

Respuestas de los ejercicios propuestos - INDUSTRIAL MECATRÓNICA PETRÓLEOS – 2020

UNIDAD 1

- 1.1- $\mathbf{F} = -28,1 \text{ N } \mathbf{i}$
 1.2- a) $\mathbf{F} = -1,24 \cdot 10^{-13} \text{ N } \mathbf{j}$ b) en P (0; 0,103; 0) m
 1.3- a) $x = 0,04 \text{ m}$; $y = 0,10 \text{ m}$ b) a) $x = 0,04 \text{ m}$; $y = 0$
 1.4- $E = 1183 \text{ N/C}$; hacia arriba
 1.5- $E = (2\sqrt{2} - \frac{1}{2}) \frac{KQ}{L^2}$ hacia el centro del cuadrado.
 1.6- en $x = -(1,2 + 0,5\sqrt{6})m \cong -2,42 \text{ m}$
 1.7- a) $y = \pm 0,03 \text{ m}$ b) $E(x=-0,03) = 462 \cdot 10^6 \text{ N/C } \mathbf{i}$. $E(x=0,03) = -462 \cdot 10^6 \text{ N/C } \mathbf{i}$.
 1.8- $\mathbf{E} = -1,5 \cdot 10^4 \text{ N/C } \mathbf{i}$
 1.9- a) $E = 6,24 \text{ N/C}$. b) $E = 6,75 \text{ N/C}$.
 1.10- $q = -620 \text{ nC}$
 1.11- $\alpha = 32,5^\circ$
 1.12- $W = 10,7 \text{ pJ}$

UNIDAD 2

- 2.1- $\Phi_1 = -8,82 \text{ Nm}^2/\text{C}$ $\Phi_2 = +8,82 \text{ Nm}^2/\text{C}$ $\Phi_3 = +0,8232 \text{ Nm}^2/\text{C}$ $\Phi_4 = 0$
 $\Phi_5 = -0,686 \text{ Nm}^2/\text{C}$ $\Phi_6 = 0$ $q = 1,21 \text{ pC}$
 2.2- a) $10,6 \text{ cm}$ b) $\Phi = +124,3 \text{ Nm}^2/\text{C}$
 2.3- $\Phi = +4001 \text{ Nm}^2/\text{C}$
 2.4- $E = 4,94 \text{ N/C}$
 2.5- $E = \frac{9Q+28\pi\rho R^3}{48\pi\epsilon_0 R^2}$
 2.6- a) $\sigma = +\frac{q}{\pi d^2}$ b) $E = \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
 2.7- a) $E_{2,5} = 254 \text{ N/C}$ b) $E_8 = 457 \text{ N/C}$
 2.8- a) $\Phi = +7,1 \text{ Nm}^2/\text{C}$ b) $\Phi = +14,1 \text{ Nm}^2/\text{C}$
 2.9- $\rho = 429 \text{ pC/m}^3$
 2.10- $E_2 = 569 \text{ N/C}$, radial, hacia afuera

UNIDAD 3

- 3.1- a) $W_E = -2,15 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ b) $V_{if} = -2905 \text{ V}$
 3.2- a) $q = +148 \text{ nC}$ b) $V_{PO} = +304 \text{ V}$
 3.3- a) $x_1 = 1,8 \text{ m}$; $x_2 = 0,2 \text{ m}$ b) $x_1 = 2,05 \text{ m}$
 3.4- a) $\vec{E}_x = +\frac{\sqrt{2}}{8\pi\epsilon_0 a^2} \hat{i}$; $\vec{E}_y = +\frac{\sqrt{2}}{8\pi\epsilon_0 a^2} \hat{j}$ b) $V = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$
 3.5- $V = -660 \text{ V}$
 3.6- $q_1 = -102 \text{ pC}$ $q_2 = -338 \text{ pC}$
 3.7- a) $V_{16} = 2531 \text{ V}$ b) $V_{12} = 2700 \text{ V}$ c) $V_9 = 2650 \text{ V}$ d) $V_2 = 2025 \text{ V}$
 3.8- $V_{ab} = -5,02 \cdot 10^4 \text{ V}$
 3.9- a) $V = 15,2 \text{ V}$ b) $V = 15,9 \text{ V}$
 3.10- a) $V = 7,51 \text{ V}$ b) $E \approx 49 \text{ N/C}$
 3.11- a) $v_b = 7,84 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ b) $r_b = 9,75 \text{ m}$
 3.12- a) $x_1 = 0$; $x_2 = 3 \text{ m}$ b) $x_1 = 1,5 \text{ m}$
 $V_1 = -13,5 \text{ V}$; $V_2 = +13,5 \text{ V}$ $\mathbf{E} = -13,5 \text{ N/C } \mathbf{i}$

