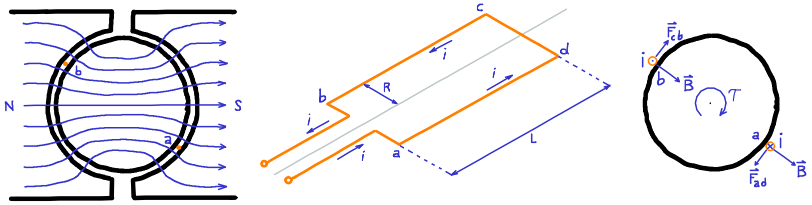
Motores de corriente continua

- Son una de las fuentes motrices más ampliamante usadas en la industria
- Los motores de corriente alterna son más difíciles de controlar y analizar
- Nuevas tecnologías han permitido alcanzar:
  - altas relaciones par-volumen y par-inercia
  - mantenimiento casi innecesario
  - costo razonable
- Aplicaciones:
  - grúas, elevadores
  - cintas transportadoras
  - bombas, compresores
  - propulsión de vehículos
  - impresoras, unidades de disco duro
  - robótica

Principios de funcionamiento

Par producido por el motor de corriente continua



Fuerza magnética sobre un elem. conductor portador de corriente:

$$\mathrm{d}\vec{F} = i\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{B}$$

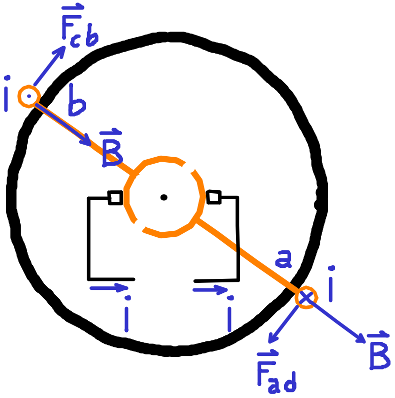
$$F = F_{ad} = F_{cb} = iLB$$

$$\tau = 2RF = 2RiLB = \frac{2}{\pi}(\pi RL)\,Bi = \frac{2}{\pi}\Phi i \quad \text{donde} \quad \Phi = (\pi RL)\,B$$

$$\tau = \frac{2}{\pi}\Phi i \implies \boxed{\tau \propto \Phi i}$$

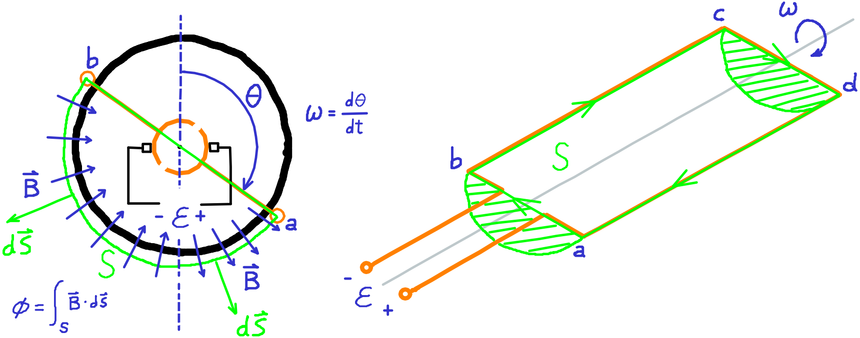
Principios de funcionamiento

El conmutador del motor de corriente continua



Principios de funcionamiento

Fuerza electromotriz inducida en el motor de corriente continua

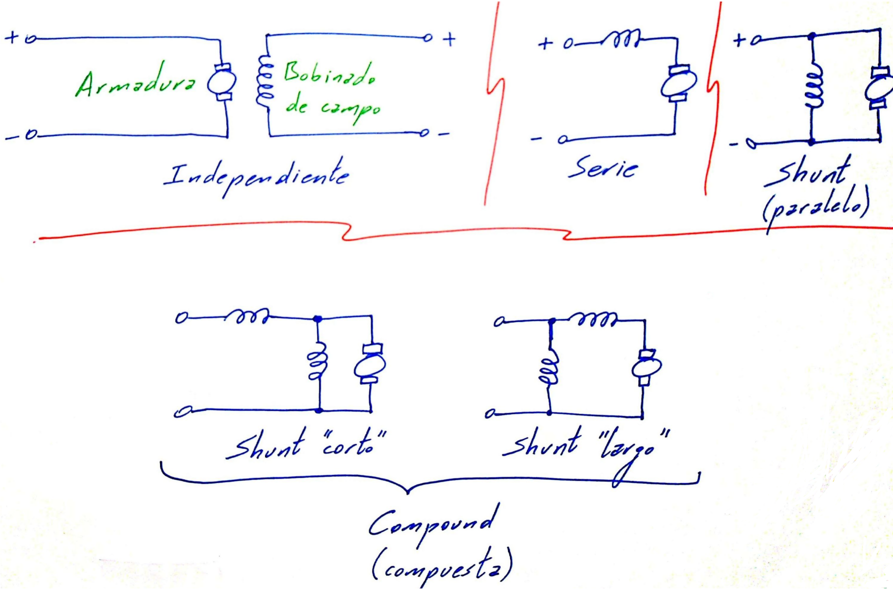


$$\phi = ((\pi - \theta) - \theta)\, RLB = -\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right)\frac{2}{\pi}(\pi RL)\, B = -\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right)\frac{2}{\pi}\Phi$$

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} = -\left(-\frac{2}{\pi}\Phi\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right) = \frac{2}{\pi}\Phi\omega$$

$$\varepsilon = \frac{2}{\pi}\Phi\omega \implies \boxed{\varepsilon \propto \Phi\omega}$$

