Respostas de alguns exercícios selecionados do livro:
Eletromagnetismo: Campos Dinâmicos
Eduard Montgomery Meira Costa
Editora Ciência Moderna (www.lcm.com.br)

Capítulo 2

2.1) a. $z = 13\angle(-67,38°)$;
b. $z = 3,84\angle 35,54°$;
c. $z = 5,7\angle 68,39°$;
d. $z = 6,6\angle 209,75°$;
e. $z = 4,1\angle 145,92°$.

2.3) a. $z = -2 - j7,8$; b. $z = 8 - j22,2$; c. $z = 134,16\angle 46,08°$; d. $z = 1,74\angle 203,48°$; e. $z = 3579,47\angle 236,1°$; f. $z = 1,721\angle 31,195°$; g. $z = 2287,09\angle 0,86°$; h. $z = 3 + j15$; i. $z = 433,63 + j2008,71$.

2.5) São as funções que aplicadas a um número complexo retornam apenas a parte real (função Re) e a parte imaginária (função Im).

2.7) a. $z = 12\angle 75°$; b. $z = 107,5\angle 12°$; c. $z = 15\angle(-105°)$; d. $z = 1,2\angle 83°$; e. $z = 6,7\angle(-35°)$.

2.9) a. $z^2 = 144\cos(\omega t + 150°)$; b. $z^2 = 11565,25\cos(\omega t + 12°)$; c. $z^2 = 225\cos(\omega t - 105°)$; d. $z^2 = 1,44\cos(\omega t + 83°)$; e. $z^2 = 44,89\cos(\omega t - 35°)$.

Capítulo 3

3.1) a. $V_{12} = V_{34} = -0,18\,V$; b. $I_a = 0$; $I_b = -0,0225\,A$; c. $F = 1,35\times 10^{-2}\,N$; d. $Fx = I^2 R\frac{x}{v}$.

3.3) $V_{12} = -0,05\left[-100\,\text{sen}\,(100t) - 100\,\text{sen}\,(100t)\,\text{sen}\,(40t) + 40\cos(100t)\cos(40t)\right]$.

3.5) Respectivamente: $V_{ab} = V_{cd} = -8e^{3t}\sqrt{e^{2t} + 0,4}$;
$V_{ab} = V_{cd} = 8e^{-3t}\sqrt{e^{-2t} + 0,4}$;
$V_{ab} = V_{cd} = -8\cos(200t + 50)\sqrt{10^{-4}\,\text{sen}^2\,(200t + 50) + 4\times 10^{-3}\,\text{sen}\,(200t + 50)}$;
$V_{ab} = V_{cd} = 20\,\text{sen}\,(200t - 50)\sqrt{10^{-4}\cos^2(200t - 50) - 4\times 10^{-3}\cos(200t - 50)}$;

3.6) $V_{ab} = V_{cd} = -0,08e^{2t}\left(90e^{2t} + 1\right)$;
$V_{ab} = V_{cd} = 0,08e^{-2t}\left(90e^{-2t} + 1\right)$;
$V_{ab} = V_{cd} = 8\left(90\,\text{sen}\,(200t + 50)\cos(200t + 50) + \text{sen}\,(200t + 50)\right)$;
$V_{ab} = V_{cd} = -40\left(112,5\,\text{sen}\,(200t + 50)\cos(200t + 50) + \cos(200t + 50)\right)$.

3.7) $fem = 2724,08\,\text{sen}\,(120\pi t)$; $fem = 54481,5\,\text{sen}\,(2400\pi t)$.

3.9) Zero, pois não haverá variação de campo na área da bobina.

3.10) a. $fem = 2724,08\,\text{sen}\,(120\pi t + \pi/6)$; $fem = 54481,5\,\text{sen}\,(2400\pi t + \pi/6)$;
b. $fem = 2724,08\,\text{sen}\,(120\pi t + \pi/4)$; $fem = 54481,5\,\text{sen}\,(2400\pi t + \pi/4)$;
c. $fem = 2724,08\,\text{sen}\,(120\pi t + \pi/3)$; $fem = 54481,5\,\text{sen}\,(2400\pi t + \pi/3)$.

3.12) $V_{12} = -40\,V$.

3.16) $\overrightarrow{E} = \frac{3\mu_0}{a\epsilon_0}e^{-x-at}\overrightarrow{a_y}\,V/m$.

3.18) a. $\overrightarrow{H} = 6\epsilon_0 z e^{-3t}\,\overrightarrow{a_y}\,A/m$;
b. $\overrightarrow{H} = \epsilon_0\left(10e^{-2t}\cos\left(10^3 t\right) + 5\times 10^3 e^{-2t}\,\text{sen}\left(10^3 t\right)\right) z\,\overrightarrow{a_y}\,A/m$;
c. $\overrightarrow{H} = 7200x\epsilon_0\,\text{sen}\,(60t)\,\overrightarrow{a_z}\,A/m$;
d. $\overrightarrow{H} = \epsilon_0\left[600e^{-3t} - 1,5\times 10^4\cos(100t)\right] x\,\overrightarrow{a_z}\,A/m$.

3.20) a. $\overrightarrow{E} = -2,83\times 10^{-3}x^4 e^{-1000t}\,\overrightarrow{a_z}\,V/m$; $\overrightarrow{E} = -2,12\times 10^8 x^2 e^{-1000t}\,\overrightarrow{a_z}\,V/m$; b. Utilizaria a primeira, devido à presença de μ e à variação de $\overrightarrow{B}$.

3.22) a. $[\rho] = 3\left(t - \frac{R}{U}\right)e^{-2\left(t - \frac{R}{U}\right)}$; $\left[\overrightarrow{J}\right] = 2\left(t - \frac{R}{U}\right)\overrightarrow{a_x}$;
b. $[\rho] = 5\left(t - \frac{R}{U}\right)^2 e^{\left(t - \frac{R}{U}\right)}$; $\left[\overrightarrow{J}\right] = -3\left(t - \frac{R}{U}\right)\overrightarrow{a_y}$;
c. $[\rho] = 3\cos\left(30\left(t - \frac{R}{U}\right) + 30°\right)e^{-2\left(t - \frac{R}{U}\right)}$; $\left[\overrightarrow{J}\right] = 2\left(t - \frac{R}{U}\right)\text{sen}\left(25\left(t - \frac{R}{U}\right)\right)e^{\left(t - \frac{R}{U}\right)}\overrightarrow{a_x}$;
d. $[\rho] = 2\left(t - \frac{R}{U}\right)\text{sen}\left(25\left(t - \frac{R}{U}\right)e^{\left(t - \frac{R}{U}\right)}\right)$; $\left[\overrightarrow{J}\right] = 2\cos\left(30\left(t - \frac{R}{U}\right)\right)e^{\frac{5\left(t - \frac{R}{U}\right)}{2 + \left(t - \frac{R}{U}\right)^2}}\overrightarrow{a_y}$.

3.24) $\overrightarrow{H} = \frac{A_0 k \cos(\omega t) \operatorname{sen}(kz)}{\mu} \overrightarrow{a_x}$; $\overrightarrow{E} = -\frac{A_0 k^2 \operatorname{sen}(\omega t) \cos(kz)}{\epsilon \mu \omega} \overrightarrow{a_y}$;
$V = \frac{A_0 y k^2 \operatorname{sen}(\omega t) \cos(kz)}{\epsilon \mu \omega} + A_0 \omega y \operatorname{sen}(\omega t) \cos(kz)$; $k = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$.

Capítulo 4

4.3) $E_{xs} = E_{xyz} \angle \phi - 90° \; V/m$; $H_{ys} = \frac{E_{xyz}}{\eta} \angle \phi - 90° \; A/m$; $H_y = \frac{E_{xyz}}{\eta} \operatorname{sen}(\omega t + \phi) \; A/m$.

4.5) a. $\omega = 5,65487 \times 10^9 \, rad/s$; b. $\lambda = 0,333 \, m$; c. $\beta = 18,85 \, rad/m$; d. Para $f = 2,4GHz$: $\omega = 1,508 \times 10^{10} \, rad/s$; $\lambda = 0,125 \, m$; $\beta = 50,27 \, rad/m$; Para $f = 100MHz$: $\omega = 6,2832 \times 10^8 \, rad/s$; $\lambda = 3 \, m$; $\beta = 2,094 \, rad/m$.

4.7) a. $\lambda = 0,37 \, m$; b. $f = 810 \, MHz$; c. $\overrightarrow{H} = -2,163 \overrightarrow{a_y} \, A/m$; d. $\beta = 16,965 \, rad/m$; e. $E_x = 2635,34 \cos\left(5,09 \times 10^9 t - 16,965z\right) \; V/m$.

4.9) Desde que $\overrightarrow{E}$ e $\overrightarrow{H}$ seja função de um seno ou de um cosseno.

4.11) $\frac{\partial^2 E_{xs}}{\partial z^2} = -A\omega^2 \mu_0 \epsilon_0 e^{\pm j\left(\omega \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} z + \theta\right)} = -\omega^2 \mu_0 \epsilon_0 E_{xs}$.

4.13) $\overrightarrow{H} = -0,212 \cos\left(2,4 \times 10^9 t - 8z\right) \overrightarrow{a_x} - 0,398 \cos\left(2,4 \times 10^9 t - 8z\right) \overrightarrow{a_y} \; A/m$.

4.15) Direção $\overrightarrow{a_z}$.

4.17) $\overrightarrow{E} = 30 \cos\left(5,6549 \times 10^9 t - 18,85\,(z-2)\right) \overrightarrow{a_x} \; V/m$.

