

1) En los problemas de motores en derivación consideraremos despreciable la corriente del inductor ( $I_n \approx I_i$ ) (ver **problema 4**). Con el mismo razonamiento, en el **problema 15**, podremos considerar que la intensidad de arranque será tantas veces la corriente del inducido en condiciones nominales, es decir,  $I_{arranque} = n \cdot I_i$ .

## 2) Corrección de los enunciados de los problemas 8 y 10:

**8.** Un motor de corriente continua y excitación en derivación, tiene una potencia de 50 CV. Se sabe que las pérdidas totales del motor son el **6 % de la potencia total absorbida por el motor**. Si la tensión de alimentación es de 500 V, la resistencia de los devanados de la excitación es de 500 W y la resistencia del inducido de 0,1W.

**10.** Un motor de corriente continua y excitación en derivación, tiene una potencia de 24 CV. Se sabe que las pérdidas del motor son el **5 % de la potencia total absorbida por el motor**. Si la tensión de alimentación es de 400 V, la resistencia de los devanados de la excitación es de 400 W y la resistencia del inducido de 0,22W, calcular:

www.yoquieroaprobar.es

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

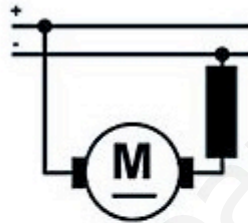
1.

Un motor de corriente continua serie se alimenta con 120 V y absorbe una intensidad de 30 A, las bobinas inductoras tienen una resistencia de  $0,60 \Omega$  y las bobinas inducidas de  $0,40 \Omega$ . Se ha comprobado que las pérdidas en el hierro más las mecánicas suman 180 W. Se pide:

- Dibujar el esquema de conexiones.
- Calcular la fuerza electromotriz inducida.
- Calcular las pérdidas en el cobre.
- Obtener el rendimiento del motor.
- Si el motor está girando a 2200 r.p.m. calcular su par motor.

Solución

a)



b)

$$V = I(R_{ex} + R_i) + \varepsilon \quad \varepsilon = V - I(R_{ex} + R_i) = 120 - 30(0,6 + 0,4) = 90\text{V}$$

c)

$$P_{cu} = I^2 R_{ex} + I^2 R_i = 30^2 \cdot 0,6 + 30^2 \cdot 0,4 = 900\text{W}$$

d)

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{abs}}$$

$$P_{abs} = V \cdot I = 120 \cdot 30 = 3600\text{W}$$

$$P_{util} = P_{abs} - P_{cu} - P_{fe} + m = 3600 - 900 - 180 = 2520\text{W}$$

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{abs}} = \frac{2520}{3600} = 0,7 \rightarrow 70\%$$

e)

$$P = M \cdot \omega \quad \omega = \frac{n \cdot 2\pi}{60} = 230,38 \text{ rad/s}$$

$$M = \frac{P_{util}}{\omega} = \frac{2520}{230,38} = 10,93 \text{ N}\cdot\text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

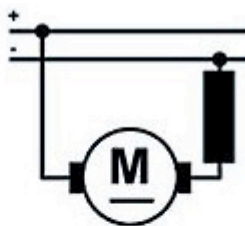
2.

Un motor de corriente continua conexión serie de potencia útil 10 CV, está alimentado con 200 V, siendo la resistencia del devanado del inductor de 0,8  $\Omega$ , y la del inducido de 0,3  $\Omega$ , se ha medido la fuerza contraelectromotriz inducida resultando de 134 V. Se pide:

- Esquema de conexiones del motor.
- Intensidad que pasa por cada una de las bobinas.
- Rendimiento.
- La intensidad en el momento del arranque.
- La resistencia que tendríamos que colocar en serie con la bobinas del inducido para limitar la corriente en el arranque a 125A

Solución

a)



b)

$$V = I(R_{ex} + R_i) + \varepsilon \quad I = \frac{V - \varepsilon}{R_{ex} + R_i} = \frac{200 - 134}{0,8 + 0,3} = 60 \text{ A}$$

$$I_{\text{excitación}} = I_{\text{inducido}} = 60 \text{ A}$$

c)

$$\eta = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{abs}}}$$

$$P_{\text{util}} = 10 \text{ CV} = 10 \cdot 735 \text{ W / CV} = 7350 \text{ W}$$

$$P_{\text{abs}} = V \cdot I = 200 \cdot 60 = 12000 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{abs}}} = \frac{7350}{12000} = 0,6125 \rightarrow 61,25 \%$$

d)

$$\text{en el arranque } \varepsilon = 0 \rightarrow I_a = \frac{V}{(R_{ex} + R_i)} = \frac{200}{(0,8 + 0,3)} = 181 \text{ A}$$

e)

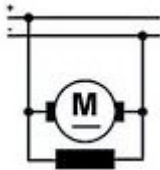
$$V = I(R_a + R_{ex} + R_i); \quad R_a = \frac{V}{I} - R_{ex} - R_i = \frac{200}{125} - 0,8 - 0,3 = 0,5 \Omega$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

3.

