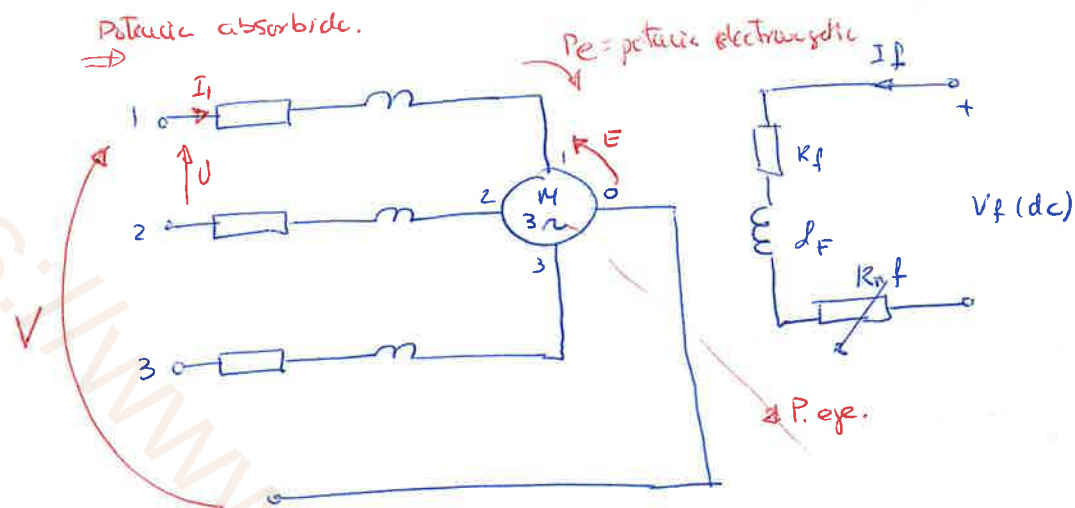


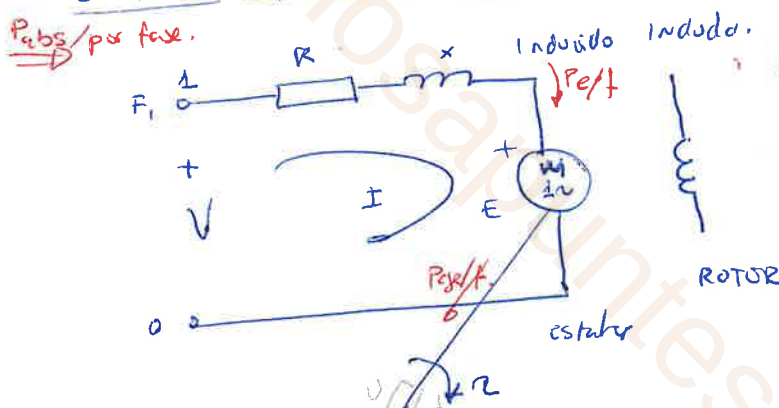
CIRCUITO EQUIVALENTE DEL MOTOR SINCRONO.

el mot. sincrónico de referencia del alternador, el salida de transmisión de la energía.

para un motor sincrónico trifásico



ciruito equivalente monofasico.



$$\bar{V} = \bar{E} + \bar{Z} I \quad \bar{Z} = R + jX$$

polevina elektromagnetice putuje

- Funcionamiento del motor sincrónico con potencia de carga

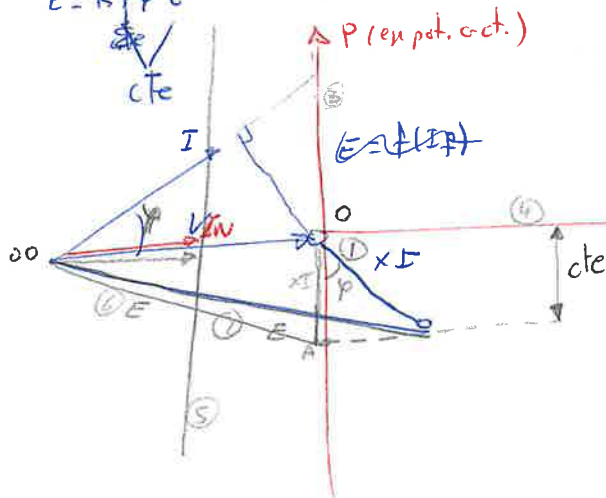
función del valor síncrono
suponemos que $R=0$, Pérdidas rotacionales $= 0$, como $\vec{V} = \vec{E} + \vec{E}_I$
 $\vec{E} = \vec{R} + \vec{j} X$
" "

$$\vec{V} = \vec{E} + j \times \vec{I}$$

$$E = k f \phi \cdot z$$

$$K = K_f K_d K_p$$

$$E = A(f)$$



traz um sig de certificação P e Q

$$\overline{OA} = xI \cos \phi = \frac{3V}{3V} xI \cos \phi$$

- potencia absorbida por el motor de la red.

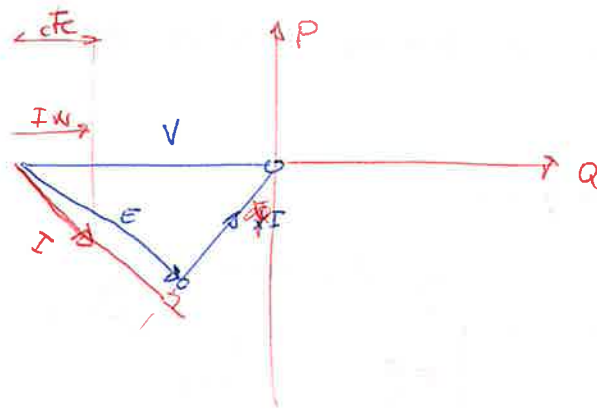
$$P_{abs} = 3VI \cos \varphi = \sqrt{3} VI \cos \varphi$$

$$P_e = P_{abs} = \underline{P_{eff.}}$$

$$P_{abs} = 3VI \cos \varphi = 3V I_w = cte$$

$$I_w = c k.$$

la pot. mecánica va a ser etc.

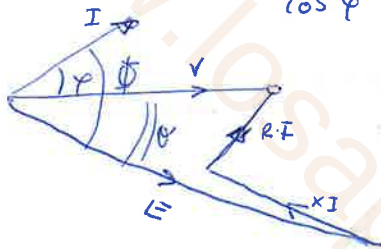


El único problema es hacer el motor sincrónico es el arranque.

~~Mejor~~ Ahora no considero la pérdida en el inducido $R \neq 0$.

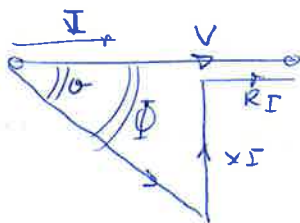
$$\bar{V} = \bar{E} + (R + jX) \bar{I}$$

Diagrama vectorial este régimen es subexcitado $\cos \varphi$ capacitivo.

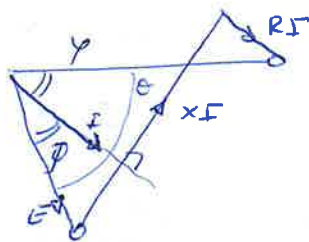


cundo trabaja circuito ^{resist.} inductivo puro. $\varphi = 0^\circ$ reactivo

considero como régimen normal, régimen excitado normal.



cundo trabaja con la bobina. (a esto lo considero régimen subexcitación)



BALANCES DE POTENCIA DE LA MAQUINA SINCRONA.

① conexión motor

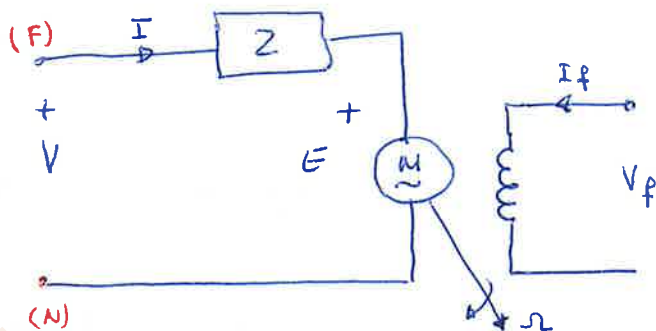
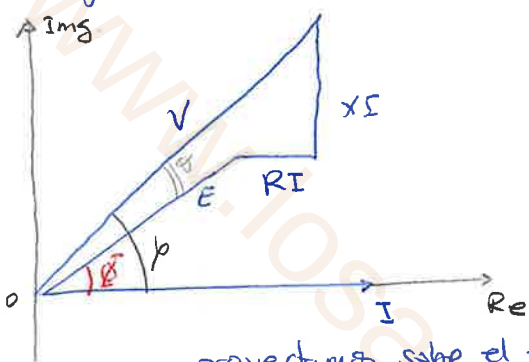


diagrama vectorial de conexión motor



coloco un eje de coordenada Real y Imaginario.

proyectamos sobre el eje real.

$V \cos \phi = E \cos \phi + RI$ multiplicamos los dos miembros por $3I$
sale del diagrama.

$$3VI \cos \phi = 3EI \cos \phi + 3RI^2$$

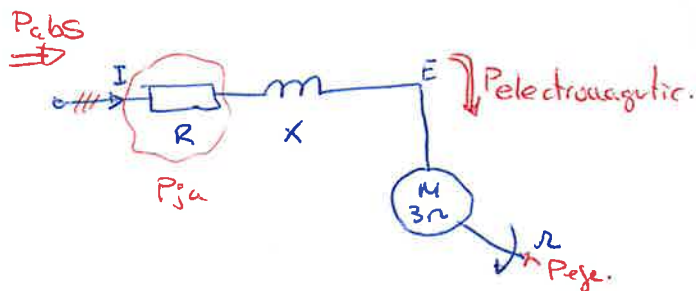
potencia activa absorbida.

potencia electromagnética se convierte en $P_{elect.}$ en mecánica.

P_{ja} (pot. inducida)

$$P_{abs} = P_e + P_{ja}$$

$$P_{abs} = 3VI \cos \phi = \sqrt{3} UI \cos \phi$$



$$P_{abs} = 3VI \cos \phi = \sqrt{3} UI \cos \phi$$

$$P_e = 3EI \cos \phi = \sqrt{3} E_{linea} I \cos \phi$$

$$P_{ja} = 3RI^2$$

$$\text{como } \omega = \frac{\omega}{p} = \frac{2\pi f}{p}$$

$$P_{mec} = P_e - P_{rot}$$

$$\frac{P_{mec}}{\omega} = \frac{P_e}{\omega} - \frac{P_{rot}}{\omega}$$

potencia desarrollada mecánica en el eje del motor
 P_{rot} pérdidas rotacionales

$$\frac{P_{eye}}{n} = \frac{P_e}{n} - \frac{P_{rot}}{n}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$C_{eye} = C_e - C_{rot}$$

↑
par en el
eye

Ahora hacemos las proyecciones sobre el eje imaginario. y tenemos lo siguiente.

$$V \sin \varphi = E \sin \varphi + X I \quad \text{multiplicando por } \sqrt{3} I \quad mI \quad m>3$$

$$\sqrt{3} I \sin \varphi = \sqrt{3} E \sin \varphi + \sqrt{3} X I^2$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

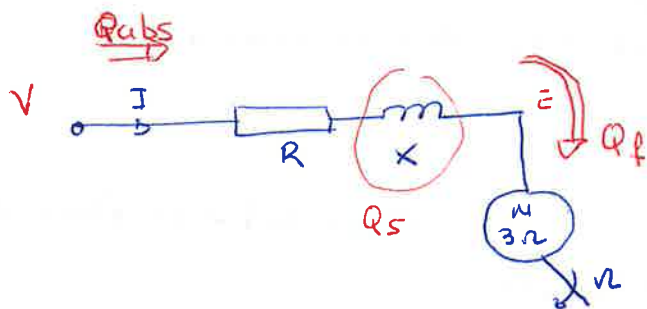
$$Q_{abs} = Q_f + Q_s$$

potencia reactiva
absorbida por
la red.

$$\sqrt{3} V I \sin \varphi = \sqrt{3} E I \sin \varphi = Q_{abs}$$

$$\sqrt{3} E I \sin \varphi = \sqrt{3} E I \sin \varphi = Q_f = \text{Pot. react. para generar campo magnético inducido.}$$

$$\sqrt{3} X I^2 = Q_s = \text{Pot. react. disipada por el flujo dispersión inducido.}$$



② CONVENCIÓN GENERADOR.