UNIDAD 4

- 4.1- $C = 70,7 \text{ pF}$
 4.2- $C = 177 \text{ pF}$
 4.3- $Q = V_0 \epsilon_0 \frac{A}{2d} (1 + K_d)$
 4.4- $C = \frac{\epsilon_0 L^2}{d} (1 - \frac{L\theta}{2d})$

- 4.5- a) $V_1 = 3,5 \text{ V}$ $V_2 = 10 \text{ V}$ b) $Q_1 = 18,2 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_2 = 22,0 \text{ } \mu\text{C}$
 $V_3 = 10 \text{ V}$ $V_4 = 6,5 \text{ V}$ $Q_3 = 40,0 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_4 = 18,2 \text{ } \mu\text{C}$
- 4.6- a) $Q_1 = 36 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_2 = 12 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_3 = 24 \text{ } \mu\text{C}$
b) $Q_1 = 43,2 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_2 = 7,2 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_3 = 14,4 \text{ } \mu\text{C}$
- 4.7- a) $Q'_1 = 13,1 \text{ } \mu\text{C}$ $Q'_2 = 16,3 \text{ } \mu\text{C}$ b) $U'_1 = 34,5 \text{ } \mu\text{J}$ $U'_2 = 42,7 \text{ } \mu\text{J}$
 $Q'_3 = 18,9 \text{ } \mu\text{C}$ $Q'_4 = 14,7 \text{ } \mu\text{C}$ $U'_3 = 49,6 \text{ } \mu\text{J}$ $U'_4 = 38,6 \text{ } \mu\text{J}$
- 4.8- a) $U = 138 \text{ nJ}$ b) $W = 415 \text{ nJ}$ c) $W = -104 \text{ nJ}$
- 4.9- a) $V' = 45,4 \text{ V}$ b) $Q'_1 = 52,7 \text{ } \mu\text{C}$ $Q'_2 = 146,3 \text{ } \mu\text{C}$
- 4.10- a) $Q'_1 = 5,9 \text{ } \mu\text{C}$ $Q'_2 = 6,4 \text{ } \mu\text{C}$ $Q'_3 = 6,4 \text{ } \mu\text{C}$ b) $V'_1 = 4,79 \text{ V}$ $V'_2 = 2,06 \text{ V}$ $V'_3 = 2,73 \text{ V}$
- 4.11- a) $V_{\max} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ V}$ b) $\sigma_1 = 460 \text{ } \mu\text{C/m}^2$ $\sigma_i = 283 \text{ } \mu\text{C/m}^2$
- 4.12- $u_{\text{Emax}} = 33 \text{ mJ/m}^3$ $u_{\text{Emin}} = 1,32 \text{ mJ/m}^3$

UNIDAD 5

- 5.1- a) $I_1 = 9,77 \text{ A}$ $I_2 = 8,36 \text{ A}$ b) $v_1 = 20,2 \text{ mm/s}$ $v_2 = 2,17 \text{ mm/s}$
- 5.2- $I_0 = 4,26 \text{ A}$
- 5.3- $D = 0,886 \text{ mm}$ $L = 602 \text{ m}$
- 5.4- $R = \frac{\rho}{2} \frac{H}{L^2}$
- 5.5- a) $R_W = 7,83 \text{ } \Omega$ $\Delta R_W = 36 \text{ } \%$ b) $R_{\text{const}} = 73,1 \text{ } \Omega$ $\Delta R_{\text{cont}} = 0,08 \text{ } \%$
- 5.6- a) $\varepsilon = 15,0 \text{ V}$ $r = 0,25 \text{ } \Omega$ b) $\text{Pot} = 81 \text{ W}$ $\text{Pot} = 155 \text{ W}$ (Se carga con 9A)
- 5.7- a) $\Delta P = 60 \text{ } \%$ b) $D_{\text{Al}} = 12,6 \text{ mm}$
- 5.8- a) $R = 0,025 \text{ } \Omega$ $R' = 3,60 \text{ } \Omega$ b) $R = 1,01 \cdot 10^{-10} \text{ } \Omega$
- 5.9- $D = 0,67 \text{ mm}$
- 5.10- a) $J = 3,3 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ b) $E = 0,726 \text{ V/m}$ c) $V = 3,63 \text{ V}$ d) $t = 1,12 \cdot 10^4 \text{ s}$
- 5.11- $R = 3\rho_0 \frac{L}{A}$
- 5.12- $T = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$