Disponemos de un motor de corriente continua conectado en derivación a la tensión de alimentación de 100 V, las bobinas inductoras tienen una resistencia de 125  $\Omega$ , mientras que las bobinas del inducido tienen una resistencia de 0,2  $\Omega$ , el motor se encuentra desarrollando una potencia de 4,4 kW, girando a 4200 r.p.m. y la fuerza contraelectromotriz inducida es de 90V. Se pide:

- Esquema de conexiones.
- Intensidad de excitación e intensidad del inducido.
- Intensidad absorbida de la línea.
- Calcular las pérdidas en el cobre de cada devanado.
- Rendimiento.
- Par motor.



Solución: a)

b)

$$I_{\text{excitación}} = \frac{V}{R_{\text{ex}}} = \frac{100}{125} = 0,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{inducido}} = \frac{V - \varepsilon}{R_i} = \frac{100 - 90}{0,2} = 50 \text{ A}$$

c)

$$I_{\text{total}} = I_{\text{excitación}} + I_{\text{inducido}} = 0,8 + 50 = 50,8 \text{ A}$$

d)

$$P_{\text{cu excitación}} = I_{\text{excitación}}^2 \cdot R_{\text{ex}} = 0,8^2 \cdot 125 = 80 \text{ W}$$

$$P_{\text{cu inducido}} = I_{\text{inducido}}^2 \cdot R_i = 50^2 \cdot 0,2 = 500 \text{ W}$$

e)

$$\eta = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{abs}}}$$

$$P_{\text{util}} = 4,4 \text{ KW} = 4400 \text{ W}$$

$$P_{\text{abs}} = V \cdot I_{\text{total}} = 100 \cdot 50,8 = 5080 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{abs}}} = \frac{4400}{5080} = 0,8661 \rightarrow 86,61 \%$$

f)

$$M = \frac{P_{\text{util}}}{\omega}$$

$$\omega = \frac{n \cdot 2 \cdot \pi}{60} = \frac{4200 \cdot 2 \cdot \pi}{60} = 439,82 \text{ rad/s}$$

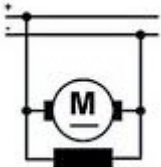
$$M = \frac{P_{\text{util}}}{\omega} = \frac{4400}{439,82} = 10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

4.

Un motor eléctrico conectado en derivación a una red de corriente continua de 250V, siendo la resistencia de la bobina del inductor de 400  $\Omega$  y la resistencia de la bobina del inducido de 0,3  $\Omega$ , la corriente absorbida de la línea es de 62 A, las pérdidas en el hierro más las mecánicas son de 300W. Se pide:

- Dibujar el diagrama de conexiones.
- Intensidad de excitación e intensidad del inducido.
- Fuerza contraelectromotriz.
- Las pérdidas en el cobre.
- Potencia útil y rendimiento.
- Corriente en el arranque.
- Si queremos limitar la corriente en el arranque a 120A determinar la resistencia que debemos colocar serie con el inducido.



b)

$$I_{\text{inductor}} = \frac{V}{R_i} = \frac{250}{400} = 0,63 \text{ A}$$

$$I_{\text{inducido}} = I_{\text{línea}} - I_{\text{excitación}} = 62 - 0,625 = 61,37 \text{ A}$$

c)

$$V = I_i \cdot R_i + \varepsilon; \quad \varepsilon = V - I_i \cdot R_i = 250 - 61,37 \cdot 0,3 = 231,58 \text{ V}$$

d)

$$P_{\text{cu}} = P_{\text{excitación}} + P_{\text{inducido}} = I_{\text{ex}}^2 \cdot R_{\text{ex}} + I_i^2 \cdot R_i = \\ = 0,63^2 \cdot 400 + 61,37^2 \cdot 0,3 = 156,25 + 1129,88 = 1286,13 \text{ W}$$

e)

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{útil}} + P_{\text{cu}} + P_{\text{fe}} + m$$

$$P_{\text{abs}} = V \cdot I = 250 \cdot 62 = 15500 \text{ W}$$

$$P_{\text{útil}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{cu}} - P_{\text{fe}} + m = 15500 - 1286,13 - 300 = 13913,87 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{abs}}} = \frac{13913,87}{15500} = 0,897 \rightarrow 89,7 \%$$

f)

$$I_{\text{arranque}} = \frac{V}{R_i} = \frac{250}{0,3} = 833,33 \text{ A}$$

En el arranque  $\varepsilon = 0$  y la corriente del inductor es despreciable frente a la del inducido

g)

$$V = I_a \cdot R_t; \quad R_t = \frac{V}{I_a} = \frac{250}{120} = 2,083 \Omega$$

$$R_t = R_a + R_i; \quad R_a = R_t - R_i = 2,083 - 0,3 = 1,78 \Omega$$

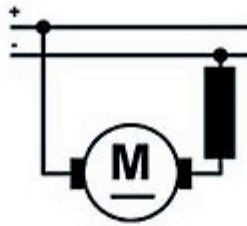
## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

5.