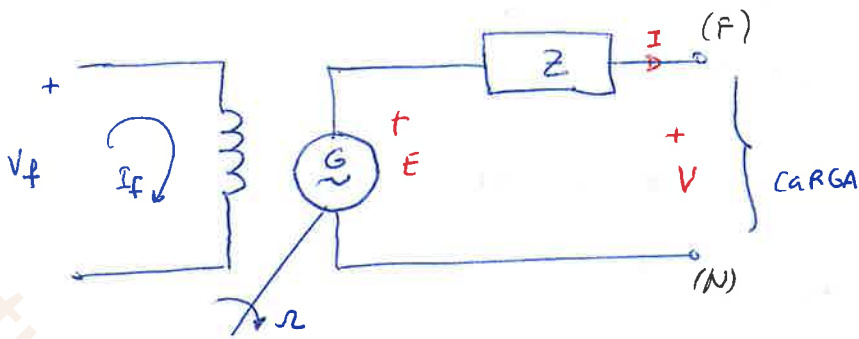
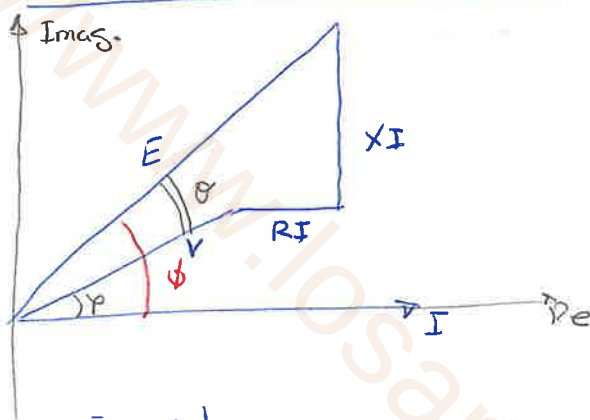


diagrama convención generador.



representamos los ejes reales e imaginarios

$$E \cos \phi = V \cos \phi + RI \quad \text{multiplicamos } \times mI \quad m=3$$

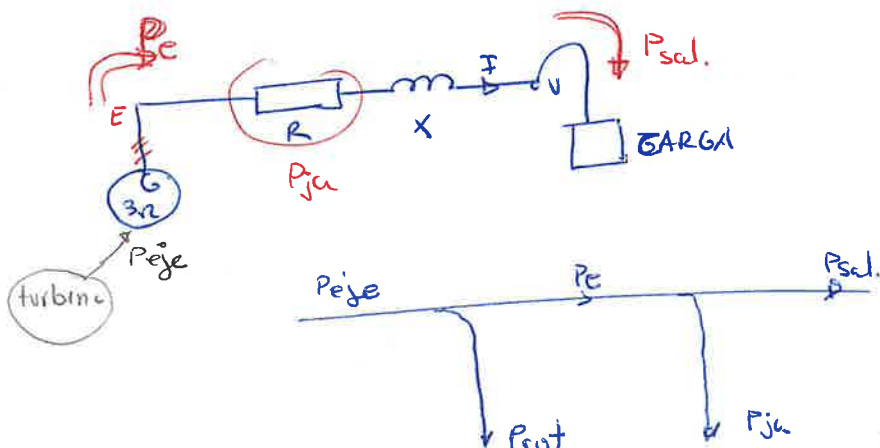
$$3EI \cos \phi = 3VI \cos \phi + 3RI^2$$

↓ ↓ ↓
Pot. eléctrica = P_e = P_{sal} + P_{ju} (perdidas por efecto Joule).
se convierte mecánica → eléctrica

$$P_e = 3EI \cos \phi = \sqrt{3} E_{f, \text{med}} I \cos \phi$$

$$P_{sal} = 3VI \cos \phi = \sqrt{3} V I \cos \phi$$

$$P_{ju} = 3RI^2$$



$$P_{\text{efe}} = P_e + P_{\text{rot}} \quad \eta = \frac{W}{P}$$

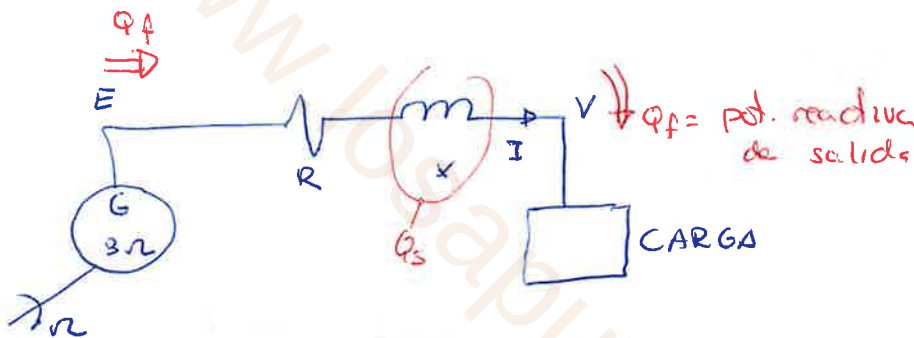
$$C_{\text{efe}} = C_e + C_{\text{rot}} \Rightarrow \text{el par}$$

- proyector sobre el eje imaginario. y multiplicado por $3I$

$$3EI \sin \phi = 3VI \sin \varphi + 3X I^2$$

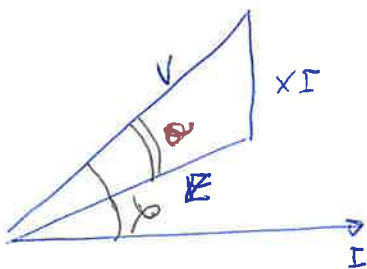
$$Q_f = Q_{\text{sal}} + Q_s$$

↑
potencia absorbida por el flujo de dispersión.

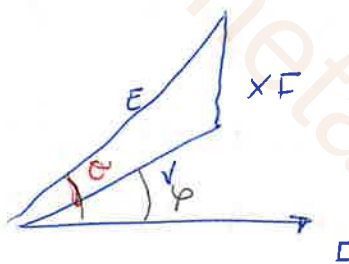


ANGULO INTERNO DE DESFASE ZETA o θ

cundo se desprecia la $R. \Rightarrow 0$



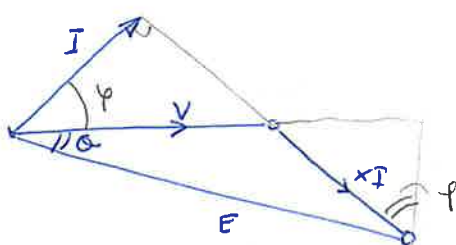
conv. motor.



convención generador.

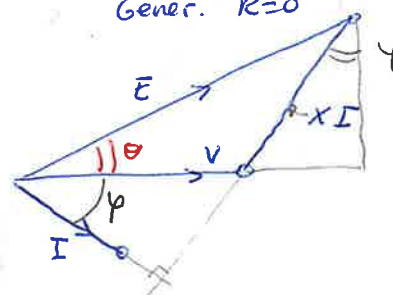
- me interesa la V y sería la grafica o diagrama.

Motor $R=0$



conv. motor

Gener. $R=0$



$$\vec{V} = V \angle 0^\circ$$

En el conveccion motor θ es + y en el convecc. generador. θ es -

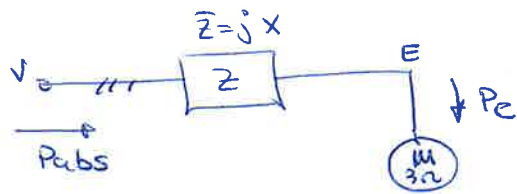
Se obtiene del diagrama anterior:

$$\sin \theta = \frac{X I \cos \varphi}{E}$$

$$I \cos \varphi = \frac{E}{X} \cos \theta \quad \text{multiplico por } 3 \cdot V$$

* se desprecia en $R=0$

$$3 V I \cos \varphi = \frac{3 V E}{X} \sin \theta$$



$$P_e = P_{sal} \text{ (Gen.)}$$

$$P_e = P_{abs} \text{ (mot.)}$$

P_e = potencia mecánica bruta o pot. electromagnética.

mot. sincrónicas tienen tensión cte.

$$P_e = \frac{3 V E}{X} \sin \theta$$

$$\frac{P_e}{\Omega} = \frac{3 V E}{X \Omega} \sin \theta$$

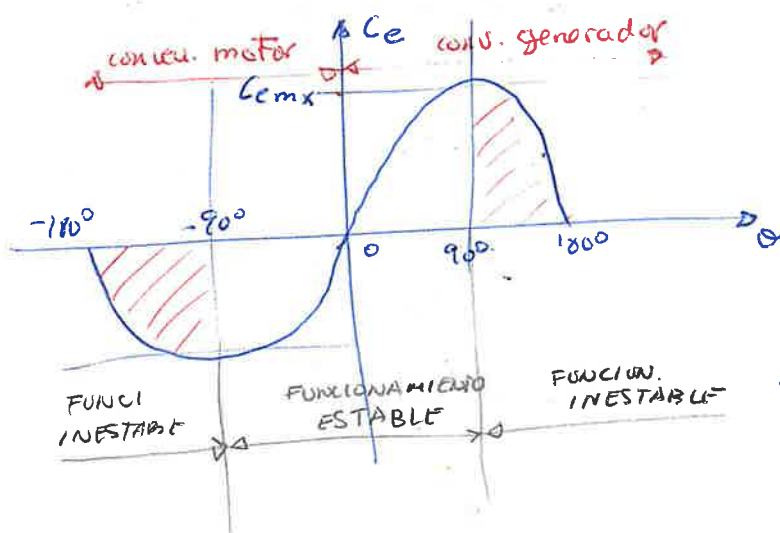
$$C_e = \frac{3 V E}{X \Omega} \sin \theta$$

como $V = cte$ $X = cte$ $\Omega = cte$ y
la E es ϕ porque la frecuencia
de la red es cte. $\phi = f(I_f) \Rightarrow$
 $\Rightarrow E = f(I_f)$
↑ intensidad inductiva.

$$C_{emx} = \frac{3 V E}{X \Omega}$$

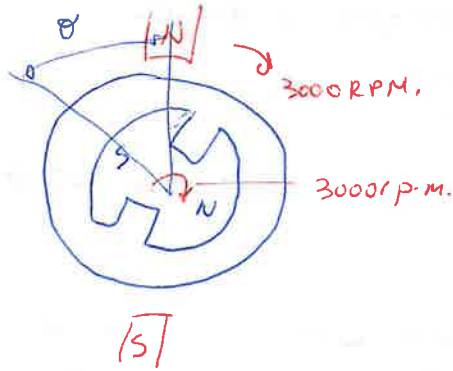
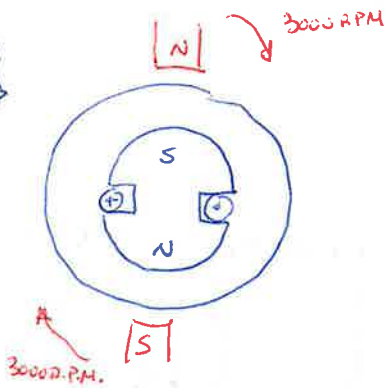
$$C_e = C_{emx} \sin \theta$$

La gráfica sería:



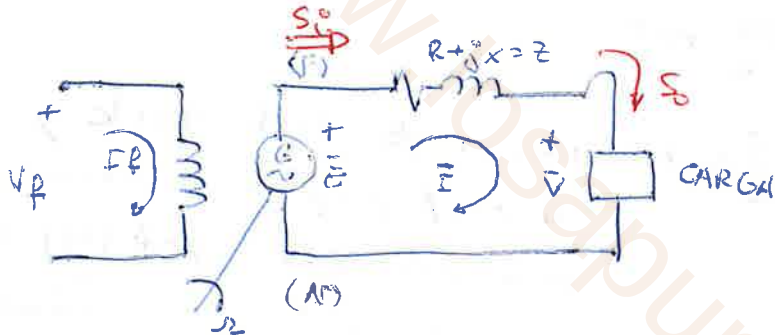
superior a 90° la máquina se desenchaca.

la máquina trabaja sobre 90° y -90°



ECUACIONES PARAMETRICAS DE LA POTENCIA.

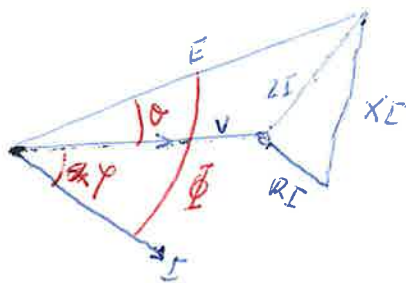
por convención generador.



$$\bar{I} = \frac{\bar{E} - \bar{V}}{\bar{Z}}$$

$$\bar{Z} = R + jX.$$

diagrama vectorial tomando V como origen de vectores



$$\bar{I} = I \angle -\varphi = \frac{E \angle \theta - V \angle 0}{Z \angle \theta_c}$$

podemos analizar la potencia de la salida y la potencia de entrada por fase.

potencia
usada.

$$\bar{S}_i = \bar{E} \bar{I}^*$$

lo analizamos exponencialmente

$$\bar{I} = \frac{E e^{j\theta} - V e^{j0}}{Z e^{j\theta_c}}$$

$$\bar{I} = \frac{E e^{j\theta} - V e^{j0}}{Z} \cdot e^{-j\theta_c}$$

$$\bar{I} = \frac{E e^{j(\theta - \theta_c)} - V e^{-j\theta_c}}{Z}$$

$$\bar{I}^* = \frac{E e^{j(\theta_c - \theta)} - V e^{j\theta_c}}{Z}$$

$$\bar{S}_i = \bar{E} \cdot \bar{I}^* = E e^{j\theta} \cdot \frac{E e^{j(\theta_c - \theta)} - V e^{j\theta_c}}{Z}$$

→

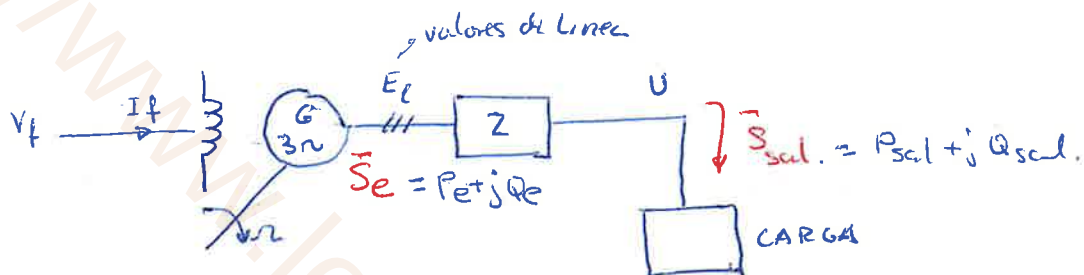
$$\bar{S}_i = \frac{E^2}{Z} e^{j\varphi_{cc}} - \frac{EV}{Z} e^{j(\varphi_{cc} + \theta)} = \frac{E^2}{Z} [\cos \varphi_{cc} + j \sin \varphi_{cc}] - \frac{EV}{Z} [\cos(\varphi_{cc} + \theta) + j \sin(\varphi_{cc} + \theta)]$$

$$\bar{S}_i = P_i + jQ_i = \underbrace{\frac{E^2}{Z} \cos \varphi_{cc} - \frac{EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} + \theta)}_{P_i} + j \underbrace{\left[\frac{E^2}{Z} \sin \varphi_{cc} - \frac{EV}{Z} \sin(\varphi_{cc} + \theta) \right]}_{Q_i}$$

potencia activa y reactiva por fase

P_i y Q_i = son valores modulares de la P_i y Q_i

Ahora pongo la máquina trifásica en forma unifilar.



