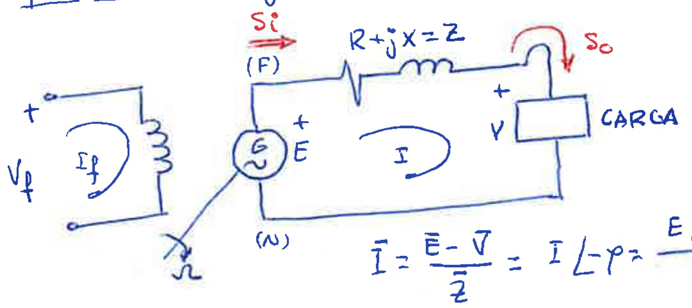
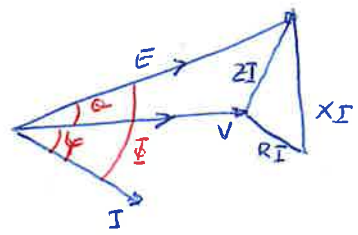
ECUACIONES PARAMETRICAS DE LA POTENCIA.

° por convención ~~g~~ generador.

diagrama vectorial tomando V como origen de vectores





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

podemos analizar la potencia de la salida y la potencia de entrada por fase. $\bar{S}_i = \bar{E}\,\bar{I}^*$

lo analizo exponencialmente.

$$\bar{I} = \frac{E\angle\theta - V\angle 0^\circ}{Z\angle\varphi_{cc}} = \frac{E e^{j\theta} - V e^{j0}}{Z e^{j\varphi_{cc}}} = \frac{E e^{j\theta} - V e^{j0}}{Z}\cdot e^{-j\varphi_{cc}} = \frac{E e^{j(\theta-\varphi_{cc})} - V e^{-j\varphi_{cc}}}{Z}$$

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

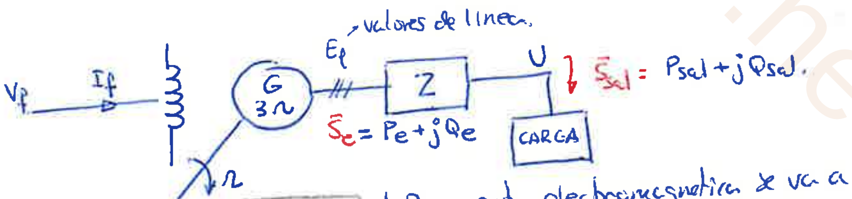
$$\bar{S}_i = \frac{E^2}{Z} e^{j\varphi_{cc}} - \frac{EV}{Z} e^{j(\varphi_{cc}+\theta)} = \frac{E^2}{Z}\left(\cos\varphi_{cc} + j\,\text{sen}\,\varphi_{cc}\right) - \frac{EV}{Z}\left(\cos(\varphi_{cc}+\theta) + j\,\text{sen}(\varphi_{cc}+\theta)\right)$$

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

potencia de entrada por fase.

potencia activa y reactiva por fase.

Ahora pongo la maquina trifasica en forma unifilar.



$$\boxed{S_e = 3S_i = P_e + j\,Q_e}$$ P_e = pot. electromagnética se va a convertir de la pot. mecanica a la electrica
Q_e = pot. reactiva total generada.

entonces:

- $P_e = 3P_i = \frac{3E^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z}\cos(\varphi_{cc}+\theta)$ = Pot. electromagnetica (activa) tambien puede ser

  $P_e = \sqrt{3}\,E_\ell\, I\cos\phi$

- $Q_e = 3Q_i = \frac{3E^2}{Z}\,\text{sen}\,\varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z}\,\text{sen}(\varphi_{cc}+\theta)$ = Pot. reactiva total generada.

https://www.losapuntes.netanbone.es

- Se hace los mismos calculos pero con la potencia de salida.

$$\bar{S}_o = \bar{V}\,\bar{I}^* \qquad \bar{I}^* = \frac{E e^{j(\varphi_{cc}-\theta)} - V e^{j\varphi_{cc}}}{Z}$$

$$\bar{S}_o = \bar{V}\cdot\bar{I}^* = V e^{j0} \cdot \frac{E e^{j(\varphi_{cc}-\theta)} - V e^{j\varphi_{cc}}}{Z} = \frac{VE}{Z} e^{j(\varphi_{cc}-\theta)} - \frac{V^2}{Z} e^{j\varphi_{cc}}$$

$$\boxed{\bar{S}_o = P_o + jQ_o = \underbrace{\frac{VE}{Z}\cos(\varphi_{cc}-\theta) - \frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc}}_{P_o} \underbrace{+\, j}_{+j} \underbrace{\left[\frac{VE}{Z}\operatorname{sen}(\varphi_{cc}-\theta) - \frac{V^2}{Z}\operatorname{sen}(\varphi_{cc})\right]}_{Q_o}}$$

potencia de salida por fase

por conexión separada

potencia activa y reactiva de salida por fase.

La potencia de salida trifásica sería.

$$\boxed{\bar{S}_{sal} = 3\bar{S}_o = P_{sal} + j\,Q_{sal}.}$$

$$P_{sal} = 3P_o = \frac{3VE}{Z}\cos(\varphi_{cc}-\theta) - \frac{3V^2}{Z}\cos\varphi_{cc}$$ potencia activa consumida por la carga (potencia de salida activa)

$$Q_{sal} = 3Q_o = \frac{3VE}{Z}\operatorname{sen}(\varphi_{cc}-\theta) - \frac{3V^2}{Z}\operatorname{sen}\varphi_{cc}.$$ potencia reactiva de salida.

la diferencia P_e y la P_{sal} es los → efectos fucoult.

la " Q_e y la Q_{sal} es los → debido flujos de dispersión.

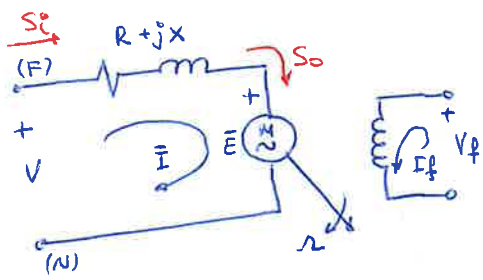
$$P_{sal} = \sqrt{3}\,U I \cos\varphi$$

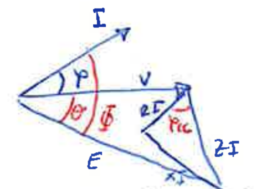
$$Q_{sal} = \sqrt{3}\,U I \operatorname{sen}\varphi.$$

https://www.losapuntes.netanbone.es

- por convención motor

diagrama vectorial tomando V como origen de vectores





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

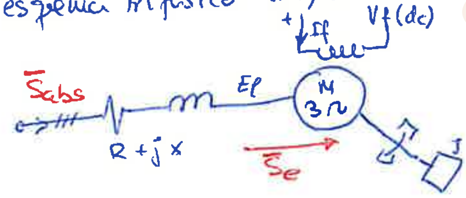
$\bar{S}_i = \bar{V}\cdot\bar{I}^* \qquad \bar{I} = \frac{Ve^{j0} - Ee^{j\theta}}{Ze^{j\varphi_{cc}}} = \frac{Ve^{j0} - Ee^{-j\theta}}{Z}\cdot e^{-j\varphi_{cc}} = \frac{Ve^{-j\varphi_{cc}} - Ee^{-j(\varphi_{cc}+\theta)}}{Z}$

$\bar{S}_i = \bar{V}\cdot\bar{I}^* \qquad \bar{I}^* = \frac{Ve^{j\varphi_{cc}} - Ee^{j(\varphi_{cc}+\theta)}}{Z} \qquad \bar{S}_i = Ve^{j0}\,\frac{Ve^{j\varphi_{cc}} - Ee^{j(\varphi_{cc}+\theta)}}{Z}$

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

$$\boxed{\bar{S}_i = \underbrace{\frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{VE}{Z}\cos(\varphi_{cc}+\theta)}_{\text{potencia activa de entrada por fase}} + j\underbrace{\left[\frac{V^2}{Z}\sin\varphi_{cc} - \frac{VE}{Z}\sin(\varphi_{cc}+\theta)\right]}_{\text{potencia reactiva de entrada por fase}}}$$

esquema trifásico unifilar.



con las tres fases.

$$\boxed{\bar{S}_{abs} = 3\bar{S}_i = P_{abs} + j\,Q_{abs}}$$

potencia activa y reactiva trifásica absorbida =

$P_{abs} = \frac{3V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z}\cos(\theta+\varphi_{cc})$ · $P_{abs} = \sqrt{3}\,UI\cos\varphi$

$Q_{abs} = \frac{3V^2}{Z}\sin\varphi_{cc} - \frac{3VE}{Z}\sin(\varphi_{cc}+\theta)$ · $Q_{abs} = \sqrt{3}\,UI\sin\varphi$.

- Ahora calculo la potencia de salida. es menos puesto en el diagrama es menos

$$\boxed{\bar{S}_e = 3\bar{S}_o = 3\,\bar{E}\,\bar{I}^*} = 3\,E\angle -\theta \cdot \frac{V\angle\varphi_{cc} - E\angle\theta+\varphi_{cc}}{Z\angle 0^\circ} = \frac{3EV}{Z}\angle\varphi_{cc}-\theta - \frac{3E^2}{Z}\angle\varphi_{cc}$$

valor absoluto del ángulo.

