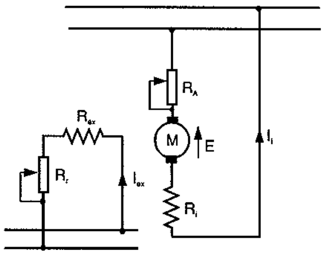
Problemas resueltos

Problema 1.

Un motor de c.c (excitado según el circuito del dibujo) tiene una tensión en bornes de 230 v., si la fuerza contraelectromotriz generada en el inducido es de 224 v. y absorbe una corriente de 30 A. (se desprecian la reacción de inducido y las pérdidas mecánicas). Calcular:

a) Resistencia total de inducido.
b) Potencia absorbida de la línea.
c) Potencia útil en el eje.
d) Par nominal si el motor gira a 1000 r.p.m.
e) Rendimiento eléctrico.



Solución

Del esquema sabemos que la excitación del motor es independiente.

La ecuación eléctrica del circuito equivalente sería:

$$U_b = E + R_i \cdot I_i + 2 \cdot U_e$$

Consideramos despreciable la caída de tensión en las escobillas, por lo que podremos escribir:

a)

$$R_i = \frac{U_b - E}{I_i} = \frac{230V - 224V}{30A} = 0,2\Omega$$

b)

$$P_{ab} = U_b \cdot I_i = 230V \cdot 30A = 6900w$$

c)

$$P_u = E \cdot I_i = 224V \cdot 30A = 6720w$$

d) El par lo obtenemos a partir de la potencia útil y la velocidad de giro.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,66 rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{6720w}{104,66rd/s} = 64,2Nm$$

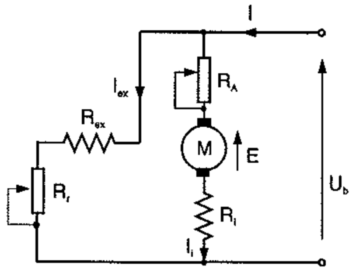
e)

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{6720w}{6900w} = 0,9739$$

Por lo que el rendimiento será η=97,39%.

Problema 2.

De un motor de c.c. de excitación derivación tiene una potencia de 40 C.V., se sabe que las pérdidas del motor son del 5% de su potencia en el eje. Si U_b=400 v., R_d=0,2 Ω y R_i=0,1 Ω.



Calcular:

a) Intensidad en la línea.
b) Intensidad de excitación.
c) Intensidad de cortocircuito.
d) Valor del reóstato de arranque para que en ese régimen no se supere el valor de intensidad 2 In.
e) Par motor si gira 1500 r.p.m.

Solución.

a)

$$P_u = 40CV = 40CV \cdot 736w/CV = 29440w$$

$$P_{ab} = P_u + Pérdidas = 29440 + 0,05 \cdot 29440 = 30912w$$

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{30912w}{400V} = 77,28A$$

b)

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{400V}{400\Omega} = 1A$$

c) En el momento del arranque la velocidad es nula, por lo que la f_{cem} también será nula.

$$I_{Arr} = \frac{U_b - E}{R_i} = \frac{400V - 0V}{0,1\Omega} = 4000A$$

d) Al intercalar una resistencia de arranque en serie con el inducido para limitar el valor de la intensidad, se tendrá:

$$R_{Arr} = \frac{U_b - R_i \cdot 2 \cdot I_i}{2 \cdot I_i} = \frac{400V - 0,1\Omega \cdot 2 \cdot 76,28A}{2 \cdot 76,28A} = 2,52\Omega$$

e) El par lo obtenemos a partir de la potencia útil y la velocidad de giro.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1500rpm}{60} = 157rd/s$$

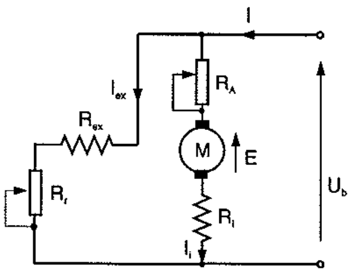
$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{29440w}{157rd/s} = 187,42Nm$$

Problema 3.

Un motor eléctrico de corriente continua con excitación en derivación que tiene las siguientes características: Tensión alimentación U= 600 V, resistencia del devanado de excitación R_{exc} = 600 Ω. Resistencia del inducido Ri = 0,1 Ω. Intensidad absorbida de la red I_{abs} = 138 A. Potencia útil 100 CV.
Determine:

a) La intensidad de excitación y la intensidad del inducido.
b) Rendimiento del motor.
c) El par útil cuando el motor gira a 1200 rpm.

Nota: Despreciar en este problema la caída de tensión en las escobillas y la resistencia del reóstato de arranque y de los polos auxiliares.



