



UNIVERSIDAD NACIONAL **DE CÓRDOBA**

MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

TEMAS

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA
PROBLEMAS RESUELTOS

Ing. Gabriel Serra.

Ing. Enrique Alonso



MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

PROBLEMAS DE APLICACIÓN:

221.1 Un motor indica en su placa de características una potencia de 10 CV y una velocidad de giro de 1 490 r.p.m. Calcular:

- a) Momento útil de rotación nominal o de plena carga.
- b) Fuerza media total que hace girar al inducido si éste tiene un diámetro de 24 cm.

a) La potencia útil de plena carga $P_u = 10 \cdot 736 = 7360 \text{ W}$

La velocidad angular:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1490}{60} = 156 \text{ rad/s}$$

El momento de rotación:

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{7360}{156} = 47,18 \text{ Nm}$$

- b) El momento de rotación es el producto de la fuerza por la mínima distancia de su recta de acción al eje de giro.

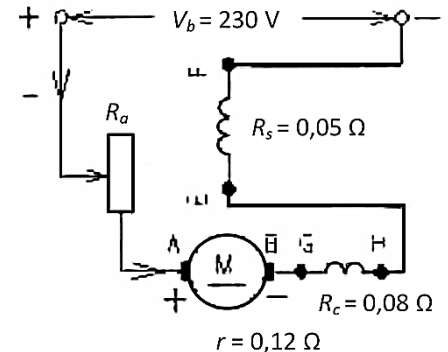
$$M_u = F \cdot \frac{D}{2}$$

Siendo F la fuerza en newtons y D el diámetro del inducido en metros, La fuerza media sobre la periferia del inducido.

$$F = \frac{M_u}{D/2} = \frac{47,18}{0,12} = 393,17 \text{ N}$$



224.1 Un motor serie de corriente continua, de 20 CV, 230 V, 900 r.p.m. y rendimiento 84,2 %, tiene de resistencia de inducido 0,12 Ω , de resistencia del devanado de conmutación 0,08 Ω , resistencia del devanado inductor serie 0,05 Ω y se considera una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de 1 V, Calcular cuando funciona a plena carga:



- Intensidad que consume.
- Valor de la f.c.e.m.
- Momento de rotación útil.
- Momento electromagnético.
- Potencia perdida por efecto Joule en los devanados y escobillas.
- Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad de arranque no sea mayor de 1,5 veces la intensidad nominal.

a) El rendimiento:

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}}$$

$$P_{ab} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{20 \cdot 736}{0,824} = 17482,18 \text{ W}$$

La potencia absorbida:

$$P_{ab} = V_b \cdot I$$
$$I = \frac{P_{ab}}{V_b} = \frac{17482,18}{230} = 76 \text{ A}$$

b) El valor de la f.c.e.m.:

$$E = V_b + (r + R_c + R_s) I + 2 \cdot V_e$$

$$E = 230 + (0,12 + 0,08 + 0,05) \cdot 76 + 2 \cdot 1 = 209 \text{ V}$$

c) El momento útil:

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{20 \cdot 736}{2\pi \cdot \frac{900}{60}} = 156,2 \text{ Nm}$$

d) La potencia electromagnética:

$$P_{em} = E' \cdot I = 209 \cdot 76 = 15884 \text{ W}$$



$$M = \frac{P_{em}}{\omega} = \frac{15884}{2\pi \cdot 900/60} = 168,5 \text{ Nm}$$

e) La potencia perdida por efecto joule:

$$P_{cu} = (r + R_c + R_s) I^2 + 2 \cdot V_e \cdot I$$

$$P_{cu} = (0,25) \cdot 76^2 + 2 \cdot 76 = 1596 \text{ W}$$

f) En el arranque la f.c.e.m. es nula, por lo que la intensidad en el arranque con la