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

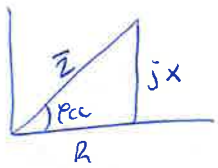
diferencia entre P_{abs} y P_e ⇒ perdidas efectos Joule y perdida dispersión, se determina ⇒ P_{eje}.

diferencia entre Q_{abs} y P_e ⇒ flujo de dispersión de la maquina.

https://www.losapuntesnetanbone.es

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

$R=0$



$R=0 \Rightarrow \varphi_{cc}=90$

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

$$Q_{abs} = \frac{3V^2}{X} - \frac{3EV}{X} \overbrace{\operatorname{sen}(\theta+90)}^{\cos\theta}$$

https://www.losapuntes.netanbone.es

PROBLEMA. 29.40.

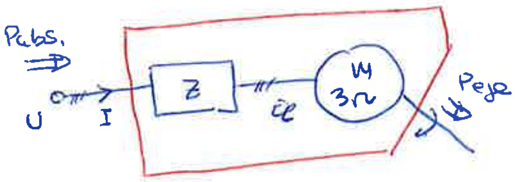
Un motor síncrono trifásico conectado en estrella, de 100 CV, 500 V, tiene una resistencia y una reactancia síncrona por fase de 0'03 Ω y 0'3 Ω respectivamente. Calcular para la plena carga y un factor de potencia de 0'8

I) en adelanto y II) en retardo, lo siguiente:

a) fuerza electromotriz por fase. E

b) potencia mecánica total desarrollada P_e (watios). Suponga un rendimiento del 93%.

solución: [I) a) 309 V; b) 79200 W; II) a) 266 V; b) 79200 W]



$\eta = 0'93$

a) $E = ?$ b) $P_e ?$

$\bar{Z} = 0'03 + j\,0'3\ \Omega/f = 0'301$

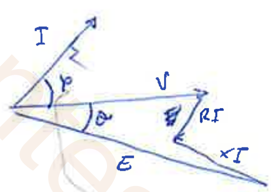
$P_{abs} = \sqrt{3}\,U I \cos\varphi$ $\qquad I = \dfrac{P_{abs}}{\sqrt{3}\,U \cos\varphi}$ ↑ tensión entre hilo.

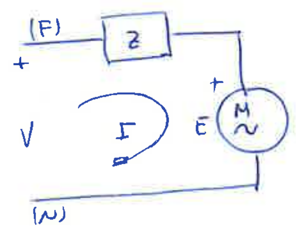
$P_{abs} = \dfrac{P_{eje}}{\eta}$

$100\,CV \cdot 746 = 74600\ W$ ← para pasar a watios

$$\boxed{I} = \frac{(746)\cdot 100/0'93}{\sqrt{3}\cdot(500)(0'8)} = \boxed{115'78\ A}$$

caso I régimen capacitativo.





$\bar{V} = \dfrac{U}{\sqrt{3}} \angle 0° = V \angle 0° = \dfrac{500}{\sqrt{3}} \angle 0°$

$-V + ZI + E = 0 \qquad \bar{E} = V - ZI$

$\bar{Z} = 0'03 + j0'3 = 0'301 \angle \varphi_{cc} = 84'289°$

$\cos\alpha = 0'8$

$\bar{E} = E\angle\theta = \dfrac{500}{\sqrt{3}} \angle 0° - 0'301 \angle 84'289° \cdot 115'78 \angle 36'87$ ← es positivo por ser régimen capacitativo

$\bar{E} = E\angle\theta = \dfrac{500}{\sqrt{3}} \angle 0° - 34'85 \angle 121'59$

$\bar{E} = E\angle\theta = \dfrac{500}{\sqrt{3}} + 18'032 - j\,29'822 = 306'707 - j\,29'822 =$

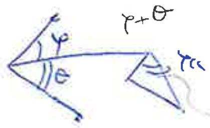
$\boxed{\bar{E} = 308'154 \angle -5'544 = \theta}$ valor simple de la Fuerza electromotriz inducida.

tensión de línea o tensión compuesta $\qquad E_L = \sqrt{3}\,E = 533'74$

b) potencia electromagnetica bruta.

$36'870 + 5'554$

$P_e = \sqrt{3}\, E_l\, I \cos\phi$ o $P_e = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}\, E\, I \cos\phi = 3 \cdot (308'154)(115'78) \cos(\varphi + \theta) =$



$\boxed{P_e = 79'010 \text{ Kw}}$

otra forma para calcular el Pe

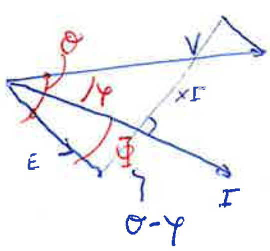
$P_e = \dfrac{3EV}{Z} \cos(\varphi_{cc} - |\theta|) - \dfrac{3E^2}{Z} \cos\varphi_{cc} = \dfrac{3 \cdot (308'154) \frac{500}{\sqrt{3}}}{0'301} \cos(84'289 - 5'554) - \dfrac{3(308'154)^2}{301} \cdot$

$\cdot \cos 84'289 = 173196'4 - 94180'39 = 79016 \text{ W} = \boxed{79'016 \text{ Kw}}$

caso (II) a) regimen inductivo.

es inductivo al ser inductivo, es inductivo tambien en la grafica.

$\bar{E} = \bar{V} - \bar{Z}\bar{I} = \frac{500}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 0'301 \angle 84'289 \cdot 115'78 \angle -36'87$



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

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

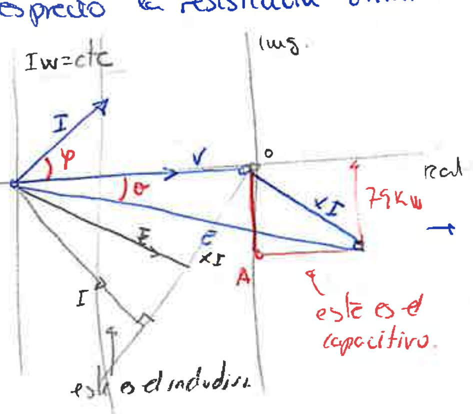
valor simple de la F electromotriz inducida.

b) $\boxed{P_e = 3\, E\, I \cos\phi = 3(266'333) \cdot (115'78) \cos(\underbrace{36'870 - 5'529}_{\varphi - \theta}) = 79 \text{ Kw}}$

en valor absoluto

— o —

si desprecio la resistencia ohmica en el primer caso (I)



$\overline{OA} = xI\cos\varphi = \frac{3V}{3V} \times I\cos\varphi = K\ P_{abs} =$

$=$ Pot. mecanica bruta o electromagnetica.

$\rightarrow$ pot. mecanica bruta = pot. activa absorbida por el motor de la red.

$P_{abs} = \sqrt{3}\, U I \cos\varphi = \text{cte}.$

el 2947. tiene un error $\longrightarrow$ 440^V poner.

https://www.losapuntes.netanbone.es

Problema. 29.41. La entrada de un motor síncrono trifásico conectado en estrella de 11000 V es de 60A. La resistencia efectiva y la reactancia síncrona por fase son, respectivamente, de 1Ω y 30Ω. Hallar.

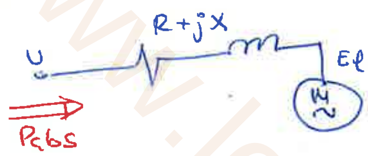
a) La potencia suministrada al motor y la fuerza electromotriz inducida para un factor de potencia de 0'8.; [Solución 915Kw]

b) en adelanto [Solución 13000 V]

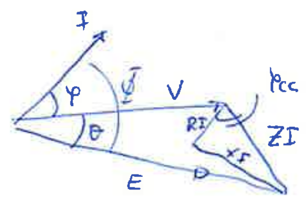
c) en retardo [Solución 9360 V].

$\bar{Z} = 1 + j\,30 = 30'01 \angle 88'09°$

a) $\boxed{P_{abs} = \sqrt{3}\, U I \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 11000\,V \cdot 60A \cdot 0'8 = 914'52\,Kw}$



b) diagrama vectorial (en adelanto)



$\cos\varphi = 0'8 \quad \varphi =$

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

$\bar{E} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0° - \underbrace{30'01 \angle 88'09° \; 60 \angle 36'87}$

$\bar{E} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0° - 180'2 \angle 124'96°$

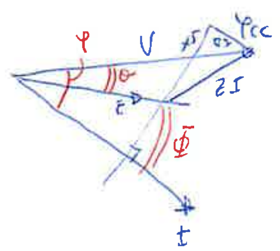
$\bar{E} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0° - \left[-1032'12 + j\,1476'16\right] = 7382'97 - j\,1476'16 =$

$\boxed{\bar{E} = 7529'10 \angle -11'31°}$ θ

fuerza electromotriz simple.

$\boxed{E_f = \sqrt{3}\, E = \sqrt{3} \cdot 7529'10 = 13040'78\,V.}$ *

c) inductivo. diagrama vectorial.



$\bar{I} = I \angle -\varphi = 60 \angle -36'87.$

haciendo el mismo proceso pero que al ser inductivo es $-36'87°$.

$\bar{E} = \bar{V} - \bar{Z} \cdot \bar{I} = \frac{11000}{\sqrt{3}} \angle 0° - 30'02 \angle 88'09 \cdot 60 \angle -36'87° = \boxed{5404'00 \angle \theta}$

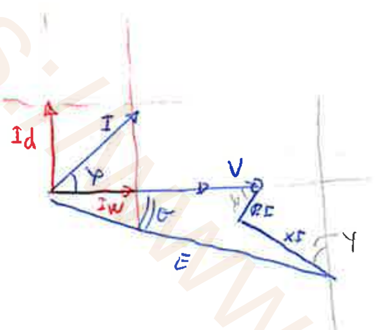
fuerza electromotriz simple.