Solución.

a)

$$U_b - R_{ex} \cdot I_{ex} \longrightarrow I_{ex} - \frac{U_b}{R_{ex}} - \frac{600v}{600\Omega} - 1A$$

$$I_i = I_{ab} - I_{ex} = 138 - 1 = 137A$$

b)

$$P_{Cui} = R_i \cdot I_i^2 = 0,1\Omega \cdot 137^2 A = 1876,9w$$

$$P_{Cuex} = R_{ex} \cdot I_{ex}^2 = 600\Omega \cdot 1^2 A = 600w$$

$$P_{CuT} = P_{Cui} + P_{Cuex} = 1876,9 + 600 = 2476,9w$$

$$E = U_b - R_i \cdot I_i = 600 - 0,1 \cdot 137 = 586,3V$$

$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 586,3v \cdot 137A = 80323,1w$$

$$P_{ab} = P_{Ei} + P_{CuT} = 80323,1 + 2476,9 = 82800w$$

$$P_u = 100CV = 100CV \cdot 736w/CV = 73600w$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_T} = \frac{73600w}{82800w} = 0,88$$

c)

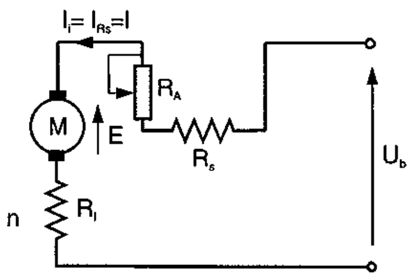
$$n = 1200rpm \Longrightarrow \omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1200}{60} = 125,6rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{73600w}{125,6rd/s} = 585,98Nm$$

Problema 4.

Un motor de c.c. excitación serie de tensión en bornes 230V., gira en régimen nominal a 1200 r.p.m. El devanado inducido tiene una resistencia de 0,3Ω, y la del devanado de excitación es de 0,2 Ω, la resistencia de los polos auxiliares es de 0,02Ω y su f_{cem} es de 220 V. Determinar:

a) Corriente en el momento del arranque.
b) Intensidad absorbida de la línea.
c) Potencia absorbida de la red.
d) Pérdida de potencia en los devanados.
e) Rendimiento del motor.



Solución.

a)

$$I_i = \frac{U_b - E}{R_i + R_{ex} + R_a}$$

Como en el momento del arranque la velocidad es nula, eso hace que también sea nula la f_{cem}, por lo que tendremos la expresión:

$$I_{arr} = \frac{230 - 0}{0,3 + 0,2 + 0,02} = 442,3A$$

b)

Al ser un motor con excitación serie, tal como se ve en el circuito la corriente de inducido es la misma que la de excitación y es la absorbida de la red, por lo que:

$$I_i = \frac{230 - 220}{0,3 + 0,2 + 0,02} = 19,23A$$

c)

$$P_{ab} = I_i \cdot U_b = 19,23A \cdot 230V = 4422,9w$$

d)

$$P_{Cu} = (R_i + R_{ex} + R_a) \cdot I_i^2 = (0,3 + 0,02 + 0,2)\Omega \cdot 19,23^2 A = 192,29w$$

e) Como no tenemos información acerca de las pérdidas mecánicas y en el hierro, vamos a considerar que la potencia útil es la potencia eléctrica interna, y así tendremos:

$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 220V \cdot 19,23A = 4230,6w$$

$$P_{ab} = U_b \cdot I_i = 230V \cdot 19,23A = 4422,9w$$

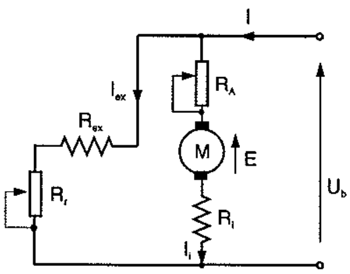
$$\eta = \frac{P_{Ei}}{P_{ab}} = \frac{4230,6w}{4422,9w} = 0{,}9596$$

Por lo que el rendimiento será del 95,96%.

Problema 5.

Un motor de c.c. excitación derivación tiene una tensión de alimentación de 120 V, la potencia que absorbe de la red es de 3,6 Kw, cuando gira en un régimen a 1000 r.p.m. presenta un rendimiento del 80%, y la resistencia del devanado de excitación es 30 Ω. Determinar:

a) Fuerza contraelectromotriz.
b) Resistencia del devanado del inducido.
c) Par útil en el eje.



Solución.

a) Calculamos las intensidades a partir de la potencia absorbida de la red.

$$P_{ab} = U_b \cdot I_i \Longrightarrow I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{3600w}{120V} = 30A$$

$$U_b = R_d \cdot I_d \Longrightarrow I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{120V}{30\Omega} = 4A$$

$$I_{ab} = I_i + I_d \Longrightarrow I_i = I_{ab} - I_d = 30 - 4 = 26A$$

En el enunciado no se comenta que existan pérdidas en el hierro, ni mecánicas, por lo que solamente consideraremos las pérdidas en el cobre, que son las únicas que podemos calcular.
A partir del rendimiento podemos calcular la potencia eléctrica interna.

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} \Longrightarrow P_u = P_{ab} \cdot \eta = 3600 \cdot 0,80 = 2880w$$

$$P_u = P_{Ei} = E \cdot I_i \Longrightarrow E = \frac{P_{Ei}}{I_i} = \frac{2880w}{26A} = 110,7V$$

b)

$$U_b = E + R_i \cdot I_i \Longrightarrow R_i = \frac{U_b - E}{I_i} = \frac{120 - 110,7}{26} = 0,36\Omega$$

c) A partir de la velocidad de giro en el eje y de la potencia útil, calculamos el par.

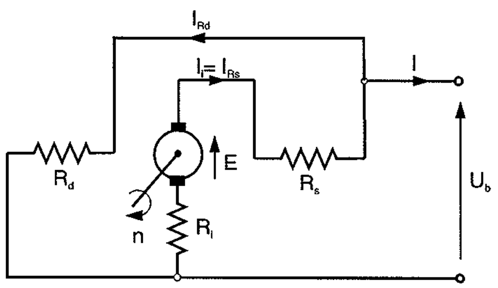
$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,7rd/s$$

$$P_u = M_u \cdot \omega \Longrightarrow M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{2880w}{104,7rd/s} = 27,5Nm$$

Problema 6.