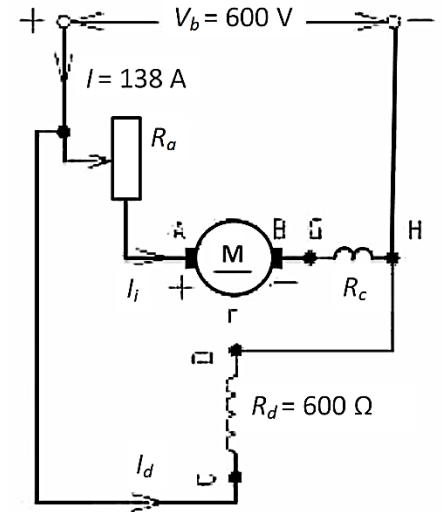
conexión del reóstato R_a será:

$$I_a = \frac{V_b - 2 \cdot V_e}{r + R_c + R_s + R_a} = 1,5 \cdot 76 = 114 \text{ A}$$

$$R_a = \frac{V_b - 2 \cdot V_e}{114} - r - R_c - R_s = \frac{230 - 2}{114} - 0,25 = 1,75 \Omega$$

225.1 Un motor de corriente continua de excitación derivación, tiene una resistencia en el circuito derivación de 600Ω , una resistencia en el circuito del inducido (devanado inducido y devanado de conmutación) de $0,1 \Omega$ y se considera una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de $2,5 \text{ V}$. En la placa de características del motor figuran los siguientes datos: 600 V , 100 CV , 138 A , 1200 r.p.m. Calcular para estos valores nominales:

- Rendimiento a plena carga.
- Intensidad de corriente en el inducido.
- Valor de la f.c.e.m.
- Potencia electromagnética.
- Momento de rotación electromagnético.
- Momento de rotación útil.
- Intensidad de corriente en el inducido para arranque directo.
- Resistencia de reóstato de arranque para que la intensidad de corriente en el inducido durante el arranque no sobrepase 1,5 veces la intensidad de funcionamiento nominal.



- El rendimiento a plena carga:

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{100 \cdot 736}{600 \cdot 138} = 0,889 = 88,9 \%$$

- La intensidad en el devanado derivación:

$$I_d = \frac{V_d}{R_d} = \frac{600}{600} = 1 \text{ A}$$

La intensidad en el devanado inducido

$$I_i = I - I_d = 138 - 1 = 137 \text{ A}$$

- El valor de la f.c.e.m.:

$$E' = V_b - (r + R_c) \cdot I_i - 2 \cdot V_e$$

$$E' = 600 - (0,1) \cdot 137 - 2 \cdot 1 = 581,3 \text{ V}$$

- La potencia electromagnética:

$$P_{em} = E' \cdot I_i = 581,3 \cdot 137 = 79638 \text{ W}$$



e) El momento electromagnético:

$$M = \frac{P_{em}}{\omega} = \frac{79638}{2\pi \cdot 1200/60} = 633,7 \text{ Nm}$$

f) El momento útil:

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{100 \cdot 736}{2\pi \cdot 1200/60} = 585,7 \text{ Nm}$$

g) La intensidad en el inducido en el instante de arranque directo:

$$I_a = \frac{V_b - 2 \cdot V_e}{r + R_c} = \frac{600 - 2 \cdot 2,5}{0,1} = 5950 \text{ A}$$

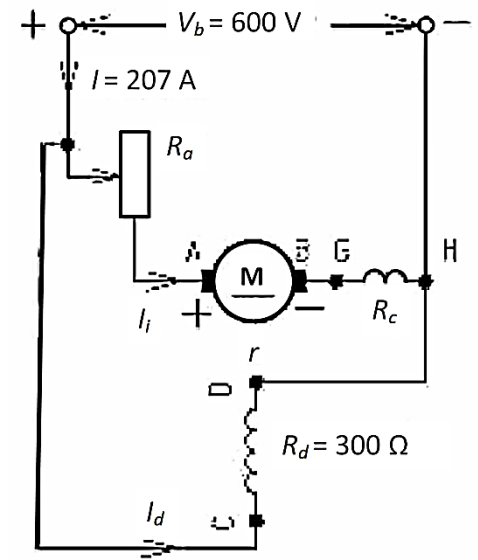
h) La intensidad de arranque en el inducido con reóstato intercalado:

$$I_a = \frac{V_b - 2 \cdot V_e}{r + R_c + R_a} = \frac{600 - 2 \cdot 2,5}{0,1 + R_a} = 137 \cdot 1,5 = 205,5 \text{ A}$$

$$R_a = \frac{600 - 2 \cdot 2,5}{205,5} - 0,1 = 2,79 \Omega$$

225.6 Un motor de corriente continua de excitación derivación, de 600 V, 207 A, 1500 r.p.m., tiene de resistencia de inducido y devanado auxiliar de conmutación $0,15 \Omega$, la resistencia del devanado derivación es de 300Ω . Despreciando la caída de tensión por contacto de escobilla con colector y sabiendo que la pérdida de potencia por rotación es 6296 W. calcular:

- Valor de la f.c.e.m. a plena carga.
- Potencia perdida por efecto Joule en los devanados a plena carga.
- Rendimiento a plena carga.