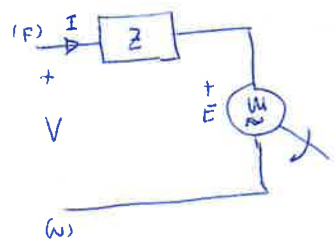
$\boxed{E_f = \sqrt{3}\, E = \sqrt{3} \cdot 5404 = 9360\,V}$ *

Problema. 29.42.

Un motor síncrono trifásico, conectado en estrella, de 2000 V, tiene una resistencia efectiva y una reactancia sincrónica de 0'2 y 2'2 Ω por fase, respectivamente. La entrada es de 800 kW a la tensión normal y la f.e.m. de línea inducida es de 2500 V. Calcula la corriente de línea y el factor de potencia.

Solución [254 A; 0'91 en adelanto]





$$E = \frac{E_\ell}{\sqrt{3}}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{V} - \bar{E}}{\bar{Z}} \qquad I\,\angle\varphi = \frac{V\angle 0^\circ - E\angle -\theta}{Z\angle\varphi_{cc}}$$

$$P_{abs} = \sqrt{3}\,U I\cos\varphi = \sqrt{3}\,U\, I_W$$

$$800 = \sqrt{3}\cdot(2\,kV)\, I_W \rightarrow \boxed{I_W = 230{,}94\,A}$$

$$\bar{Z} = 0{,}2 + j\,2{,}2 = 2{,}21\,\angle 84{,}81^\circ\, \varphi_{cc}$$

$$I\,\angle\varphi = \frac{\frac{2000}{\sqrt{3}}\angle 0^\circ - \frac{2500}{\sqrt{3}}\angle -\theta}{2{,}21\,\angle 84{,}81} = 522{,}71\,\angle -84{,}81 - 653{,}39\,\angle -(\theta + 84{,}81)^\circ$$

$$I\cos\varphi = 230{,}94 = 522{,}71\cos(-84{,}81^\circ) - 653{,}39\cos[-(\theta + 84{,}81)] \rightarrow$$

$$I\,\mathrm{sen}\,\varphi = 522{,}71\,\mathrm{sen}(-84{,}81) - 653{,}39\,\mathrm{sen}[-(\theta + 84{,}81)] \quad (1) \quad I\,\mathrm{sen}\,\varphi = -522{,}71\,\mathrm{sen}(84{,}81) + 653{,}39\,\mathrm{sen}(\theta + 84{,}81)$$

$$\rightarrow 230{,}94 = 47{,}28 - 653{,}39\cos[\overbrace{-(\theta + 84{,}81^\circ)}^{\alpha}]$$

$$653{,}39\cos[\overbrace{-(\theta + 84{,}81)}^{\alpha}] = -183{,}66 \qquad \cos\alpha = \frac{-183{,}6}{653{,}39} = -0{,}28 \qquad \alpha = 106{,}33^\circ$$

$$-(\theta + 84{,}81) = -106{,}33 \qquad \theta = 106{,}33 - 84{,}81 = \boxed{\theta = 21{,}52^\circ}$$

sustituyo en (1)

y se obtiene $I_d = I\,\mathrm{sen}\,\varphi = 106{,}41\,A$.

$$\bar{I} = I_W + j I_d = 230{,}94 + j\,106{,}41 = \sqrt{230{,}94^2 + 106{,}41^2} = 254\,\angle\varphi = 24{,}75^\circ.$$

$$\boxed{\bar{I} = 254\,\angle\varphi = 24{,}75^\circ} \qquad \cos 24{,}75^\circ = 0{,}908 \qquad \boxed{f.d.p. = 0{,}908}$$

$$\cos(-(\theta + 84{,}81)) = \cos(\theta + 84{,}81)$$

$$\mathrm{sen}(-(\theta + 84{,}81)) = -\,\mathrm{sen}(\theta + 84{,}81)$$

https://www.losapuntesnetanbone.es

Problema 29.44.

¿Cuál es la salida que corresponde a la entrada máxima de un motor síncrono trifásico, conectado en triángulo, de 250V, 20CV, cuando la f.e.m. generada es de 320^{V}? La resistencia efectiva y la reactancia síncrona por fase son, respectivamente, de $0'3\Omega$ y $4'5\Omega$. Las pérdidas por fricción, rozamiento con el aire, en el hierro y excitación ascienden en total a $\overset{P_{rot}}{800\ W}$, y se suponen permanecen ctes. Hallar los valores de a) la potencia en caballos, [solución 63'7CV]

b) la corriente de línea [solución 161 A]

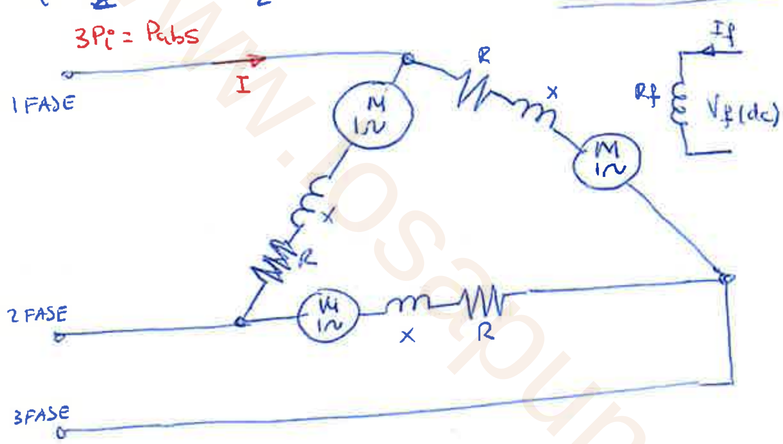
c) el factor de potencia [solución 0'804]

— o —

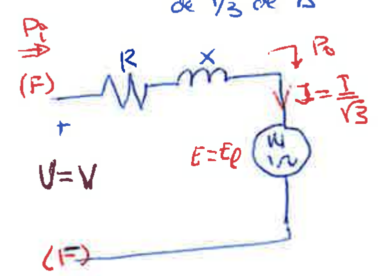
$P_i = \frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{EV}{Z}\cos(\varphi_{cc}+\theta)$

$3P_i = P_{abs}$

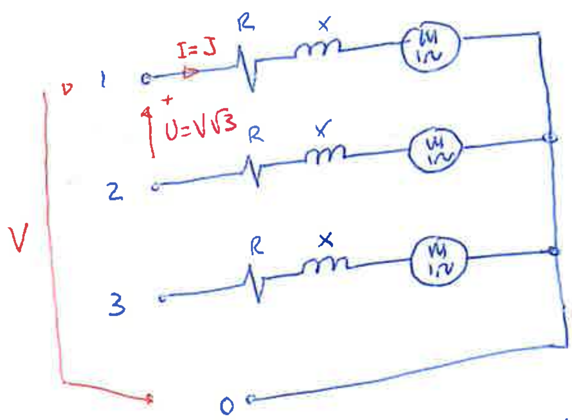
TRIANGULO Δ



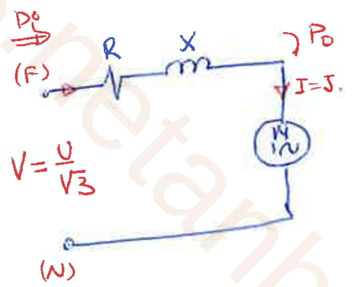
Δ modelo monofásico de 1/3 de Δ



ESTRELLA $\curlywedge$



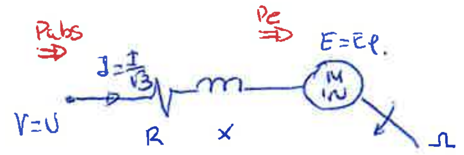
modelo monofásico $\curlywedge$



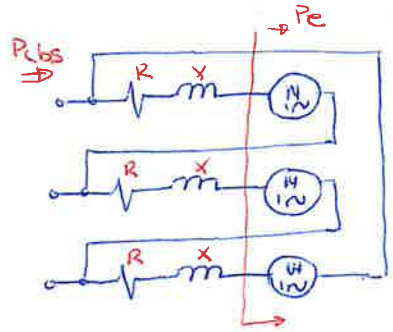
La diferencia del modelo monofásico en Δ es que está entre fase y fase, mientras que el estrella está entre fase y neutro.

https://www.losapuntesnetanbone.es

esquema unifilar del Δ



otra forma de representar el Δ para ver la Pe



potencia de entrada por fase. $P_i = \frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \underbrace{\frac{EV}{Z}\cos(\varphi_{cc}+\theta)}_{-1}$

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

$\bar{Z} = 0'3 + j4'5 = 4'51 \underline{/\varphi_{cc} = 86'19^\circ}$ entonces $86'19 + \theta = 180 \Rightarrow \boxed{\theta = 93'81^\circ}$

como es Δ $U = V$

$P_{i_{max}} = \frac{250^2}{4'51}\cos 86'19 + \frac{(320)(250)}{4'51} = 0'928\,KW + 17'74\,KW = 18'66\,KW$ potencia de entrada maxima por fase

(a) potencia de salida para entrada maxima.

cuando la entrada es maximo

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

$P_o = \frac{(250)(350)}{4'51}\cos(86'19 - 93'81) - \frac{(320)^2}{4'51}\cos 86'19 = 17'58\,KW - 1'51\,KW = \boxed{16'07\,KW = P_o}$ por fase

por las tres fases

$P_e = 3P_o = 48'21\,KW$

$\boxed{P_{eje}} = P_e - P_{rot} = 48'21\,KW - 0'8\,KW = 47'41\,KW = \frac{47'41\,KW}{0'746} = \boxed{63'55\,CV}$ * ← para pasarlo a caballo

La diferencia de la P_{imax} y P_{omax} es la perdida Joule por fase la maquina por efecto.

