JONATHAN MONCADA

FOLLETO DEL PRIMER PARCIAL DE MAQUINARIA ELÉCTRICA I

1- UN MOTOR INTERPOLAR "SHUNT" DE 7.5HP Y 220V TIENE ARMADURA Y CAMPO DE DERIVACION CON UNA RESISTENCIA DE 0.5 OHM Y 200 OHM RESPECTIVAMENTE, LA CORRIENTE DE ENTRADA A 1800RPM Y SIN CARGA ES 3.5A. CALCULAR LA CORRIENTE Y EL TORQUE PARA UNA VELOCIDAD DE 1700RPM.

SOLUCION:

ANALIZANDO SIN CARGA:

$\mathbf{1800\ rpm \rightarrow I_L = 3.5\ amp}$

$$I_f = \frac{V}{r_f} = \frac{220}{200} = 1.1\ amp$$

$$I_a = I_L - I_f$$

$$I_a = 2.4\ amp$$

Entones calculamos la fem:

$$\varepsilon = V - r_a I_a = 220 - 0.5 * 2.4$$

$$\varepsilon = 218.8\ v$$

La velocidad de la maquina es directamente proporcional a la ε siempre y cuando el flujo se mantenga constante, como en este problema el voltaje terminal y la resistencia de campo no varían entonces I_f es constante por ende Ø constante y tenemos:

$$\varepsilon = C\emptyset w$$

$$C\emptyset = \frac{218.8}{1800} = 0.1216\ cte$$

Y de la ecuación:

1700 rpm

1800 rpm

$$\varepsilon = C\emptyset w \qquad\qquad \varepsilon^* = C\emptyset w^*$$

$$\frac{\varepsilon^*}{\varepsilon} = \frac{C\emptyset w^*}{C\emptyset w}$$

$$\frac{\varepsilon^*}{218.8} = \frac{1700}{1800}$$

$$\varepsilon^* = 206.64\ v$$

$$I_a^* = \frac{V - \varepsilon^*}{r_a} = \frac{220 - 206.64}{0.5}$$

$$I_a^* = 26.71\ amp$$

Calculamos el Torque:

$$T^{*} = 7.04\ C\emptyset I_a{}^{*} = 7.04 * 0.1216 * 26.71$$

$$\boxed{T^{*} = 22.86\ lb - pies}$$

2- UN MOTOR DE 30HP, 230V SHUNT MOTOR ABSORBE 110amp A CARGA COMPLETA Y OPERA A 1150RPM, EL CAMPO Y LA ARMADURA COMO CIRCUITO RESISTENTE ES DE 200OHM Y 0.1OHM RESPECTIVAMENTE, NO TENGA EN CUENTE EL EFECTO DE LA REACCION DE LA ARMADURA. CALCULE LA VELOCIDAD DE ESTA MAQUINA CUANDO EL TORQUE GENERADO ES DE 60LB-PIE.

SOLUCION:

Calculando con los datos del problema inicialmente:

$$I_f = \frac{V}{r_f} = \frac{230}{200} = 1.15\ amp$$

$$I_a = I_L - I_f = 110 - 1.15$$

$$I_a = 108.85\ amp$$

Ahora:

$$\varepsilon = V - r_a I_a = 230 - 0.1 * 108.85$$

$$\varepsilon = 219.115\ v$$

Determinamos el siguiente producto ya que permanecerá constante xq no hay variación del flujo es lineal:

$$\varepsilon = C\emptyset w$$

$$C\emptyset = \frac{219.115}{1150} = 0.1905\ cte$$

Ahora podemos determinar la nueva corriente de armadura:

$$T = 7.04\ C\emptyset I_a{}^{*}$$

$$I_a{}^{*} = \frac{60}{7.04 * 0.1905}$$

$$I_a{}^{*} = 44.8\ amp$$

Determinamos la nueva fem ε^{*}:

$$\varepsilon^{*} = V - r_a I_a{}^{*} = 230 - 0.1 * 44.8$$

$$\varepsilon^{*} = 225.52\ v$$

Aplicando la relación de Fuerza electromotriz tenemos:

$$\frac{\varepsilon^*}{\varepsilon} = \frac{C\emptyset w^*}{C\emptyset w}$$

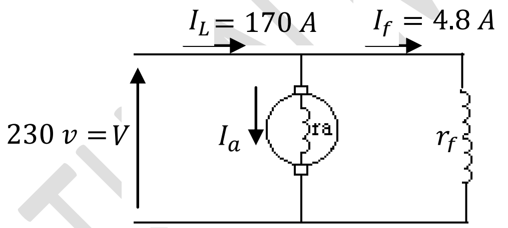
$$\frac{225.52}{219.115} = \frac{w^*}{1150}$$

$$\boxed{w^* = 1184\ rpm}$$

3.- EN UN MOTOR DERIVACIÓN DE 50 HP ENTRA UNA CORRIENTE DE LÍNEA DE 170 [A] A 230 [V] OPERANDO BAJO CIERTA CARGA. EN ESTAS CONDICIONES LA CORRIENTE DE CAMPO ES DE 4.8 [A]. CUÁL SERÁ LA CORRIENTE DE LÍNEA Y DE CAMPO CUANDO EL POTENCIAL DE LÍNEA BAJE DE 230 A 220 [V], MANTENIENDO CONSTANTE EL TORQUE GENERADO Y LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN. LA RESITENCIA DE LA ARMADURA INCLUYENDO ESCOBILLAS ES DE 0.044 [Ω].

OBVIA LA REACCIÓN DEL INDUCIDO Y ASUMA QUE LA CURVA DE SATURACIÓN DE CAMPO ES LINEAL.

SOLUCION:



$$I_a = I_L - I_f = 170 - 4.8$$
$$I_a = 165.2\ amp$$

Calculando la resistencia del campo la cual permanecerá constante la cual es propia de la maquina:

$$r_f = \frac{V}{I_f} = \frac{230}{4.8} = 47.92\ \Omega$$

$$\varepsilon = V - r_a I_a = 230 - 0.044 * 165.2$$

$$\varepsilon = 222.74\ v$$

Determinamos la potencia de entrada:

$$P_{in} = V * I_L = 230 * 170$$

$$P_{in} = 39.1\ kw$$

Como la potencia es igual a: $P = T * w$, como el torque y la velocidad permanecen constantes entonces la potencia también es constante.