- La intensidad en el devanado derivación:

$$I_d = \frac{V_d}{R_d} = \frac{600}{300} = 2 \text{ A}$$

$$I_i = I - I_d = 207 - 2 = 205 \text{ A}$$

El valor de la f.c.e.m.

$$E' = V_b - (r + R_c) \cdot I_i$$

$$E' = 600 - (0,15) \cdot 205 = 581,3 \text{ V}$$

- La potencia perdida por efecto Joule en los devanados:

$$P_{cu} = R_d \cdot I_d^2 + (r + R_c) I_i^2$$

$$P_{cu} = 300 \cdot 2^2 + 0,15 \cdot 205^2 = 7503,75 \text{ W}$$

- La potencia absorbida por el motor:

$$P_{ab} = V_b \cdot I = 600 \cdot 207 = 124200 \text{ W}$$

La potencia útil a plena carga.

$$P_u = P_{ab} - P_{rot} - P_{cu}$$

$$P_u = 124200 - 6296 - 7503,75 = 110400,25 \text{ W}$$

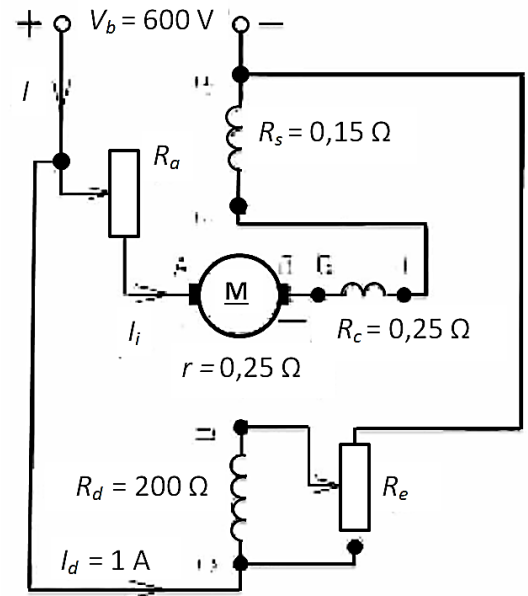
El rendimiento a plena carga:

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{110400,25}{124200} = 0,889 = 88,9 \%$$

226.1 Un motor de corriente continua de excitación compuesta aditiva, en conexión larga, de 13,73 CV, 230 V, 55 A, 1250 r.p.m., intensidad de excitación derivación 1 A, tiene de resistencia de inducido $0,25 \Omega$, resistencia de devanado auxiliar de conmutación $0,25 \Omega$ y una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de 1 V. La resistencia del devanado de excitación serie es de $0,15 \Omega$ y la del devanado de excitación derivación 200Ω .

Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- Resistencia necesaria en el reóstato de regulación de la excitación derivación.
- Rendimiento.
- El Valor de la f.c.e.m.
- Momento electromagnético y momento útil.
- Resistencia de reóstato de arranque para que la intensidad en el inducido en el instante de arranque no sea superior a 1,5 veces la intensidad en el inducido a plena carga.



- La intensidad en el devanado derivación:

$$I_d = \frac{V_d}{R_d + R_e} = \frac{230}{200 + R_e} = 1 \text{ A}$$

La resistencia del reóstato en serie con el devanado derivación:

$$R_e = \frac{230}{1} - 200 = 30 \text{ A}$$

- El rendimiento:

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{13,75 \cdot 736}{230 \cdot 55} = 0,8 = 80 \%$$

- La intensidad en el inducido:

$$I_i = I - I_d = 55 - 1 = 54 \text{ A}$$

El valor de la f.c.e.m.:



$$E' = V_b - (r + R_c + R_s) I_i - 2 \cdot V_e$$

$$E' = 230 - (0,25 + 0,25 + 0,15) \cdot 54 - 2 \cdot 1 = 192,9 \text{ V}$$

d) El momento electromagnético:

$$M = \frac{P_{em}}{\omega} = \frac{192,9 \cdot 54}{2\pi \cdot 1250/60} = 79,6 \text{ Nm}$$