(b) $RJ^2 = P_{imax} - P_o$ por fase, $3RJ^2 = P_{abs} - P_e$ por las tres fases.

$0'3\,J^2 = (18'66 - 16'07)\cdot 10^3$ $\quad J = 92'92\,A$

$\boxed{I = \sqrt{3}\,J = \sqrt{3}\cdot 92'92\,A = 160'93\,A}$

$I \rightarrow \Delta J$

(c) determino el coseno.

$P_{abs} = \sqrt{3}\,UI\cos\varphi = 3VJ\cos\varphi \Rightarrow$ $\cos\varphi = \frac{P_{abs}}{3VJ} = \frac{\overset{3P_{imax}}{\overset{\parallel}{P_{abs}}}}{\sqrt{3}\,UI} = \frac{3\cdot 18'66\cdot 10^3}{\sqrt{3}\,(250)(160'93)} =$

$\boxed{\cos\varphi = 0'803}$ f.d.p.

Problema 29.45.

La excitación de un motor síncrono trifásico de 415V, conectado en triángulo, es tal que la f.e.m. inducida es de 520V. La impedancia por fase es de $0'5+j4\,\Omega$. Si las pérdidas por fricción y en el hierro son constantes, de 1000 W, calcular la salida en caballos de vapor, la corriente de línea, el factor de potencia y el rendimiento para a) máxima salida de potencia, b) máxima entrada de potencia.

solución $\boxed{\begin{array}{l} a)\ 180CV,\ 268A,\ 0'89,\ 78'4\% \\ b)\ 177CV,\ 303A,\ 0'815,\ 74'6\% \end{array}}$

como es Δ $\quad V=U=415V \quad E=520V$

$0'5+j4\ \Omega/f = \bar{Z} \quad P_{rot}=1000\,W$

a) $P_0 = \frac{EV}{Z}\cos(\varphi_{cc}-\theta) - \frac{E^2}{Z}\cos\varphi_{cc}$ $\quad$ para P_0 sea max $\rightarrow \cos(\varphi_{cc}-\theta)=1$

$\varphi_{cc}-\theta = 0°$

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

$\bar{Z} = 0'5+j4 = 4'03 \underline{/\varphi_{cc}=82'87°}$

$$P_e = 3P_0 = \frac{3\cdot(520)(415)}{4'03}\underbrace{\cos(82'87-82'87)}_{1} - \frac{3(520)^2}{4'03}\cos 82'87.$$

tres veces la potencia de salida por fase. $\quad$ potencia de salida por fase

$P_e = 160'65\,KW - 24'98\,KW = P_e = 135'67\,KW.$

$P_{eje} = P_e - P_{rot} = 135'67\,KW - 0'1\,KW = 134'67\,KW.$

lo paso a caballo $\frac{134'67}{0'746} = \boxed{180'52\,CV}$ *

como es Δ $\quad I=\sqrt{3}J.$

$$\bar{J} = \frac{\bar{V}-\bar{E}}{\bar{Z}} = \frac{V\underline{/0°} - E\underline{/-\theta}}{Z\underline{/\varphi_{cc}}} = \frac{415\underline{/0°} - 520\underline{/-82'87°}}{4'03\underline{/82'87°}} = \frac{415-[64'54-j\,515'98]}{} =$$

$$= \frac{350'46+j\,515'98}{} = \frac{623'74\underline{/55'82°}}{4'03\underline{/82'87}} \quad \bar{J} = 154'77\underline{/-27'05°} \rightarrow \boxed{\cos\varphi=0'89}$$

$I = \sqrt{3}\cdot J = \sqrt{3}\cdot 154'7 = \boxed{268'08A}$ *

$$\boxed{\eta\%} = \frac{P_{eje}}{P_{abs}}\cdot 100 = \frac{134'67\,Kw}{\underset{\sqrt{3}\,UI\cos\varphi}{P_{abs}}}\cdot 10^3 = \frac{134'67}{\sqrt{3}(415)(268'08)(0'89)\cdot 10^{-3}}\cdot 100 = \boxed{78'32\%}$$

(b) el apartado b se hace como el problema 29.44.

$P_i = \frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{EV}{Z}\underbrace{\cos(\varphi_{cc}+\theta)}_{-1}$ $\quad$ para que sea potencia maxima es que $\cos(\varphi_{cc}+\theta)=-1.$

también para una maxima salida de potencia corresponde a la $P_i = \frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{EV}{Z}\cos(\varphi_{cc}+82'87)$

https://www.losapuntesmetambone.es

b) para una potencia de entrada maxima.

Datos: $U = V = 415V$, $E = 520V$, $Z = 0'5 + j4\Omega$, $P_{rot} = 1000\Omega$.

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

para que la entrada sea maximo. $\cos(\varphi_{cc} + \theta) = -1$

entonces $\varphi_{cc} + \theta = \pi$.

φ_{cc} sera $|Z| = \sqrt{0'5^2 + 4^2} = 4'03 \angle \varphi_{cc} = 82'87^\circ$

$\varphi_{cc} + \theta = \pi$ $\quad 82'87 + \theta = \pi$ $\quad \underline{\underline{\theta}} = \pi - 82'87 = \underline{\underline{97'13}}$

entonces la potencia de salida para una maxima entrada de potencia es:

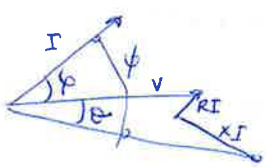
$$P_o = \frac{EV}{Z}\cos(\varphi_{cc} - \theta) - \frac{E^2}{Z}\cos\varphi_{cc} = \frac{(520)(415)}{4'03}\cos(82'87 - 97'13) - \frac{(520)^2}{4'03}\cos 82'87$$

$P_o = 51898'45 - 8328'12 = 43570$ w por fase

$P_e = 3P_o = 3 \cdot 43570\,W = 130710\ W.$

$\boxed{P_{eje}} = P_e - P_{rot} = 130710 - 1000 = 129710$ W pasarlo a C.V $\quad \frac{129710}{746} = \boxed{173'8\,CV}$

como es conexión motor y como es Δ $\quad J = I$ ver dibujo



$$J = \frac{\bar{V} - \bar{E}}{\bar{Z}} = \frac{V\angle 0^\circ - E\angle\theta}{Z\angle\varphi_{cc}} = \frac{415 - 520\angle -97'13}{4'03\angle 82'87} =$$

$$= \frac{479'5 + j515}{4'03\angle 82'87} = \frac{704'38\angle 47}{4'03\angle 82'87} = 174'78\angle -35'8$$ esta es la tension de fase

la de linea es: $\boxed{I = \sqrt{3}\cdot J = 302'73\ A}$

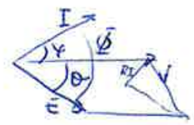
el f.d.p.= $\cos 35'8$ $\quad \varphi = 0'811$ $\quad \boxed{f.d.p = 0'811}$

el rendimiento $\quad \eta = \frac{P_{eje}\cdot 100}{P_{abs}} = \frac{129710\ W \cdot 100}{\sqrt{3}\cdot U I \cdot\cos\varphi} = \frac{129710\,W}{\sqrt{3}\cdot(415)\cdot(302'73)\cdot 0'811} \cdot 100 = 73'80\%$

$$\boxed{\eta = \frac{P_{eje}}{P_{abs}}\cdot 100 = 73'80\%}$$

https://www.losapuntesdetanbone.es

29.58. Un motor síncrono trifásico de 6600 V, conectado en estrella, trabaja con tensión cte y excitación cte. Su impedancia síncrona es 2'0 + j20 Ω por fase. Cuando la entrada es de 1000 Kw, el factor de potencia es de 0'8 en adelanto. Hallar el factor de potencia cuando se aumenta la entrada a 1500 Kw. [solución 0'925 en adelanto]

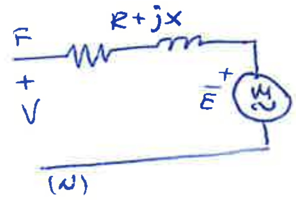


— o —

para 1000 Kw en la entrada, la corriente es: $I = \dfrac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\varphi} = \dfrac{1000 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 0'8}$

$I = 109'347^A$ en forma compleja $\bar{I} = 109'347 \underline{/36'87}^A$

La impedancia interna es: $\bar{Z} = 2 + j20 = 20'100 \underline{/84'289^\circ}$



la f.em. inducida por fase.

$$\bar{E} = \bar{V} - Z\bar{I} = \frac{6600}{\sqrt{3}} \underline{/0^\circ} - 20'100 \underline{/84'289} \cdot 109'347 \underline{/36'87}$$

$$\bar{E} = 4946'412 - j\,1881'591 = 5292,200 \underline{/-20'827^\circ}$$

EL decalaje angular de la rueda polar correspondiente a la potencia de 1500 kw en la entrada, se halla a partir de la ec. paramétric.

$$P_i = 3\frac{V^2}{Z}\cos\varphi_{cc} - \frac{3EV}{Z}\cos(\varphi_{cc}+\theta)$$

$$1500 \cdot 10^3 = 3\left(\frac{6600}{\sqrt{3}}\right)^2 \frac{1}{20{,}100} \cos 84'289 - 3\,\frac{6600}{\sqrt{3}} \cdot 5292'200 \cdot \frac{1}{20'100} \cos(84'289+\theta)$$

y de aquí $-\cos(84'261+\theta) = -0'4267$ $\quad 84'261+\theta = 115'258$

$$\boxed{\theta = 30'997^\circ}$$

La corriente compleja consumida para la potencia de 1500 kw es:

$$\bar{I} = \frac{V\underline{/0} - E\underline{/-\theta}}{Z} = \frac{\frac{6600}{\sqrt{3}}\underline{/0^\circ} - 5292'200\underline{/-30'997}}{20'100\underline{/84'289}} = 140'322 \underline{/20'626}$$

EL f.d.p. en la entrada es por lo tanto:

$$f.d.p = \cos 20'626 = \boxed{0'936}$$ en adelanto ya que es positivo

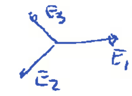
https://www.losapuntes.netanbone.es

Para que dos alternadores se pueda poner en paralelo tienen que tener la misma:

- misma frecuencia
- " f.e.m. $E_1 = E_2 = E$
- " fase

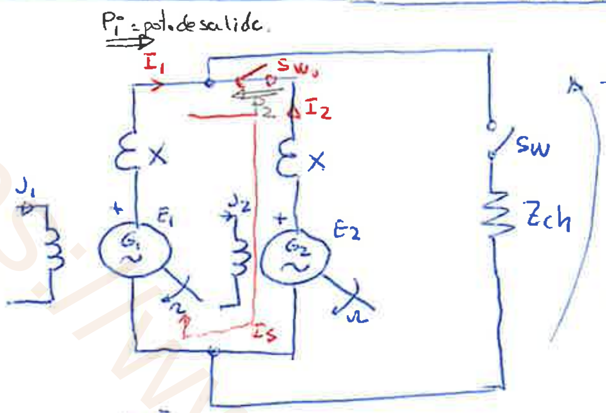
} monofasico.

trifasico: ∘ misma secuencia de fase



w. sentido directo.

CORRIENTE SINCRONIZANTE, POTENCIA SINCRONIZANTE.

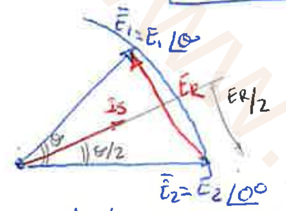


J_1, J_2 = corrientes inductoras

condiciones iniciales: los dos alternadores giran a la misma velocidad Ω, se supone igualmente excitado los campos $J_1 = J_2$ ⇒ que la fuerza electromotriz $E_1 = E_2 = E$ $\bar{E}_1 = E\angle 0°$ $\bar{E}_2 = E\angle 0°$

Si cerramos Sw_0.

$$\bar{I}_S = \frac{\bar{E}_1 - \bar{E}_2}{j2x} = \frac{\bar{E}_1\angle 0° - E_2\angle 0°}{j2x} = \frac{\bar{E}_R}{j2x} \qquad I_S = \frac{E_R}{2x}$$



Si la turbina que arrastra al alternador G_1 se acelera.

$$I_S = \frac{E_R}{2x} \qquad \frac{E_R}{2} = E \operatorname{sen}\frac{\theta}{2}$$

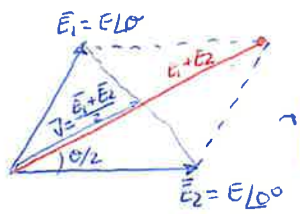
$$\boxed{I_S = \frac{E}{x}\operatorname{sen}\frac{\theta}{2}}$$ valor modulo de la corriente sincronizante.

desde el punto de vista:

del primer alternador $\bar{V} = \bar{E}_1 - x\angle 90° \cdot \bar{I}_1 = \bar{E}_1 - x\angle 90° \cdot \bar{I}_S$

del segundo alternador $\bar{V} = \bar{E}_2 - x\angle 90° \cdot \bar{I}_2 = \bar{E}_2 + x\angle 90° \cdot \bar{I}_S$ +

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



$$\boxed{V = E\cos\frac{\theta}{2}} \qquad \boxed{\bar{V} = \frac{\bar{E}_1 + \bar{E}_2}{2}}$$

potencias:

$P_1 = V I_1 \cos(\hat{V I_1})$

como $I_1 = I_S$

$V = \frac{\theta}{2}$ $I_S = \frac{\theta}{2}$

$\frac{\theta}{2} - \frac{\theta}{2} = 0.$

$P_1 = V I_S \cos(\hat{V I_S})$ — 0

$P_1 = \left[E\cos\frac{\theta}{2}\right]\left[\frac{E}{x}\operatorname{sen}\frac{\theta}{2}\right]\cdot 1$

$$\boxed{P_1 = \frac{E^2}{2x}\operatorname{sen}\theta}$$

$P_2 = V I_2 \cos(\hat{V I_2})$

$P_2 = V I_S \cos 180°$

$P_2 = \left[E\cos\frac{\theta}{2}\right]\left[\frac{E}{x}\operatorname{sen}\frac{\theta}{2}\right](-1)$

$$\boxed{P_2 = \frac{-E^2}{2x}\operatorname{sen}\theta}$$

las potencias P_1 y P_2 se llaman potencias sincronizantes.

La potencia sincronizante es suministrado por el generador mas rapido que opera como alternador, entonces el generador dos opera como motor porque es mas lento.

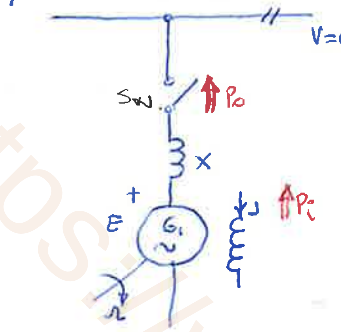
La potencia sincronizante estabiliza las velocidades.

La conexión paralelo es una conexión estable.

pag 11. 2°) caso 3°) caso
Acoplamiento de un alternador a la red

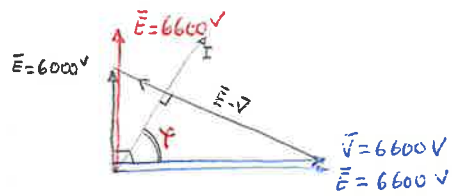
https://www.losapuntes.netanbone.es

Problema 35.25. Calcular la carga máxima de un alternador monofásico de 5000KVA que tiene una reactancia equivalente de 5Ω cuando se conecta a unas barras colectoras de 6.600V, si su excitación es tal que la f.e.m. inducida en circuito abierto es de 6000V. Hallar la corriente de inducido y el f.d.p. para dicha carga. [7900 Kw ; 1780A ; 0'675 en adelanto]



Como la maquina es monofasica $P_i = P_o = \frac{EV}{X} \sin\theta$

cuando cerramos el Sw



} conexión flotante

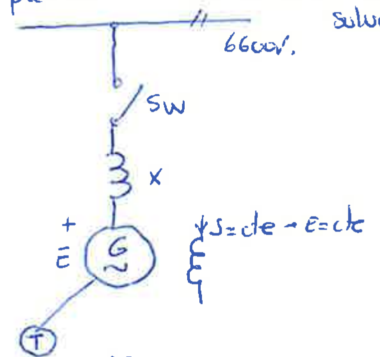
$$\boxed{P_{sal} = P_i = P_o = \frac{6000 \cdot 6600}{5} \sin 90° = 7920\ Kw}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}-\bar{V}}{jX} = \frac{E\angle 90° - V\angle 0°}{X\angle 90°} = \frac{6000\angle 90° - 6600\angle 0°}{5\angle 90°} = \frac{8919'64\ \angle 137'73}{5\angle 90°} =$$

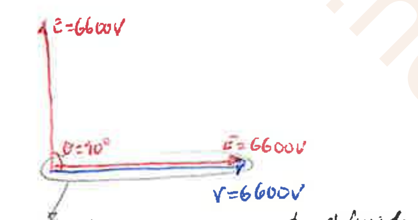
$\bar{I} = 1783'93^A \angle 47'73° = \varphi$ $\qquad \cos 47'73 = 0'673 \qquad \boxed{f.d.p = 0'673}$

(Al salir positivo la maquina esta operando en regimen capacitivo

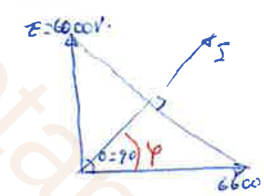
Problema 35.26. Un alternador monofásico de 6600V tiene una reactancia de inducido de 10Ω y una resist. despreciable. Despues de ser conectado en paralelo con unas barras colectoras de tensión cte y frec. cte, se aumenta gradualmente el suministro de vapor a la maquina que lo mueve, permaneciendo cte la excitación, hasta que el alternador pierde el sincronismo. Estimar la salida, la corriente de inducido y el f.d.p que se esto ocurre. solución [4360 Kw, 935A, 0'7 en adelanto].



cuando cerramos el Sw



aqui la maquina no esta actuando ni como generador ni como motor



$$\bar{I} = \frac{\bar{E}-\bar{V}}{jX} = \frac{E\angle 90° - V\angle 0°}{X\angle 90°} = \frac{6600\angle 90° - 6600\angle 0°}{10\angle 90°} = \boxed{933'3^A \angle 45}$$

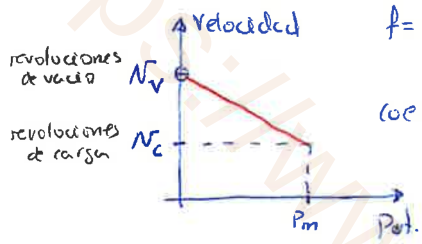
$\cos 45° = 0'707 \qquad \boxed{f.d.p = 0'707}$

$$\boxed{P = VI\cos\varphi = 6600 \cdot 933'3 \cdot 0'707 = 4'35\ MW}$$

https://www.losapuntes.netambone.es

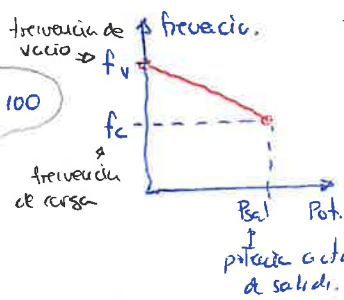
Alternadores en paralelo.

problema 35.16. Dos alternadores idénticos de 2000 KVA funcionan en paralelo. El regulador de la primera máquina es tal que la frecuencia cae uniformemente de 50 c/s en vacío a 48 c/s a plena carga. La correspondiente caída uniforme de velocidad de la segunda máquina es de 50 a 47'5 c/s. a) Cómo se distribuirá entre las dos máquinas una carga de 3000 KW? b) ¿cuál es la carga máxima con f.d.p. unidad que puede ser suministrada sin sobrecargar ninguna de las máquinas?