Ahora al variar el voltaje a $220\,v$ también varia la corriente de campo por ende su flujo y también la corriente de línea:

$$P_{in} = V^* I_L^*$$

$$I_L^* = \frac{39100}{220}$$

$$\boxed{I_L^* = 177.7\ amp}$$

$$I_f^* = \frac{V^*}{r_f} = \frac{220}{47.92}$$

$$\boxed{I_f^* = 4.6\ amp}$$

Resolviendo de otra manera:

$$\varepsilon^* = V^* - r_a I_a$$

La corriente del campo se la determina como lo hicimos anteriormente.

Por la linealidad magnética del enunciado tenemos que:

$$\emptyset = kI_f \qquad \emptyset^* = kI_f^*$$

Tenemos la siguiente relación:

$$\frac{\emptyset^*}{\emptyset} = \frac{k\,I_f^*}{k\,I_f}$$

$$\frac{\emptyset^*}{\emptyset} = \frac{I_f^*}{I_f} = \frac{4.6}{4.8}$$

$$\frac{\emptyset^*}{\emptyset} = 0.958$$

Con velocidad constante $w^* = w$:

$$\frac{\varepsilon^*}{\varepsilon} = \frac{C\emptyset^* w^*}{C\emptyset w}$$

Tenemos la siguiente relación:

$$\frac{\boldsymbol{\varepsilon}^*}{\boldsymbol{\varepsilon}} = \frac{\emptyset^*}{\emptyset}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon^* = 0.958 * 222.74}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon^* = 213.38\, v}$$

Con velocidad constante $\boldsymbol{T^* = T}$:

$$\frac{T^*}{T} = \frac{7.04\, C\emptyset^* {I_a}^*}{7.04\, C\emptyset I_a}$$

$$\frac{I_a}{{I_a}^*} = \frac{\emptyset^*}{\emptyset}$$

$${I_a}^* = \frac{165.2}{0.958}$$

$$\boldsymbol{{I_a}^* = 172.44\, amp}$$

Determinando la nueva corriente de línea a un voltaje de $220\,v$

$$\boldsymbol{{I_L}^* = {I_a}^* + {I_f}^* = 172.44 + 4.6}$$

$$\boxed{\boldsymbol{{I_a}^* = 177.1\, amp}}$$

4.- UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA ES ACOPLADO A UNA CARGA LA CUAL REQUIERE UN TORQUE DE 250 LBS-PIES. EL MOTOR UTILIZARÁ UN ARRANCADOR EL CUAL SUMINISTRA VOLTAJE NOMINAL AL DEVANADO DE EXCITACIÓN EN DERIVACIÓN Y UNA RESISTENCIA DE 1.5 Ω EN SERIE CON EL INDUCIDO.

DATOS DEL MOTOR: 230 V., 25 HP TIPO DERIVACIÓN A PLENA CARGA. I_{FL} = 94.3 A., R_F = 76.6Ω, R_A = 0.136Ω.

SIN CARGA N_O = 1175 R.P.M., I_O = 7.4 A.
¿ARRANCARÁ EL MOTOR? DEMUÉSTRELO. V=0.

SOLUCION:

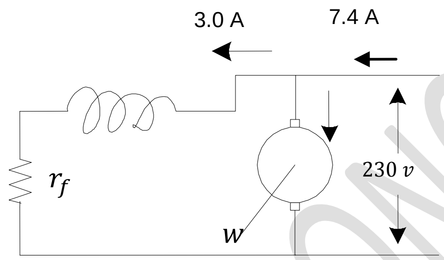
Para que el motor arranque (comience a girar) se debe que cumplir que:

$$T_{arranque\ motor} > T_{carga}$$

$$T_{arranque\ motor} = 7.04\ C\ \emptyset^{*}\ I_a^{*}$$

Analicemos en vacio ya que tenemos como datos importantes la velocidad y corriente de entrada:

$$I_f = \frac{V}{r_f} = \frac{230}{76.6} = 3.0\ amp$$



$$I_a = I_L - I_f = 7.4 - 3.0$$
$$I_a = 4.4\ amp$$

Determinamos la fem en vacio:

$$\varepsilon = V - r_a I_a = 230 - 0.136 * 4.4$$

$$\varepsilon = 229.4\ v$$

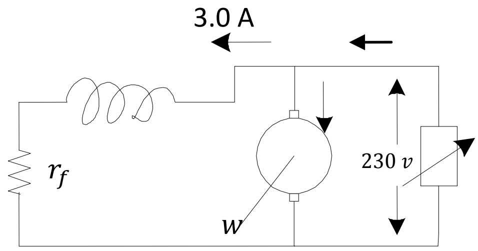
El voltaje terminal y la resistencia de campo no varían entonces I_f es constante por ende $\emptyset$ constante en todo momento y tenemos:

$$\varepsilon = C\emptyset w$$

$$C\emptyset = \frac{229.4}{1175} = 0.195\ cte$$

Analicemos en el arranque

$w^{*} = 0 \longrightarrow \varepsilon^{*} = 0$



$$I_f^{\,*} = I_f = 3.0\,amp$$

$$C\emptyset^* = C\emptyset = 0.195$$

Entonces:

$$\boldsymbol{I_a^{\,*} = \frac{V - \varepsilon^*}{r_a + r_{ext}} = \frac{230 - 0}{0.136 + 1.5}}$$

$$\boldsymbol{I_a^{\,*} = 140.6\,amp}$$

Torque:

$$T_{arranque\,motor} = 7.04\,C\,\emptyset^*\,I_a^{\,*}$$

$$T_{arranque\,motor} = 7.04 * 0.195 * 140.6$$

$$\boldsymbol{T_{carga} = 250\,lb - pies}$$

$$\boxed{\boldsymbol{T_{arranque\,motor} = 193.02\,lb - pies < T_{carga}}}$$

EL MOTOR NO ARRANCA

5.- **UN GENERADOR EN DERIVACIÓN DE 50[KW], 220 [V], 8 POLOS, 750 RPM TIENE UNA ARMADURA CON 128 RANURAS C/U DE LAS CUALES CONTIENE 24 CONDUCTORES. EL NÚMERO DE CAMINOS PARALELOS EN LA ARMADURA ES 8. EL NÚMERO DE VUELTAS DEL CAMPO PARALELO POR POLO ES DE 275. A LA VELOCIDAD INDICADA Y CON EL CAMPO PARALELO SEPARADAMENTE EXCITADA CON 8,42[A], EL VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO ES 220[V]. SIN OBSERVAR EL FLUJO DE FUGA EN LOS POLOS, CALCULE LA INDUCTANCIA TOTAL DEL CAMPO PARALELO.**

