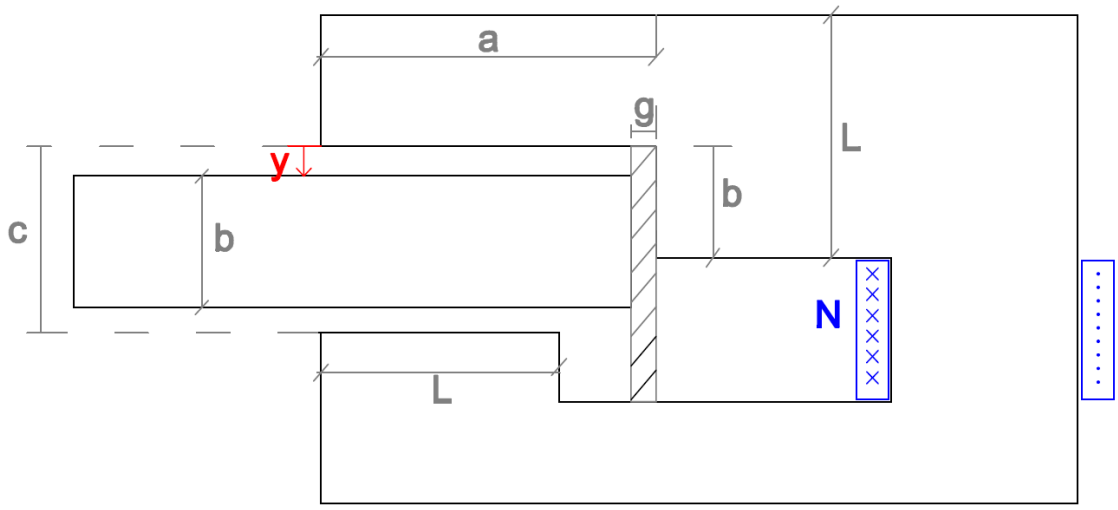
INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA
Curso de Máquinas Eléctricas (5602) – Parcial N°1 – 15 de octubre de 2020.

Problema No. 1 (50%)

Se tiene el dispositivo de la figura. Se trata de un electro imán cuya sección se detalla en el dibujo y profundidad ***D***. Dicho dispositivo tiene un vástago que sólo podrá moverse según la dirección vertical ***y***, dado que tiene un tope de bronce de ancho **g** en la dirección horizontal. La excitación es proporcionada por una bobina de **N** vueltas por la que circula una corriente ***I.*** Las dimensiones se presentan en el esquema a continuación:



Hipótesis:

- Suponer infinita la permeabilidad del hierro
- Los entrehierros son muy pequeños en comparación con el resto de las dimensiones.
- a-g > L

Se pide:

1) Determinar el modelo equivalente correspondiente al circuito magnético, con la expresión de todas las reluctancias relevantes. (50%)

2) Determinar la expresión de la autoinductancia L(y) del dispositivo. (10%)

3) Si el vástago se encuentra en la posición y = 0:
   a) Determinar la expresión de la fuerza magnética sobre el mismo. (20%)
   b) Determinar qué dirección tendrá dicha fuerza. Justifique su respuesta. (20%)

INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA
Curso de Máquinas Eléctricas (5602) – Parcial N°1 – 15 de octubre de 2020.

Problema No. 2 (50%)

Se desea alimentar desde una red trifásica de 440V, 50 Hz una carga monofásica resistiva pura de 3 Ω correspondiente a un horno eléctrico, de forma que la potencia disipada sea lo más cercana posible a 33 kW.

Para esto se cuenta con dos transformadores monofásicos con las siguientes características:

T1: 460/400V 50 Hz 50 kVA

Con el transformador en vacío y alimentado a 50 Hz se relevó la siguiente curva:

V (V/Vn)	Io (%In)
1,05	2,15
1,00	1,08
0,95	0,95
0,9	0,9

En todos los puntos la potencia activa medida fue despreciable.