$$S_e = 3S_i = P_e + jQ_e$$

P_e = pot. electromagnética se va a convertir de la potencia mecánica a eléctrica

Q_e = pot. reactiva total generada.

entonces * $P_e = 3P_i = \frac{3E^2}{Z} \cos \varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} + \theta) = \text{Pot. electromagnética (activa)}$

también puede ser $P_e = \sqrt{3} E_l \cdot I \cos \phi$

* $Q_e = 3Q_i = \frac{3E^2}{Z} \sin \varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z} \sin(\varphi_{cc} + \theta) = \text{Pot. reactiva total generada} = \sqrt{3} E_l \cdot I \sin \phi$

- Se hace los mismos cálculos anteriormente pero con la potencia de salida.
la potencia de salida es $S_o = \bar{V} \bar{I}^*$ caso $\bar{I}^* = \frac{E e^{j(\varphi_{cc} - \theta)} - V e^{j\varphi_{cc}}}{Z}$ (calculado antes)

$$S_o = \bar{V} \bar{I}^* = V e^{j0} \cdot \frac{E e^{j(\varphi_{cc} - \theta)} - V e^{j\varphi_{cc}}}{Z} = \bar{I}^*$$

$$\bar{S}_o = \frac{EV}{Z} e^{j(\varphi_{cc} - \theta)} - \frac{V^2}{Z} e^{j\varphi_{cc}} \quad \left\{ \begin{array}{l} P_o = \frac{EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{V^2}{Z} \cos \varphi_{cc} \\ Q_o = \frac{EV}{Z} \sin(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{V^2}{Z} \sin \varphi_{cc} \end{array} \right. \quad \text{por fase}$$

$$\bar{S}_o = P_o + jQ_o$$

la potencia de salida trifásica generada.

$$P_{sal} = 3 \cdot P_o = \frac{3EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{3V^2}{Z} \cos \varphi_{cc}$$

$$Q_{sal} = 3 \cdot Q_o = \frac{3EV}{Z} \sin(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{3V^2}{Z} \sin \varphi_{cc}$$

la diferencia P_e y la P_{sal} es los — efecto Foucault: debido al flujo de dispersión
la " Q_e y la Q_{sal} — potencia reactiva de salida.

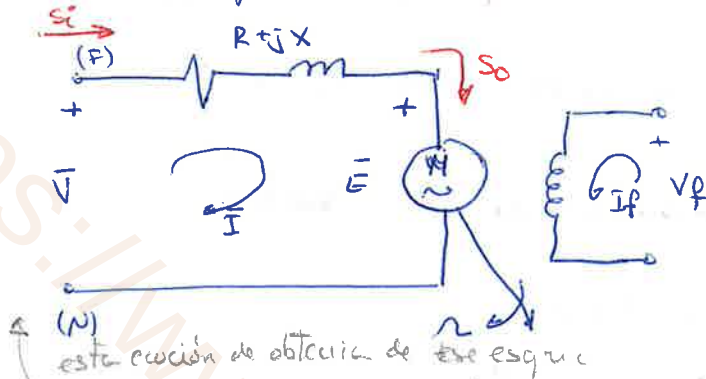
potencia activa consumida por la carga (potencia de salida activa)

$$P_{sal} = \sqrt{3} UI \cos \varphi$$

$$Q_{sal} = \sqrt{3} UI \sin \varphi$$

CONVENCIÓN como MOTOR.

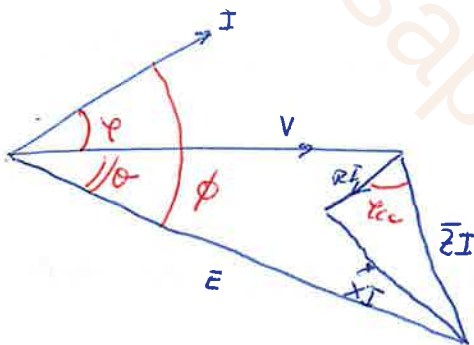
análisis por fase.



(N) esta ecuación de obtención de este esquema

$$\bar{I} = \frac{V \angle 0^\circ - E \angle \theta}{Z \angle \varphi_{cc}} = \frac{V \angle \varphi_{cc} - E \angle (\theta + \varphi_{cc})}{Z \angle 0^\circ}$$

$$\bar{I}^* = \frac{V \angle \varphi_{cc} - E \angle (\theta + \varphi_{cc})}{Z \angle 0^\circ}$$



$$\bar{S}_{abs} = 3 \bar{S}_i = 3 \bar{V} \bar{I}^* = 3 V \angle 0^\circ \frac{V \angle \varphi_{cc} - E \angle (\theta + \varphi_{cc})}{Z \angle 0^\circ}$$

$$\bar{S}_{abs} = \frac{3V^2}{Z} \angle \varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z} \angle (\theta + \varphi_{cc})$$

potencia activa y reactiva
trifásica absorbida

$$\begin{cases} P_{abs} = \frac{3V^2}{Z} \cos \varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z} \cos (\theta + \varphi_{cc}) \\ Q_{abs} = \frac{3V^2}{Z} \sin \varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z} \sin (\theta + \varphi_{cc}) \end{cases}$$

• $P_{abs} = \sqrt{3} UI \cos \varphi$ - V la suma y la corriente

$$Q_{abs} = \sqrt{3} UI \sin \varphi$$

Ahora calculo la potencia de salida: $S_e = 3 \bar{S}_o = 3 \bar{E} \bar{I}^*$

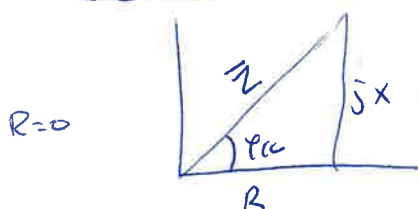
$$= 3 \bar{E} \angle \theta \cdot \frac{V \angle \varphi_{cc} - E \angle (\theta + \varphi_{cc})}{Z \angle 0^\circ} = \frac{3EV}{Z} \angle \varphi_{cc} - \frac{3E^2}{Z} \angle \varphi_{cc}$$

valor absoluto del ángulo

$$\bar{S}_e = P_e + jQ_e = \begin{cases} P_e = \frac{3EV}{Z} \cos (\varphi_{cc} - \theta) - \frac{3E^2}{Z} \cos \varphi_{cc} \\ Q_e = \frac{3EV}{Z} \sin (\varphi_{cc} - \theta) - \frac{3E^2}{Z} \sin \varphi_{cc} \end{cases}$$

diferencia entre P_{abs} y $P_e \Rightarrow$ pérdidas efectivas Joule y P_e se determina.
diferencia entre Q_{abs} y $P_e \Rightarrow$ flujo dispersión de la máquina.

Si resistencia por fase vale cero $R=0 \Rightarrow$ entonces la expresión P_{abs} y Q_{abs} se desprecia:
entonces



$$R=0 \Rightarrow P_{cc}=0$$

$$P_{abs} = \frac{3EV}{X} \sin \theta$$

$$Q_{abs} = \frac{3V^2}{X} - \frac{3EV}{Z} (\sin(\theta + \phi_c))$$

Problema capt. 29. capit. correspond. a motores sincrónicos

(29.40) un mot. sincrónico trifásico estrella de 100 CV, 500 V tiene una

resistencia reactancia sincrónica de $0.03 + j0.5 \Omega/\text{f} = \bar{Z}$

calcular para plena carga (PC) y factor de potencia 0.8 $\left\{ \begin{array}{l} \text{I} - \text{capacitivo} \\ \text{II} - \text{inductivo} \end{array} \right.$

a) F. elect. mtriz por fase, E

b) $P_e = \text{pot. electromagnética}$

con un rendimiento de $\eta = 0.93$

solución I [a) 309 V b) 79200 W]

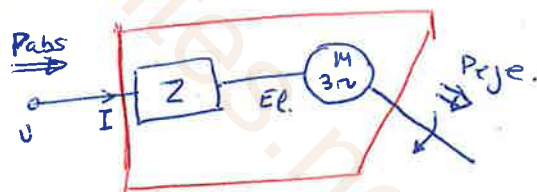
solución II [a) 266 V b) 79200 W(b)]

$$I = \frac{P_{abs}}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

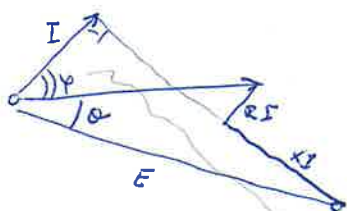
$$P_{abs} = \frac{P_{eje}}{\eta}$$

$$I = \frac{P_{eje}/\eta}{\sqrt{3} V \cos \phi} = \frac{100 (736) / 0.93}{\sqrt{3} (500) \cdot (0.8)} = 115.78 \text{ A}$$

$$100 \text{ CV} \times 736 = \text{W. por a motor}$$



caso I $\textcircled{I}$ régimen capacitativo.



$$\bar{V} = \frac{V}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ = V \angle 0^\circ = \frac{500}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ$$

$$-V + ZI + E = 0 \quad \bar{E} = \bar{V} - Z\bar{I}$$

$$\bar{E} = \bar{V} - Z\bar{I}$$

$$\bar{Z} = 0.03 + j0.5 = 0.501 \angle 86.28^\circ$$

$$\bar{E} = E \angle \theta = \frac{500}{\sqrt{3}} \angle 10^\circ - 0.501 \angle 86.28^\circ$$

$$= 115.78 \angle 86.28^\circ$$

$$\cos \alpha = 0.8$$

$$\bar{E} = \frac{500}{\sqrt{3}} \angle 10^\circ - 34.850 \angle 121.59^\circ = \frac{500}{\sqrt{3}} + 18.632 + j 29.622 = 308.54 \angle 16.18^\circ$$

$$\bar{E} = 308.54 \angle 16.18^\circ$$

valor simple de la parte electromagnética.

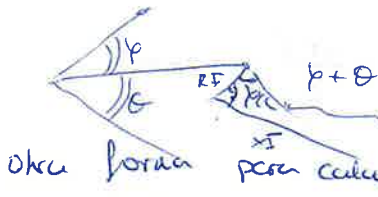
para los tres fases o compuesto.

b) potencia electrodinámica bruta.

$$P_e = \sqrt{3} E_f I \cos \phi$$

$$P_e = 3 E I \cos \phi = (3)(308'154)(115'78) \cos (36'670 + 5'554)$$

$$P_e = 79'010 \text{ kW}$$



Otra forma para calcular el P_e .

$$P_e = \frac{3 E V}{2} \cos(\phi_{cc} - \theta) - \frac{3 E^2}{2} \cos \phi_{cc} = \frac{3(308'154)(\frac{500}{\sqrt{3}})}{0'301} \cos(84'289 - 5'554) - \frac{3(308'154)^2}{0'301} \cos 84'289$$

$$\frac{3(308'154)^2}{0'301} \cos 84'289 = \frac{172' \dots}{2429'453} - 94180'400 = 79'016 \text{ kW}$$

cos θ

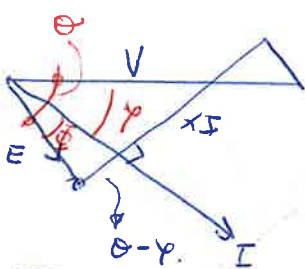
II

$$\bar{E} = \bar{V} - \bar{E} \bar{I} = \frac{500}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 0'301 \angle 84'289 \cdot 115'78 \angle -36'67$$

es negativo porque al ser inductivos es negativo y tambien en la grafica.

a)

regimen inductivo.



$$\bar{E} = \frac{500}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 34'850 \angle 47'419$$

$$\angle \bar{E} = \frac{500}{\sqrt{3}} - 23'581 - j 25'661 = 265'094 - j 25'661 = 266'333 \angle -5'529^\circ$$

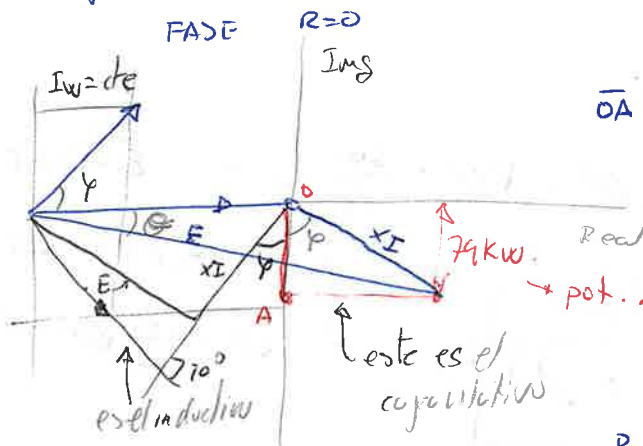
5

$$P_e = 3 E I \cos \phi = 3 \cdot (266'333) 115'78 \cos (36'670 - 5'529) = 79 \text{ kW}$$

3'341

o valor absoluto.