SOLUCION:

$\boldsymbol{p = \#\,de\,polos}$
$\boldsymbol{a = \#\,de\,circuito\,en\,paralelo}$
$\boldsymbol{Z = \#\,total\,de\,conductores\,en\,la\,armadura}$
$\boldsymbol{\emptyset = flujo}$
$\boldsymbol{N_f = \#\,de\,vueltas\,del\,campo}$

Debemos determinar la inductancia del devanado de campo y la ecuación que relaciona es la siguiente:

$$\boldsymbol{L = \frac{N_f \emptyset}{I_f}}$$

Tenemos que:

$$\boldsymbol{Z = 128\,ranuras * 24\,conductores/ranuras}$$

$$\boldsymbol{Z = 3072\,conductores}$$

Determinamos el valor de la constante de la maquina:

$$\boldsymbol{C = \frac{p\,Z}{60\,a}}$$

$$C = \frac{p\,Z}{60\,a} = \frac{8 * 3072}{60 * 8}$$

$$\boldsymbol{C = 51.2}$$

Calculando el flujo de la maquina:

$$\boldsymbol{\varepsilon = C\,\emptyset\,w}$$

$$\emptyset = \frac{\varepsilon}{C\,w}$$

Pero antes debemos determinar la fem, donde en vacio (sin la reacción del inducido) se tiene:

$\varepsilon = V = 220\,v.$

$$\emptyset = \frac{220}{51.2 * 750}$$

$$\boldsymbol{\emptyset = 5.73 * 10^{-3}\,Wb}$$

Como queremos la inductancia total debemos tener también el número de vueltas de campo total, entonces:

$$\boldsymbol{N_f} = 275 * 8 = \boldsymbol{2200\,vueltas}$$

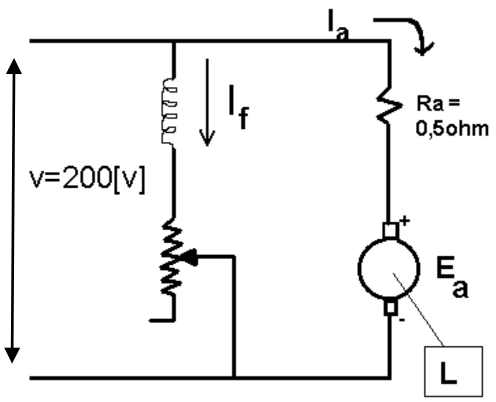
Entonces:

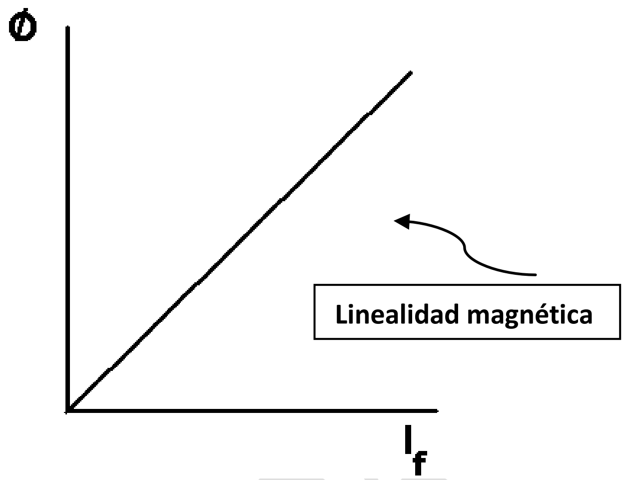
$$\boldsymbol{L = \frac{N_f \emptyset}{I_f} = \frac{2200 * 5.73 * 10^{-3}}{8.42}}$$

$$\boxed{\boldsymbol{L = 1.5\,henrios}}$$

6.-CALCULAR LA VELOCIDAD A MÁXIMA SALIDA DE UN MOTOR DE DERIVACIÓN DE 200 [V] DC QUE OPERA CON VOLTAJE CONSTANTE Y TORQUE CONSTANTE ASUMIENDO UNA RELACIÓN LINEAL ENTRE AL CORRIENTE DE CAMPO Y EL FLUJO. LA MÁQUINA TIENE UNA RESISTENCIA DEL CIRCUITO DE INDUCIDO R_A = 0,5 [Ω] Y TOMA UNA CORRIENTE DE INDUCIDO I_A = 20 [A] CUANDO LA VELOCIDAD ES 570 RPM.