Un motor de c.c. excitación compound larga tiene las siguientes características: Tensión en bornes 150 V, resistencia de inducido 0,21 Ω resistencia de excitación serie, resistencia de excitación derivación 20 Ω, en régimen nominal gira a 1000 r.p.m. genera una fcem de 120 V y suministra una potencia mecánica de 4800w. Calcular:

a) Intensidades de corriente en sus bobinados.
b) Resistencia de excitación serie.
c) Par motor y rendimiento del motor.



Solución.

a) A partir del esquema eléctrico adjunto calculamos las intensidades que recorren los devanados del motor.

$$P_{ab} = U_b \cdot Iab \Longrightarrow I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{4500w}{150V} = 30A$$

$$U_b = R_{dd} \Longrightarrow I_d = \frac{U_b}{R_d}\frac{150V}{30\Omega} = 5A$$

$$I_i = I_s = I_{ab} - I_d = 30 - 5 = 25A$$

b)

$$U_b = E + (R_i + R_s) \cdot I_i \Longrightarrow E = U_b - (R_i + R_s) \cdot I_i = 150 - (0,2 + 0,1) \cdot 25 = 142,5V$$

c) El par lo calculamos a partir de la velocidad de giro y la potencia útil, como no mencionan pérdidas en el hierro ni mecánicas, consideramos que la potencia útil en el eje es igual a la potencia mecánica interna e igual a la potencia eléctrica interna.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 142,5rd/s$$

$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 142,5V \cdot 25A = 3562,5w$$

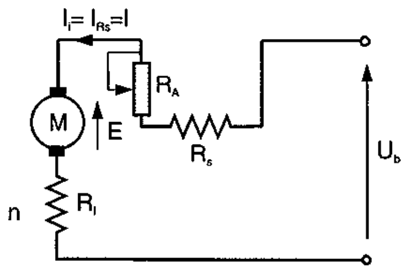
$$P_{Ei} = P_{mi} = P_u = M_u \cdot \omega \Longrightarrow M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{3562,5w}{142,5rd/s} = 34Nm$$

Problema 7.

Para una determinada aplicación se requiere un motor de elevado par de arranque, por lo que se elige un motor en serie que proporciona 18 CV a 1 500 rpm, cuando se conecta a 220 V, absorbe 67 A. Se sabe que Ri+Rp=0,35 Ω, Rs=0,05 Ω y Ve=1 V.

Determina:

a) ¿Cuál será su velocidad, si la corriente absorbida aumenta un 30 %?
b) ¿Cuál será su velocidad, si la corriente absorbida disminuye un 20 %?



Solución.

a) La ecuación eléctrica del circuito será:

$$U_b = E + (R_i + R_p + R_s) \cdot I_i + 2U_e$$

La velocidad de giro está relacionada con la f_{cem} y con el flujo magnético mediante la expresión:

$$\omega = \frac{1}{k} \cdot \frac{E}{\phi} = \frac{1}{k} \cdot \frac{U_b - (R_i + R_p + R_s) \cdot I_i - 2U_e}{\phi}$$

Por lo que vemos que la velocidad depende del factor k·Φ, que valdrá:

$$k \cdot \phi = \frac{U_b - (R_i + R_p + R_s) \cdot I_i - 2U_e}{\omega}$$

Y sustituyendo datos:

$$k \cdot \phi = \frac{220V - (0,35 + 0,05)\Omega \cdot 67A - 2V}{1500rpm} = 0,13V/rpm$$

Vamos a calcular ahora la nueva velocidad cuando la intensidad aumenta un 30%, y además consideramos que el flujo es directamente proporcional a la intensidad absorbida (en los motores excitación serie), por lo que también aumenta un 30%.

$$I_{i2} = I_{i1} + 0,3 \cdot I_{i1} = 67 + 0,3 \cdot 67 = 87,1A$$

Por lo que la velocidad de giro para la nueva intensidad de inducido será:

$$\omega_2 = \frac{1}{k} \cdot \frac{V_b - (R_i + R_p + R_s) \cdot I_{i2} - 2 \cdot U_e}{\phi_2}$$

Y sustituyendo datos:

$$\omega_2 = \frac{1}{k} \cdot \frac{220V - (0,35 + 0,05)\Omega \cdot 87,1A - 2V}{1,3 \cdot \phi_1} = \frac{140,9V}{k \cdot \phi_1}$$

Es decir:

$$\omega_2 = \frac{140,9V}{k \cdot \phi_1} = \frac{140,9V}{0,13V/rpm} = 1083,8rpm$$

b) Si repetimos los cálculos para cuando la intensidad de inducido disminuye un 20%, entonces también se reducirá el flujo en la misma proporción:

$$I_{i3} = I_{i1} - 0,2 \cdot I_{i1} = 67 - 0,2 \cdot 67 = 53,6A$$

$$\omega_3 = \frac{1}{k} \cdot \frac{220V - (0,35 + 0,05)\Omega \cdot 53,6A - 2V}{0,8 \cdot \phi_1} = \frac{245,7}{k \cdot \phi_1}$$

$$\omega_3 = \frac{245,7}{k \cdot \phi_1} = \frac{245,7V}{0,13V/rpm} = 1890rpm$$

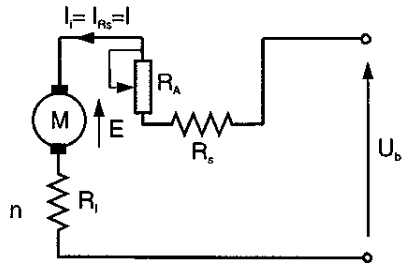
Problema 8.

