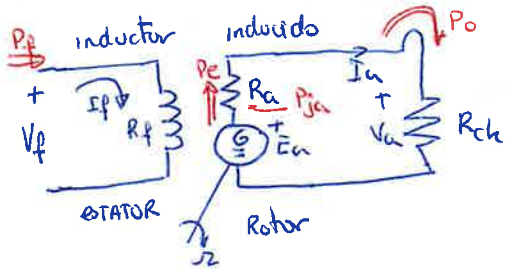
SISTEMA EXCITACIÓN DE LAS MAQUINAS.

maquina: circuito inducido / circuito inductor.

a) - Dinamos de excitación independiente.



R_a = resistencia del debanado inducido.

- en vacío ∄ corriente de inducido ⇒ $E_a = V_a$
- cuando la maquina se ponga en carga se va a provocar una caida en la maquina.

$$E_a = V_a + R_a I_a$$

$\times I_a$ $\quad E_a I_a = V_a I_a + R_a I_a^2$

$$\underset{P_e}{\underbrace{E_a I_a}} = \underset{P_o}{\underbrace{V_a I_a}} + \underset{P_{ja}}{\underbrace{R_a I_a^2}}$$

P_e = potencia electromagnetica interna

P_o = potencia de salida $V_a I_a = R_{ch} I_a^2$

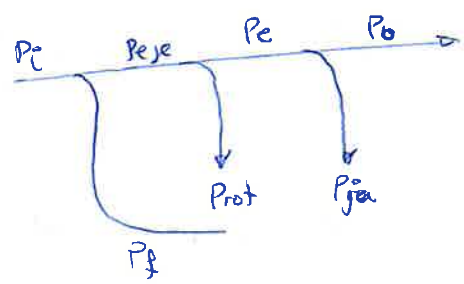
$P_{ja} = R_a I_a^2$ = perdidas joule por armadura.

La dinamos presenta perdidas mecanicas debido a los cojinetes, a la ventilación, a los contactos escobillas-colector, tambien perdidas magneticas por histeresis y faucolt del inducido que seria: $P_{rot} = P_{fric.} + P_{mg}$

$$P_{mag} = P_h + P_F$$

$$P_{eje} = P_e + P_{rot}$$

$$\frac{P_{eje}}{\Omega} = \frac{P_e}{\Omega} + \frac{P_{rot}}{\Omega} \Rightarrow C_{eje} = C_e + C_{rot}$$

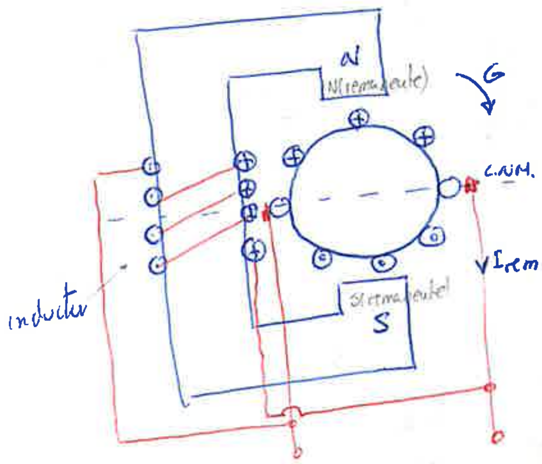


$P_f = V_f \cdot I_f = R_f I_f^2 = P_{jf}$ → perdidas Joule de campo.

$$P_i = P_{eje} + P_f \qquad \boxed{\eta\% = \frac{P_o}{P_i} \cdot 100}$$

b) dinamo shunt o derivación. (paralelo)

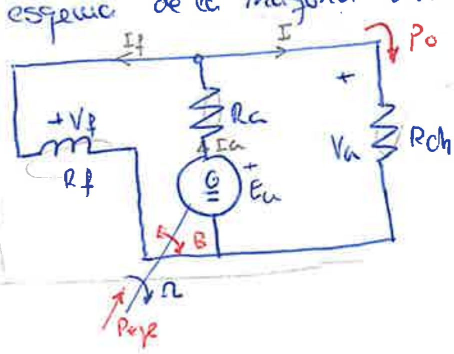
La maquina se va a autoexcitar (este arranca en vacío)
No consideramos ninguna carga en sus extremos.



E_{rem} α $\phi_{rem}\,\Omega$
↓
I_{rem} (intens. remanente)
↓
I_f (intens de campo)

$$I_a = I + I_f$$
$$E_a = V_a + R_a I$$
$$V_f = R_f I_f.$$

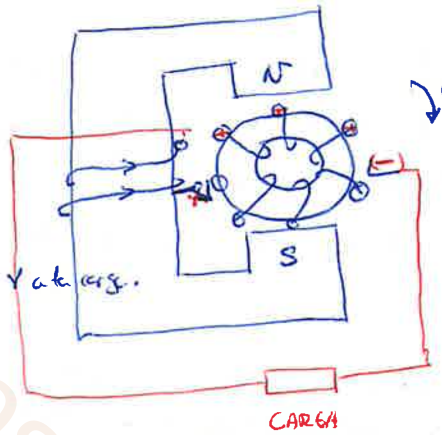
esquema de la maquina derivación.



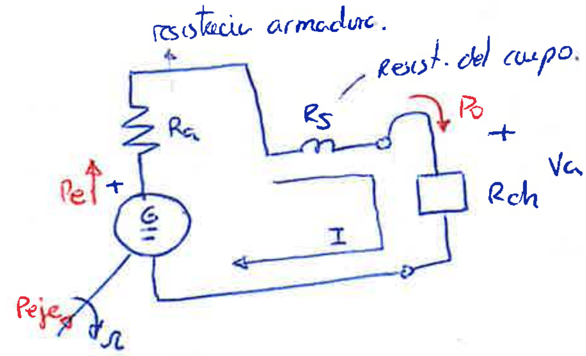
P_{eje}:
- $P_e = E_a I_a$
- $P_{ja} = R_a I_a^2$
- $P_{jf} = R_f I_f^2 = V_f I_f$
- $P_o = V_a I_a = R_{ch} I^2$
- P_{rot} = Perdidas por fricción (cojinetes ventilación. + Perdidas magneticas $\{P_h, P_F\}$

$$\boxed{\eta\% = \frac{P_o}{P_{eje}} \cdot 100}$$

c) Dinamo serie.



esquema de la maquina serie



$$E_a = (\overbrace{R_a + R_s}^{R}) I + V_a \qquad E_a = V_a + RI \qquad E_a = I\left[R_a + R_s + R_{ch}\right]$$

resistencia interna de la maquina → $R = R_a + R_s$

$V_a = R_{ch} \cdot I$

$\times I$

$$E_a I = (R_a + R_s) I^2 + V_a I$$

$$P_e = P_{ja} + P_{jf} + P_o$$

perdidas $= P_{ja} + P_{jf} + P_{rot} = p$. $\quad P_{rot} = P_{fricc} + P_{mag.}$ $\;\llcorner P_h,\ P_F$

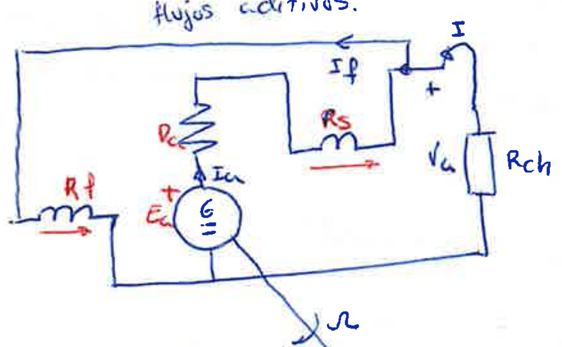
$$\boxed{\eta\% = \frac{P_o}{P_{eje}} \cdot 100 = \frac{P_o}{P_o + p} \cdot 100}$$

Para que la maquina se excite debe tener flujo remanente.