De un motor serie de 22 CV se conocen:  $R_{ex}=0,15\Omega$ ;  $R_i=0,25\Omega$ ; la tensión de alimentación es 220V y la intensidad de corriente que absorbe de la línea es de 100 A cuando la velocidad  $n=1200\text{rpm}$ . Determinar:

- El esquema de conexiones
- El rendimiento de la máquina
- Las pérdidas en el cobre  $P_{cu}$  y las pérdidas en el hierro y mecánicas  $P_{fe}+P_m$
- El par motor nominal

Solución:



a)

b)

$$P_u = \frac{22\text{CV} \cdot 735\text{W}}{1\text{CV}} = 16170\text{W}$$

$$P_{abs} = V \cdot I = 220\text{V} \cdot 100\text{A} = 22000\text{W}$$

$$\eta = \frac{16170\text{W}}{22000\text{W}} = 0,735 \rightarrow \eta = 73,5\%$$

c)

$$\text{Sabemos que la } P_{abs} = P_u + P_p; \rightarrow P_p = 22000\text{W} - 16170\text{W} = 5830\text{W}$$

$$P_{cu} = R_{total} \cdot I^2 = (0,15 + 0,25) \cdot 100^2 = 4000\text{W}$$

$$P_p = P_{cu} + P_{fe} + m \rightarrow P_{fe} + m = P_p - P_{cu} = 5830\text{W} - 4000\text{W} = 1830\text{W}$$

d)

$$M = \frac{P_u}{\omega}$$

$$\omega = \frac{1200 \cdot 2 \cdot \pi}{60} = 125,66\text{rad/s}$$

$$M = \frac{P_u}{\omega} = \frac{16170\text{W}}{125,66} = 128,67\text{N}\cdot\text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

6.

Un motor eléctrico de C.C. ( SERIE ) se alimenta a 20 V y consume 25 A cuando gira a 1300 r.p.m., siendo su resistencia interna total  $R_i = 0,15 \Omega$ . Calcula:

- La f.c.e.m. inducida.
- Potencia absorbida, potencia útil y rendimiento (considerar despreciables las pérdidas en el hierro y las pérdidas mecánicas).
- Intensidad en el arranque.
- Resistencia que se debe intercalar ( $R_a$ ) para limitar la intensidad de arranque a 2 veces la intensidad nominal ( $I_n$ ).
- Par nominal.

$$\begin{aligned} a) \quad E' &= U - R \cdot I = 20 - 0,15 \cdot 25 = 16,25 \text{ V} \\ b) \quad P_{\text{absorbida}} &= U \cdot I = 20 \cdot 25 = 500 \text{ W} \\ P_{\text{útil}} &= P_{\text{eléctrica interna}} = E' \cdot I = 16,25 \cdot 25 = 406,25 \text{ W} \\ \eta &= \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{absorbida}}} = \frac{406,25}{500} = 0,8125 \rightarrow \eta = 81,25 \\ c) \quad I_{\text{arranque}} &= \frac{U}{R_i} = \frac{20}{0,15} = 133,33 \text{ A} \\ d) \quad I_{a \text{ máx.}} &= 2 \cdot I_n = 2 \cdot 25 = 50 \text{ A} \\ I_{a \text{ máx.}} &= \frac{U}{R_i + R_a}; \rightarrow 50 = \frac{20}{0,15 + R_a}; (0,15 + R_a) \cdot 50 = 20 \\ R_a &= \frac{20}{50} - 0,15 = 0,25 \Omega \\ e) \quad P_u &= C \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}; \rightarrow C = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 406,25}{2 \cdot \pi \cdot 1300} = 2,985 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

7.

Un motor eléctrico de C.C. ( SERIE ) alimentado a 200 V, consume 35 A cuando gira a 1500 r.p.m., siendo su resistencia interna,  $R_i = 0,3 \Omega$ . Calcula:

- La fuerza contraelectromotriz inducida.
- Potencia absorbida, potencia útil y rendimiento (considerando despreciables las pérdidas en el hierro y las pérdidas mecánicas).
- Intensidad en el arranque.
- Resistencia que se debe intercalar ( $R_a$ ) para limitar la intensidad de arranque a 2,3 veces la intensidad nominal ( $I_n$ ).
- Par motor.

$$\begin{aligned} a) \quad E' &= U - R \cdot I = 200 - 0,3 \cdot 35 = 189,5 \text{ V} \\ b) \quad P_{\text{absorbida}} &= U \cdot I = 200 \cdot 35 = 7000 \text{ W} \\ P_{\text{útil}} &= P_{\text{eléctrica interna}} = E' \cdot I = 189,5 \cdot 35 = 6662,5 \text{ W} \\ \eta &= \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{absorbida}}} = \frac{6662,5}{7000} = 0,9475 \rightarrow \eta = 94,75 \\ c) \quad I_{\text{arranque}} &= \frac{U}{R_i} = \frac{200}{0,3} = 666,66 \text{ A} \\ d) \quad I_{a \text{ máx.}} &= 2,3 \cdot I = 2,3 \cdot 35 = 80,50 \text{ A} \\ I_{a \text{ máx.}} &= \frac{U}{R_i + R_a}; \rightarrow 80,50 = \frac{200}{0,3 + R_a}; (0,3 + R_a) \cdot 80,50 = 200 \\ R_a &= \frac{200}{80,50} - 0,3 = 2,18 \Omega \\ e) \quad P_u &= C \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}; \rightarrow C = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 6662,5}{2 \cdot \pi \cdot 1500} = 42,41 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$



## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

8.