El momento útil:

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{13,75 \cdot 736}{2\pi \cdot 1250/60} = 77,3 \text{ Nm}$$

e) La intensidad de corriente en el inducido en el arranque:

$$I_a = \frac{V_b - 2 \cdot V_e}{r + R_c + R_s + R_a} = \frac{230 - 2}{0,25 + 0,25 + 0,15 + R_a} = 54 \cdot 1,5 = 81 \text{ A}$$

$$R_a = \frac{228}{81} - 0,65 = 2,16 \Omega$$



PROBLEMAS DE RECAPITULACIÓN

Los problemas identificados deben presentarse en forma manuscrita

221.2 Un motor indica en su placa de características una potencia de 15 CV con una velocidad de 730 r. p.m. Calcular el momento de rotación en el arranque sabiendo que es el triple del momento nominal.

Sol.: 433,3 Nm

224.2 Un motor serie de corriente continua de 10 CV, 220 V, 44 A, 1440 r.p.m., tiene de resistencia de inducido $0,08 \Omega$, devanado de conmutación $0,02 \Omega$, devanado de excitación $0,1 \Omega$, La caída de tensión por contactó de escobilla con colector es de 1 V. Calcular cuando funciona a plena carga:

- a) Valor de la F.c.e.m.
- b) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad de arranque no sea mayor que 1,5 veces la intensidad nominal.
- c) El Momento de rotación útil.

Sol.: a) 219,2 V; b) $3,1 \Omega$; c) 48,8 Nm

224.3 Un motor corriente continua de excitación serie se conecta a 110 V. La resistencia de los devanados del motor es de $1,5 \Omega$ y la caída de tensión por contacto de escobilla con colector es de 1 V. Calcular la intensidad de corriente absorbida en el motor si la F.c.e.m. engendrada en el inducido es de 78 V.

Sol.: 20 A

224.4 Un motor de corriente continua de excitación serie se conecta a una línea de 110 V a través de dos conductores de resistencia $0,15 \Omega$ cada uno. La resistencia de los devanados del motor es de $0,5 \Omega$ y se desprecia la caída de tensión en las escobillas. Calcular cuando consume 20 A.

- a) Caída de tensión en los conductores de conexión.
- b) Tensión en bornes del motor.
- c) Caída de tensión en los devanados.
- d) Valor de la f.c.e.m. engendrada en el inducido.

Sol.: a) 6 V; b) 104 V; c) 10 V; d) 94 V



224.5 Un motor de corriente continua de excitación serie tiene de resistencia de los devanados $0,2 \Omega$ y la caída de tensión por contacto de escobilla con colector es de 1 V Conectado a 220 V gira a 1000 r.p.m. consumiendo una corriente de intensidad 10 A y suministrando una potencia mecánica de $2,5 \text{ CV}$, Calcular:

- a) Par o momento de rotación electromagnético.
- b) Par o momento de rotación útil.
- c) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad en el arranque no sobrepase el doble de la intensidad en marcha normal.

Sol.: a) $20,62 \text{ Nm}$; b) $17,57 \text{ Nm}$; c) $10,7 \Omega$

224.6 Un motor serie de corriente continua tiene de resistencia de los devanador $0,4 \Omega$. La f.c.e.m. generada en el inducido es de 210 V y la tensión en bornes 230 V , Despreciando la caída de tensión en las escobillas, calcular:

- a) Intensidad de corriente que consume de la red.
- b) Potencia absorbida.
- c) Potencia electromagnética.
- d) Intensidad que consume en arranque directo.
- e) Resistencia del reóstato de manque para que la intensidad en el arranque no sobrepase el doble de la intensidad en marcha normal.

Sol.: a) 50 A ; b) $11,5 \text{ kW}$; c) $10,5 \text{ kW}$; d) 575 A ; e) $1,9 \Omega$

224.7 Un motor serie de corriente continua de 25 CV , 250 V , 600 r.p.m. , 85 A , tiene de resistencia de los devanados $0,15 \Omega$. Considerando una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de $1,5 \text{ V}$, calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Valor de la f.c.e.m.
- b) Intensidad de arranque directo
- c) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad en el momento de conexión no sobrepase el doble de la nominal.
- d) Potencia absorbida.
- d) Potencia electromagnética.
- f) Potencia perdida por efecto Joule en devanados y escobillas.
- g) Potencia perdida por rotación.
- h) Rendimiento.