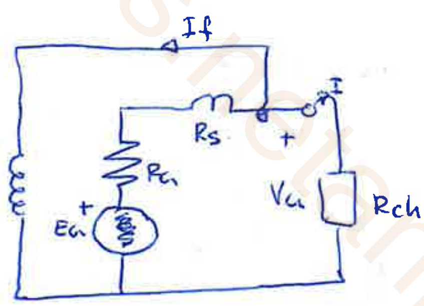
d) Dinamo compound (compuesto).

Tiene dos debanados uno paralelo y otro serie.

compuesta larga. conex. largas con flujos aditivos.



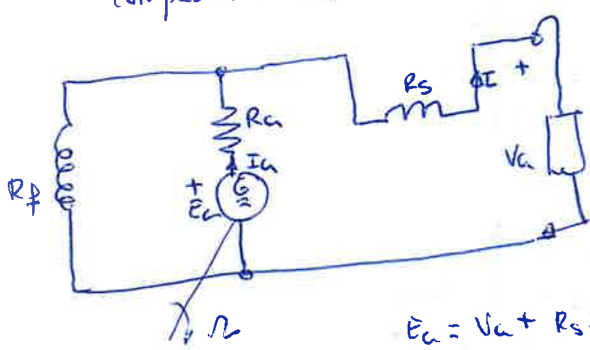
≡



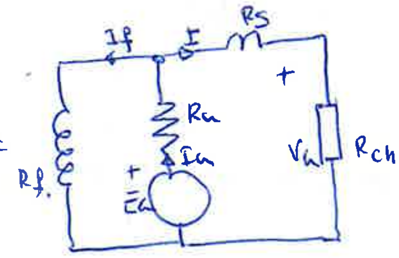
$E_a = V_a + (R_s + R_a) I_a$

$I_a = I + I_f$

compuesta corta.



≡

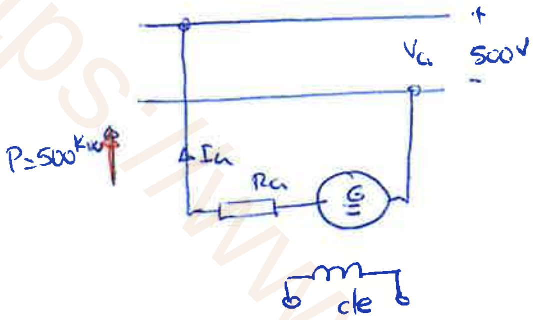


$E_a = V_a + R_s I + R_a I_a \qquad I_a = I_f + I$

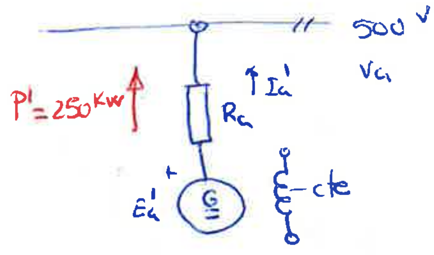
generadores: con excitación separada

27.49. Estimar la reducción de velocidad de una dinamo que trabaja con excitación sobre unas barras colectoras de 500^V, al disminuir su carga de 500 a 250 Kw. La resistencia entre terminales es de $0'015\,\Omega$; prescíndase de la reacción del inducido. solución [1'45%]

— o —



Se ha reducido.



$P = V_a I_a$

$500 \cdot 10^3 = 500^V I_a$

$I_a = 1000^A$

$E_a = V_a + R_a I_a = 500 + (0'015)(1000) = 515^V$

$E_a = \frac{P}{a} Z N \phi$

$E_a = K N \qquad 515^V = K N$

$I'_a = \frac{P'}{V_a} = \frac{250 \times 10^3}{500} = 500^A$

$E'_a = V'_a + R_a I'_a = 500 + (0'015)(500) = 507'5V$

$507'5 = K N'$

$\frac{507'5}{515} = \frac{N'}{N}; \quad N' = 0'985 N$

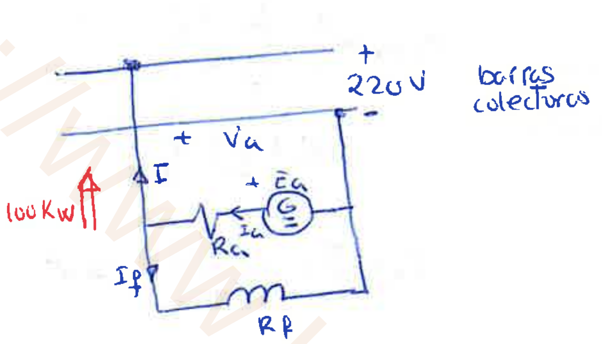
si para 500^{Kw} es el 100%

reducción velocidad % = $(100 - 98'54)\% = 1'46\%$.

Generador tipo derivación

27.56. Un generador tipo derivación de 100 Kw, movido por correa de transmisión, girando a 300 rev por min sobre unas barras colectoras de 220V, continua girando como motor cuando se rompe la correa, consumiendo entonces 10 Kw. ¿Cual será su velocidad? Resistencia de inducido = 0'025 Ω, resistencia de campo = 60 Ω, caída por contacto en cada escobilla = 1V. Prescíndase de la reacción del inducido. [Solución: 279 rev. por min]

— ∘ —



barras colectoras

$\bullet\ E_a = \frac{p}{a} 2N\phi = \frac{p}{2a\pi} 2\Omega\phi$ (N: R.P.M.)

$\phi = cte$

$E_a = KN$

• La f.e.m. como generador.

$E_a = V_a + R_a I_a$

$P = V_a \cdot I$

$100 \cdot 10^3 = 220 \cdot I \qquad I = 454'55A.$

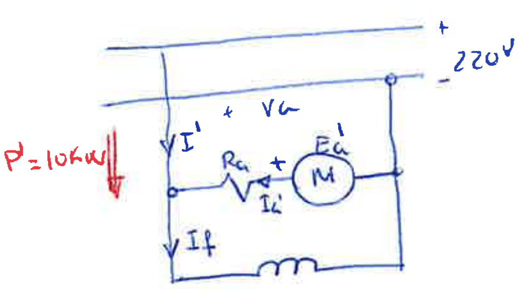
$I_f = \frac{V_a}{R_f} = \frac{22\cancel{0}}{6\cancel{0}} = 3'67^A$ — If. intensidad que absorbe el campo de la maquina.

