Circuitos RC e o Relógio Logarítmico

12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Criar, com base em pesquisa sobre circuitos RC, um relógio logarítmico e, recorrendo às tecnologias digitais, explicar o seu funcionamento, a metodologia utilizada e os resultados obtidos, começando por dominar a carga e a descarga de um condensador.

Revisão rápida

- **Condensador:** armazena carga nas placas — $Q = CV$ (unidade $1\ F = 1\ C/V$; usa-se μF = 10^{-6} F e nF = 10^{-9} F). A energia guardada é $E = \frac{1}{2}CV^2$.
- **Carga:** $V(t) = V_0(1 - e^{-t/\tau})$ · **Descarga:** $V(t) = V_0 e^{-t/\tau}$. Em $t = \tau$ o condensador fica a **63,2%** na carga e resta-lhe **36,8%** na descarga.
- **Constante de tempo:** $\tau = RC$ — tempo em segundos. Dobrar R ou C dobra τ; é a «velocidade» do circuito.
- **Relógio logarítmico:** a tensão varia *logaritmicamente* com o tempo; ao marcar o mostrador numa escala logarítmica, os intervalos de tempo ficam **uniformes** e a agulha percorre igual espaço por igual tempo.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «A constante de tempo de um circuito RC se mede em farads.» ( ) b) «Em $t = \tau$ o condensador está totalmente carregado.» ( ) c) «Um resistor maior retarda a carga.» ( ) d) «A curva de carga é linear com o tempo.» ( )

2. Um circuito tem R = 100 kΩ e C = 100 μF. a) calcula a constante de tempo b) qual seria com R = 200 kΩ e C = 47 μF? c) qual dos dois circuitos é mais «lento»?

3. Com o circuito do exercício 2, alimentado a 12 V: a) calcula a carga total b) calcula a energia armazenada c) calcula a corrente inicial.

4. Curva de carga: preenche a tabela da percentagem de carga em $t = \tau$, 2τ e 3τ e comenta o que acontece ao ritmo de subida.

t (múltiplos de τ)	1	2	3	5
% da carga final				

5. Descarga: um condensador de 100 μF carregado a 12 V descarrega por um resistor de 100 kΩ. a) escreve a expressão de $V(t)$ b) que tensão resta a 10 s? c) que tempo demora a cair para 10% do valor inicial?

6. Corrente na descarga: a) calcula a corrente inicial no circuito do exercício 5 b) o que acontece com a corrente quando o condensador chega a zero? c) onde se dissipa a energia armazenada?

7. Projeto — o relógio logarítmico: a) por que razão o ponteiro de um relógio RC normal anda depressa no início e devagar no fim? b) como resolve o problema a escala logarítmica? c) que cuidados tens de ter para o mostrador ficar correto?

8. Aplicações do dia a dia: liga cada dispositivo ao fenómeno RC correspondente: a) lanterna de emergência que acende ao falhar a rede → __ b) temporizador de lava-loiças → __ c) filtro que elimina um zumbido num áudio → __

© 2026 Estudantices

9. Escolha do par RC: queres um atraso de 20 s. a) que combinação de R e C escolhes de entre: 100 kΩ+200 µF, 1 MΩ+20 µF, 220 kΩ+100 µF? b) porque é que a escolha importa para a corrente inicial?

10. Leitura gráfica: esboça o par de curvas (carga e descarga) no mesmo sistema de eixos e assinala τ. Explica porque é que nenhuma das curvas atinge o valor final em tempo finito.

11. Metodologia do projeto: descreve em 4 passos como validarias experimentalmente um relógio logarítmico: que grandezas medes, que valores esperas e como comparas com a teoria.

12. Desdevolvimento. Explica porque é que a expressão $V = V_0(1 - e^{-t/\tau})$ torna o tempo mensurável num circuito, de que forma o logaritmo transforma essa relação numa escala uniforme e porque é que um relógio RC é, em essência, um conversor de tensão em tempo.

© 2026 Estudantices

Soluções — Circuitos RC e o Relógio Logarítmico

1. a) **F** — $\tau = RC$ dá segundos b) **F** — em $t = \tau$ tem 63,2%; só se aproxima de 100% após vários τ c) **V** — maior R reduz a corrente e demora mais a carregar d) **F** — a curva é exponencial, com ritmo decrescente.