Si desprecia la resistencia ohmica en el ~~primer~~ primer caso. I



$$\bar{O}A = X I \cos \phi = \frac{3V}{3V} \times I \cos \phi = k P_{abs} =$$

= Potencia mecánica bruta o electro-magnética.

pot. mecánica bruta = pot. activa absorbida por el motor de la red.

$$P_{abs} = \sqrt{3} U I \cos \phi = cte$$

haciendo el 41 hacia adelante.

el 47 tiene un error $\rightarrow 440V$.

poner:

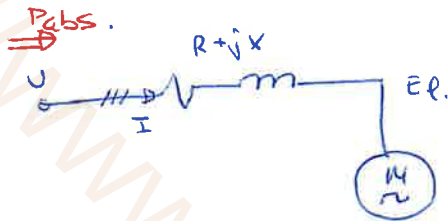
29.41. 11000V 60A. (estrella: trifásico)

$1 + j30 = \bar{Z}$ a) Potencia suministrada por el motor. ϕ F.e.e. inducida
para un factor de potencia 0.8 ($P_{abs}, E, \phi_{cc} = 0.8$) $\nearrow$ solución [915 kW]

b) cap. solución [13000V]

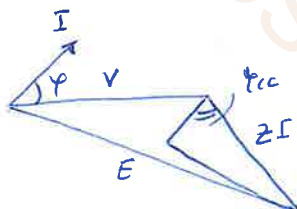
c) induct. solución [9360]

a) $P_{abs} = \sqrt{3} V I \cos \phi = \sqrt{3} \cdot 11000V \cdot 60A \cdot 0.8 = 914'52 \text{ kW}$



$\bar{Z} = 1 + j30 = 30'02 \angle 88'09 \Omega$

b) diagrama vectorial.



$\bar{E} = \bar{V} - \bar{Z} \bar{I}$

$\bar{E} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - \underbrace{30'02 \angle 88'09 \cdot 60 \angle 36'67}_{1801'2 \angle 124'96}$

$\bar{E} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - [-1032'12 + j1476'16]$

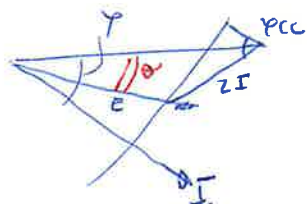
$\bar{E} = 7382'97 - j1476'16 = 7529'10 \angle -11'31^\circ$

$\nearrow$ F. electrodinámica simple.

$E = 7529'10$

$E_p = \sqrt{3} \cdot E = 13040'78 \text{ V}$

c) diagrama vectorial (inductivo).



$\bar{I} = I \angle -\phi = 60 \angle -36'67^\circ$

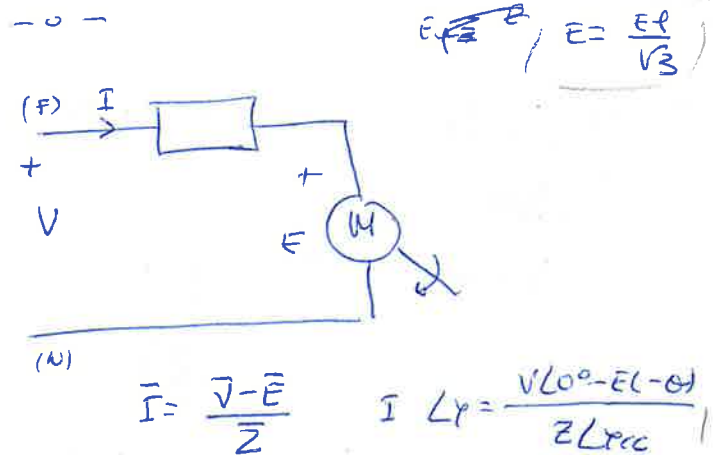
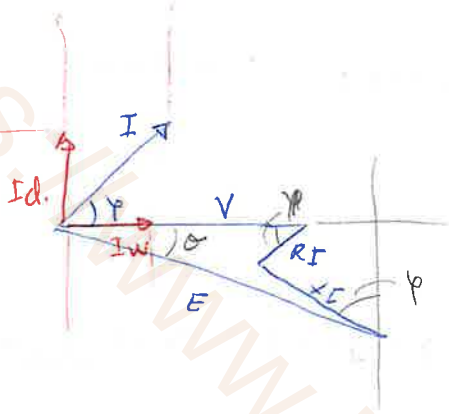
haciendo el mismo proceso que el problema
pero al ser inductivo ϕ es $-36'67^\circ$.

$\bar{E} = \bar{V} - \bar{Z} \bar{I} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 30'02 \angle 88'09 \cdot 60 \angle -36'67^\circ = 5404'00 \angle$

$E_p = \sqrt{3} \cdot E = 9360'00 \text{ V}$

Problema 29.42.

Un motor. sincrónico trif. estrella $V = 2000V$ tiene una resistencia eléctrica y reactancia $R = 0.2 \Omega / f$ $X = 2.2 \Omega / f$ valores por fase la entrada es de $800 kW = P_{abs.}$ y la f. el. induc. es de $E_f = 2500V$
 calcular la corriente I y f.d.p? solución $[254A \text{ } 0.91 \text{ capacit.}]$.



$$P_{abs} = \sqrt{3} V I \cos \varphi = \sqrt{3} V I_w$$

$$800 = \sqrt{3} (2 kV) I_w \rightarrow I_w = 230.94 A$$

$$Z = 0.2 + j2.2 = 2.21 \angle 84.81^\circ \varphi_{cc}$$

$$I \angle \varphi = \frac{\frac{2000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - \frac{2500}{\sqrt{3}} \angle -\theta}{2.21 \angle 84.81^\circ} = 522.71 \angle -84.81^\circ - 653.39 \angle -(0 + 84.81)^\circ$$

$$I \cos \varphi = 230.94 = 522.71 \cos(-84.81^\circ) - 653.39 \cos[-(0 + 84.81^\circ)] \rightarrow$$

$$I \sin \varphi = 522.71 \sin(-84.81^\circ) - 653.39 \sin[-(0 + 84.81^\circ)] \quad (1)$$

$$\rightarrow 230.94 = 47.28 - 653.39 \cos[-(0 + 84.81^\circ)]$$

$$653.39 \cos[-(0 + 84.81^\circ)] = 183.6$$

$$\cos \alpha = \frac{-183.6}{653.39} = -0.28$$

$$\alpha = -106.33^\circ$$

$$-(0 + 84.81) = -106.33$$

$$+0 = 106.33 - 84.81 =$$

$$+0 = 21.1^\circ \text{ sustituyendo en (1)}$$

se obtiene $I_d = 106.41 A$.

$$\bar{I} = I_w + j I_d = 230.94 + j 106.41 = \sqrt{230.94^2 + 106.41^2} \angle \varphi$$

$$\cos(-\alpha) =$$

$$\cos(\alpha)$$

$$\sin(-\alpha) =$$

$$-\sin(\alpha)$$

tambien lo puedo calcular por proyección mirando en la grafica.

$$E \cos \theta = V - RI \cos \varphi + XI \sin \varphi$$

$$E \sin \theta = RI \sin \varphi + XI \cos \varphi$$

$$[E \cos \theta]^2 = [V - RI \cos \varphi + XI \sin \varphi]^2$$

$$[E \sin \theta]^2 = [RI \sin \varphi + XI \cos \varphi]^2 + E_d^2$$

$$E = \sqrt{E_w^2 + E_d^2}$$

$$E_w = V - RI_w + XI_d \quad \left\{ \begin{array}{l} = \frac{2000}{\sqrt{3}} - (0.2)(230.94) + (2.2)I_d \\ = 0.2 I_d + (2.2)(230.94) \end{array} \right.$$

$$E_d = RI_d + XI_w$$

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3}V} = \frac{800 \cdot 10^3}{\sqrt{3} 2000} =$$

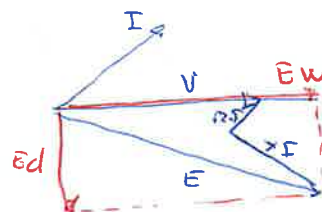
$$E^2 = E_w^2 + E_d^2$$

$$\left[\frac{2500}{\sqrt{3}} \right]^2 = E_w^2 + E_d^2 \quad \text{+ sustituyendo, se calcula } I_d \text{ y luego}$$

sabiendo I_w y I_d se calcula $\bar{I} = I_w + j I_d$ y calculo en angulo φ

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{I_d}{I_w} = \frac{106.91}{230.94} = 0.46 \rightarrow \cos \varphi = 0.91 /$$

prob 44, 45, 46.



29.44. Motores síncronos.

Qual es la salida se corresponde a la entrada máxima de un motor síncrono triángulo

Δ 250V 20CV $E = 320V$ $0.3 \Omega / f = R$ $4.5 \Omega / f = X$ las pérdidas por fricción

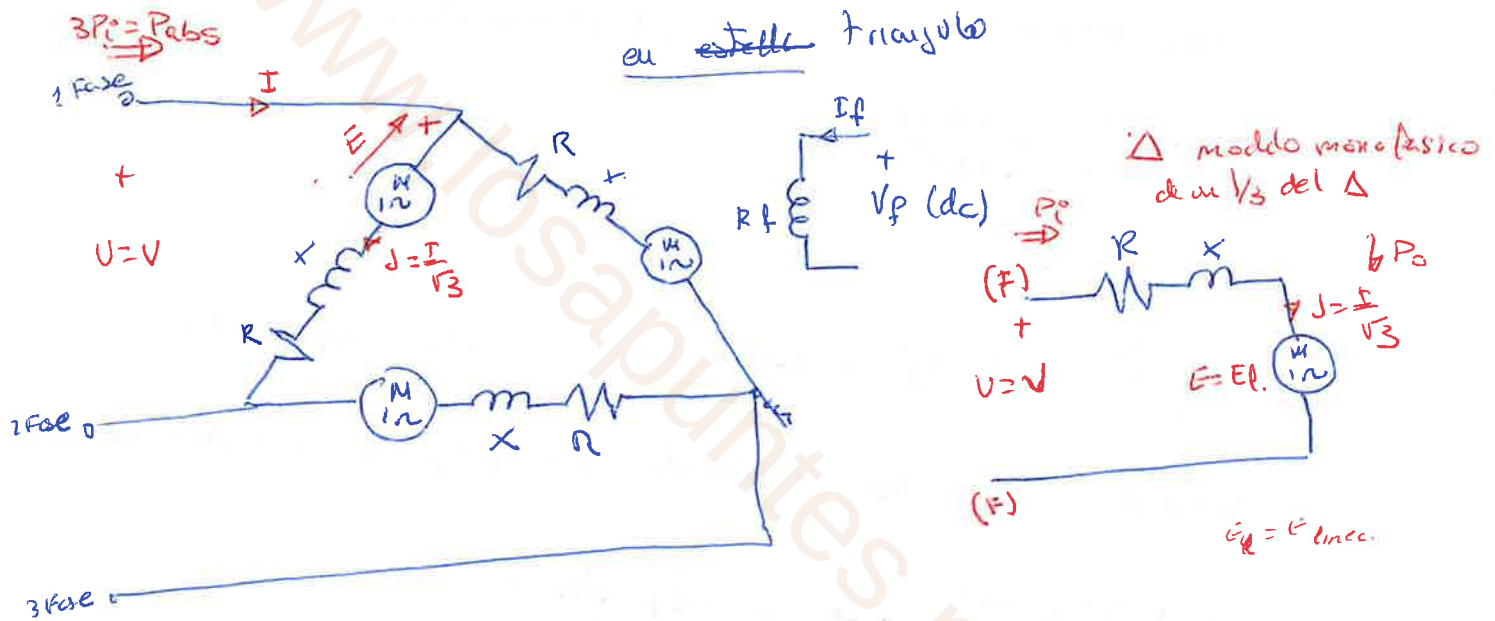
en el hierro $800W = P_{rot}$. Múltiple las valores.

a) la potencia en caballo. [sol. 637CV]

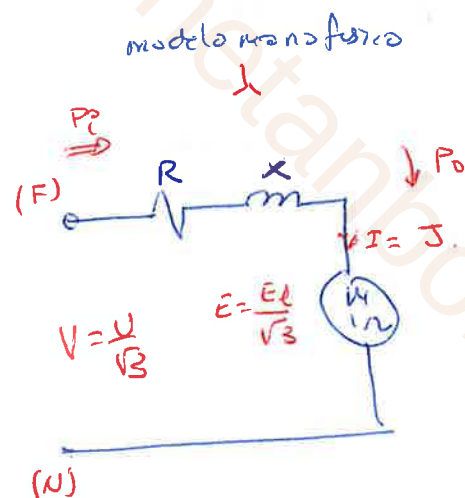
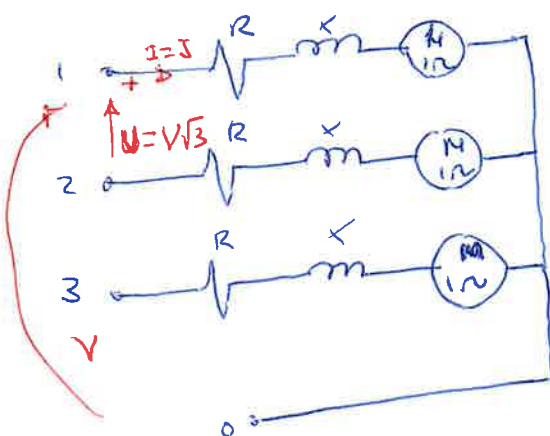
b) [161A] potencia.

c) [sol. 0.804]

$$P_i = \frac{V^2}{Z} \cos \varphi_{cc} - \frac{EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} + \theta)$$

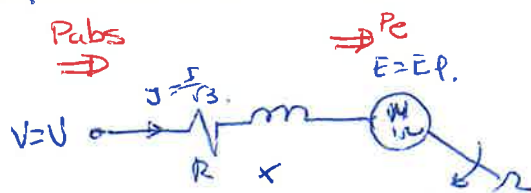


en triángulo estrella.

