$$\boxed{f = \frac{pN}{60} \Rightarrow N = \frac{60f}{p}}$$

λ $U = \sqrt{3}V$

$I = J$ $I_0 = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + I_3$ la suma resultante tiene q valer cero porque esta equilibrado las fuerzas electromotrices

Δ $U = V$ $\Sigma e = e_1 + e_2 + e_3 = 0.$

$I = \sqrt{3}J.$

S_f = poten aparente por fase

- λ $S_f = VJ = \frac{U}{\sqrt{3}} I$
- Δ $S_f = V \cdot J = U \frac{I}{\sqrt{3}}$

$S = 3S_f$ potencia aparal. trifasica.

- λ $S = \frac{3UI}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}UI$
- Δ $S = \frac{3UI}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \cdot UI$

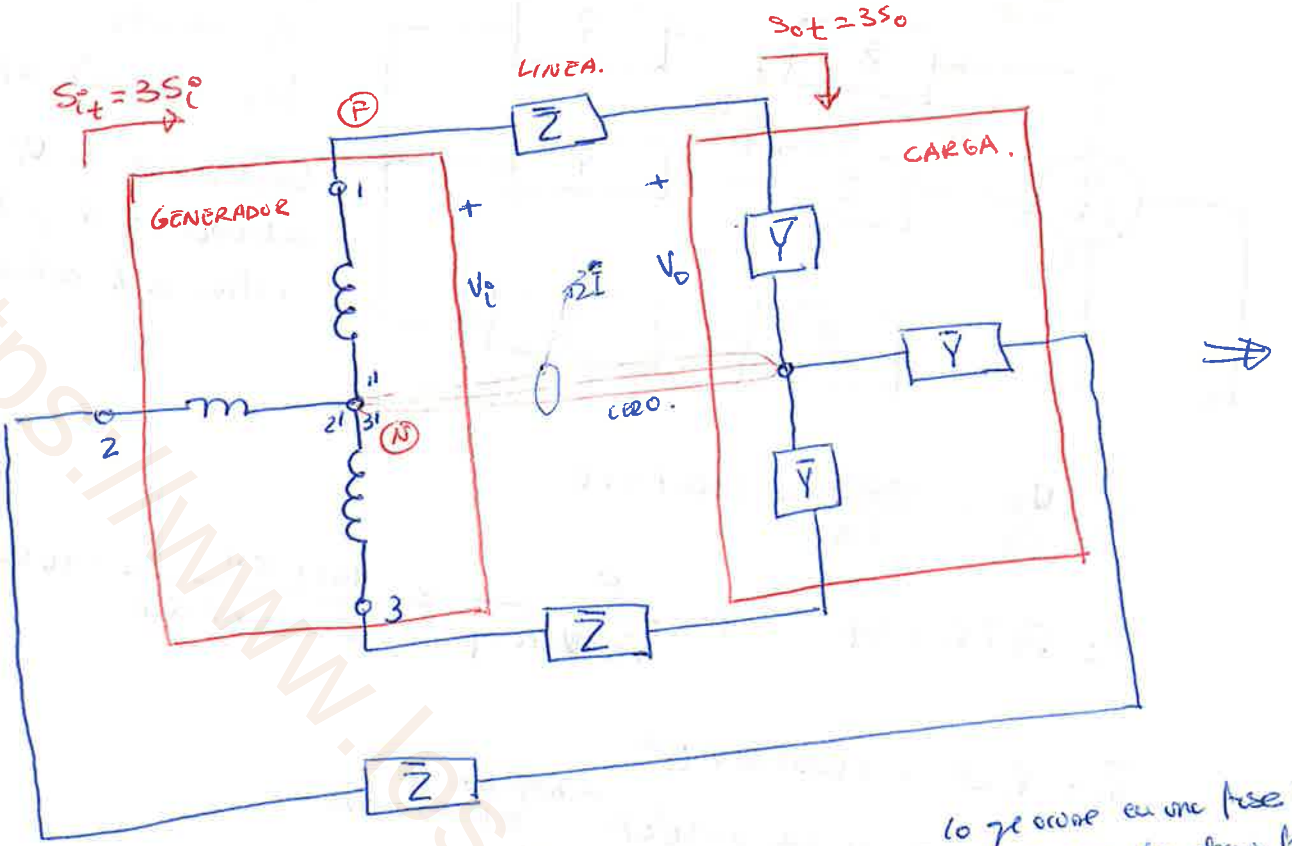
P_f potencia activa por fase. $= VJ\cos\varphi \rightarrow P = 3P_f = 3\frac{UI}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}UI\cos\varphi$

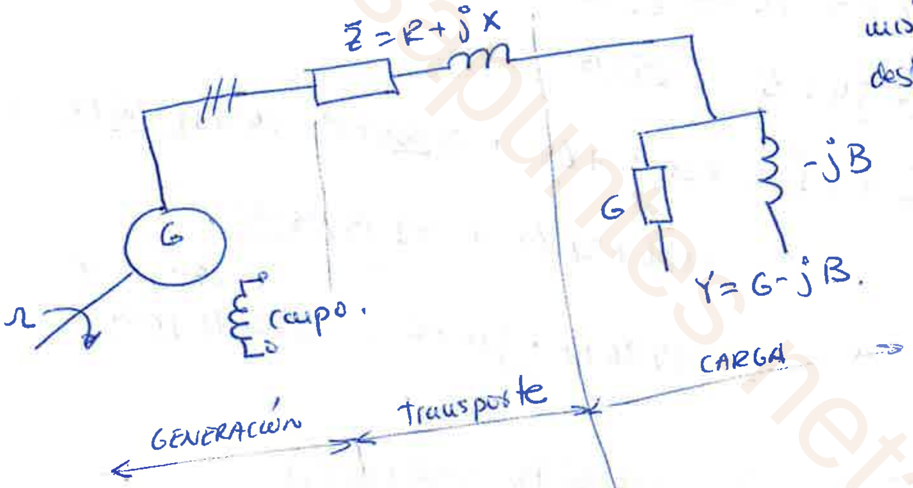
Q_f potencia reactiva por fase $= VJ\sin\varphi \rightarrow Q = 3Q_f = \frac{3UI}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}UI\sin\varphi$

Generador trifasico bipolar
- $p=1$ (un par de polo) $\theta_e = \theta_m$
- $q=3$ (3 fases) $w = \Omega$

" " tetrapolar
- $p=2$ $\theta_e = 2\theta_m$
- $q=3$ $w = 2\Omega.$

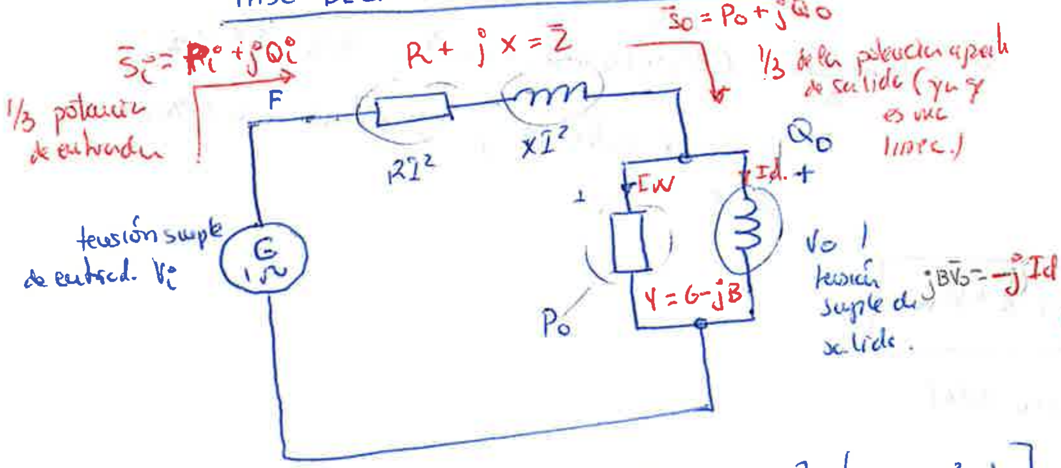
Analisis de un circuito ~~monof~~ trifásico equilibrado mediante un circuito monofásico equivalente.

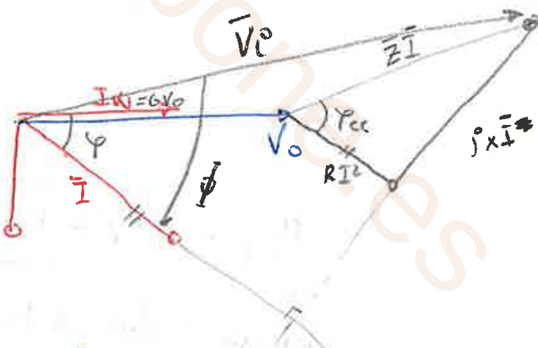




lo que ocurre en una fase es lo mismo para las demás fases pero desplazado 120° uno del otro.

FASE DE LA PRIMERA MAQUINA Y NEUTRO.





$$\bar{S}_o = P_o + jQ_o = \left[I_W^2 \cdot \frac{1}{G}\right] + j\left[I_d^2 \cdot \frac{1}{B}\right] = \left[(G \cdot V_o)^2 \cdot \frac{1}{G}\right] + j\left[(B \cdot V_o)^2 \cdot \frac{1}{B}\right] =$$

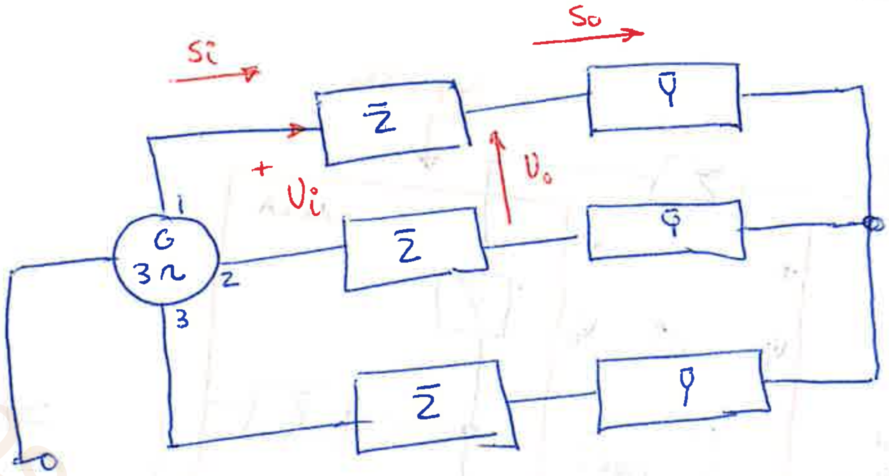
$$= (V_o^2 G) + j(V_o^2 B) = S\cos\varphi + jS\sin\varphi.$$

carga línea

$$\boxed{P_i^o = P_o + RI^2}$$ de la resistencia

$$\boxed{Q_i^o = Q_o + XI^2}$$ de la bobina.

Analisis de un circuito trifasico equilibrado mediante un circuito monofasico equivalente.



$\bar{Z} = 3 + j4\ \Omega$

$U_o = 50KV$

$P_o = 1000KV$

fdp = cos φ = 0'8 inductivo

Determinar la U_i en la entrada y la potencia activa en la entrada.

$$V_o = \frac{U_o}{\sqrt{3}} = \frac{50000}{\sqrt{3}} = 28867'51 V$$

$$P = \sqrt{3}\, I\, V_o \cos\varphi \qquad I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_o \cos\varphi} = \frac{1000\ KV}{\sqrt{3} \cdot 50KV \cdot 0'8} = 14'43A$$

$$\bar{V}_o = V_o \angle 0^\circ = 28867'51 V \angle 0^\circ$$

$$\bar{I} = I \angle \varphi = 14'43 \angle -36'87^\circ$$ es negativo al ser inductivo.

$$\bar{Z} = 3 + j4 = 5 \angle 55'13^\circ$$

$$V_i = \bar{V}_o + \bar{Z}\bar{I} = 28867'51 \angle 0^\circ + 5 \angle 53'13^\circ \cdot 14'43 \angle -36'87 =$$

$$= 28867'51 \angle 0^\circ + \underbrace{72'15 \angle 16'26^\circ}_{69'26 + j20'20.}$$

$$= 28936'77 + j20'20 = 28936'78 \angle 0'04^\circ$$

$$U_i = \sqrt{3}\, V_i = \sqrt{3} \cdot 28936'78 = \boxed{50120V.}$$

potencia activa de la entrada.

$$P_i = P_o + RI^2 \qquad P_i = \frac{1000KV}{3} + \overset{R}{(3)} \cdot (14'43)^2 \cdot 10^{-3} = 333'96\ KW$$

se divide entre 3 porque estamos analizando una fase.

$$P_{it} = 3P_i = \boxed{1001'87KW}$$

potencia activa trifasica total

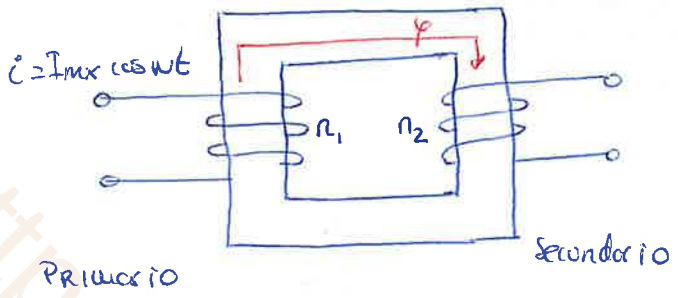
Teoria para poder resolver los problemas: Fuerza de electromotriz de transformación:

$\varphi =$ el flujo cambia de sentido a 50 ciclos por segundo.

$w = 2\pi f = 100\pi$

$f = 50Hz$

TRANSFORMADOR



Sobre un nucleo ferromagnetico colocamos un debancado y circula una corriente $I = I_{mx} \cos wt$

$i = I\sqrt{2} \cos wt = I_{mx} \cos wt$

$$B = \mu H = \mu \frac{n_1 i}{\ell} = \underbrace{\left\{\mu \frac{n_1}{\ell}\right\} I_{mx}}_{B_{mx}} \cos wt$$

$= B_{mx} \cos wt$

$$B_{mx} = \frac{\mu\, n_1\, I_{mx}}{\ell}.$$

$\overset{\text{flujo}}{\varphi} = BS$

$$e = -n_2 \frac{d}{dt}\varphi$$

$$e = -n_2 \frac{d}{dt} B_{mx} S \cdot \cos wt$$

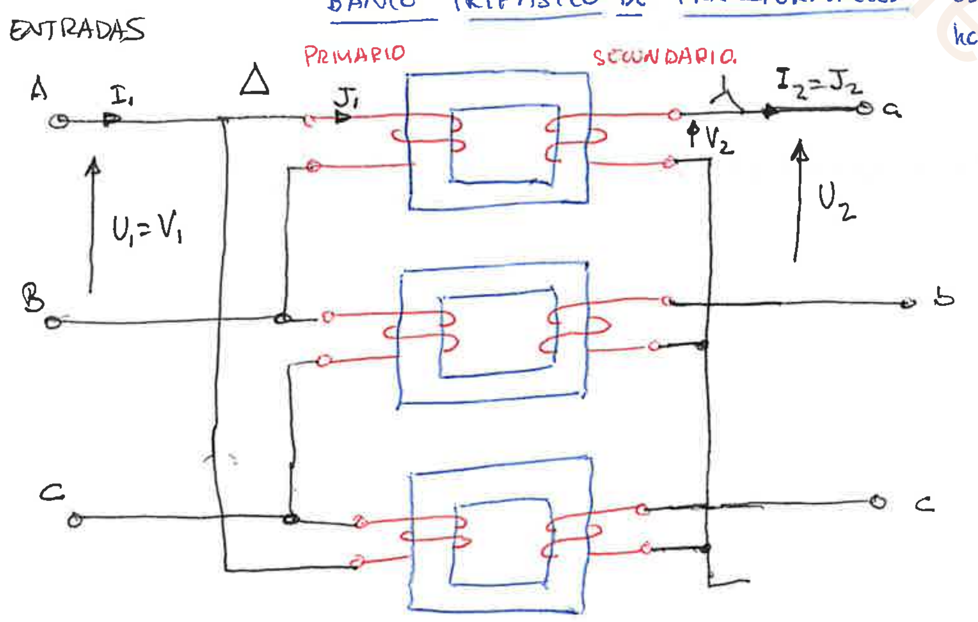
$$e = \underbrace{(n_2 B_{mx} \cdot w \cdot S)}_{E_{mx}} \operatorname{sen} wt$$

$$E_{mx} = n_2 \underbrace{B_{mx} w S}_{\phi}$$

$$\left[E = \frac{E_{mx}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} n_2 \underbrace{(B_{mx} S)}_{\phi_{mx}} \cdot f = \boxed{4'44\, n_2 \phi_{mx} f} \right]$$

TRANSFORMACION TRIFASICA. es aquella que va ha transformar un sist. equilibrado de tensiones en otro sistema equilibrado de tensiones

BANCO TRIFASICO DE TRANSFORMACIÓN esta son las tres fases y puedo hacer la conexión que desee.



$$\overset{\text{relación de n° de espiras.}}{K} = \frac{n_1}{n_2}$$

los demas fases son iguales pero desfasadas.

PROBLEMA

PARKER 7.105

Calcular las componentes activas y reactivas de la corriente en alterna en conexión λ

fdp = 0'8 = cos φ (inductivo) (si no se dice nada es inductivo y se le pone el signo −)

U = 10.000V (valor de tensión compuesta si no se dice nada. U = 10KV

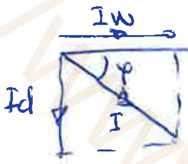
P = 5000 KV fdp = 0'9 = cos φ' P = 5MV.

calcular Iw? Id?

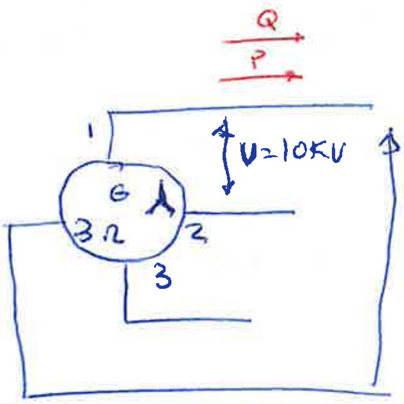
— ∪ —

$P = \sqrt{3}\, U I \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot U\, I_W \Rightarrow$

$I_W = I \cos\varphi$



$V = \frac{U}{\sqrt{3}} = 5773V$



$V = \frac{U}{\sqrt{3}} = 5773V$

$\Rightarrow \boxed{I_W = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{5 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 10^4} = 288'68\ A}$

corriente wattada.

$\cos\varphi = 0'8 \Rightarrow \varphi = 36'8 \qquad tg\, 36'8 = 0'75$

$tg\, \varphi = 0'75 = \frac{I_d}{I_W} \qquad \boxed{I_d = (0'75)(288'68) = 216'51 A}$

corriente desvatada.

las corriente total $\bar{I} = I_W - j I_d = \sqrt{I_W^2 + I_d^2} = \angle \varphi = -36'87^0$

$\boxed{\bar{I} = 360'85 \angle -36'87^0}$

$I' = I$

$\boxed{P' = \sqrt{3}\, U I' \cos\varphi' = \sqrt{3}(10.000)(360'85)(0'9) = 5625'06\ KW}$

PROBLEMA

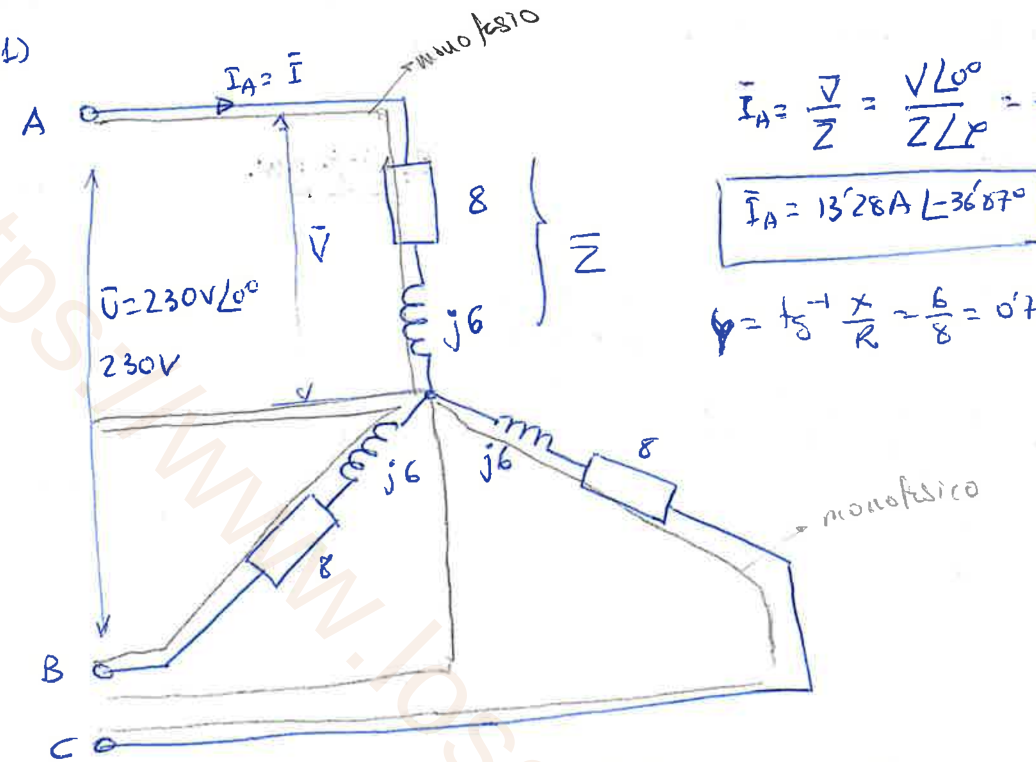
Parker 7.106: Una carga equivalente conectada en λ con valor $\bar{Z} = 8 + j6 (\Omega)$

$U = 230 V$

HALLAR [133A, 0'8, 4250 W, 3180 VAR, 5280 VA, ~~3250 VA~~]?

I_A ↑ fdp ↑ Pactiva ↑ φ reactiva ↑ reactiva ↑ S potencia total.

(1)



$$\bar{I}_A = \frac{\bar{V}}{\bar{Z}} = \frac{V\angle 0^\circ}{Z\angle\varphi} = \frac{\frac{230}{\sqrt{3}}}{10\angle 36'87^\circ} = 13'28 A \angle -36'87^\circ$$

$$\boxed{\bar{I}_A = 13'28 A \angle -36'87^\circ}$$ corriente I_A por la entrada A.

$$\varphi = tg^{-1}\frac{x}{R} = \frac{6}{8} = 0'75$$

$$\boxed{fdp = \cos\varphi = \cos(-36'87) = 0'8}$$ factor de potencia

$$\boxed{P = \sqrt{3} \cdot U I \cos\varphi = \sqrt{3}(230)(13'28) \cdot 0'8 = 4232 W}$$ Potencia activa.

$$\bar{S} = 3\bar{V}\bar{I}^* = P + jQ \qquad sen 36'87 = 0'6$$

$$\boxed{Q = \sqrt{3} \cdot U I \, sen\varphi = \sqrt{3}(230)(13'28)(0'6) = 3174'23 VARS}$$ Potencia reactiva.

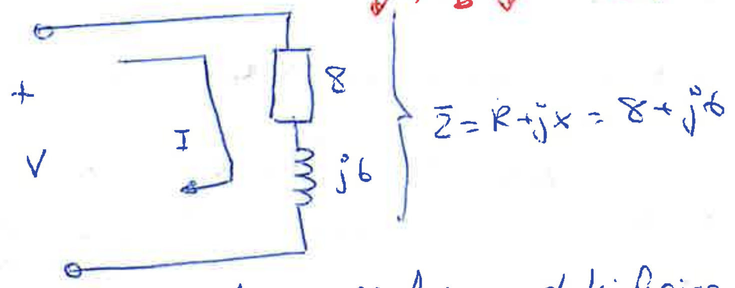
$$\boxed{S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 5290'14 VA}$$

potencia total.

Hemos analizado una fase que es la entrada por A. (se analiza independiente ya que las demas son iguales pero desfasadas.

monofasico equivalente del circuito (1) es

$P_f = \frac{P}{3}$ $Q_f = \frac{P}{3}$ $S_f = \frac{S}{3} = \frac{\sqrt{P^2+Q^2}}{3}$



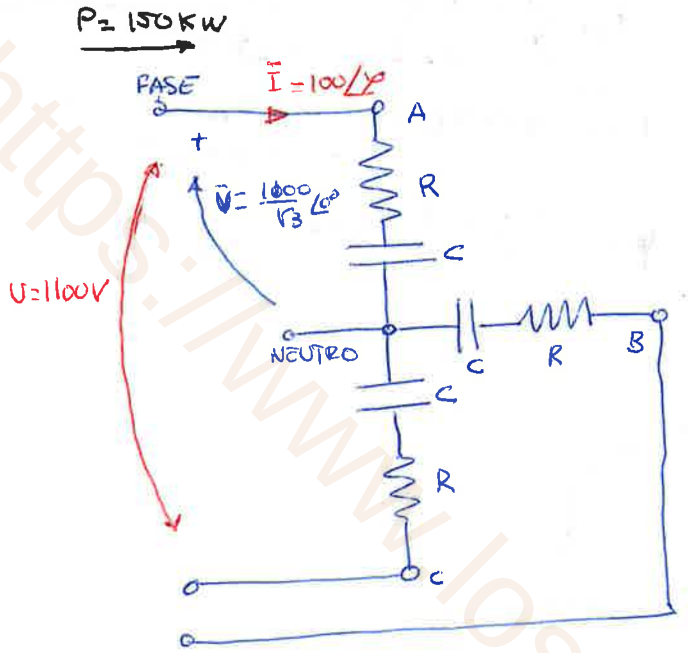
$\bar{Z} = R + jx = 8 + j6$

con las tres monofasico se forma el trifasico

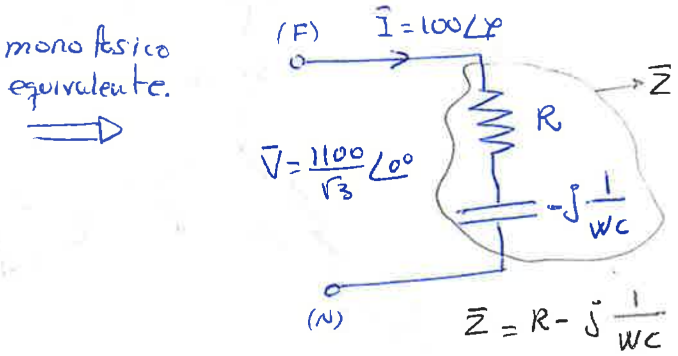
PROBLEMA PARKER 7.107. Una carga trifasica equilibrada conectada en $\curlywedge$ de 150KW tiene una corriente de adelanto de $100 \overset{A}{\angle\varphi} = I$ con una tensión de fase U=1100V f=50Hz. Hallar la cte del circuito de carga por fase (es decir R y la C) solución [R=5Ω c=810μF]

$$\left\{\begin{array}{l} f=50Hz \\ I=100A\angle\varphi \\ U=1100V \\ P=150KW \end{array}\right.$$

R=? C=?



$P_f = \frac{150}{3}$ KW.



$$\bar{Z} = R - j\frac{1}{wC}$$

$$\boxed{\bar{Z} = R - jX_c}$$

Existen dos formas para calcular el factor de potencia φ:

a) J=I ya que es conexión $\curlywedge$ $P_f = VJ\cos\varphi = VI\cos\varphi$

$$\frac{150}{3}\cdot 10^3 = \frac{1100\sqrt{}}{3}(100)\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 0'79$$

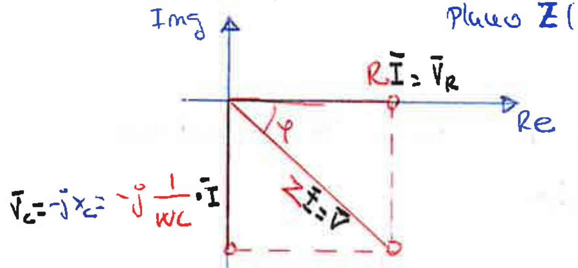
$$\boxed{fdp = 0'79}$$

b) $P=\sqrt{3}\,UI\cos\varphi$

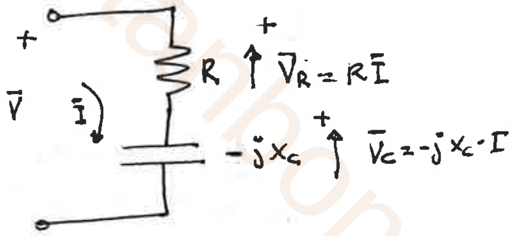
$150\cdot 10^3 = \sqrt{3}\cdot(1100)(100)\cos\varphi$

$\cos\varphi = 0'79$ $\boxed{fdp=0'79.}$ $= \varphi = 0'787 \simeq 0'79$

Representación grafica de los elementos R y C.



Si lo multiplico por $\bar{I}$ ⇒ sale un triangulo de tensiones (lo señalado en negro)



$$\bar{Z} = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = \frac{V\angle 0°}{I\angle\varphi} = \frac{V}{I}\angle-\varphi = Z\angle-\varphi = Z\cos\varphi - jZ\sin\varphi = R - jX_c$$

$\bar{Z} = \frac{\frac{1100}{\sqrt{3}}}{100}\angle-\varphi = \frac{1100}{\sqrt{3}\cdot 100}\angle-38'07° \Rightarrow \bar{Z} = 6'35\angle-38'07°$ lo paso a la forma binomica $\bar{Z} = \overset{R}{\overbrace{5'00}} - j\overset{x_c}{\overbrace{3'92}}(\Omega)$

entonces $\boxed{R=5\Omega}$ y $x_c = 3'92\,\Omega$ para calcular la C ; $x_c = \frac{1}{wC} = \frac{1}{2\pi f\cdot C}$

$x_c = \frac{1}{2\pi f\cdot C} \Rightarrow 3'92 = \frac{1}{2\pi 50\cdot C}$ $C = 8'12\cdot 10^{-4}$ faradio para pasarlo a μF lo multiplico por 10^6 $\boxed{C = 812\,\mu F}$

Problema: Parker 7.48.

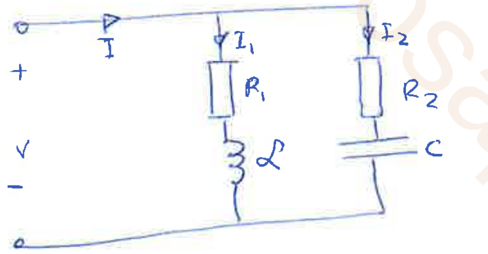
Dos circuitos en paralelo constan, respectivamente de I) una bobina de resistencia 20Ω e inductancia 0'07H, y II) un condensador de capacidad 60μF en serie con una resistencia de 50Ω. Calcular la corriente de alimentación y el factor de potencia del dispositivo cuando se conecta a través de una fuente de 200V, 50 c/s $\overset{\circ}{\text{Hz}}$. [Solución 7,05A, 0'907 en retardo]

—∘—

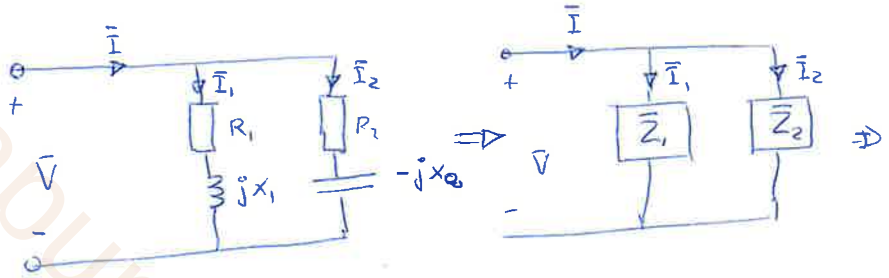
RAMA I $\left\{ \begin{array}{l} R_1 = 20\Omega \\ \mathcal{L} = 0'07H \rightarrow \text{para pasarlo a } \Omega \end{array} \right.$ $X_1 = 2\pi f \mathcal{L} = 2\pi(50)\cdot(0'07) = 22\,\Omega \Big\}\ \bar{Z}_1 = 20 + j\,22\ (\Omega)$

RAMA II $\left\{ \begin{array}{l} C = 60\mu F \rightarrow \text{para pasarlo a } \Omega \\ R_2 = 50\,\Omega \end{array} \right.$ $X_2 = \dfrac{1}{wC} = \dfrac{1\cdot 10^6}{2\pi f\cdot 60} = 53'05\,\Omega \ \Big\{\ \bar{Z}_2 = 50 - j53'05\,(\Omega)$

CIRCUITO para cualquier tipo de señal.



CIRCUITO PARA REGIMEN SENOIDAL.



$\Rightarrow V = 200V$ $\qquad \bar{Z}_1 = 20 + j22\ (\Omega)$ $\left\{ \bar{Z}_{eq} = \dfrac{\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} \right.$ en forma polar. $\left\{ \begin{array}{l} \bar{Z}_1 = 29'73 \angle 47'73^\circ \\ \bar{Z}_2 = 72'90 \angle -46'70^\circ \end{array} \right.$

$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$ $\qquad \bar{Z}_2 = 50 - j53'05\ (\Omega)$

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{V}}{\bar{Z}_1} = \frac{V\angle 0^\circ}{Z_1\angle \varphi_1} = \frac{200\angle 0^\circ}{29'73\angle 47'73} = 6'73\angle -47'73 = 4'52 - j\,4'98$$

$\left\{ \begin{array}{l} R = 6'73 \cdot \cos 47'73 = 4'52 \\ X = 6'73 \cdot \text{sen}\, 47'73 = 4'98 \end{array} \right.$

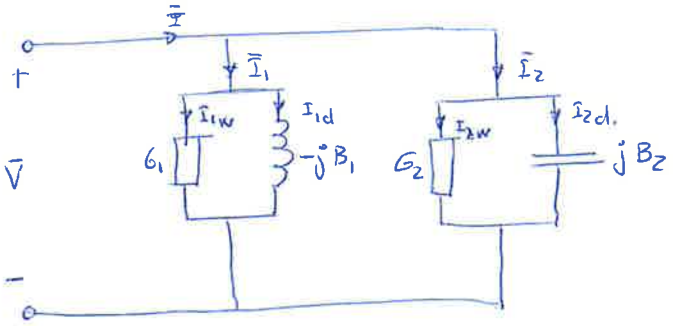
$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{V}}{\bar{Z}_2} = \frac{V\angle 0^\circ}{Z_2\angle \varphi_2} = \frac{200\angle 0^\circ}{72'90\angle -46'70^\circ} = 2'74\angle 46'7^\circ = 1'88 + j\,2$$

$$\bar{I}_T = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 = 6'40 - j\,2'98 = 7'06\angle -24'97^\circ$$

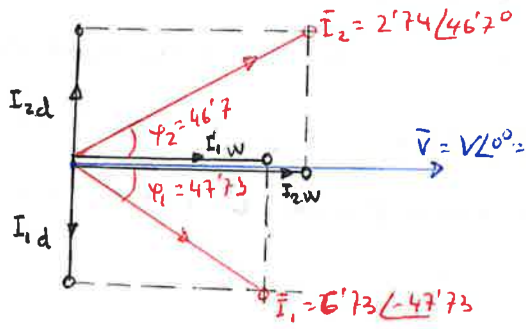
$\boxed{I = 7'06 A}$

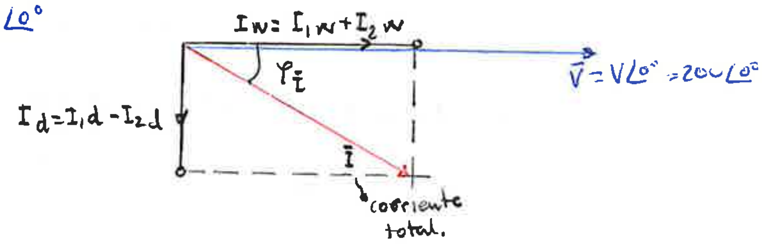
$\cos 24'97^\circ = 0'907$ $\boxed{fdp = 0'907}$

El circuito serie al pasarlo a paralelo sería:



la sumas de las corrientes vatadas y las sumas de las corrientes devatas es igual a la corriente $\bar{I}$ (segun se muestra en la grafica)

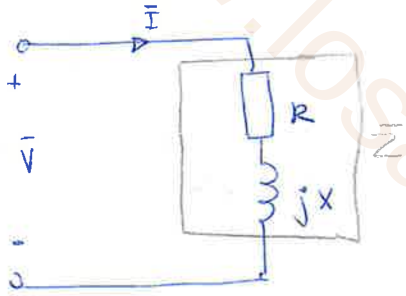


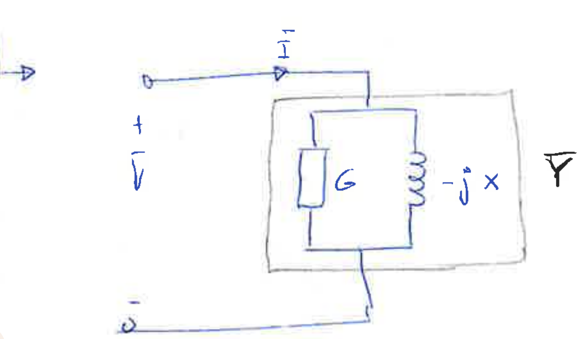


Se puede analizar de otra manera:

$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 = \bar{V}\frac{1}{\bar{Z}_1} + \bar{V}\frac{1}{\bar{Z}_2} \Rightarrow \bar{I} = \bar{V}\,\bar{Y}_1 + \bar{V}\,\bar{Y}_2 \qquad \bar{I} = \bar{V}\left[\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2\right] \left\{ \begin{array}{l} \bar{I} = \bar{V}\,\bar{Y} \\ \bar{Y} = \bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 \end{array} \right.$$

Como el equivalente de los elementos en serie R L es





$$\bar{Y} = \frac{1}{\bar{Z}} = \frac{1}{R + jx} = \frac{(R - jx)}{(R + jx)(R - jx)} = \frac{R - jx}{R^2 + x^2} = G - jB$$

de donde $G = \dfrac{R}{R^2 + x^2}$, $B = \dfrac{x}{R^2 + x^2}$.

PROBLEMA PARKER. 7.42.

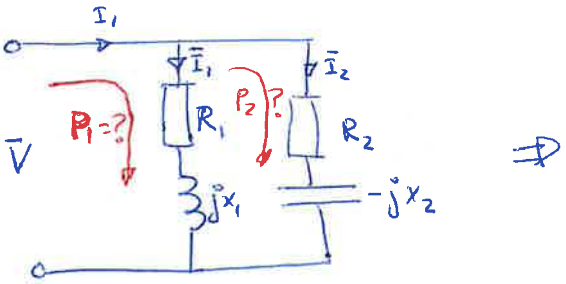
Dos circuitos cuyas impedancias estan dadas por $Z_1 = 10 + j15\ \Omega$ y $Z_2 = 6 - j8\ \Omega$ estan conectados en paralelo. Si la corriente total suministrada es de 15A. ¿Cual es la potencia absorbida por cada rama? [737 w, 1430 w]

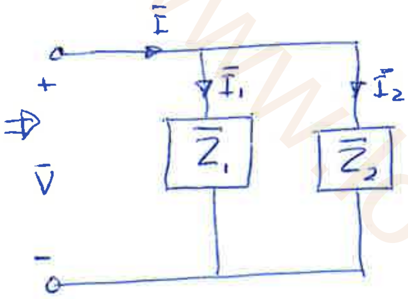
$\bar{Z}_1 = \overset{R_1}{10} + j\overset{x_4}{15}\ \Omega$

$\bar{Z}_2 = 6 - j8\ \Omega$

$I = 15A$

modelo circuito





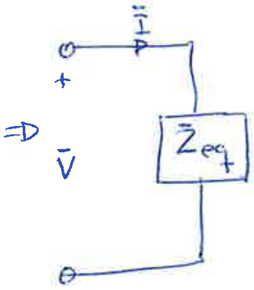
$\bar{I}_1 = \dfrac{\bar{V}}{\bar{Z}_1}$

$\bar{I}_2 = \dfrac{\bar{V}}{\bar{Z}_2}$

$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$

$\bar{I} = \left[\dfrac{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_2}\right] \bar{V}$

$\bar{I} = \bar{V} \dfrac{1}{\underbrace{\dfrac{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}}_{\bar{Z}_{eq}}} = \dfrac{\bar{V}}{\bar{Z}_{eq}}$ ⇒



como $\bar{V} = \bar{I}_1 \bar{Z}_1 = \bar{I}_2 \bar{Z}_2 = I \bar{Z}_{eq}$ (vect)

$V = I_1 Z_1 = I_2 Z_2 = I Z_{eq}$ (modular)

valor modular

$I_1 = I \dfrac{Z_{eq}}{Z_1}$

$I_2 = I \dfrac{Z_{eq}}{Z_2}$

$Z_{eq} = \dfrac{\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}$

$\bar{Z}_1 = 10 + j15 = 18'03 \angle 56'31^\circ$

$\bar{Z}_2 = 6 - j8 = 10 \angle -53'13^\circ$

$\bar{Z}_1 \bar{Z}_2 = 180'3 \angle 3'18^\circ$

$\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 = 16 + j7 = 17'46 \angle 23'63^\circ$

$\bar{Z}_{eq} = 10'33 \angle -20'45^\circ$

Sabiendo I_4, Z_{eq}, Z_1 Z_2 se puede calcular I_1 y I_2

$I_1 = I \dfrac{Z_{eq}}{Z_1} = 15 \cdot \dfrac{10'33}{18'03} = 8'59\ A$

$I_2 = I \dfrac{Z_{eq}}{Z_2} = 15 \cdot \dfrac{10'33}{10} = 15'5\ A$

Potencia activa qe ese esta disipando seria.

$P_1 = R_1 I_1^2 = (10)(8'59)^2 = 737'88\ w$ $\boxed{P_1 = 737'88\ w}$

$P_2 = R_2 I_2^2 = (6)(15'5)^2 = 1441'5\ w$ $\boxed{P_2 = 1441'50\ w}$

Problema de convinado λ - Δ

PERKER 7.142. Un alternador trifasico conectado en λ y un motor en Δ

solución:

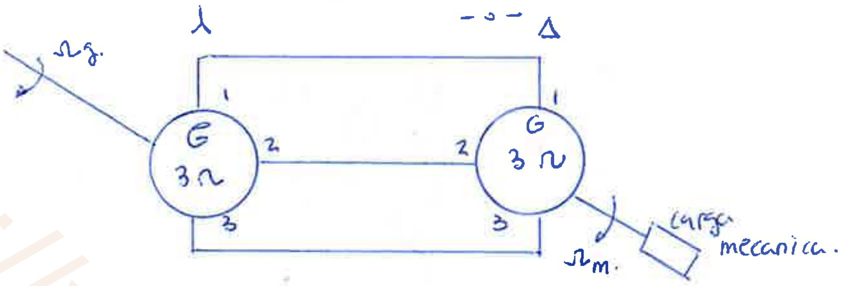
a) [496A, 421A, 262A]

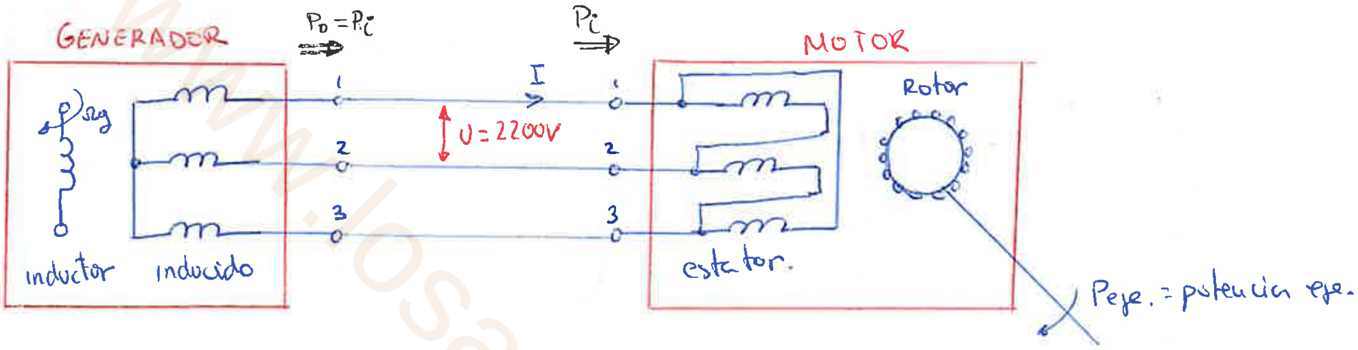
b) [286A, 243A, 151A)]

λ Generador

Δ motor. - P = 2000 CV fdp = 0'85 rendimiento η = 0'93

U = 2200 V tensión de linea



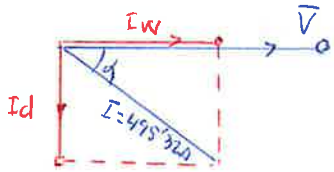


CV → pasar a watios × 746w

P_{eje} = 2000 CV = 2000 · 746 = 1492KW $P_i = \frac{P_{eje}}{\eta} = \frac{1492 \text{ KW}}{0'93} = 1604'3 \text{ KW}$

(pot. entrada) $P_i = \sqrt{3}\, U I \cos\varphi = 1604'3 \cdot 10^3 = \sqrt{3} \cdot (2200) I (0'85)$ $\boxed{I = 495'32 A}$ corriente absorbida por el motor.