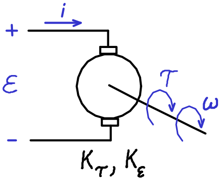
Diferentes tipos de conexión del bobinado de campo



Motor ideal de corriente continua

(con campo generado por imán permanente o excitación independiente)

$$\begin{cases} \tau = K_\tau i \\ \varepsilon = K_\varepsilon \omega \end{cases}$$



$$\Longrightarrow \quad K_\tau \varepsilon i = K_\varepsilon \tau \omega$$

Si el motor es ideal, la potencia eléctrica entregada al motor debe ser igual a la potencia mecánica entregada por el motor:

$$\varepsilon i = \tau \omega$$

Entonces, debe ser:

$$\boxed{K_\tau = K_\varepsilon \qquad \text{“}K\text{ del motor” en } \left[\frac{\mathrm{N\,m}}{\mathrm{A}}\right] = \left[\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{rad/s}}\right]}$$

Hoja 2 - Ej. 3

3) Se considera un motor de corriente continua con excitación independiente constante **i** y cargado según la **figura 3** siendo ***Cm(t)*** el par de carga, **J** el momento de inercia complexiva según el eje de giro, **b** el coeficiente de fricción viscosa en el eje, **E** la diferencia de potencial eléctrico aplicado en los bornes accesibles del motor, **R** la resistencia y **L** la inductancia eléctricas del bobinado de armadura.

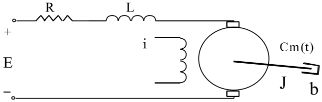


Figura 3

Hallar una representación en variables de estado del sistema.

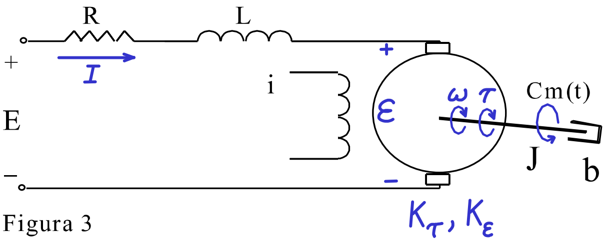


Figura 3

Hoja 2 - Ej. 3

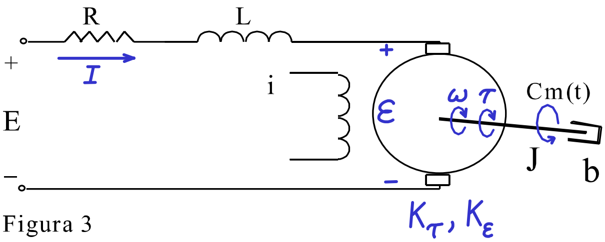


Figura 3

Ley de tensiones de Kirchhoff:

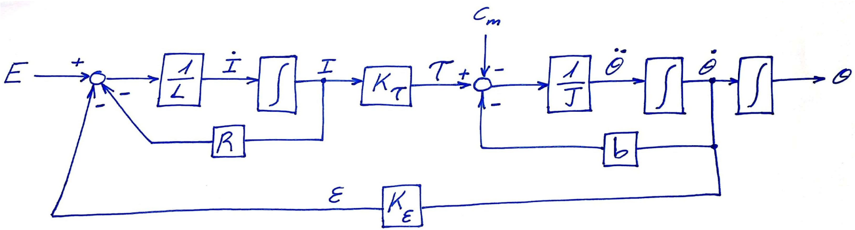
$$E = RI + L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} + \underbrace{K_\varepsilon \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}}_{\varepsilon}$$

Segunda ley de Newton para la rotacion:

$$J\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2} = \underbrace{K_\tau I}_{\tau} - b\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} - C_m$$

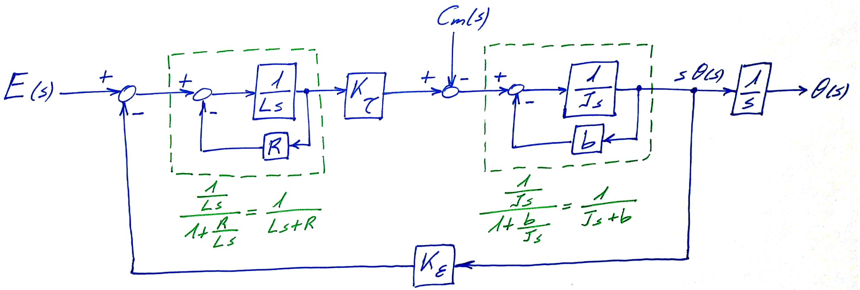
Hoja 2 - Ej. 3

$$L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} = E - RI - K_\varepsilon \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} \qquad J\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2} = K_\tau I - b\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} - C_m$$



$$\text{R.V.E.}\begin{cases} \dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\begin{bmatrix} I \\ \dot\theta \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{K_\varepsilon}{L} & 0 \\ \frac{K_\tau}{J} & -\frac{b}{J} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I \\ \dot\theta \\ \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{J} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} E \\ C_m \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I \\ \dot\theta \\ \theta \end{bmatrix} \end{cases}$$

Hoja 2 - Ej. 3



$$s\theta(s) = \frac{\frac{K_\tau}{(Ls+R)(Js+b)}}{1+\frac{K_\tau K_\varepsilon}{(Ls+R)(Js+b)}}E(s) - \frac{\frac{1}{Js+b}}{1+\frac{1}{Js+b}K_\varepsilon\frac{1}{Ls+R}K_\tau}C_m(s)$$

$$s\theta(s) = \frac{K_\tau}{(Ls+R)(Js+b)+K_\tau K_\varepsilon}E(s) - \frac{(Ls+R)}{(Ls+R)(Js+b)+K_\tau K_\varepsilon}C_m(s)$$