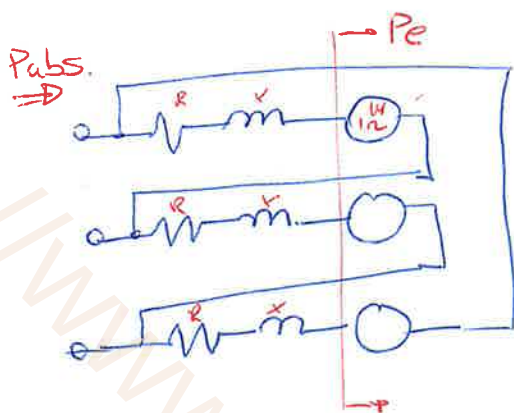


la diferencia del modelo monofásico en Δ es que está entre Fase y fase mientras que el estrella está entre Fase y neutro

esquema unifilar del Δ



otra forma de representar el Δ para ver la P_e



Potencia de entrada por fase.

$$P_i = \frac{V^2}{2} \cos \varphi_{cc} - \frac{EV}{2} \cos \left(\frac{\varphi_{cc}}{2} + \theta \right)$$

para que sea potencia maxima es $\varphi \cos(\varphi_{cc} + \theta) = -1$ entonces
maxima la potencia de entrada. $\varphi_{cc} + \theta = 180$

$$\bar{Z} = 0'3 + j'4'5 = 4'51 \angle \varphi_{cc} = 86'19^\circ$$

entonces $86'19 + \theta = 180 \Rightarrow \boxed{\theta = 93'81^\circ}$

como es Δ $U = V$.

$$P_i = \frac{250^2}{4'51} \cos(86'16) + \frac{320 \cdot 250}{4'51} = 920'84 + 17'74 \text{ kW} = \underline{18'66 \text{ kW}}$$

↑
potencia de entrada
max. por fase.

- Potencia de salida para entrada maxima.
ángulo cuando la entrada es maxima.
pb.

$$P_o = \frac{EV}{2} \cos(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{E^2}{2} \cos \varphi_{cc}$$

$$P_o = \frac{(320)(250)}{4'51} \cos(86'19 - 93'81) - \frac{(320)^2}{4'51} \cos 86'19^\circ = 17'58 \text{ kW} - 1'51 \text{ kW} =$$

17'50 kW

$$P_o = 16'07 \text{ kW}$$

↑
por fase

↑
por las tres fases.

$$P_e = 3P_o = 48'21 \text{ kW}$$

$$P_{ej} = P_e - P_{ot} = 48'21 \text{ kW} - 0'8 \text{ kW} = 47'41 \text{ kW}$$

$$= \frac{47'41}{0'746} = \boxed{63'55 \text{ CV}}$$

la diferencia de la P_{max} y la P_{ot} es la
perdida Joule por fase que fue la magnitud.
por efecto

↑
para potencia caballo.

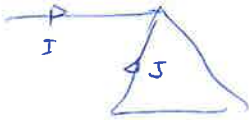
- 8 -

$$R J^2 = P_{i_{mx}} - P_o \text{ por fase}$$

$$3 R J^2 = P_{abs} - P_o \text{ por las tres fases.}$$

$$0.3 J^2 = (18'66 - 16'07) 10^3$$

$$J = 92'92 A.$$



$$I = \sqrt{3} \cdot J = 160'93 A$$

c) determino el coseno.

$$P_{abs} = \sqrt{3} V I \cos \varphi = 3 V J \cos \varphi = 3 \cdot 18'66 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 92'92 \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{abs}}{3 V J}$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{abs} = 3 P_{i_{mx}}}{\sqrt{3} V I} = \frac{3 \cdot 18'66 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot (250) (160'93)} = 0'803$$

se multiplica por 3 para que sea las tres fases.

29.45 Problema

$$415V \Delta E=820V$$

$$0.5 + j4 \omega L = \bar{Z} \quad P_{rot} = 1000 W$$

¿potencia en el eje, la corriente de línea, el fact. de pot. y el rendimiento?

$$P_o = \frac{EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{E^2}{Z} \cos \varphi_{cc}$$

$$\text{para } P_o \text{ sea max.} \rightarrow \cos(\varphi_{cc} - \theta) = 1$$

$$\varphi_{cc} - \theta = 0^\circ$$

$$\boxed{\varphi_{cc} = \theta}$$

$$\bar{Z} = 0.5 + j4 = 4'03 \angle \varphi_{cc} = 82'87^\circ$$

$$\varphi_{cc} = 82'87^\circ$$

$$P_e = 3 P_o = \frac{3 (520)(415)}{4'03} \cos(82'87 - 82'87) - \frac{3 (520)^2}{4'03} \cos 82'87^\circ$$

tres veces la potencia de salida por fase.

potencia salida por fase

$$160'65 kW$$

W

$$- 24'98 kW = P_e = 135'67 kW$$

$$P_{e_{je}} = P_e - P_{rot} = 135'67 kW - 0'1 kW = 134'67 kW$$

$$\text{lo paso a caballo. } \frac{134'67}{0'746 kW} = \boxed{180'52 CV}$$

$$0'746 kW \rightarrow 1 CV$$

como es triángulo $I = \sqrt{3} J$

$$\begin{aligned} \bar{J} &= \frac{\bar{V} - \bar{E}}{Z} = \frac{VL\angle 0^\circ - EL\angle -\theta}{Z\angle \phi_{cc}} = \frac{415\angle 0^\circ - 520\angle -82.87^\circ}{4.03\angle 82.87^\circ} = \frac{415 - [64.54 - j 515.98]}{4.03\angle 82.87^\circ} \\ &= \frac{350.46 + j 515.98}{4.03\angle 82.87^\circ} = \frac{623.74\angle 55.82^\circ}{4.03\angle 82.87^\circ} \end{aligned}$$

$$\bar{J} = 154.77\angle -27.05^\circ \rightarrow \boxed{\cos\varphi = 0.89}$$

$$I = \sqrt{3} \cdot J.$$

$$\boxed{I = \sqrt{3} \cdot 154.77 = 268.08 \text{ A}}$$

$$\begin{aligned} \left[\eta = \frac{P_{\text{re}}}{P_{\text{abs}}} \cdot 100 \right] &= \frac{134.67 \text{ kW}}{\sqrt{3} V I \cos\varphi} \cdot 100 = \frac{134.67 \text{ kW}}{\sqrt{3} (415) (268.08) (0.89) \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = \\ &= \boxed{78.52 \%} \end{aligned}$$

ACOPLAMIENTO PARALELO DE ALTERNADORES.

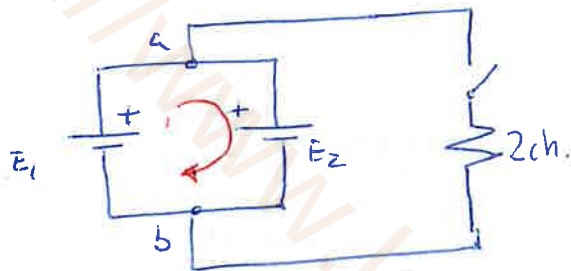
conversión de energía mecánica en eléctrica y continua.

- tomar un solo alternador

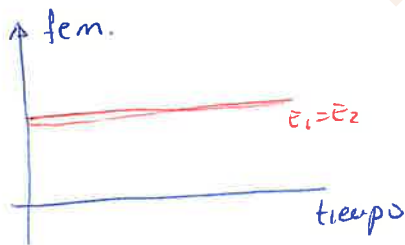
- o tomar varios alternadores. Se aprovecha mejor la potencia. Interse varios alternadores.

condiciones eléctricas para acoplamiento paralelo de alternadores.

suponemos que tenemos dos baterías idénticas puestas en paralelo, tienen la misma fuerza electromotriz entonces $E_1 = E_2$.

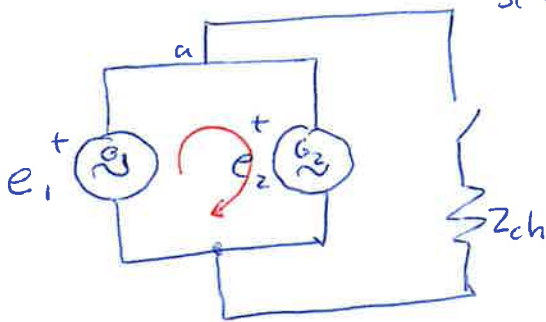


punto de vista del ^{circuito} punto exterior
la $E_1 = E_2$.

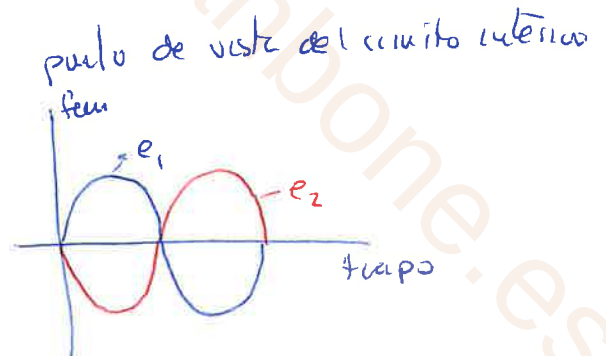
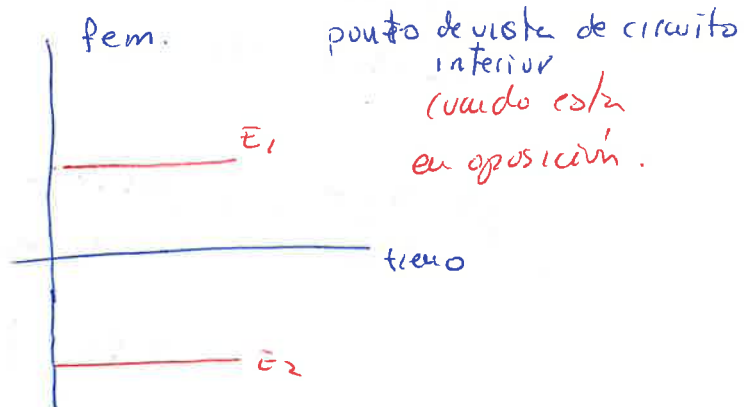
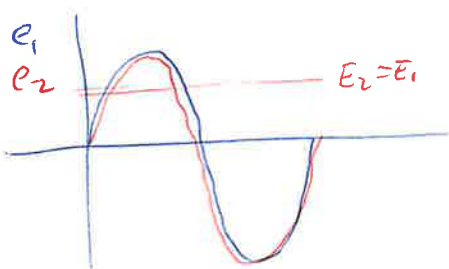


sustituyendo batería por alternadores.

si las senosoides son iguales: $e_1 = e_2$



punto de vista del ^{circuito} punto exterior
 $e_1 = e_2$



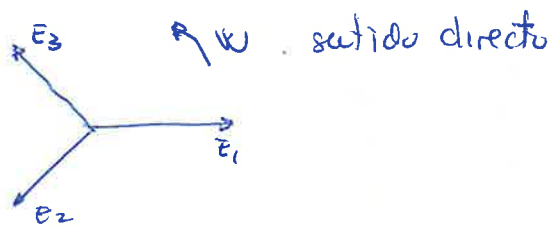
para que dos alternadores se puedan poner en paralelo tienen que tener la misma:

frecuencia, $E_1 = E_2 = E$, fase

• misma frecuencia
• mismo valor f.e.m.
• misma fase

} monofásico.

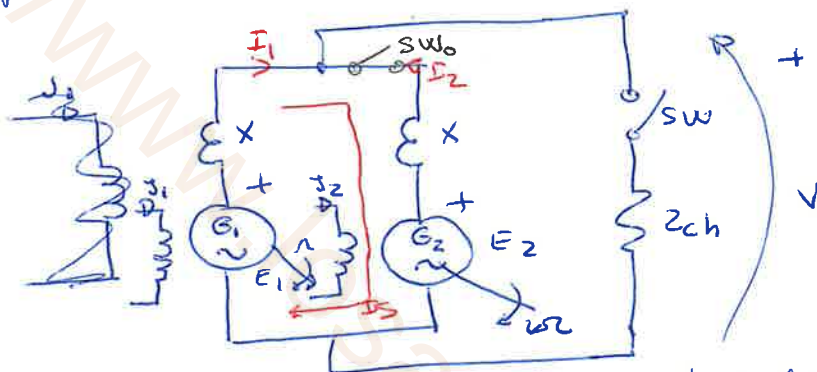
trifásico: • misma secuencia de fase.



CORRIENTE SINCRONIZANTE. POTENCIA SINCRONIZANTE.