$I_a = I + I_f = 458'21^A.$

$E_a = V_a + R_a I_a + 2\Delta V = 220 + (0'025)(458'21) + 2 = \underline{\underline{233'46^V}}$

$K = \frac{E_a}{N} = \frac{233'46^V}{300 RPM} = 0'78 V/RPM.$

• Convención motor



$I' = \frac{P'}{V_a} = \frac{10 \cdot 10^3}{220} = 45'45^A$

$I_a' = I' - I_f = 45'45 - 3'67 = 41'78^A$

$E_a' = V_a - R_a I_a' - 2\Delta V$

$E_a' = 220V - (0'025)(41'78) - 2$

$E_a' = 216'90^V$

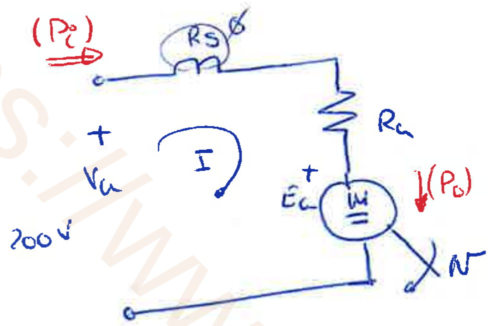
$E_a' = KN' \qquad 216'90^V = KN' \qquad N' = \frac{216'90}{0'78} =$

$\boxed{N' = 278'15 RPM}$

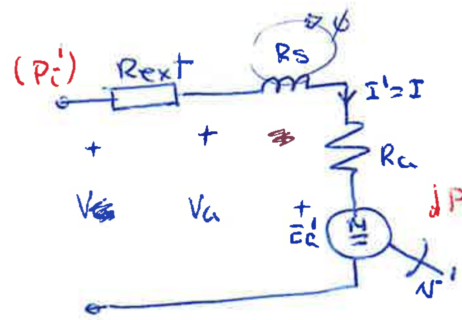
27.78. Un motor serie de 1Ω de resistencia entre terminales gira a 800 rev por min alimentado a 200V con una corriente de 15A. Hallar la velocidad a que girará cuando se conecte en serie con una resistencia de 5Ω, y absorbiendo la misma corriente a la misma tensión de alimentación.

[solución 476 rev por min.].

— o —



resistencia en serie R_{ext}.



$V_a = E_a + (R_a + R_s) I$

$200 = E_a + (1)(15) \qquad E = 185^V$

también $\quad E = \frac{P}{a} 2 N\phi = KN\phi$

Suponiendo una relación lineal entre el flujo y la corriente excitadora: $\phi \propto I$

$E = K_o N I \qquad 185 = K_o\, 800 \cdot 15$

$K_o = \frac{185}{12000}$

$E_a' = V - [R_s + R + R_a] I' = 200 - (1+5)15$

$E_a' = 110^V \qquad E_a' = K_o N' I'$

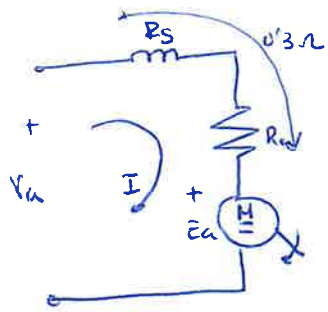
$110V = \frac{185}{12000} \cdot N' 15$

$$\boxed{N' = 475'7 \text{ RPM.}}$$

27.99. Un motor tipo serie de 240V absorbe 40A cuando da su salida normal a 1500 r.p.m. Su resistencia es de $0'3\,\Omega$. Hallar qué resistencia debe añadirse para obtener el par normal. a) en el arranque b) a 1000 rev. por min.

a) $5'7\Omega$ b) $1'9\Omega$.

— o —



$C_m = C_e = \frac{E_a I}{\Omega}$

$E_a = V_a - RI = 240 - (0'3)(40) = 228V \qquad E_a = \frac{P}{a} 2N\phi$

a) en el arranque $E_a = 0$.

$V_a = (R + R_{ext}) \cdot I \qquad 240 = (0'3 + R_{ext})\, 40 \qquad \boxed{R_{ext} = 5'7\Omega}$

b) $E_a = K_o I N = KN \qquad 228 = K \cdot 1500 \qquad K = \frac{228}{1500}$

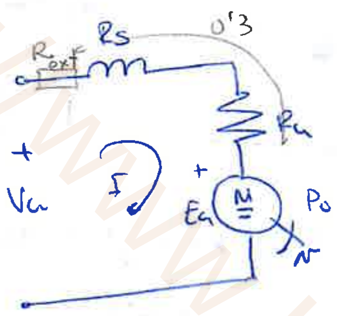
para 1000 r.p.m. $\qquad E_a' = 240 - (\overset{0'3}{R} + R_{ext})\, 40 =$

$E_a' = K \cdot 1000 = \frac{228}{1500} \cdot 1000 = 152V$

$152 = 240 - (0'3 + R_{ext}) 40 \qquad \boxed{R_{ext} = 1'9\Omega}$

27.100. Un motor de 440 V tiene una resistencia R de regulación en serie, la resistencia del motor es de 0'3 Ω. Cuando R=0 y la corriente I es de 20 A, el motor gira a 1200 r.p.m. Hallar la velocidad cuando R=3 Ω e I=15A; así como el cociente de las salidas mecanicas totales en los dos casos. Se sabe que el flujo con I=15A es del 80% del flujo con I=20A. [Solución 1350 r.p.m., 1'48].

— o —



Con 1200 r.p.m. la f.e.m. es:

$E_a = V_a - (R_a + R_s) I = V_a - R_{as} I$

$E_a = 440 - (0'3) \cdot 20 = 434^V$ y tambien

$E_a = K \phi N \qquad 434 = K\phi\, 1200 \quad (1)$

para N' RPM y una resistencia exterior R se tiene,

$E_a' = V_a - (R_a + R_s + R) I' = 440 - (3 + 0'3)(15) = 390'5^V \qquad E_a' = K \phi' N' \quad (2)$

entre (1)(2) $\qquad \begin{matrix} 390'5 = K\phi' N' \\ 434 = K\phi\, 1200 \end{matrix} \qquad K = \dfrac{434}{1200\,\phi} \qquad \left\{ N' = \dfrac{(390'5)(1200)}{434} \cdot \dfrac{\phi}{\phi'} \right.$

y siendo $\phi' = \dfrac{80}{100} \phi = 0'8\phi \quad \rightarrow \boxed{N' = 1349'7 \text{ RPM.}}$

• Las potencias electromagneticas son.

$P_o = E_a I = 434 \cdot 20 = 8680^W$

$P_o' = E_a' I' = (390'5)(15) = 5857'5 W$

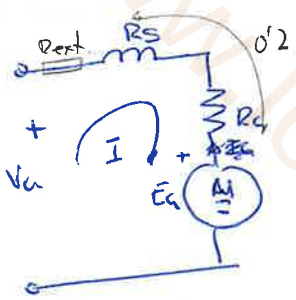
estas potencias electromagneticas son tambien potencias de salida en el que (P_o) cuando se desprecian las perdidas por friccion.

$\dfrac{P_o}{P_o'} = \boxed{1'48}$

27.101. Un motor de ascensor, tipo serie de 240V, tiene una resistencia de 0'2 Ω. A la velocidad de 1800 r.p.m absorbe 40A. Hallar la resistencia que debe añadirse a) para limitar la velocidad a 3600 r.p.m. cuando la corriente sea de 10A, suponiendo un flujo proporcional a la corriente entre 10 y 40A; b) para que la velocidad sea a 900 r.p.m. para una corriente de 60A, sabiendo que el flujo a 60A es un 18% mayor que el flujo a 40A.