SOLUCION:





En operación normal:

$$\boldsymbol{\varepsilon = V - r_a I_a = 200 - 0.5 * 20}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon = 190\, v}$$

Ahora multiplicando por I_a a la ecuación anterior tenemos:

$$\boldsymbol{I_a\, \varepsilon = V\, I_a + I_a{}^2\, r_a}$$

$$P_{out} = V\, I_a - I_a{}^2\, r_a$$

Como nos pide la velocidad a máxima salida de un motor entonces nos dice lo siguiente:

$$\frac{dP_{out}}{dI_a} = 0$$

$$V - 2\, I_a\;\, r_a = 0$$

$$\boldsymbol{I_{a\ max}} = \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{2r_a}} = \frac{200}{2 * 0.5}$$

$$\boldsymbol{I_{a\ max} = 200\ amp}$$

Ahora determinamos la fem máxima:

$$\boldsymbol{\varepsilon_{max} = V - r_a\, I_{a\ max} = 200 - 0.5 * 200}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_{max} = 100\, v}$$

A continuación como el voltaje terminal y la resistencia de campo no varían entonces $\boldsymbol{I_f}$ es constante por ende Ø constante en todo momento y tenemos $\emptyset_{max} = \emptyset$:

$$\frac{\boldsymbol{\varepsilon_{max}}}{\boldsymbol{\varepsilon}} = \frac{\boldsymbol{C\, \emptyset_{max}\, w_{max}}}{\boldsymbol{C\, \emptyset\, w}}$$

$$w_{max} = 570 * \frac{100}{190}$$

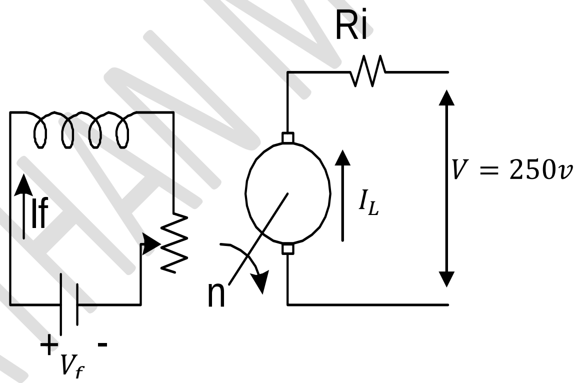
$$\boxed{\boldsymbol{w_{max} = 300\ rpm}}$$

7.-UN GENERADOR PARALELO DE 30 KW, 250 V. SE HA EXCITADO SEPARADAMENTE PARA DETERMINAR SU CAÍDA DE VOLTAJE POR REACCIÓN DE INDUCIDO. LA RESISTENCIA DE LA ARMADURA ES 0.1235Ω. SUPONIENDO UNA CAÍDA EN LAS ESCOBILLAS DE 3 VOLTIOS. CALCULAR:

A) LA CAÍDA DE VOLTAJE EN EL CIRCUITO DEL INDUCIDO A PLENA CARGA, DEBIDO A LA REACCIÓN DEL INDUCIDO. SI EL VOLTAJE EN VACÍO ES 275V A LA VELOCIDAD NOMINAL.
B) LA CAÍDA DE VOLTAJE DEBIDO A LA REACCIÓN DEL INDUCIDO SI EL VOLTAJE EN VACÍO ES 275 V A VELOCIDAD NOMINAL.

SOLUCION:

Plena carga:



a.-) Caída de voltaje de circuito del inducido

$$P_{out} = 30\ kw$$

$$I_L = \frac{P_{out}}{V} = \frac{30000}{250}$$

$$\boldsymbol{I_L = 120\ amp = I_a}$$

Entonces:

$$\varepsilon = V + I_a\, r_a + 2\Delta V = 250 + 120 * 0.1235 + 3$$

$$\boxed{\boldsymbol{\varepsilon = 267.82\ v}}$$

b.-) La caída de voltaje debido a la reacción del inducido

$$\varepsilon_0 = 275\ v$$

Sin la reacción del inducido

$$\varepsilon = 267.82\ v$$

Con la reacción del inducido

Entonces:

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_0 - \varepsilon = 275 - 267.82$$

$$\boxed{\Delta\varepsilon = 7.18\ v}$$

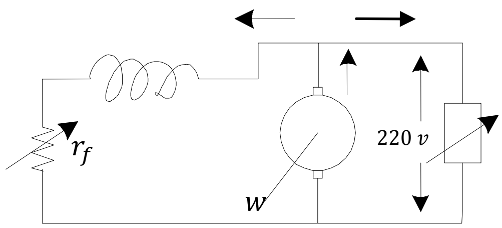
8.-) UN GENERADOR PARALELO DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:
POTENCIA ELECTROMAGNÉTICA 20 HP.
VOLTAJE EN BORNES = 220 V.
RESISTENCIA DE LA ARMADURA = 0.3Ω.
RESISTENCIA DE CAMPO DE EXCITACIÓN = 41.67Ω.

Si tiene la siguiente característica en vacío.

Ea¨[V]	50	100	150	180	228	240	265	285
If¨[A]	0.8	1.6	2.38	2.92	4	4.38	5.28	6.25

EN UN INSTANTE DADO EL GENERADOR PIERDE TODA SU CARGA, SUPONIENDO QUE V SE MANTIENE CONSTANTE. DETERMINE LA VARIACIÓN DE LA FUERZA ELECTROMOTRIZ INDUCIDA. SUPONGA QUE LA CORRIENTE DE CAMPO NO VARÍA.

SOLUCION:



Donde:

$$\boldsymbol{P_{electromagnetica} = \varepsilon\, I_a}$$

De la ecuación del generador:

$$\varepsilon = V + I_a\, r_a$$

Ahora multiplicamos a toda la ecuación por I_a :

$$I_a\, \varepsilon = V\, I_a + {I_a}^2\, r_a$$

Reemplazando valores:

$$20 * 746 = 220\, I_a + 0.3\, {I_a}^2$$

$$0.3\, {I_a}^2 + 220\, I_a - 14920 = 0$$

Resolviendo esta ecuación cuadrática tenemos:

$$I_a = \frac{-220\ \pm \sqrt{220^2 - 4 * 0.3 * (-14920)}}{2 * 0.3}$$

$$\boxed{\boldsymbol{I_a}} \to \boxed{62.5\, A}\ \checkmark \qquad \boxed{\boldsymbol{I_a}} \to \boxed{-795.83\, A}\ \times$$

Procedemos a determinar la fem:

$$\varepsilon = V + I_a\, r_a$$

$$\varepsilon = 220 + 62.5 * 0.3$$

$$\boldsymbol{\varepsilon = 238.75\, v}$$

La corriente del campo:

$$\boldsymbol{I_f = \frac{V}{r_f} = \frac{220}{41.67} = 5.28\, amp}$$

Como el voltaje terminal es constante entonces la I_f también es constante, y de la tabla en vacio tenemos:

$$\boldsymbol{I_f = 5.28\, amp} \longrightarrow \boldsymbol{\varepsilon_0 = 265\, v}$$

Entonces la variación de la fuerza electromotriz se debe a la reacción del inducido y sin la reacción del inducido, y tenemos:

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_0 - \varepsilon = 265 - 238.75$$

$$\boxed{\boldsymbol{\Delta\varepsilon = 26.25\ v}}$$

9.- CADA POLO DE UNA MAQUINA DE 4 POLOS CUBRE 16 RANURAS DEL INDUCIDO, CADA UNA DE LAS CUALES CONTIENEN 8 CONDUCTORES ACOMODADOS EN DOS CAPAS. EL INDUCIDO ES UN DEVANADO IMBRICADO SIMPLE, LA DISTANCIA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES DESDE EL EJE DEL INDUCIDO ES DE 10 PULGADAS, LA LONGITUD EFECTIVA DE CADA CONDUCTOR ES DE 20 PULGADAS, LA DENSIDAD DE FLUJO BAJO CADA POLO ES DE 50.000 LÍNEAS / PULG2
DESPRECIANDO LOS EFECTOS DE LAS EXTREMIDADES POLARES Y DE LA REACCIÓN DEL INDUCIDO
CALCULAR EL TORQUE EN LIBRAS-PIES DESARROLLADO POR ESTE INDUCIDO CUANDO LA CORRIENTE TOTAL DE ENTRADA ES DE 100 A

SOLUCION:

$$\boldsymbol{Z = 4\ polos * 16\ ranuras/polo * 8\ conductores/ranuras}$$

$$\boldsymbol{Z = 512\ conductores\ total}$$

Determinamos el valor de la constante de la maquina:

$$\boldsymbol{C = \frac{p\,Z}{60\,a}}$$

Donde:

$$\boldsymbol{a = m\,p}$$

$\boldsymbol{p = \#\ de\ polos}$
$\boldsymbol{a = \#\ de\ circuito\ en\ paralelo}$
$\boldsymbol{m = tipo\ de\ devanado\ imbricado, donde\ simple\ m = 1, doble\ m = 2\ \ldots}$

Reemplazando:

$$C = \frac{p\,Z}{60\,m\,p} = \frac{512}{60 * 1}$$

$$\boldsymbol{C = 8.53}$$

Calculando el flujo de la maquina por polo, como dato tenemos:

$$B_{por\ polo} = 50000\ lineas/pulg^2$$

$$\emptyset_{por\ polo} = B_{por\ polo}\ A_{por\ polo\ de\ un\ cilindro}$$

$$\emptyset_{por\ polo} = 50000 * \frac{2\pi r l}{p}$$

$$\emptyset_{por\ polo} = 50000 * \frac{2\pi * 10 * 20}{4}$$

$$\boldsymbol{\emptyset_{por\ polo} = 1.57 * 10^{7}\ lineas}$$

Donde: $\boldsymbol{1\,Wb = 10^{-8}\ linea}$, y calculando el torque para este inducido tenemos:

$$\boldsymbol{T = 7.04\ C\ \emptyset\ I_a}$$

$$\boldsymbol{T = 7.04 * 8.53 * 1.57 * 10^{7} * 10^{-8} * 100}$$

$$\boxed{\boldsymbol{T = 942.8\ lb - pies}}$$

10.- UN MOTOR DERIVACIÓN DE 50 HP, A PLENA CARGA 500 [V], TOMA UNA CORRIENTE DE LÍNEA DE 4.5 A EN VACÍO. LA RESISTENCIA DEL CAMPO DERIVACIÓN ES DE 250 Ω Y LA RESISTENCIA DEL INDUCIDO ES DE 0.3 Ω. LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LAS ESCOBILLAS ES DE 2 V.
LA CORRIENTE DE LÍNEA A PLENA CARGA ES DE 84 A. CALCULAR
A) LA POTENCIA DE SALIDA
B) LA EFICIENCIA PARA CUANDO CIRCULA 84 A

SOLUCION:

En operación normal:

$$\boldsymbol{50\ HP\ x\ 746\ =\ 37300\ W}$$

a.-) $\boldsymbol{En\ vacio\ \ P_{out} = 0}$

$$\boldsymbol{I_f = \frac{V}{r_f} = \frac{500}{250} = 2.0\ amp}$$

$$\boldsymbol{I_a = I_L - I_f}$$

$$\boldsymbol{I_a = 2.5\ amp}$$

$$\boldsymbol{Pent\ =\ Pout + Perdidas}$$

$$\boldsymbol{Pent\ =\ Pout + Prot + Pelect}$$

$$\boldsymbol{Pent\ =\ Prot\ +\ {I_a}^2\, r_a + {I_f}^2\, r_f + I_a\,(2\Delta V)}$$

$$\boldsymbol{500 * 4.5\ =\ Prot\ +\ 2.5^2 * 0.3 + 2^2 * 250 + 2.5 * 2}$$

$$\boldsymbol{Prot\ =\ 1243.125\ W}$$

Si no cambia la velocidad de la maquinas las pérdidas rotacionales se mantienen constantes:

A plena carga:

$$I_f = 2.0\ amp$$

$$I_a = I_L - I_f = 84 - 2$$

$$I_a = 82\ amp$$

Entonces:

$$Pent = Pout + Prot + Pelect$$

$$Pent = Pout + Prot + {I_a}^2 r_a + {I_f}^2 r_f + I_a (2\Delta V)$$

$$500 * 84 = Pout + 1243.125 + 82^2 * 0.3 + 2^2 * 250 + 82 * 2$$

$$\boxed{Pout = 37575.7\ W}$$

b.-)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$\%\eta = \frac{37575.7}{500 * 84} * 100$$

$$\boxed{\%\eta = 89.5}$$

SECCIÓN ARRANCADORES:

