

Entre os vários dispositivos para os quais existem aplicações para circuitos RC e RL, temos filtragem em fontes de alimentação CC, circuitos de suavização para comunicação digital, diferenciadores, integradores, circuitos de retardo e circuitos a relé. Algumas dessas aplicações tiram proveito das constantes de tempo curtas ou longas dos circuitos RC ou RL.

#### Circuitos de retardo

Um circuito RC pode ser usado para fornecer vários tipos de retardos de tempo. A figura 1 ilustra um circuito destes, que é formado basicamente por um circuito RC com o capacitor conectado em paralelo com uma lâmpada de neon. A fonte de tensão pode fornecer tensão suficiente para acender a lâmpada. Quando a chave é fechada, a tensão no capacitor aumenta gradualmente em direção a 110V em uma taxa determinada pela constante de tempo do circuito,  $(R_1 + R_2)C$ . A lâmpada atuará como um circuito aberto e não emitirá luz até que a tensão nela exceda determinado nível, digamos 70V, e quando esse nível for atingido, a lâmpada acende e o capacitor descarrega por meio dela. Em virtude da baixa resistência da lâmpada quando está ligada, a tensão no capacitor cai rapidamente e a lâmpada apaga. A lâmpada atua novamente como um circuito aberto e o capacitor recarrega. Ajustando  $R_2$ , podemos introduzir retardos longos ou curtos no circuito e fazer a lâmpada acender, recarregar e acender repetidamente a cada constante de tempo  $t = (R_1 + R_2)C$ , pois leva um período  $t$  para que a tensão no capacitor fique suficientemente alta para acendê-la ou suficientemente baixa para desligá-la.

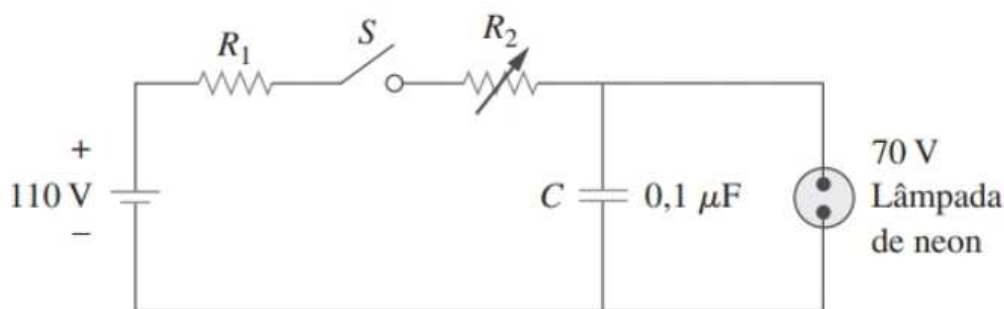


Figura 1 - Um circuito de retardo RC.

Os sinalizadores intermitentes encontrados comumente em canteiros de obras de rodovias são um exemplo da utilidade de um circuito de retardo RC como este.

### EXERCÍCIO 1

Considere o circuito da figura 1 e suponha que  $R_1 = 1,5 \text{ M}\Omega$ ,  $0 < R_2 < 2,5 \text{ M}\Omega$ . (a) Calcule os limites extremos da constante de tempo do circuito. (b) Quanto tempo leva para a lâmpada brilhar pela primeira vez após a chave ser fechada? Parta do pressuposto de que  $R_2$  é o valor maior.

### Flash eletrônico para câmeras fotográficas

Um *flash* eletrônico é um exemplo comum de um circuito RC. Essa aplicação explora a capacidade de o capacitor se opor a qualquer mudança abrupta na tensão. A figura 2 mostra um circuito simplificado, que consiste, basicamente, em uma fonte de tensão CC de alta tensão, um resistor limitador de corrente  $R_1$  de alto valor e um capacitor  $C$  em paralelo com a lâmpada do *flash* de baixa resistência,  $R_2$ . Quando a chave se encontra na posição 1, o capacitor carrega lentamente em decorrência da constante de tempo grande ( $\tau_1 = R_1 C$ ). Conforme ilustrado na figura 3a, a tensão no capacitor aumenta gradualmente, de zero até  $V_s$ , enquanto sua corrente diminui gradualmente de  $I_1 = V_s/R_1$  até zero. O tempo de carga é aproximadamente cinco vezes a constante de tempo:

$$t_{\text{carga}} = 5 R_1 C$$

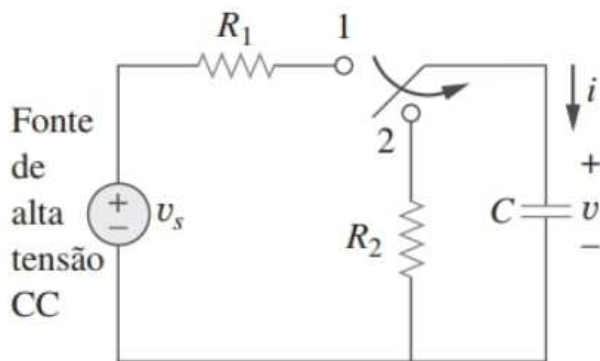


Figura 2 – Circuito para um *flash* fornecendo carga lenta na posição 1 e descarga rápida na posição 2.

