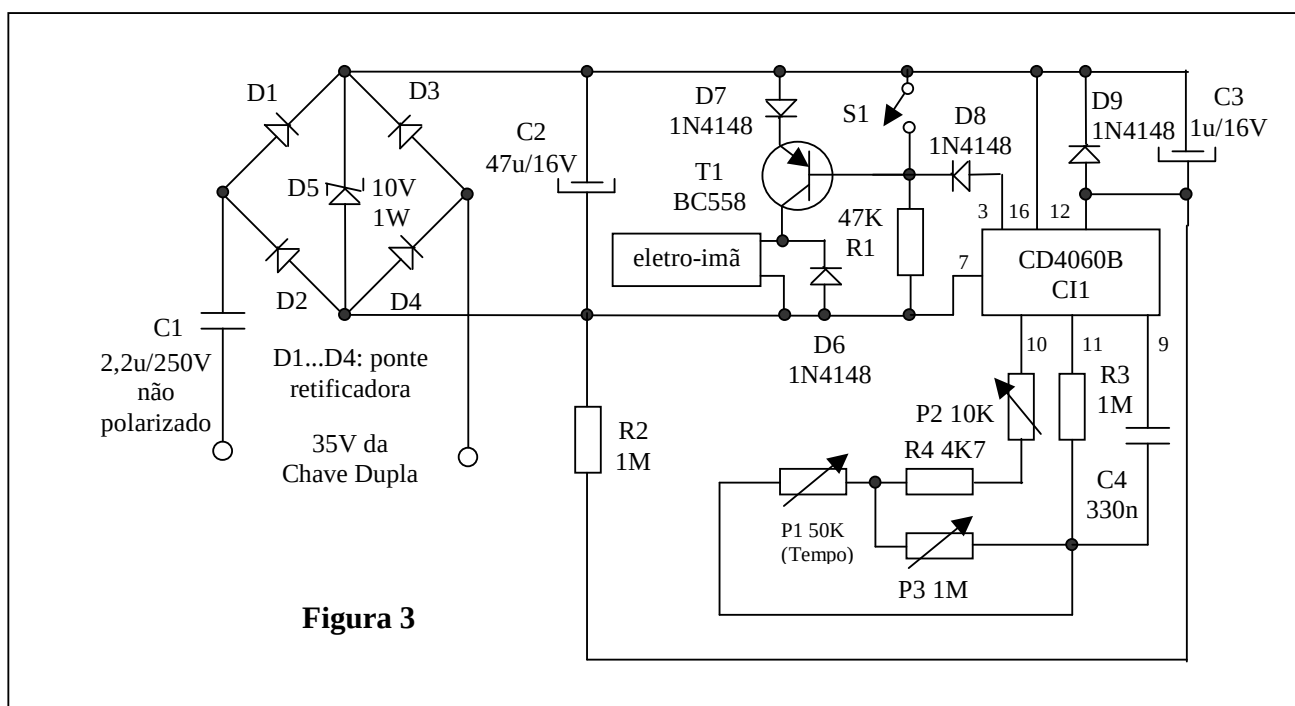
O problema de projeto antes referido ocorre porque, se a resistência R3 se interromper entre os pontos a e b, a tensão sobre o circuito de controle sobe muito, destruindo o circuito eletrônico e até queimando o eletro-ímã por excesso de corrente.

Além disso, seria mais eficiente se, ao invés de se manter a alavanca para baixo através de um eletro-ímã que fica ativo durante todo o tempo de uso, poderia se ter um processo mecânico com um pequeno dente que prenderia a alavanca na posição inferior e o eletro-ímã puxaria esse dente liberando a alavanca. Isso aumentaria a vida útil do eletro-ímã (o consumo diminuiria, mas ante o próprio consumo da torradeira, seria um preciosismo inútil).

Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC

O novo projeto

Essa sugestão mecânica dada anteriormente não foi implementada pelas dificuldades de execução de qualquer projeto mecânico, mas a parte do controle, toda queimada, pode ser reprojeta de forma mais moderna.



No circuito original há alguns resistores que ficam entre a tensão de entrada retificada e o resto do circuito. Com a queima da resistência R3 (entre os pontos a e b), esses resistores também se destróem.

**Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC**

O novo projeto (vide Figura 3) usa, para abaixamento da tensão AC de entrada, a reatância do capacitor C1 (esse processo pode ser muito útil para projeto de pequenos circuitos!).

Este capacitor deve ser não polarizado. Para isto é *necessário* que se tenha uma retificação em onda completa; a retificação em meia onda produz uma carga DC no capacitor que impede o funcionamento correto do conjunto.