UNIDAD 6

- 6.1- a) $\frac{R}{2}$ b) $\frac{5}{8} R$
- 6.2- a) $400 \text{ } \Omega$ b) $500 \text{ } \Omega$
- 6.3- $R_E = 27,32 \text{ } \Omega$
- 6.4- $I_0 = 1,36 \text{ A}$ $V_{ab} = + 2,6 \text{ V}$
- 6.5- $R_1 = 4,02 \text{ } \Omega$ $R_2 = 16,4 \text{ } \Omega$ $R_3 = 229,6 \text{ } \Omega$
- 6.6- a) $I = 0,6 \text{ A}$ b) $t = 4,74 \text{ } \mu\text{s}$
- 6.7- a) $P_f = 222 \text{ } \mu\text{W}$ b) $P_R = 161 \text{ } \mu\text{W}$ c) $P_C = 61 \text{ } \mu\text{W}$
- 6.8- $I_1 = 7,0 \text{ A} = I_3$ $I_2 = 3,5 \text{ A} = I_4$
- 6.9- $P_{\max} = 2 \text{ W}$
- 6.10- a) $R = 19,2 \text{ } \Omega$ b) $P_f = 7,5 \text{ W}$ c) $P_b = 0,42 \text{ W}$ d) $\eta = 33,6 \text{ } \%$
- 6.11- $r = 260$ ($r = 260,88$)
- 6.12- a) $V_{ab} = 14,6 \text{ V}$ b) $V_{ab} = 2,6 \text{ V}$

UNIDAD 7

- 7.1- a) $a_{\max} = 1,25 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$ b) $\theta = 19,47^\circ$
- 7.2- $R = \frac{\sqrt{2}}{8} m$
- 7.3- $\mathbf{B} = (15,1 \text{ } \mathbf{i} \pm 17,9 \text{ } \mathbf{j} + 11,32 \text{ } \mathbf{k}) \cdot 10^{-3} \text{ T}$
- 7.4- $\theta = 60^\circ$
- 7.5- $I = 9,68 \text{ A}$, hacia la izquierda
- 7.6- a) $F = 54,9 \text{ mN}$, de repulsión b) $F = 0$
- 7.7- $\mathbf{B} = (13 \text{ } \mathbf{i} - 6 \text{ } \mathbf{j} + 0 \text{ } \mathbf{k}) \cdot 10^{-3} \text{ T}$
- 7.8- a) $W_B = 35,9 \text{ mJ}$ b) $W_{\text{ext}} = 91,9 \text{ mJ}$
- 7.9- $\mathbf{B} = -26,4 \text{ mT } \mathbf{i}$
- 7.10- a) $\vec{F}_{ab} = -0,58 N \hat{j}$ $\vec{F}_{bc} = 0,58 N \hat{i} - 0,80 N \hat{j} - 0,80 N \hat{k}$ $\vec{F}_{cd} = -0,58 N \hat{i} + 0,80 N \hat{k}$
b) $\sum \vec{\tau} = -0,14 \text{ Nm } \hat{i} + 0,10 \text{ Nm } \hat{j}$
- 7.11- a) cargas negativas con: $n = 1,17 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$ b) $V_H = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ V}$

