FORMULARI/FORMULARIO

TEMA 1: CAMPO ELÉCTRICO

Fuerza eléctrica entre cargas puntuales: $\vec{F} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = K \cdot q_0 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i^2} \cdot \vec{u}_i$

Campo eléctrico creado por varias cargas puntuales: $\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i = K \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i^2} \cdot \vec{u}_i$

Potencial eléctrico creado por varias cargas puntuales: $V = K \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i}$

Relación entre vector campo eléctrico y potencial: $\vec{E} = -\nabla V; \quad V_b - V_a = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$

Relación entre potencial y energía potencial: $U = q \cdot V$

Momento dipolar de un dipolo eléctrico: $\vec{p} = q \cdot \vec{d}$

Momento (par de fuerzas) sobre un dipolo $\vec{p}$ inmerso en un campo eléctrico: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

Energía potencial de un dipolo $\vec{p}$ inmerso en un campo eléctrico: $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

Movimiento de una partícula cargada en un campo eléctrico uniforme:

$\vec{a} = q \cdot \vec{E} / m$; $E = E_C + U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + q \cdot V$

Densidad lineal, superficial y volumétrica de carga: $\lambda = \frac{dq}{dl}; \quad \sigma = \frac{dq}{dS}; \quad \rho = \frac{dq}{dV}$

Flujo eléctrico a través de una superficie abierta: $\phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$

Ley de Gauss (flujo eléctrico a través de una superficie cerrada): $\int_{SC} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{encerrada}}{\varepsilon_0}$

Campo eléctrico creado por una línea cargada con λ: $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

Campo eléctrico en proximidades de plano indefinido $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$;

Campo eléctrico en proximidades de superficie conductor $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

TEMA 2: CONDENSADORES Y CORRIENTES

Capacidad : $C = \frac{Q}{V}$ Condensador plano-paralelo: $C = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{d}$

Condensador cilíndrico(R_b>R_a): $C = \frac{2\pi \varepsilon_0 \cdot L}{\ln(R_b / R_a)}$ Diferencia potencial: $V = E \cdot d$

Asociación de condensadores: en serie: $\frac{1}{C_T} = \sum_i \frac{1}{C_i}$; y paralelo: $C_T = \sum_i C_i$;

Condensador con dieléctrico: $C = k \cdot C_0$; $V = \frac{V_0}{k}$; $E = \frac{E_0}{k}$; $\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = k$

Energía almacenada en un condensador: $U = \frac{1}{2} Q \cdot V = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C \cdot V^2$

Densidad de energía y energía total del campo eléctrico: $u_E = \frac{1}{2}\cdot\varepsilon_0\cdot E^2$; $U = \int_V u_E \cdot dV$

Intensidad de corriente: $I = \frac{dQ}{dt}$ $I = n\,q\,S\,v_a$

Densidad de corriente: $\vec{j} = \frac{dI}{dS_N}\vec{u}$ $\Rightarrow$ $I = \int_S \vec{j}\cdot d\vec{S}$ j uniforme: $j = \frac{I}{S_N} = n\,q\,v_a$

Ley de Ohm: $V = R\cdot I$; Resistencia: $R = \rho\cdot\frac{L}{S}$; Conductividad: $\sigma = \frac{1}{\rho}$

Asociación de resistencias en serie: $R_e = \sum_i R_i$; y en paralelo: $\frac{1}{R_e} = \sum_i \frac{1}{R_i}$

Ley de Ohm vectorial: $\vec{j} = \sigma\cdot\vec{E}$;

Potencia disipada en resistencia: $P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$;

Potencia aportada a un tramo de circuito recorrido por I: $P = I\cdot V$

TEMA 3: CAMPO MAGNÉTICO

Fuerza magnética carga q con velocidad $\vec{v}$ en $\vec{B}$: $\vec{F}_m = q\cdot\left(\vec{v}\times\vec{B}\right)$