Zcc (%) = 4%
Pérdidas de cortocircuito en condiciones nominales: 640W

T2: 440/200V 50 Hz 27 kVA

Ensayo de vacío: 200 V 6A 200W
Ensayo de cortocircuito: 10V 100A 1000W (a nivel 200V)

Se pide:

1) Determinar el modelo completo de cada transformador. Tomar como tensión de trabajo para los primarios igual a 440V. (30%)

2) Determinar cómo conectar los transformadores para alimentar el horno eléctrico, de forma que éste entregue una potencia de 33 kW +- 5%. En esta parte se deberá indicar el valor de la tensión sobre la resistencia de carga. (30%)

3) Determinar si el montaje tiene capacidad para alimentar el horno en caso de sustituirse la resistencia de 3 Ω por una de 2,5 Ω. (30%)

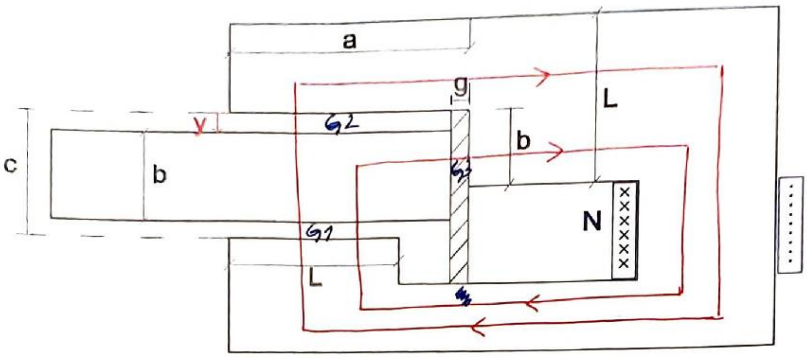
4) Para el valor de máxima corriente que puede suministrar el montaje propuesto, determinar el rendimiento. (10%)

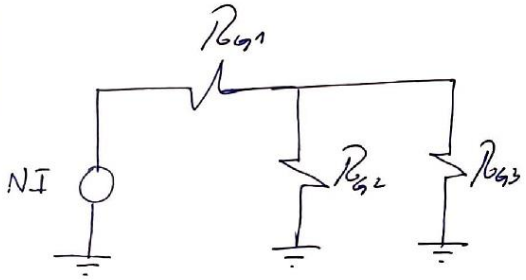
INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA
Curso de Máquinas Eléctricas (5602) – Parcial N°1 – 15 de octubre de 2020.

Solución

Problema No. 1 (50%)

1)





$$\mathcal{R}_{G1} = \frac{c-(y+b)}{\mu_0 L D}$$

$$\mathcal{R}_{G2} = \frac{y}{\mu_0 D (a-g)}$$

$$\mathcal{R}_{G3} = \frac{g}{\mu_0 D (b-y)}$$

$$\Rightarrow \mathcal{R} = \mathcal{R}_{G1} + \mathcal{R}_{G2} /\!/ \mathcal{R}_{G3}.$$

2)

$$\Rightarrow \mathcal{R} = \frac{c-(y+b)}{\mu_0 L D} + \frac{yg}{g\mu_0 D(a-g) + \mu_0 D(b-y)y}$$

$$= \frac{1}{\mu_0 D L}\left[\frac{(c-(y+b))(g(a-g)+y(b-y)) + yLg}{g(a-g)+y(b-y)}\right]$$

$$= \frac{1}{\mu_0 D L}\,\frac{y^3 + y^2(b-c) + y(Lg - g(a-g) + b(c-b)) + g(a-g)(c-b)}{-y^2 + yb + g(a-g)}$$

$$\Rightarrow \boxed{L(y) = \frac{\mu_0 L D N^2 \left(-y^2 + by + g(a-y)\right)}{y^3 - cy^2 + y\left(Lg - g(a-y) + b(c-b)\right) + g(a-y)(c-b)}}$$

3)

$$\bar{F}(y) = \frac{I^2}{2}\frac{\partial L(y)}{\partial y} \quad \text{Objetivo: } F(0) \circledast$$

$$\Rightarrow \bar{F}(0) = \frac{\mu_0 D L N^2 I^2}{2}\left(\frac{b\,g(a-g)(c-b) - g(a-g)\left(Lg - g(a-g)\right)}{\left(g(a-g)(c-b)\right)^2}\right)$$

$\circledast$ los términos que dependen de y no aportan.