¿A qué velocidad girará el motor cuando se conecte directamente a la línea y absorba 60A? [solución a) 12'2 Ω; b) 1'52 Ω; 1500 r.p.m]

— o —



a) con 1800 r.p.m. y una resistencia interna $R = R_a + R_s = 0'2\,\Omega$

f.e.m. $E_a = V_a - (R_a + R_s) I = 240 - (0'2)(40) = 232^V$

con $E_a = K \phi N$ o $E_a = K_0 I N$ ya que $\phi \propto I$

por lo tanto. $232 = K_0 (40)\, 1800$ $\quad K_0 = \dfrac{232}{(40)(1800)}$ V/A RPM.

la f.e.m. correspondiente a 3600 RPM y 10A es:

$$E_a' = K_0 I' N' = \left[\frac{232}{(40)(1800)}\right] \cdot 10 \cdot 3600 = 116^V$$

la resistencia exterior Rext se deduce de:

$V = E_a' + (R_{ext} + R) I'$ $\qquad 240 = 116 + (0'2 + R_{ext}) \cdot 10$ $\qquad \boxed{R_{ext} = 12'2\,\Omega}$

b) $N' = 900$ r.p.m. $\qquad \dfrac{\phi'}{\phi} = \dfrac{118}{100}$ $\qquad$ se tiene $E_a' = K \phi' N'$ $\qquad E_a = K\phi N$; $\quad 232 = K\phi(1800)$

$$E_a' = \frac{\phi' N'}{\phi\, N} E_a = \frac{118\,(900)}{100\,(1800)}\, 232 = 136'88^V$$

tambien: $E_a' = V - (R_{ext} + R) I'$

$136'8 = 240 - (R_{ext} + 0'2)\, 60$ $\qquad \boxed{R_{ext} = 1'52\,\Omega}$

c) $E_a'' = V_a - R I' = 240 - (0'2)(60) = 228^V$

$E_a'' = K \phi' N''$ $\qquad 228 = K \left[\dfrac{118\phi}{100}\right] N''$

$E_a = K\phi N$ $\qquad 232 = K \phi N$

$$N'' = N \frac{\phi}{\phi'} \cdot \frac{E_a''}{E_a} = (1800) \frac{100}{118} \cdot \frac{228}{232}.$$

$N'' = 1499'12 \simeq 1500$ RPM.

27.102. Un motor de ventilador de 4 polos, devanado en serie, gira normalmente a 600 r.pm con una alimentación a 250V, absorbiendo 20A. Todas las bobinas de campo están conectadas en serie. Estimar la velocidad y la corriente consumida por el motor si las bobinas se vuelven a conectar en dos grupos en paralelo de dos bobinas en serie. El par de carga aumenta como el cuadrado de la velocidad. Supóngase que el flujo es directamente proporcional a la velocidad. y prescíndase de las perdidas.

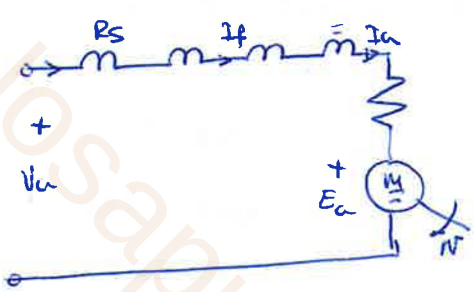
[714 r.p.m. ; 33'5A].

– o –

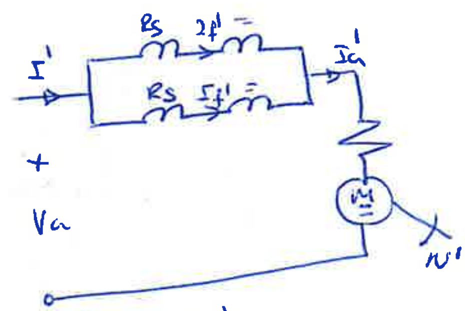
en general
$E_a \propto \phi N$
en este problema:
$\phi \propto I_f$.

⇓

por lo tanto
$E_a \propto N I_f$.



$I = I_a = I_f$
montaje serie



$I' = I'_a = 2I'_f$.

cuando la maquina no se satura la f.e.m. inducida es proporcional al producto velocidad x corriente. de campo.

- el par resistente $C_z \propto N^2$
- el par motor es proporcional al producto flujo por corriente de inducido.

$C_m \propto \phi I_a$ o $C_m \propto I_f I_a$

El par motor equilibrado al par resistente $C_m = C_z$ o $N^2 \propto I_a I_f$.

por lo tanto": el cuadrado de la velocidad es proporcional al producto de la corriente de campo por la corriente de inducido" continuación 102.

- para el montaje en serie se tiene:

$I_a = I_f = I \qquad N^2 = K I_a I_f = K I_a^2 \qquad K = \left[\frac{N}{I_a}\right]^2 \quad (1)$

- para el montaje serie- paralelo .-

$I_a' = 2 I_f' \qquad N'^2 = K I_a' I_f' = K I_a'^2/2 \quad (2)$

entre (1)(2) $\quad N'^2 = \left[\frac{N}{I_a}\right]^2 \frac{I_a'^2}{2} \qquad N' = \frac{N}{\sqrt{2}} \frac{I_a'}{I_a} \quad (3)$

- por otro lado $E_a = K_0 N I_f$ con $E_a = V_a - (R_s + R_a) I$ y con $R_s + R_a = 0$ $E_a = V_a$

$V_a = K_0 N I_f$ (4) montaje serie.

Y $E_a' = K_0 N' I_f'$ ó $V_a = K_0 N' I_f'$ (5) (montaje serie paralelo)

entre (4) y (5) .- se tiene : $N I_f = N' I_f'$ y siendo $I_a' = 2 I_f'$ ∴ $N I_f = \frac{N'}{2} I_a'$ (6)

- Finalmente entre las expresiones (3) y (6) y siendo $I_f = I_a = I$

$N' = \frac{N'}{2} \cdot \frac{I_a'}{I_f} \cdot \frac{I_a'}{I_a\sqrt{2}}$ ∴ $2\sqrt{2}\, I_a^2 = I_a'^2 \qquad I_a' = I_a \sqrt{2\sqrt{2}}$

Numericamente. $I_a' = 20\sqrt{2\sqrt{2}} = \underline{33'6\,A}$ $\qquad N' = \frac{N}{\sqrt{2}} \frac{I_a}{I_a} \sqrt{2\sqrt{2}} = N \sqrt[4]{2}$

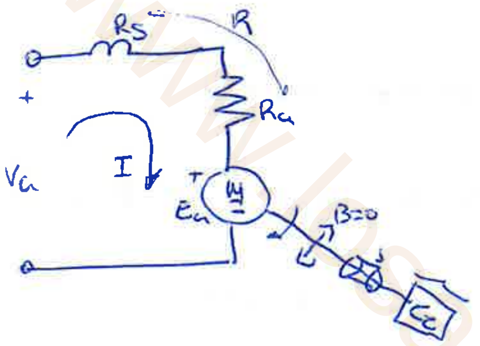
$N' = 600 \sqrt[4]{2} = \underline{\underline{713'6\,RPM}}$

113. Un motor tipo serie que tiene una resistencia de 1Ω entre terminales mueve un ventilador, para el cual el par varía como el cuadrado de la velocidad. A 220V el conjunto gira a 300 r.p.m. y absorbe 25A. Debe aumentarse la velocidad a 400 r.p.m aumentando la tensión. Hallar la tensión y la corriente para los casos límites cuando el campo esté

a) saturado (es decir, el flujo es cte) ϕ = cte. [solución 44'3A, 304'5V]

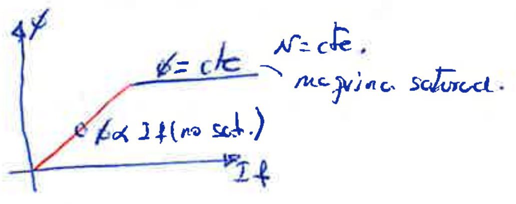
b) no saturado (es decir el flujo es directamente proporcional a la corriente) $\phi \propto I_f$ b) [33'3A, 378'3V.]