Un motor de c.c. serie tiene una tensión en bornes de 230 v y absorbe de la red 15 A. La f_{cem} generada en el inducido es de 220 v y las pérdidas en el hierro más las mecánicas son de 250 w.

Calcular:

a) Balance de potencia del motor
b) Rendimiento eléctrico

c) Rendimiento industrial.



Se desprecia la caída de tensión en las escobillas.

Solución.

a) Interpreto que cuando solicitan el rendimiento eléctrico solamente debo considerar las pérdidas por efecto Joule en el cobre, mientras que cuando solicitan el rendimiento industrial, también he de tener en cuenta las pérdidas mecánicas y el hierro.

$$P_{ab} = U_b \cdot I_{ab} = 230V \cdot 15A = 3450w$$

$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 220V \cdot 15A = 3300w$$

$$P_{Cu} = P_{ab} - P_{Ei} = 3450 - 3300 = 150w$$

b)

$$\eta_e = \frac{P_{Ei}}{P_{ab}} = \frac{3300w}{3450w} = 0,9565$$

Por lo que el rendimiento eléctrico será ηe=95,65%

c)

$$\eta_i = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{3050w}{3450w} = 0,884$$

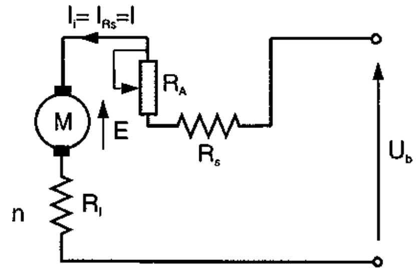
Por lo que el rendimiento industrial será ηi=88,4%

Problema 9.

Un motor serie posee una resistencia en el inducido de 0,2 Ω. La resistencia del devanado de excitación serie vale 0,1 Ω. La tensión de línea es de 220V y la f_{cem} de 215V. Determinar:

a) La intensidad nominal de la línea.
b) Intensidad que absorbe en el arranque.
c) Resistencia a conectar para reducir la intensidad de arranque al doble de la normal.

Se desprecia la caída de tensión en las escobillas.



Solución.

a)

Partiendo de la expresión de la intensidad nominal de inducido, y considerando que en el arranque E=0, ya que la velocidad es nula, se obtiene la intensidad de arranque.

$$I_i = \frac{U_b - E}{R_i + R_s} = \frac{220 - 215}{0,1 + 0,2} = 16,66A$$

b)

$$I_{ar} = \frac{U_b - 0}{R_i + R_s} = \frac{220 - 0}{0,1 + 0,2} = 733,33A$$

c)

Se conecta en serie con el inducido una resistencia RA, para limitar el valor de la corriente en el momento de arranque a unos valores que resulten soportables para los devanados del motor.

En el arranque, al ser nula la fcem, toda la tensión en bornes cae en las resistencias del circuito, por lo que:

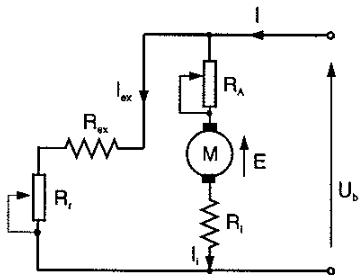
$$I_{Arr} \leq 2 \cdot I_i \leq 2 \cdot 16,66A$$

$$U_b = (R_i + R_s + R_{Arr}) \cdot I_{Arr} = (R_i + R_s + R_{Arr}) \cdot 2 \cdot I_i$$

$$R_{Arr} = \frac{U_b - (R_i + R_s) \cdot 2 \cdot I_i}{2 \cdot I_i} = \frac{220 - (0,1 + 0,2) \cdot 2 \cdot 16,6}{2 \cdot 16,6} = 6,32\Omega$$

Problema 10.

Un motor de corriente continua de excitación derivación es alimentado a la tensión de 120V. De la línea absorbe una potencia de 3,6 kilovatios y gira a 1.000 r.p.m. La resistencia del devanado inductor es de 30 Ω y su rendimiento del 80%.



Determinar:

a) El momento angular o par mecánico suministrado.

b) La resistencia del inducido y la f_{cem}.

Solución.

a)

$$P_u = \eta \cdot P_{ab} = 0,8 \cdot 3600w = 2880w$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,66rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{2880w}{104,66rd/s} = 27,51Nm$$

b)

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{120V}{30\Omega} = 4A$$

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{3600w}{120V} = 30A$$

$$I_i = I_{ab} - I_d = 30 - 4 = 26A$$

Considero despreciables las pérdidas mecánicas y en el hierro, ya que no se mencionan en el enunciado, por lo que la potencia útil será la potencia eléctrica interna.