Suponer dos alternadores idénticos conectados en paralelo. Suponemos que tiene reactancia sincrónica X

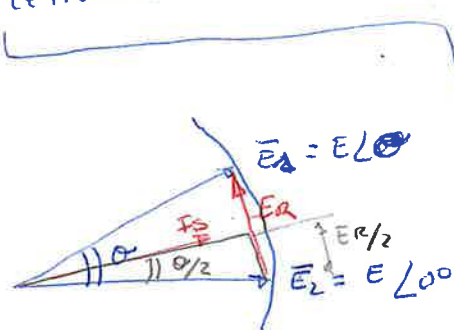
$I_1, I_2 =$ corriente inducidas



condiciones iniciales: los dos alternadores giran a la misma velocidad ω , X supone igualmente existiendo los campos $I_1 = I_2 \Rightarrow$ $E_1 = E_2 = E$

$\vec{E}_1 = E \angle 0^\circ$ $\vec{E}_2 = E \angle 0^\circ$
f. en est. en fase, y módulo iguales

Si cerramos SW_0 no hay corriente de circulación ya que $E_1 = E_2 = E$.



si la turbina y conector el alternador G_1 se acelera.

corriente sincronizante

$$\vec{I}_s = \frac{\vec{E}_1 - \vec{E}_2}{j2X} = \frac{E_1 \angle 0^\circ - E_2 \angle 0^\circ}{j2X} = \frac{\vec{E}_R}{j2X}$$

$$I_s = \frac{E_R}{2X} = \frac{ER}{2} = E \sin \frac{\theta}{2}$$

módulo

$$I_s = \frac{E}{X} \sin \frac{\theta}{2}$$

valor módulo de la corriente sincronizante.

desde el punto de vista + del 0

$$\vec{V} = \vec{E}_1 - X \angle 90^\circ \vec{I}_s = E_1 - X \angle 90^\circ \vec{I}_s$$

$$\text{Segundo alternador } \vec{V} = \vec{E}_2 - X \angle 90^\circ \vec{I}_s = \vec{E}_2 + X \angle 90^\circ \vec{I}_s$$

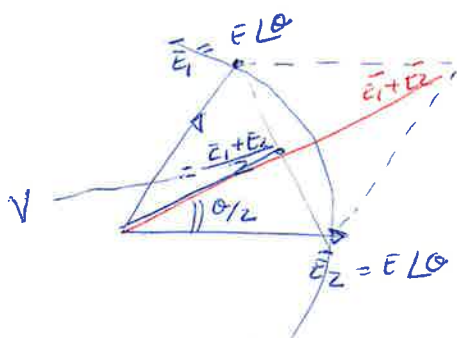
$$2\vec{V} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$V = E_2 + X \angle 90^\circ \vec{I}_s$$

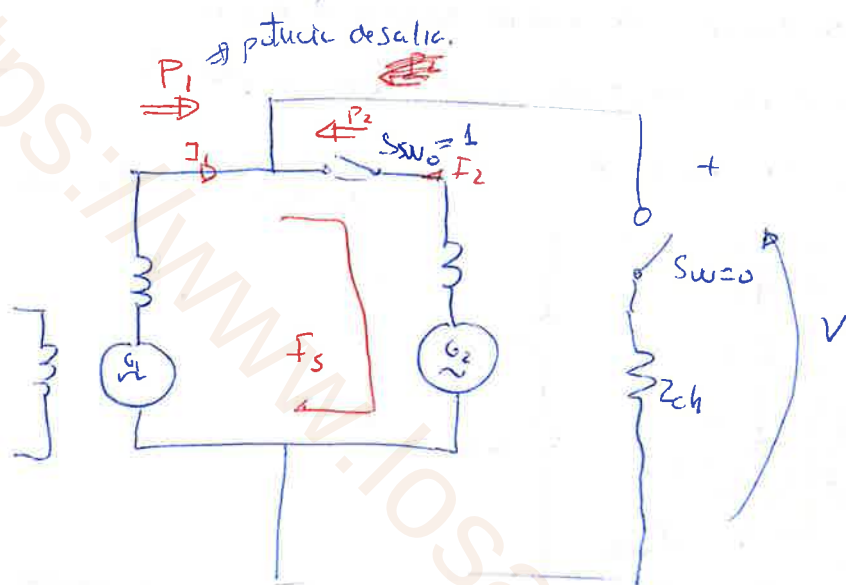
$$V = E_2 - X \angle 90^\circ \vec{I}_s$$

$$\text{por } I_2 = -I_s$$

$$V = \frac{\vec{E}_1 + \vec{E}_2}{2}$$



$$V = E \cos \frac{\theta}{2}$$



$$* P_1 = V I_1 \cos(\angle \hat{V} \hat{I}_1) \quad \text{como } I_1 = I_3$$

$$P_1 = V I_3 \cos(\angle \hat{V} \hat{I}_3) \quad V \Rightarrow \frac{E}{2} \quad I_3 = \frac{E}{2} \quad \frac{E}{2} - \frac{E}{2} = 0$$

$$P_1 = \left[E \cos \frac{\theta}{2} \right] \left[\frac{E}{X} \sin \frac{\theta}{2} \right] \cdot 1$$

$$P_1 = \frac{E^2}{2X} \sin \theta$$

$$* P_2 = V I_2 \cos(\angle \hat{V} \hat{I}_2)$$

$$P_2 = V I_3 \cos 180^\circ$$

$$P_2 = \left[E \cos \frac{\theta}{2} \right] \left[\frac{E}{X} \sin \frac{\theta}{2} \right] [-1]$$

$$P_2 = -\frac{E^2}{2X} \sin \theta$$

Las potencias P_1 y P_2 son llamadas potencias sincronizables.

la potencia sincronizante es suministrada por el generador mas rapido que opera como alternador entonces el generador dos opera como motor por qe es mas lento.

la potencia sincronizante estabiliza las velocidades.

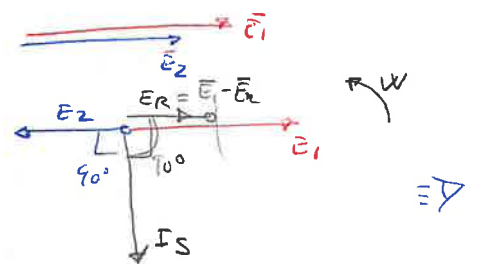
la conexión paralelo es una conexión estable.

2º caso) Si los módulos son desiguales.

ahora $I_1 \neq I_2$ $R = cte$ $\bar{E}_1 = E_1 \angle 0^\circ$ varío el módulo pero no los ángulos.
velocidad desig. $\bar{E}_2 = E_2 \angle 0^\circ$

desde el punto de vista del circuito exterior

" " " " " " interior



$$\bar{I}_s = \frac{\bar{E}_1 - \bar{E}_2}{j2X} = \frac{\bar{E}_R}{j2X}$$

Si son giratorios con velocidad angular ω

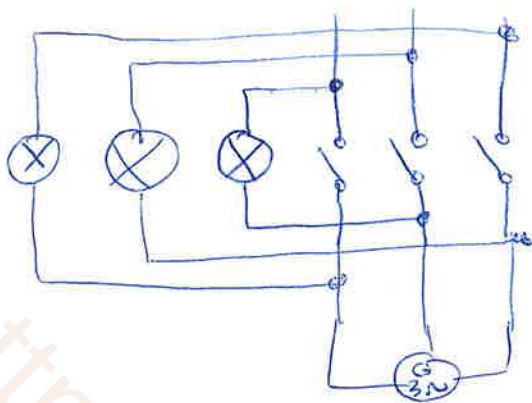
I_s origina una reacción inductiva longitudinal magnetizante con E_2

debilita al flujo q lo tiene mas alto y refuerza a quello opuesto se lo tiene mas bajo

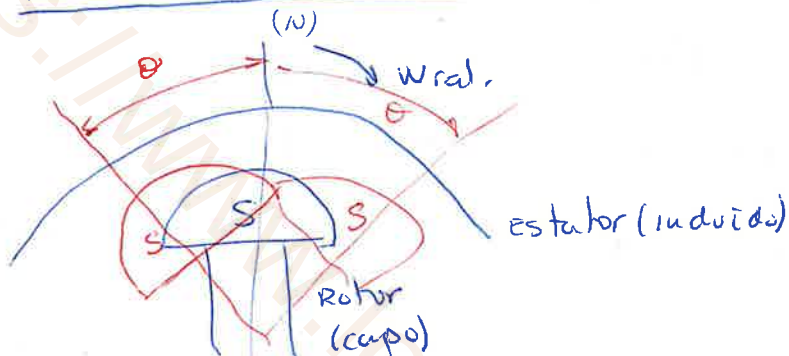
3º caso) no son iguales ni modulo ni ángulos. (dist. módulos distintos ángulos.)

componente real de $I_s \rightarrow$ arreglo velocidades.
componente reactiva de $I_s \rightarrow$ arreglo flujos.

Generador trifásico.



FUNCIONAMIENTO FLOTANTE.



el rotor se ~~ajusta~~ ^{ajusta} con el norte
la rueda pda esta en sintonía con la red.

$\theta = 0$ funcionamiento flotante.

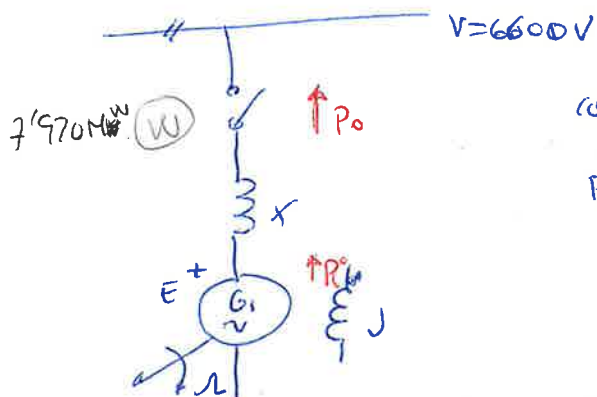
$\theta =$ en atraso funcionamiento como generador.

$\theta =$ en adelanto " " " motor

Maquinas sincronas sobre barras Capitulo 35.

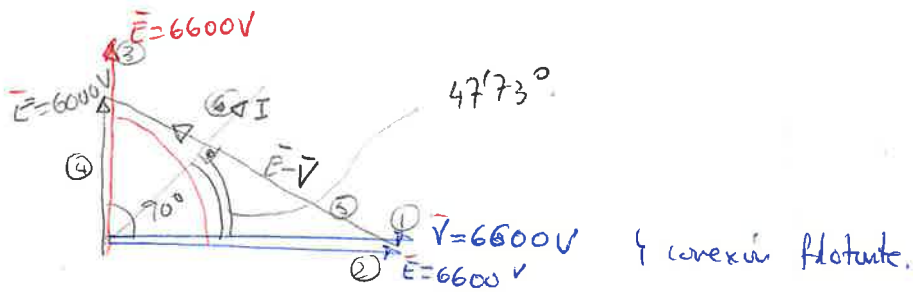
problema 25. calcular la carga max de un alternador sincrónico de 5000 kVA con $x = 5 \Omega$ cuando se conecta a una barra inductiva es de 6600V ^{red} ~~ya~~ 6000V. ¿Hallar el factor de potencia y f.d.p.?

[solución 7900 kW 1780A 0.675 cap]



como la máquina es sincrónica.

$$P_i = P_o = \frac{E V}{x} \sin \theta$$



$$P_{sal} = P_i = P_o = \frac{6000 \cdot 6600}{5} \sin 90^\circ = 7920 \text{ kW}$$

$$\bar{I} = \frac{E - V}{jX} = \frac{6000 \angle 90^\circ - 6600 \angle 0^\circ}{j5 \angle 90^\circ} = \frac{8916'64 \angle 137'73}{5 \angle 90^\circ} =$$

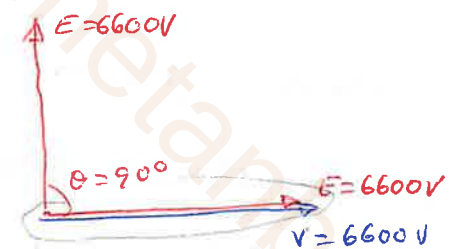
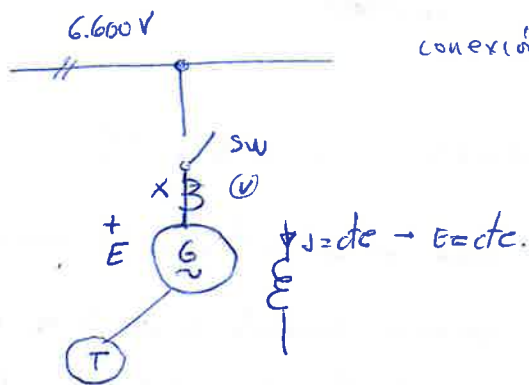
$$\bar{I} = 1783'93 \text{ A} \angle 47'73^\circ = \gamma \quad \cos 47'73 = 0'673$$

al salir positivo la máquina está operando en régimen capacitativo

35.26. un alternador monofásico de 6600V tiene una reactancia de inducción de $10 \Omega = X$ $R=0$, $E=\text{cte}$. Estimar la salida, la corriente de salida.

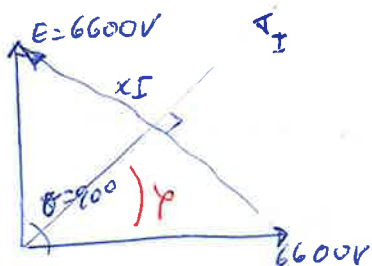
Solución

4350 kW
935 A
0.7 en adelant.



para la máquina no está definida ni como generador ni como motor

cuando cierra el SW.