Fuerza de Lorentz: $\vec{F} = q\cdot\left(\vec{E}+\vec{v}\times\vec{B}\right)$

Partícula cargada en interior de campo magnético uniforme, siendo $\vec{v}$ perpendicular a $\vec{B}$:

Movimiento circular uniforme de radio: $r = \frac{m\cdot v}{q\cdot B}$ $w = \frac{v}{r} = \frac{q}{m}\cdot B$ $w = 2\pi f$ $f = \frac{1}{T}$

Fuerza sobre un tramo recto de corriente: $\vec{F} = I\cdot\vec{l}\times\vec{B}$

Fuerza sobre un tramo cualquiera de corriente: $\vec{F} = I\cdot\int_L d\vec{l}\times\vec{B}$

Momento dipolar magnético: $\vec{m} = I\cdot\vec{S}$;

Momento sobre una espira de momento dipolar $\vec{m}$ inmersa en un campo magnético: $\vec{\tau} = \vec{m}\times\vec{B}$

Energía potencial de una espira de momento dipolar $\vec{m}$ inmersa en un campo magnético: $U = -\vec{m}\cdot\vec{B}$;

Ley de Biot-Savart: $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int\frac{I\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2}$

Campo magnético sobre el eje de una espira circular: $B = \frac{\mu_0}{4\cdot\pi}\cdot\frac{2\cdot\pi\cdot R^2\cdot I}{\left(x^2+R^2\right)^{3/2}}$

Flujo de campo magnético : $\phi_B = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}$; Ley de Gauss para campo magnético: $\phi_B = \oint_{SC}\vec{B}\cdot d\vec{S} = 0$

Ley de Ampère: $\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0\cdot I_e$

Campo magnético corriente rectilínea: $B = \frac{\mu_0\cdot I}{2\pi r}$ y en el interior de solenoide: $B = \mu_0\cdot n\cdot I$

Fuerza entre corrientes rectilíneas: $f = \frac{F}{l} = \frac{\mu_0\,I_1\cdot I_2}{2\pi\,d}$

TEMA 4: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

F.e.m. inducida: $\varepsilon = -\dfrac{d\phi}{dt}$ $\quad \varepsilon = \oint_l \vec{E}\cdot d\vec{l} \quad \Rightarrow \quad \oint_l \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\dfrac{d}{dt}\left(\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}\right)$

Flujo magnético de una espira con *w constante* en *B* uniforme: $\phi = NBS\cos wt$

Siendo: $w = \dfrac{2\pi}{T}; \quad T = \dfrac{1}{f}; \quad w = 2\pi f$

Autoinducción $\quad L = \dfrac{\phi_B}{I} \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = -L\,\dfrac{dI}{dt}$

Autoinducción en un solenoide: $\quad L = \dfrac{\phi_B}{I} = \mu_0\,\dfrac{N^2 S}{l} = \mu_0\, n^2\, S\, l$

Asociación de autoinducciones:

en serie: $\quad L_e = \sum_i L_i$ $\quad$ y en paralelo: $\quad \dfrac{1}{L_e} = \sum_i \dfrac{1}{L_i}$

Energía almacenada en autoinducción : $U = \dfrac{1}{2} L\cdot I^2$

Densidad de energía y energía magnética: $\quad u_B = \dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{B^2}{\mu_0} \qquad U_B = \int_V u_B\, dV$

Campo en un material: $\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}) = \mu H = \mu_r \vec{B}_{ext}$

TEMA 5: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Ecuaciones de Maxwell

$$\oint \vec{E}\bullet d\vec{S} = \frac{q_i}{\varepsilon_0}$$

$$\oint \vec{B}\bullet d\vec{S} = 0$$

$$\oint \vec{E}\bullet d\vec{l} = -\frac{d}{dt}\int \vec{B}\bullet d\vec{S}$$

$$\oint \vec{B}\bullet d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0\varepsilon_0\,\frac{d}{dt}\int \vec{E}\bullet d\vec{S}$$