— o —



par resistente del ventilador $C_z \propto N^2$

par motor . . . . . $C_m \propto \phi I_f$.



a) ϕ = cte $\Rightarrow$ es saturado $\Rightarrow$ $C_m \propto I_f$ / $C_m \propto I$ /

el par motor balancea el par resistente $C_m = C_z \Rightarrow I \propto N^2 \Rightarrow \boxed{I = KN^2}$ *

en general $E_a \propto \phi N$ como ϕ = cte $E_a \propto N$ / $E_a = K'N$ / *

para 300 RPM. $I = KN^2$ $\quad 25 = K\cdot(300)^2$ $\quad K = \frac{25}{300^2}$

para 400 RPM. $I' = KN'^2$ $\quad I' = \frac{25}{300^2}\,400^2 = \boxed{44'4\,A}$ la nueva corriente para mover la maquina a 400 r.p.m.

- utilizando la segunda expresión de f.e.m. $E_a = K'N$

para 300 RPM. $E_a = V_a - RI = 220 - (1)(25) = 195V$ $\quad 195 = K'\,300$ $\quad K' = \frac{195}{300}$

para 400 RPM. $E_a' = K'N' = \frac{195}{300}\cdot 400 = 260\,V$

$E_a' = V_a' - RI'$ $\quad V_a' = E_a' + RI'$ $\quad V_a' = 260 + 1(44'44) = \boxed{304'44\,V}$

cuida máquina.

esto va ocurrir cuando la maquina esta saturada.

continuación 113.

b) cuando la maquina no esta saturada. $\phi \propto I_f$ y como $I_a = I_f = I$.

$\Rightarrow$ $C_m \propto I^2$ el par motor debe balancear al par resistente. $C_m = C_r$

$$\left. \begin{array}{l} C_m \propto I^2 \\ C_r \propto N^2 \end{array} \right\} \quad I \propto N \quad \boxed{I = KN} \; *.$$

$\Rightarrow$ $E_a \propto \phi N$ $\Rightarrow$ como $\phi \propto I_f$ $\Rightarrow$ $E_a \propto IN$ o como $I \propto N$ $E_a \propto N^2$

$\boxed{E_a = K' IN}$ $\boxed{E_a = K' N^2}$ *

se puede utilizar cualquiera de las dos.

para 300 RPM.

$I = KN$ $\quad 25 = K\,300$ $\quad K = \frac{25}{300}$

para 400 RPM.

$I' = KN'$ $\quad I' = \frac{25}{300} 400 = \boxed{33'33A}$

* para fuerzas electromotrices. para 300 RPM.

$E_a = 195V$ (calculada antes) $\quad E_a = K' N^2$ $\quad 195 = K' 300^2$ $\quad K' = \frac{195}{300^2}$

para 400 RPM. $\quad E_a' = K' N'^2$ $\quad E_a' = \frac{195}{300^2} \cdot 400^2 = 346'67\,V$

$V_a' = E_a' + RI' = 346'67^V + (1\,\Omega) \cdot 33'33A = \boxed{380\,V}$

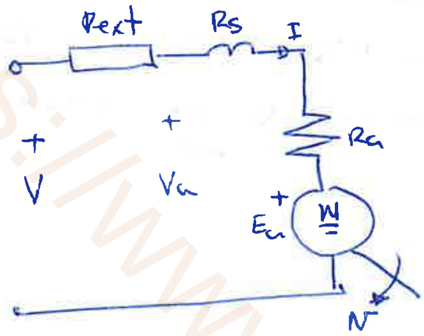
27.114. Un motor tipo serie de 500^V, con una resistencia de $0'5\Omega$, giraba a 160 r.p.m. con una corriente $I=40A$. y a 140 r.p.m con $I=50A$. Calcular:

a) la resistencia total R en el arranque para $I=50A$ [10Ω]

b) la velocidad, estando R en circuito, cuando $I=40A$. [33'3 r.p.m]

c) la resistencia total con la velocidad como en b) e $I=50A$. [$7'74\Omega$]

— o —



a) arranque. - $I=50A$.

$$I=\frac{V-E_a}{R}=\frac{500-0}{R} \Rightarrow \boxed{R=10\Omega}$$

siendo la Rest. total $R=R_{ext}+\underbrace{R_s+R_a}_{0'5\Omega}$

$\Rightarrow R_{ext}=9'5\Omega$.

b) $E_a=V-(R_{ext}+R_a+R_s)I=500-(10)(40)=100^V$.

con 40A y $R=10\Omega$ se tiene $E_a=K\phi_{40}N$ o $100=K\phi_{40}N$.

$K\phi_{40}=\frac{100}{N}$

- con 40A y resist. ext. nula.

$E_a'=V-(R_a+R_s)I=500-(0'5)40=480^V$

$E_a'=K\phi_{40}N'$ $\qquad 480=K\phi_{40}160 \qquad 480=\frac{100}{N}160 \qquad N=\frac{100\cdot160}{480}=\boxed{33'33 \text{ RPM}}$

c) con velocidad de 33.33 RPM. y 50A en el inducido, la f.e.m. es:

$E_a''=K\phi_{50}N'' \qquad E_a''=K\phi_{50}\,33'33$

$R_{ext}=0 \qquad E_a'''=V-(R_a+R_s)I=500-(0'5)(50)=475^V \qquad E_a'''=K\phi_{50}140$

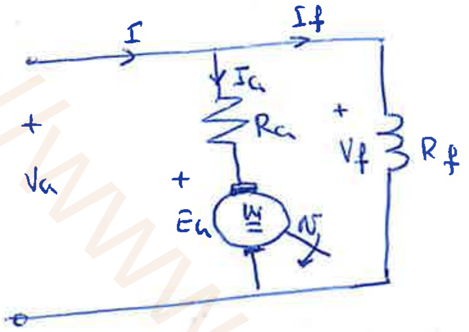
$475=K\phi_{50}140. \qquad K\phi_{50}=\frac{475}{140}$

$$E_a''=475\,\frac{33'33}{140}=113'08^V.$$

finalmente $E_a''=V-R''I \qquad 113'08^V=500-R''50 \quad \boxed{R''=7'74\Omega}=R_{ext}+R_a+R_s.$

27.66. Un motor tipo derivación de 4 polos, 500 V, tiene en su inducido 720 conductores de conexión ondulada. La corriente ~~en~~ el inducido a plena carga es de 60A. y el flujo por polo es de 3 megalíneas (0'03 Wb). La resistencia de inducido es de 0'2 Ω y la caída de contacto es de 1V por escobilla. Calcular la velocidad del motor a plena carga. [675 r.p.m]

—o—



La f.e.m. del motor es:

$E_a = V_a - (R_a I_a + \Delta V)$

siendo la caída de tensión por escobilla:

$\Delta V = (2)\cdot 1 = 2$ voltios.

