

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Constantes fundamentales y valores de referencia</b><br>$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ (cte. de Coulomb)<br>$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$ (permitividad del vacío)<br>$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb} / (\text{A} \cdot \text{m})$ (permeabilidad del vacío)<br>$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (carga electrón)<br>$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ (masa electrón)<br>$q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (carga protón)<br>$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (masa protón) | <b>Ley de Coulomb</b><br>$F_e = K \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$ [N]<br><i>Fe: módulo de la fuerza entre las cargas · r: distancia de separación entre las cargas</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Campo eléctrico</b><br>$E = K \cdot q / r^2$<br>$E = F_e / q$<br><i>E: campo debido a una carga puntual q, a distancia r · Fe: fuerza que sufre una carga q dentro del campo</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Principio de superposición</b><br>Para un grupo de cargas, la fuerza (o el campo, o el potencial) total en un punto es la suma vectorial (o algebraica, en el caso del potencial) de las contribuciones de cada carga por separado.                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Cargas en movimiento</b><br>$a = E \cdot q / m$<br><i>a: aceleración de la carga q · E: campo eléctrico · m: masa de la carga</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Potencial eléctrico</b><br>$\Delta V = W / q_0$ [V]<br>$\Delta V = V_B - V_A$ · W: trabajo para mover $q_0$ de A a B<br>$V = K_e \cdot q / r$ [V]<br><i>potencial creado por una carga puntual q a distancia r (Ke = K)</i>                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Ley de Gauss</b><br>$q_n = \epsilon_0 \cdot E \cdot A \cdot \cos \alpha$<br><i>qn: carga neta encerrada por la superficie gaussiana · α: ángulo entre E y el vector área A</i><br>Área cilindro: $A = 2\pi \cdot r_g \cdot l$<br>Área esfera: $A = 4\pi \cdot r_g^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Densidades de carga</b><br><b>Volumétrica (aislantes) <math>\rho = q/V</math> [C/m<sup>3</sup>]</b><br>cilindro: $V = \pi \cdot r^2 \cdot l$ esfera maciza: $V = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$<br>esfera hueca: $V = 4/3 \cdot \pi \cdot (r_e^3 - r_i^3)$<br><b>Superficial (conductores) <math>\sigma = q/A</math> [C/m<sup>2</sup>]</b><br>cilindro: $A = 2\pi \cdot r_g \cdot l$ esfera: $A = 4\pi \cdot r_g^2$<br><b>Lineal (conductor largo) <math>\lambda = q/l</math> [C/m]</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Capacitores</b></p> <p><math>C = k \cdot \epsilon_0 \cdot A / d</math> [F]<br/> <i>k: constante dieléctrica · A: área de las placas · d: distancia entre placas</i><br/> <math>\Delta V = E \cdot d</math>    <math>C = q / V</math><br/> <b>Energía almacenada:</b><br/> <math>U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot V = \frac{1}{2} \cdot Q^2 / C</math> [J]</p> | <p><b>Capacidad equivalente</b></p> <p>Paralelo: <math>C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n</math><br/> Serie: <math>1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots + 1/C_n</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Corriente eléctrica</b></p> <p><math>I = n \cdot q \cdot v_d \cdot A</math> [A]<br/> <i>n: cargas por unidad de volumen · v<sub>d</sub>: velocidad de arrastre · A: sección transversal del conductor</i></p>                                                                                                                                                                              | <p><b>Ley de Ohm y Resistencia</b></p> <p><math>I = V / R</math> [A]<br/> <math>R = V / I</math> [<math>\Omega</math>]<br/> <math>R = \rho \cdot l / A</math> [<math>\Omega</math>]<br/> <i><math>\rho</math>: resistividad del material · l: longitud del conductor · A: área</i><br/> <b>Variación con la temperatura:</b><br/> <math>R = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]</math><br/> <i><math>\alpha</math>: coeficiente de temperatura de <math>R_0</math> a la temperatura de referencia <math>T_0</math></i></p>                                                                                                                |
| <p><b>Resistencia equivalente</b></p> <p>Serie: <math>R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n</math><br/> Paralelo: <math>1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n</math></p>                                                                                                                                                                                                             | <p><b>Leyes de Kirchhoff</b></p> <p><b>Ley de nodos (corrientes):</b><br/> <math>\sum I_n = 0</math><br/> <i>In: corrientes que entran y salen de un nodo</i><br/> <b>Ley de mallas (voltaje):</b><br/> <math>\sum (I_n \cdot R_n + V_n) = 0</math><br/> <i>In·R<sub>n</sub>: caída de tensión en cada resistencia · V<sub>n</sub>: potencial de cada batería</i><br/> <i>Convención de signos: recorre la malla en un único sentido y mantenelo en todo el circuito. La caída In·R<sub>n</sub> es positiva si se recorre en el sentido de la corriente asumida; la FEM V<sub>n</sub> es positiva si la malla se atraviesa de - a +.</i></p> |