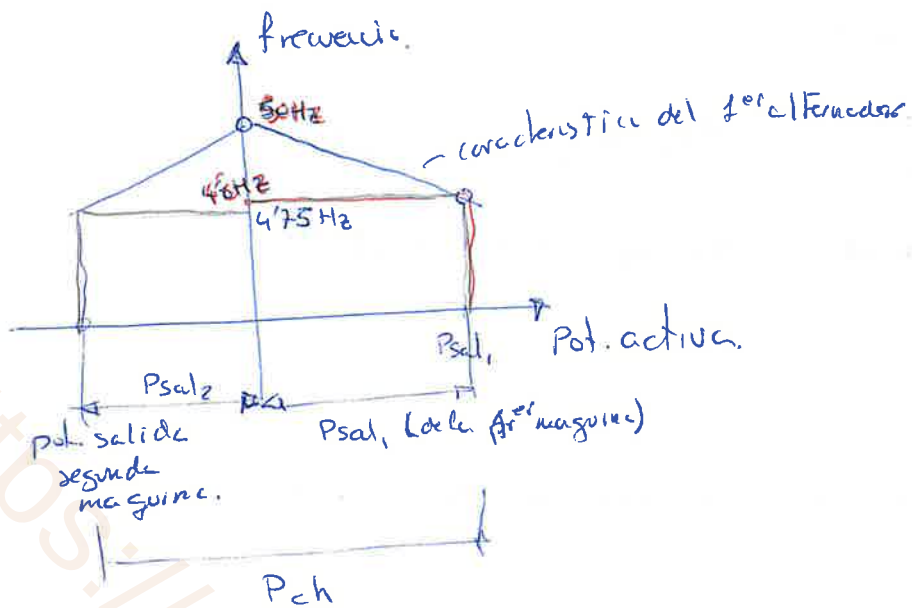
$$\bar{I} = \frac{E - V}{jX}$$

$$X I = \sqrt{2} \cdot 6600$$

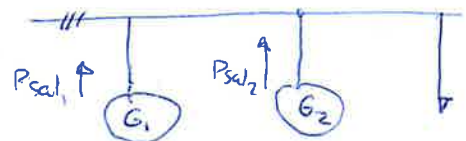
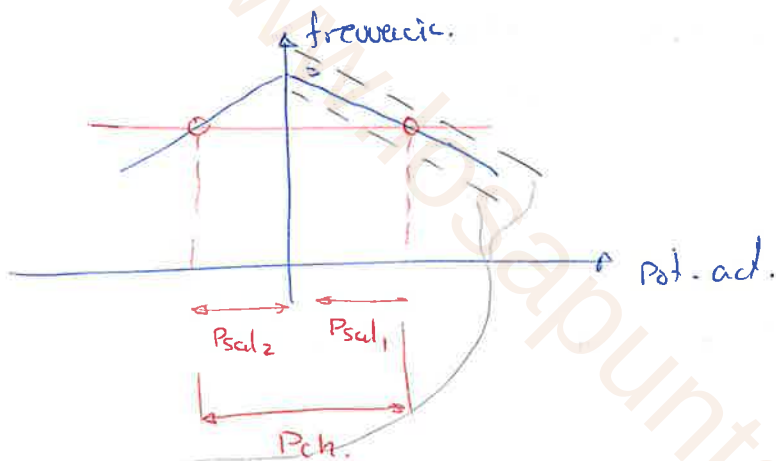
$$I = \frac{\sqrt{2} \cdot 6600}{10} = 933'28$$

$$\cos \gamma = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0'71$$

una forma en valores modulares

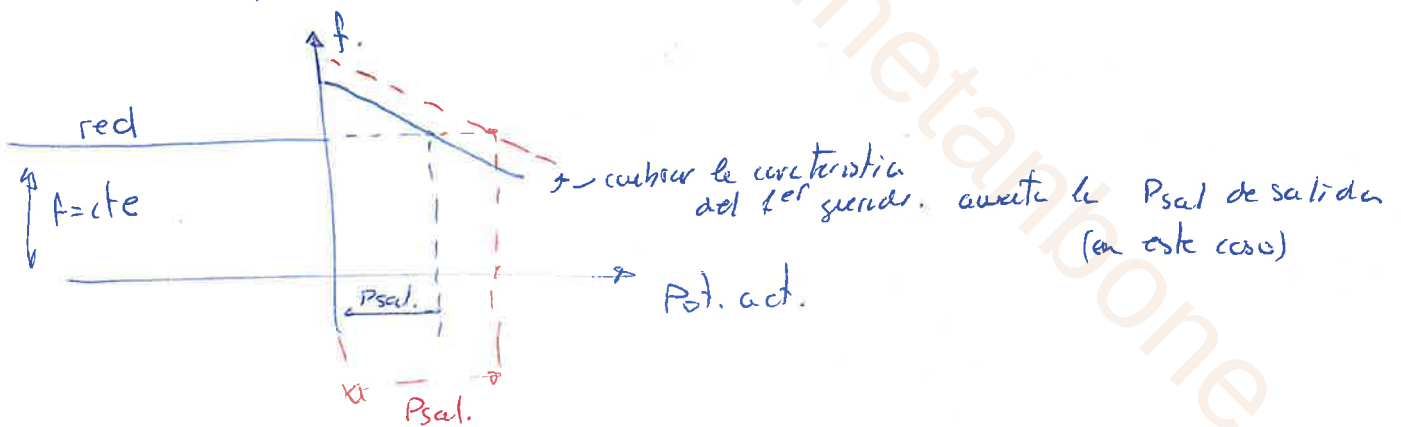


para cualquier frecuencia ocurre:



$$P_{ch} = P_{sal, 1} + P_{sal, 2}$$

puedo desplazar la característica puedo hacer q tenga mayor o menor potencia activa.



tambien se pide calcular

$$\bar{I} = \frac{6600 - 6600}{10 \angle 90} = 933'34 \angle -45^\circ \text{ capacit.}$$

$$P = VI \cos \varphi = 6600 \cdot (933'38) \cdot (0'71) = \boxed{4'35 \text{ MW}}$$

Alternadores en paralelo.

35.16.

Dos alternadores idénticos de 2000 KVA funcionan en paralelo

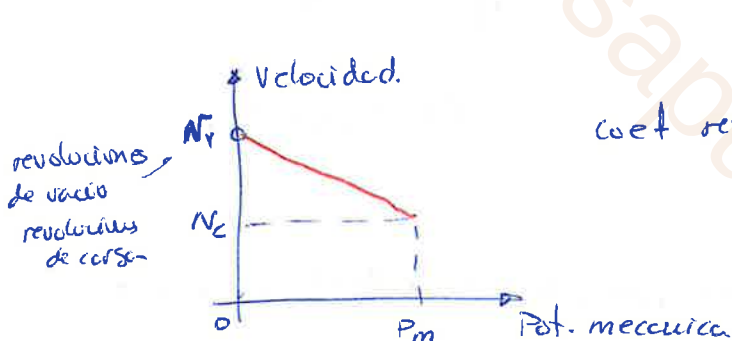
1^{er} máquina 50 Hz - 48 Hz
 $\uparrow$ $\uparrow$
 Vacío PC.

2^{da} máquina 50 Hz 47'5 Hz

a) 3000 Kw solución [1667 Kw 1333 Kw]

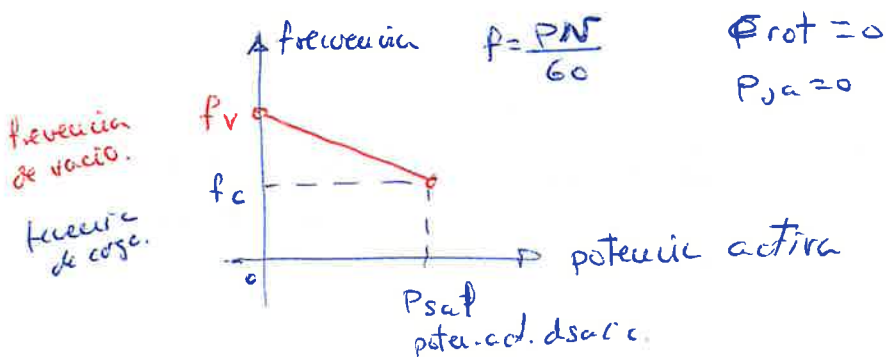
b) carga max. con f.d.p. unidad si sobrecarga ninguna de las cargas.

solución [3600 Kw]

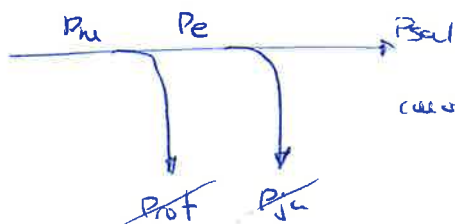


$$f = \frac{PN}{60}$$

$$\text{coef. regulación } \% = \frac{N_v - N_c}{N_c} \cdot 100$$

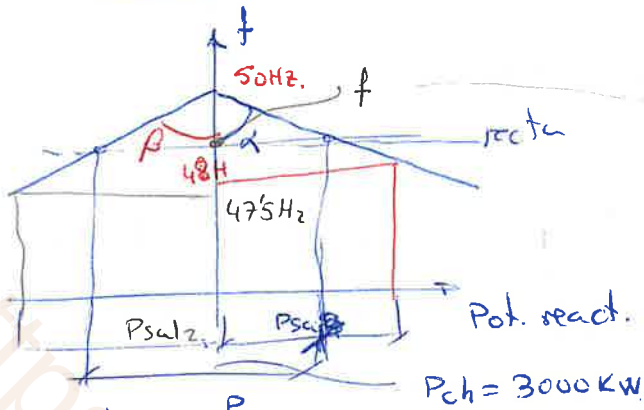


Balaceo de potencia



cuando desprecia P_{rot} y P_{ja} quedaría $P_u = P_e = P_{sa}$

para resolver el problema.



$$\tan \alpha = \frac{P}{f_r - f_c}$$

$$\tan \alpha = \frac{2000}{50 - 48} = 1000 \text{ kW/Hz}$$

$$\tan \beta = \frac{2000}{50 - 47.5} = 800 \text{ kW/Hz}$$

$$\begin{aligned} a) \quad \tan \alpha &= \frac{P_{sal1}}{50 - f} \\ \tan \beta &= \frac{P_{sal2}}{50 - f} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} 50 - f &= \frac{P_{sal1}}{\tan \alpha} = \frac{P_{sal2}}{\tan \beta} = \frac{P_{sal1} + P_{sal2}}{\tan \alpha + \tan \beta} \\ \frac{P_{sal1}}{1000} &= \frac{P_{sal2}}{800} = \frac{3000}{1800} \end{aligned} \right.$$

$$\begin{aligned} P_{sal1} &= 1666.67 \text{ kW} \\ P_{sal2} &= 1333 \text{ kW} \end{aligned}$$

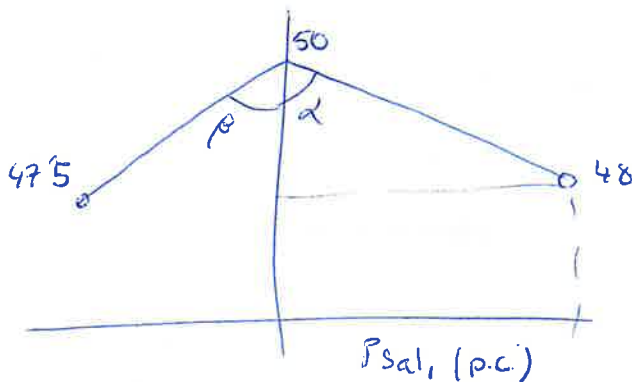
$$\boxed{3000 \text{ kW}}$$

la suma de las dos tienen que ser 3000 kW

también se puede determinar la frecuencia de trabajo

$$50 - f = \frac{P_{sal1}}{\tan \alpha} \quad 1666.67 / 1000 = 50 - f \quad f = 48.33 \text{ Hz}$$

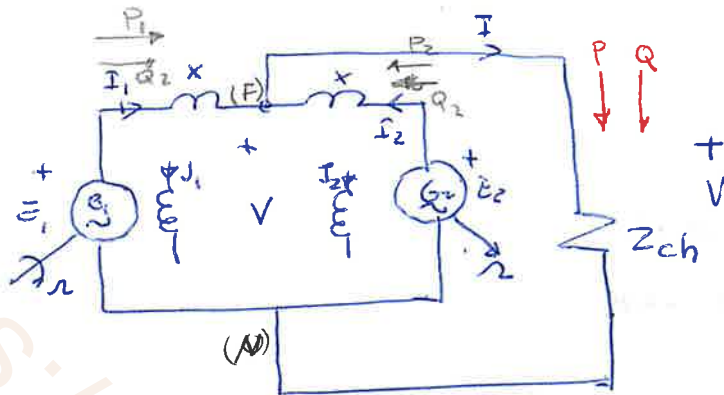
al bajar la red y llegar al 48 Hz la máquina uno está trabajando a plena carga.



$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{P_{sal1} (PC)}{50 - 48} = \frac{2000}{2} = 1000 \quad P_{sal1} = 2000 \text{ kW} \\ \tan \beta &= \frac{P_{sal2} (PC)}{50 - 48} = \frac{1000}{2} = 500 \quad P_{sal2} (PC) = 1000 \text{ kW} \end{aligned}$$

GRAFICO DE LA MARCA EN PARALELO.