Un motor de corriente continua y excitación en derivación, tiene una potencia de 50 CV. Se sabe que las pérdidas totales del motor son el 6% de la potencia total absorbida por el motor. Si la tensión de alimentación es de 500 V, la resistencia de los devanados de la excitación es de 500  $\Omega$  y la resistencia del inducido de 0,1 $\Omega$ , calcular:

- Intensidad absorbida de la línea.
- Intensidad de excitación.
- Intensidad del inducido.
- Par nominal si el motor gira a 1500 rpm.

$$P_u = 50 \cdot 736 = 36800 \text{ W}$$

$$P_{abs} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{36800}{0,94} = 39149 \text{ W} \quad \eta = 100 - 6 = 94 \% \rightarrow \eta = 0,94$$

$$I = \frac{P_{abs}}{U} = \frac{39149}{500} = 78,30 \text{ A}$$

$$I_{exc} = \frac{U}{R_{exc}} = \frac{500}{500} = 1 \text{ A}$$

$$I_{ind} = I_{abs} - I_{exc} = 78,30 - 1 = 77,30 \text{ A}$$

$$P_u = C \cdot \omega = C \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}; \rightarrow C = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 36800}{2 \cdot \pi \cdot 1500} = 234,27 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

9.

Un motor eléctrico de C.C. con excitación serie, se alimenta a 24 V y consume 35 A cuando gira a 1300 r.p.m., siendo su resistencia interna,  $R_i = 0,15 \Omega$ . Calcular:

- La fuerza contraelectromotriz inducida.
- Potencia absorbida, potencia útil y rendimiento (despreciables las pérdidas en el Fe y las mecánicas).
- Intensidad en el arranque.
- Resistencia que se debe intercalar ( $R_a$ ) para limitar la intensidad de arranque a 1,5 veces la nominal.
- Par motor nominal.

$$\begin{aligned} a) E' &= U - R_i \cdot I_i = 24 V - 0,15 \Omega \cdot 35 A = 18,75 V \\ b) P_{ab} &= U \cdot I_n = 24 V \cdot 35 A = 840 W \\ P_u &= E' \cdot I_i = 18,75 V \cdot 35 A = 656,25 W \\ \eta &= \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{656,25 W}{840 W} = 0,78125 \rightarrow \eta = 78,125 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c) I_a &= \frac{U - E'}{R_i} = \frac{U - 0}{R_i} = \frac{24 V - 0}{0,15 \Omega} = 160 A \\ d) \text{ Para } I_a &= 1,5 \cdot I_n \rightarrow I_a = 1,5 \cdot 35 A = 52,5 A \\ I_a &= \frac{U}{R_i + R_a} \rightarrow R_a = \frac{U}{I_a} - R_i = \frac{24 V}{52,5 A} - 0,15 \Omega = 0,307 \Omega \\ e) P_u &= M \cdot \omega = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \rightarrow M = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \frac{s}{min} \cdot 656,25 W}{2 \cdot \pi \cdot 1.300 rpm} = 4,82 N \cdot m \end{aligned}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

10.

Un motor de corriente continua y excitación en derivación, tiene una potencia de 24 CV. Se sabe que las pérdidas del motor son el 5 % de la potencia total absorbida por el motor. Si la tensión de alimentación es de 400 V, la resistencia de los devanados de la excitación es de  $400 \Omega$  y la resistencia del inducido de  $0,22\Omega$ , calcular:

- Intensidad absorbida de la línea.
- Intensidad de excitación.
- Intensidad del inducido.
- Fuerza contraelectromotriz inducida.
- Par nominal si el motor gira a 1400 rpm.

$$\begin{aligned} a) P_u &= 24 \text{ CV} \cdot \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 17.664 \text{ W} \\ \eta &= 100 - 5 = 95 \rightarrow \eta = 0,95 \\ \eta &= \frac{P_u}{P_{ab}} \rightarrow P_{ab} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{17.664 \text{ W}}{0,95} \approx 18.594 \text{ W} \end{aligned}$$

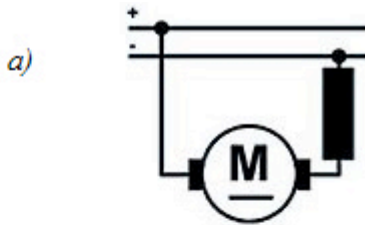
$$\begin{aligned} b) I_{ab} &= \frac{P_{ab}}{U} = \frac{18.594 \text{ W}}{400 \text{ V}} = 46,485 \text{ A}; & I_{exc} &= \frac{U}{R_{exc}} = \frac{400 \text{ V}}{400 \Omega} = 1 \text{ A} \\ c) I_i &= I_{ab} - I_{exc} = 46,485 - 1 = 45,485 \text{ A} \\ d) E' &= U - R_i \cdot I_i = 400 \text{ V} - 0,22 \Omega \cdot 45,485 \text{ A} = 390 \text{ V} \\ e) P_u &= M \cdot \omega = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \rightarrow M = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \frac{s}{min} \cdot 17.664 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 1.400 \text{ rpm}} = 120,54 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

11.