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

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

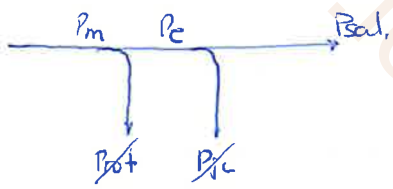


$f = \frac{PN}{60}$

$P_{rot} = 0$

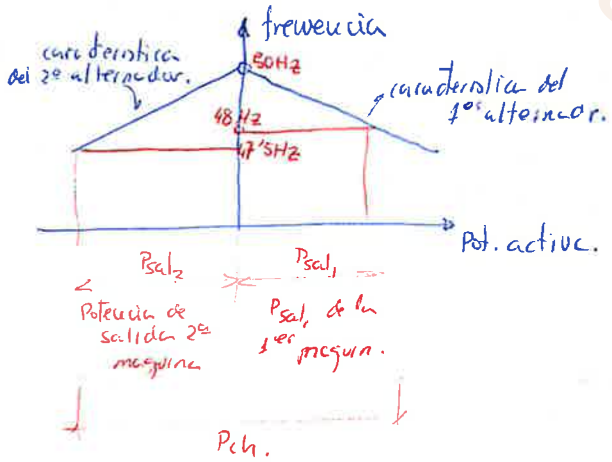
$P_{ja} = 0$.

Balance de potencia

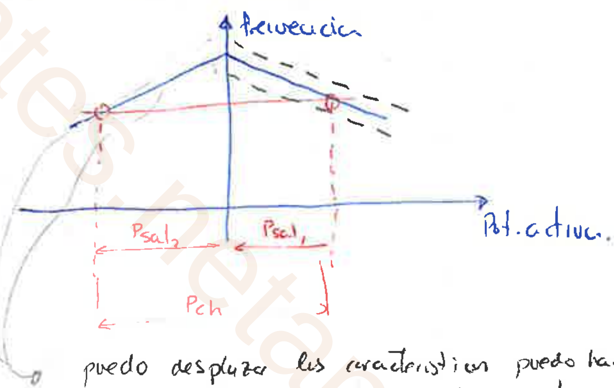


cuando se desprecia Prot y Pjc queda:

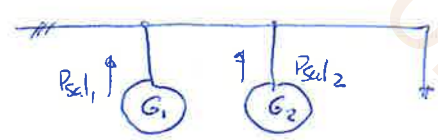
$P_m = P_e = P_{sal}$.



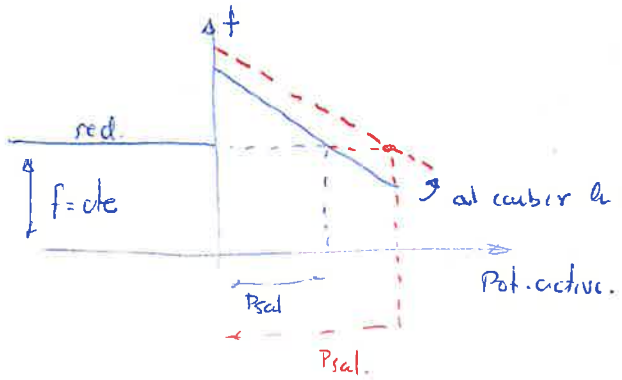
para cualquier frecuencia ocurre:



puedo desplazar las características puedo hacer que tenga mayor o menor potencia activa.



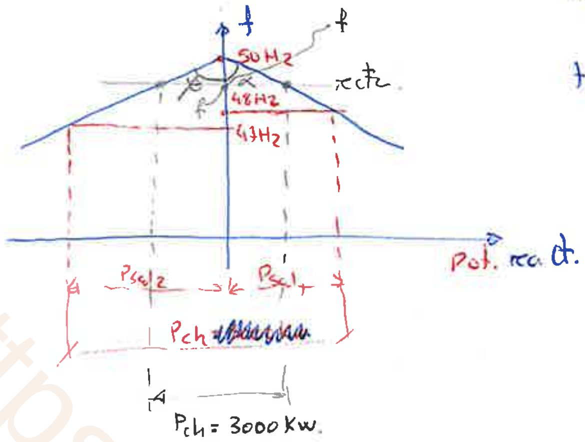
$P_{ch} = P_{sal_1} + P_{sal_2}$.



al cambiar la característica del 1er generador aumenta la Psal de salida (en este caso).

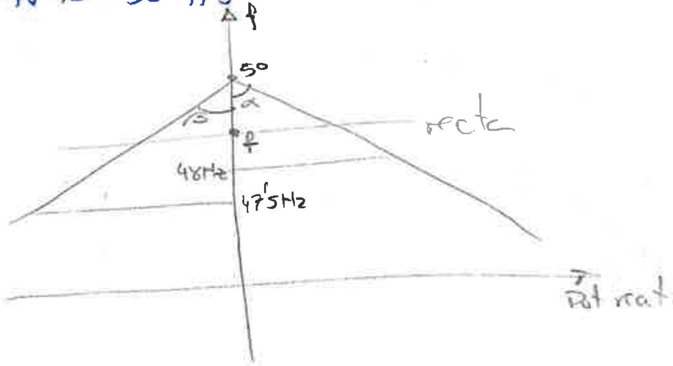
https://www.losapuntesnetanbone.es

para resolver el problema.



$$tg\,\alpha = \frac{P}{f_v - f_c} = \frac{2000}{50-48} = 1000\ Kw/Hz$$

$$tg\,\beta = \frac{P}{f_v - f_c} = \frac{2000}{50-47'5} = 800\ Kw/Hz.$$



a) $tg\,\alpha = \frac{Psal_1}{50-f}$; $tg\,\beta = \frac{Psal_2}{50-f}$

$$50-f = \frac{Psal_1}{tg\,\alpha} = \frac{Psal_2}{tg\,\beta} = \frac{Psal_1 + Psal_2}{tg\,\alpha + tg\,\beta}$$

$$\frac{Psal_1}{1000} = \frac{Psal_2}{800} = \frac{3000}{1800} \quad \boxed{Psal_1 = 1666'67\ Kw} \quad \boxed{Psal_2 = 1333\ Kw} \ +$$

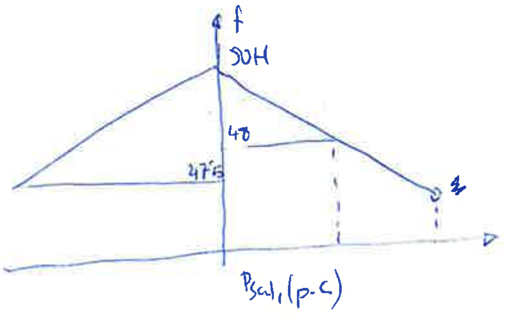
$3000\ Kw$

la suma de los dos tienen que ser 3000 Kw.

tambien se puede determinar la frecuencia de trabajo (es decir la f)

$$50 - f = \frac{Psal_1}{tg\,\alpha} \qquad \frac{1666'67}{1000} = 50 - f \qquad \boxed{f = 48'33\ Hz}$$

b) al bajar la recta y llega al 48Hz la maquina uno esta trabajando a plena carga.

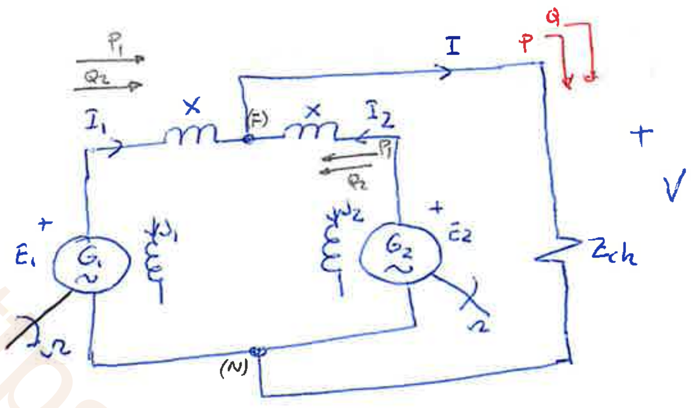


$$tg\,\alpha = \frac{Psal_1\,(pc)}{50-48} \Rightarrow \quad 1000 \cdot 2 = Psal_1\,(pc) \quad \boxed{Psal_1 = 2000\ Kw}$$

$$tg\,\beta = \frac{Psal_2\,(pc)}{50-48} \quad 800 \cdot 2 = Psal_2\,(pc) \quad Psal_2 = 1600\ Kw \ +$$

$$\boxed{P_{(PC)} = 3600\ Kw} \ *.$$

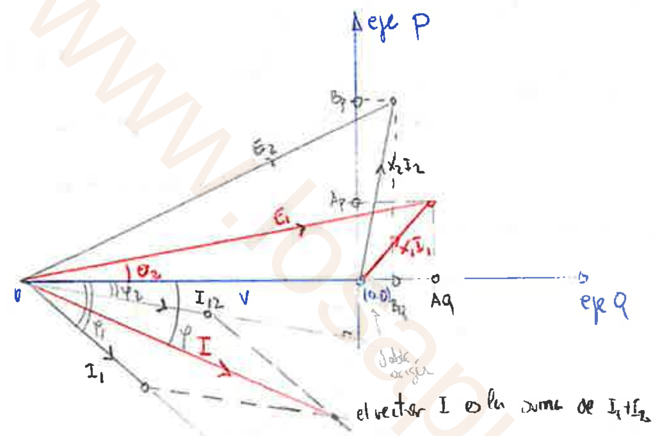
GRAFICO DE LA MARCHA EN PARALELO



Dos alternadores idénticos con reactancia síncrona idénticos en paralelo y la resistencia inducido $R=0$ y $x=cte$.