2. a) $\tau = 100\times10^{3} \times 100\times10^{-6} =$ **10 s** b) $\tau = 200\times10^{3} \times 47\times10^{-6} =$ **9,4 s** c) o primeiro é o mais **lento**, porque τ é maior.

3. a) $Q = CV = 100\times10^{-6} \times 12 =$ **1,2 × 10⁻³ C** b) $E = \tfrac{1}{2}CV^{2} = \tfrac{1}{2} \times 100\times10^{-6} \times 144 =$ **7,2 × 10⁻³ J** c) $I_0 = V/R = 12 / 100\times10^{3} =$ **1,2 × 10⁻⁴ A** (0,12 mA).

4. $1 - e^{-t/\tau} \rightarrow \tau$: **63,2%** · 2τ: **86,5%** · 3τ: **95,0%** · 5τ: **99,3%**. O ritmo abranda sempre — cada intervalo acrescenta menos percentagem, porque a corrente diminui à medida que a tensão do condensador se aproxima da da fonte.

5. a) $V(t) = 12 \cdot e^{-t/10}$ (volts) b) $V(10) = 12 \times 0{,}3679 =$ **4,4 V** c) $0{,}10 = e^{-t/10} \rightarrow t = 10 \times \ln 10 =$ **23,0 s**.

6. a) $I_0 = 12 / 100\times10^{3} =$ **0,12 mA** b) tende para **zero** — não resta diferença de potencial para mover cargas c) toda a energia vai para **calor no resistor** ($P = RI^{2}$), que se dissipou na forma $\tfrac{1}{2}CV^{2}$.

7. a) a tensão cresce *depressa no início* (a diferença com a fonte é grande, a corrente é alta) e *lentíssimo no fim* — um mostrador uniforme em tensão marcaria o tempo todo comprimido na ponta b) ao dividir a escala por $\ln(V)$, os marcos de tempo passam a ficar igualmente espaçados: cada τ ocupa o mesmo comprimento c) calibrar os pontos de referência (τ, 2τ, 3τ), usar componentes com tolerância conhecida e manter a temperatura estável, pois R e C variam com ela.

8. a) **carga/descarga** — a bateria recarrega o condensador enquanto há rede; ao falhar, ele descarrega e mantém a lâmpada acesa b) **descarga** — um τ ajustado determina a duração do programa c) **carga/descarga** — o RC escolhido deixa passar as variações rápidas e absorve as lentas (ou ao contrário, conforme a posição).

9. a) τ = 100 kΩ × 200 µF = **20 s** ✓ · 1 MΩ × 20 µF = **20 s** ✓ · 220 kΩ × 100 µF = 22 s ✕ — as duas primeiras servam b) escolhe-se a de **menor corrente inicial** (1 MΩ × 20 µF, 12 µA) quando se quer poupar energia e evitar picos; a de menor R dá correntes maiores e mais aquecimento.

10. A curva de **carga** sobe do zero com declive decrescente e assintota em V_0; a de **descarga** parte de V_0 com declive máximo e desce assintoticamente a zero; marcam-se τ a 63,2% e a 36,8%. Nenhuma toca o limite porque $e^{-t/\tau}$ nunca é zero para tempo finito — só se atinge a 5τ o valor que se considera 100% na prática.

11. (modelo) 1) Montar o circuito e medir com osciloscópio $V(t)$ na descarga, registando pares $(t,\ V)$. 2) Calcular τ medido por RC e por ajuste da curva teórica. 3) Comparar os tempos lidos no mostrador com os previstos por $t = -\tau\ \ln(V/V_0)$ e calcular o erro relativo. 4) Repetir para três tensões iniciais e para dois pares RC distintos, verificando que τ só depende de R e C.

12. (modelo) A expressão exponencial diz que, para cada instante, existe uma tensão determinada — logo medir tensão é medir tempo, sem qualquer mecanismo móvel além da agulha. O tempo entra no expoente, e é isso que comprime a escala: os primeiros segundos ocupam quase todo o intervalo de tensão. Aplicando o **logaritmo** à relação, o tempo passa a depender *linearmente* de $\ln(V)$: $t = -\tau\ \ln(V/V_0)$. Marcar o mostrador segundo $\ln(V)$ em vez de V iguala, por fim, os intervalos e transforma um fenómeno exponencial num mostrador uniforme — é exatamente isso que um relógio logarítmico faz.

© 2026 Estudantices