Un motor eléctrico de C.C. y excitación en serie, se alimenta a 200 V y consume 25 A cuando gira a 1200 r.p.m., siendo la resistencia del inducido,  $R_i = 0,10 \Omega$ , y la de los devanados de la excitación,  $R_e = 0,40 \Omega$ . Se pide:

- Dibujar el esquema de conexionado del motor.
- La fuerza contraelectromotriz inducida.
- La potencia absorbida, la potencia útil y el rendimiento (se consideran despreciables las pérdidas en el Fe y las mecánicas).
- La intensidad en el arranque.
- La resistencia que se debe conectar en serie con el inducido,  $R_a$ , si se quiere limitar la intensidad de arranque a 2 veces la nominal.
- El par motor nominal.



$$b) E' = U - (R_i + R_e) \cdot I_i = 200 \text{ V} - (0,10 + 0,40) \Omega \cdot 25 \text{ A} = 187,5 \text{ V}$$

$$c) P_{ab} = U \cdot I_n = 200 \text{ V} \cdot 25 \text{ A} = 5000 \text{ W}$$

$$P_u = P_{si} - (P_{Fe} + P_m) = P_{si} - 0 = P_{si}$$

$$P_u = P_{si} = E' \cdot I_i = 187,5 \text{ V} \cdot 25 \text{ A} = 4687,5 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{4687,5 \text{ W}}{5000 \text{ W}} = 0,9375 \rightarrow \eta = 93,75$$

$$d) I_a = \frac{U - E'}{R} = \frac{U - 0}{R} = \frac{200 \text{ V} - 0}{(0,10 + 0,40) \Omega} = 400 \text{ A}$$

$$e) \text{ Para } I_a = 2 \cdot I_n \rightarrow I_a = 2 \cdot 25 \text{ A} = 50 \text{ A}$$

$$I_a = \frac{U}{R + R_a} \rightarrow R_a = \frac{U}{I_a} - R = \frac{200 \text{ V}}{50 \text{ A}} - 0,50 \Omega = 3,50 \Omega$$

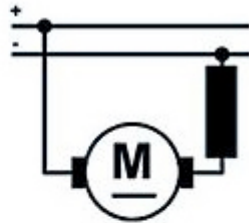
$$f) P_u = M \cdot \omega = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \rightarrow M = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \cdot 4687,5 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 1.200 \text{ rpm}} = 37,30 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

12.

De un motor de corriente continua, conexión serie se conocen:  $R_{\text{excitación}}=0,20 \Omega$  y  $R_{\text{inducido}}=0,30 \Omega$ , la tensión de alimentación es de 220 V y la intensidad de corriente que absorbe es de 110 A cuando gira a 1500 r.p.m. Se pide:

- Esquema de conexión.
- Pérdidas en el cobre y rendimiento del motor (las pérdidas en el hierro y las mecánicas suman 150 W).
- Par motor nominal.



$$b) \quad E' = U - R \cdot I = 220 - 0,50 \cdot 110 = 165 \text{ V}$$

$$R = R_i + R_f = 0,20 + 0,30 = 0,50 \Omega$$

$$P_{abc} = U \cdot I = 220 \cdot 110 = 24200 \text{ W}$$

$$P_{si} = P_{abc} - P_{Cu} = E' \cdot I = 165 \cdot 110 = 18150 \text{ W}$$

$$P_{Cu} = 24200 - 18150 = 6050 \text{ W}$$

$$P_u = P_{si} - (P_{Fe} + P_m) = 18150 - 150 = 18000 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{abc}} = \frac{18000}{24200} = 0,7438 \rightarrow \eta = 74,38\%$$

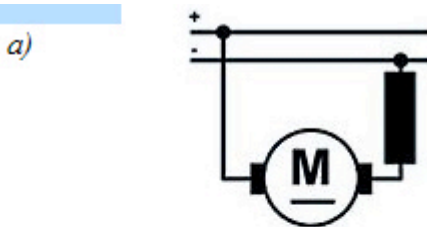
$$c) \quad P_u = C \cdot \omega = C \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}; \rightarrow C = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 18000}{2 \cdot \pi \cdot 1500} = 114,59 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

13.

Un motor eléctrico de C.C. y excitación en serie, se alimenta a 210 V y consume 34 A cuando gira a 1100 r.p.m., siendo la resistencia del inducido  $R_i = 0,15 \Omega$ , y la resistencia de los devanados de la excitación,  $R_e = 0,35 \Omega$ . Se pide:

- Dibujar el esquema de conexionado del motor.
- La fuerza contraelectromotriz inducida.
- La potencia absorbida, la potencia útil y el rendimiento (se consideran despreciables  $P_{Fe}$  y  $P_m$ ).
- La intensidad en el arranque.
- La resistencia que se debe conectar en serie con el inducido,  $R_a$ , para limitar la intensidad en el arranque a 1,5 veces la nominal.
- El par motor nominal.