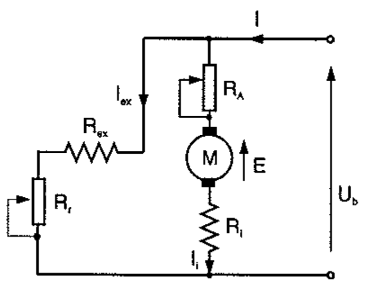
$$P_u = P_{Ei} = E \cdot I_i \Longrightarrow E = \frac{P_{Ei}}{I_i} = \frac{2880w}{26A} = 110,77V$$

Y a partir de la ecuación de tensiones, despejando:

$$U_b = E + R_i \cdot I_i \Longrightarrow R_i = \frac{U_b - E}{I_i} = \frac{120 - 110,77}{26} = 0,35\Omega$$

Problema 11.

Un motor de corriente continua tipo derivación de 220 v gira a 1.500 r.p.m. La resistencia del inducido es de 0,5 Ω, la resistencia de excitación vale 176 Ω. La potencia absorbida de la red vale 3.300 w.



Calcular:

a) Esquema eléctrico y ecuación de tensiones.
b) Intensidades que circulan por el motor.
c) Velocidad del motor para: 0,5 I_i y 3 I_i.
d) La corriente de arranque (por el inducido).

e) Valor del reostato de arranque a conectar, en serie con el devanado del inducido, para limitar la intensidad de arranque al doble de la nominal.

Solución.

a)

$$U_b = E + R_i \cdot I_i + 2U_e$$

$$U_b = R_d \cdot I_d$$

b) La intensidad de excitación en los motores derivación se mantiene constante, en cualquier régimen, por lo que el flujo inductor también se mantiene constante:

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{220V}{176\Omega} = 1,25A$$

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{3300w}{220V} = 15A$$

Por lo que la intensidad de inducido será:

$$I_i = I_{ab} - I_d = 15 - 1,25 = 13,75A$$

c) La velocidad de giro está relacionada con la fcem y con el flujo magnético mediante la expresión:

$$\omega = \frac{1}{k}\frac{E}{\phi} = \frac{1}{k} \cdot \frac{U_b - R_i \cdot I_i - 2U_e}{\phi}$$

Por lo que vemos que la velocidad depende del factor kΦ, que valdrá:

$$k \cdot \phi = \frac{U_b - R_i \cdot I_i - 2U_e}{\omega}$$

Y sustituyendo datos:

$$k \cdot \phi = \frac{220V - 0,5\Omega \cdot 13,75A - 2V}{1500rpm} = 0,14V/rpm$$

En los motores derivación, en el caso de que varíe la intensidad del inducido, no se ve afectado el flujo inductor, ni ningún otro parámetro de la expresión. Por lo que cuando:

$$I_{i2} = 0,5 \cdot I_{i1} = 0,5 \cdot 13,75 = 6,875A$$

Y la nueva velocidad será:

$$\omega_2 = \frac{220V \quad 0,5\Omega \cdot 6,975A \quad 2V}{k \cdot \phi} = \frac{214,56V}{0,14V/rpm} = 1532rpm$$

Para:

$$I_{i3} = 3 \cdot I_{i1} = 3 \cdot 13,75 = 41,25A$$

La nueva velocidad será:

$$\omega_3 = \frac{220V - 0,5\Omega \cdot 41,25 - 2V}{k \cdot \phi} = \frac{197,375V}{0,14V/rpm} = 1409,8rpm$$

d) En el arranque al ser nula la fcem, tendremos la expresión:

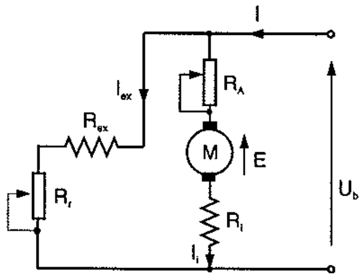
$$I_{Arr} = \frac{U_b - 2U_e}{R_i} = \frac{220V - 2V}{0,5\Omega} = 436A$$

e) El reóstato que se debe conectar en serie con el devanado inducido para que en el arranque la intensidad no sea superior a dos veces la intensidad nominal de inducido, es:

$$R_{Arr} = \frac{U_b - 2U_e - R_i \cdot 2 \cdot I_i}{2 \cdot I_i} = \frac{220V - 2V - 0,5\Omega \cdot 27,5A}{27,5A} = 7,42\Omega$$

Problema 12.

Un motor de c.c. de excitación derivación es alimentado por una línea de 500 v y consume de la misma una potencia P=8000 w. Sabiendo que la resistencia del inducido es 0,5 Ω y la del inductor 125 Ω y que arrastra una carga a 1.000 r.p.m. Se consideran nulas la caída de tensión en las escobillas.



Calcula:

a) La f_{cem}.
b) La potencia suministrada al eje de la carga.
c) El par motor suministrado.