Diagrama vectorial.



$\bar{V} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ = \frac{2200}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ$ esto es considerando una fase.

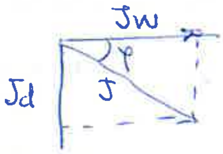
$\varphi = \cos^{-1} 0'85$ $\cos 31'7^\circ = 0'85$ ~~$\operatorname{sen}\varphi = 0'85$~~ $\operatorname{sen} 31'7^\circ = 0'53$

$I_W = I \cos\varphi = (495'32)(0'85) = 421'02 A$ $\boxed{I_W = 421'02 A}$ corriente wateda por el generador.

$I_d = I \operatorname{sen}\varphi = (455'32)(0'53) = 260'93 A$ $\boxed{I_d = 260'93 A}$ corriente devateda, por el generador

Si I = 495'32A ⇒ la J en el motor $J = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{495'32}{\sqrt{3}} = 285'97A$ $\boxed{J = 285'97A}$ la corriente en el motor.

en el motor $\bar{V} = V\angle 0^\circ = 2200 \angle 0^\circ$



$\boxed{J_W = J \cos\varphi = (285'97)(0'85) = 243'08A}$

$\boxed{J_d = J \operatorname{sen}\varphi = (285'97)(0'53) = 151 A}$ la corriente del motor Δ

PROBLEMA PARKER: 7. 142.

Un alternador de 3.300 V 200 KVA conectado en λ, alimenta a un motor de inducción conectado en Δ, de 440V, 200CV, a través de tres transfor monofásicos con primarios conectados en Δ y secundario en λ. Calcular: a) la relación de espiras por fase de cada transformador. b) la corriente en el primario y secundario del transf. c) la corriente en las fases del alternador d) la corriente en las fases del motor. El motor desarrolla su plena carga con un rendimiento de 0'9 y un factor de potencia de 0'85. Prescíndase de las pérdidas en el transf. y de la corriente de magnetización.

[3 300 V 200 KVA λ] alternador

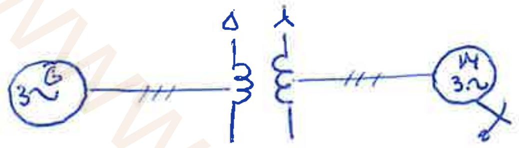
[Δ 440V 200 CV] [η 0'9 0'85] motor.

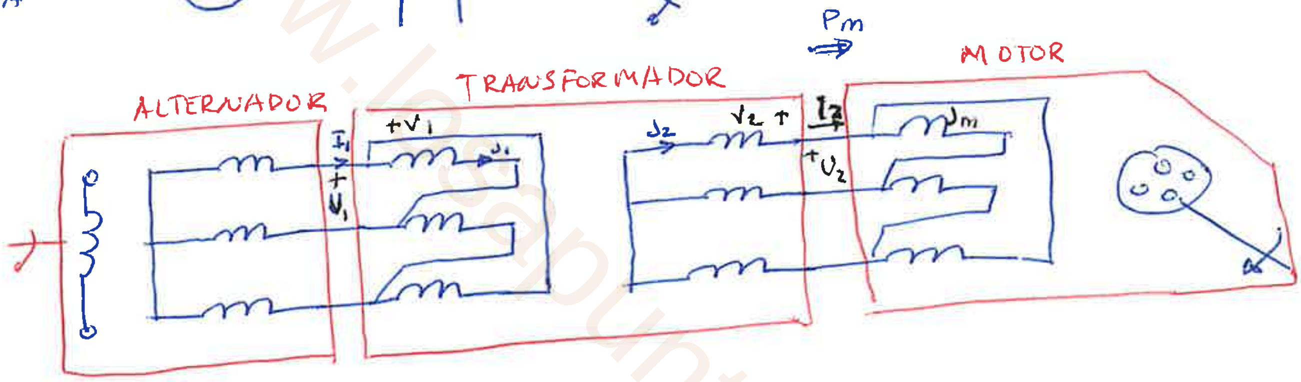
[Banco trif. Δλ] [$\frac{}{}$ 1] transformador.

— o —

a) 13/1
b) 19'7 ; 256A
c) 34'1A
d) 148A

esquema unifilar.





$$P_m = \frac{P_{ef}}{\eta} = \frac{200\cdot 0'746}{0'9} = 165'78 \text{ KW}$$

$$P_m = \sqrt{3}\, U I \cos\varphi$$

a) $U_1 = 3300V$ $U_2 = 440V$

$V_1 = \frac{3300V}{\cancel{\sqrt{3}}}$ $V_2 = \frac{440}{\sqrt{3}}$

$U_1 = V_1$

$$\boxed{K = \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{3300}{440/\sqrt{3}} = 13}$$ relación de espiras de cada fase de cada transf.

b),c) $P_m = \sqrt{3}\, U I \cos\varphi$ $165'78\cdot 10^3 = \sqrt{3}\,(440)\, I_2\, (0'85)$

$$\boxed{I_2 = 255'92A}$$

Potencia entrada 1 = potencia entrada 2.

$$V_1 J_1 = V_2 \underbrace{J_2}$$

primario del transf → secundario del transf.

$$U_1 \frac{I_1}{\sqrt{3}} = \frac{U_2}{\sqrt{3}} I_2$$

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

$$\boxed{I_1 = \frac{(440)(255'92)}{3300} = 34'12A}$$ corriente del primario del transf.

$J_1 = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{34'12}{\sqrt{3}} = 19'70$ A es la del corriente su de.

d) corriente simple del motor.

$$\boxed{J_m = \frac{I_2}{\sqrt{3}} = \frac{255'9}{\sqrt{3}} = \boxed{147'76\ A}}$$