$$b) E' = U - (R_i + R_e) \cdot I_i = 210 \text{ V} - (0,15 + 0,35) \Omega \cdot 34 \text{ A} = 193 \text{ V}$$

$$c) P_{ab} = U \cdot I_n = 210 \text{ V} \cdot 34 \text{ A} = 7140 \text{ W}$$

$$P_u = P_{si} - (P_{Fe} + P_m) = P_{si} - 0 = P_{si}$$

$$P_u = P_{si} = E' \cdot I_i = 193 \text{ V} \cdot 34 \text{ A} = 6562 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{6562 \text{ W}}{7140 \text{ W}} = 0,9190 \rightarrow \eta = 91,90$$

$$d) I_a = \frac{U - E'}{R} = \frac{U - 0}{R} = \frac{210 \text{ V} - 0}{(0,15 + 0,35) \Omega} = 420 \text{ A}$$

$$e) \text{Para } I_a = 1,5 \cdot I_n \rightarrow I_a = 1,5 \cdot 34 \text{ A} = 51 \text{ A}$$

$$I_a = \frac{U}{R + R_a} \rightarrow R_a = \frac{U}{I_a} - R = \frac{210 \text{ V}}{51 \text{ A}} - 0,50 \Omega = 3,62 \Omega$$

$$f) P_u = M_n \cdot \omega = M_n \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \rightarrow M_n = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \frac{s}{min} \cdot 6562 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 1100 \text{ rpm}} = 56,99 \text{ N} \cdot m$$

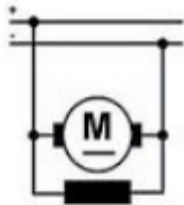
## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

14.

Un motor de C.C. y excitación en derivación es alimentado a una tensión de 500 V y consume de la misma una potencia de 8000 vatios. Sabiendo que la resistencia del inducido es  $R_i = 0,5 \Omega$  y que la del inductor es  $R_{ex} = 125 \Omega$  y que arrastra a una carga a 1000 r.p.m., determinar:

- El esquema de conexiones del motor.
- La intensidad absorbida de la línea, intensidad de excitación e intensidad del inducido.
- La fuerza contraelectromotriz.
- La potencia suministrada al eje de la carga (considerar despreciables tanto  $P_{Fe}$  como  $P_m$ ).
- El par motor suministrado.

a)



$$\begin{aligned}
 b) \quad U &= E' + R \cdot I_i \rightarrow E' = U - R_i \cdot I_i \\
 P_{ab} &= U \cdot I_n \rightarrow I_n = \frac{P_{ab}}{U} = \frac{8000 \text{ W}}{500 \text{ V}} = 16 \text{ A} \\
 U &= R_i \cdot I_{exc} \rightarrow I_{exc} = \frac{U}{R_i} = \frac{500 \text{ V}}{125 \Omega} = 4 \text{ A} \\
 I_n &= I_{exc} + I_i \rightarrow I_i = I_n - I_{exc} = 16 \text{ A} - 4 \text{ A} = 12 \text{ A} \\
 E' &= U - R_i \cdot I_i = 500 \text{ V} - (0,5 \Omega \cdot 12 \text{ A}) = 494 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c) \quad P_u &= P_{ei} - (P_{fe} + P_m) = P_{ei} - 0 \text{ W} = P_{ei} \\
 P_u &= P_{ei} = E' \cdot I_i = 494 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} = 5928 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$d) \quad P_u = M_n \cdot \omega = M_n \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \rightarrow M_n = \frac{60 \cdot P_u}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \frac{s}{min} \cdot 5928 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 1000 \text{ rpm}} = 56,61 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## Máquinas eléctricas: motores de corriente continua.

15.

Un motor de CC de excitación en derivación que se conecta 200V presenta las siguientes características: La resistencia del devanado de excitación es  $200\Omega$ , la del inducido  $0,50\Omega$ , la potencia útil es 5kW, gira a 2200 rpm y el rendimiento es del 80%. Determina:

- La intensidad absorbida de la línea, intensidad de excitación e intensidad del inducido.
- La fuerza contraelectromotriz
- La intensidad de arranque
- La resistencia de arranque para que intensidad en el momento del arranque sea 2,5 veces la nominal

$$\begin{aligned} a) \quad \eta &= \frac{P_u}{P_{ab}} \rightarrow P_{ab} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{5000 \text{ W}}{0,80} = 6250 \text{ W} \\ P_{ab} &= V \cdot I \rightarrow I = \frac{P_{ab}}{V} = \frac{6250}{200} = 31,25 \text{ A} \\ I_{ex} &= \frac{V}{R_{ex}} = \frac{200}{200} = 1 \text{ A} \\ I &= I_{ex} + I_i \rightarrow I_i = I - I_{ex} = 31,25 - 1 = 30,25 \text{ A} \\ b) \quad V &= I_i \cdot R_i + \varepsilon \rightarrow \varepsilon = V - I_i \cdot R_i = 200 - 30,25 \cdot 0,5 = 184,87 \text{ V} \\ c) \quad I_{ar} &= \frac{V - \varepsilon}{R_i} \rightarrow I_{ar} = \frac{200 - 0}{0,5} = 400 \text{ A} \\ d) \quad I_{ar} &= 2,5 \cdot I_n = 2,5 \cdot 30,25 = 75,63 \text{ A} \\ V &= I_{ar} \cdot (R_a + R_i) \rightarrow R_a = \frac{V}{I_{ar}} - R_i = \frac{200}{75,65} - 0,5 = 2,14 \Omega \end{aligned}$$