Capítulo 5

5.1) a. $\overrightarrow{E} = 0,26 \cos\left(2,513 \times 10^9 t - 13,246\,(z-2)\right) \overrightarrow{a_x} \; V/m$;
b. $\overrightarrow{E} = 0,26 \cos\left(2,513 \times 10^9 t - 62,13\,(z-2)\right) \overrightarrow{a_x} \; V/m$;
c. $\overrightarrow{E} = 0,26 \cos\left(2,513 \times 10^9 t - 410,416\,(z-2)\right) \overrightarrow{a_x} \; V/m$.

5.3) a. $f = 8,571 \times 10^8 \, Hz$; b. $\epsilon_R = 4,24$; c. $\beta = 36,96 \, rad/m$.

5.5) a. $\alpha = 56,274 \, Np/m$; b. $\gamma = 56,274 + j56,274$; c. $\beta = 56,274 \, rad/m$; d. $\lambda = 0,112 \, m$; e. $U = 3,554 \times 10^6 \, m/s$; f. $\eta = 176,85 \angle 45° \, \Omega$; g. $H_y = 2,15 e^{-56,274z} \cos\left(2 \times 10^8 t - 56,274z - 0,7854\right) \; A/m$.

5.7) Por que para seu quadrado, o erro na variação do ângulo é menor que 1%. Ou seja,
$\sqrt{1 - j0,1} = \sqrt{\left(1^2 + 0,1^2\right)^{1/2} \angle \arctan \frac{0,01}{1}} = \sqrt{1,005 \angle 0,57°} \approx 1,002 \angle 0,281° \approx 1 + j5 \times 10^{-3} \approx 1$.
Para valores maiores que $0,1$, essas perdas começam a serem consideráveis.

5.9) $\mathcal{P}_{z,med} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{E_{x0}^2}{\eta_m} e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z) \cos(\omega t - \beta z - \theta_n) \, dt =$
$= \frac{1}{T} \int_0^T \frac{E_{x0}^2}{\eta_m \angle \theta_n} e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z) \cos(\omega t - \beta z) \, dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{E_{x0}^2}{\eta_m \angle \theta_n} e^{-\alpha z} \cos^2(\omega t - \beta z) \, dt =$
$= \frac{E_{x0}^2}{2\eta_m \angle \theta_n} e^{-\alpha z} = \frac{E_{x0}^2}{2\eta_m} e^{-\alpha z} \angle (-\theta_n) =$
$= \frac{E_{x0}^2}{2\eta_m} e^{-\alpha z} \cos(-\theta_n) = \frac{E_{x0}^2}{2\eta_m} e^{-\alpha z} \cos(\theta_n)$; com $\eta_m = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sigma}{\omega \epsilon}\right)^2}}$ e $\theta_n = \arctan\left(\frac{\sigma}{\omega \epsilon}\right)$.

5.11) a. $\overrightarrow{E} = \frac{J_0}{\sigma} \overrightarrow{a_x}$; $\overrightarrow{H} = \frac{J_0}{\sigma \eta} \overrightarrow{a_y}$; b. $\mathcal{P} = \frac{J_0^2}{\sigma^2 \eta} \overrightarrow{a_z}$; c. $[\mathcal{P}] \times [S] = \left[\frac{A^2 \Omega}{m^2}\right]$, que é unidade de potência por unidade de área.

5.13) a. $5,8\%$; b. $4,76\%$.

5.15) a. $R_{1MHz} = 0,0208 \, \Omega/m$; $R_{1GHz} = 0,657 \, \Omega/m$; b. $R_{1MHz} = 0,0256 \, \Omega/m$; $R_{1GHz} = 0,809 \, \Omega/m$.

5.17) $0,347 \, \delta$.

5.19) Pelas equações de onda transmitida e onda refletida, implica dizer que os meios são os mesmos em impedância intrínseca. Logo, há um sistema casado.

5.21) $\epsilon_R = 4,202$; $\mu_R = 0,952$.

5.23) Porque são os valores antes de $z = 0$ em que $\operatorname{sen}(\beta_1 z) = 1$. Isto é válido quando $\eta_2 = 0$ e η_1 qualquer.

5.25) a. $\eta_{ent} = 123,072 \angle 27,83° \, \Omega$; b. $\eta_{ent} = 94,25\Omega$; c. $s = 3,567$.

5.27) Porque são os valores antes de $z = 0$ em que $\operatorname{sen}(\beta_1 z) = 0$. Isto é válido quando $\eta_2 = 0$ e η_1 qualquer.

5.29) $\beta_1 z = \frac{\phi + \pi}{2}; \frac{\phi + 3\pi}{2}; \frac{\phi + 5\pi}{2} \ldots$

5.31) Porque para η_{ent} ser puramente complexa, é necessário que η_2 (impedância da região 2) seja zero, que implica que $\sigma_2 = \infty$ (condutor perfeito).

5.33) Porque a $\tan(\beta_1 L) = \tan(n\pi) = 0$, e consequentemente, $\eta_{ent} = \eta_2 = 0$.

5.35) a. $\eta = 1131 \, \Omega$; b. $\epsilon_R = 2,21 \times 10^{-3}$; $\mu_R = 2827,5$.