| <p><b>Potencia en los elementos de un circuito</b></p> <p><math>P = I^2 \cdot R = P = V \cdot I = P = V^2 / R</math> [W]<br/> <i>En un circuito, la potencia total absorbida (elementos que consumen energía) es igual a la potencia total entregada (elementos que la entregan).</i></p>                                                                                                        | <p><b>Circuito RC</b></p> <p><b>Constante de tiempo:</b><br/> <math>\tau = R \cdot C</math> [s]<br/> <i><math>\tau</math> es el tiempo en que la carga (o corriente) alcanza <math>\approx 63\%</math> de su variación total respecto del valor final</i><br/> <b>Carga del capacitor:</b><br/> <math>q = C \cdot V \cdot (1 - e^{-t/\tau})</math>    <math>i = (V/R) \cdot e^{-t/\tau}</math><br/> <b>Descarga del capacitor:</b><br/> <math>q = C \cdot V \cdot e^{-t/\tau}</math>    <math>i = -(V/R) \cdot e^{-t/\tau}</math></p>                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Fuerza magnética sobre una carga en movimiento</b></p> $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}]$ <p><i>actúa sobre cargas en movimiento dentro de un campo externo</i></p> <p><b>Movimiento circular (<math>F_m = F_c</math>):</b><br/> <math>q \cdot v \cdot B = m \cdot v^2 / R \rightarrow R = m \cdot v / (q \cdot B)</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>Fuerza magnética sobre un conductor</b></p> $F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}]$ <p><i>actúa sobre un conductor de longitud <math>l</math> que transporta corriente <math>I</math> dentro de un campo externo</i></p> <p><b>Momento sobre una espira:</b><br/> <math>\tau = N \cdot I \cdot A \cdot B \cdot \sin \alpha \quad [\text{N} \cdot \text{m}]</math><br/> <math>N</math>: nº de vueltas · <math>A</math>: área de la espira</p>                                                                 |
| <p><b>Fuerza sobre una carga en campo eléctrico y magnético</b></p> $\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{E} + q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B}$ <p><i><math>F</math>, <math>E</math>, <math>v</math> y <math>B</math> en negrita indican magnitudes vectoriales</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>Campo magnético — conductor recto</b></p> <p><b>Tramo finito:</b><br/> <math>B = (\mu_0 / 4\pi) \cdot (i/r) \cdot (\cos \alpha - \cos \gamma)</math><br/> <i><math>i</math>: corriente en el conductor · <math>r</math>: distancia perpendicular del punto al conductor · <math>\alpha</math> y <math>\gamma</math>: ángulos medidos desde la perpendicular al conductor hasta cada uno de los extremos del tramo</i></p> <p><b>Conductor infinito:</b><br/> <math>B = \mu_0 \cdot i / (2\pi \cdot r)</math></p>                |
| <p><b>Campo magnético — espiras y bobinas</b></p> <p><b>Centro de una espira circular:</b><br/> <math>B = \mu_0 \cdot i / (2 \cdot r)</math></p> <p><b>Sobre el eje, a distancia <math>x</math> del plano de la espira:</b><br/> <math>B = \mu_0 \cdot i \cdot R^2 / [2 \cdot (R^2 + x^2)^{3/2}]</math></p> <p><b>Centro de un solenoide (interior, solenoide largo):</b><br/> <math>B = \mu_0 \cdot N \cdot I / l</math><br/> <math>N</math>: nº de vueltas · <math>l</math>: longitud del solenoide</p> <p><b>Toroide:</b><br/> <math>B = \mu_0 \cdot N \cdot I / (2\pi \cdot r)</math><br/> <math>r</math>: radio del toroide</p>                                                                        | <p><b>Ley de Faraday</b></p> $\varepsilon = -N \cdot d\phi_B / dt \quad [\text{V}]$ $\varepsilon = -N \cdot d(B \cdot A \cdot \cos \alpha) / dt \quad [\text{V}]$ <p><math>N</math>: nº de vueltas · <math>B</math>: inducción magnética · <math>A</math>: área de la espira · <math>\alpha</math>: ángulo entre el vector campo <math>B</math> y el vector área <math>A</math></p>                                                                                                                                                   |
| <p><b>Autoinducción e inductancia</b></p> $\varepsilon_L = -L \cdot di / dt \quad [\text{V}]$ <p><math>\varepsilon_L</math>: fem autoinducida, generada por la variación de la propia corriente del circuito · <math>L</math>: inductancia [<math>H</math>, henry] · <math>i</math>: corriente instantánea</p> $L = N \cdot \Phi / I$ <p><math>\Phi</math>: flujo magnético a través de una espira · <math>N</math>: nº de espiras · <math>I</math>: corriente que lo produce</p> <p><b>Inductancia de un solenoide:</b><br/> <math>L = \mu_0 \cdot N^2 \cdot A / l</math><br/> <math>N</math>: nº de vueltas · <math>A</math>: área de la sección transversal · <math>l</math>: longitud del solenoide</p> | <p><b>Circuito RL</b></p> <p><b>Constante de tiempo:</b><br/> <math>\tau_L = L / R \quad [\text{s}]</math><br/> <math>\tau_L</math> es el tiempo en que la corriente alcanza <math>\approx 63\%</math> de su variación total respecto del valor final</p> <p><b>Crecimiento de corriente (cierre del circuito):</b><br/> <math>i = (V/R) \cdot (1 - e^{-t/\tau})</math><br/> <math>V_L = V \cdot e^{-t/\tau}</math></p> <p><b>Decrecimiento de corriente (apertura del circuito):</b><br/> <math>i = I_0 \cdot e^{-t/\tau}</math></p> |
| <p><b>Energía calórica</b></p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad [\text{Kcal}]$ <p><math>m</math>: masa (<math>\text{Kg}</math>) · <math>\Delta T</math>: variación de temperatura (<math>^{\circ}\text{C}</math>) · <math>c</math>: calor específico (<math>\text{Kcal/Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}</math>)</p> <p>Conversión: <math>1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 860 \text{ Kcal}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |