FÓRMULAS DE FÍSICA

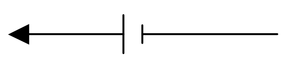
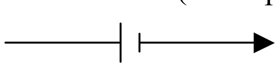
- Cargas.
  - **Fuerza (F) sobre una carga (q)** situada en el punto r debida a un sistema de cargas puntuales (q_i) situadas respectivamente en los puntos r_i es:
    $F_q = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{N}\frac{q.q_i}{|r-r_i|^3}.(r-r_i)$ (Unidad: Newton) (ε_0 es la permitividad eléctrica en el vacío).
  - **Módulo de la fuerza** (Ley de Coulomb) de atracción entre 2 cargas:
    $|F| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|Q_A||Q_B|}{d^2\,(\text{distancia al cuadrado})}$
  - **Campo eléctrico (E) en un punto r** debido a un sistema de cargas q_i situadas respectivamente en los puntos r_i es:
    $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{N}\frac{q_i}{|r-r_i|^3}.(r-r_i)$ (Unidad: Newton/Coulomb)
  - La **relación entre fuerza (F) y campo eléctrico (E)** es:
    $F_q=q.E$
  - El **Potencial (V) debido a una distribución de cargas puntuales (q_i)** es:
    $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{N}\frac{q_i}{|r-r_i|}$
    (la variación del potencial es también: $\Delta V = \overline{E}\cdot\overline{\Delta r}$,o sea, el producto del vector campo por el vector de variación de la distancia (¿))
  - El **trabajo (W**) se puede definir como:
    $W = \overline{F}\cdot\overline{\Delta r}$ (vector fuerza por el vector de variación de la distancia (¿))
    $W = q\cdot\Delta V$ (la carga por la variación del potencial)
  - El **gradiente** (relación entre campo y potencial).
    $E = -\overrightarrow{\nabla V}$ Esto significa que es la derivada parcial de V. Derivada parcial es derivar una vez respecto a x, otra respecto a y y otra respecto a z (en este caso). Veamos un ejemplo (imaginario, no se ha comprobado que sea factible):
    Sabemos el potencial V: $V(x,y,z) = x^2 + yxz - 2xz + z^2$
    Para hallar E haremos la derivada respecto a x y la asignaremos a i, luego la derivada respecto a y y la asignamos a j, y por fin la derivada respecto a z la asignamos a k. El resultado es:
    $\overline{E} = (2x + yz - 2z)\overline{i} + (xz)\overline{j} + (yx - 2x + 2z)\overline{k}$
  - **Teorema de Gauss**. La integral del vector intensidad de campo eléctrico (E) sobre una superficie cerrada es igual a la suma algebraica de todas las cargas que encierra la superficie.
    $\oint_S E\cdot ds = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{1}^{N} q_i$

Esta fórmula equivale a decir que el **flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada** es: $\phi = \frac{q}{\varepsilon_0} \frac{\text{(carga eléctrica en el interior)}}{\text{(permitividad)}}$

- Dieléctricos:
    - **Dipolo eléctrico** es el sistema formado por dos cargas q y –q separadas por una distancia d, tales que cuando la distancia d tiende a cero q tiende a infinito, de forma que el producto **p=q*d** se mantiene constante. A **p** se le llama **momento dipolar eléctrico** y tiene el sentido de –q a q.
    - **Potencial debido a un dipolo eléctrico:**
      $V(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p \cdot (r - r')}{|r - r'|^3}$ (el dipolo está situado en r')
    - **Campo debido a un dipolo eléctrico:** Se obtiene mediante el potencial a través del gradiente.
    - **Polarización eléctrica** es el momento dipolar por unidad de volumen cuando el volumen es muy pequeño:
      $P = \lim_{\Delta v \to 0} \frac{\Delta p}{\Delta v}$ Donde Δp es la suma vectorial de todos los momentos dipolares que existen en el volumen elemental Δv.
    - **Densidad superficial de carga de polarización:** $\sigma_P = P \cdot n$ (donde n es el vector normal a la superficie)
    - **Vector desplazamiento D:**
      $D = \varepsilon_0 E + P$

- Sistemas de Conductores, energía y fuerza electrostática:
    - **Capacitancia o capacidad** es la relación entre la carga que almacena Q y el potencial que adquiere el conductor V:
      $C = \frac{Q}{V}$ (Unidad: Coulombio/voltio. Se le llama Faradio, como es grande se usa el microfaradio-$\mu = 10^{-6}$ F.- y el picofaradio-pF=10^{-12} F.)
      Es constante en cada conductor (cuando varía la carga o el potencial varía el otro elemento –potencial o carga- hasta que la capacidad vuelve a ser la del conductor).
    - **Condensadores en serie**:
      La carga total final es igual a cada carga individual: $Q = Q_1 = Q_2 = ... = Q_N$ (distintas a las cargas iniciales). Cuando se ponen varios condensadores en serie las cargas tienden a igualarse haciendo que varíen los respectivos voltajes ya que hemos dicho que la capacidad no puede variar.
      El voltaje total es igual a la suma de cada uno de los voltajes individuales: $V = V_1 + V_2 + ... + V_N$ (se ajustarán con la carga para dar la capacidad del condensador).Los voltajes iniciales y finales pueden no coincidir:
      $V_{1-Inicial} \neq V_{1-Final}$
      La relación entre las distintas capacidades es: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_N}$

- **Condensadores en paralelo**:
  El voltaje total es igual a cada uno de los voltajes individuales:
  $V = V_1 = V_2 = ... = V_N$ (y pueden variar respecto a los iniciales). Cuando se ponen varios condensadores en paralelo los potenciales (voltajes) tienden a igualarse y lo hacen haciendo que sus cargas respectivas se modifiquen ya que las respectivas capacidades son constantes.
  La carga total es igual a la suma de las cargas: $Q = Q_1 + Q_2 + ... + Q_N$ (la carga total final es igual a la suma de las cargas iniciales ya que la suma de las cargas no varía. OJO: Si se conecta en paralelo el polo positivo de uno con el negativo de otro, se restan las cargas para hallar la carga total.).
  La relación entre las distintas capacidades es: $C = C_1 + C_2 + ... + C_N$
- **Carga de un condensador**:
  Q=I.t (cuando hablamos de corriente constante).
- **Energía que almacena un condensador.**
  $W_e = \frac{1}{2} C \cdot V^2 = \frac{1}{2} q \cdot V$
- **Energía electrostática:** Es la energía potencial debida a la interacción de cargas estáticas. Esta energía es el trabajo necesario para situar las cargas en sus posiciones respectivas.
  $W_e = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N} \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_j q_i}{|r_j - r_i|}$ (se excluyen los términos en los que j=i)
  Esto es lo mismo que $W_e = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N} V_j q_j$ (para N cargas puntuales)
  Sin embargo cuando hablamos del trabajo para mover una carga de A a B la fórmula es: $W_{AB} = q \cdot (V_A - V_B)$

- <u>Circuitos:</u>
  - **Voltaje (V)** (también llamado tensión en otras partes) es igual a resistencia (R) por Corriente eléctrica (I)
    V=R.I
  - **Potencia** es igual a voltaje (V) por corriente eléctrica (I)
    P=V.I o también (usando la fórmula anterior): P=R.I^2 ó $P = \frac{V^2}{R}$
  - En un **generador (o pila)** 
    La energía electrostática e igual al voltaje de la pila mas el producto de la intensidad por la resistencia interna de la pila. $\varepsilon = V + I \cdot r$ (en los problemas de este curso lo normal es que las pilas sean ideales y no tengan resistencia por lo que $\varepsilon = V$
  - En un **motor** (o una pila en la que la corriente vaya del polo positivo al negativo)
    
    La energía electrostática consumida (para distinguirla de la de la pila se le denomina ε') es igual al voltaje menos el producto de la intensidad por la resistencia interna del motor.. $\varepsilon' = V - I \cdot r$

- En una **resistencia** (una bombilla se comporta como una resistencia) el Voltaje (tensión) es igual a resistencia por Corriente eléctrica (el sentido de la corriente da igual en este caso).
  V=R.I
- La **resistencia equivalente total (R_T) de varias resistencias** es:
  - Si están **en serie**:
    - La intensidad total y las individuales son la misma: $I = I_1 = I_2 = ... = I_N$
    - El voltaje (tensión) total es igual a la suma de los individuales: $V = V_1 + V_2 + ... + V_N$
    - $R_T = R_1 + R_2 + ... + R_n$
  - Si están **en paralelo**:
    - La intensidad total es igual a la suma de las individuales de cada rama: $I = I_1 + I_2 + ... + I_N$
    - El voltaje total es igual al voltaje individual de cada rama: $V = V_1 = V_2 = ... = V_N$
    - $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$
- **Primera ley de Kirchhoff**: La suma de las intensidades que entran y salen de un nudo (en un circuito) es igual a cero:
  - $\sum I_i = 0$
- **Segunda ley de Kirchhoff**. En una malla cerrada la suma de todas las energía generadas ε menos las consumidas ε' es igual a la suma de todos los productos intensidad por resistencia de cada elemento del circuito:
  $\sum(\varepsilon - \varepsilon') = \sum I \cdot R + \sum I \cdot r$ (este último sumatorio se refiere a la intensidad y la resistencia de las pilas y motores visto antes)
- **Teorema de Thevenin**. Un dispositivo formado por una red con fuentes (baterías) y resistencias es equivalente a un generador (fuente) ideal de tensión (E_0) en serie con una resistencia (R_0) llamada resistencia de salida o resistencia interna. Se calculan de la siguiente forma:
  - Por mallas se calcula la corriente (I) de los componentes del circuito que queremos reducir.
  - Se calcula el voltaje (V, equivalente a la tensión buscada E_0 ó E_{TH}) de una malla que incluya los terminales objeto del problema, si los hay, sabiendo que la suma de todas las fuentes (teniendo en cuenta que si están polarizadas al revés se restarán) menos la suma de todas las resistencias por su corriente (la intensidad I que corresponda a cada resistencia) es la tensión (o voltaje) total del circuito.
    $E_0 = \sum_{i=1}^{N} V_i - \sum_{i=1}^{N} R_i .I$ (OJO, este I es el calculado en el paso uno y es específico de cada resistencia según el circuito o circuitos en los que esté por lo que puede ser distinto de una resistencia a otra).
  - Se calcula la resistencia total (R_0 ó R_{TH}) que ha de ser equivalente a la suma de las resistencias del circuito (hay que tener cuidado en la suma ya que hay que sumar primero las que están en serie y luego las que están en paralelo). Un buen

truco para clarificar un circuito sería volverlo a dibujar dejando sólo las resistencias. Esto funciona al menos para los circuitos sencillos de los exámenes.

- Se vuelve a poner el elemento que nos han pedido analizar y se hacen los cálculos que hagan falta con este nuevo circuito que constará de una tensión (la calculada E_0 ó E_{TH}), una resistencia en serie (R_0 ó R_{TH}) y el elemento que nos han pedido analizar (en los exámenes suele ser una resistencia y piden calcular la Intensidad que circula por ella).
- **Teorema de la máxima transferencia de potencia**. Cuando se ha reducido un circuito a Thevenin, la máxima transferencia de potencia ocurre cuando la resistencia que ponemos conectada a los terminales libres es igual a la resistencia de Thevenin (R_0 ó R_{TH}).

- Campo magnético.
  - **Ley de Biot-Savart.** El **módulo de la inducción magnética** debida a una corriente indefinida sobre un hilo rectilíneo en un punto que dista R de dicha corriente es:

    $B = k\dfrac{I}{r}$ (r es la distancia, como la influencia magnética sobre el entorno es circular, r es el radio). (k es igual a $\dfrac{\mu_0}{4\pi}$ y μ_0 es la *permeabilidad* magnética del vacío) luego la fórmula es:

    $B = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I}{r}$ (La unidad de B es el Tesla o el Weber/m^2)

    A B se le llama en otras partes del texto "**densidad de flujo magnético**" y, a veces, "**campo magnético**".
  - La **inducción magnética debida a un conductor filiforme** (lo podríamos representar por Idl) será:

    $dB = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{Idl \times \mathbf{r}}{r^3}$ (**r** es el vector de posición. El signo x indica que es un producto vectorial y el resultado es un vector perpendicular a dl y **r**).
  - La **Ley de Ampère** para dos hilos rectilíneos indefinidos establece que la fuerza es perpendicular a los hilos y su módulo por unidad de longitud (l) es:

    $\dfrac{F}{l} = 2k(k = \dfrac{\mu_0}{4\pi})\dfrac{I \cdot I'}{r}$ (sirve para definir la unidad de corriente, el amperio, que es la corriente que circula por dos hilos paralelos e indefinidos situados a una distancia de un metro cuando la fuerza por unidad de longitud –fuerza por metro- que se ejerce entre ellos es de $2 \cdot 10^{-7}\ Newtons$).
  - **Fuerza sobre una carga en movimiento o Fuerza de Lorenz**:
    - Fuerza magnética: $F_m = qv \times B$ (v es la velocidad de la carga y "x" representa el producto vectorial)
    - Fuerza electrostática: $F_e = qE$

    $F = qE + qv \times B = q(E + v \times B)$ Por otro lado la ley de Newton define fuerza como: $F = m \cdot a$ (masa por aceleración) lo que permite relacionar las dos ecuaciones..
  - El **momento dipolar magnético de una espira** es el vector cuyo módulo es el producto de la corriente que circula por la espira por su área y la dirección y sentido es el del vector unitario normal a la superficie de la espira (n):

$m = I \cdot d^2 \cdot n$

- **Intensidad del campo magnético debido a un solenoide** (como las espiras de un block). (Nota: sacado de unos apuntes):

  $B = \mu I \frac{N}{L}$ (N es el número de espiras y L la unidad de longitud entre espiras)
- **Flujo magnético** sobre una superficie ds es el producto escalar de B por ds.

  $\phi = B \cdot ds = B\,\mathrm{s}\cos\theta$ (La unidad es el Weber -Wb-)

  Nota: El flujo de B a través de una superficie cerrada es cero.
- **Teorema de Ampère o de la circulación de B**. Para cualquier tipo y numero de corrientes que atraviesan la superficie cuyo contorno es C (o sea, cuando la superficie es atravesada por N corrientes filiformes I_i):

  $$\oint_C B \cdot dl = \mu_0 \sum_1^N I_i$$

- <u>Inducción electromagnética</u>
  - **Ley de Faraday**. La fuerza electromagnética (f.e.m.) inducida es igual a menos la derivada del flujo con respecto al tiempo.

    $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$
  - **Coeficiente de inducción mutua incremental**. Es el flujo que atraviesa un circuito (2) debido al campo creado por otro circuito (1) y dividido por la corriente en este circuito (1):

    $M_{12} = \frac{\phi_{12}}{I_1}$ (La unidad es el Wb/A y se llama Henrio -H-)
  - **Coeficiente de autoinducción**. Es cuando consideramos un solo circuito:

    $M_{11} = L = \frac{\phi_{11}}{I_1}$
  - **Fuerza electromotriz inducida**. Es la f.e.m en función del coeficiente de inducción mutua:

    $\varepsilon = -\frac{d\phi_{12}}{dt} = -M_{12}\frac{dI_1}{dt}$ (la autoinducida será: $\varepsilon = -\frac{d\phi_{11}}{dt} = -L\frac{dI_1}{dt}$)
  - La **energía magnética** debida a un circuito filiforme por el que circula una corriente I, es igual al trabajo necesario para establecer la corriente I en dicho circuito, excluida la pérdida de energía por efecto joule.

    $dW_i = -\varepsilon_i i_i dt + R i_i^2 dt$ (El término $R i_i^2 dt$ es la energía disipada por el efecto joule que no forma parte del trabajo reversible)

    Si tenemos en cuenta que la f.e.m. es $\varepsilon = -\frac{d\phi_{12}}{dt} = -M_{12}\frac{dI_1}{dt}$ podemos deducir que:

    $dW_{mi} = i_i d\phi_i$

    En el caso de un circuito auslado con inductancia L la energía es de la forma:

    $W_m = \frac{1}{2} L I^2$
  -

- La **densidad de energía magnética** (ojo, es w minúscula)o energía por unidad de volumen es:

  $w_m = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$ (Se mide en J/m^3).

- **Intensidad del campo magnético (H):** $H = \frac{B}{\mu_0} - M$ y de aquí se deduce que:

  $B = \mu_0(H + M)$ (la permeabilidad magnética en el vacío multiplicada por la suma de la intensidad del campo magnético mas la imanación es igual a la inducción magnética).

- **Susceptibilidad magnética (χ_m):** Podemos clasificar los materiales magnéticos atendiendo a que la dependencia entre M y H o entre B y H sea o no lineal. En los medios lineales M es proporcional a H de forma que: $M = \chi_m H$. Esta constante depende del tipo de material. Según su valor los materiales pueden ser:

  Diamagnéticos si $\chi_m < 0$

  Paramagnéticos si $\chi_m > 0$

- **Permeabilidad magnética relativa:** La ecuación $B = \mu_0(H + M)$ se puede modificar teniendo en cuenta la ecuación $M = \chi_m H$ y queda: $B = \mu_0(1 + \chi_m)H$. El factor $(1 + \chi_m)$ es la permeabilidad magnética relativa.

- **Permeabilidad magnética** es: $\mu = \mu_0(1 + \chi_m)$ (Su unidad es el Henrio/m).

<u>- Circuitos eléctricos: fenómenos transitorios.</u>

- **Circuito R-L serie.** Circuito con resistencia (R) e inductancia (L) La inductancia se comporta (en cierto aspecto) como una pila en la que su □ es igual a:

  $\varepsilon_{inductanciaa} = -L\frac{di}{dt}$ (fórmula vista en "fuerza electromotriz inducida"). La ecuación del circuito sería: $V_0 - L\frac{di}{dt} = R \cdot i$

  Cuando le aplicamos al circuito un voltaje V_0 podemos averiguar i con:

  $i = \frac{V_0}{R}(1 - e^{(\frac{-R}{L}t)})$ (L es el coeficiente de autoinducción y R la resistencia)

  La corriente parte de un valor nulo para t=0 y alcanza el valor $\frac{V_0}{R}$ para t=4. La inductancia se opone a los cambios bruscos de corriente.

  Corriente de cortocircuito: Cuando desconectamos el voltaje (V_0 es ahora el voltaje inicial después de desconectar el circuito) la ecuación anterior queda:

  $i = \frac{V_0}{R}(e^{(\frac{-R}{L}t)})$

  La **constante de tiempo del circuito R-L** es: $\tau = \frac{L}{R}$ y nos indica la rapidez con que la corriente alcanza el 63,2% del valor final (su dimensión es el tiempo)

- **Circuito R-C serie.** Circuito con una resistencia (R) y un condensador (C). La ecuación del circuito (aplicando Kirchhoff) es: $V_0 = \frac{q}{C} + R \cdot i$

  y despejando i: $i = \frac{V_0}{R}(e^{(\frac{-t}{RC})})$ **.** Despejando q: $q = V_0 \cdot C(1 - e^{(\frac{-t}{RC})})$

  - La corriente parte de un valor inicial igual a $i = \frac{V_0}{R}$ hasta i=cero para t=4. ya que el condensador (inicialmente con carga cero) se comporta como un cortocircuito.

  - **Corriente de cortocircuito**: Cuando desconectamos el voltaje (V_0 es ahora el voltaje inicial después de desconectar el circuito) la ecuación anterior queda: $i = \frac{-V_0}{R}(e^{(\frac{-t}{RC})})$ Y la carga q: $q = V_0 C(e^{(\frac{-t}{RC})})$

  La **constante de tiempo del circuito R-C** es: $\tau = RC$ y nos indica la rapidez o lentitud con que se verifica el proceso de carga y descarga del condensador (su dimensión es el tiempo).

<u>- Circuitos eléctricos: corrientes sinusoidales (alternas).</u>

- **Circuito R-L serie (corriente alterna)**. Circuito con una resistencia (R), inductancia (L) y un generador de voltaje sinusoidal (u). El voltaje sinusoidal es: $u = V_0 \cos \omega t$. El símbolo ω equivale a: $\omega = 2\pi f$ (f es la frecuencia o número de ciclos por segundo o veces que cambia de sentido la corriente). La ecuación que obtenemos al aplicar la ley de Kirchhoff es: $V_0 \cos \omega t = L\frac{di}{dt} + Ri$
  - La corriente se retrasa con respecto al voltaje aplicado en el ángulo: $\theta = \mathrm{arctg}\frac{\omega L}{R}$
  - $I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{(R^2 + (\omega L)^2}}$
  - Se denomina **reactancia inductiva** a: $X_L = \omega L$) (se puede considerar, de una forma similar a la ecuación V=R.I, la ecuación: $V_L = X_L \cdot I_L$)
  - El **módulo de la impedancia** (Z) es: $Z = \sqrt{(R^2 + (\omega L)^2}$
- **Circuito R-C serie (corriente alterna)**. Circuito con una resistencia (R) y condensador (C) conectados en serie con un generador de voltaje (u). La ecuación que obtenemos al aplicar la ley de Kirchhoff es: $V_0 \cos \omega t = \frac{q}{C} + Ri$
  - otras ecuaciones: $\mathrm{tg}\,\theta = \frac{1}{\omega RC}$ y $I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{(R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}}$

- El módulo de la **impedancia** (Z) es: $Z = \sqrt{(R^2 + (\frac{1}{\omega C})^2}$ (se denomina **reactancia capacitiva** a: $X_C = \frac{-1}{\omega C}$ (Al igual que con la reactancia inductiva se puede hacer la equivalencia de V=R.I para el condensador: $V_C = X_C \cdot I_C$
- La corriente se adelanta sobre el voltaje aplicado en un ángulo: $\theta = \text{arctg}\frac{1}{\omega RC}$

- **Circuito R-L-C serie (corriente alterna).** Circuito con una resistencia (R), condensador (C) y bobina de autoinducción (L). La ecuación que obtenemos al aplicar la ley de Kirchhoff es:

  $V_0 \cos \omega t = L\frac{di}{dt} + R.I + \frac{q}{C}$

  - $I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{(R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$ (Se puede ver que el denominador es el módulo de la suma de las tres resistencias: $\left|R + (X_L + X_C)\right|$, aunque considerando como una resistencia la resta de la de la impedancia y el condensador – no sé porqué-)
  - El **módulo de la impedancia** es: $Z = \sqrt{(R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$
  - El desfase respecto al voltaje es: $\theta = \text{arctg}\frac{\omega L - 1/\omega C}{R}$
  - La solución correspondiente a la corriente permanente será:

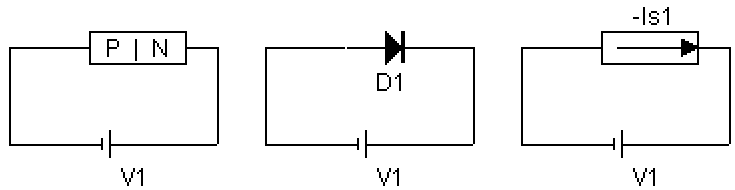
    $i = \frac{V_0}{Z}\cos(\omega t - \theta)$
- **Potencia.**
  - La **potencia activa** (potencia disipada en la impedancia) es: $P = V \cdot I \cdot \cos\theta$ (se denomina **factor de potencia** a: $\cos\theta$)
  - La **potencia reactiva** (la potencia que se intercambia entre la impedancia y el resto del circuito) es: $Q = V \cdot I \text{ sen}\,\theta$
- **Formas complejas.** (sólo para preguntas teóricas, creo).
  - La **impedancia compleja (R-L-C)**: $\overline{Z} = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$ ó $\overline{Z} = \mathbf{Z} = Ze^{j\theta}$
    - Su módulo es: $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$
    - Su argumento es: $\theta = \text{arctg}(\frac{\omega L - 1/\omega C}{R})$

DIODOS Y TRANSISTORES

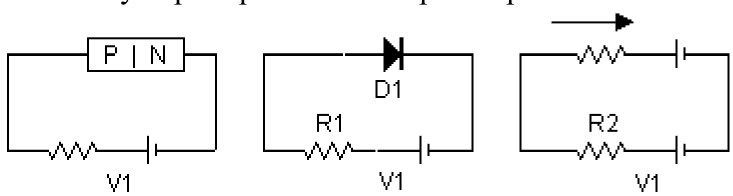
(OJO: no lo entiendo nada bien, puede tener cosas mal)

<u>Diodo de unión PN polarizado.</u>

- **polarización inversa.** Se conecta el polo negativo de una pila al positivo del diodo (y, al otro lado, el polo positivo de la pila al negativo del diodo).



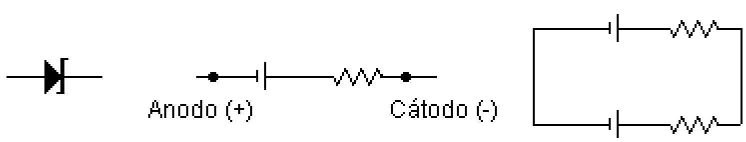
  - Se comporta como una fuente de intensidad $-I_s$ (que depende de la temperatura). En la práctica se puede considerar como un circuito abierto.
- **Polarización directa.** En este caso el polo negativo de la pila se conecta al negativo del diodo y el polo positivo de la pila al positivo del diodo a través de una resistencia.



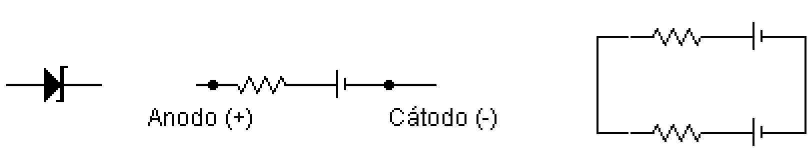
  - Equivale a una pila y una resistencia (para ello ha de superar un voltaje mínimo). El voltaje de la pila a la que equivale el diodo se opone o resta al voltaje de la pila del circuito. En problemas, para hallar el voltaje del diodo hay que sumar el voltaje de su pila al producto de su resistencia por la intensidad del circuito. $V_D = V + R \cdot I$

<u>Diodo Zener</u>

- En **conducción Zener** (también polarización inversa)

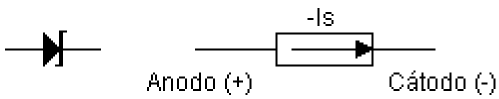


  - Equivale a una pila y una resistencia (ojo, difiere del diodo en polarización directa en que tanto la pila equivalente del diodo Zener como la pila con la que se conecta están orientadas en sentido inverso. Esto, para los problemas, hace que se resten los potenciales de las dos pilas igual que en conducción directa por lo que la única variación es que los diodos Zener tienen unos datos de tensión y resistencia Zener y otros de tensión y resistencia directa).
- En **conducción directa**.



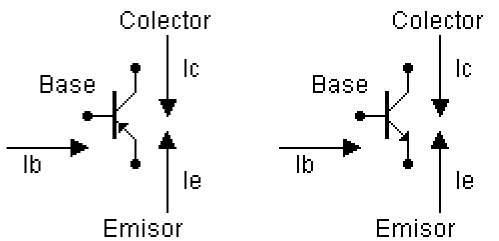
- Equivale a un diodo normal en polarización directa: Una pila (orientada en sentido inverso al de la pila que conectamos al circuito) y una resistencia.

- En **estado de corte**.



- Se comporta como una fuente de intensidad $-I_s$.

<u>Transistor bipolar</u>

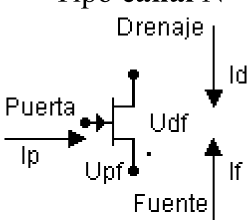


- **Tipo PNP** **Tipo NPN**

<u>Transistores JFET</u>

FET significa Transistor de Efecto de Campo.
JFET significa FET de Unión.