7.12- $\tau = 0,5 q \omega R^2 B$

UNIDAD 8

- 8.1- a) $B = 16,2 \mu\text{T}$ b) $v' = 2,4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$
 8.2- $B_a = 101 \text{ nT}$ $B_b = 370 \text{ nT}$ $B_c = 131 \text{ nT}$
 8.3- $\mathbf{F} = (-3,2 \cdot 10^{-18} \text{ N}) \mathbf{k}$
 8.4- $B = 1,12 \text{ mT}$
 8.5- $e_r = -0,41 \%$
 8.6- a) $B = 48 \mu\text{T}$ normal saliente b) $F = 5 \cdot 10^{-18} \text{ N}$, hacia la derecha y paralelo a los cables
 8.7- $I_1 = 3 \text{ A}$ $I_2 = 1,05 \text{ A}$
 8.8- $I = 72,3 \text{ mA}$
 8.9- a) $B = 47 \mu\text{T}$ b) $I = 8,0 \text{ A}$
 8.10- a) $B_o = 5,36 \text{ mT}$ b) $B = 4,02 \text{ T}$ c) $M = 3,2 \cdot 10^6 \text{ A/m}$
 8.11- $R = 1,57 \text{ cm}$
 8.12- $B = \mu_o n Q / R$

UNIDAD 9

- 9.1- $\varepsilon = 0,416 \text{ V}$
 9.2- a) de 'a' hacia 'b' b) de 'b' hacia 'a'
 9.3- $\varepsilon = 12,6 \mu\text{V}$
 9.4- a) $I_T = 1,22 \text{ mA}$ b) $I = 3,66 \text{ mA}$
 9.5- $88 \mu\text{V}$
 9.6- a) $\varepsilon = 2,04 \text{ mV}$; negativo b) $\varepsilon = 1,44 \text{ mV}$; positivo c) $\varepsilon = 0$
 9.7- $i = 27,5 \text{ mA}$
 9.8- $I = 150 \mu\text{A}$ antihorario
 9.9- $r = 9,2 \text{ cm}$
 9.10- $\varepsilon_A = 0$ $\varepsilon_C = 159 \text{ mV}$ $\varepsilon_D = 225 \text{ mV}$
 9.11- a) $E_{1,4} = 352 \mu\text{N/C}$ b) $E_{2,8} = 359 \mu\text{N/C}$
 9.12- a) $B = 7 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ b) $t = 62,5 \text{ s}$

UNIDAD 10

- 10.1- $\varepsilon = 80 \mu\text{V}$
 10.2- a) $L_S = 90 \text{ mH}$ b) $L_P = 9,23 \text{ mH}$
 10.3- a) $M = 206 \mu\text{H}$ b) $\Phi = 0,411 \mu\text{Wb}$
 10.4- a) $di/dt = 42,9 \text{ A/s}$ b) $di/dt = 21,4 \text{ A/s}$ c) $i = 442 \text{ mA}$
 10.5- $V_{ab} = -1,97 \text{ V}$
 10.6- a) $Q_{\max} = 10,1 \mu\text{C}$ b) $q = 8,18 \mu\text{C}$
 10.7- a) $\omega = 57,7 \text{ rad/s}$ $R = 25,2 \Omega$
 10.8- a) $P_R = I_0^2 e^{-\frac{2R}{L}t} R$ b) $U = 68 \text{ mJ}$
 10.9- a) $L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \cdot \ln \frac{b}{a}$ b) $U_B = \frac{\mu_0 N^2 I^2}{8\pi^2 r^2}$ c) $U = \frac{\mu_0 N^2 I^2 h}{4\pi} \cdot \ln \frac{b}{a} = LI^2/2$
 10.10- $U = 57,6 \text{ mJ}$
 10.11- $\varepsilon = 18 \text{ V}$
 10.12- $R = 10 \Omega$

UNIDAD 11

- 11.1- a) $\lambda = 83,8 \mu\text{m}$ b) $\mathbf{E} = (13,1 \text{ V/m}) \cdot \text{sen}(2,25 \cdot 10^{13} t - 7,5 \cdot 10^4 y) \mathbf{i}$
 11.2- $\mathbf{B} = (2,98 \cdot 10^{-9} \text{ T}) \cdot \text{sen}(4,89 \cdot 10^6 t + 19,6 \cdot 10^{-3} z) \mathbf{i}$
 11.3- $E = 5,16 \text{ V/m}$ $B = 17,2 \text{ nT}$
 11.4- a) $B_{\max} = 317 \text{ pT}$ b) $P = 10,8 \text{ kW}$ c) $D = 2280 \text{ m}$
 11.5- $E_{\max} = 0,927 \text{ V/m}$
 11.6- a) $K = 1,77$ b) $E_{\max} = 45,1 \text{ mV/m}$ $B_{\max} = 0,2 \text{ nT}$
 11.7- a) $\lambda = 3,30 \text{ m}$ b) $\lambda_o = 4,54 \text{ m}$ c) $n = 1,38$ d) $K = 1,89$
 11.8- a) $I = 5 \cdot 10^6 \text{ W/m}^2$ b) $E_{\max} = 6,14 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ $B_{\max} = 204 \mu\text{T}$