16. **NUEVO 2011/12** Un motor eléctrico de CC tiene una potencia útil de 2 kW y un rendimiento del 75%. Se sabe que las pérdidas  $P_{Cu}$  son iguales a las  $P_{Fe+m}$  (pérdidas en el hierro más las mecánicas). Si la tensión de alimentación es de 400 V, determinar:
- Intensidad que absorbe el motor.
  - Potencia perdida.
  - Pérdidas en el hierro más pérdidas mecánicas (las dos juntas).
  - Potencia electromagnética (potencia eléctrica interna).

a)

$$P_{ab} = \frac{2000 \text{ w}}{0,75} = 2666,67 \text{ w}$$

$$I = \frac{P_{ab}}{V} = \frac{2666,67}{400} = 6,67$$

b)

$$P_{PERDIDA} = P_{ab} - P_{\text{ÚTIL}} = 666,67,67 \text{ W}$$

c)

$$\left. \begin{array}{l} P_{Cu} + (P_{Fe} + P_m) = 666,67 \text{ w} \\ P_{Cu} = P_{Fe} + P_m \text{ (según el enunciado)} \end{array} \right\} P_{Fe} + P_m = 333,33 \text{ w}$$

d)

$$P_e = P_{ab} - P_{Cu} = 2666,67 - 333,33 = 2333,33 \text{ w}$$

17. **NUEVO 2011/12** Se aplica a un pequeño motor de excitación independiente e imán permanente una d.d.p de 12 V. Si se bloquea el giro del motor, se comprueba que circula por el mismo una corriente de 4 A. Hallar:
- la fuerza contraelectromotriz ( $E'$ ) del motor con el rotor bloqueado y la resistencia ( $R$ ) que ofrece el bobinado del mismo.
  - En condiciones nominales de funcionamiento, circula por el motor una corriente de 1 A. ¿Cuál sería el valor de la fuerza contraelectromotriz ( $E'$ ) y de la resistencia ( $R$ ) para este caso?

a)

Con el rotor bloqueado:  $E'=0$

$$U = E' + R \cdot I_a = 0 + R \cdot I_a$$

$$R = \frac{U}{I_a} = \frac{12V}{4\Omega} = 3 \Omega$$

b)

En condiciones nominales:

$$U = E' + R \cdot I_a$$

$$E' = U - I \cdot R = 12V - 1A \cdot 3\Omega = 9V$$

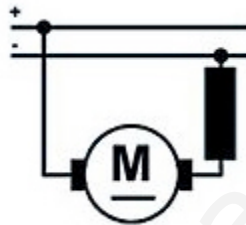
La resistencia tiene un valor constante calculado en el apartado a) de  $3\Omega$ .

18. **NUEVO 2011/12** Un pequeño motor de laboratorio de corriente continua con excitación en serie tiene las siguientes características:

- Tensión de alimentación:  $U = 24 \text{ V}$
- Intensidad absorbida de la red  $I_{\text{abs}} = 4 \text{ A}$
- Resistencia conjunta de los devanados inductor e inducido:  $R_{\text{ind}} + R_{\text{exc}} = 0,6 \ \Omega$
- Velocidad de giro:  $n = 3000 \text{ rpm}$

- Dibuja el esquema eléctrico y determina el valor de la resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad en arranque esté limitada a  $8 \text{ A}$ .
- A plena carga calcula la  $f_{\text{cem}}$ , la potencia absorbida y las pérdidas del cobre.
- Obtén el rendimiento del motor sabiendo que las pérdidas mecánicas más las del hierro son un 20% de las totales y el par motor útil.

a)



En el arranque la  $f_{\text{cem}}$  es nula de forma que:

$$I_{\text{arr}} = \frac{U}{(R_i + R_{\text{exc}}) + R_a} \Rightarrow R_a = \frac{U - I_{\text{arr}}(R_i + R_{\text{exc}})}{I_{\text{arr}}}$$

De forma que:

$$R_a = \frac{U - I_{\text{arr}}(R_i + R_{\text{exc}})}{I_{\text{arr}}} = \frac{24 - 8 \times 0,6}{8} = 2,4 \Omega$$

b)

A plena carga no actúa el reóstato de arranque y la  $f_{\text{cem}}$  no es nula, por tanto:

$$E' = U - I(R_i + R_{\text{exc}}) = 24 \text{ V} - (0,6 \Omega \times 4 \text{ A}) = 21,6 \text{ V}$$

De forma que:

$$P_{\text{abs}} = U \cdot I = 24 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 96 \text{ W}$$

Las pérdidas del cobre están dadas por :

$$P_{Cu} = (R_{ind} + R_{exc})I^2 = 0,6\Omega \times (4A)^2 = 9,6W$$

c)