- Tipo **canal N**



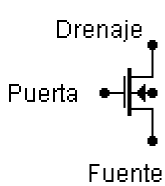
<u>Transistores MOSFET</u>

MOSFET significa Metal-óxido semiconductor FET.
Se clasifican como:

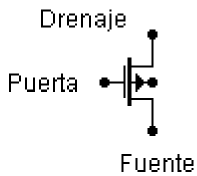
- **NMOS**: Canal n
- **PMOS**: Canal p.

Otra clasificación:

- MOSFET **de deplexión**: puede circular corriente entre fuente y drenaje sin conectar tensión al terminal de puerta.
  Ejemplo: NMOS de deplexión:



- MOSFET **de acumulación**: Es necesario aplicar una tensión (de umbral) U_T para que empiece a existir la circulación de corriente.
  Ejemplo: PMOS de acumulación:



- El valor instantáneo de cualquier magnitud es la suma de su componente contínua (valor medio) y el valor, en ese instante, de la componente alterna.
- **Transistor bipolar**. En transistores npn las corrientes de base y colector son positivas (entrantes al dispositivo, creo que por eso las tensiones van en el sentido BE y BC) y la corriente de emisor saliente. $i_E + i_C + i_B = 0$. Si el transistor fuera pnp la corriente entrante sería la del emisor y las salientes las otras.
  - **Corte**. La corriente de base y la de colector son nulas.
  - **Activa**. Un parámetro relaciona la corriente de salida con la de entrada: $i_C = \beta \cdot i_B$
  - **Saturación**. La tensión u_{CE} es de pequeño valor (<500 mV.)
- **MOSFET**. En los NMOS de acumulación u_{DF} y i_D toman valores positivos. En los PMOS toman valores negativos.
  - **Corte**. La tensión u_{PF} no sobrepasa la tensión umbral, U_T, como consecuencia la intensidad de drenaje es nula. $u_{PF} < U_T \Rightarrow i_D = 0$
  - **Intensidad constante**. La transconductancia (g) es el parámetro que relaciona la corriente de drenaje con la tensión de control: $i_D = g(U_{PF} - U_T)$
- **Modelos para las zonas de trabajo (en transistores bipolares emisor común y en MOSFET fuente común)**.
  1) Se supone que trabaja en zona de corte:
  - **Corte**. (si se cumple que está en zona de corte). Circuito abierto a la salida y abierto a la entrada. Creo que eso significa que $I_B = 0 = I_C$ Ha de cumplir que:
    - Transistor pnp: $u_{EB} < 0{,}7V$ (EB porque I_B lleva esa dirección, creo)
    - Transistor npn: $u_{BE} < 0{,}7V$ (BE porque I_B lleva esa dirección, creo)
    - MOSFET canal n: $u_{PF} < U_T$
    - MOSFET canal p: $u_{PF} > U_T$

  2) Si no se cumple, se supone que trabaja en:
  - **Zona Activa (transistor bipolar)**. (si se cumple que está en zona activa). Fuente de corriente de valor $i_C = \beta \cdot i_B$ a la salida y una fuente de tensión continua (de 0,7 V.) a la entrada.
    - Transistor pnp: $u_{BC} > -0{,}7V$ (BC porque I_C lleva esa dirección, creo)
    - Transistor npn: $u_{CB} > -0{,}7V$ (CB porque I_C lleva esa dirección, creo)
  - **Intensidad constante** o **“fuente de corriente”** en **MOSFET**). Fuente de intensidad $i_D = g(I_{PF} - U_T)$ en la salida y un circuito abierto en la entrada.
    - MOSFET canal n: $u_{DF} > U_{CON}$
    - MOSFET canal p: $u_{DF} < U_{CON}$

3) Si esto es también absurdo, la solución es que trabaja en:

- **Saturación (transistor bipolar)**. Cortocircuito a la salida y fuente de tensión continua (de 0,7 V.) a la entrada.
- **Resistencia (transistor MOSFET)**. Una resistencia R_{EQ} en la salida (de valor inversamente proporcional a la tensión de control) y un circuito abierto a la entrada. El valor de u_{DF} por el que se pasa de esta zona de trabajo a la anterior se denomina tensión de contracción (U_{CON}) y se verifica que: $R_{EQ} \cdot g(U_{PF} - U_T) = U_{CON}$