Sol.: a) $234,25 \text{ V}$; b) $1646,67 \text{ A}$; c) $1,3 \Omega$; d) $21,25 \text{ kW}$; e) $19,91 \text{ kW}$; f) 1339 W ; g) 1511 W ; h) $86,6 \%$



225.2 Un motor de corriente continua de excitación derivación de 440 V, 20 A, 10 CV, 1500 r.p.m., tiene de resistencia del devanado inducido $0,12 \Omega$, del devanado auxiliar de conmutación $0,08 \Omega$ y del circuito derivación 440Ω . Se considera una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de 1 V. Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Valor de la f.c.e.m.
- b) Resistencia de reóstato de arranque para que la intensidad en el inducido en el instante de arranque no sobrepase el doble de intensidad del inducido a plena carga.
- c) Momento de rotación útil.

Sol.: a) 434,2 V; b) $11,33 \Omega$; c) 46,86 Nm

225.3 Un motor de corriente continua de excitación derivación de 25 CV, 220 V, 95 A, 1450 r.p.m., tiene de intensidad nominal de excitación 1 A. La resistencia de inducido y devanado de conmutación es $0,1 \Omega$ y la resistencia del devanado inductor es 120Ω . Se considera una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de 1 V. Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Valor de la f c.e.m.
- h) Resistencia del reóstato de regulación de la excitación.
- c) Rendimiento.
- d) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad de arranque en el inducido no sobrepase 1,5 veces la intensidad de plena carga en el inducido.
- e) Momento útil.
- f) Momento electromagnético.

Sol.: a) 208,6 V; b) 100Ω ; c) 88%; d) $1,45 \Omega$; e) 121,18 Nm; f) 129,14 Nm

225.4 Un motor derivación tiene una resistencia de inducido y devanado auxiliar de conmutación de $0,2 \Omega$, resistencia del devanado derivación 60Ω . La intensidad en el de devanado derivación es de 1 A y se considera una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de 1 V, Sí se conecta a una tensión de 120 V, calcular:

- a) Resistencia necesaria en el reóstato de excitación.
- b) Intensidad de arranque directo en el inducido.
- c) Intensidad que consume el motor sabiendo que el valor de la f.c.e.m. es de 117 V.

Sol.: a) 60Ω ; b) 590 A; c) 6 A



225.5 Un motor derivación de corriente continua tiene una resistencia de inducido y devanado de conmutación de $0,25 \Omega$ y una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de $1,5 \text{ V}$. Si se conecta a una tensión de 120 V y sabiendo que el devanado inducido es tetrapolar imbricado simple, calcular:

- a) Intensidad de corriente en el inducido si la f.c.e.m. es de 110 V .
- b) Intensidad de corriente por cada conductor del inducido.
- c) Intensidad de corriente en el inducido si por disminución de la velocidad (debido a una carga adicional) la f.c.e.m. disminuye a 105 V .

Sol.: a) 28 A ; b) 7 A ; c) 48 A

226.2 Un motor de corriente continua de excitación compuesta aditiva en conexión larga de 5 CV , 220 V , 60 A , 950 r.p.m. , tiene una resistencia de inducido de $0,15 \Omega$, devanado de conmutación $0,05 \Omega$ y devanado serie $0,1 \Omega$. La caída de tensión por contacto de escobilla con colector es de $1,2 \text{ V}$. La resistencia del devanado de derivación es de 210Ω y la intensidad en el devanado derivación a plena carga 1 A . Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Resistencia necesaria en el reóstato de excitación.
- b) Momento electromagnético.
- c) Momento útil.
- d) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad en el inducido en el momento del arranque no sobrepase el doble de la intensidad del inducido a plena carga.