Com a chave na posição 2, a tensão no capacitor é descarregada. A baixa resistência  $R_2$  da lâmpada do *flash* permite uma corrente de descarga elevada com pico  $I_2 = V_s/R_2$  em um curto espaço de tempo, conforme representado na 3b. A descarga acontece em aproximadamente cinco vezes a constante de tempo:

$$t_{\text{descarga}} = 5 R_2 C$$

## CIRCUITOS TRANSITÓRIOS DE 1ª ORDEM

### APLICAÇÕES DE CIRCUITOS RC E RL

Portanto, o circuito RC simples da figura 2 fornece um pulso de corrente elevada de curta duração. Um circuito como este também pode ser aplicado em soldagem elétrica por pontos e em válvulas de transmissão de radares.

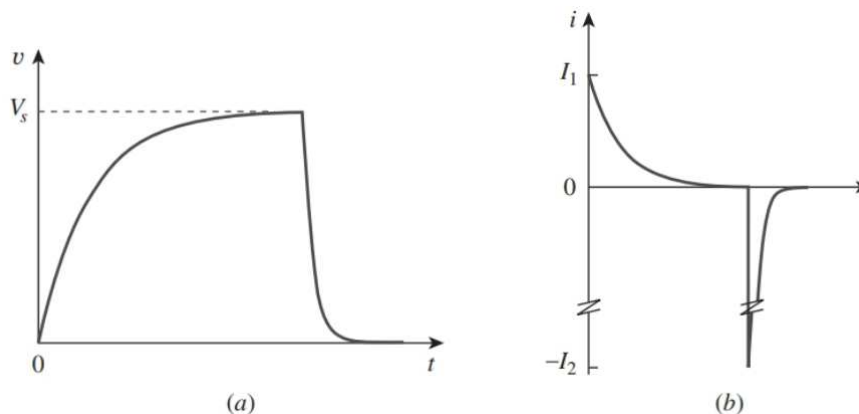


Figura 3 (a) Tensão no capacitor mostrando carga lenta e descarga rápida; (b) corrente no capacitor mostrando corrente de carga baixa  $I_1 = V_s/R_1$  e corrente de descarga elevada  $I_2 = V_s/R_2$ .

## EXERCÍCIO 2

Um *flash* eletrônico tem um resistor limitador de corrente de  $6\text{ k}\Omega$  e um capacitor eletrolítico de  $2.000\mu\text{F}$  carregado a  $240\text{V}$ . Se a resistência da lâmpada for de  $12\Omega$ , determine: (a) a corrente de pico na carga; (b) o tempo necessário para o capacitor se carregar completamente; (c) a corrente de descarga de pico; (d) a energia total armazenada no capacitor; e (e) a potência média dissipada pela lâmpada.

## Circuitos a Relé

Uma chave controlada magneticamente é chamada relé, que é, basicamente, um dispositivo eletromagnético usado para abrir ou fechar uma chave que controla outro circuito. A figura 4a mostra um circuito a relé comum. O circuito a relé é um circuito RL como aquele mostrado na figura 4b, onde R e L são a resistência e a indutância da bobina. Quando a chave  $S_1$  da figura 4a for fechada, o circuito a relé é energizado, fazendo que a corrente na bobina aumente gradualmente e produza um campo magnético. Finalmente, o campo magnético será suficientemente forte para atrair o contato móvel no outro circuito e fechar a chave  $S_2$ . Nesse ponto, diz-se que o relé é armado. O intervalo de tempo  $t_d$  entre o fechamento das chaves  $S_1$  e  $S_2$  é denominado tempo de retardo do relé.

Os relés foram usados originalmente nos primeiros circuitos digitais e ainda são empregados para chaveamento de circuitos de alta potência.

## CIRCUITOS TRANSITÓRIOS DE 1ª ORDEM

### APLICAÇÕES DE CIRCUITOS RC E RL

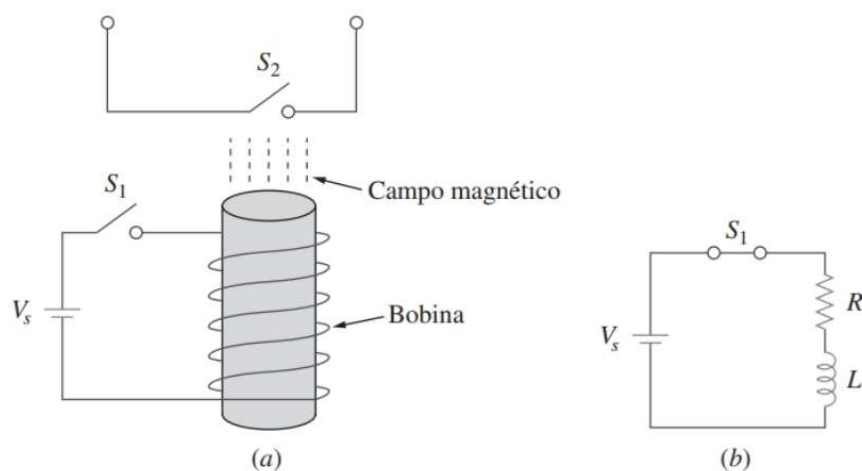


Figura 4 - Um circuito a relé.

### EXERCÍCIO 3

A bobina de certo relé é acionada por uma bateria de 12V. Se a bobina tiver uma resistência de  $150\Omega$ , uma indutância de 30 mH e a corrente necessária para armá-lo for de 50 mA, calcule o tempo de retardo do relé.