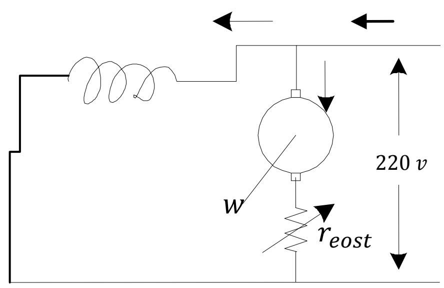
1.- UN ARRANCADOR DEBERÍA SER ESPECIFICADO PARA UN MOTOR DERIVACIÓN DE 20 HP, 220 V, EL CUAL ACCIONA UN MOTOR DE TAL INERCIA QUE UN TORQUE INICIAL DEL 150 % DEL TORQUE DE PLENA CARGA LLEVARÁ A LA MÁQUINA A PLENA VELOCIDAD EN CERCA DE 10 SEG. ASUMIR QUE LA EFICIENCIA DEL MOTOR A PLENA CARGA ES DEL 90 % Y LA R_I = 0,22 OHM INCLUYENDO LAS ESCOBILLAS Y LAS RESISTENCIAS DEL CONTACTO. SE PIDE:

A.-) CALCULAR LA RESISTENCIA TOTAL DEL ARRANCADOR.

ASUMIR QUE EL ARRANCADOR ES DEL TIPO AUTOMÁTICO Y QUE TIENE DOS TOMAS INTERMEDIAS DANDO UN CONTROL DE 3 ETAPAS.

B.-) CALCULAR LA RESISTENCIA DE LAS TOMAS INTERMEDIAS (LA VARIACIÓN DE LA CORRIENTE ESTÁ ENTRE 150 Y 100 % DURANTE EL PERÍODO DE ARRANQUE).

SOLUCION:



$$\boldsymbol{\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}}$$

$$P_{electromagnetica} = \varepsilon\, I_a$$

$$P_{out} = V\, I_a - {I_a}^2\, r_a$$

De la ecuación del motor:

$$\varepsilon = V - I_a\, r_a$$

Ahora multiplicamos a toda la ecuación por I_a :

$$I_a\, \varepsilon = V\, I_a - {I_a}^2\, r_a$$

Reemplazando valores:

$$20 * 746 = 220\, I_a - 0.22\, {I_a}^2$$

$$0.22\, {I_a}^2 - 220\, I_a + 14920 = 0$$

Resolviendo esta ecuación cuadrática tenemos:

$$I_a = \frac{220\ \pm \sqrt{220^2 - 4 * 0.22 * (14920)}}{2 * 0.22}$$

$$\boxed{\boldsymbol{I_a}} \rightarrow \boxed{73.2\, A}$$

$$\boxed{\boldsymbol{I_a}} \rightarrow \boxed{926.82\, A}$$

Para el 150% del torque a plena carga se requiere que la corriente de armadura sea del 150% de la corriente de armadura a plena carga:

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq} = 1.5\, I_a}$$

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq} = 109.8\; amp}$$

1.- En el arranque: $\boldsymbol{w = 0 \longrightarrow \varepsilon = 0}$

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq} = \frac{V - \varepsilon}{r_a + r_{ext\,total}} = \frac{220 - 0}{0.136 + r_{ext\,total}} = 109.8}$$

$$\boxed{\boldsymbol{r_{ext\,total} = 1.87\,\Omega}}$$

1″.-

$$I_a = \frac{V - \varepsilon'}{r_a + r_{ext\,total}} = \frac{220 - \varepsilon'}{0.136 + 1.87} = 73.2$$

$$\boldsymbol{\varepsilon' = 73.16\, v}$$

2.-

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq} = \frac{V - \varepsilon'}{r_a + r_{ext}'} = \frac{220 - 73.16}{0.136 + r_{ext}'} = 109.8}$$

$$\boldsymbol{r_{ext}' = 1.2}\,\Omega$$

La sección de resistencia eliminada es:

$$R1 = 1.87 - 1.2$$

$$\boldsymbol{R1 = 0.67}\,\Omega$$

2″.-

$$I_a = \frac{V - \varepsilon''}{r_a + r_{ext\,total}} = \frac{220 - \varepsilon''}{0.136 + 1.2} = 73.2$$

$$\boldsymbol{\varepsilon'' = 122.2\, v}$$

3.-

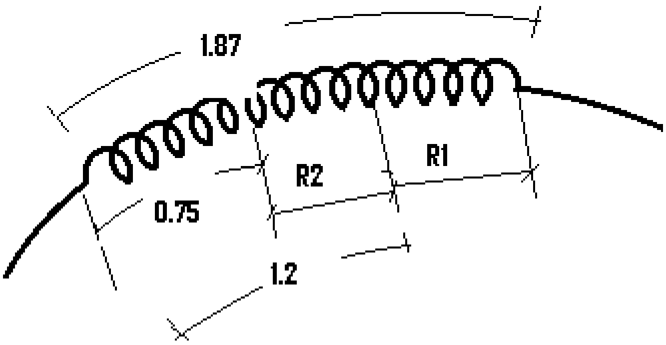
$$\boldsymbol{I_{a\,arrq} = \frac{V - \varepsilon''}{r_a + r_{ext}''} = \frac{220 - 122.2}{0.136 + r_{ext}''} = 109.8}$$

$$\boldsymbol{r_{ext}'' = 0.75}\,\Omega$$

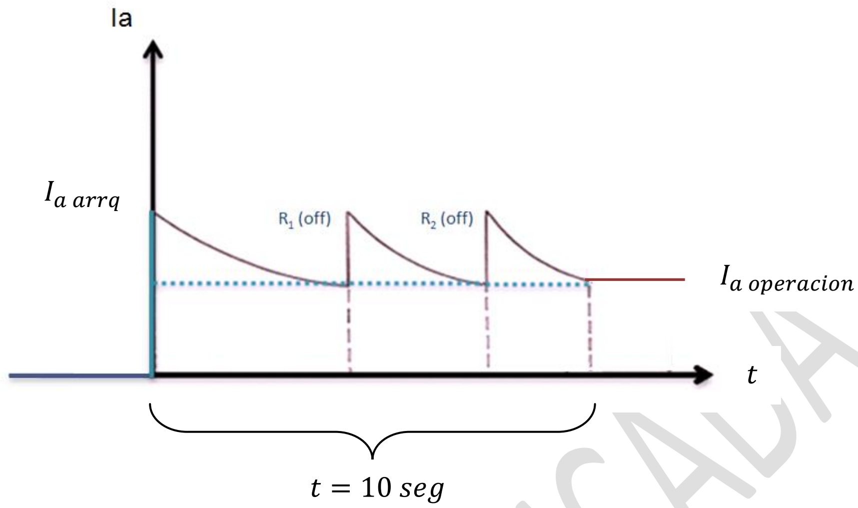
La sección de resistencia eliminada es:

$$R2 = 1.2 - 0.75$$

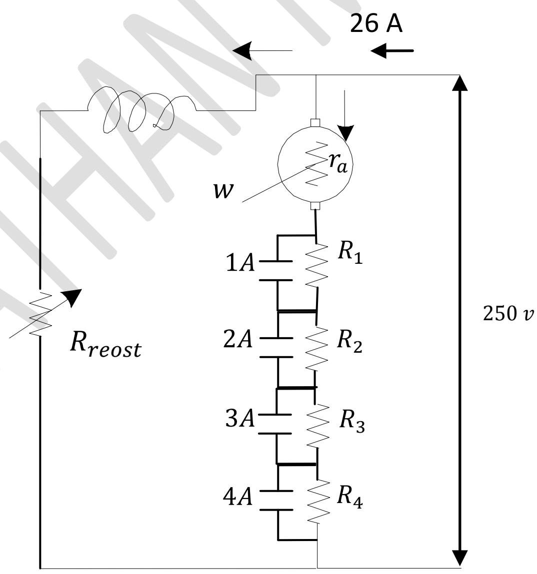
$$\boldsymbol{R2 = 0.45}\,\Omega$$



Curva:



2.- EL MOTOR DERIVACION QUE SE MUESTRA UTILIZA COMO METODO DE ARRANQUE RELES LIMITADORES DE TIEMPO Y POSEE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: P= 7.5HP; V= 250v; In= 26A; W= 1800RPM; R_A= 0.48Ω; R_F+R_{REOST}= 350Ω.



CONSIDERE QUE CADA PASO DE ACELERACION SE DA CUANDO LA CORRIENTE DEL INDUCIDO ALCANZA SU VALOR NOMINAL, ASI MISMO CONSIDERE CONSTANTE EL VALOR DE LA CORRIENTE DE CAMPO.

A.- LLENE LA SIGUIENTE TABLA PARA LIMITAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL INDUCIDO 1.54 VECES SU VALOR NOMINAL.

PASO	R_i	Corriente inicial	Corriente final	Velocidad inicial	Velocidad final
1					
2					
3					
4					

SOLUCION:

$$I_f = \frac{V}{r_f} = \frac{250}{350} = 0.714\ amp$$

$$I_a = I_L - I_f = 26 - 0.714$$

$$I_{a\ nom} = 25.29\ amp$$

La corriente de arranque seria:

$$I_{a\ arrq} = 1.54\ I_a = 1.54 * 25.29$$

$$I_{a\ arrq} = 38.94\ amp$$

En operación normal, es decir, sin los pasos de resistencias tenemos:

$$\varepsilon_{op} = V - I_a\ r_a$$

$$\varepsilon_{op} = 250 - 25.29 * 0.48$$

$$\varepsilon_{op} = 237.86\ v$$

1.- En el arranque: $w = 0 \longrightarrow \varepsilon = 0$

$$I_{a\ arrq} = \frac{V - \varepsilon}{r_a + R_{total}} = \frac{250 - 0}{0.48 + R_{total}} = 38.94$$

$$\boxed{R_{total} = 5.94\ \Omega = R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

1”.- A medida que va ganando velocidad la fuerza electromotriz va aumentando:

$$I_a = \frac{V - \varepsilon_1}{r_a + R_{total}} = \frac{250 - \varepsilon_1}{0.48 + 5.94} = 25.29$$

$$\varepsilon_1 = 87.64\ v$$

La velocidad de la maquina es directamente proporcional a la $\boldsymbol{\varepsilon}$ siempre y cuando el flujo se mantenga constante, como en este problema el voltaje terminal y la resistencia de campo no varían entonces $\boldsymbol{I_f}$ es constante por ende $\emptyset$ constante y tenemos la siguiente relación:

$$\frac{\boldsymbol{\varepsilon_1}}{\boldsymbol{\varepsilon_{op}}} = \frac{\boldsymbol{C\emptyset\, w_1}}{\boldsymbol{C\emptyset\, w_{op}}}$$

$$\frac{\mathbf{87.64}}{\mathbf{237.86}} = \frac{\boldsymbol{w_1}}{\mathbf{1800}}$$

$$\boldsymbol{w_1 = 663.21\, rpm}$$

2.-

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq}} = \frac{\boldsymbol{V - \varepsilon_1}}{\boldsymbol{r_a + r_{ext}{}'}} = \frac{\mathbf{250 - 87.64}}{\mathbf{0.48} + \boldsymbol{r_{ext}{}'}} = \mathbf{38.94}$$

$$\boldsymbol{r_{ext}{}'} = \mathbf{3.69}\,\Omega$$

La sección de resistencia eliminada es:

$$R1 = 5.94 - 3.69$$

$$\boldsymbol{R1 = 2.25}\,\Omega$$

2″.-

$$I_a = \frac{V - \varepsilon_2}{r_a + r_{ext}{}'} = \frac{250 - \varepsilon_2}{0.48 + 3.69} = 25.29$$

$$\varepsilon_2 = \mathbf{144.54}\,\boldsymbol{v}$$

Por la relación:

$$\frac{\boldsymbol{\varepsilon_2}}{\boldsymbol{\varepsilon_{op}}} = \frac{\boldsymbol{C\emptyset\, w_2}}{\boldsymbol{C\emptyset\, w_{op}}}$$

$$\frac{\mathbf{144.54}}{\mathbf{237.86}} = \frac{\boldsymbol{w_2}}{\mathbf{1800}}$$

$$\boldsymbol{w_2 = 1093.81\, rpm}$$

3.-

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq}} = \frac{\boldsymbol{V - \varepsilon_2}}{\boldsymbol{r_a + r_{ext}{}''}} = \frac{\mathbf{250 - 144.54}}{\mathbf{0.48} + \boldsymbol{r_{ext}{}''}} = \mathbf{38.94}$$

$$r_{ext}'' = \mathbf{2.23}\,\Omega$$

La sección de resistencia eliminada es:

$$R2 = 3.69 - 2.23$$

$$\boldsymbol{R2 = 1.46}\,\Omega$$

3''.-

$$I_a = \frac{V - \varepsilon_3}{r_a + r_{ext}'} = \frac{250 - \varepsilon_3}{0.48 + 2.23} = 25.29$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_3 = 181.46\, v}$$