Solución.

a)

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{8000w}{500V} = 16A$$

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{500V}{125\Omega} = 4A$$

$$I_i = I_{ab} - I_d = 16 - 4 = 12A$$

$$E = U_b - R_i \cdot I_i = 500V - 0,5\Omega \cdot 12A = 494V$$

b)

Si consideramos nulas las pérdidas mecánicas y en el hierro, entonces la potencia útil en el eje es igual a la potencia mecánica interna y esta a su vez es igual a la potencia eléctrica interna.

$$P_{Ei} = E \cdot i_i = 494V \cdot 12A = 5928w = P_u$$

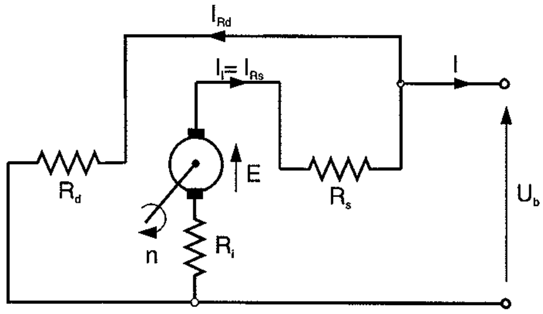
c) Siendo el par proporcionado en el eje:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,66rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{5928w}{104,66rd/s} = 56,64Nm$$

Problema 13.

Un motor de c.c. de excitación compuesta larga tiene por características:
Fecm =230 v; resistencia del inducido 0,1 Ω, resistencia del inductor en serie 0,1 Ω; resistencia del inductor en paralelo 40 Ω.



Si se alimenta a una tensión de 240 v, determinar:

a) Corrientes que circulan por sus devanados

b) Potencia mecánica suministrada (potencia útil), la potencia absorbida de la línea de alimentación y las pérdidas de calor en sus devanados.

c) El par motor en Nm, sabiendo que gira a 1.000 r.p.m.

Solución.

a)

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{240V}{40\Omega} = 6A$$

$$U_b = E + (R_i + R_s) \cdot I_i \Longrightarrow I_i = \frac{U_b \quad E}{(R_i + R_s)} = \frac{240 \quad 230}{(0,1 + 0,1)} = 50A$$

$$I_{ab} = I_i + I_d = 50 + 6 = 56A$$

b) Considerando nulas las pérdidas en el hierro y por rozamientos, podremos escribir que la potencia útil en el eje es igual a la potencia mecánica interna que es igual a la potencia eléctrica interna, es decir:

$$P_{ab} = U_b \cdot I_{ab} = 240V \cdot 56A = 13440w$$

$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 230V \cdot 50A = 11500w$$

Para calcular las pérdidas en el cobre multiplicamos cada una de las resistencias de los devanados por las intensidades al cuadrado que circula por cada uno de ellos.

$$P_{Cui} = R_i \cdot I_i^2 = 0,1\Omega \cdot 50^2 A = 250w$$

$$P_{Cus} = R_s \cdot I_s^2 = 0,1\Omega \cdot 50^2 A = 250w$$

$$P_{Cud} = R_d \cdot I_d^2 = 40\Omega \cdot 6^2 A = 1440w$$

Las pérdidas en el cobre totales, serán la suma de los valores anteriores, para saber el calor desprendido por efecto Joule, multiplicando esta expresión por 0,24, sabremos las calorías que se deprenden por unidad de tiempo.

$$P_{CuT} = P_{Cui} + P_{Cus} + P_{Cud} = 250 + 250 + 1440 = 1940w$$

$$Q_T = P_{CuT} \cdot 0,24 = 1940 \cdot 0,24 = 465,6cal/s$$

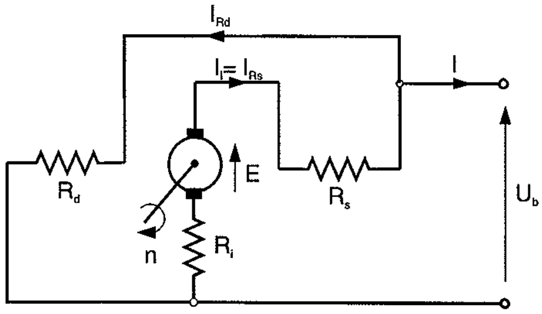
c) El par útil lo obtenemos de la potencia útil y la velocidad de giro.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,66rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{11500w}{104,66rd/s} = 109,88Nm$$

Problema 14.

Un motor de c.c. de excitación compuesta larga es alimentado a 150 v.
Los valores de sus resistencias son: R_{ed}=30 Ω, R_{es}=0,1 Ω y R_i=0,2 Ω. Se sabe que cuando se acopla a su eje una carga, absorbe de los hilos de la línea una potencia de 4.500 w y gira a 1.000 r.p.m.



Calcula:

a) Corrientes por sus devanados.
b) La fcem.
c) La potencia mecánica suministrada (potencia útil) y el par motor.

Solución.

a)

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{4500w}{150V} = 30A$$

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{150V}{30\Omega} = 5A$$

$$I_i = I_s = I_{ab} - I_d = 30 - 5 = 25A$$

b)
$E = U_b - (R_i + R_s) \cdot I_i - 2U_e = 150v - (0,1 + 0,2)\Omega \cdot 25A - 2V = 140,5v$

c) El par útil lo obtenemos de la potencia útil y la velocidad de giro. Consideramos despreciables las pérdidas en el hierro y mecánicas y de este modo la potencia útil será la potencia mecánica interna que es igual a la potencia eléctrica interna.

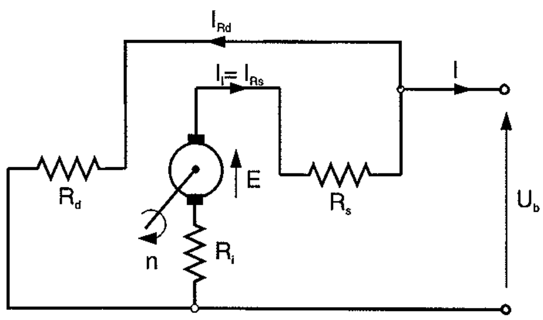
$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 140,5V \cdot 25A = 3512,5w$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,66rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{3512,5ww}{104,66rd/s} = 33,56Nm$$

Problema 15.