suponemos: $R=0$ $x=cte$ $Z_{ch}=cte$
$V=cte$ $f=cte$

también suponemos cte, las potencias $P=cte$ $Q=cte.$ y la velocidad $\Omega=cte$.



para considerar un funcionamiento pleno tenemos que considerar la resistencia y iguales para las dos máquinas. Entonces hacemos las siguientes consideraciones si $R \neq 0$

para el 1er alternador $I_1 = \sqrt{I_{1w}^2 + I_{1d}^2}$
" " 2do " $I_2 = \sqrt{I_{2w}^2 + I_{2d}^2}$
y la corriente por la carga sería: $I = \sqrt{I_w^2 + I_d^2}$

$I_w = I_{1w} + I_{2w}$
$I_d = I_{1d} + I_{2d}$.

Si $Z_{ch} = cte$ (impedancia por la carga) y $V = cte$ (d.d.p. en bornes por la carga.) $\Rightarrow$ $\begin{cases} P = VI\cos\varphi = VI_w = cte \\ Q = VI\sin\varphi = VI_d = cte \end{cases}$

¿cuales son las pérdidas Joule del sistema?

pérdida Joule es debido a la resistencia.

$P_j = RI_1^2 + RI_2^2 = R(I_1^2 + I_2^2) = R\left[(I_{1w}^2 + I_{1d}^2) + (I_{2w}^2 + I_{2d}^2)\right] =$

$= R\left[I_{1w}^2 + I_{1d}^2 + I_{2w}^2 + I_{2d}^2 \pm 2I_{1w}I_{2w} \pm 2I_{1d}I_{2d}\right]$

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

¿qué debe ocurrir para que las pérdidas de Joule sean mínimas?

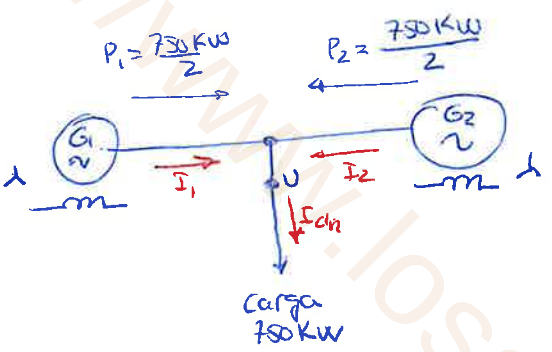
que $2I_{1w}I_{2w}$ y $2I_{1d} \cdot I_{2d}$ sean lo más alto o máximo posible o sea el valor más alto.

Se consigue cuando $I_{1w} = I_{2w}$ y $I_{1d} = I_{2d}$.

https://www.losapuntesdetanbone.es

35.17. Dos alternadores idénticos trifásicos, conectados en estrella y funcionando en paralelo, se reparten por partes iguales una carga total de 750 kW a 6000 V y factor de potencia 0'8. La reactancia y la resistencia sincrónicas de cada máquina son, respectivamente de 50 Ω y 2'5 Ω por fase. El campo del primer generador está excitado de forma que la corriente de inducido es de 40 A (en retardo). Hallar a) la corriente de inducido del segundo alternador; b) el f.d.p. de cada máquina; c) la f.e.m. de cada máquina.

[a) 51'4 A; b) 0'9, 0'7 c) 8270 V, 9780 V]



$\bar{Z} = 2'5 + j50$ Ω/f

$\bar{Z} = 50'06 \angle 87'14^\circ$

$P_1 = \sqrt{3}\, U\, I_1 \cos\varphi_1$ $\qquad \frac{750\,kW}{2} = \sqrt{3}\; 6\,kV\,(40)\cos\varphi_1$ $\qquad \boxed{\cos\varphi_1 = 0'90}$

$\bar{I}_1 = 40 \angle -25'84 = 36 - j\,17'44.$

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

$P_{ch} = \sqrt{3}\, U\, I_{ch} \cos\varphi_{ch} \Rightarrow$ $\quad 750\,kW = \sqrt{3}\cdot 6\,kV\, I_{ch}\,(0'8)$ $\quad \boxed{I_{ch} = 90'21\,A}$

lo considero negativo ya que es inducido

$\bar{I}_{ch} = I \angle -\varphi_{ch} = 90'21 \angle -36'87^\circ = 72'17 - j\,54'13\,A.$

$\bar{I}_2 = \bar{I}_{ch} - \bar{I}_1 = [72'17 - j\,54'13\,A] - [36 - j\,17'44] = 36'17 - j\,36'69\,A = 51'52 \angle -45'41$

$\boxed{I_2 = 51'52\,A}$ $\quad \boxed{\cos\varphi_2 = 0'7}$

y la F. electromotriz inducida por las máquinas sería:

$\bar{E}_1 = V + \bar{Z}\bar{I}_1 = \frac{6000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + 50'06 \angle 87'14^\circ \cdot 40 \angle -25'84$

$\bar{E}_1 = 4425'75 + j\,1756'49 = 4761'57 \angle 21'65^\circ$ esta es la f. elect. simple.

la de línea sería $\boxed{E_{1l} = \sqrt{3}\, E_1 = 8247'28\,V.}$

la F.e.m. para el segundo alternador E_2?

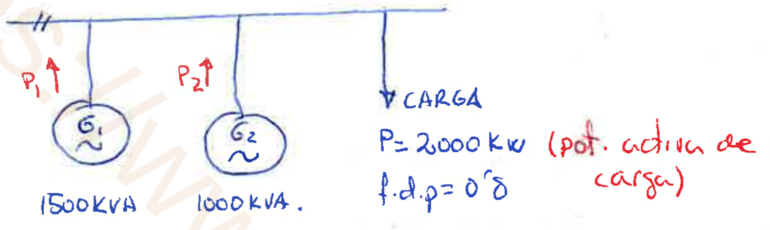
$\bar{E}_2 = \bar{V} + \bar{Z}\bar{I}_2 = \frac{6000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + 50'06 \angle 87'14 \cdot 51'52 \angle -45'51$ $= 5646'49 \angle$

la de línea es $\boxed{E_{2l} = \sqrt{3}\, E_2 = 9780\,V}$

https://www.losapuntesnetanbone.es

35.18. Un alternador capaz de 1500 KVA funciona en paralelo con otro capaz de 1000 KVA. ¿qué carga debería suministrar y a qué f.d.p. debería funcionar cada uno para que las corrientes y las salidas de potencia fueran proporcionales a sus respectivas capacidades si la carga combinada es de 2000 Kw con f.d.p. de 0'8?

solución [1200 Kw, 800 Kw, 0'8]



$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_{1n}}{P_{2n}}$ condición que las corrientes sean proporcionales.

$P_1+P_2=P$

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

$$\boxed{P_2 = P\,\frac{P_{2n}}{P_{1n}+P_{2n}} = 2000\,\frac{100\cancel{0}}{250\cancel{0}} = 800\text{ Kw}}$$

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

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

le sumo la unidad

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

como $\boxed{Q_1+Q_2 = Q = P\cdot tg\varphi = 1500\text{ KVAR}}$

$Q_2 = Q\,\frac{Q_{2n}}{Q_{1n}+Q_{2n}} = 1500\,\frac{100\cancel{0}}{250\cancel{0}} = 600\text{ KVARS.}$

$S = P+jQ$

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

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

$tg\varphi_1 = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{900}{1200} = 0'75 \qquad \cos\varphi_1 = 0'8$

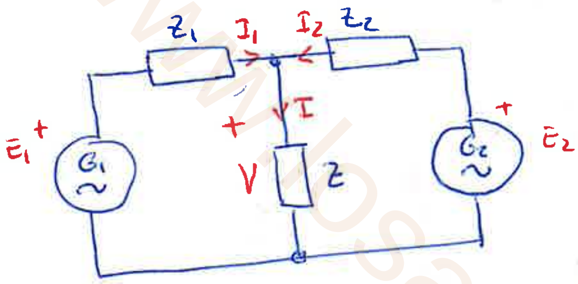
$tg\varphi_2 = \frac{Q_2}{P_2} = \frac{600}{800} = 0'75 \qquad \cos\varphi_2 = 0'8$

https://www.losapuntes.netanbone.es

35.30 Dos alternadores monofásicos trabajan en paralelo sobre una carga de impedancia $Z\,\Omega$. Sus f.ee.mm. son E_1 y E_2 y sus impedancias síncronas Z_1 y Z_2. Hallar la tensión nominal V en función de dichas fuerzas electromotrices y admitancias Y, Y_1 e Y_2.

Hallar la tensión terminal y la salida de potencia de cada máquina si $E_1 = 230^V$ y está en fase con $E_2 = 250V$. $Z = 7'5 + j10\,\Omega$, $Z_1 = Z_2 = 0'5 + j2'5\,\Omega$.