La potencia útil está dada por  $P_u = P_{ei} - P_{Fe+m} = E'I - P_{Fe+m}$ , por  $I$  que debemos estimar las pérdidas del hierro más la mecánicas, para ello:

$$P_{tot} = P_{Cu} + P_{Fe+m} = P_{Cu} + 0,2P_{tot} \Rightarrow P_{tot} = \frac{P_{Cu}}{0,8} = 12W \Rightarrow P_{Fe+m} = 0,2P_{tot} = 2,4W$$

Y por tanto:

$$P_u = E'I - P_{Fe+m} = 86,4W - 2,4W = 84W$$

De forma que el rendimiento vale:

$$\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} \times 100 = \frac{84W}{96W} \times 100 = 87,5\%$$

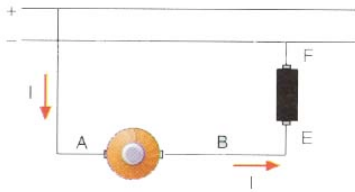
El par motor está dado por:

$$M = \frac{P_u}{\omega} = \frac{84W}{\frac{3000 \cdot 2\pi}{60}} = 0,2674 N \cdot m$$

19. **NUEVO 2011/12** De un motor serie de 22 CV se conocen:  $R_{ex}=0,15\Omega$ ;  $R_i=0,25\Omega$ ; la tensión de alimentación es 220V y la intensidad de corriente que absorbe de la línea es de 100 A, cuando la velocidad  $n=1200\text{rpm}$ . Determinar:

- El esquema de conexiones
- El rendimiento de la máquina
- Las  $P_{cu}$  y las  $P_{fe}+P_m$
- El par motor nominal.

a)



b)

$$P_u = \frac{22CV \cdot 735W}{1CV} = 16170W$$

$$P_{ab} = V \cdot I = 220V \cdot 100A = 22000W$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{16170W}{22000W} = 0,735 \Rightarrow \eta = 73,5\%$$

c) Sabemos que la  $P_{ab}=P_u+P_p$ ; despejando:

$$P_p = 22000w - 16170w = 5830w$$

Al ser una conexión en serie vamos a calcular las pérdidas en el cobre totales:

$$P_{cu} = R_t \cdot I_t^2 = (0,15 + 0,25) \cdot 100^2 A = 4000w$$

Al ser la  $P_p = P_{cu} + P_{fe} + P_m$  despejando:

$$P_{fe} + P_m = P_p - P_{cu} = 5830w - 4000w = 1830w$$

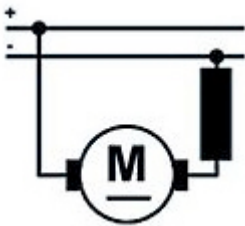
$$d) M = \frac{P_u}{\omega} = \frac{16170W}{\frac{1200rev \cdot 2\pi rad \cdot 1min}{1min \cdot 1rev \cdot 60s}} = 128,67N \cdot m$$

20. **NUEVO 2011/12** Un motor de corriente continua conexión serie de potencia útil 1,4 CV, está alimentado con 200 V, siendo la resistencia del devanado del inductor de 6,8 Ω, y la del inducido de 1,3 Ω, se ha medido la fuerza contraelectromotriz inducida resultando de 124 V. Determinar:

- Esquema de conexiones del motor.
- Intensidad que pasa por cada una de las bobinas.
- Potencia absorbida
- Perdidas en el cobre y potencia electromagnética (potencia eléctrica interna).
- Perdidas en el hierro más las mecánicas ( $P_{Fe+m}$ ) y rendimiento.

Solución:

a)



b)

$$P_{\text{ÚTL}} = 1,4 \text{ CV} \times \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 1030,40 \text{ W}$$

$$U = I(R_{\text{exc}} + R_{\text{ind}}) + E' \Rightarrow I = \frac{U - E'}{R_{\text{exc}} + R_{\text{ind}}} = \frac{200 \text{ V} - 124 \text{ V}}{6,8 \Omega + 1,3 \Omega} = 9,38 \text{ A}$$

c)

$$P_{\text{abs}} = UI = 200 \text{ V} \times 9,38 \text{ A} = 1876 \text{ W}$$

d)

$$\text{Pérdidas en el cobre : } P_{\text{Cu}} = I^2 R_{\text{exc}} + I^2 R_{\text{ind}} = I^2 (R_{\text{exc}} + R_{\text{ind}}) = (9,38 \text{ A})^2 \times (6,8 \Omega + 1,3 \Omega) = 713 \text{ W e)}$$

$$\text{Potencia electromagnética : } P_{\text{ei}} = E' I = 124 \text{ V} \times 9,38 \text{ A} = 1163 \text{ W}$$

e)

$$\text{Pérdidas en el hierro más las mecánicas : } P_{\text{Fe+m}} = P_{\text{ei}} - P_{\text{ÚTL}} = 1163 \text{ W} - 1030,40 \text{ W} = 133 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{ÚTL}}}{P_{\text{abs}}} = \frac{1030,40 \text{ W}}{1876 \text{ W}} = 0,54 \Rightarrow \eta = 54,91\%$$