Dos alternadores idénticos con reactancia sincrónica idénticos ^{en paralelo} y la resistencia de inducido $R=0$ y $v=cte$



Suponemos

$$R=0 \quad x=cte \quad Z_{ch}=cte$$

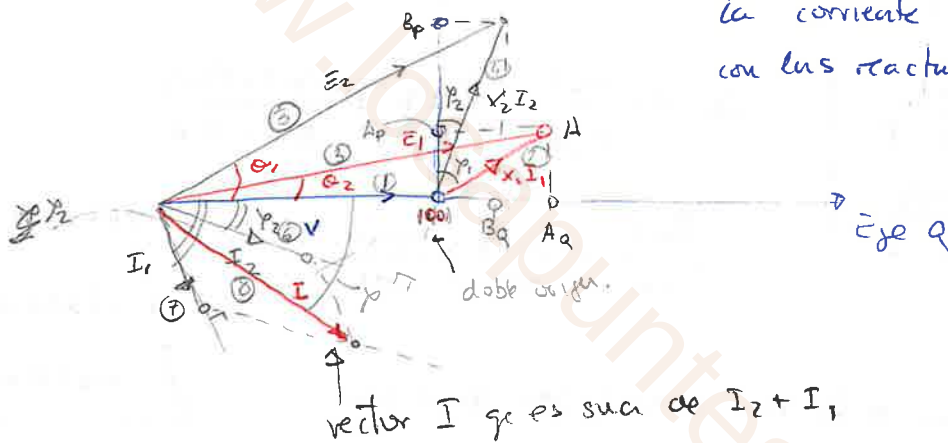
$$V=cte \quad f=cte$$

también suponemos cte, los potes

$$P=cte \quad Q=cte.$$

también la velocidad $\Omega = cte$.

sege P



la corriente 90° en cuadratura con las reactancias.

proyecciones:

$$\overline{O A P} = X I_1 \cos \varphi_1 = \frac{x}{V} V I_1 \cos \varphi_1 = K P_1$$

$$\overline{O A Q} = X I_1 \sin \varphi_1 = \frac{x}{V} V I_1 \sin \varphi_1 = K Q_1 \quad \text{indicando en el dibujo } P_1, Q_1, P_2, Q_2$$

$$\overline{O B P} = X I_2 \cos \varphi_2 = K V I_2 \cos \varphi_2 = K P_2$$

$$\overline{O B Q} = X I_2 \sin \varphi_2 = K V I_2 \sin \varphi_2 = K Q_2$$

* para considerar un funcionamiento pleno tenemos que considerar la resistencia y iguales para los dos máquinas.

entonces hacemos las siguientes consideraciones si $R \neq 0$.

para el 1er alternador $I_1 = \sqrt{I_{1w}^2 + I_{1d}^2}$

para el 2do " $I_2 = \sqrt{I_{2w}^2 + I_{2d}^2}$

y la corriente por la carga será: $I = \sqrt{I_w^2 + I_d^2}$

$$I_w = I_{1w} + I_{2w}$$

$$I_d = I_{1d} + I_{2d}$$

si $Z_{ch} = cte$ y $V = cte$ entonces
 ↑ $\uparrow$
 impedancia de potencia de
 carga es cte. a buses de carga es cte.

$$I_w = I_{1w} + I_{2w} = cte$$

$$I_d = I_{1d} + I_{2d} = cte$$

$$\begin{cases} V = cte \rightarrow P = VI \cos \phi = VI_w = cte \\ Z_{ch} = cte \rightarrow Q = VI \sin \phi = VI_d = cte \end{cases}$$

¿cuáles son las pérdidas Joule del sistema?

$$P_j = RI_1^2 + RI_2^2 = R(I_1^2 + I_2^2) \Rightarrow$$

→ pérdidas Joule es debido a la resistencia.

$$\Rightarrow P_j = R[(I_{1w}^2 + I_{1d}^2) + (I_{2w}^2 + I_{2d}^2)] = R[I_{1w}^2 + I_{1d}^2 + I_{2w}^2 + I_{2d}^2 \pm 2I_{1w}I_{2w} \pm 2I_{1d}I_{2d}]$$

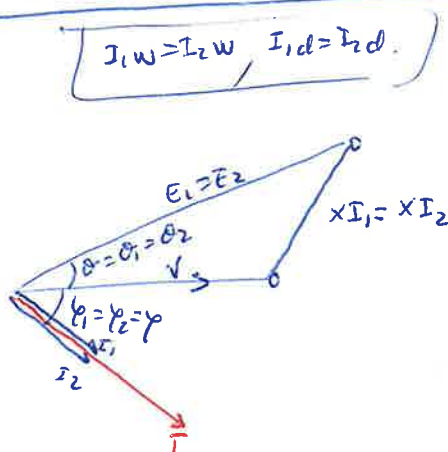
$$P_j = R[(I_{1w} + I_{2w})^2 - 2I_{1w}I_{2w} + (I_{1d} + I_{2d})^2 - 2I_{1d}I_{2d}]$$

¿que debe de ocurrir para que las pérdidas de Joule sean minimas?

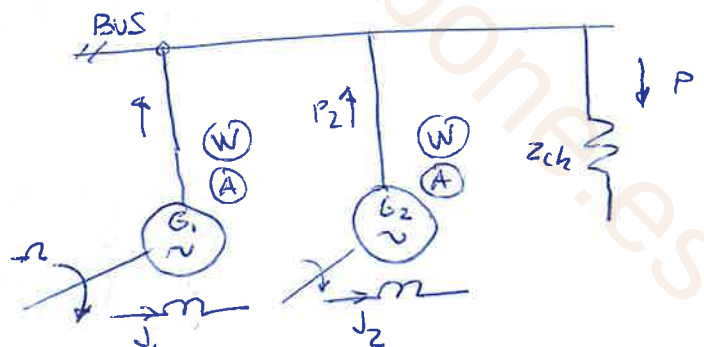
que $2I_{1w}I_{2w}$ y $2I_{1d}I_{2d}$ sean lo mas ^{alto} ~~maximo~~ posible, sea el valor mas alto.

se consigue cuando $I_{1w} = I_{2w}$ y $I_{1d} = I_{2d}$, para ~~que se cumpla~~ esta ~~verificación~~.

Esto se lleva a otro diagrama vectorial



esqueja unifilar.



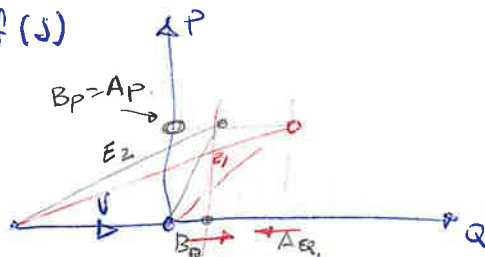
cundo la potencia activa que marcan los watímetros sean iguales se consigue la igualdad. $I_{1w} = I_{2w}$.

mediante la grafica realizada al principio se consigue $I_{1w} = I_{2w}$ cuando B_p y A_p coincide.

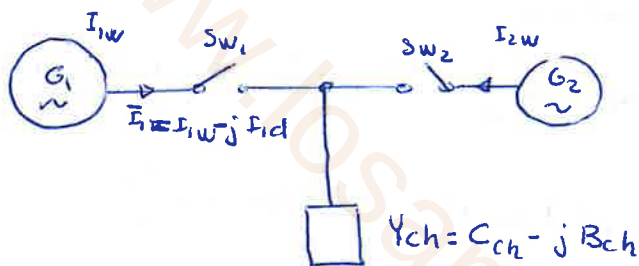
para conseguir la igualdad $I_{1d} = I_{2d}$ depende de la fuerza electromotriz

$$E = 2kf K_d K_a f \phi Z$$

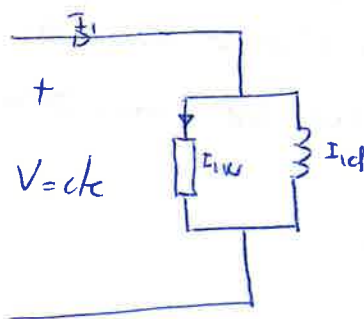
$$\phi = f(\delta)$$



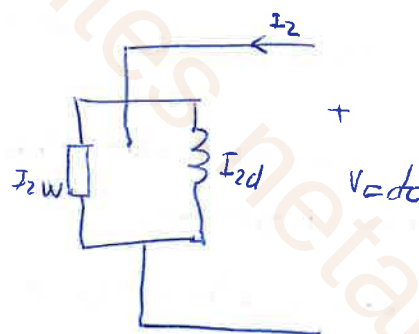
cuando consiga misma lectura de vatmetro y amperimetro tendremos un funcionamiento optimo.



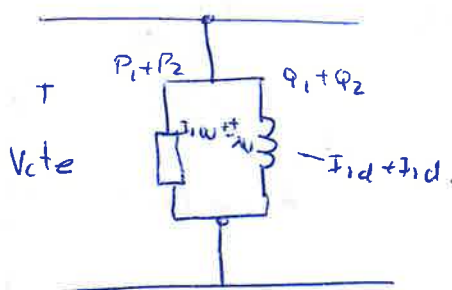
$$S_i \quad Sw_1 = 1 \quad Sw_2 = 0$$



$$S_i \quad Sw_1 = 0 \quad Sw_2 = 0$$



$$S_i \quad Sw_1 = 1 \quad Sw_2 = 1$$



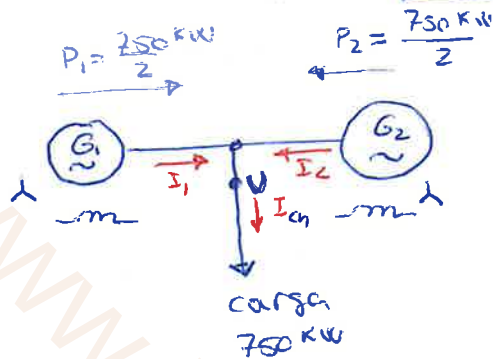
Parker 35-17.

en la se reparte una carga de 750 kW, 6000 V $\phi = 0.8$, la reactancia y resist. cada ~~maguina~~ ^{maguina} es $\bar{Z} = 2.5 + j50 \Omega$.

El campo de por generador es 40° retardo. $I_L = 40 A$.

Hallar
* el corriente del segundo generador
* el fdp.

solución.	$I_2 = 51.4 A$
0.9	0.7
8270 V	9780 V



$$\bar{Z} = 50.06 \angle 87.14^\circ$$

$$P_1 = \sqrt{3} V I_1 \cos \phi_1 \quad , \quad \frac{750 \text{ kW}}{2} = \sqrt{3} \cdot 6 \text{ kV} \cdot (40) \cos \phi_1 \quad / \quad \cos \phi_1 = 0.90$$

$$\bar{I}_1 = 40 \angle -25.84^\circ = 36 - j17.44$$

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

$$P_{cn} = \sqrt{3} V I_{cn} \cos \phi_{cn}$$

↑
potencia
de carga

$$750 \text{ kW} = \sqrt{3} \cdot 6 \text{ kV} \cdot I_{cn} (0.8) \quad \boxed{I_{cn} = 90.21 A}$$

↑
lo considero negativo ya que ϕ_{cn} es negativo

$$\bar{I}_{cn} = I \angle -\phi_{cn} = 90.21 \angle -36.87^\circ = 72.17 - j54.13 A$$

$$\bar{I}_2 = \bar{I}_{cn} - \bar{I}_1 = [72.17 - j54.13] - [36 - j17.44] = 36.17 - j36.69 = 51.52 \angle -45.41^\circ$$

$$\boxed{I_2 = 51.52 A} \quad \boxed{\cos \phi_2 = 0.7}$$

y la F. electromotriz inducida por las maguinas seria:

$$\bar{E}_1 = V + \bar{Z} \bar{I}_1 = \frac{6000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + \underbrace{(2.5 + j50) \cdot 40 \angle -25.84^\circ}_{2002.50 \angle 61.3^\circ}$$

$$E_1 = \frac{6000}{\sqrt{3}} + (961.65 + j1756.49)$$

$$\bar{E}_1 = 2501.48 - j1756.49 = 3057.38 \angle -35.2^\circ$$

↑
el elatador el angulo no puede ser negativo

$$\bar{E}_1 = 4475.75 + j1756.49 = 4761.57 \angle 21.65^\circ \text{ esta es la F. electromotriz suple}$$

de linea ser. $E_{re} = 8247.28 V$.

lo mismo se calcula para el segundo generador la $\bar{E}_2$?

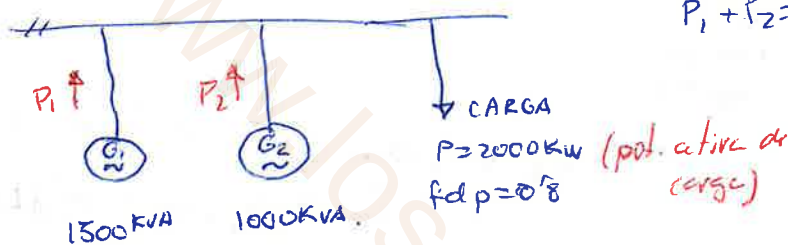
$$\bar{E}_2 = \bar{V} + \bar{Z}\bar{I}_2 = \frac{6000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + 50'06 \angle 87'14 - 51'52 \angle 45'41 = 5646'49 \angle$$

la de línea es $\boxed{\bar{E}_{2L} = 9780'V}$ $E_{2L} = \sqrt{3} E_2$

35.18 Un alternador de 1500 KVA funciona en paralelo con otro capaz 1000 KVA. ¿que carga debería suministrar y a fdp? la carga combinada es 2000 KW con fdp=0.8.

solución [1200 KW 800 KW] 0.8

$$\begin{array}{cc} 1500 \text{ KVA} & 1000 \text{ KVA} \\ \hline 2000 \text{ KW} & \text{fdp}=0.8 \end{array}$$



condición se las corrientes sean proporcionales

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_{1n}}{P_{2n}} \quad \text{suma } +1$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} + 1 = \frac{P_{1n}}{P_{2n}} + 1$$

$$\frac{P_1 + P_2}{P_2} = \frac{P_{1n} + P_{2n}}{P_{2n}} \quad \frac{P}{P_2} = \frac{P_{1n} + P_{2n}}{P_{2n}}$$

$$\boxed{P_2 = P \frac{P_{2n}}{P_{1n} + P_{2n}} = 2000 \cdot \frac{1000}{2500} = 800 \text{ KW}}$$

* también se puede calcular P_1 invirtiendo la razón y haciendo la misma operación $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{2n}}{P_{1n}}$ pero como sabemos la P_{1n} de la carga se

calcula Pero como sabemos P y P_2 entonces $P_1 + P_2 = P$

$$\boxed{P_1 = P - P_2 = 2000 - 800 = 1200 \text{ KW}}$$

be sumo & unided.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_{1n}}{Q_{2n}}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} + 1 = \frac{Q_{1n}}{Q_{2n}} + 1$$

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = \frac{Q_{1n} + Q_{2n}}{Q_{2n}}$$

$$\text{also } \boxed{Q_1 + Q_2 = Q = P \cdot \tan \phi = 1500 \text{ KVAR}}$$

$$S = P + jQ$$

$$\tan \alpha = \frac{Q}{P}$$

$$Q_2 = Q \cdot \frac{Q_{2n}}{Q_{1n} + Q_{2n}} = 1500 \cdot \frac{1000}{2500} = 600 \text{ KVARs.}$$

$$Q = Q - Q_2 = 1500 - 600 = 900 \text{ KVARs.}$$

$$\tan \phi_1 = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{900}{1200} = 0.75 \quad \cos \phi_1 = 0.8$$

$$\tan \phi_2 = \frac{Q_2}{P_2} = \frac{600}{800} = 0.75 \quad \cos \phi_2 = 0.8$$