Observando a Figura 3, pode-se analisar como funciona a parte de fonte DC para a o resto da eletrônica. Um dos semi-ciclos da AC de 35V passa por um dos lados e o outro semi-ciclo pelo outro lado da ponte retificadora D1 a D4. Assim, sobre o capacitor C1 existe uma corrente AC simétrica (apesar desta não ser senoidal pela não linearidade do circuito retificador) e sua reatância pode ser utilizada para se obter a limitação de corrente necessária à correta operação do diodo zener estabilizador D5. Na verdade, não há necessidade de estabilização para o funcionamento do resto do circuito, mas o CMOS CD4060B tem de ter sua tensão de alimentação limitada a um máximo (18V é o limite que nunca deve ser atingido por segurança) e foi escolhido o valor de 10V que é suficiente para a operação do eletro-ímã de retenção. D5 foi escolhido com relação à sua dissipação de tal modo que, mesmo queimando-se a parte crítica de R3, ele não se destrói, mantendo-se a alimentação DC de 10V sem prejudicar nenhum componente. Nesse caso, apenas os pães postos no compartimento de R3 não serão torrados de forma correta, bastando para consertar o aparelho, trocar-se a resistência R3 e nada mais.

**Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC**

A filtragem da DC, após a retificação, é efetuada com o mínimo valor de capacitor C2 possível. Isto evita que, após um desligamento, haja uma demora na recuperação do circuito, isto é, para se ligar novamente, tenha de se esperar por vários segundos para que o eletro-ímã possa operar de novo. Um valor relativamente baixo de C2 garante que em algumas dezenas de milissegundos este se descarregue bastante com o consumo do próprio CMOS, de modo a desligar a eletrônica toda.

CI1 é um circuito integrado CMOS CD4060B, oscilador com divisor interno máximo de 16.384. A frequência do oscilador é regulada pelos componentes resistivos entre seus pinos 10 e 11 e pelo capacitor C4. Desta forma, o tempo que decorre entre o início do processo e a saída de sinal no seu pino 3 (saída do divisor por 16.384) é uma função desses valores.

Os componentes C3, R2 e D9 garantem que o divisor está em seu estado 0 (zero) ou de 'reset' ao se ligar a alimentação. Dessa forma, conta-se o tempo a partir deste instante.

A frequência de oscilação para o mínimo tempo de 1 minuto deve ser de ≈ 136 Hz e, para o tempo máximo, que é de 5 minutos, 5 vezes menor, ou seja, de ≈ 27 Hz. Obviamente esses tempos não são críticos.

No novo projeto há o trimpot P2 que, junto com R4, calibra-se o tempo mínimo e, através do trimpot P3, calibra-se o tempo máximo (no projeto original existe somente um ajuste de tempo). A escolha do tempo de operação é efetuada através do potenciômetro P1.

**Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC**

Ao se ligar a alimentação pela alavanca de comando, o transistor T1 conduz ativando o eletro-ímã que prende a alavanca em sua posição inferior (D8 está cortado). Após decorrido o tempo programado, o pino 3 de CI1 produz um sinal digital alto que corta T1, retirando a corrente no eletro-ímã, soltando a alavanca e desligando o sistema todo. O diodo D7 garante o corte de T1.

S2 é uma chave tipo 'push-button' normalmente aberta que pode cortar T1 a qualquer momento, interrompendo o processo.

A linearidade ficou bastante razoável, isto é, o dial de tempo ficou com boa calibração.

Conclusão

O novo projeto é de um conceito mais moderno que o antigo, mais protegido contra a queima da parte crítica de R3 e possui ajustes tanto de tempo mínimo como de tempo máximo.

Perguntas óbvias surgem:

a - economicamente valeu a pena?

b – o trabalho compensou?

À primeira pergunta eu responderia que sim: os componentes para o novo projeto custaram menos que uma torradeira nova (a minha está novinha na aparência e foi pouco usada).

À segunda pergunta eu responderia: o trabalho foi realmente muito grande, pois a nova placa impressa tinha de ter o formato da antiga para que os controles externos permanecessem nas posições físicas originais compatíveis com toda a mecânica da caixa da torradeira.

**Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC**

Mas resumindo isso tudo, eu *não* estava com preocupações econômicas, pois eu tinha a maioria dos componentes em casa e os componentes críticos mecanicamente falando (S1 e P1) eu usei semelhantes à da placa antiga e *nem* estava preocupado com o trabalho, pois, conforme o título desse artigo, eu me diverti muito mesmo!

O projeto está funcionando muito bem e as torradas têm estado deliciosas!

**Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC**