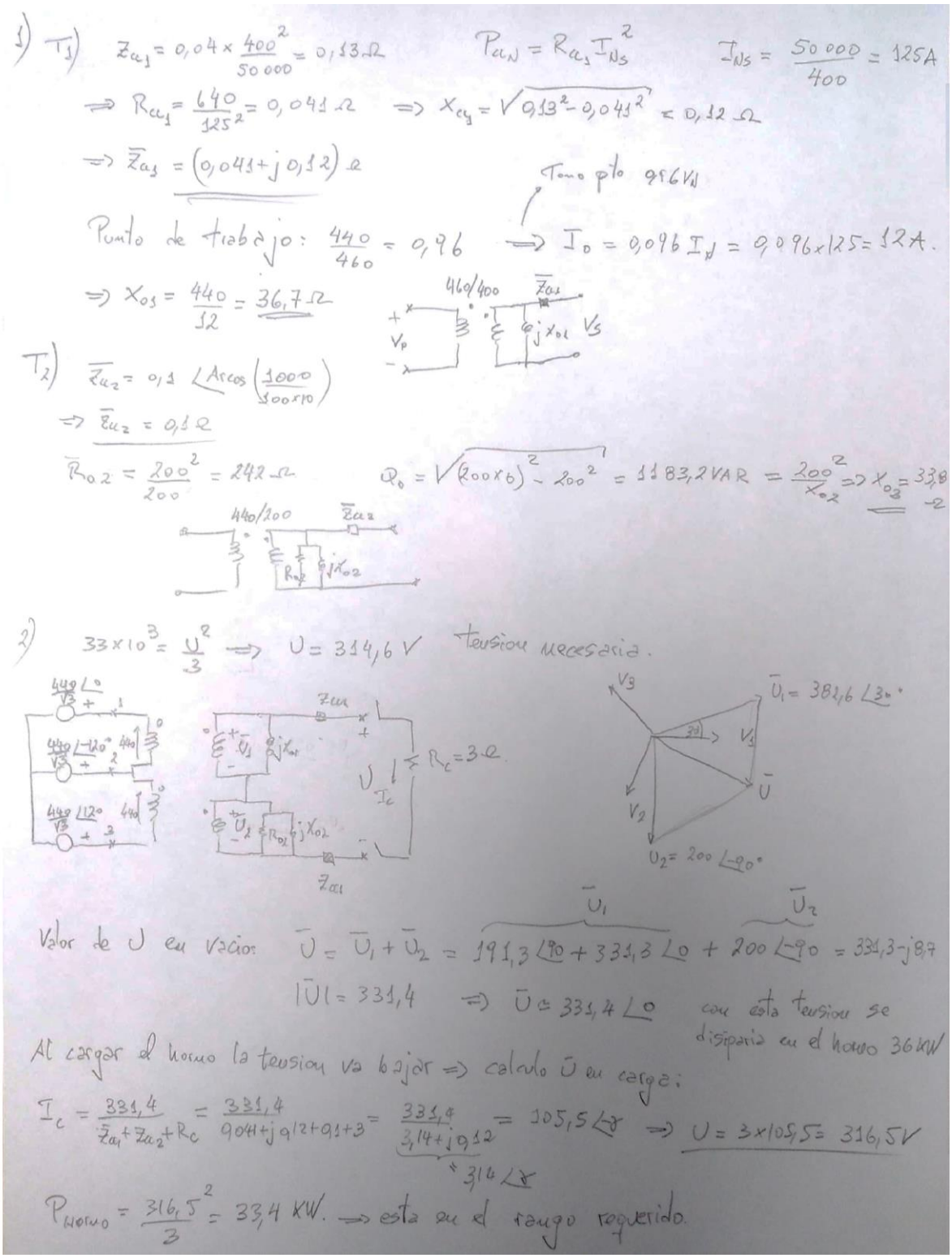
$$\Rightarrow F(0) = \frac{\mu_0 D N^2 I^2 L}{2} \cdot \frac{-\left(Lg - g(a-g)\right)}{g(a-g)(c-b)^2} =$$

$$\boxed{F(0) = \frac{\mu_0 D N^2 I^2 L}{2}\,\frac{a-g-L}{(a-g)(c-b)^2}}$$

$\Rightarrow$ Tiende a moverse en el sentido de g positivo.

INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA
Curso de Máquinas Eléctricas (5602) – Parcial N°1 – 15 de octubre de 2020.

Problema No. 2 (50%)



3) $R_C = 2,5\ \Omega \Rightarrow I_L = \frac{331,4}{\underbrace{2,64+j0,1}_{2,64\angle 2^\circ}} = 125,5\ A.$

$I_{N_1} = 125\ A$

$I_{N_2} = \frac{27 \times 10^3}{200} = 135\ A.$

El transformador 2 esta a tension nominal y lejos del valor de su corriente nominal por tanto no es una limitante

El transformador 1 No tiene perdidas de vacio apreciables y esta a una corriente 0,4% superior a la corriente nominal $\Rightarrow$ esta al limite de su funcionamiento.

4) $I_{max} = 125\ A$

$$\eta = \frac{2,5 \times 125^2}{2,5 \times 125^2 + 0,04 \times 125^2 + 0,1 \times 125^2 + 200} = \frac{39062,5}{41450} = 0,94$$

$\Rightarrow \eta = 94\%$