Un motor de c.c. de excitación compuesta largo es alimentado a 150 v y absorbe una potencia de la red de 2.400 w a 1.000 r.p.m. Si sus resistencias son R_i=0,1 Ω, R_{es}=0,2 Ω y R_{ed}=30 Ω.



Calcula:
a) Corriente del inducido y fcem.
b) El rendimiento del motor.
c) El par motor suministrado.

Solución.

a)

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{150V}{30\Omega} = 5A$$

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{2400w}{150V} = 16A$$

$$I_i = I_{ab} - I_d = 16 - 5 = 11A$$

$$E = U_b - (R_i + R_s) \cdot I_i - 2 \cdot U_e = 150V - (0,1+0,2)\Omega \cdot 11A - 2V = 144,7V$$

b) Consideramos nulas las pérdidas mecánicas y en el hierro, por lo que I potencia útil coincide con la potencia mecánica interna y por tanto con la potencia eléctrica interna.

$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 144,7V \cdot 11A = 1591,7w = Pu$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{1591,7w}{2400w} = 0,6632$$

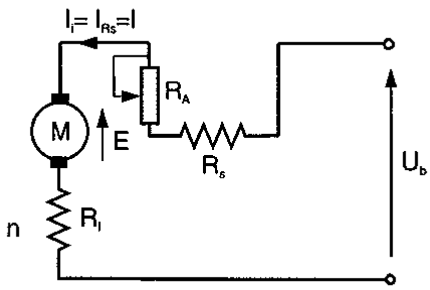
Por tanto e rendimiento es del 66,33%.
c) El par lo obtenemos a partir de la potencia útil y la velocidad de giro.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000}{60} = 104,66rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{1591,7w}{104,66rd/s} = 15,2Nm$$

Problema 16.

Un motor c.c. de excitación en serie, de 230 v, 115 A, 1500 rpm, R_i=0,21 Ω, R_S= 0,12 Ω. Determina: Fuerza contraelectromotriz y par nominal.



Solución.

a)

$$E = U_b - (R_i + R_s) \cdot I_i - 2 \cdot U_e = 230 - (0,21 + 0,12) \cdot 115 - 2 = 190,05V$$

Para calcular el par útil en el eje, parto de la potencia útil, considero que las pérdidas mecánicas y en el hierro se pueden despreciar, por lo que la potencia útil, es igual a la potencia mecánica interna y por lo tanto igual a la potencia eléctrica interna.

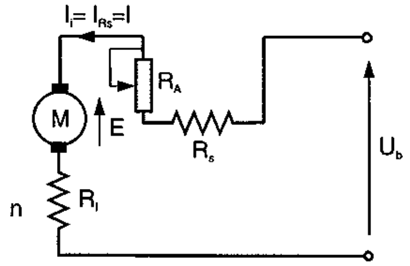
$$P_{Ei} = E \cdot I_i = 190,05V \cdot 115A = 21855,75w$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1500rpm}{60} = 157rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{21855,75w}{157rd/s} = 139,2Nm$$

Problema 17.

Un motor serie posee una resistencia en el inducido de 0,2 Ω y la resistencia del devanado de excitación vale 0,1 Ω. Siendo la tensión de línea 220 v y la fcem 215 v.



Determinar:

a) Intensidad nominal.
b) Intensidad que absorbe en el arranque.
c) Resistencia a conectar para que la intensidad de arranque o supere al doble de la nominal.

Solución.

a)

$$U_b = E - (R_i + R_s) \cdot I_i \Longrightarrow I_i = \frac{U_b - E}{(R_i + R_s)} = \frac{220 - 215}{(0,2 + 0,1} = 16,6A$$

b) En el arranque como a velocidad es nula, también lo es la fcem, por lo que la expresión anterior queda:

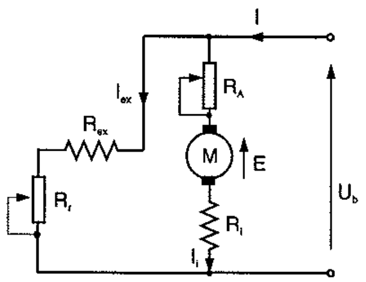
$$I_{Arr} = \frac{U_b - 0}{(R_i + R_s)} = \frac{220 - 0}{(0,2 + 0,1)} = 733,3A$$

c)

$$R_{Arr} = \frac{U_b - (R_i + R_s) \cdot 2 \cdot i_i}{2 \cdot I_i} = \frac{220 - (0,2 + 0,1) \cdot 2 \cdot 16,6}{2 \cdot 16,6} = 6,32\Omega$$

Problema 18.

Un motor de corriente continua derivación de 15 CV de potencia útil y 120 V gira a 1000 rpm, siendo su rendimiento del 82 %. La resistencia del inducido es 0,08 Ω y la corriente de excitación de 3 A.



Hallar:

a) Potencia absorbida por el motor.
b) Intensidad absorbida de la red.
c) Intensidad de corriente en el inducido.
d) Fuerza contraelectromotriz.