- 11.9- $N = 73$ espiras
 11.10- $E = 8,8 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ $B = 29 \cdot 10^{-6} \text{ T}$
 11.11- $S = \frac{\mu_o N^2 r i}{8\pi^2 R_m^2} \frac{di}{dt}$ hacia el eje del núcleo
 11.12- $P = 20,3 \text{ W}$

UNIDAD 12

- 12.1- $I = 61,1 \text{ mW/m}^2$
 12.2- $I = 230 \text{ mW/m}^2$
 12.3- a) $\theta = 31,7^\circ$ b) $\theta = \frac{\arccos \sqrt{1-8f}}{2}$
 12.4- a) $n_v = 1,66$ b) $\theta_p = 51,3^\circ$
 12.5- a) $n = 1,53$ b) $\theta_b = 33,2^\circ$
 12.6- a) $n = 1,53$ b) $\phi_r = 33,2^\circ$
 12.7- a) $\theta = 35^\circ$ b) $I_o = 10,4 \text{ W/m}^2$ $I_p = 19,6 \text{ W/m}^2$
 12.8- a) $I = I_o / 2$ b) $I = I_o / 2$ c) $I = I_o / 8$ d) $I = 0$
 12.9- a) $n = 1,15$ b) $\theta_{p2} = 58^\circ$

UNIDAD 13

- 13.1- $D_1 = 250 \text{ m}$ $D_2 = 67 \text{ m}$ $D_3 = 20 \text{ m}$
 13.2- a) $\Delta y_{\text{Central}} = 8 \text{ mm}$ b) $\Delta y_{\text{Tercera}} = 8 \text{ mm}$
 13.3- a) $I = 0,75 I_o$ b) $\Delta r = 80 \text{ nm}$
 13.4- $d = 1,35 \text{ mm}$
 13.5- a) $d = 1,48 \text{ mm}$ b) $I = 6 \mu\text{W/m}^2$
 13.6- a) $\lambda = 593 \text{ nm}$; $\lambda = 424 \text{ nm}$ b) $\lambda = 495 \text{ nm}$
 13.7- $\Delta \phi = 180^\circ$
 13.8- $\lambda = 585 \text{ nm}$; $\lambda = 468 \text{ nm}$
 13.9- a) $e = 107 \text{ nm}$ b) $e = 162 \text{ nm}$
 13.10- $\Delta x = 0,722 \text{ mm}$
 13.11- a) $D_3 = 2,72 \text{ mm}$ b) $D_5 = 3,86 \text{ mm}$
 13.12- $D = 1,22 \text{ mm}$

UNIDAD 14

- 14.1- $A_{1,2} = 2,08 \text{ mm}$ b) $A_{0,4} = 6,24 \text{ mm}$ c) $A_{0,1} = 25 \text{ mm}$
 14.2- $\Delta y = 8,1 \text{ mm}$
 14.3- a) $a = 237 \mu\text{m}$ b) $\lambda = 474 \text{ nm}$
 14.4- a) $I = 0,2067 I_o$ b) $a = 5,22 \lambda$
 14.5- a) $\beta_o = 0$ b) $\beta_2 = 4 \pi$
 14.6- a) $N = 8$ b) $\phi = 135^\circ$ c) Para $\phi = 45^\circ$; 90° ; 180° ; 225° ; 270° y 315°
 14.7- a) $\Delta \theta_1 = 3,56^\circ$ b) $\Delta \theta_2 = 7,32^\circ$
 14.8- a) $N_o = 9$ franjas b) $N_1 = 4$ franjas
 14.9- a) $\Delta \theta = 10,95^\circ$ b) $N = 300/\text{mm}$
 14.10- 9 líneas
 14.11- $N_{\min} = 1824$ ranuras
 14.12- $D = 46,1 \text{ cm}$