$E_a = 500 - [(0'2)(60) + 2] = 486 V$

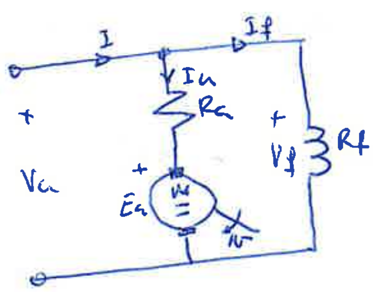
también. $E_a = \frac{P}{a} Z N \phi$

$486 = \frac{2}{1}(720)\frac{N}{60}\cdot 0'03$

$\boxed{N = 675 \text{ RPM.}}$

27.67. Un motor tipo derivación de 250V, sin carga, gira a 1000 r.p.m. y absorbe 5A. La resistencia total del inducido es de 0'2 Ω y la del campo en derivación de 250 Ω. Calcular la velocidad cuando este cargado y tome una corriente de 50A, sabiendo que la reacción del inducido debilita el campo un 3%. [994 r.p.m.]

—o—



en regimen de vacio: $I_f = \frac{V_a}{R_f} = \frac{250}{250} = 1A$

$I_a = I - I_f = 5 - 1 = 4A.$

$E_a = V_a - R_a I_a = 250 - (0'2)(4) = 249'2 V$ y

siendo $E_a = K\phi N$ $\quad K\phi = \frac{249'2 V}{1000.}$

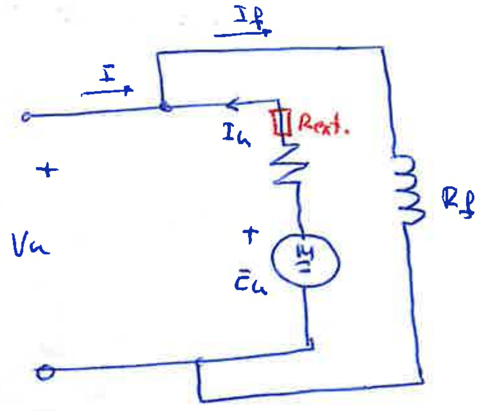
en regimen de carga: $I_a = I - I_f$ con $I_f = 1A$ ya que $V_f = cte$ por lo tanto $I_a = 50 - 1 = 49 A.$ La f.e.m. es: $E_a' = V_a' - R_a I_a' = 250 - (0'2)(49) = 240'2$

y $E_a' = K N' \phi'$ con $\phi' = 0'97\phi$ esto es: $240'2 = K N' 0'97\phi$ y siendo $K\phi = \frac{249'2}{1000}$

$$\boxed{N' = \frac{240'2}{(0'97)(249'2)\cdot 10^{-3}}} = \underline{993'7 \text{ RPM.}}$$

27.94. Un motor tipo derivación de 250 V, con un campo principal cte, mueve una carga par varía con el cubo de la velocidad. Cuando gira a 500 r.p.m. absorbe 40A. Hallar la velocidad a que girará si se conecta una resistencia de 25 Ω en serie con el inducido. Prescíndase de las perdidas del motor. [250 r.p.m].

con $\phi \propto I_f$ y $I_f = cte \Rightarrow \phi = cte.$



$C_z \propto N^3$

$V_a = 250V$

500^{RPM}. 40A.

$R_{ext} = 25\Omega$.

Siempre $C_m \propto \phi I_a \Rightarrow C_m \propto I_a$ ya que $\phi = cte$

el par motor sin resistencia exterior: $C_{m_1} = K I_{a_1}$

el par motor con resistencia exterior: $C_{m_2} = K I_{a_2}$

$$\left\{ \boxed{\frac{C_{m_1}}{C_{m_2}} = \frac{I_{a_1}}{I_{a_2}}} \right.$$

$C_z \propto N^3$ — sin resist. ext. $C_{z_1} \propto N_1^3$; con Rext. $C_{z_2} \propto N_2^3$

$$\left\{ \boxed{\begin{array}{l} C_{z_1} = K_1 N_1^3 \\ C_{z_2} = K_1 N_2^3 \end{array}} \right. (1)$$

y como $C_m = C_z$ $\left\{ \boxed{\begin{array}{l} C_{m_1} = C_{z_1} \\ C_{m_2} = C_{z_2} \end{array}} \right.$

$$\frac{I_{a_1}}{I_{a_2}} = \frac{C_{m_1}}{C_{m_2}} = \frac{C_{z_1}}{C_{z_2}} = \frac{N_1^3}{N_2^3} \qquad \boxed{\frac{40}{I_{a_2}} = \frac{500^3}{N_2^3}} (2)$$

$V_a = E_{a_1} + R_a I_a$ pero como la maquina no tiene perdidas se puede poner $V_a = E_a$ perdidas = 0.

$250 = E_a$ y como $E_a \propto \phi N$ y la mag es cte. $E_a \propto N_1$ $E_a = K N_1$

$250 = K\, 500$

$K = 0'5$ por cada revolución por minuto.

$E_a' = V_a - R_{ext} I_{a_2}$ $E_a' = 250 - 25 I_{a_2}$

$E_a' = K N_2$ $E_a' = 0'5 N_2$

$$\boxed{250 - 25 I_{a_2} = 0'5 N_2} (3)$$

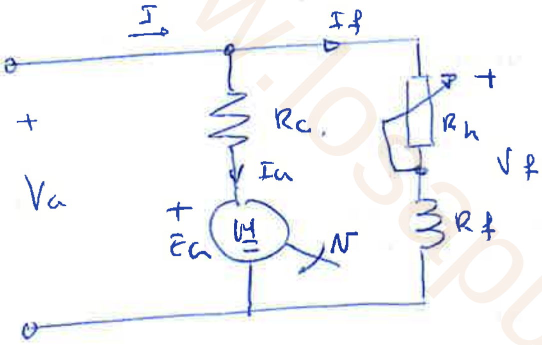
con las ecuaciones (1)(2)(3) se resuelve y se calcula.

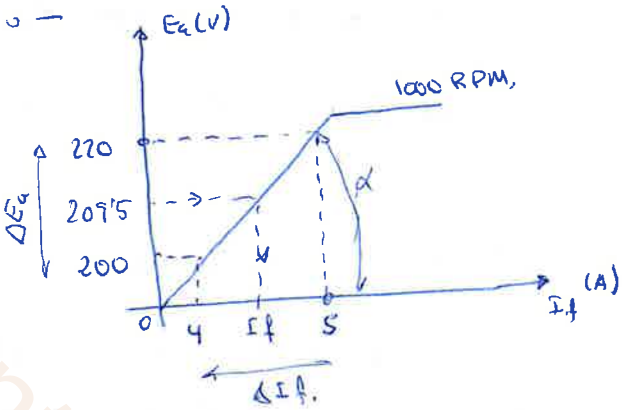
$$\frac{(25)400}{25 - 0'5 N_2} = \frac{500^3}{N_2^3} \qquad 100 N_2^3 = 1'25 \cdot 10^8 \left[250 - 0'5 N_2\right]$$

$$1000 N_2^3 = 3'125 \cdot 10^{10} - 6'25 \cdot 10^5 N_2 \Rightarrow N_2 = 250^{RPM}.$$

27.71. Los siguientes datos se refieren a una maquina de c.c. tipo derivación: resistencia total del inducido 0'3 Ω; resistencia de campo 40 Ω: La característica del circuito abierto a 1000 r.p.m es tal que la corriente de campo es de 5A. para una f.e.m. de 220V y 4A para 200V. Prescindiendo de la reacción del inducido. Hallar la resistencia en circuito del regulador en derivación para obtener una velocidad de 1000 r.p.m. cuando gire como motor con una alimentación de 220V y absorbiendo una corriente en el inducido de 35A a plena carga. [9'2 Ω]

— o —





$I_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{V_a}{R_f} = \frac{220}{40} = 5'5A.$ $E_a = V_a - R_a I_a = 220 - (0'3)(35) = 209'5^V.$

En la curva de magnetización se tiene $\Delta I_f = 1A$ $\Delta E_a = 20^V$ $tg\,\alpha = \frac{\Delta E_a}{\Delta I_f} = \frac{20}{1} = 20^{\Omega}$

tambien la pendiente de la curva es:

$$tg\,\alpha = 20 = \frac{209'5 - 200}{I'_f - 4} \quad / \; \underline{I'_f = 4'475^A}$$

$$R_h + R_f = \frac{V_f}{I'_f} = \frac{220}{4'475} = 49'162^{\Omega} \qquad R_h = 49'162 - R_f = 49'162 - 40 = \boxed{9'162\,\Omega} *.$$

27.72. Un motor tipo derivación no saturado ($\phi \propto I_f$), de 240 V, tiene una resistencia de inducido (incluyendo las escobillas y los polos auxiliares) de 0'04 Ω y una resistencia de campo de 100 Ω.

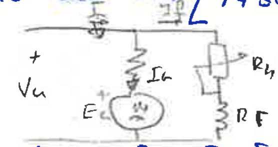
a) Hallar que resistencia debe añadirse al circuito de campo para incrementar la velocidad de 1200 a 1500 r.p.m. cuando la corriente de alimentación sea de 200 A. [25 Ω]

b) Con una resistencia de campo como en el caso a), hallar la velocidad cuando la corriente de alimentación sea de 100 A. [1515 r.p.m.]

Si la maquina gira como generador para dar 200 A a 240 V, hallar c) la corriente de campo a 1200 r.p.m. ~~d) la velocidad cuando la corriente de campo sea 2A~~. [2'56 A]

d) la velocidad cuando la corriente de campo sea 2A. [1450 r.p.m].

— o —



a) para $R_h = 0\,\Omega$ resulta: $I_f = \dfrac{V_f}{R_f} = \dfrac{240}{100} = 2'4A$. $I_a = I - I_f = 200 - 2'4 = 197'6A$

$E_a = V_a - R_a I_a = 240 - (0'04)(196'6) = 232'10^V$

$E_a \propto \phi\,\omega$ $\quad \phi \propto I_f$ $\quad E_a = K I_f N$ $\quad 232'10 = K(2'4)(1200)$ $\quad K = 0'08$

para 1500 r.p.m. la f.ems. es: $E_a' = K I_f' N'$ y $E_a = V_a - R_a I_a'$ $\quad I = I_a' + I_f'$

sustituyendo. $K I_f' N' = V_a - R_a(I - I_f')$ $\quad 0'08\, I_f'\, 1500 = 240 - (0'04)(200 - I_f')$

$I_f' = 1'93A$ $\quad R_h + R_f = \dfrac{V_f}{I_f'} = \dfrac{240}{1'93} = 124'35$ $\quad R_h = 124'35 - R_f$ $\quad \boxed{R_h = 24'35\,\Omega}$

b) Con $R_h + R_f = 124'35 \rightarrow I_f'' = 1'93^A$ $\quad I_a'' = I - I_f'' = 100 - 1'93 = 98'07A$

$E_a'' = V_a - R_a I_a'' = 240 - (0'04)(98'07) = 236'10^V$ $\quad N'' = \dfrac{E_a''}{K I_f''} = \dfrac{236'10}{0'08 \cdot 1'93} = \underline{\underline{1529'15^{RPM}}}$

c) En conexión generador. se tiene:

$E_a = K I_f N$ $\quad E_a = 0'08\, I_f\, 1200$ $\quad$ como $I_a = I + I_f$ $\quad I = 200A$.

$E_a = V_a + R_a I_a$ $\quad E_a = 240 + 0'04\, I_a$

$0'08 I_f 1200 = 240 + (0'04)(200 + I_f) \rightarrow \boxed{I_f = 2'56A.}$

d) $I_a' = I + I_f'$ $\quad I_a' = 200 + 2 = 202A$. $\quad E_a' = V_a + R_a I_a' = 240 + (0'04)(202) = 248'08V$

De $E_a' = K I_f' N'$ se tiene $248'08 = \overset{0'08}{K}\, 2\, N'$

$N' = 1550'5$ RPM.

27.73. Hallar las velocidades en vacío y a plena carga, así como la regulación de velocidad, expresada como tanto por ciento de la velocidad sin carga de un motor tipo derivación de 4 polos, 220V, 24CV. que tiene los siguientes datos: corriente de campo 5A; resistencia inducido 0'04Ω: flujo 4 megalíneas (40mWb); 160 conductores en el inducido; 2 circuitos de conexión ondulada, corriente de plena carga 95A; corriente en vacío 9A. Prescíndase de la reacción de inducido. Solución [[illegible] 1030, 1014 r.p.m. 1'55%]

— · —

- Marcha en vacío.

I_0 = corriente absorbida de la red en vacío = 9A.

I_f = corriente de campo = 5A

I_{a0} = corriente de inducido en vacío. $I_{a0} = I_0 - I_f = 9-5 = 4A$

E_{a0} = F.e.m. en vacío. $E_{a0} = V_a - R_a I_{a0} = 220-(0'04)(4) = 219'84V$.

en vacío se puede poner para $E_{a0} = \frac{P}{a} Z \frac{N_0}{60} \phi_0$ ϕ_0 = flujo en vacío = 40mWb.

$219'84 = 2(160)\frac{N_0}{60} 40\cdot10^{-3} \rightarrow N_0$ = velocidad en vacío $= \boxed{1030'5 \text{ RPM}}$

- Marcha en carga.

I = corriente absorbida de la red en carga = 95A

I_f = corriente de campo = 5A (mismo valor ~~que~~ en vacío al ser $V_a = V_f = 220^V$ cte.)

I_a = corriente de inducido en carga $= I - I_f = 95-5 = \underline{90A}$

E_{ach} = F.e.m del motor en carga = $V_a - R_a I_a = 220-(0'04)(90) = 216'4^V$

$E_{ach} = \frac{P}{a} Z \frac{N_{ch}}{60} \phi_{ch}$ ϕ_{ch} = flujo en carga = ϕ_0 = 40mWb (reacción=0)

$216'4 = 2(160)\frac{N_{ch}}{60}(40\times10^{-3}) \rightarrow N_{ch}$ = velocidad en carga $= \boxed{1014'37 \text{ RPM.}}$

- caída velocidad. $= N_0 - N_{ch} = 16$ RPM.

caída porcentual de velocidad $(\Delta N)\% = \frac{N_0 - N_{ch}}{N_0} \times 100 = \frac{16}{1030} 100 = \boxed{1'55\%}$

27.76. Un motor tipo derivación de 250V tiene una resistencia de inducido de 0'5 Ω y una resistencia de campo de 250 Ω. Cuando mueve a 600 r.p.m. una carga cuyo par es cte., el inducido absorbe 20A. Si se desea elevar la velocidad a 600 a 800 r.p.m. x qué resistencia debe insertarse en el circuito de campo en derivación suponiendo que la curva de magnetización sea una línea recta?