Sol.: a) 10Ω ; b) $118,55 \text{ Nm}$; c) $110,97 \text{ Nm}$; d) $1,54 \Omega$

226.3 Un motor de excitación compuesta aditiva en conexión corta, de 25 CV , 240 V , 89 A , 600 r.p.m. tiene de resistencia del devanado inducido $0,03 \Omega$, de resistencia del devanado auxiliar de conmutación $0,05 \Omega$ y se considera una caída de tensión de contacto de escobilla en colector de 2 V . La resistencia del devanado serie es de $0,02 \Omega$ y la del circuito en derivación $158,8 \Omega$. Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Intensidad en el devanado inductor derivación.
- b) Intensidad en el inducido.
- c) Rendimiento.
- d) Valor de la f.c.e.m.
- e) Momento electromagnético.
- f) Momento útil.

Sol.: a) $1,5 \text{ A}$; b) $87,5 \text{ A}$; c) 86% ; d) $227,2 \text{ V}$; e) $316,4 \text{ Nm}$; f) $292,8 \text{ Nm}$



2. Un motor de corriente continua de excitación serie tiene de resistencia de los devanados $0,22 \Omega$. La caída de tensión por contacto de escobilla con colector es de $1,2 \text{ V}$. Conectado a 220 V , gira a 1200 r.p.m. , consumiendo una corriente de intensidad 20 A . Calcular:

- a) Valor de la f.c.e.m., engendrada en el inducido.
- b) Potencia útil, si el rendimiento es del 84% .
- c) Par o momento de rotación electromagnético.
- d) Par o momento de rotación útil.
- e) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad en el arranque no sobrepasa el doble de la intensidad en marcha normal.

Sol.: a) $213,2 \text{ V}$; b) 3696 W ; c) $33,93 \text{ Nm}$; d) $29,41 \text{ Nm}$; e) $5,22 \Omega$

3. Un motor de corriente continua de excitación derivación conectado a 246 V , consume 35 A y suministra una potencia útil de $9,5 \text{ CV}$. La resistencia del devanado inducido y devanado de conmutación es $0,12 \Omega$. La resistencia del devanado inductor es de 200Ω . Se considera una caída de tensión por contacto de escobilla con colector de 1 V . Calcular:

- a) Intensidad en el devanado inductor.
- b) intensidad en el inducido.
- c) Valor de la f.c.e.m. engendrada en el inducido.
- d) Par o momento de rotación electromagnético si gira a 1500 r.p.m.
- e) Par o momento de rotación útil.
- f) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad de arranque en el Inducido no sobrepase los 50 A .

Sol.: a) $1,2 \text{ A}$; b) $33,8 \text{ A}$; c) $233,94 \text{ V}$; d) $50,34 \text{ Nm}$; e) $44,51 \text{ Nm}$; f) $4,64 \Omega$

4. Un motor de corriente continua de excitación derivación de 25 CV , 220 V , 1500 r.p.m. , tiene de intensidad nominal de excitación $1,5 \text{ A}$. La resistencia de inducido y devanado de conmutación es $0,15 \Omega$ y la resistencia del devanado inductor es 140Ω . Se desprecia la caída de tensión por contacto de escobilla con colector. El rendimiento a plena carga es del 86% . Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Intensidad absorbida.
- b) Resistencia necesaria en el reóstato de regulación de la excitación.
- c) Valor de la f.c.e.m.



- d) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad de arranque en el inducido no sobrepase 1,5 veces la intensidad de plena carga en el inducido.
- e) Momento útil.
- f) Momento electromagnético.

Sol.: a) 97,25 A; b) 6,67 Ω ; c) 205,64 V; d) 1,38 Ω ; e) 117,14 Nm; f) 125,35 Nm

5. Un motor de corriente continua de excitación compuesta aditiva en conexión larga conectado a 220 V, consume 38 A, y gira a 1200 r.p.m., tiene una resistencia de inducido de 0,16 Ω , devanado de conmutación 0,04 Ω y devanado serie 0,1 Ω . La caída de Tensión por contacto de escobilla con colector es de 1 V. La resistencia del devanado derivación es de 184 Ω y la intensidad en el devanado derivación a plena carga 1,1 A, Calcular para el funcionamiento a plena carga:

- a) Resistencia necesaria en el reóstato de excitación.
- b) Momento electromagnético.
- c) Momento útil si suministra una potencia de 10 CV.
- d) Rendimiento.
- e) Resistencia del reóstato de arranque para que la intensidad en el inducido en el momento del arranque no sobrepase el doble de la intensidad del inducido a plena carga.

Sol.: a) 16 Ω ; b) 60,76 Nm; c) 58,57 Nm; d) 88 %; e) 2,65 Ω