Solución $\left[V = \dfrac{E_1Y_1 + E_2Y_2}{Y_1 + Y_2 + Y} \;;\; 218^V \;;\; 1'32^{KW} \,/\, 0'91\,KW \right]$



- $\bar V = \bar E_1 - \bar Z_1 \bar I_1$ $\bar I_1 = \dfrac{\bar E_1 - \bar V}{\bar Z_1}$
- $\bar V = \bar E_2 - \bar Z_2 \bar I_2$ $\bar I_2 = \dfrac{\bar E_2 - \bar V}{\bar Z_2}$

siendo $\bar Z_1 = \dfrac{1}{\bar Y_1}$ $\bar Z_2 = \dfrac{1}{\bar Y_2}$ $\bar Z = \dfrac{1}{\bar Y}$

$\bar I_1 + \bar I_2 = \bar I = \dfrac{\bar V}{\bar Z}$ $\dfrac{\bar E_1 - \bar V}{\bar Z_1} + \dfrac{\bar E_2 - \bar V}{\bar Z_2} = \dfrac{\bar V}{Z}$ $(\bar E_1 - \bar V)\bar Y_1 - (\bar E_2 - \bar V)\bar Y_2 = \bar V Y$

$$\boxed{\bar V = \frac{\bar E_1 \bar Y_1 + \bar E_2 \bar Y_2}{\bar Y + \bar Y_1 + \bar Y_2}}$$

$Y_1 = Y_2 = \dfrac{1}{Z_1} = \dfrac{1\,(0'5 - j2'5)}{(0'5 + j2'5)(0'5 - j2'5)} = \dfrac{}{(0'25 - j1'25 + j1'25 + 6'25)} = \dfrac{}{6'5}$

$Y_1 = Y_2 = 0'39 \angle -78'7^\circ = 0'076 - j0'38$

$Y = \dfrac{1}{(7'5 + j10)} = \dfrac{(7'5 - j10)}{(7'5 + j10)(7'5 - j10)} = \dfrac{}{56'25 + 100} = \dfrac{12'5\angle}{156'25} = 0'08 \angle -53'13$
$0'048 - j0'06$

$Y + Y_1 + Y_2 = 0'2 - j0'82 = 0'844 \angle -76'29$

$\bar E_1 \bar Y_1 = 230\angle 0^\circ \cdot 0'39 \angle -78'7^\circ = 89'7 \angle -78'9 = 17'26 - j88$
$\bar E_2 \bar Y_2 = 250\angle 0^\circ \cdot 0'39 \angle -78'9 = 97'5 \angle -78'9 = 18'77 - j95'6$

$\bar E_1 \bar Y_1 + \bar E_2 \bar Y_2 = 36'03 - j183'6 = 187'1 \angle -78'85$

$\bar V = \dfrac{187'1 \angle -78'85}{0'844 \angle -76'29} = \boxed{221'6\,V} \angle -2'6^\circ$

$P_1 = \cancel{3}\, VI \cos VI_1 = \cancel{3}\cdot 221'6 \cdot 5'19 \cos(-2'6^\circ - (-29'4)) = 1293\,w = \boxed{1'29\,kw}$

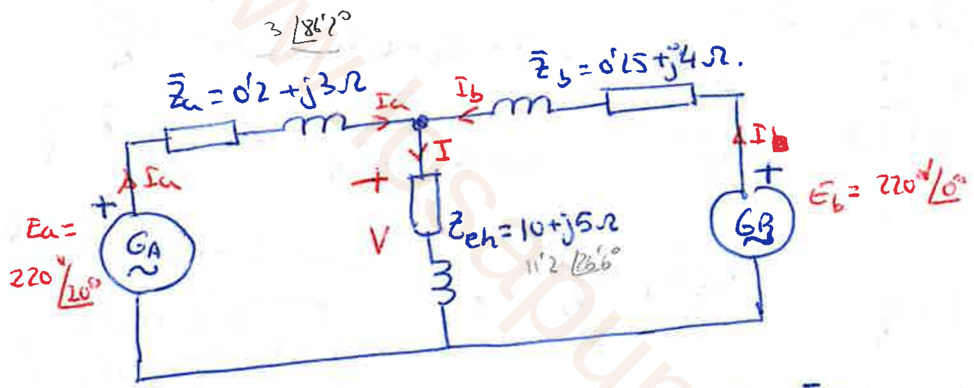
$I_1 = \dfrac{230\angle 0^\circ - 221'6 \angle -2'6}{2'54 \angle 78'69} = \dfrac{8'628 + j10}{2'54 \angle 78'69} = \dfrac{13'20 \angle 49'21}{2'54 \angle 78'69} = 5'19 \angle -29'4$

https://www.losapuntes.netanhome.es

35.19. Una impedancia $10+j5\,\Omega$ está alimentada por dos alternadores monofásicos A y B, conectados en paralelo. La f.e.m inducida E de cada máquina es de 220^V, y E_A adelanta $20°$ a E_B. Las impedancias síncronas equivalentes de las dos máquinas son $Z_A = 0'2 + j3\,\Omega$ y $Z_B = 0'25 + j4'0\,\Omega$. Determinar la corriente y la potencia entregada por cada máquina, y también la corriente y la potencia totales en la carga.

[solución $I_A = 20'0^A$, $P_A = 3960\ W$; $I_B = 6'47A$, $P_B = -780\ W$ $I = 17'8^A$ $P = 3180^W$]

— o —



- $-\bar{E}_a + Z_a\bar{I}_a + V = 0$ $\qquad \bar{I}_a = \dfrac{\bar{E}_a - \bar{V}}{\bar{Z}_a} = \dfrac{\bar{E}_a - \bar{I}\,\bar{Z}_{ch}}{\bar{Z}_a} = \dfrac{220\angle 20° - \bar{I}\cdot 11'2\angle 26'6°}{3\angle 86'2°}$
- $-\bar{E}_b + Z_b\bar{I}_b + V = 0$ $\qquad I_b = \dfrac{\bar{E}_b - \bar{V}}{\bar{Z}_b} = \dfrac{E_b - I\,Z_{ch}}{Z_b} = \dfrac{220\angle 0° - \bar{I}\,11'2\angle 26'6°}{4\angle 86'4°}$

$$\bar{I} = \bar{I}_a + \bar{I}_b = \frac{220\angle 20° - \bar{I}\ 11'2\angle 26'6°}{3\angle 86'2°} + \frac{220\angle 0° - \bar{I}\ 11'2\angle 26'6°}{4\angle 86'4°}$$

operando $\boxed{\bar{I} = 17'8\ \angle -22'2°}$

- $\bar{V} = \bar{Z}_{ch}\cdot\bar{I} = (10+j5)\cdot 17'8\ \angle -22'88° = 11'2\ \angle 26'57° \cdot 17'8\ \angle -22'38 = 199'4\ \angle 4'19°$

$$\boxed{\bar{I}_a = \frac{\bar{E}_a - \bar{V}}{Z_a} = \frac{220\angle 20° - 199'4\angle 4'19}{3\angle 86'18} = 20'40\ \angle -3'56°}$$

$$\boxed{\bar{I}_b = \frac{\bar{E}_b - \bar{V}}{Z_b} = \frac{220\angle 0° - 199'4\angle 4'17}{4\angle 86'42°} = 6'4\ \angle -121°}$$

al ser monofásico no tiene $\sqrt{3}$.

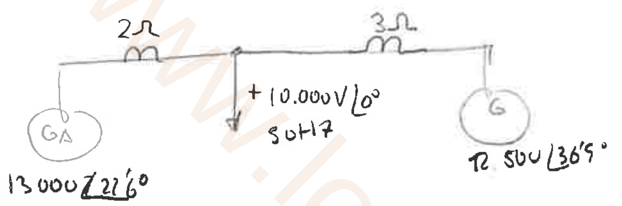
$\boxed{P_a} = V I_a \cos\varphi_a = (199'4)(20'40) \cos \widehat{VI_a} = 4067'8 \cos(4'19 - (-3'56)) = \boxed{4030'6\,w}$

$\boxed{P_b} = V I_b \cos\varphi_b = (199'4)(6'4) \cos \widehat{VI_b} = 1276'16 \cos(4'19 - (-121)) = \boxed{-735'4\,w}$

$$\boxed{P = P_a + P_b = 4030'6 + (-735'4\,w) = 3295'2\,w}$$

35. 21. ~~Dos alternadores~~ Dos generadores síncronos están conectados a unas barras colectoras a 50 c/s, que tienen una tensión constante de $10.000 \angle 0°$ V. El generador A tiene una f.e.m. de $13000 \angle 22'6°$ y una reactancia de 2Ω; el generador B tiene una fuerza electromotriz de $12500 \angle 36'9°$ V y una reactancia de 3Ω. Hallar la corriente, los KW y KVAr suministrado por cada generador.

A) $2700 \angle -21'8°$ A; 25000 KW; 10 000 KVAr.
B) $2500 \angle 0°$ A; 25000 KW; 0 KVAr



A) $-E + \bar{I}\bar{Z} + V = 0$ $\quad \bar{I}_A = \dfrac{\bar{E}-\bar{V}}{\bar{Z}} = \dfrac{13000 \angle 22'6° - 10\,000 \angle 0°}{2 \angle 90°} = \dfrac{2001'7 + j\,4995'8}{2 \angle 90°}$

$$= \frac{5382'08 \angle 68'1}{2 \angle 90°} = \boxed{2691'04 \angle -21'83}$$

$P_A = V \cdot I_A \cos VI_A = \cdot 10.000 \cdot 2691'04 \cos(0 - (-21'83)) = \underline{24980 \text{ Kw}}$

$Q_A = V I_A \operatorname{sen}(21'83) = 10\,000$ KVAR.

https://www.losapuntes.netanbone.es

https://www.losapuntes.netanbone.es