Solución.

a)

$$P_u = 15CV = 15CV \cdot 736w/CV = 11040w$$

$$P_{ab} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{11040w}{0,82} = 13463,4w$$

b)

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{13463,4w}{120V} = 112,19A$$

c)

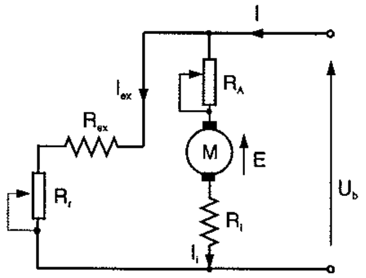
$$I_i = I_{ab} - I_d = 112,19 - 3 = 109,19A$$

d)

$$E = U_b - R_i \cdot I_i - 2 \cdot U_e = 120V - 0{,}08\Omega \cdot 109,19A - 2V = 109,27V$$

Problema 19.

Un motor de c.c. de excitación en derivación se conecta a una línea de 230 V para accionar una bomba. Con ella conectada, consume de la red 20 A a 1200 rpm. La resistencia del inducido es de 1Ω y la del devanado inductor de 46 Ω. Las pérdidas en el hierro y las mecánicas se han estimado en 50 W y 175 W, respectivamente.



a) Calcula las corrientes en el inductor y en el inducido.
b) Determina la potencia en pérdidas del motor, la potencia útil y el rendimiento.
c) Calcula la f_{cem} en el rotor.
d) Halla el par proporcionado a la bomba. ¿Cuál sería si las pérdidas en el hierro y mecánicas fuesen nulas?

Solución.

a)

$$I_d = \frac{U_b}{R_d} = \frac{230V}{46\Omega} = 5A$$

$$I_i = I_{ab} - I_d = 20 - 5 = 15A$$

b) En el balance de potencias tenemos que a la potencia absorbida, al descontarle las pérdidas por efecto Joule en los devanados, obtenemos la potencia eléctrica interna que se transforma íntegramente en potencia mecánica interna, que al descontarle las pérdidas por histéresis en el hierro, y las pérdidas mecánicas debidas a rozamientos nos da la potencia útil.

$$P_{ab} = U_b \cdot I_{ab} = 230V \cdot 20A = 4600w$$

$$P_{Cui} = R_i \cdot I_i^2 = 1\Omega \cdot 15^2 A = 225w$$

$$P_{Cud} = R_d \cdot I_d^2 = 46\Omega \cdot 5^2 A = 1150w$$

$$P_{CuT} = P_{Cui} + P_{Cud} = 225 + 1150 = 1375w$$

$$P_{Ei} = P_{ab} - P_{CuT} = 4600 - 1375 = 3225w = P_{Mi}$$

$$P_u = P_{Mi} - P_{Fe} - P_{mec} = 3225 - 50 - 175 = 3000w$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{3000w}{4600w} = 0,6521$$

El rendimiento es del 65,21%

c)

$$E = U_b - R_i \cdot I_i = 230V - 1\Omega \cdot 5A = 215V$$

d) Para calcular el par útil, partimos de la potencia útil y la velocidad de giro.

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1200rpm}{60} = 125,6rd/s$$

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{3000w}{125,6rd/s} = 23,88Nm$$

Si interpretásemos que no hay pérdidas mecánicas ni en el hierro, entonces la potencia útil sería igual a la potencia mecánica interna y el par útil sería:

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{3225w}{125,6rd/s} = 25,67Nm$$

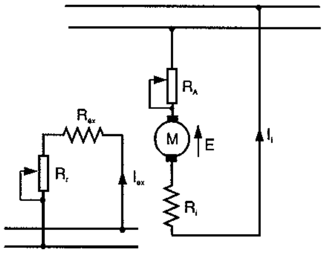
Problema 20.

Un motor de corriente continua de 8 CV, tiene un rendimiento del 85 % cuando se alimenta a 400 V.

Si se sabe, además, que sus pérdidas en el cobre son iguales a la suma de las otras pérdidas, calcule:
a) La intensidad que absorbe el motor.
b) La suma de pérdidas en el hierro y mecánicas.
c) La potencia eléctrica interna y la fcem.

Solución

a) Como el enunciado no indica de que tipo de motor se trata, considero que es excitación independiente.



$$P_u = 8CV = 8CV \cdot 736w/CV = 5888w$$

$$P_{ab} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{5888w}{0,85} = 6927w$$

$$I_{ab} = \frac{P_{ab}}{U_b} = \frac{6927w}{400V} = 17,31\,A$$

b) Las pérdidas de potencia será la diferencia entre la potencia absorbida y la potencia útil.

$$P_{perd} = P_{ab} - P_u = 6927 - 5888 = 1039w$$

Por lo que, según el enunciado, la mitad serán pérdidas mecánicas y en el hierro y la otra mitad pérdidas en el cobre, es decir:

$$P_{Cu} = \frac{P_{perd}}{2} = \frac{1039w}{2} = 519,5w$$

c) Y obtendremos la potencia eléctrica interna descontando a la potencia absorbida las pérdidas en el cobre.

$$P_{Ei} = P_{ab} - P_{Cu} = 6927 - 519,5 = 6407,5w$$

$$P_{Ei} = E \cdot I_i \Longrightarrow E = \frac{P_{Ei}}{I_i} = \frac{6407,5w}{17,31A} = 370,6V$$