— o —

La potencia electromagnética o potencia mecánica total desarrollada por el motor es: $P_e = E_a I_a$ siendo $E_a = \frac{P}{2\pi a} Z \phi \Omega$ Al ser $\phi \propto I_f$ se puede poner $E_a = K_f I_f \Omega$ con lo que la potencia P_e es: $P_e = K_f I_f \Omega . I_a$. Si las perdidas rotacionales son nulas, la potencia electromagnetica es también potencia en el eje. P_{eje}.-

$P_e - P_{rot} = P_{eje}$ $\quad P_e = P_{eje}$.

el par electromagnetico ó par interno es: $C_e = \frac{P_e}{\Omega} = \frac{K_f I_f \cancel{\Omega} I_a}{\cancel{\Omega}} = K_f I_f I_a$.

- Con los datos del problema se tiene: $E_a = V_a - R_a I_a = 250 - (0'5)(20) = 240^V$

el par electromagnetico con $N = 600^{RPM}$ es: $\boxed{C_e = \frac{E_a I_a}{2\pi N/60} = \frac{(240)(20)(60)}{2\pi\, 600} = 76'4\, Nm}$

siendo $I_f = \frac{V_a}{R_f} = \frac{250}{250} = 1^A$

se puede poner tambien con $N = 600^{RPM}$ $\quad C_e = K_f I_f I_a = 76'4 = K_f (1)(20) \Rightarrow$

$K_f = 3'82^{Nm/A^2} = 3'82^{V/Arads^{-1}}$

- Para $800^{RPM} = N'$ se tiene: $E_a' = K_f I_f' \Omega'$ con $\Omega' = \frac{2\pi N'}{60} = \frac{2\pi 800}{60} = 83'78\, rads^{-1}$

y $C_e' = K_f I_f' I_a'$ entre los anteriores $E_a' = K_f I_f\, 83'78$ y siendo $K_f = 3'82^{V/Arads^{-1}}$

se tiene: $E_a' = (3'82)(83'78) I_f'$ ° $E_a' = 320'04\, I_f'$ (1)

Si el par es cte, se tiene para $800^{RPM} = N'$ $\quad C_e = C_e'$ ó $76'4 = K_f I_f' I_a'$ °

$76'4 = 3'82\, I_f' I_a'$ (2) $\quad$ tambien $E_a' = V_a - R_a I_a'$ $\quad E_a' = 250 - (0'5) I_a'$ (3)

entre (1) y (3) $\quad 250 - 0'5 I_a' = 320'04 I_f'$ $\quad$ (13)

entre (2) y (13) $\quad 250 - 0'5 \frac{76'4}{3'82 I_f'} = 320'04 I_f' \rightarrow I_f'^2 - 0'78 I_f' + 0'03 = 0 \Rightarrow I_f' = 0'74A$.

para $I_f' = \frac{V_f}{R_f + R_h} \Rightarrow$ $\quad 0'74 = \frac{250}{250 + R_h}$ $\quad R_h = 87'64\,\Omega$.

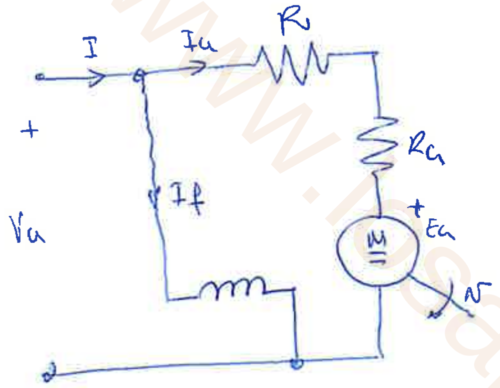
27.77. Un motor tipo derivación de 220V con una resistencia de inducido de 0'5Ω está excitado para dar un campo cte. A plena carga el motor gira a 500 r.p.m. y absorbe una corriente de inducido de 30A. Si se coloca una resistencia de 1Ω en el circuito del inducido. Hallar la velocidad,

a) con el par de plena carga [427 r.p.m]

b) con un par doble del de plena carga [317 r.p.m]

c) Hallar el par de detención. [5 x par de plena carga]

— o —



a) Velocidad a plena carga con el par de plena carga $E_a = V_a - R_a I_a =$ f.e.m a p.c.

$E_a = 220 - (0'5)(30) = 205^V$

$E_a = K_f \phi \Omega = K\Omega$ $\quad K = K_f \phi$ con $\phi =$ cte.

$205 = K \dfrac{2\pi 500}{60}$ $\quad K = 3'92\ ^{V}/_{rad\,s^{-1}}$

El par a plena carga se puede poner: $C_e = K_f \phi I_a = K I_a$ y al ser cte el flujo y el par, la corriente de inducido debe ser cte en cualquier caso. Por lo tanto la f.e.m. inducida con la resistencia R en el circuito de inducido es:

$E_a' = V_a - (R_a + R) I_a$ $\quad E_a' = 220 - (1'5)(30) = 175^V$.

siendo $E_a' = K\Omega'$ se tiene: $175 = 3'92\,\Omega'$ $\quad \Omega' = 44'64\ rad\,s^{-1}$

y de $\Omega' = 2\pi \dfrac{N'}{60}$ $\quad N' = \dfrac{60\Omega'}{2\pi} = \dfrac{60 \cdot 44'64}{2\pi} = \underline{426'28\ r.p.m.}$

b) Velocidad con un par doble del de plena carga.-

Siendo $C_e = K I_a$, si el par se duplica también se duplica la corriente de inducido - Ahora $I_a'' = 2 I_a = (2)(30) = 60^A$.

La F.e.m. inducida es: $E_a'' = V_a - (R_a + R) I_a'' =$ $\quad E_a'' = 220 - (1'5)(60) = 130^V$

poniendo $E_a'' = K\Omega'' = K \dfrac{2\pi N''}{60}$ $\quad 130 = (3'92) \dfrac{2\pi N''}{60}$ $\quad \underline{N'' = 316'69\ r.p.m.}$

27.80. Un motor tipo derivación de c.c. desarroya 10CV ingleses a 600 r.p.m. cuando absorbe una corriente de linea de 18A. a 500V. Hallar el rendimiento para dicha carga y el par útil en libras-pie.

[Solución 38% ; 87'5 lb-pie.].

$P_{eje} = 10CV \cdot 746 = 7460 W$ $\qquad P_i = V_a I = 500 \cdot 18 = 9000 W$

$\eta\% = \frac{P_{eje}}{P_i} \cdot 100 = \frac{7460}{9000} \cdot 100 = 82'85\%$ $\qquad C_{eje} = \frac{P_{eje}}{\frac{2\pi N}{60}} = \frac{7460}{\frac{2\pi 600}{60}} = 118'73 \ Nm.$

$= \frac{118'73}{1'356} \ lb\text{-}ft = \boxed{87'56 \ lb\ ft}$