Ejemplo: expresiones del campo eléctrico y magnético

si la propagación se realiza en sentido positivo del eje Y

$$E_Z(y,t) = E_0\sin(\omega t - ky)$$
$$B_X(y,t) = B_0\sin(\omega t - ky)$$

Velocidad de la onda: $\quad \mathrm{v} = \dfrac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}; \qquad c = \dfrac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} = 2.995\cdot 10^8 m/s$

Vector de Poynting: $\quad \vec{S} = \dfrac{\vec{E}\times\vec{B}}{\mu_0}$ [W/ m^2]

Intensidad media: $\quad I_m = S_m = \dfrac{1}{2\mu_0}E_0 B_0 = \dfrac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 c = \dfrac{cB_0^2}{2\mu_0}$ [W/m^2]

Densidad de energía electromagnética: $\quad u = u_E + u_B = \dfrac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 + \dfrac{B^2}{2\mu_0} = \varepsilon_0 E^2 = B^2/\mu_0$

Índice de refracción: $\quad n = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r} = \dfrac{c}{v}$

TEMA6: CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

Generador real: $V_+ - V_- = \varepsilon - I \cdot r$; Motor real: $V_+ - V_- = \varepsilon' + I \cdot r'$

Intensidad para una sola malla: $I = \dfrac{\sum_i \varepsilon_i}{R_T}$; Más de una malla: métodos de resolución de circuitos

Diferencia de potencial: $V_A - V_B = \sum_i I_i \cdot R_i - \sum_j \varepsilon_j$

Asociación de resistencias en serie: $R_e = \sum_i R_i$; y en paralelo: $\dfrac{1}{R_e} = \sum_i \dfrac{1}{R_i}$

Generador real, potencia aportada: $P_{AP} = \varepsilon I - I^2 \cdot r$

Receptor real, potencia consumida: $P_C = \varepsilon I + I^2 \cdot r$

TEMA 7: CORRIENTE ALTERNA

Corriente y voltaje alternos: $I = I_0 \cdot sen(wt + \alpha)$; $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot sen(wt + \theta)$; $\varepsilon_0 = NBSw$

Representación fasorial: $\bar{\varepsilon} = \varepsilon_e \underline{|\theta}$ $\bar{I} = I_e \underline{|\alpha}$

Valores eficaces: $I_e = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ $\varepsilon_e = \dfrac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}}$

Resistencia: $\bar{R} = \dfrac{\bar{V}}{\bar{I}} = \dfrac{V_e \underline{|\varphi}}{I_e \underline{|\varphi}} = R \underline{|0^o} = R$

Reactancia inductiva: $\bar{X}_L = \dfrac{\bar{V}}{\bar{I}} = \dfrac{V_e \underline{|\varphi}}{I_e \underline{|\varphi - 90^o}} = X_L \underline{|90^o} = j\, X_L$ siendo: $X_L = Lw$

Reactancia capacitiva: $\bar{X}_C = \dfrac{\bar{V}}{\bar{I}} = \dfrac{V_e \underline{|\varphi}}{I_e \underline{|\varphi + 90^o}} = X_L \underline{|-90^o} = -j\, X_C$ siendo: $X_C = 1/Cw$

Impedancia: $\bar{Z} = \dfrac{\bar{V}}{\bar{I}} = \dfrac{V \underline{|\theta}}{I \underline{|\alpha}} = Z \underline{|\varphi}$

Siendo: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (Lw - 1/Cw)^2}$ y $\varphi = \operatorname{arctg} \dfrac{X_L - X_C}{R}$

Asociación de impedancias: Serie: $\bar{Z}_T = \sum \bar{Z}_i$; Paralelo: $\dfrac{1}{\bar{Z}_T} = \sum_i \dfrac{1}{\bar{Z}_i}$

Potencia compleja: $\bar{S} = S \underline{|\varphi} = \bar{V} \cdot \bar{I}^* = V_e\, I_e \underline{|\varphi} = P + jQ$

Siendo: $P_{aparente} = I_e V_e$; $P_{activa} = I_e V_e \cdot \cos\varphi$ y $P_{reactiva} = I_e V_e \cdot sen\,\varphi$