Por la relación:

$$\frac{\boldsymbol{\varepsilon_3}}{\boldsymbol{\varepsilon_{op}}} = \frac{\boldsymbol{C\emptyset\, w_3}}{\boldsymbol{C\emptyset\, w_{op}}}$$

$$\frac{\mathbf{181.46}}{\mathbf{237.86}} = \frac{\boldsymbol{w_3}}{\mathbf{1800}}$$

$$\boldsymbol{w_3 = 1373.22\, rpm}$$

4.-

$$\boldsymbol{I_{a\,arrq} = \frac{V - \varepsilon_3}{r_a + r_{ext}'''} = \frac{250 - 181.46}{0.48 + r_{ext}'''} = 38.94}$$

$$\boldsymbol{r_{ext}''' = 1.28}\,\Omega$$

La sección de resistencia eliminada es:

$$R3 = 2.23 - 1.28$$

$$\boldsymbol{R3 = 0.95}\,\Omega$$

4''.-

$$I_a = \frac{V - \varepsilon_4}{r_a + r_{ext}'} = \frac{250 - \varepsilon_4}{0.48 + 1.28} = 25.29$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_4 = 205.49\, v}$$

Por la relación:

$$\frac{\boldsymbol{\varepsilon_4}}{\boldsymbol{\varepsilon_{op}}} = \frac{\boldsymbol{C\emptyset\, w_4}}{\boldsymbol{C\emptyset\, w_{op}}}$$

$$\frac{\mathbf{205.49}}{\mathbf{237.86}} = \frac{\boldsymbol{w_4}}{\mathbf{1800}}$$

$$w_4 = 1555.04\, rpm$$

5.-

$$I_{a\, arrq} = \frac{V - \varepsilon_4}{r_a + r_{ext}''''} = \frac{250 - 205.49}{0.48 + r_{ext}''''} = 38.94$$

$$r_{ext}''' = 0.66\, \Omega$$

La sección de resistencia eliminada es:

$$R4 = 1.28 - 0.66$$

$$R4 = 0.62\, \Omega$$

Tabla llenada con los valores determinados:

PASO	R_i	Corriente inicial	Corriente final	Velocidad inicial	Velocidad final
1	2.25	38.94	25.29	0	663.21
2	1.46	38.94	25.29	663.21	1093.81
3	0.95	38.94	25.29	1093.81	1373.22
4	0.62	38.94	25.29	1373.22	1555.04

GENERADORES EN PARALELO:

1.-LOS INDUCIDOS DE DOS GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA SEPARADAMENTE EXCITADO DE 200V, 150KW; A Y B SON CONECTADOS EN PARALELO PARA ALIMENTAR UNA CARGA COMÚN. LAS FUERZAS ELECTROMOTRICES EN VACÍO DE LOS DOS GENERADORES SON 210V Y 200V RESPECTIVAMENTE Y SUS RESISTENCIAS DE INDUCIDOS SON 0,12 Ω Y 0,10 Ω RESPECTIVAMENTE. SUS CARACTERÍSTICA EXTERNA PUEDE SER CONSIDERADA LINEAL, Y EL PORCENTAJE DE CAÍDA EN LA FUERZA ELECTROMOTRIZ GENERADA A PLENA CARGA DEBIDA A LA REACCIÓN DEL INDUCIDO Y CAMBIO EN LA VELOCIDAD ES 6% PARA A Y 5% PARA B.

CALCULE: **EL VOLTAJE DE INDUCIDO COMÚN DE CADA GENERADOR CUANDO ELLOS REPARTEN UNA CARGA DE 120A (DESPRECIE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LAS ESCOBILLAS).**

2.- SE TIENE 2 GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA TIPO DERIVACIÓN G1 Y G2 CUYOS VALORES NOMINALES SON 100KW Y 150KW A 110V.

LA CARACTERÍSTICA EXTERNA PUEDE SER CONSIDERADA COMO UNA LÍNEA RECTA SIN INCURRIR EN ERROR.

LA CAÍDA DE TENSIÓN ES DE 10V PARA G1 Y DE 20V PARA G2 CUANDO FUNCIONA CON CARGA NOMINAL.

CALCULAR: **LA F.E.M. INDUCIDA CUANDO OPERAN EN PARALELO ALIMENTANDO A 120V UNA CARGA DE 2000A, LA CUAL ES REPARTIDA ENTRE ELLOS DE ACUERDO EN PROPORCIÓN A SUS NOMINALES.**

4.- UNA LÍNEA DE 220 [V] LE HACE LLEGAR UNA CORRIENTE DIRECTA A UN MOTOR DERIVACIÓN CON INTERPOLOS QUE MANTIENE UN TORQUE CONSTANTE A 1200 RPM. LA CORRIENTE EN LA ARMADURA ES DE 30 [A] Y SU RESISTENCIA ES DE 0.2 [W]. CUANDO SE AGREGA UNA RESISTENCIA EN SERIE DE 0.35 [W] EN LA ARMADURA LA CORRIENTE DE CAMPO SUAVEMENTE SE REDUCE, PERO LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN SIGUE SIENDO DE 1200 RPM.

a) CALCULAR EL VALOR DE LA CORRIENTE NUEVA EN LA ARMADURA.

b) CALCULAR LA RELACIÓN ENTRE LOS FLUJOS, CUANDO ESTÁ EN SERIE LA RESISTENCIA Y CUANDO NO LO ESTÁ.